

Міністерство освіти і науки України  
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

## **ОХОРОНА ПРАЦІ**

**Рекомендації до виконання розділу**

**в дипломному проекті бакалавра**

**для студентів**

**технічних спеціальностей**

Затверджено  
на засіданні  
методичної ради  
Протокол № 10 от 20.06.2013

Краматорськ  
ДДМА  
2013

Охорона праці : рекомендації до виконання розділу в дипломному проекті бакалавра для студентів технічних спеціальностей / уклад. : Л. В. Дементій, Г. Л. Юсіна. – Краматорськ : ДДМА, 2013. – 164 с.

Містяться основні вимоги до змісту й оформлення розділу «Охорона праці» дипломних проектів бакалаврів для студентів технічних спеціальностей, рекомендації щодо проведення аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів і обґрунтування вибору основних напрямів забезпечення безпечних умов праці. У методичних вказівках приведена велика кількість довідкового матеріалу, який потрібен студентам при виконанні цього розділу проекту.

Для інтенсифікації роботи у вказівках наведені приклади виконання розділу для усіх технічних спеціальностей ДДМА.

Укладачі:

Л. В. Дементій, доц.;  
Г. Л. Юсіна, доц.

Відповідальний за випуск

А. П. Авдєєнко, проф.

*Навчальне видання*

## **ОХОРОНА ПРАЦІ**

**Рекомендації до виконання розділу  
в дипломному проекті бакалавра**

**для студентів технічних спеціальностей**

Укладачі:           ДЕМЕНТІЙ Лариса Володимирівна,  
                              ЮСІНА Ганна Леонідівна

За авторською редакцією

47/2012. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк. 9,53.  
Обл.-вид. арк. 8,22. Тираж    пр. Зам. №

Видавець і виготівник  
Донбаська державна машинобудівна академія  
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК №1633 від 24.12.2003

## ЗМІСТ

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1 Рекомендації до виконання розділу «Охорона праці» .....                                              | 4   |
| 2 Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих<br>Факторів .....                                    | 7   |
| 3 Характеристика небезпечних і шкідливих виробничих факторів<br>на підприємствах машинобудування ..... | 9   |
| 3.1 Ливарне виробництво .....                                                                          | 9   |
| 3.2 Механічні цехи .....                                                                               | 15  |
| 3.3 Складальні цехи .....                                                                              | 21  |
| 3.4 Фарбувальні роботи .....                                                                           | 26  |
| 3.5 Металургійне виробництво .....                                                                     | 29  |
| 3.6 Зварювальні роботи .....                                                                           | 39  |
| 3.7 Ковальсько-пресові цехи .....                                                                      | 54  |
| 3.8 Роботи з електрообладнанням .....                                                                  | 59  |
| 3.9 Підйомно-транспортні роботи .....                                                                  | 67  |
| 3.10 Автоматизовані і роботизовані виробництва .....                                                   | 76  |
| 3.11 Робота на ПЕОМ .....                                                                              | 79  |
| 4 Обґрунтування напрямів забезпечення безпечних і комфортних<br>умов праці .....                       | 87  |
| 5 Приклади виконання розділу в дипломному проекті бакалавра .....                                      | 88  |
| 5.1 Спеціальності ЛВ та ОЛВ .....                                                                      | 88  |
| 5.2 Спеціальності ТМ і ІВ .....                                                                        | 92  |
| 5.3 Спеціальність МВ .....                                                                             | 97  |
| 5.4 Спеціальність МО .....                                                                             | 102 |
| 5.5 Спеціальності ОМТ і ОТПФ .....                                                                     | 107 |
| 5.6 Спеціальність ЗВ .....                                                                             | 113 |
| 5.7 Спеціальності АВП і ПТМ .....                                                                      | 118 |
| 5.8 Спеціальність ЕСА .....                                                                            | 124 |
| 5.9 Спеціальності ІТ та ІСПР .....                                                                     | 129 |
| Література .....                                                                                       | 135 |
| Додаток А. Варіанти завдань для студентів ІТ та ІСПР .....                                             | 139 |
| Додаток Б. Перелік нормативно-технічної документації .....                                             | 140 |
| Додаток В. Вимоги до повітря робочої зони .....                                                        | 148 |
| Додаток Г. Вимоги до виробничого освітлення .....                                                      | 151 |
| Додаток Д. Вимоги до виробничого шуму .....                                                            | 153 |
| Додаток Е. Вимоги до виробничої вібрації .....                                                         | 154 |
| Додаток Ж. Вимоги до випромінювань .....                                                               | 156 |
| Додаток К. Вимоги безпеки при роботі на ПОВМ .....                                                     | 157 |
| Додаток Л. Вимоги до електробезпеки .....                                                              | 159 |
| Додаток М. Вимоги до пожежної безпеки .....                                                            | 160 |
| Додаток Н. Вимоги безпеки до процесів .....                                                            | 161 |
| Додаток П. Методика кількісної оцінки умов праці .....                                                 | 162 |

## 1 РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ РОЗДІЛУ «ОХОРОНА ПРАЦІ»

Дипломне проектування бакалаврів сприяє закріпленню, поглибленню й узагальненню знань, отриманих студентами з вивчених дисциплін, і застосуванню цих знань для комплексного вирішення конкретного інженерного завдання.

При роботі над проектом студент повинен навчитися користуватися довідковою літературою, типовими проектами, нормативно-правовими актами і іншою технічною документацією. Виконаний студентом дипломний проект бакалавра може бути допрацьований в дипломному проекті фахівця або у випускній роботі магістра.

Виконання розділу «Охорона праці» є завершальним етапом вивчення дисципліни «Безпека життєдіяльності». У дипломній роботі він розташований після спеціальної та організаційно-економічної частин. Об'єм розділу і його зміст обговорюється з консультантом по розділу. У загальному випадку об'єм розділу повинен складати 5–7 сторінок.

Оформлення розділу виконується відповідно до вимог ДСТУ 3008–95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

У розділі «Охорона праці» технологічних проектів (**спеціальності ЛВ, ТМ, ІВ, ОМТ, ОТПФ, ЗВ**) необхідно:

- провести аналіз умов праці на проєктованому об'єкті (підприємство, цех, ділянка);
- охарактеризувати можливі потенційні небезпеки – обладнання, верстати, апарати, пристрої, транспортні засоби і т. д.;
- охарактеризувати можливі потенційні шкідливості – речовини і матеріали, які застосовуються на виробництві, шум, вібрація, випромінювання і тому подібне;
- встановити причини можливих аварій, пожеж, вибухів, нещасних випадків, професійних захворювань;
- обґрунтувати вибір заходів і засобів по забезпеченню безпечних умов праці, по профілактиці травматизму, професійних захворювань, аварій, пожеж, а також по підвищенню культури виробництва, технічної естетики, наукової організації праці, ергономіки.

При проектуванні нового обладнання або модернізації діючого в розділі необхідно (**спеціальності МВ, МО, ПТМ, ОЛВ, ЕСА, ОТПФ, ОМТ**):

- проаналізувати переваги проєктованого об'єкту з точки зору охорони праці;
- провести порівняльний аналіз обладнання з точки зору техніки безпеки, ергономіки, технічної естетики:

- 1) зручність і безпека при експлуатації, ремонті, налагодженні, монтажі, демонтажі обладнання;
- 2) зменшення трудомісткості виконання технологічних операцій на основі фізіологічної оцінки рухів працівника під час роботи;
- 3) ергономічна розробка органів управління;
- 4) застосування надійних попереджувальних і блокувальних пристроїв, гальмівних пристроїв, систем сигналізації, захисних обгороджувальних;
- 5) зниження концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони;
- 6) зменшення метало- і енергоємності обладнання;
- 7) зниження рівнів шуму і вібрації;
- 8) поліпшення зовнішнього вигляду обладнання та ін.

– провести аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що проявляються під час експлуатації обладнання. Оцінити міру впливу кожного фактора на працівника;

– охарактеризувати причини можливих аварій, пожеж, нещасних випадків і професійних захворювань;

– обґрунтувати вибір заходів і засобів по забезпеченню безпечних умов праці, по профілактиці травматизму, професійних захворювань, аварій, пожеж, а також по підвищенню культури виробництва, технічної естетики, наукової організації роботи, ергономіки.

У проектах автоматизації технологічних процесів і виробництв (**спеціальності АВП, ЕСА, МО**) необхідно:

– проаналізувати необхідність автоматизації об'єкту, що проектується з точки зору охорони праці;

– проаналізувати переваги проекрованої системи управління з точки зору охорони праці (поліпшення умов праці, зміна змісту роботи, зниження важкості і напруженості праці й інше);

– провести аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів (фізичних, хімічних, біологічних і психофізіологічних), що проявляються при роботі системи управління. Оцінити міру впливу кожного фактора на працівника;

– охарактеризувати причини можливих аварій, пожеж, нещасних випадків і професійних захворювань;

– обґрунтувати вибір заходів і засобів по забезпеченню безпечних умов праці, по профілактиці травматизму, професійних захворювань, аварій, пожеж, а також по підвищенню культури виробництва, технічної естетики, наукової організації роботи, ергономіки.

У проектах автоматизації процесів обробки даних (**спеціальності ІТ, ІСПР, АВП**) необхідно:

– провести аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів (фізичних, хімічних, біологічних і психофізіологічних), що спостерігаються при роботі на ПЕОМ;

– проаналізувати (на основі даних з літературних джерел) можливі порушення здоров'я користувачів ПЕОМ:

– описати умови праці на конкретному робочому місці відповідно до варіанту завдання (додаток А);

– провести кількісну оцінку умов праці на робочому місці (методика оцінки приведена в розділі 5.10 [15, 44]);

– обґрунтувати вибір заходів і засобів по забезпеченню безпечних умов праці, по профілактиці травматизму, професійних захворювань, аварій, пожеж, а також по підвищенню культури виробництва, технічної естетики, наукової організації роботи, ергономіки.

Правильно проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів дозволяє належним чином обґрунтувати вибір заходів і засобів по їх недопущенню, як в конструктивно-технічному, так і організаційному плані. Для якісного проведення аналізу виробничих факторів рекомендується використати класифікацію факторів, яка приведена в розділі 2. Характеристика небезпечних і шкідливих виробничих факторів на основних виробництвах машинобудівних підприємств приведена в розділі 3. При аналізі виробничих факторів необхідно вказувати кількісні характеристики кожного фактора і проводити порівняння з нормативно допустимими значеннями з обов'язковим зазначенням нормативно-правових актів. Загальна схема проведення аналізу виробничих факторів приведена в розділі 3. У додатку Б приведений перелік усіх необхідних нормативно-правових актів. У додатках В–Л приведені нормативні значення виробничих факторів. Загальна схема проведення обґрунтування вибору заходів і засобів по забезпеченню безпечних умов праці представлена в розділі 4. У розділі 5 наведені приклади виконання розділу «Охорона праці» для дипломних проектів різного профілю.

При виконанні розділу необхідно строго дотримуватися вимог нормативно-правових актів з питань охорони праці. Список використаної літератури наводиться в загальному списку залежно від побудови записки в цілому. При захисті дипломного проекту необхідно освітити основні, принципові питання з охорони праці, розроблені в проекті, а саме обґрунтування вибору заходів по забезпеченню безпечних і комфортних умов праці.

## 2 КЛАСИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ

Виробничі фактори за характером впливу на людину можна розділити на шкідливі і небезпечні.

**Небезпечний** виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я. **Шкідливий** виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до зниження працездатності, захворювання або професійного захворювання.

Розглянемо класифікацію небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НіШВФ) відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- машини і механізми, що рухаються; рухливі частини виробничого обладнання; вироби, заготовки та матеріали, що пересуваються; конструкції, що руйнуються; гірські породи, що обриваються;
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищений рівень інфразвукових коливань;
- підвищений рівень ультразвуку;
- підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні і його різка зміна;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена або знижена рухливість повітря;
- підвищена або знижена іонізація повітря;
- підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- підвищена напруженість електричного поля;
- підвищена напруженість магнітного поля;
- відсутність або нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- знижена контрастність;
- пряма і відбита блискучість;
- підвищена пульсація світлового потоку;

- підвищений рівень ультрафіолетової радіації;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;
- гострі краї, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і обладнання;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі(пола).

Хімічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються за характером дії на організм людини і шляхом проникнення в організм людини.

Хімічні фактори за характером дії на організм людини підрозділяються на:

- токсичні;
- дратівливі;
- сенсибілізуючі;
- канцерогенні;
- мутагенні;
- такі, що впливають на репродуктивну функцію.

Хімічні фактори можуть проникати в організм людини через:

- органи дихання;
- шлунково-кишковий тракт;
- шкірні покриви і слизові оболонки.

Біологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори включають наступні біологічні об'єкти:

- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, найпростіші і інші), а також продукти їх життєдіяльності;
- макроорганізми, що негативно впливають на людину.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори за характером дії підрозділяються на наступні:

- фізичні перевантаження;
- нервово-психічні перевантаження.

Фізичні перевантаження підрозділяються на:

- статичні;
- динамічні.

Нервово-психічні перевантаження підрозділяються на:

- розумове перенапруження;
- перенапруження аналізаторів;
- монотонність праці;
- емоційні перевантаження.

Один і той же небезпечний і шкідливий виробничий фактор за природою своєї дії може відноситися одночасно до різних перелічених вище груп. Крім того, характер впливу фактора на людину залежить від кількісної оцінки цього фактора (наприклад, концентрація шкідливої речовини або рівень шуму). Тому практично кожен фактор може бути шкідливим або небезпечним.



### **3 ХАРАКТЕРИСТИКА НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МАШИНОБУДУВАННЯ**

Характеристика небезпечних і шкідливих виробничих факторів на основних виробництвах машинобудівних підприємств досить добре висвітлена в літературних джерелах:

- ливарне виробництво – [2; 5; 9; 11; 12; 17; 18; 21–23; 25; 26; 52; 54; 55; 58; 62; 65];
- ковальсько-пресове виробництво – [2; 9; 22–26; 34; 36; 38; 40; 52; 55];
- прокатне виробництво – [8; 33; 41; 43; 59; 61];
- термічна обробка матеріалів – [2; 8; 25; 33; 55];
- механічна обробка матеріалів різанням – [2; 6; 7; 14; 28; 35; 42; 46; 55];
- зварювальні роботи – [2; 48; 49; 55; 60];
- підйомно-транспортні роботи – [2; 4; 27; 28; 29; 31–33; 37; 53; 56; 57; 63];
- енергетичні об'єкти – [2; 33];
- електротехнічні об'єкти – [3; 10; 13; 16; 30; 44; 45; 50; 51; 64];
- автоматизація процесів і виробництв – [2; 15; 44; 55];
- автоматизація процесів обробки даних – [1; 15; 20; 44; 47].

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів необхідно проводити за наступною схемою:

- назва виробничого фактора і кількісна його оцінка у фізичних одиницях;
- порівняння фактичного значення фактора з гранично допустимим значенням, яке вибирається з відповідного нормативно-правового акту (додатки В–Н);
- оцінка тривалості впливу фактора на працівника;
- вірогідність дії (прояви) тієї або іншої небезпеки (шкідливості), аналіз факторів, які впливають на значення цієї вірогідності;
- характер впливу цього фактора на людину [1; 3; 19; 55]

Приклади проведення аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів наведені в розділі 5.

Розглянемо характеристики небезпечних і шкідливих виробничих факторів на деяких виробництвах машинобудівних підприємств.

#### **3.1 Ливарне виробництво**

В ливарних цехах основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами є: пил, пари і газы, надмірна теплота, підвищений рівень шуму, вібрації, електромагнітних випромінювань, машини і механізми, що

рухаються, рухливі частини виробничого обладнання і інші [2; 11–12; 55]. Перелік можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів в різних цехах ливарного виробництва приведений в таблицях 3.1 і 3.2.

*Таблиця 3.1 – Найбільш характерні небезпечні виробничі фактори в ливарному виробництві*

| Найменування процесу                  | Характеристика небезпеки |                       |                           |                            |                                       |
|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
|                                       | Розплав-лений метал      | Бризки рідкого металу | Висока електрична напруга | Рухливі частини обладнання | Вибухо- та пожежо-небезпечні речовини |
| Підготовка шихти та домішок           |                          |                       | +                         | +                          | +                                     |
| Плавка металу                         | +                        | +                     | +                         | +                          | +                                     |
| Розливання металу                     | +                        | +                     | +                         | +                          | +                                     |
| Роботи з приготування сумішей         |                          |                       | +                         | +                          | +                                     |
| Формувальні роботи                    |                          |                       | +                         | +                          | +                                     |
| Вибивка виливків                      |                          |                       | +                         | +                          |                                       |
| Обрубка, обрізка, віддалення каркасів |                          |                       | +                         | +                          |                                       |
| Обдирання та зачищення виливків       |                          |                       | +                         | +                          |                                       |
| Фарбування виливків                   |                          |                       | +                         | +                          | +                                     |

Пил ливарних цехів дрібнодисперсний, містить більше за 90 % двоокису кремнію. При плавці легованих сталей і кольорових металів в повітря можуть виділятися аерозолі конденсації оксидів марганцю, цинку, ванадію, нікелю і багатьох інших металів і їх сполук. Основними джерелами виділення пилу в ливарних цехах є чавунний і сталеплавильні агрегати, обладнання для приготування формувальної суміші, сушильні барабани та ін. Ливарний цех з річним випуском 100 тис.т литва, обладнаний пиловловлювачами з ефективністю очищення 0,70–0,80 викидає в навколишній повітряний басейн до 1000 т пилу на рік.

До газів і парів відносяться акролеїн, ацетон, ацетилен, бензол, оксид азоту, оксиди вуглецю, діоксид сірки, уротропін, вуглекислий газ, фенол, формальдегід, хлор, етиловий спирт та ін. Джерелами виділення окислу вуглецю є плавильні агрегати, залиті форми в процесі остигання, сушильні печі, агрегати поверхневого підсушування форм й ін.

Дані по видах і кількості забрудників довкілля представлені в таблицях 3.3 – 3.6.

Таблиця 3.2 – Найбільш характерні шкідливі виробничі фактори в ливарному виробництві

| Найменування процесу                  | Характеристика шкідливості |             |                        |                      |     |            |          |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------|------------------------|----------------------|-----|------------|----------|
|                                       | Токсичні речовини          | Запиленість | Теплове випромінювання | Електромагнітні поля | Шум | Ультразвук | Вібрація |
| Підготовка шихти та домішок           | +                          | +           |                        |                      | +   |            | +        |
| Плавка металу                         | +                          | +           | +                      | +                    | +   | +          |          |
| Розливання металу                     | +                          | +           | +                      |                      | +   |            |          |
| Роботи з приготування сумішей         | +                          | +           |                        |                      | +   | +          | +        |
| Формувальні роботи                    | +                          | +           | +                      | +                    | +   | +          | +        |
| Вибивка виливків                      | +                          | +           | +                      |                      | +   | +          | +        |
| Обрубка, обрізка, віддалення каркасів | +                          | +           | +                      |                      | +   |            | +        |
| Обдирання та зачищення виливків       | +                          | +           | +                      |                      | +   | +          | +        |
| Фарбування виливків                   | +                          |             | +                      |                      | +   |            |          |

Таблиця 3.3 – Загальна характеристика викидів від вагранок

| Продуктивність вагранки, т/ч | Показники                  |                                                     |                                      |      |                 |                 |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|------|-----------------|-----------------|
|                              | Діаметр шахти вагранки, мм | Об'єм газів, що викидаються, тис. м <sup>3</sup> /ч | Середня кількість шкідливостей, кг/ч |      |                 |                 |
|                              |                            |                                                     | Пил                                  | CO   | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> |
| 2                            | 600                        | 2,3                                                 | 23                                   | 130  | 3               | 0,10            |
| 3                            | 700                        | 3,2                                                 | 30                                   | 190  | 5               | 0,15            |
| 4                            | 800                        | 4,1                                                 | 40                                   | 300  | 6               | 0,25            |
| 5                            | 900                        | 5,4                                                 | 55                                   | 370  | 8               | 0,30            |
| 7                            | 1100                       | 7,8                                                 | 80                                   | 500  | 11              | 0,45            |
| 10                           | 1300                       | 11,0                                                | 100                                  | 700  | 13              | 0,80            |
| 15                           | 1500                       | 14,5                                                | 140                                  | 920  | 17              | 1,20            |
| 20                           | 1800                       | 20,5                                                | 200                                  | 1100 | 30              | 1,80            |
| 25                           | 2100                       | 27,0                                                | 200                                  | 1500 | 32              | 2,20            |

Таблиця 3.4 – Кількість СО, що виділяється при заливці форм

| Маса виливки, кг | СО, г/т | Маса виливки, кг | СО, г/т |
|------------------|---------|------------------|---------|
| 0,2              | 1000    | 5                | 550     |
| 0,5              | 850     | 10               | 500     |
| 1,0              | 800     | 20               | 400     |
| 2,0              | 650     |                  |         |

Таблиця 3.5 – Виділення шкідливих речовин при сушці форм і стрижнів

| Тип обладнання                 | Виділення речовин, кг/т |       |                 |       |              |                 |          |
|--------------------------------|-------------------------|-------|-----------------|-------|--------------|-----------------|----------|
|                                | СО                      | NO    | SO <sub>2</sub> | HF    | Формальдегід | CH <sub>4</sub> | Акролеїн |
| Горизонтальні конвеєрні сушила | 0,511                   | 0,253 | 0,140           | –     | 0,080        | 0,031           | 0,086    |
| Конвеєрні сушила               | 0,4                     | 0,013 | –               | 0,017 | –            | –               | –        |
| Вертикальні сушила             | 0,119                   | 0,032 | 0,097           | 0,016 | –            | –               | –        |
| Камерні сушила                 | 0,055–0,070             | 0,012 | 0,102           | –     | –            | 0,033           | –        |

Таблиця 3.6 – Виділення шкідливих речовин при вибиванні форм і стрижнів

| Обладнання                                                     | Виділення речовин, кг/т |     |                 |                 |                 |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                | Пил                     | СО  | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | NH <sub>3</sub> |
| Підвісні вібратори при висоті опоки над решітками не менше 1 м | 9,97                    | 1,2 | 0,04            | 0,2             | 0,4             |
| Решітки вибивні ексцентриккові продуктивністю до 2,5 т/ч       | 4,8                     | 1,0 | 0,03            | 0,2             | 0,3             |
| Решітки вибивні інерційні вантажопідйомністю, т/ч до:          |                         |     |                 |                 |                 |
| - 10                                                           | 7,9                     | 1,1 | 0,03            | 0,2             | 0,4             |
| - 20                                                           | 10,2                    | 1,2 | 0,04            | 0,3             | 0,6             |
| - 30                                                           | 22,3                    | 1,2 | 0,04            | 0,3             | 0,6             |

Надмірне виділення тепла здійснюється основним технологічним обладнанням – плавильними агрегатами і складає від 14 до 62 т загальної витрати тепла на розплавлення металу, при розплаві металу складає близько 3000 МДж на тонну металу. Інтенсивність теплового потоку на ряді робочих місць досягає високих значень – таблиця 3.7.

Джерелами загальної вібрацій в ливарних цехах є ударні дії вибивних решіток, пневматичні формувальні, відцентрові й інші машини, що призводять до струсу підлоги і інших конструктивних елементів будівлі, а джерелами локальної вібрації – пневматичні молотки, трамбівки й т. п.

Найбільші рівні шуму характерні для ділянок формування, вибивання виливків, зачистки, обрубкування і деяких інших. Рівні звукової потужності обладнання ливарних цехів приведені в таблиці 3.8.

*Таблиця 3.7 – Кількість теплоти, що випромінюється на різних ділянках конвеєрних ливарних цехів, МДж на 1 т залитого металу*

| Джерело виділення теплоти  | При подачі з вибивки на очищення гарячих виливків |          | При остиганні на ділянці вибивки виливків |          |
|----------------------------|---------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|----------|
|                            | дрібних                                           | середніх | дрібних                                   | середніх |
| Дільниця заливання         | 84                                                | 126      | 84                                        | 126      |
| Охолоджувальний кожух      | 63                                                | 63       | 63                                        | 63       |
| Дільниця вибивки           | 63                                                | 84       | 126                                       | 168      |
| Дільниця очищення виливків | 105                                               | 147      | 42                                        | 63       |
| Горіла суміш               | 105                                               | 147      | 105                                       | 147      |

Ультразвук застосовується для обробки рідких розплавів, очищення виливків, а також в установках і системах очищення газів. Для цього використовують генератори з діапазоном частот 18–22 кГц.

Електромагнітні поля генеруються електротермічними установками для плавки і нагріву металу, сушки форм і стрижнів та ін.

Джерела іонізуючих випромінювань застосовують для плавки, виявлення дефектів у виливках, контролі і автоматизації технологічних процесів та ін.

Основними джерелами небезпеки поразки електричним струмом є електропечі, машини і механізми з електроприводом. Вживане електрообладнання в основному працює під напругу до 1000 В, при використанні електротермічних установок – вище 1000 В. Аналіз дії електричного струму на людину приведений в розділі 3.8.

Таблиця 3.8 – Рівні звукової потужності обладнання ливарних цехів, дБ

| Обладнання                    | Средньоггеометрична частота октавної полоси, Гц |     |     |     |      |      |      |      | Рівень звуку,<br>дБА |
|-------------------------------|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|----------------------|
|                               | 63                                              | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                      |
| Електропіч ДС–2               | 100                                             | 99  | 98  | 100 | 102  | 101  | 95   | 88   | 107                  |
| Електропіч ДС–3               | 107                                             | 105 | 107 | 106 | 101  | 100  | 97   | 88   | 111                  |
| Електропіч ДС–5               | 109                                             | 111 | 109 | 110 | 110  | 97   | 91   | 85   | 113                  |
| Бігуни розмивачі              | 100                                             | 103 | 102 | 97  | 90   | 88   | 85   | 79   | 98                   |
| Бігуни змішувальні            | 106                                             | 104 | 104 | 113 | 99   | 95   | 86   | 79   | 104                  |
| Стрічковий конвеєр            | 105                                             | 106 | 107 | 99  | 96   | 92   | 89   | 85   | 103                  |
| Формувальна машина 266        | 110                                             | 109 | 103 | 110 | 111  | 105  | 104  | 102  | 117                  |
| Формувальна машина 234 (234М) | 113                                             | 110 | 113 | 114 | 112  | 109  | 107  | 100  | 119                  |
| Шаровий млин типа СМ–15       | 101                                             | 103 | 104 | 107 | 110  | 109  | 104  | 95   | 117                  |
| Шаровий млин типа СМ–174      | 99                                              | 115 | 117 | 123 | 123  | 121  | 117  | 107  | 127                  |
| Очисний барабан               | 101                                             | 105 | 107 | 113 | 116  | 113  | 106  | 96   | 119                  |
| Піскомет моделі 296М          | 104                                             | 110 | 113 | 105 | 100  | 96   | 94   | 91   | 108                  |
| Вібраційне плоске сито        | 107                                             | 111 | 108 | 104 | 101  | 104  | 98   | 94   | 110                  |
| Трамбівка ТР–1                | 88                                              | 91  | 93  | 96  | 90   | 93   | 86   | 77   | 97                   |
| Пневматична вибивна решітка   | 108                                             | 115 | 115 | 113 | 112  | 113  | 106  | 96   | 115                  |
| Інерційна решітка ІР–410      | 111                                             | 113 | 113 | 119 | 117  | 115  | 110  | 101  | 121                  |

Ливарні цехи оснащені транспортними і вантажопідйомними механізмами; машинами для приготування формувальних і стрижневих сумішей і сполук, форм і стрижнів; пристроями для вибивання виливків; різноманітними механізмами для фінішних операцій та ін. Виконання будь-якої з операцій на вказаному обладнанні пов'язано з небезпекою травмування обслуговуючого персоналу через наявність небезпечних зон у машинах і механізмах.

Ливарні цехи характеризуються підвищеною пожежною і вибуховою небезпекою. Перелік основних джерел представлений в таблиці 3.9.

*Таблиця 3.9 – Джерела пожежної та вибухової небезпеки в ливарних цехах*

| Відділення, дільниця               | Матеріали, що становлять пожежну та вибухову небезпеку                                                                |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Модельна, шихтова дільниця         | Деревина, вугілля, кокс, каучук, целулоїд та ін.                                                                      |
| Формувальне і стрижневе відділення | Горючі рідини з температурою спалаху більше 45°C (мастило, нафта, масла та ін.)                                       |
|                                    | Легкозаймисті та горючі рідини (ацетон, бензин, бензол, керосин, лаки), тверді горючі матеріали (бітум)               |
| Дільниця сушки форм і стрижнів     | Легкозаймисті та горючі рідини (ацетон, бензин, бензол, керосин, лаки), тверді горючі матеріали (бітум), вугільна пил |
| Плавильна дільниця                 | Тверді горючі матеріали, в тому числі метали                                                                          |
| Всі відділення                     | Електрообладнання                                                                                                     |

Особливості пожежної небезпеки ливарних цехів детально розглянути в літературі [11; 12; 26].

### **3.2 Механічні цехи**

При холодній обробці металів на людину діє цілий комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів [2; 14; 42].

Перелік можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів при роботі на різних металообробних верстатах приведений в таблицях 3.10 і 3.11.

До небезпечних фізичних факторів відносяться:

- частини верстатів, вироби і заготовки, що рухаються і обертаються;
- різальний інструмент;
- стружка і осколки інструментів;
- нагріті поверхні обладнання, інструменту, заготовок;

- висока напруга в силовій електричній мережі т статична електрика;
- підйомно–транспортні пристрої і переміщувані вантажі
- можливість виникнення пожеж.

*Таблиця 3.10 – Найбільш характерні небезпечні виробничі фактори в механічних цехах*

| Характеристика небезпеки            | Тип станку |              |                |              |           |
|-------------------------------------|------------|--------------|----------------|--------------|-----------|
|                                     | Токарський | Свердлильний | Розточувальний | Шліфувальний | Фрезерний |
| Частини, що рухаються і обертаються | +          | +            | +              | +            | +         |
| Деталь                              | +          |              |                | +            |           |
| Стружка                             | +          | +            | +              |              | +         |
| Різальний інструмент                |            | +            | +              | +            | +         |
| Електричний струм                   | +          | +            | +              | +            | +         |
| Нагріті поверхні                    | +          | +            |                | +            | +         |
| Гострі кромки                       | +          | +            |                |              |           |
| Займання                            | +          | +            | +              | +            | +         |

Шкідливими фізичними факторами є:

- висока вологість і швидкість руху повітря робочої зони, підвищена або знижена температура;
- нетоксичний пил;
- підвищені рівні шуму і вібрації;
- підвищений вміст пилу в повітрі робочої зони;
- недостатня освітленість, підвищена яскравість світла і пульсація світлового потоку.

*Таблиця 3.11 – Найбільш характерні шкідливі виробничі фактори в механічних цехах*

| Характеристика шкідливості | Тип станка |              |                |              |           |
|----------------------------|------------|--------------|----------------|--------------|-----------|
|                            | Токарський | Свердлильний | Розточувальний | Шліфувальний | Фрезерний |
| Шум                        | +          | +            | +              | +            | +         |
| Вібрація                   | +          | +            |                | +            | +         |
| Інфразвук                  | +          |              |                |              |           |
| Ультразвук                 |            |              |                | +            | +         |
| Шкідливі речовини          | +          |              |                | +            | +         |
| Психофізіологічні фактори  | +          |              |                |              | +         |



До хімічних факторів відносяться токсичний пил, шкідливі пари і гази, аерозолі, агресивні рідини (кислоти, луги).

До біологічних факторів відносяться мікроорганізми, що знаходяться у відпрацьованій МОР.

До психофізіологічних факторів процесів обробки матеріалів різанням відносяться:

- фізичні перевантаження при установці, закріпленні і знятті великогабаритних виробів;
- перенапруження зору;
- статичні навантаження;
- монотонність праці.

До найбільш важливих факторів можна віднести: різальні інструменти (фрези, дискові пили, абразивні круги), приводні і передавальні механізми, зливну (стрічкову) стружку, відлітаючу стружку, пил.

При обробці крихких матеріалів (чавуну, латуні, бронзи, графіту, карболіту, текстоліту та ін.) на високих швидкостях різання стружка від верстата розлітається на значну відстань (3–5 м). Металева стружка, особливо при точінні в'язких металів (сталей), що має високу температуру (400–600°C) і велику кінетичну енергію, представляє серйозну небезпеку не лише для працюючого на верстаті, але і для осіб, що знаходяться поруч. Найбільш поширеними у верстатників є травми очей.

Так, при токарній обробці від загального числа виробничих травм ушкодження очей перевищило 50, при фрезеруванні – 10, близько 8 при заточуванні інструменту і шліфуванні. Очі ушкоджувалися стружкою, що відлітає, пиловими долями о матеріалу, що оброблявся, осколками різального інструменту і долями абразиву.

Випадки механічного травмування при роботі на фрезерних верстатах розподіляються таким чином в відсотках:

- травмування пальців або кисті рук внаслідок захоплення їх інструментом, що обертається, – 70;
- травмування очей стружкою, що відлітає – 15;
- травмування рук або ніг при наладці верстата, установці і знятті оброблюваної деталі, кріпленні і знятті інструменту, – 8;
- травмування тіла працюючого деталлю, що вирвалася з кріплення при обробці, – 3;
- травмування пальців рук при прибиранні стружки – 3;
- інші випадки травмування – 1.

Одним з шкідливих виробничих факторів є пил. Основним джерелом утворення пилу в механічних цехах служать шліфувально-заточні операції. В процесі шліфування в повітря виділяється високодисперсний пил (0,5–3 мкм), до складу якого, окрім часток металу, входять частки абразивного (електрокорунд і карбід кремнію) і зв'язуючого матеріалу (керамічна, силікатна, магнезійна і інші зв'язки). Концентрація пилу досягає найбільшої

величини при внутрішньому шліфуванні без вентиляції ( $28\text{--}153\text{ мг/м}^3$ ), при сухому шліфуванні з відсмоктуванням – запилення складає  $20\text{ мг/м}^3$  і більше. Вологе шліфування без вентиляції також не забезпечує повного знепилювання (середня концентрація пилу –  $6\text{--}7\text{ мг/м}^3$ ). Крім того, утворюється масляна аерозоль з концентрацією  $15\text{--}20\text{ мг/м}^3$ .

При точінні латуні і бронзи кількість пилу в повітрі приміщення відносно невелика ( $14,5\text{--}20\text{ мг/м}^3$ ). Проте, пил, що утворюється при точінні цих сплавів, токсичний (містить домішки свинцю),

При обробці різанням полімерних матеріалів відбуваються механічні і фізико-хімічні зміни їх структури, і в повітря робочої зони поступає складна суміш пари, газів і аерозолів. Летючі продукти, що утворюються при тепловому розкладанні ряду пластмас, можуть викликати зміни центральної нервової та судинної систем, кровотворних і внутрішніх органів, а також шкірно-трофічні порушення. Аерозолі нафтових олій, що входять до складу мастильно-охолоджувальних рідин (МОР), можуть викликати роздратування слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, сприяти зниженню імунобіологічної реактивності.

Тривале вдихання пилу у виробничих умовах може привести до розвитку пилових захворювань бронхо-легочного апарату – пневмоконіозів і хронічного пилового бронхіту. Надзвичайно небезпечне вдихання пилу, газів, туману берилію і його сполук, що приводить до захворювання бериліоз.

У робочих верстатників може виникати ряд захворювань шкіри (дерматози) від дії мастильних і охолоджувальних масел і емульсій, сполук хрому, нікелю, кобальту, пластичних мас, скловолокнистих пластиків та ін. Найбільш поширені алергічні дерматити і екзема. МОР можуть шкодити організму при частому попаданні олії на відкриті ділянки шкіри, при тривалій роботі в одязі, що пропитаний маслом, при вдиханні масляного туману. Систематичний контакт з маслом може викликати гострі і хронічні захворювання шкіри, зокрема захворювання відоме під назвою масляних вугрів.

У робітників–верстатників в результаті тривалого стояння розвивається виражене розширення вен на ногах, ускладнене запальними або трофічними розладами. Робітники на конвеєрі, шліфувальники схильні до захворювань периферичних нервів і м'язів. До виникнення цих захворювань призводять систематичні тривалі статичні напруги м'язів, однотипні рухи, що виконуються в швидкому темпі, тиск на нервові стовбури і їх мікротравматизація.

Дані за змісту пилу в повітрі робочої зони при механічній обробці матеріалів приведені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Вміст пилу в повітрі робочої зони при механічній обробці металів

| Матеріал, що обробляється, характер обробки | Різальний інструмент             | Режим різання:<br>$v$ , м/хв.;<br>$s$ , мм/об.; $t$ , мм                            | Вміст пилу,<br>мг/м <sup>3</sup> |
|---------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Латунь ЛС 59–1 / точіння                    | Різець упорний, прохідний        | $v = 200\text{--}250$ м/хв.;<br>$s = 0,2\text{--}0,3$ см;<br>$t = 2\text{--}3$ мм   | 14,5                             |
| Бронза ОЦС 6–6–3 / точіння                  | Різець прохідний                 | $v = 208$ м/хв.;<br>$s = 0,4$ см;<br>$t = 3$ мм                                     | 20                               |
| Сірий чавун СЧ 32 / точіння                 | Різець прохідний и проточний     | $v = 80\text{--}120$ м/хв.;<br>$s = 0,4\text{--}0,6$ см;<br>$t = 2\text{--}6$ мм    | 14,5– 160                        |
| Сірий чавун СЧ 32 / фрезування              | Торцева фреза                    | $v = 80\text{--}100$ м/хв.;<br>$s = 30\text{--}60$ см;<br>$t = 4\text{--}6$ мм      | 120–12                           |
| Сірий чавун СЧ 32 / свердління              | Спиральні свердла                | $v = 20,8$ м/хв.;<br>$s = 0,15$ см.                                                 | 10–12                            |
| Текстоліт / точіння                         | Різець упорний, прохідний        | $v = 20\text{--}150$ м/хв.;<br>$s = 0,4\text{--}0,6$ см;<br>$t = 2\text{--}5$ мм    | 42–103                           |
| Текстоліт / фрезерування                    | Торцева фреза                    | $v = 100\text{--}120$ м/хв.;<br>$s =$ ручна;<br>$t = 2\text{--}6$ мм                | 176–238                          |
| Текстоліт / зубонарізання                   | Черв'ячна фреза                  | –                                                                                   | 40–80                            |
| Графіт / точіння                            | Різець прохідний відігнутий      | $v = 80\text{--}120$ м/хв.;<br>$s = 0,3$ см;<br>$t = 1,5\text{--}2$ мм              | 800–1000                         |
| Мідь та слюда / точіння колекторів          | Спеціальний багатолезовий різець | $v = 200\text{--}300$ м/хв.;<br>$s = 0,1\text{--}0,2$ см;<br>$t = 0,1\text{--}2$ мм | 113–193                          |

Спектри шуму більшості металорізальних верстатів мають середній і високочастотний характер. Загальні рівні звукового тиску знаходяться в межах від 85 до 100 дБ (таблиця 3.13). Найбільш високі рівні зареєстровані у великогабаритних токарських, револьверних, фрезерувальних і шліфувальних верстатах.

Таблиця 3.13 – Рівні звукової потужності обладнання механічних цехів, дБ

| Обладнання                           | Средньоггеометрична частота октавної полоси, Гц |      |      |      |      |      |      |      | Рівень звуку,<br>дБА |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------|
|                                      | 63                                              | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                      |
| Токарський верстат                   | 78±4                                            | 90±5 | 84±4 | 85±5 | 85±6 | 94±5 | 80±5 | 80±5 | 90                   |
| Токарський автомат                   | 82±3                                            | 88±3 | 85±3 | 87±3 | 87±3 | 86±3 | 86±4 | 84±4 | 92                   |
| Стругальні та розточувальні верстати | 74±3                                            | 80±2 | 82±3 | 80±3 | 79±3 | 82±3 | 78±3 | 73±3 | 84                   |
| Дробильні верстати                   | 75±3                                            | 78±2 | 79±2 | 80±2 | 79±2 | 77±2 | 72±3 | 63±3 | 84                   |
| Шліфувальні верстати                 | 84±4                                            | 85±4 | 87±5 | 94±1 | 97±0 | 94±1 | 88±4 | 86±4 | 102                  |
| Заточувальні верстати                | 78±4                                            | 85±2 | 85±2 | 84±3 | 85±3 | 81±1 | 81±3 | 80±3 | 90                   |
| Координатно–розточувальні верстати   | 66±1                                            | 66±2 | 71±2 | 75±2 | 74±3 | 71±2 | 64±2 | 57±2 | 79                   |
| Карусельні верстати                  | 87±3                                            | 90±3 | 93±3 | 89±5 | 90±3 | 90±3 | 87±3 | 80±3 | 95                   |
| Свердлильні верстати                 | 81±3                                            | 82±3 | 83±7 | 86±3 | 85±4 | 84±3 | 90±3 | 84±4 | 90                   |

### 3.3 Складальні цехи

Наявність небезпечних і шкідливих виробничих факторів при складанні визначається видом з'єднань і вживаного обладнання, номенклатурою виробів і складальних одиниць, їх розмірами і масою, серійністю виробництва, організаційною формою складання (стаціонарна, потокова), ступенем механізації процесу і т. д. [2; 14; 55].

У таблиці 3.14 приведений перелік виробничих факторів, характерних для процесу складання. Аналіз таблиці показує, що з фізичних факторів найбільше значення мають локальна вібрація і шум, що створюються ручним механізованим інструментом, машинами для клепки, випробувальними стендами, пневматичними пристроями, вібробункерами складальних машин і т. д.

У складальному процесі при промиванні і знежиренні деталей, зварюванні і пайці використовується низькочастотний ультразвук (16–44 кГц) високої інтенсивності до 6–7 Вт/см<sup>2</sup>, а при контролі складальних з'єднань – високочастотний (більше 80 кГц). Найбільш небезпечний контактний ультразвук при передачі через рідини або тверді матеріали. Навіть короткочасна і періодична контактна дія ультразвуку (наприклад, при утриманні в ультразвуковій ванні деталей) може призводити до порушення рухливості пальців, кистей, передпліч.

Неправильне поводження з органічними розчинниками (бензином, гасом), ароматичними вуглеводнями (бензолом, толуолом, ксилолом), синтетичними миючими засобами і поверхнево–активними речовинами для очищення складальних одиниць, хром місткими притиральними і полірувальними пастами, свинцевими припоями, різними герметиками і клеями створює небезпеку отруєнь.

Наявність металевого пилу і абразивного пилу в повітрі робочої зони складального цеху може привести до захворювання слюсарів–складальників пневмоконіозом, хронічним пиловим бронхітом, бронхіальною астмою.

Використання при складанні легкозаймистих і горючих речовин у вигляді, наприклад, суміші ацетону, спирту або бензину з сухим льодом, аерозолів і пилу, з одного боку, і джерел струму з можливістю іскріння або короткого замикання – з іншою, створює небезпеку виникнення пожеж і вибухів. Можливими причинами пожеж і вибухів, окрім несправності електромережі, можуть бути: на шліфувально-полірувальних ділянках наявність органічного пилу й іскріння шліфувальних кругів; на ділянках знежирення – ручне протирання виробів бензином, при цьому займання може статися в результаті тертя; на ділянках пайки і зварювання – використання джерел відкритого вогню; джерела нагріву деталей при гарячих посадках. Можливе samozаймання промаслених органічних матеріалів, одягу, дрантя.

При розміщенні посудин з газоподібними або рідкими хімічними речовинами на прямому сонячному світлі або біля джерел тепла може статися пожежа або вибух.

Таблиця 3.14 – Характеристика виробничих факторів при складальних роботах

| Операції                                                  | Небезпечні та шкідливі фактори    |                            |                                    |                               |                |                |                                 |                                                      |                 |                 |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
|                                                           | Підвищений рівень шуму і вібрації | Небезпечний рівень напруги | Невідповідні температури поверхонь | Підвищений рівень ультразвуку | Випромінювання | Рухомі частини | Гострі кромки, нерівні поверхні | Інші фактори                                         | Вибухонебезпека | Пожежонебезпека |
| 1                                                         | 2                                 | 3                          | 4                                  | 5                             | 6              | 7              | 8                               | 9                                                    | 10              | 11              |
| Пригоночні роботи при складанні:                          |                                   |                            |                                    |                               |                |                |                                 |                                                      |                 |                 |
| – свердлення, зенкування, розгортання                     | +                                 | +                          | +                                  | –                             | –              | +              | +                               | Запиленість, фізичні перевантаження                  | –               | –               |
| – шліфування і полірування круглими абразивними стрічками | +                                 | +                          | +                                  | –                             | –              | +              | +                               | Запиленість. Пари і пил окислу хрому. Пари скипидару | –               | +               |
| – шабрування                                              | +                                 | +                          | +                                  | –                             | –              | +              | +                               | Запиленість. Пари гасу                               | –               | +               |
| – обрубубання                                             | +                                 | –                          | –                                  | –                             | –              | +              | +                               | Запиленість                                          | –               | –               |
| – обпилювання і зачистка                                  | +                                 | –                          | –                                  | –                             | –              | –              | +                               | Запиленість                                          | –               | –               |

Продовження таблиці 3.14

| 1                                         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9                                                                                                                         | 10 | 11 |
|-------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| – правка листових і мало жорстких деталей | + | – | + | – | – | + | + | –                                                                                                                         | –  | –  |
| – притирання                              | – | – | + | – | – | + | + | Загазованість розчинниками, скипидаром, кислотами.<br>Пари і пил, що містить сполуки хрому, заліза.<br>Монотонність праці | +  | +  |
| Очищення і промивка деталей:              |   |   |   |   |   |   |   |                                                                                                                           |    |    |
| – гідропіскоструйна обробка               | + | + | + | – | – | + | + | Розчини гідрату натрію і окислу хрому                                                                                     | –  | –  |
| – дробеструйна обробка                    | + | + | – | – | – | + | + | Запиленість                                                                                                               | –  | –  |
| Знежирення:                               |   |   |   |   |   |   |   |                                                                                                                           |    |    |
| – органічними розчинниками                | – | – | + | – | – | – | + | Підвищена загазованість парами розчинників                                                                                | +  | +  |
| – електрохімічне                          | – | + | + | – | – | – | + | Загазованість парами лугів, бризки лугів                                                                                  | +  | +  |
| – лужними розчинниками                    | – | – | + | – | – | – | + | Загазованість парами каустичної соди                                                                                      | –  | –  |

Продовження таблиці 3.14

| 1                                                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9                                                                     | 10 | 11 |
|--------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|-----------------------------------------------------------------------|----|----|
| Видалення забруднень за допомогою ультразвуку    | – | + | – | + | + | – | + | Бризки лужних розчинів                                                | –  | –  |
| Хімічне травлення                                | – | – | + | + | – | – | + | Загазованість оксидами азоту, парами кислот                           | –  | –  |
| Обдування струменем стислого повітря             | + | – | + | – | – | – | + | –                                                                     | +  | –  |
| Складання рухомих і нерухомих роз'ємних з'єднань |   |   |   |   |   |   |   |                                                                       |    |    |
| Складання різьбових з'єднань                     | + | + | – | – | – | + | + | Фізичне навантаження. Монотонність праці                              | –  | –  |
| Складання циліндрових і конічних з'єднань        | + | – | + | – | – | + | + | Загазованість розчинниками. Пари і пил оксидів хрому, карбіду кремнію | +  | +  |
| Складання з'єднань шпон                          | + | – | – | – | – | + | + | Фізичне навантаження                                                  | –  | –  |
| Складання а шліцьових з'єднань                   | + | – | + | – | – | – | + | Пари мастила. Фізичне навантаження                                    | –  | +  |
| Складання з'єднань з пружними деталями           | + | – | – | – | – | + | + | –                                                                     | –  |    |



Продовження таблиці 3.14

| 1                                                      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9                                                    | 10 | 11 |
|--------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------------------------------------------------|----|----|
| Складання на гідропресах                               | + | + | – | – | – | + | + | Пари і бризки мінеральних масел                      | –  | +  |
| З термовпливом:<br>– складання з нагрівом              | + | + | + | – | + | + | + | Пари масла                                           | –  | +  |
| – складання з охолодженням                             | + | + | + | – | – | + | + | Рідкий азот, тверда вуглекислота. Загазованість      | +  | +  |
| Складання заклепувальних з'єднань:<br>– холодна клепка | + | + | – | – | – | + | + | Фізичне навантаження<br>Монотонність праці           | –  | –  |
| – гаряча клепка                                        | + | + | + | – | – | + | + | Монотонність праці                                   | –  | –  |
| Складання з'єднань, одержуваних методом вальцювання    | + | – | + | – | – | + | + | Фізичне навантаження                                 | –  | –  |
| Таврування і маркування складальних одиниць:           |   |   |   |   |   |   |   |                                                      |    |    |
| – механічне                                            | + | – | – | – | + | + | + | –                                                    | –  | –  |
| – хімічне                                              | – | – | – | – | – | – | + | Пари кислот, ацетону, солей вісмуту, нікелю і срібла | +  | +  |
| – електричне                                           | – | + | – | – | – | – | + | –                                                    | –  | –  |
| Заправка складальних одиниць змащувальними матеріалами | – | – | + | – | – | – | + | Пари і краплі масла, змащувальних матеріалів         | +  | +  |

Умовні позначення: + фактор існує, – фактор відсутній.

У складальних цехах існує небезпека поразки електричним струмом, оскільки тут експлуатується обладнання, що використовує електричний струм високої і промислової частоти напругою до 660 В, наприклад, установки індукційного нагріву деталей, електродвигуни, струмоведучі шини, рубильники, світильники, вентилятори. Окрім цього, небезпечними факторами в складальних цехах є відлітаючи частки абразивів, металеві осколки і пил, деталі ручного механізованого інструменту, що обертається, нагріті (від 60 до 400°C) або сильно охолоджені (від -78 до -196°C) поверхні обладнання.

Застосування потоково-конвеєрних методів на зборці, надмірне дроблення трудового процесу, збільшення одноманітних рухів у слюсарів-складальників викликає стан монотонності, що призводить до негативних фізіологічних, психологічних і соціальних наслідків. Серед них зниження функціональних можливостей організму, інтересу до роботи, сонливість.

### **3.4 Роботи з фарбування**

Шкідливі і небезпечні виробничі фактори, характерні для процесу фарбування виробів, обумовлені застосуванням токсичних лакофарбових матеріалів, утворенням в повітрі робочої зони лакофарбових аерозолів (пилу і туману) і виділення парів розчинників при підготовці фарб, нанесенні і сушці покриттів [2, 14, 55]. Зразковий перелік виробничих факторів приведений в таблиці 3.15. Лакофарбові матеріали є сумішшю плівкоутворюючих речовин, розчинників, пігментів і різних добавок (пластифікаторів, затверджувачів та ін.). Широко використовують лаки і емалі на конденсаційних смолах, терті фарби, ефіроцелюлозні лаки і емалі, водоемульсійні фарби, оліфу, спиртні лаки. У повітря робочої зони плівкоутворюючі речовини потрапляють у складі лакофарбового аерозолу. Їх шкідлива дія обумовлена наявністю у складі токсичних речовин (стиролу, фенолу, формальдегіду та ін.).

У якості розчинників застосовують ароматичні (толуол, ксилол) і хлоровані (хлорбензол, діхлоретан) органічні речовини в суміші зі спиртами, ацетатами, уайт-спіритом. У якості розчинників забороняється використовувати бензол, піробензол, метанол, хлоровані вуглеводні. Слід обмежувати застосування толуолу, ксилолу, сольвенту. Вміст розчинників в суміші складає 20–65%. Пари розчинників поступають в робочу зону при нанесенні покриттів і їх сушці.

Пігменти – сухі фарбувальні речовини неорганічного (титан, цинк, свинець, хром і ін.) і органічного походження. Найшкідливішим пігментом є свинець і його неорганічні сполуки, які в суміші з хромовими похідними входять до складу всіх кольорових пігментів. У повітря робочої зони свинець і його сполуки при фарбуванні поступають у вигляді аерозолу. Свинець і його сполуки надзвичайно токсичні.

Таблиця 3.15 – Приблизний перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів при фарбуванні виробів

| Виробничий фактор                                                    | Технологічний процес            |                                   |                    |                |                                   |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------|-----------------------------------|
|                                                                      | Підготовка лако-фарбних складів | Підготовка поверхні до фарбування | Нанесення покриття | Сушка покриття | Шліфування і полірування покриття |
| Підвищена загазованість повітряного середовища                       | +                               | +                                 | +                  | +              | –                                 |
| Підвищена запиленість                                                | –                               | +                                 | –                  | –              | +                                 |
| Підвищена температура повітря і поверхонь                            | –                               | +                                 | –                  | +              | –                                 |
| Підвищений рівень шуму і вібрації                                    | –                               | +                                 | –                  | –              | +                                 |
| Підвищена іонізація повітря                                          | –                               | –                                 | +                  | +              | –                                 |
| Підвищена напруженість електричного поля, заряди статичної електрики | +                               | –                                 | +                  | –              | +                                 |
| Підвищені рівні випромінювань                                        | –                               | –                                 | +                  | +              | –                                 |
| Струмінь лакофарбового матеріалу під тиском                          | –                               | –                                 | +                  | –              | –                                 |
| Незахищені струмопровідні частини обладнання                         | –                               | +                                 | +                  | +              | –                                 |

Останнім часом знаходять застосування покриття з порошкових полімерних фарб, які відносяться до пожежобезпечних і нетоксичних речовин, проте процес нанесення порошкових полімерних фарб пов'язаний з утвореннями органічного пилу, який в певних концентраціях вибухо- й пожежонебезпечний і шкідливий.

У приміщеннях і на виробничих майданчиках поза приміщеннями виникає ряд шкідливих і небезпечних виробничих факторів, обумовлених експлуатацією обладнання для фарбування. До них відносяться:

- рухомі машини і механізми;
- незахищені рухомі частини обладнання фарбування;

- переміщення пофарбованих виробів;
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена температура лакофарбових матеріалів, миючих і знежирюючих рідин, парів і газів, поверхні обладнання і виробів;
- підвищена або знижена температура повітря на ділянках фарбування, в цехах фарбувань, приміщеннях і камерах;
- підвищений рівень шуму, вібрації і ультразвуку при підготовці поверхні виробів до фарбування і при роботі вентиляторів установок фарбувань;
- підвищені рівні ультрафіолетового, інфрачервоного, альфа -, бета -, гамма 0 і рентгенівського випромінювання, які виникають при роботі сушильного обладнання;
- незахищені струмоведучі частини установок підготовки поверхні, електроосадження, фарбування в електростатичному полі та сушильних установок;
- підвищена іонізація повітря на ділянках фарбування в електростатичному полі;
- підвищена напруженість електричного поля і підвищений рівень статичної електрики, виникаючий при фарбуванні виробів в електростатичному полі, а також при переміщенні по трубопроводах, перемішуванні, переливанні (пересипанні) і розпилюванні рідких і сипких матеріалів;
- струмені лакофарбових матеріалів, що виникають при порушенні герметичності апаратури фарбування, що працює під тиском;
- шкідливі речовини в лакофарбових матеріалах впливають на працюючих через дихальні шляхи, травну систему, шкірний покрив і слизисті оболонки органів зору і нюху.

При підготовці поверхні до фарбування застосовують механічні або хімічні методи. З механічних методів основними є обробка механізованим інструментом, сухим абразивом, гідро абразивне очищення і галтовка. З хімічних методів основними є знежирення у водних лужних розчинах або в органічних розчинниках, травлення, одночасне знежирення і травлення, одночасне знежирення і пасивація. Механічним і хімічним методам також властивий ряд шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Для нанесення лакофарбових покриттів на вироби застосовують ряд способів:

- ручне фарбування (кистями, валами);
- ручне механізоване фарбування розпилюванням (пневматичним, безповітряним, в електричному полі високої напруги);
- автоматизоване фарбування (зануренням, електроосадженням та ін.).

Найпростішим способом нанесення покриттів є фарбування щітками. При цьому шкідливу дію на робітниках надають лакофарбові матеріали і пари розчинників, що утворюються при нанесенні покриття і висиханні пофарбованого виробу. Якщо сушка проводиться в спеціальній камері, яка обладнана витяжною вентиляцією, то шкідливий вплив на робітників обмежений. Аналогічна шкідлива дія на робітників і при фарбуванні валами.

Найбільше поширення в промисловості набуло ручне механізоване фарбування пневматичним розпилюванням, при якому в повітря робочої зони поступають аерозоль фарби і пари розчинників. При фарбуванні автоматичними фарборозпилювачами виробів I-ї групи складності близько 25 % лакофарбового матеріалу не осідає на поверхні, II групи складності – до 35 %; III групи складності – до 55 %.

Відхилення режимів роботи фарборозпилювачів від оптимальних завжди призводить до зростання втрат фарби на туманоутворення. Величина втрат фарби при розпилюванні залежить від властивостей фарби і режимів розпилювання: в'язкості фарби, форми факела розпилу, тиску повітря, відстані від фарборозпилювача до поверхні, кута між віссю факела і поверхнею та ін. Збільшення втрат фарби на туманоутворення відбувається при зниженні в'язкості фарби і зменшенні кута між віссю факела і поверхнею (зменшення кута з 90 до 45° збільшує туманоутворення в 1,5 рази).

При роботі на неоптимальних режимах втрати матеріалів фарбування на туманоутворення (відсоток загальної витрати фарби) залежать від конструкції розпилювачів і можуть досягати 34–50 %. В особливо несприятливих випадках (забарвлення малих поверхонь і т. п.) втрати фарби на туманоутворення складають 70–75 %.

При пневматичному фарбуванні в приміщеннях без організованого повітрообміну аерозоль фарби від місць фарбування розповсюджується по приміщенню, осідаючи і розсіваючись з віддаленням від місць фарбування. За вертикаллю найвищі концентрації шкідливих речовин знайдені на висоті 0,5 м від підлоги, а самі незначні – на висоті 5 м.

Концентрація свинцю в повітрі робочої зони залежить від способу нанесення покриттів і виду виробів, що фарбуються. Так, при фарбуванні верстатів пневматичним розпилюванням концентрація свинцю досягає 0,45; при безповітряному фарбуванні вагонів – 0,09, а при електростатичному фарбуванні приладів і автомобілів – 0,06 мг/м<sup>3</sup>.

### **3.5 Металургійне виробництво**

Металургійне виробництво відрізняється великою кількістю небезпечних і шкідливих виробничих факторів [41; 43; 59], перелік факторів представлений в таблиці 3.16.

## **Прокатне виробництво**

До фізичних небезпечних виробничих факторів в прокатному виробництві відносяться:

- рухливі машини і механізми; рухливі частини обладнання; вироби, що рухаються, заготовки, матеріали (валки, шпинделі, муфти станів, викиди петлі прокатуваного матеріалу, осколки прокатуваного металу, окалини і шлаку, що відлітають);
- підвищена температура поверхонь;
- підвищене значення напруги в електричній мережі;
- гострі кромки, заусенці і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і обладнання;
- висока вірогідність спалаху.

До фізичних шкідливих виробничих факторів відносять:

- підвищену запиленість повітря;
- підвищену температуру і вологість повітря робочої зони;
- понижено рухливість повітря;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;
- підвищений рівень шуму, інфразвукових коливань, ультразвуку і вібрації;
- підвищений рівень електричних, магнітних і електромагнітних випромінювань;
- недостатню освітленість робочої зони, підвищену яскравість світла і понижено контрастність.

Хімічні виробничі фактори. Виділення шкідливих речовин в повітря (токсичного пилу, газів) відбувається при проведенні технологічних процесів прокату металу і проведенні робіт, пов'язаних із застосуванням хімічних речовин і матеріалів (мастило, технічне масло та ін.). У листопрокатних цехах перед холодною прокаткою листів, перед нанесенням захисних покриттів метал очищують від слою окалини шляхом травлення в ваннах розведеною сірчаною, соляною або азотною кислотою. При прокаті металу найбільш вірогідне проникнення в організм речовин у вигляді пару і пилу через органи дихання (близько 95 % всіх отруєнь).

Біологічні виробничі фактори при прокатці не є значними.

Найбільш характерними психофізіологічними факторами для прокатного виробництва є висока швидкість технологічних процесів і інтенсивність вантажопотоків, які обумовлюють, у свою чергу, високу інтенсивність роботи персоналу. Це призводить до великого розумового стомлення, яке пов'язане з помилками в управлінні механізмами, і виникненням небезпечних ситуацій, тобто переважають нервово–психічні перевантаження.

Таблиця 3.16 – Небезпечні та шкідливі фактори металургійного виробництва

| Виробничі фактори                                             | Прокатне виробництво | Доменне виробництво | Електросталеплавильне виробництво |
|---------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Фізичні фактори                                               |                      |                     |                                   |
| Частини обладнання, що рухаються й обертаються                | +                    | +                   | +                                 |
| Висока температура поверхонь                                  | +                    | +                   | +                                 |
| Розжарений метал, шлак                                        |                      | +                   | +                                 |
| Електричний струм                                             | +                    | +                   | +                                 |
| Гострі кромки металу                                          | +                    |                     |                                   |
| Можливість займання                                           | +                    | +                   | +                                 |
| Вибухонебезпека                                               | +                    | +                   |                                   |
| Невідповідність параметрів мікроклімату                       | +                    | +                   | +                                 |
| Тепловипромінювання                                           | +                    | +                   | +                                 |
| Шум, вібрація                                                 | +                    | +                   | +                                 |
| Ультразвук, інфразвук                                         | +                    |                     | +                                 |
| Електромагнітні випромінювання                                | +                    | +                   | +                                 |
| Іонізуючі випромінювання                                      |                      | +                   |                                   |
| Невідповідне освітлення                                       | +                    |                     | +                                 |
| Хімічні фактори                                               |                      |                     |                                   |
| Пари, гази, аерозолі, шкідливі речовини                       | +                    | +                   | +                                 |
| Загазованість, запиленість                                    | +                    | +                   | +                                 |
| Психофізіологічні фактори                                     |                      |                     |                                   |
| Висока інтенсивність процесу, нервово-психічні перевантаження | +                    |                     |                                   |

Розглянемо найбільш важливі виробничі фактори прокатного виробництва.

Пил є найбільш поширеним несприятливим фактором виробничого середовища. У металургійному виробництві переважає пил, який містить оксиди заліза, кремнію, марганцю, фтористі сполуки та ін. Наприклад, пил біля машини вогневої зачистки при зачистці сталей рядових марок містить 73,96 % Fe, 0,1 % C, 0,51 % Mn, 0,39 % S, 25,04 % O<sub>2</sub>.

При роботі станів у результаті роздавлювання поверхневого шару окалини на металі утворюється металевий пил. Найбільш інтенсивне виділення пилу відбувається на блюмінгах і слябінгах – до 515–4400 мг/м<sup>3</sup>. В повітрі біля станів гарячої прокатки металу зміст пилу оксидів заліза досягає 2400–4400 мг/м<sup>3</sup>. При експлуатації машини вогневого зачищення поверхні металу загальна кількість пилу в продуктах згоряння досягає

12 г/м<sup>3</sup>. Зміст пилу в повітрі у клітей листових станів становить від 200 до 2400 мг/м<sup>3</sup>.

Мікроклімат в прокатних цехах визначається наявністю надмірного конвекційного і променистого тепла, у зв'язку з чим, вони відносяться до групи гарячих цехів. Джерелами тепла є прокатуваний метал, нагріте обладнання, механізми і комунікації, відкриті отвори або кришки нагрівальних пристроїв, горючі гази.

Нагрітий прокатуваний метал є основним джерелом тепла. Промениста енергія на відстані 1 м від прокату складає до 4–5 калл /см<sup>2</sup> в хвилину. Рухаючись по цеху, прокат на своєму шляху нагріває все металеве обладнання, при цьому нагріті предмети самі стають джерелом тепла і швидко нагрівають повітря.

На робочих місцях нагрівальників металу температура повітря в літній період досягає 40–45°C, на робочих місцях вальцівників ливарних станів – 35–40°C. Висока температура повітря спостерігається також на постах управління операторів, в кабінах кранівників, які працюють в головному прольоті стану. Кількісні характеристики інтенсивності випромінювання в прокатних цехах приведені в таблиці 3.17.

Метеорологічні умови в прокатних цехах характеризуються також наявністю ділянок з високою і низькою вологістю повітря, що негативно впливає на самопочуття і здоров'я людини.

*Таблиця 3.17 – Інтенсивність випромінювання в прокатних цехах*

| Робоче місце                                         | Тип стану | Інтенсивність випромінювання, кВт/м <sup>2</sup> |
|------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------|
| 1                                                    | 2         | 3                                                |
| Обжимні цехи                                         |           |                                                  |
| Перед постом управління                              | 780–800   | 0,18–14,0                                        |
|                                                      | 1100–1150 | 0,05–11,9                                        |
|                                                      | 1300      | 0,1–11,9                                         |
| Робоче місце оператора                               | 780–800   | 0,05–1,4                                         |
|                                                      | 1100–1150 | 0,05–0,7                                         |
|                                                      | 1300      | 0,05–2,8                                         |
| Відкрите робоче місце біля технологічного обладнання | 780–800   | 0,35–15,4                                        |
|                                                      | 1100–1150 | 0,35–16,1                                        |
|                                                      | 1300      | 0,18–19,6                                        |
| Листопрокатні цехи                                   |           |                                                  |
| Перед постом управління                              | 1450      | 0,35–7,0                                         |
|                                                      | 1700–2300 | 0,35–7,0                                         |
|                                                      | 2500      | 0,07–1,4                                         |
|                                                      | 3600      | 0,35–4,2                                         |
|                                                      | 4500      | 0,07–1,4                                         |



Продовження таблиці 3.17

| 1                                                    | 2         | 3         |
|------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| Робоче місце оператора                               | 1450      | 0,35–2,1  |
|                                                      | 1700–2300 | 0,18–3,5  |
|                                                      | 2500      | 0,02–0,7  |
|                                                      | 3600      | 0,35–0,7  |
|                                                      | 4500      | 0,05–0,35 |
| Відкрите робоче місце біля технологічного обладнання | 1450      | 0,35–14,0 |
|                                                      | 1700–2300 | 0,18–13,3 |
|                                                      | 2500      | 0,18–8,4  |
|                                                      | 3600      | 0,35–14,0 |
|                                                      | 4500      | 1,75–17,5 |
| Сортопрокатні цехи                                   |           |           |
| Перед постом управління                              | 500–650   | 0,28–5,6  |
|                                                      | 300       | 0,07–2,45 |
|                                                      | 250–300   | 0,35–9,1  |
| Робоче місце оператора                               | 500–650   | 0,01–0,8  |
|                                                      | 300       | 0,01–1,4  |
|                                                      | 250–300   | 0,01–2,1  |
| Відкрите робоче місце біля технологічного обладнання | 500–650   | 0,17–14,0 |
|                                                      | 300       | 0,17–3,5  |
|                                                      | 250–300   | 0,17–3,5  |

У прокатних цехах до шумонебезпечного обладнання відносяться робочі кліті, машини вогневої зачистки металу, ножиці для різання металу маятникової дискової пили, правильні машини; моталки, шлеппери, рольганги, листоукладачі, безперервно–травильні агрегати та ін.

Основним джерелом шуму є прокатний стан, який мстить величезну кількість металевих механізмів. Основний шум прокатного цеху лежить в області частот до 1000 Гц і має значення звукового тиску в межах 75–95 дБ, і може досягати 110 дБ. Рівні звукової потужності обладнання приведені в таблиці 3.18.

При виробництві прокату металу використовуються передові методи очищення поверхні металевих виробів (листовий прокат, сортовий прокат) із застосуванням ультразвуку. Ультразвук має, головним чином, локальну дію на організм, оскільки передається при безпосередньому контакті з ультразвуковим інструментом, оброблюваними деталями або середовищами, в яких збуджуються ультразвукові коливання. Ультразвук, генерований низькочастотним промисловим обладнанням, несприятливо впливає на організм людини.

Таблиця 3.18 – Рівні звукової потужності обладнання

| Найменування обладнання                     | Рівень звукової потужності, дБА | Сумарна тривалість впливу за зміну, год |
|---------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>Прокатне виробництво</b>                 |                                 |                                         |
| Обжимні цехи:                               |                                 |                                         |
| – блюмінг 1300                              | 99–123                          | 4                                       |
| – безперервний стан 730/500                 | 96–120                          | 4                                       |
| Сортопрокатні цехи:                         |                                 |                                         |
| – стан 500                                  | 102–123                         | 4                                       |
| – стан 800                                  | 105–114                         | 4                                       |
| <b>Листопрокатні цехи холодної прокатки</b> |                                 |                                         |
| Стан:                                       |                                 |                                         |
| – 2500                                      | 115                             | 4                                       |
| – чотирьохвалковий                          | 113                             | 4                                       |
| Агрегати різки листа                        | 111–121                         | 4                                       |
| Ножиці:                                     |                                 |                                         |
| – летючі                                    | 118                             | 4                                       |
| – дискові                                   | 111                             | 4                                       |
| Розмотувач листа                            | 122                             |                                         |
| Листопрямляча машина                        | 114                             | 4                                       |
| Транспортування листа по рольгангам         | 118                             | 4                                       |
| <b>Електросталеплавильні цехи</b>           |                                 |                                         |
| Печі ємкістю 5–40 т:                        |                                 |                                         |
| – період плавлення                          | 118–121                         | 2,5                                     |
| – окислювальний період                      | 114–118                         | 2,0                                     |
| – відновний період                          | 107–110                         | 1,0                                     |
| Печі ємкістю 100–200 т:                     |                                 |                                         |
| – період плавлення                          | 123–126                         | 2,5                                     |
| – окислювальний період                      | 117–119                         | 2,0                                     |
| – відновний період                          | 109–113                         | 1,0                                     |
| <b>Доменне виробництво</b>                  |                                 |                                         |
| Фурма доменної печі                         | 110                             | 4                                       |
| Газовий пальник нагрівача                   | 115                             | 4                                       |
| Привід скіпа                                | 109                             | 4                                       |

Тривала систематична дія ультразвуку, що розповсюджується повітряним шляхом, викликає зміни нервової, серцево-судинної і ендокринної систем, слухового і вестибулярного аналізаторів. Найбільш характерною є наявність вегетосудинної дистонії і астенічного синдрому. Міра прояву змін залежить від інтенсивності і тривалості дії ультразвуку і посилюється за наявності в спектрі високочастотного шуму, при цьому додається виражене зниження слуху. У разі продовження контакту з ультразвуком вказані розлади набувають стійкішого характеру.

При дії локального ультразвуку виникають явища вегетативного поліневриту рук (рідше ніг) різної міри прояву, аж до розвитку парезу кистей і передпліч, вегетативно-судинної дисфункції. Це спостерігається у шліфувальників поверхневих вад металу.

Характер змін, що виникають в організмі під впливом ультразвуку, залежить від дози дії.

Розвиток техніки і транспортних засобів, вдосконалення технологічних процесів і обладнання супроводжуються збільшенням потужності і габаритів машин, що обумовлює тенденцію підвищення низькочастотних складових в спектрах і появу інфразвуку.

Інфразвук виникає за рахунок тих же процесів що і шум, що характеризується частотами, які чують. Прокатні стани (конструкції з плоскими поверхнями великої площі і малої жорсткості) створюють умови для генерації інфразвуку. Інфразвук при прокаті металу має постійний характер.

Максимальні рівні низькочастотних акустичних коливань від промислових джерел в прокатному цеху досягають 100–110 дБ.

Дослідження біологічної дії інфразвуку на організм показали, що при рівні від 110 до 150 дБ і більше він може викликати у людей неприємні суб'єктивні відчуття і численні реактивні зміни, до числа яких слід віднести зміни в центральній нервовій, серцево-судинній і дихальній системах, вестибулярному аналізаторі. Є дані про те, що інфразвук викликає зниження слуху переважно на низьких і середніх частотах. Вираженість цих змін залежить від рівня інтенсивності інфразвуку і тривалості дії фактора.

В умовах прокатного виробництва спостерігається місцева (локальна) і загальна вібрації. Прокатні стани (система механізмів) при своїй роботі створюють загальну вібрацію, яка полягає у відхиленні робочих місць від положення рівноваги на малу величину. При проведенні окремих видів робіт по обробці прокату працівники відчують локальну вібрацію, що передається на руки працюючого. У прокатному цеху вібрація має неоднорідність по спектру частот і непостійність в часі.

Локальна вібрація залежить від контакту оператора з тілом, що коливається. Виробничими джерелами локальної вібрації є ручні механізовані машини ударної, ударно-обертальної і обертальної дії з пневматичним або електричним приводом. Інструменти ударної дії засновані на принципі вібрації. До них відносяться клепальні, рубильні, відбійні молотки, пневмотрамбовки. До ручних механізованих машин обертальної дії відносяться шліфувальні, свердлильні машини, електромоторні пили.

Тривала дія вібрації високих рівнів на організм людини призводить до розвитку передчасного стомлення, зниження продуктивності праці, зростання захворюваності і нерідко до виникнення професійної патології – вібраційної хвороби.

У прокатному виробництві застосовується велика кількість різноманітного електрообладнання, яке небезпечно впливає на працівників (електричні поля промислової частоти і електромагнітні поля високої частоти).

Джерелом електричних полів промислової частоти є струмоведучі частини діючих електроустановок (лінії електропередач, індуктори, конденсатори термічних установок, фідерні лінії, генератори, трансформатори, електромагніти, соленоїди, імпульсні установки, литі і металокерамічні магніти та ін.). Тривала дія електричного поля на організм людини може викликати порушення функціонального стану нервовою і серцево-судинної систем. Це виражається в підвищеній стомлюваності, зниженні якості виконання робочих операцій, болях в ділянці серця, зміні кров'яного тиску і пульсу.

Джерелом електромагнітних полів високих частот є неекрановані елементи обладнання для індукційної обробки металу (гартування, відпал, плавка, паяння, зварювання і т.д.) і інших матеріалів, а також обладнання і приладів, вживаних для генерації струмів високої частоти. Тривала дія струмів високої частоти на різні системи організму людини за наслідками має різноманітні прояви.

Найбільш характерними при дії електромагнітного випромінювання є відхилення від нормального стану центральної нервової системи і серцево-судинної системи людини. Суб'єктивними відчуттями опромінюваного персоналу є скарги на частий головний біль, сонливість або загальне безсоння, стомлюваність, слабкість, підвищену пітливість, зниження пам'яті, неуважність, запаморочення, потемніння в очах, безпричинне почуття тривоги, страху і інші.

Правильне освітлення робочих місць прокатних цехів має велике значення для створення безпечних умов праці: незадовільне освітлення негативно впливає на зір працівників, може стати причиною травматизму. Рівномірний розподіл яскравості в умовах прокатного виробництва не досягається. Внаслідок утворення величезної кількості пилу спостерігається погіршення видимості і зменшується огляд. Надмірна сліпуча яскравість металевих деталей порушує умови комфортного зору, погіршує контрастну чутливість.

Пожежна і вибухова небезпека прокатного виробництва визначається наступними факторами:

- наявністю широко розвиненої мережі кабельного господарства, великої кількості масла в масло-емульсійних підвалах, мережі масляних гідроприводів;
- застосуванням горючих (вибухонебезпечних) газів в нагрівальних печах і колодязях, при різанні металу, вибухонебезпечний водень утворюється в травильних ваннах при обробці металу, вибухонебезпечного захисного газу при відпалі металу у безкисневому середовищі.

### **Доменне виробництво**

У доменному виробництві небезпечними і шкідливими виробничими факторами є: рухливі частини машин і механізмів та ті, що обертаються; незахищені рухливі елементи обладнання; розплавлений, розжарений

метал і шлаки; підвищена температура поверхонь обладнання і матеріалів; висока концентрація пилу і газів в повітрі робочої зони, вібрація, підвищений рівень шуму, електромагнітне і іонізуюче випромінювання.

У атмосферу біля доменної печі виділяються гази ( $\text{CO}$  і  $\text{CO}_2$ ) і пил, що містить в основі окисел заліза. Запиленість складає  $300\text{--}4000\text{ мг/м}^3$ . Вміст  $\text{CO}$  і  $\text{CO}_2$  – до  $600\text{ мг/м}^3$ . Викиди пилу в доменному виробництві з колошниковим газом складають до  $50\text{--}100\text{ кг/т}$ . Пил містить 60 % заліза, 10 % окислу кальцію. Забруднення повітря відбувається і при грануляції шлаку. Концентрація суспензії в стічних водах доменної печі складає  $0,5\text{--}2,0\text{ г/л}$ . Вміст суспензії в стічних водах підбункерних приміщень коливається від 2000 до 3500 мг/л

Ремонт чавунних і шлакових жолобів супроводжується виділенням токсичних газів. Концентрація  $\text{SO}_2$  складає в середньому  $19\text{ мг/м}^3$ ,  $\text{CO}$  – до  $40\text{ мг/м}^3$ . У приміщенні розливних машин при заливці чавуну утворюється в середньому 40 г пилу і 60 г оксидів вуглецю на 1 т розлитого чавуну. Тепловипромінювання при розливі досягає  $3,5\text{--}7,0\text{ кВт/м}^2$ .

Технологічні процеси доменного виробництва супроводжуються інтенсивним шумом, який значно перевищує допустимий рівень. Дані за шумовими характеристиками обладнання приведені в таблиці 3.18.

Доменні цехи є великими споживачами електроенергії і мають розвинене електрогосподарство і складне електрообладнання. Струми високої частоти застосовуються, наприклад, при переміщуванні розплавленого чавуну по електромагнітному жолобу в доменному виробництві, а також в інших випадках.

Радіоактивні ізотопи (іонізуючі випромінювання) застосовують в доменному виробництві як індикатори:

- для визначення рівня матеріалу в закритих ємностях (шихти у бункерах, в шахті печі і т. д.)
- для контролю якості металу, зварних швів, місць з'єднання;
- для контролю ходу технологічного процесу: визначення вмісту фосфору, сірки, кальцію в металі і шлаках, зносу вогнестійкого футерування, руху шихти і газів у доменних печах.

У доменному виробництві вибухо- і пожежонебезпечними ділянками є місця, де в трубопроводах і обладнанні знаходяться під тиском горючі гази (доменний, генераторний та ін.); газоочисне обладнання; установки для вдування вугільного пилу в доменні печі, а також розподільно-дозувальні відділення.

Газонебезпечні роботи в доменному виробництві пов'язані з газоочисними спорудами, з ремонтними роботами на доменній печі, де є в обігу доменний, генераторний, природний газ, та такий, що коксується.

### **Електросталеплавильне виробництво**

До небезпечних факторів при експлуатації електросталеплавильних печей відносяться: поразка електричним струмом, викиди рідкого металу і шлаків та ін. Шкідливими виробничими факторами є: підвищена

запиленість, загазованість (до 120 мг/м<sup>3</sup> СО), підвищений рівень шуму (до 120 дБ), підвищена температура повітря (до 30°C) внаслідок значних виділень тепла (до 1000 кДж/м<sup>3</sup>·ч), ультразвук (використовують при обробці розплаву стали, виплавленого в електропечі).

Данні інтенсивності теплового потоку біля робочих місць приведені в таблиці 3.19.

До шумонебезпечного обладнання відносяться електросталеплавильні печі (таблиця 3.18). Сталеплавильні печі є великими споживачами електроенергії і джерелами електромагнітних випромінювань.

Пожежна небезпека виробництва визначається наявністю в агрегатах горючих газів, застосуванням кисню, наявністю кабельного господарства, масляних трансформаторів, застосуванням горючих рідин. Велику пожежну небезпеку представляють екзотермічні суміші, які використовуються при виплавці якісних сталей.

До газонебезпечних відносяться роботи, що виконуються в місцях із загазованою атмосферою, і роботи, при виконанні яких можливе виділення отруйних або вибухонебезпечних газів, які викликають отруєння працівників або руйнівні вибухи, а також пожежі.

*Таблиця 3.19 – Інтенсивності теплового потоку біля робочих місць електроплавильних печей*

| Робоча операція                                                                          | Ємкість печі, т    | Опромінення, кВт/м <sup>2</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Огляд подини і заправка печі перед завантаженням лому                                    | <10                | 1,05–11,2                       |
|                                                                                          | 10–25              | 1,04–4,9                        |
|                                                                                          | 40                 | 2,1–7,0                         |
|                                                                                          | 100 <sup>1</sup>   | 2,8–14                          |
|                                                                                          | 100 <sup>2</sup>   | 0,35–3,5                        |
|                                                                                          | 200 <sup>1</sup>   | 1,05–7,0                        |
|                                                                                          | 200 <sup>2</sup>   | 0,35–3,5                        |
| Підсипка порогів, завантаження добавок, спостереження за плавкою після завантаження лому | <10                | 0,7–4,2                         |
|                                                                                          | 10–25              | 0,35–5,6                        |
|                                                                                          | 40                 | 1,4–9,8                         |
|                                                                                          | 100 <sup>1</sup>   | 0,7–10,5                        |
|                                                                                          | 100 <sup>2</sup>   | 0,01–3,5                        |
|                                                                                          | 200 <sup>1</sup>   | 0,35–5,6                        |
|                                                                                          | 200 <sup>2</sup>   | 0,01–1,05                       |
| Продувка киснем, вимір температури і взяття проби                                        | 10–25 <sup>3</sup> | 1,4–7                           |
|                                                                                          | 10–25 <sup>4</sup> | 6,3–9,1                         |
|                                                                                          | 40 <sup>3</sup>    | 1,4–7,0                         |
|                                                                                          | 40 <sup>4</sup>    | 7,0–10,5                        |
|                                                                                          | 100 <sup>3</sup>   | 0,35–7,0                        |
|                                                                                          | 100 <sup>4</sup>   | 6,3–12,6                        |
|                                                                                          | 200 <sup>3</sup>   | 0,18–5,6                        |
|                                                                                          | 200 <sup>4</sup>   | 6,3–12,6                        |

Продовження таблиці 3.19

| Робоча операція                                | Ємкість печі, т  | Опромінення, кВт/м <sup>2</sup> |
|------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Скачування шлаку                               | 40 <sup>5</sup>  | 2,1–7,0                         |
|                                                | 40 <sup>6</sup>  | 7,7–12,6                        |
|                                                | 100 <sup>5</sup> | 0,7–7,7                         |
|                                                | 100 <sup>6</sup> | 3,5–14,0                        |
|                                                | 200 <sup>5</sup> | 2,1–7,0                         |
|                                                | 200 <sup>6</sup> | 3,5–14,0                        |
| Оброблення і закладення сталевипускного отвору | <10              | 0,35–1,4                        |
|                                                | 10–25            | 0,35–3,5                        |
|                                                | 40               | 0,18–3,5                        |
|                                                | 100              | 0,35–7,0                        |
|                                                | 200              | 0,35–5,6                        |
| Спостереження за випуском сталі                | <10              | 1,05–3,5                        |
|                                                | 10–25            | 1,05–4,9                        |
|                                                | 40               | 0,35–2,1                        |
|                                                | 100              | 0,35–6,3                        |
|                                                | 200              | 0,35–4,2                        |
| Вимір температури сталі в ковші                | <10              | 0,7–3,5                         |
|                                                | 10–25            | 0,7–7,0                         |
|                                                | 40               | 5,6–7,0                         |
|                                                | 100              | 4,2–7,0                         |
|                                                | 200              | 2,8–7,0                         |

Примітки:

1. Робоча операція здійснюється без використання машини.
2. Робоча операція здійснюється за допомогою машини.
3. Операція здійснюється з використанням теплозахисних засобів.
4. Те ж, без використання теплозахисних засобів.
5. Електромагнітне переміщення працює.
6. Електромагнітне переміщення не працює.

### 3.6 Зварювальні роботи

При виконанні процесів зварювання, різання, наплавлення, напилення і пайці металів на працюючих можуть впливати різні шкідливі і небезпечні виробничі фактори [2; 48; 49; 55; 60]. Перелік виробничих факторів приведений в таблиці 3.20.

Таблиця 3.20 – Перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів при зварювальних роботах

| Небезпечні і шкідливі виробничі фактори в зоні перебування робітника              | Вид зварювання та наплавлення |                                           |                   |             |                                             |                         |                 |                  |                                  |             |                |                      |       |         |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|-------------|---------------------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------|----------------------------------|-------------|----------------|----------------------|-------|---------|----------|
|                                                                                   | Ручне дугове                  |                                           | Дугове під флюсом |             |                                             | Дугове у захисних газах |                 |                  |                                  |             | Електрошлакове | Контактне зварювання |       |         |          |
|                                                                                   | без підігрівання              | з підігріванням виробу або багатопрохідне | напівавтоматичне  | автоматичне | автомат. з підігріванням або багатопрохідне | без підігрівання        | з підігріванням | напівавтоматичне | напівавтоматичне з підігріванням | автоматичне |                | точкове              | шовне | стикове | рельєфне |
| 1                                                                                 | 2                             | 3                                         | 4                 | 5           | 6                                           | 7                       | 8               | 9                | 10                               | 11          | 12             | 13                   | 14    | 15      | 16       |
| <b>Фізичні фактори</b>                                                            |                               |                                           |                   |             |                                             |                         |                 |                  |                                  |             |                |                      |       |         |          |
| Машини і механізми, що рухаються, вироби, заготовки і матеріали, що пересуваються |                               |                                           | +                 | +           | +                                           |                         |                 | +                | +                                | +           | +              | +                    | +     | +       | +        |
| Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони                        | +                             | +                                         | +                 | +           | +                                           | +                       | +               | +                | +                                | +           | +              | +                    | +     | +       | +        |
| Підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів                            | +                             | +                                         | +                 |             | +                                           | +                       | +               | +                | +                                |             | +              | +                    | +     | +       | +        |



Продовження таблиці 3.20

| 1                                                                                                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Підвищена температура повітря робочої зони                                                        |   | + |   |   | + | + | + | + | +  | +  | +  |    |    |    |    |
| Підвищений рівень шуму на робочому місці                                                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | +  | +  | +  | +  |
| Небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини | + | + | + |   |   | + | + | + | +  |    |    | +  | +  | +  | +  |
| Підвищений рівень електромагнітних випромінювань                                                  | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  |    | +  | +  | +  | +  |
| Підвищена яскравість світла                                                                       | + | + |   |   |   | + | + | + | +  | +  | +  |    |    | +  |    |
| Підвищений рівень ультрафіолетової радіації                                                       | + | + |   |   |   | + | + | + | +  | +  | +  |    |    |    |    |
| Підвищений рівень інфрачервоної радіації                                                          |   | + |   |   | + | + | + | + | +  | +  | +  |    |    | +  |    |
| <b>Хімічні фактори</b> (зварювальні аерозолі)                                                     | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| <b>Психофізіологічні фактори</b>                                                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Фізичні перевантаження                                                                            |   | + | + |   |   | + | + | + | +  |    |    | +  | +  |    |    |
| Нервово-психічні перевантаження                                                                   | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  |    |    |    |    |

До шкідливих виробничих факторів відносяться: підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони, ультрафіолетове, видиме і інфрачервоне випромінювання зварювальної дуги, а також інфрачервоне випромінювання зварювальної ванни і зварюваних виробів; електромагнітні поля; іонізуючі випромінювання, шум, ультразвук; статичне навантаження на руку.

При зварюванні, наплавленні, різанні і напиленні в зону дихання працюючих можуть потрапляти зварювальні аерозолі, що містять у складі твердої фази оксиди різних металів (марганцю, хрому, нікелю, міді, титану, алюмінію, заліза, вольфраму та ін.), їх оксиди і інші сполуки, а також токсичні гази (окисел вуглецю, озон, фтористий водень, оксиди азоту та ін.), при пайці – аерозоль флюсів і припоїв, що містить свинець, кадмій, цинк, олово, вуглеводні, окисел вуглецю та ін. Кількість і склад зварювальних аерозолів, їх токсичність залежать від хімічного складу зварювальних матеріалів і зварюваних металів, видів технологічного процесу. Дія на організм шкідливих речовин, що виділяються, може стати причиною гострих і хронічних професійних захворювань і отруєнь. Про це свідчать результати медичних обстежень, які показують, що серед професійних захворювань зварювальників України і інших країн СНД приблизно 80 % становлять бронхо-легеневі захворювання, викликані дією зварювальних аерозолів. Є також дані про те, що дія зварювальних аерозолів на органи дихання може підвищувати ризик розвитку онкологічних захворювань. Тому проблема створення здорових і безпечних умов праці зварювальників як і раніше залишається актуальною.

Інтенсивність випромінювання зварювальної дуги в оптичному діапазоні і його спектр залежать від потужності дуги, вживаних матеріалів, захисних і плазмоутворюючих газів. За відсутності захисту можливі ураження органів зору (електрофтальмія, катаракта і т. п.) і опіки шкірних покривів. Негативний вплив на здоров'я може чинити інфрачервоне випромінювання заздалегідь підігрітих виробів, нагрівальних пристроїв (порушення терморегуляції, теплові удари).

При контактному зварюванні працюючі можуть піддаватися впливу змінних магнітних полів, а при високочастотному зварюванні – електромагнітних полів. При роботі електронно-променевих установок, проведенні гама- і рентгенівського просвічування зварних швів, використанні торійованих вольфрамових електродів можливий вплив на працюючих іонізуючих випромінювань.

Деякі види зварювання супроводжуються шумом, що значно перевищує допустимі рівні. Джерелами підвищеного шуму є плазмотрони, пневмоприводи, генератори, вакуумні насоси і т. д., а ультразвуку – ультразвукові генератори, робочі органи установок і т. д. При плазмово-механічному різанні металів шум може досягати в області низьких частот 111 дБ, високих – 106 дБ; рівень шуму на робочому місці оператора плазмового напилення знаходиться в межах 120–130 дБ.

При ручних і напіваавтоматичних методах зварювання, різання, наплавлення і пайки має місце статичне навантаження на руки, внаслідок чого можуть виникнути захворювання нервово-м'язового апарату плечового пояса.

Санітарно-гігієнічна характеристика окремих видів зварювання наводиться нижче.

### **Ручне дугове зварювання (РДЗ)**

РДЗ завдяки своїй простоті і маневреності є широко поширеним способом термічного з'єднання металів. Зварювальна дуга є джерелом утворення променистої енергії. Спектр променистої енергії складається з інфрачервоних променів завдовжки більше 1,5 мкм, променів Фохта (1,5–0,7 мкм), світлових променів (0,7–0,4 мкм) і ультрафіолетових променів (УФП) (0,4–0,18 мкм).

Інтенсивність випромінювання залежить, головним чином, від температури дуги – інтенсивність з підвищенням температури збільшується. Яскравість видимої частини спектру досягає 16 000 стильбов, що в тисячі разів перевищує фізіологічно переносиму дозу. УФП з довжиною хвилі менше 0,4 мкм можуть викликати професійне захворювання очей, що називається електрофтальмією і опік відкритих частин шкіри зварювальника. Електрофтальмія починається після невеликого прихованого періоду тривалістю декілька годин. Потім з'являється різь і біль в очах, відчуття в них чужорідного тіла, світлобоязнь, слезотеча, головний біль, що супроводжується безсонням. Ці явища обумовлені дією УФП на слизову оболонку очей. Іноді процес захоплює і рогову оболонку очей. Часте повторення захворювання електрофтальмією призводить до зниження чутливості рогівки, хронічного кон'юнктивіту, підвищеної стомлюваності очей. Електрофтальмія частіше спостерігається у підсобних робітників, що не користуються захисними світлофільтрами.

РДЗ проводиться електродами різних марок, що відрізняються хімічним складом дротів і покриттів, до складу яких, залежно від призначення електродів, входять: феромарганець, марганцева руда, металевий марганець, плавикий шпат, електродний мармур, феросиліцій, кварцовий пісок та ін. Каталог електродів включає 182 марки.

За експериментальними даними питома кількість пилу, що утворюється при спалюванні різних електродів, складає для електродів з покриттям руднокислого типу (марганцеве) 18,6–36,5 г/кг; основного типу (фтористо-кальцієвого) – 11,3–13,5 г/кг; рутилового або рутил-карбонатного – 7,1–15,3 г/кг.

Тривала (10–20 років) дія зварювального аерозолі (ГДК – 4 мг/м<sup>3</sup>) може стати причиною профзахворювання у електрозварників – пневмокоңіозу. При цьому захворюванні вражаються органи дихання, особливо легені, в яких еластична легенева тканина замінюється грубою сполучною тканиною. Скарги при цьому захворюванні незначні, і виявляється хвороба головним чином при рентгенівському обстеженні. Захворювання протікає

повільно, доброякісно, рідко ускладнюється туберкульозом. Своєчасне виявлення цього захворювання дозволяє загальмувати розвиток процесу та правильно працевлаштувати зварювальника.

Загальний вміст пилу, оксидів марганцю, фтористих і хромомістких сполук в робочій зоні визначається складом зварюваного металу, стрижня електродів і обмазки, силою зварювального струму і діаметром електродів, положенням тіла зварювальника відносно дуги, конфігурацією зварюваних виробів, ефективністю протипилових заходів, що проводяться.

Зварювання електродами з фтористо-кальцієвим покриттям супроводжується меншим виділенням марганцю (ГДК в перерахунку на  $\text{MnO}_2$  –  $0,3 \text{ мг/м}^3$ ), але у складі зварювального факела при спалюванні цих електродів містяться фтористі сполуки (фтористий водень, чотирифтористий кремній та ін.), концентрація яких в зоні дихання зварювальників іноді буває досить значною.

Фтор (ГДК у перерахунку на  $\text{HF}$  –  $1 \text{ мг/м}^3$ ) і хромомісткі аерозолі в підвищених концентраціях можуть стати причинами роздратування і запалення слизових оболонок носа і носоглотки, якщо не дотримуються запобіжні заходи, не працює місцева вентиляція, не застосовуються засоби індивідуального захисту.

Зварювання хромомісткими електродами характеризується значним забрудненням зони дихання зварювальників аерозолем (виділення зварювального пилу  $10,65\text{--}30 \text{ г/кг}$ ). Важливою з гігієнічної точки зору особливістю цих електродів є виділення оксидів хрому, концентрація яких залежно від умов зварювання коливається в істотних межах. Вміст в зварювальному пилу шестивалентних сполук хрому (ГДК для яких в перерахунку на  $\text{CrO}_3$  складає  $0,01 \text{ мг/м}^3$ ) в  $2,5\text{--}3,5$  рази перевищує вміст тривалентних сполук (ГДК –  $1 \text{ мг/м}^3$ ). Концентрація двоокису кремнію в зварювальному пилу складає  $0,9\text{--}1,08 \%$ .

Дисперсність зварювального аерозолі надзвичайно велика. Дослідження показали, що  $90\text{--}99\%$  часток мають розміри до  $1 \text{ мкм}$ , тому вони мають малу тенденцію до осідання і глибоко проникають в дихальні органи.

Принципово важливою і значною мірою зумовлюючою зміст аерозолі в зоні дихання зварювальника є фіксація місця зварювання. На постійних робочих місцях в складально-зварювальних цехах легше організувати місцеву вентиляцію і тим самим різко зменшити вміст токсичних речовин в зоні дихання зварювальника.

Особливо несприятливий стан виробничої атмосфери створюється при зварюванні у виробках із замкнутими і напівзамкнутими контурами – блоках, баках, цистернах та ін. з високими концентраціями пилу, оксидів марганцю і фтористих сполук у поєднанні з несприятливими метеорологічними умовами, відсутністю природного світла і дією шуму створюють особливо напружені умови праці електрозварників в замкнутих просторах.

Хронометраж показує, що 55–70 % робочого часу зварювальники зайняті безпосередньо зварюванням, а в решту часу – виконанням допоміжних операцій. Зварювання вимагає від зварювальника підвищеної напруги уваги і зору. Воно виконується часто у вимушеній позі, що супроводжується підвищеною статичною напругою м'язів рук і тіла.

### **Зварювання порошковим дротом**

Створення порошкового дроту стало важливим кроком в технології зварювальних робіт. Високі техніко-економічні показники механізованого зварювання порошковим дротом дозволяють різко підвищити якість і продуктивність зварювальних робіт

Порошковий дріт є неперервним електродом, що складається з металевої оболонки порошкового сердечника. Металева оболонка, до якої через поверхню підводиться зварювальний струм, забезпечує утримання порошкового сердечника і можливість здійснювати безперервний процес плавлення при малому вильоту електроду, запобігаючи тим самим передчасному термічному розкладанню компонентів сердечника.

Сердечник є сумішшю порошоків мінералів, руд, хімікатів, феросплавів і інших металевих порошоків. Сердечник порошкового дроту виконує функцію аналогічну функції електродного покриття – стабілізацію дугового розряду, захист металу від повітря, розкислювання і легування металу шва, регулювання процесу перенесення розплавленого електродного металу в зварювальну ванну, формування шва та ін.

Спалювання 1 кг порошкового дроту супроводжується утворенням, залежно від складу шихти, 8–12 г пилу, в якому міститься 0,2–0,7 г оксидів марганцю, 3,8–10 г оксидів заліза, 0,2–1 г фтористих сполук. Концентрація пилу в зоні дихання зварювальника при недостатній вентиляції може досягти 10–30 мг/м<sup>3</sup>, оксидів марганцю – до 1 мг/м<sup>3</sup>. З гігієнічної точки зору найбільш сприятливі умови створюються при використанні порошкового дроту ПП–ДСК, що не містить плавиковий шпат, при цьому в шкідливих речовинах, що виділяються, відсутні сполуки фтору. В цілому умови при зварюванні порошковим дротом за характером забруднення довкілля близькі до умов, що спостерігаються при зварюванні електродами з рутиловим покриттям.

Зварювальні роботи також ведуться за допомогою порошкової стрічки (ПС). ПС забезпечують більш високу продуктивність наплавочних робіт в порівнянні з іншими наплавлювальними матеріалами. До складу ПС входить велика кількість різних компонентів. Оскільки наплавлення виконують при високих значеннях струму (до 1000 А), це істотно впливає на санітарно-гігієнічні умови, особливо при наплавленні зносостійких матеріалів відкритою дугою. При цьому для захисту зварювальної ванни від атмосферного повітря до складу електродного матеріалу вводять спеціальні компоненти. В процесі наплавлення ці компоненти виділяються у вигляді зварювального аерозолю (ЗА), що містить оксиди марганцю, хрому, силіцію і ін. Зниження ж концентрації токсичних речовин в повітрі робочої зони

за рахунок установки місцевих витяжних пристроїв може порушувати (при певних витратах повітря, що видаляється) захисну атмосферу розплавленого металу зварювальної ванни від дії повітря, що приведе до небажаних змін хімічного складу і властивостей металу, що наплавляється.

### **Електрозварювання в середовищі захисних газів**

Найчастіше в якості захисних газів застосовують вуглекислий газ, аргон і їх суміші. Присадним матеріалом і плавким електродом служить дріт такого ж хімічного складу, що і зварюваний метал. Зварювання із застосуванням  $\text{CO}_2$  і спеціальних напівавтоматів найбільш поширене в промисловості, і на окремих заводах складає 70 % загального об'єму зварювальних робіт. Воно відрізняється продуктивністю, що в 2–3 рази перевищує продуктивність РДЗ.

Висока продуктивність забезпечується тепловою потужністю зварювальної дуги, що дозволяє застосовувати великі швидкості зварювання. Вартість зварювання в  $\text{CO}_2$  в 2 рази менше вартості РДЗ. В той же час умови праці при напівавтоматичному зварюванні плавким електродом в середовищі захисних газів, особливо  $\text{CO}_2$  або  $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ , дуже несприятливі.  $\text{CO}_2$ , який подається в зону зварювання не отруйний, але під дією високої температури дуги він розкладається на кисень і окисел вуглецю, що є отруйним. Також  $\text{CO}$  (чадний газ) утворюється внаслідок вигорання вуглецю зі сталі.

В процесі зварювання також виділяється зварювальний пил. Склад пилу і його кількість залежать від складу захисного газу, металу що зварюється, вживаного електродного дроту і режиму зварювання. Токсичність часток пилу залежить від їх складу і будови. Під дією ультрафіолетового випромінювання дуги навколо неї утворюється озон, а при попаданні в зону зварювання повітря, забруднень корозійних покриттів в зоні дуги утворюються оксиди азоту. Найбільш висока концентрація пилу і шкідливих газів в хмарі диму, що піднімається із зони зварювання. Зварювальник повинен стежити за тим, щоб цей потік диму не потрапляв за щиток в зону дихання. Найбільшою шкідливістю при зварюванні в  $\text{CO}_2$  вуглецевих сталей на струмах до 400 А гігієністи вважають загальне виділення пилу, а на струмах більше 400 А – оксиди марганцю. При наплавленні 1 кг металу в  $\text{CO}_2$  виділяється менше пилу і газів, ніж при ручному дуговому зварюванні. Проте, оскільки при зварюванні в  $\text{CO}_2$  продуктивність більш висока, за 1 годину виділяється приблизно така ж кількість диму і пилу, як і при зварюванні штучними електродами.

Усі види зварювання в захисних газах супроводжуються утворенням озону  $\text{O}_3$  (ГДК –  $0,1 \text{ мг/м}^3$ ), а також інтенсивною ультрафіолетовою радіацією (температура зварювальної дуги досягає  $6500^\circ\text{C}$ ).

При автоматичному зварюванні плавким електродом в середовищі вуглекислого газу на 1 кг наплавленого металу виділяється в середньому 8–15 г пилу, 0,2–1,8 г оксидів марганцю, 0,02–2 г оксидів хрому, 0,1–0,5 г оксидів нікелю, 2,7 г окислу вуглецю, 0,062 г оксидів азоту.

Валові виділення пилу і газу залежать від марки зварювального дроту, зварюваних матеріалів і режимів зварювання. Так, наприклад, при напівавтоматичному зварюванні в середовищі  $\text{CO}_2$  дротом СВ08Г2С діаметром 2 мм при силі струму 250 А, середній швидкості 25 м/ч валові виділення зварювального аерозолі досягають 100 г/ч, а концентрація пилу в зоні дихання зварювальника досягає 90 мг/м<sup>3</sup>. Концентрація окислу вуглецю перевищує допустиму у декілька разів.

Вживані при напівавтоматичному зварюванні і наплавленні в середовищі  $\text{CO}_2$  захисні покриття на деталях також викликають збільшення концентрації шкідливих речовин в зоні дихання. Встановлено, що тільки покриття КБЖ і емульсія не погіршують картину в порівнянні із зварюванням без покриття.

При зварюванні алюмінію і сплавів на його основі під захистом аргону плавким електродом утворюється оксид алюмінію (ГДК – 2 мг/м<sup>3</sup>) у кількості 7,6–28 г/кг; при зварюванні титанових сплавів питоме виділення титана і його двоокису (ГДК – 10 мг/м<sup>3</sup>) складає 4,75 г/кг. При зварюванні в аргоні алюмінієвих сплавів спостерігається підвищене виділення озону за рахунок великої ультрафіолетової радіації.

Попри те, що напівавтоматичне зварювання в середовищі  $\text{CO}_2$  високопродуктивне, з гігієнічної точки зору воно має істотні недоліки. Тому застосовувати його треба там, де інші методи зварювання не застосовні або можна застосувати належні способи локалізації шкідливих речовин.

### **Зварювання під шаром флюсу**

Із способів автоматичного і напівавтоматичного зварювання найбільш поширеним є зварювання під шаром флюсу. Воно менш трудомістке і економічніше, ніж ручне дугове зварювання, менше стомлює зварювальника.

Валове виділення пилу при цьому способі зварювання у багато разів нижче, ніж при ручному дуговому. Концентрація аерозолі в зоні дихання зварювальника—оператора за усередненими даними складає 5,1–12,2 мг/м<sup>3</sup>. Концентрація оксидів марганцю в зоні дихання робітників, обслуговуючих зварювальні автомати, коливається в інтервалі 0,11–0,7 мг/м<sup>3</sup>. На підвищення концентрації аерозолі значною мірою впливає виконання вручну операцій по збору і пересипці флюсу і зачистці шва. Дослідження показали більшу ефективність застосування флюсоотсосів при автоматичному зварюванні під шаром флюсу.

Концентрації аерозолі, оксидів марганцю і інших токсичних речовин в зоні дихання зварювальників-автоматників залежить від складу і міри подрібнення флюсу, конфігурації зварюваних виробів, напрямків повітряних потоків у будівлі і т. д. Так, запилення зони дихання зварювальника при застосуванні свіжого флюсу в 2–2,8 раз нижче запилення при використанні флюсу, вже використаного і тим самим більш подрібненого.

Зміст пилу в зоні дихання оператора при зварюванні внутрішніх швів (напівзамкнені простори) в 2,5 разу вище, ніж при зварюванні зовнішніх швів. На заводах, де усі пости автоматичного зварювання розташовані

на відкритих ділянках цеху, зміст аерозолі нижче граничної допустимої концентрації. Основними шкідливими речовинами у складі зварювального аерозолі при автоматичному зварюванні є фтористі сполуки (фтористий водень, чотирифтористий кремній та ін.).

Дослідження показали, що валове виділення фтористих сполук особливо велике при зварюванні під флюсом ОСЦ–45а. Воно складає 43–286 мг на 1 кг наплавленого металу. При зварюванні із застосуванням інших флюсів (АН–348А, ФЦ–9, ФЦ–6, ФЦЛ–2 та ін.) валові виділення фтористих сполук коливаються за середніми даними від 30 до 40 мг на 1 кг наплавленого металу. Виділення фтористих сполук різко зростає зі збільшенням вмісту фтористого кальцію у флюсі.

Вивчення умов праці при напівавтоматичному зварюванні під шаром флюсу показало її велику трудомісткість у порівнянні з автоматичним зварюванням. Необхідність утримування тривалий час в руці голівки напівавтомата з бункером для флюсу масою 2–2,5 кг стомлює до кінця зміни праву руку зварювальника. Значно напружена під час роботи увага зварювальника у зв'язку з високими вимогами до якості шва (необхідність підтримки на постійному рівні довжини дуги, сили струму і напруги).

Концентрації аерозолі, оксидів марганцю і фтористих сполук в зоні дихання зварювальника-напівавтоматника вище, ніж в зоні дихання робітника при обслуговуванні автоматичних зварювальних установок. Це пояснюється ближчим розташуванням зони дихання зварювальника-напівавтоматника до електричної дуги.

### **Електрошлакове зварювання(ЭШЗ)**

Електрошлакове зварювання проводиться за допомогою автоматів при температурі 1600–1700°C. Оператор-зварювальник знаходиться на відстані 0,5–2 м від зварювальної дуги. Трудовий процес оператора складається зі трудомісткого етапу підготовки виробу до зварювання, при якому великі і важкі конструкції за допомогою підйомних механізмів встановлюються на місце, і етапу зварювання, при якому оператор спостерігає за процесом зварювання, охолодженням мідних повзунів водою, поданням дроту та ін.

Основним виробничим фактором, що шкідливо впливає на операторів, є підвищена інтенсивність променистої енергії, що становить 1,39 кДж/(м<sup>2</sup> с) на рівні рук і 2,1–2,8 кДж/(м<sup>2</sup> с) на рівні обличчя; підвищується і температура повітря, що є причиною невеликого(0,5°C) підвищення до кінця робочої зміни температури тіла оператора. Концентрація аерозолі в зоні дихання за усередненими даними коливається в межах 4–7 мг/м<sup>3</sup>, концентрація оксидів марганцю – 0,25–0,43 мг/м<sup>3</sup>. Оксиди азоту і окисел вуглецю визначаються у вигляді слідів. Таким чином, потенційну небезпеку для оператора при електрошлаковому зварюванні можуть скласти аерозоль і фтористі сполуки. Не виключена небезпека опіків металом, що випліскується з ванни.



### **Контактне зварювання**

Контактне зварювання легко механізується і автоматизується, в результаті чого збільшується продуктивність праці, покращується якість зварного з'єднання, підвищується культура виробництва. Цим способом зварюють низьковуглецеві і нержавіючі сталі та сплави.

Процес контактного зварювання базується на двох принципах: електричному нагріві двох кромek металу до пластичного стану або до розплавлення і потім їх сплавлення. Розрізняють три різновиди контактного зварювання: стикову оплавленням, точкову і роликову або шовну. Найбільш несприятливим є зварювання оплавленням, при якому утворюються іскри і бризки розплавленого металу, пил, газу і спостерігається іонізація повітря. Концентрація пилу в зоні дихання робітника залежить головним чином від хімічного складу зварюваного металу, потужності контактної зварювальної машини. Зварювальна машина при цьому методі зварювання генерує низько- і височастотний шум. Величина зварювального струму у вторинному ланцюзі контактних машин досягає десятків тисяч ампер. Внаслідок цього контактні машини створюють електромагнітні поля потужністю 70–1500 А/м. Електромагнітні хвилі розсіюються на відстань 1,5–3,5 м від контактної зварювальної машини. Характер дії електромагнітних хвиль, що утворюються при контактному зварюванні, на організм людини недостатньо вивчений. Для поліпшення умов праці рекомендується облаштування місцевої витяжної вентиляції, екранування та ін.

### **Зварювання струмами високої частоти**

У зв'язку з використанням у ряді виробництв виробів з синтетичних матеріалів отримало достатнє впровадження у виробництво зварювання в електромагнітному полі коротких і ультракоротких хвиль. Основним несприятливим фактором при цьому виді зварювання пластикатів є височастотні електромагнітні поля значної інтенсивності 18–320 В/м. Ефективне зниження напруженості височастотного поля досягається екрануванням (до 2–7 В/м) джерел енергії (електродів, конденсаторів, ліній фідерів).

При описуваному виді зварювання у виробничу атмосферу потрапляють летючі токсичні речовини – фенол, окисел етилену, формальдегід, пари ацетону і органічних розчинників. Спостерігається підвищення температури повітря виробничих приміщень.

### **Лазерне зварювання**

Для зварювання дрібних деталей застосовують рубінові або неодимові лазери, які працюють в імпульсному режимі. Випромінювання лазера характеризується високою енергією, що становить в імпульсі декілька сотень джоулів. За допомогою додаткової фокусуючої системи ця енергія може бути сконцентрована в дуже малому об'ємі. До числа особливостей слід віднести високу монохроматичність випромінювання, малу розбіжність пучка, тимчасову і просторову когерентність випромінювання. При роботі з лазерами найбільшої небезпеки зазнають очі і шкірні покриви. Промені лазера чинять на біологічні об'єкти теплову, електричну, фотохімічну і механічну дію, одним з проявів якої є виникнення в опромінюваному об'єкті пружних коливань типу ультразвукових. Небезпеку для органів

зору представляє не лише прямий, але і відбитий промінь лазера. Для шкіри небезпечний тільки прямий промінь. Вражаюча дія лазера залежить від потоку його енергії, тривалості імпульсу, кількості імпульсів, що надходять один за одним, довжини хвилі випромінювання і характеру віддзеркалювальної поверхні. Небезпечними є дзеркальні і світлі поверхні, що відбивають понад 50 % випромінювання, яке падає на них. Очі необхідно захищати не лише від прямого, але і від відбитого світла. При роботі з лазерними установками необхідно, щоб пучок випромінювання був спрямований на невідбиваючий і незаймистий фон, траєкторія пучка має бути недоступна для працюючого. Необхідно обов'язково застосовувати захисні окуляри, працювати слід в умовах загального яскравого освітлення. Можливість поразки ока, адаптованого до темряви, тобто з великим діаметром зіниці, більше. Потрібен систематичний офтальмологічний контроль за очима працюючого.

### **Плазмова обробка металів**

Плазма є високоіонізованим, електропровідним газом. Температура плазми, що поступає у вигляді струменя з сопла, складає 6 000–20 000°С. При плазмовій обробці відбувається досить інтенсивне утворення оксидів азоту і озону, концентрації яких при роботі без вентиляції досить значні.

При напиленні в плазмовий струмінь вводиться у вигляді порошку або дроту матеріал, який напилюється, в якості якого використовують головним чином тугоплавкі метали – вольфрам, цирконій, окисел алюмінію, їх карбіди, боріди, силіциди.

Плазмова обробка металу (напилення, зварювання, різання) є основним джерелом забруднення виробничої атмосфери аерозолем, склад якого залежить від порошків, що застосовують і оброблюваного металу.

При роботі плазмових пальників виникають високочастотні звукові і ультразвукові коливання. Сумарний рівень звукового тиску, за даними Інституту гігієни ім. Ф. Ф. Ерисмана, складає в робочій зоні 120–130 дБ.

Спектральний аналіз виявляє широкий діапазон коливань звукового тиску 40–31 500 Гц з максимумом в області високих звукових і низьких ультразвукових частот в діапазоні 16 000–25 000 Гц.

Робота у витяжних шафах і спеціальних камерах дозволяє значно понизити рівень звукового і ультразвукового тиску в робочій зоні. Так само як і при ручному дуговому зварюванні, при плазмовій обробці металу працюючі можуть піддаватися підвищеній ультрафіолетовій, видимій і інфрачервоній радіації. Інтенсивність ультрафіолетового випромінювання залежить від напруги, що подається на плазмові установки, властивостей напилюваного порошку і газу, а також конструкції пальника. У літературі [5] наводяться дані про захворювання, подібні до електрофтальмії і еритермам шкіри, причиною яких є короткі ультрафіолетові промені.

При використанні дуги прямої дії (між електродом і виробом) виникає іонізуюча радіація (важкі аерофони різної полярності). У виробничих приміщеннях поблизу плазмового обладнання м'які промені не виявляються.

Вплив таких факторів, як іонізуюча, підвищена ультрафіолетова і інфрачервона радіація, високочастотний шум і ультразвук, забруднення повітря аерозолями вимагає проведення комплексу захисних заходів: укриття обладнання у витяжних шафах, застосування шумозаглушуючих насадок на пальник, використання засобів індивідуального захисту органів зору, слуху, обличчя.

Останнім часом впроваджується новий метод так званого плазмено–дугового різання, яким можна обробляти практично усе метали, але особливо ефективно – леговані і нержавіючі сталі, кольорові метали і сплави. Роздільне плазмове термічне різання полягає в наскрізному проплавленні металу потужним дуговим розрядом. Дуга, що збуджується між металом, який розрізають, і неплавким (найчастіше вольфрамовим) електродом, є газовим потоком. Різальним інструментом є струмінь високотемпературної (10 000–50 000°C) плазми, яка утворюється при примусовому продуванні робочого газу (аргон, азот, кисень, повітря) через сопло плазмотрона. Газ стискає (стабілізує) дугу, нагрівається, перетворюючись на іонізований потік плазми, яка відрізняється великою проплавляючою дією. Як кисневе, так і плазмове різання виконується на сучасних машинах, що фотокопіюють, і машинах з цифровим програмним управлінням, на механізованих лініях, що роблять ці процеси високопродуктивними.

Застосування плазмено–дугового різання вимагає спеціальних заходів для створення сприятливих умов праці. Це викликано тим, що для стійкої роботи електродів (вольфрамових, гафнієвих, цирконієвих та ін.) їх стабілізують присадками з металів рідкоземельної групи (наприклад, вольфрам лантанірований), пари яких сильно насичені різними шкідливими речовинами, а вплив на організм багатьох з них ще повністю не вивчено. Особливо несприятливим є сильне випромінювання (ультрафіолетове і інфрачервоне), що супроводжує плазмове різання і інші види плазмової обробки металів (напилення, наплавлення, зварювання, плазмово–механічну обробку).

За даними А.В. Ільницької, яка якнайповніше дослідила процеси плазмової обробки металів, домінуючими шкідливими речовинами, що виділяються в довкілля, є оксиди азоту і озон, концентрації яких перевищують ГДК в 10 разів. Проблема докорінного оздоровлення умов праці може бути розв'язана тільки автоматизацією процесу, що виключить перебування робітників в зоні сукупної дії шкідливих факторів. А поки що, при плазмено–дуговій обробці обов'язковим є облаштування надійної місцевої вентиляції і застосування засобів індивідуального захисту органів слуху і очей.

### **Газове зварювання, різання та пайка металів**

Газове зварювання відноситься до термічного класу. Джерелом нагріву при газовому зварюванні служить полум'я зварювального пальника, що утворюється при спалюванні горючого газу в суміші з киснем.

Найбільш поширено ацетилено-кисневе розділове різання, при якому метал підігрівається полум'ям, що утворюється при згоранні в кисні горючого газу. Коли температура металу досягає точки займання, подається

струмінь «різального» кисню, який швидко окислює і видуває рідкий метал із зони різання. В якості горючих газів застосовують і дешевші зріджені гази-замінники і природний газ. Ацетилено-кисневе різання супроводжується розкладанням ацетилену на вуглець і водень, в результаті окислювальних процесів утворюється окисел вуглецю, який є дуже нестійким. Після займання суміші починається інтенсивне окислення окислу вуглецю, внаслідок чого утворюється вуглекислий газ. Ацетилен сам по собі малотоксичний, але технічний ацетилен завжди містить домішки (сірководень, аміак), що збільшують його отруйність. Крім того, основною домішкою кисню є азот і оксиди азоту, що утворюються.

Найбільша кількість окислу вуглецю виділяється на початковій стадії різання, коли відбувається налаштування різаків або загальна наладка машини перед пуском її в автоматичний режим. Робітник в цей час знаходиться в зоні різаків, де з'являється велика кількість речовин. Витік кисню, що відбувається, призводить до надмірної його концентрації, викликаючи роздратування слизових оболонок дихальних шляхів, а також створює підвищену пожежонебезпеку.

Особливістю теплового різання металів є те, що процес різання базується на здатності металу згорати в газовому струмені і видаленні цим струменем продуктів згорання, що утворюються. Природно, що продукти горіння містять шкідливі речовини, спектр яких визначається хімічним складом заготовок, або листів, що розрізають; уловлювання зварювального аерозолі при газовому різанні вимагає застосування місцевих відсмоктувачів з великим об'ємом повітря, що видаляється з 1 м<sup>2</sup> поверхні, інакше висока інтенсивність газового струменя сприяє поширенню шкідливих речовин за межі робочої зони.

Шкідливі виробничі фактори мають місце і при використанні в технологічному процесі пайки, оскільки він пов'язаний з нагрівом матеріалів, що містять шкідливі речовини.

Найширше вживаними способами нагріву при пайці є: місцевий нагрів (паяльником, газовим полум'ям, індукційний, електроконтакт); загальний нагрів (зануренням в рідке середовище, розігріте до відповідної температури або в газовому середовищі в печах).

Спосіб нагріву є основною технологічною характеристикою методів пайки і він визначає наявність специфічних шкідливих і небезпечних факторів. У загальному випадку пайка здійснюється в результаті плавлення припою і флюсу. Склад і кількість шкідливих речовин залежать від складу припою, флюсу і способу нагріву. Так, наприклад, при пайці зануренням можуть створюватися дискомфортні умови внаслідок тепловипромінювання і випару шкідливих для здоров'я компонентів розплавів; крім того, виникає необхідність усунення напливів припоїв з виробу після пайки зануренням в рідкий припій і велика трудомісткість ошурних робіт.

При пайці сплавами, що містять свинець (наприклад, ПОС–40 і ПОС–60), можливе забруднення повітряного середовища свинцем як безпосередньо при пайці, так і в періоди, коли паяльники у ванночці знаходяться в робочому стані. Може також відбуватися забруднення свинцем робочих поверхонь і шкіри рук працюючих.

До **небезпечних виробничих факторів** при зварюванні відносяться дія електричного струму, іскри і бризки, викиди розплавленого металу і шлаку; можливість вибуху балонів і систем, що знаходяться під тиском; механізми і вироби, що рухаються; підйомно–транспортне обладнання.

При зварюванні можуть мати місце засмічення і поранення очей, опіки тіла, забиття, поранення. Опіки і поразки очей найчастіше спостерігаються при РДЗ, при напіваавтоматичному зварюванні в  $\text{CO}_2$  плавким електродом, особливо при струмах малої щільності. Причиною є викид великої кількості іскор і бризок розплавленого металу. Небезпека опіків зростає при зварюванні іржавої, забрудненої, замасленої або зафарбованої поверхні, а також при використанні забрудненого флюсу.

При контактному, точковому і роликовому зварюванні можливість опіків бризками і виплесками розплавленого металу значно менше, оскільки відлітаючи частки дещо дрібніші і холодніші, ніж при способах електродугового зварювання. Проте і при зварюванні забруднених або іржавих деталей можливі опіки. Підвищена небезпека опіків при виплеску металу має місце під час стикового зварювання методом оплавлення.

Небезпечні виробничі фактори мають місце при ЕШЗ, оскільки воно відрізняється від інших видів зварювання наявністю формувальних мідних повзунів, що охолоджуються зсередини проточною водою. При сильному кипінні зварювальної ванни шлак, що скупчується у верхній частині, може випліскуватися і викликати опіки. Випліскування металу відбувається з ряду причин: через малу глибину ванни, недостатній вміст кремнію в металі, засипки в один прийом великої кількості флюсу та ін. Викиди рідкого металу можливі під час наведення ванни при її сильному кипінні, а також при попаданні в шлакову ванну води через пошкодження повзунів.

Окрім небезпек опіків від рідкого металу, що викидається, можливі опіки і поранення в результаті відскоку від поверхні шва часток ще не остиглої шлакової кірки, наприклад, при випадковому дотику руками до остиглого виробу. Такі опіки рук можливі при будь-яких видах зварювання. Опіки можуть мати місце також при підігріванні виробів перед зварюванням, при користуванні паяльними лампами для сушки стиків, при випадковому торканні до розігрітого електроду або дроту, при видаленні електродного огарка.

Мають місце порізи рук гострими кромками деталей, забиття падаючими деталями і інші травми, що як правило, є наслідком необережності при виконанні зварювальних або підготовчих робіт. Для зачистки швів, усунення дефектів поверхні, зняття задирок і шару металу після вогневого різання, підгонки і підготовки кромки під зварювання застосовують

механізований інструмент – пневмозубила, переносні шліфувальні машинки з електро- чи пневмоприводом. При порушенні правил безпеки при роботі з цим інструментом можливі травми найрізноманітнішого характеру.

При виконанні зварювальних робіт на висоті і відсутності відповідних засобів і огорожувань можливе падіння працюючих, що веде до забиттів, а також до важкого травматизму, у тому числі до нещасних випадків з летальними наслідками.

У технологічному процесі газового зварювання і різання можуть використовуватися балони, що знаходяться під тиском, ацетиленові генератори. Порушення правил експлуатації цього обладнання може привести до вибухів і важкого травматизму.

### **3.7 Ковальсько-пресові цехи**

Умови праці в ковальсько–пресових цехах характеризуються наявністю великої кількості виробничих факторів [2; 22; 34; 38; 40; 55]. Перелік виробничих факторів ковальсько-пресових цехів і характеристика їх джерел виникнення приведені в таблицях 3.21–3.22.

Санітарно-гігієнічні умови в цехах характеризуються наявністю в повітрі виробничого приміщення шкідливих токсичних речовин: масляного аерозолі, що утворюється при змазуванні штампа, і продуктів згорання мастильних матеріалів (мінеральних масел, масел тваринного походження, сухих мил консистентних мастильних матеріалів, воску, емульсій, водяних розчинів мила, синтетичних масел, графітних мастильних матеріалів); сірчистого газу, окислу вуглецю, сірководню та ін. Концентрації пилоподібних часток, окалини та графіту, що здувається стислим повітрям з поверхні матриць, штампів і кувань, в повітрі робочої зони складають 3,9–4,1 мг/м<sup>3</sup>, за пресами можуть досягати 22–138 мг/м<sup>3</sup> (за відсутності місцевих відсмоктувачів).

Виділення токсичних газів від нагрівальних печей у молотових і пресових прольотах досягають 3–7 г СО при спалюванні 1 кг природного газу і 2,2–5,2 г SO<sub>2</sub> при спалюванні 1 кг мазуту. При спалюванні 1 м<sup>3</sup> природного газу утворюється 0,21 г NO, 0,21 г NO<sub>2</sub>; при спалюванні 1 кг мазуту – 58 г СО, 0,33 г NO, 0,33 г NO<sub>2</sub>, 0,714 г SO<sub>2</sub>. У цех потрапляє до 10 % загальної кількості шкідливих речовин, що виділяються при згорянні палива.

Ковальсько-пресові цехи характеризуються значними виділеннями теплоти, що передається випромінюванням і конвекцією. Інтенсивність теплового потоку від нагрівальних печей, пресів і молотів складає 1,4–2,1 кВт/м<sup>2</sup>, у місцях складування заготовок, пультів управління і кабін крановиків – 1–1,95 кВт/м<sup>2</sup>, у місць складування виробів після кування – 0,5–1 кВт/м<sup>2</sup>; на робочих місцях при нагріві металу на високочастотних установках – 0,24–0,3 кВт/м<sup>2</sup>, виділення теплоти від електropечей – до 2,2 МДж/год на 1 кВт потужності печі.

Ковальсько-пресові цехи характеризуються підвищеним шумом (таблиця 3.23) і вібраціями. Амплітуда коливань шабота молота досягає 7–8 мм, фундаменту молота – 0,56–0,08 мм, жорсткого фундаменту молота – до 1,2 мм.

Час дії вібрацій на коваля дорівнює 7,5–10 періодам коливань фундаменту. Загальний час дії вібрацій залежить від числа ударів, що наносяться в зміну. Число ударів пневматичних молотів в хвилину складає 95–210, безшаботних молотів – 6–10. Штампувальні молоти завдають 3000–5500 ударів в зміну. Коефіцієнт використання числа ударів в хвилину знаходиться в межах 0,25–0,75.

Між двома послідовними ударами цього молота можуть бути принаймні п'ять ударів сусідніх молотів. Молот звичайної конструкції з відношенням мас, що співударяються, рівним 25, встановлений на дубову подушку, має власну частоту коливань 14–17 Гц. Тривалість безпосередньо удару знаходиться в інтервалі 0,0008–0,01 с.

Небезпека поразки електричним струмом виникає при використанні печей опору для нагріву заготовок, споживаючих потужність 15–330 кВт при напрузі на клеммах 50–80 В. При індукційному нагріві середня потужність, що передається від генератора до індуктора, в ковальсько-пресових цехах складає 15–350 кВт, напруга – до 1000 В, частота 50–300 000 Гц. Найчастіше використовують генератори частотою 1 000, 2 500 і 8 000 Гц. Напруженість магнітного поля при частоті 50 Гц досягає  $8 \cdot 10^5$  А/м, що перевищує допустимі величини.

Живлення силових і освітлювальних електроприймачів здійснюється при напрузі 380/220 В від загальних трансформаторів з глухозаземленою нейтраллю окремими силовими й освітлювальними лініями.

При проведенні робіт в ковальсько-пресових цехах існує небезпека виникнення пожеж через скупчення масла у приймачах під пресами. Температура самозаймання нафтових масел 250–400°C, мазуту – 380–420°C. Пожежі можуть виникнути в підвальних приміщеннях, на складах горючих матеріалів, або матеріалів в горючій упаковці, стелажних складах, закритих електромашинних приміщеннях і т. д. Пожежа може виникнути також при обробці легкозаймистих металів, наприклад поковок з магнію і його сплавів. Магнієвий пил, що осів на металоконструкціях, схильний до самозаймання.

При пуску газових нагрівальних печей внаслідок неправильного запалення, при раптовій зупинці дуття, просочуванні газу у виробниче приміщення, а також при підсосі повітря всередину газових пристроїв може статися вибух.

У майстерні по приготуванню технологічних мастильних матеріалів використовують горючі матеріали (гас, масла, спирти і ін.).

Небезпека травмування працюючих в ковальсько-пресових цехах пов'язана з видом операцій, рівнем механізації, організації виробництва, конструктивною недосконалістю ковальсько-пресового обладнання та ін.

Несправність молота або пресу, недостатній або надмірний нагрів заготовок, порушення технологічного процесу, неправильне кріплення штамп, застосування невідповідного або несправного інструменту і обладнання, погана організація робочого місця, недостатні знання і досвід, відсутність дисципліни по виконанню вимог техніки безпеки створюють небезпечні умови і призводять до травм.

Таблиця 3.21 – Характеристика виробничих факторів при роботі у ковальсько–пресових цехах

| Обладнання                               | Небезпечні та шкідливі виробничі фактори |                            |                    |                   |               |               |         |                |                         |           |
|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|--------------------|-------------------|---------------|---------------|---------|----------------|-------------------------|-----------|
|                                          | Підвищений рівень шуму                   | Підвищений рівень вібрації | Тепловипроміювання | Масляний аерозоль | Оксид вуглецю | Сірчистий газ | Окалина | Рухомі частини | Ціаністий водень, аміак | Пари води |
| Молотовий прогін                         | +                                        | +                          | +                  | +                 |               |               | +       | +              |                         |           |
| Прогони з пресами та кувальними машинами | +                                        |                            | +                  | +                 |               |               | +       | +              |                         |           |
| Термічні цеха                            |                                          |                            | +                  |                   | +             | +             | +       |                | +                       | +         |
| Нагрівальні печі:                        |                                          |                            |                    |                   |               |               |         |                |                         |           |
| – паливо газ                             |                                          |                            | +                  |                   | +             | +             |         |                |                         |           |
| – паливо мазут                           |                                          |                            | +                  |                   | +             | +             |         |                |                         |           |
| – індукційний нагрів                     |                                          |                            | +                  |                   |               |               |         |                |                         |           |



Таблиця 3.22– Перелік процесів, операцій та обладнання, які є джерелами НіШВФ

| Найменування процесів, операцій, обладнання та професій                                                                                        | Небезпечні та шкідливі виробничі фактори                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Транспортування металу, заготовок, поковок (штамповок) – кранівники                                                                            | Рухливі частини обладнання, матеріали, заготовки. Гострі кромки, задирки і шорсткості на поверхні металу, заготовок, інструменту. Оксид вуглецю. Підвищена температура повітря                                                                                                                            |
| Нагрівання металу для різання заготовок – нагрівальники, різальники металу                                                                     | Підвищений рівень інфрачервоного випромінювання. Оксид вуглецю. Висока температура поверхні обладнання                                                                                                                                                                                                    |
| Нагрівання заготовок для кування та штамповки – нагрівальники, ковалі – штампувальники та їх помічники                                         | Підвищена температура і рухливість повітря робочої зони. Підвищений рівень інфрачервоної радіації і температура нагрітої поверхні обладнання. Підвищений рівень шуму. Оксиди вуглецю і азоту. Динамічне і статичне перевантаження                                                                         |
| Електронагрівання для різання заготовок, кування та штампування – нагрівальники, штампувальники                                                | Ті ж фактори і підвищений рівень електромагнітних полів                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Налагодження ковальсько-пресового обладнання – слюсарі по ремонту обладнання                                                                   | Динамічне і статичне перевантаження. Підвищена температура і рухливість повітря. Підвищений рівень шуму. Підвищений рівень електромагнітних полів                                                                                                                                                         |
| Кування та штампування – ковалі, штампувальники й їх помічники, машиністи молотів, пресів, маніпуляторів, ковалі горизонтально-кувальних машин | Підвищена температура і рухливість повітря робочої зони. Підвищений рівень інфрачервоної радіації і температура нагрітої поверхні обладнання. Підвищений рівень електромагнітних полів. Підвищений рівень шуму і загальної та локальної вібрації. Динамічне і статичне перевантаження. Відлітаюча окалина |
| Очищення поковок в дробометальних камерах – дробометники                                                                                       | Підвищена заповишеність. Підвищений рівень шуму. Динамічне і статичне перевантаження. Виліт дробу                                                                                                                                                                                                         |
| Очищення поковок на заточувальних верстатах                                                                                                    | Підвищена заповишеність. Підвищений рівень шуму і локальної вібрації. Динамічне і статичне перевантаження                                                                                                                                                                                                 |
| Травлення в кислотах – травильники                                                                                                             | Забруднення повітряного середовища парами кислот. Динамічні перевантаження                                                                                                                                                                                                                                |

Таблиця 3.23 – Рівні звукової потужності обладнання ковальсько-пресових цехів (дБ) при сумарній тривалості впливу за зміну більш 4 годин

| Обладнання                                                    | Середньгеометрична частота<br>октавної полоси, Гц |     |     |     |      |      |      |      | Рівень<br>звука,<br>дБ·А |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|--------------------------|
|                                                               | 63                                                | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                          |
| Кувальний молот                                               | 123                                               | 124 | 121 | 121 | 121  | 115  | 115  | 106  | 126                      |
| Горячештампувальний<br>кривошипний прес                       | 115                                               | 120 | 119 | 118 | 118  | 117  | 113  | 106  | 123                      |
| Прес ДС–135/800 при вирубці штампом                           |                                                   |     |     |     |      |      |      |      |                          |
| – прямим                                                      | 120                                               | 134 | 135 | 134 | 135  | 131  | 128  | 123  | 140                      |
| – скошеним                                                    | 120                                               | 119 | 123 | 123 | 123  | 120  | 115  | 108  | 128                      |
| Холодновисаджувальний<br>автомат А–1219                       | 102                                               | 103 | 105 | 108 | 110  | 109  | 107  | 102  | 115                      |
| Гайковий автомат А–4Д                                         | 102                                               | 105 | 105 | 109 | 109  | 107  | 104  | 99   | 114                      |
| Обрізний автомат А–<br>233                                    | 103                                               | 109 | 112 | 116 | 112  | 109  | 105  | 98   | 117                      |
| Кривошипний прес<br>АМР–30                                    | 98                                                | 104 | 106 | 108 | 105  | 103  | 97   | 93   | 110                      |
| Холодновисаджувальний<br>автомат А–1914                       | 95                                                | 97  | 100 | 103 | 102  | 100  | 97   | 95   | 107                      |
| Холодновисаджувальний<br>чотиріпозиційний авто-<br>мат А–1822 | 98                                                | 104 | 106 | 105 | 105  | 102  | 99   | 94   | 110                      |
| Різенакатувальний авто-<br>мат А–2528                         | 95                                                | 100 | 104 | 108 | 110  | 108  | 105  | 101  | 115                      |
| Холодновисаджувальний<br>автомат А–121                        | 99                                                | 102 | 106 | 109 | 109  | 107  | 106  | 101  | 114                      |
| Дрото–цвяховий автомат<br>А–714                               | 104                                               | 107 | 110 | 115 | 116  | 111  | 110  | 105  | 120                      |
| Кривошипний прес ГП–<br>1                                     | 102                                               | 106 | 108 | 110 | 112  | 112  | 109  | 104  | 117                      |
| Однокривошипний двос-<br>тояковий прес К2130Б                 | 93                                                | 94  | 97  | 96  | 93   | 95   | 92   | 89   | 100                      |
| Холодновисаджувальні автомати:                                |                                                   |     |     |     |      |      |      |      |                          |
| А–1916, А–1914                                                | 88                                                | 92  | 92  | 95  | 93   | 88   | 83   | 79   | 98                       |
| А–1617                                                        | 87                                                | 88  | 89  | 100 | 88   | 85   | 84   | 81   | 93                       |
| АБ–120                                                        | 90                                                | 91  | 95  | 100 | 100  | 95   | 94   | 93   | 105                      |
| А–411                                                         | 92                                                | 89  | 95  | 94  | 93   | 89   | 86   | 85   | 98                       |
| А–231 обрізний                                                | 96                                                | 95  | 100 | 102 | 102  | 99   | 96   | 93   | 107                      |
| М–250                                                         | 95                                                | 96  | 98  | 102 | 103  | 102  | 105  | 95   | 108                      |

Зазвичай, причинами травмування працюючих на молотах і пресах є:

- поломка штока, поршня, баби і штампу внаслідок їхнього недостатнього прогріву або виникнення тріщин;
- підйом баби молота на висоту більше встановленої внаслідок порушення механізму розподілу пари (повітря) або неправильного керування молотом, роз'єднання штока з частинами молота, що падають, і подальший удар поршня об верхню кришки циліндра, зрив поршня зі штока;
- поломка кришки циліндра молота внаслідок ударів поршня, розрив трубопроводу від утворення конденсату в циліндрі;
- застосування неправильних прийомів роботи при витягу заготовки, що залипнула в штампі;
- виліт клинів, що кріплять штамп, підкладок, відліт металу й окалини та ін.;
- неправильні прийоми роботи на підйомно-транспортних механізмах, відсутність безпечних проходів, проїздів і т. д.

У заготівельних відділеннях характерними травмами є тілесні ушкодження робітників при видаленні обв'язувального дроту, поранення відлітаючими уламками при ламанні заготовки, забиття заготовками при їх переміщенні по роликовому конвеєру та кінцями прутків при різанні, порізи рук об гострі крайки і задирки заготовок.

При експлуатації нагрівальних печей травмування працюючих можливо при доставці металу до печей внаслідок падіння заготовок штовхальниками, що рухаються та виштовховувачами печей, при підправленні вручну заготовок на завантажувальних столах нагрівальних печей, при ручному кантуванні або підправленні металу, що нагрівається в печах, при вибухах зварювальних шлаків через потрапляння шлаків у воду або на сирі місця. Можуть відбуватися забиття й опіки нагрітими заготовками, опіки при очищенні подини печей від шлаків, отруєння газом й ін.

### 3.8 Роботи з електрообладнанням

Електротехнічні об'єкти є обов'язковим складником будь-якого виробництва. Питанню запобігання електротравматизму постійно приділяється велика увага [10; 13; 15; 16; 30; 51; 64]. При проектуванні нового електрообладнання необхідно проводити аналіз небезпечної і шкідливої дії на людей електричного струму, електричної дуги і електромагнітного поля.

Аналіз можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів необхідно проводити **за наступною схемою:**

- характеристика електрообладнання (номінальна напруга, рід і частота струму, спосіб електропостачання, режим нейтралі, вид виконання);
- характеристика умов експлуатації електрообладнання (на відкритому повітрі або в приміщенні, тип приміщення по небезпеці поразки електричним струмом і за характером середовища – таблиці Л.3–Л.4);

- перелік можливих причин травматизму, вірогідність їх прояву (статистичні дані – таблиці 3.24–3.27);
  - аналіз характеру можливого дотику людини до елементів ланцюга струму (однофазний або двофазний дотик; дотик до металевих неструмоведучих частин, що виявилися під напругою; можливість наближення до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, на відстань менше допустимої або попадання в зону розтікання електричного струму);
  - аналіз можливих видів дії електричного струму і типів травм (таблиці 3.28–3.29);
  - аналіз пожежонебезпеки електрообладнання.
- Головними **причинами** електротравматизму є:
- недостатній рівень знань, несвоєчасна перевірка знань персоналу, який обслуговує електроустановки;
  - порушення правил пристрою, технічної експлуатації та техніки безпеки електрообладнання;
  - неправильна організація праці;
  - неправильне розташування пускової апаратури і розподільних пристроїв, захаращуваність підходів до них;
  - порушення правил виконання робіт в охоронних зонах ЛЕП, електричних кабелів і ліній зв'язку;
  - несправність ізоляції, через що металеві неструмоведучі частини обладнання опиняються під напругою;
  - обрив заземлюючого провідника;
  - використання електрозахисних пристроїв, що не відповідають умовам виконання робіт;
  - виконання електромонтажних і ремонтних робіт під напругою;
  - застосування дротів і кабелів, які не відповідають умовам виробництва і величині напруги;
  - низька якість з'єднань і ремонту;
  - недооцінка небезпеки струму і «крокової напруги», що виникає, коли ноги людини знаходяться на ділянках з різними електричними потенціалами;
  - ремонт обірваного нульового провідника повітряної лінії при невідключеній мережі;
  - живлення декількох споживачів від загального пускового пристрою із захистом запобіжниками, розрахованими на виключення найбільш потужного з них, або від однієї групи розподільної шафи;
  - недооцінка необхідності виключення електрообладнання (зняття напруги) в неробочі періоди;
  - виконання робіт без засобів індивідуального електрозахисту або використання захисних засобів, що не пройшли чергове випробування;
  - невиконання періодичних випробувань, зокрема перевірок опору ізоляції (електромереж, обмоток електродвигунів, котушок комутаційної апаратури, реле) і опорів заземлюючих пристроїв;

- користування електроустановками, опір ізоляції яких не перевищує нормативних значень;
- використання електроустановок кустарного виготовлення, виготовлених з порушенням вимог правил електробезпеки;
- некваліфікований інструктаж робітників, які використовують ручні електричні машини;
- відсутність контролю за діями працівників з боку ІТР або виконавців робіт;
- відсутність маркування, запобіжних плакатів, блокувань, тимчасових огороджень місць електротехнічних робіт.

Ці причини можна згрупувати по наступних **факторах**:

- дотик до струмоведучих частин під напругою внаслідок недотримання правил безпеки, дефектів конструкції і монтажу електрообладнання;
- дотик до неструмоведучих частин, які випадково виявились під напругою (ушкодження ізоляції, замикання дротів);
- помилкове подання напруги в установку, де працюють люди;
- відсутність надійних захисних коштів.

Статистичні дані свідчать про те, що доля електротравм в загальній сукупності нещасних випадків майже в усіх галузях величина одного порядку – таблиця 3.24.

*Таблиця 3.24 – Доля електротравм по галузям*

| Галузь                                                  | Доля електротравм в загальній сукупності нещасних випадків, % |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Електроенергетика                                       | 29                                                            |
| Будівництво, виробництво будівельних матеріалів         | 11,3                                                          |
| Хімічна, нафтохімічна та газова промисловість           | 13,7                                                          |
| Металургійна промисловість                              | 9,5                                                           |
| Вугільна промисловість                                  | 5                                                             |
| Харчова промисловість                                   | 13                                                            |
| Підприємства зв'язку, автотранспорту та шосейних доріг  | 23                                                            |
| Залізничний транспорт, транспортне будівництво          | 13                                                            |
| Сільське господарство                                   | 9,3                                                           |
| Електротехнічна промисловість                           | 14                                                            |
| Машинобудування и суднобудування                        | 10                                                            |
| Лісова, целюлозо-паперова и деревообробна промисловість | 2                                                             |
| Текстильна и легка промисловість                        | 17                                                            |
| Середньо по всіх галузях                                | 11,8                                                          |

Міра небезпечної і шкідливої дії на людину електричного струму, електричної дуги і електромагнітних полів залежить від наступних факторів:

- рід струму, величина напруги і струму;
- частота електричного струму;
- величина опору тіла людини;
- шлях струму через тіло людини;
- тривалість дії електричного струму або електромагнітного поля на організм людини;
- умови зовнішнього середовища.

Доля електротравм в загальній сукупності нещасних випадків залежить від різних факторів, у тому числі від виду електроустановок (таблиця 3.25), від характеристик електричного струму (таблиця 3.26), і виду робіт, що проводяться в електроустановках (таблиця 3.27).

*Таблиця 3.25 – Електротравматизм залежно від виду електроустановок*

| Вид електроустановок (ЕУ)  | Доля електротравм, % |
|----------------------------|----------------------|
| Високовольтні лінії        | 33,4                 |
| Машини електрифіковані     | 14,8                 |
| з них: пересувні           | 11,2                 |
| переносні та ручні         | 2,8                  |
| Установки зварювальні      | 5,8                  |
| Установки нагрівальні      | 3,3                  |
| Світильники                | 4                    |
| Електропідйомники          | 3,9                  |
| ЕУ с ізольованою нейтраллю | 42                   |
| ЕУ с заземленою нейтраллю  | 52,4                 |
| ЕУ с іншими режимами       | 5,6                  |

*Таблиця 3.26 – Доля електротравм в залежності від характеристик електричного струму*

| Характеристика електричного струму | Доля електротравм, % |
|------------------------------------|----------------------|
| Змінний струм промислової частоти  |                      |
| напруга 12–60 В                    | 0,5                  |
| напруга 65–90 В                    | 2,5                  |
| напруга 220 В                      | 16,3                 |
| напруга 380 В                      | 31                   |
| напруга 6 кВ                       | 16,4                 |
| напруга 10 кВ                      | 21,7                 |
| напруга 27,5 кВ                    | 1,5                  |
| напруга 35 кВ                      | 2                    |
| напруга 110 кВ                     | 1,4                  |
| Постійний струм                    | 1,7                  |
| Інші напруги та струми             | 5                    |

Таблиця 3.27 – Електротравматизм в залежності від виду робіт

| Вид робіт                        | Доля електротравм, % |
|----------------------------------|----------------------|
| Класифікація по змісту робіт     |                      |
| Роботи електротехнічні, всього   | 49,5                 |
| з них: монтаж, демонтаж          | 9,3                  |
| включення, відключення           | 5,2                  |
| оперативні переключення          | 1,8                  |
| профілактика                     | 7,5                  |
| огляд                            | 4,2                  |
| випробування                     | 18,6                 |
| ремонт                           | 2,9                  |
| ті ж роботи в аварійних умовах   | 1,3                  |
| Роботи електротехнічні           | 6,9                  |
| Роботи не електротехнічні        | 9,7                  |
| Класифікація по місцю проведення |                      |
| Приміщення, всього               | 44,1                 |
| з них: підвищеної небезпеки      | 11,6                 |
| особливо небезпечні              | 31,1                 |
| Територія, всього                | 55,9                 |
| з них: територія підприємства    | 26,5                 |
| будівничі майданчики             | 10,3                 |
| зони високовольтних ліній        | 8,4                  |
| населений пункт                  | 6,4                  |
| дорога (біля дороги)             | 4,2                  |

Небезпечна і шкідлива дія на людей електричного струму, електричної дуги і електромагнітних полів проявляється у вигляді електротравм і професійних захворювань. Види дії електричного струму на людину наведені в таблиці 3.28.

Таблиця 3.28 – Види дії електричного струму на людину

| Вид дії            | Характеристика дії                                                                                                                                   |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Термічна дія       | Проявляється в опіках окремих ділянок тіла, нагріві до високих температур внутрішніх тканин людини, що викликає в них серйозні функціональні розлади |
| Електролітична дія | Проявляється в розкладанні органічних рідин, у тому числі і крові, що викликає значні порушення їх фізико-хімічного складу                           |
| Механічна дія      | Призводить до розриву тканин і переломам кісток                                                                                                      |
| Біологічна дія     | Проявляється в роздратуванні і збудженні живих тканин в організмі, а також в порушенні внутрішніх біоелектричних процесів                            |

Умовно усі електротравми можна звести до наступних **видів**:

- місцеві електротравми – яскраво виражені місцеві порушення цілісності тканин, місцеві ушкодження організму, викликані дією електричного струму або електричної дуги;

- загальні електротравми (електричні удари) – травми, пов'язані з поразкою усього організму через порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем людини;

- змішані електротравми.

Приблизний розподіл нещасних випадків від електричного струму в промисловості по вказаних видах травм:

- 20 % – місцеві електротравми;

- 25 % – електричні удари;

- 55 % – змішані травми, тобто одночасно місцеві електротравми й удари.

Місцева електротравма – яскраво виражене місцеве порушення цілісності тканин тіла, у тому числі кісткових тканин, викликане дією електричного струму або електричної дуги. Найчастіше це поверхневі ушкодження, тобто ураження шкіри, а іноді інших м'яких тканин, а також зв'язок і кісток.

Характерні місцеві електричні травми – електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні ушкодження і електрофтальмія.

Приблизно 75 % випадків поразки людей струмом супроводжується виникненням місцевих електротравм. Розподіл випадків поразки по видах електротравм представлений в таблиці 3.29.

*Таблиця 3.29 – Розподіл випадків поразки по видах електротравм*

| Види травм           | % від загального числа електротравм |
|----------------------|-------------------------------------|
| Електричні опіки     | 40%                                 |
| Електричні знаки     | 7%                                  |
| Металізація шкіри    | 3%                                  |
| Механічні ушкодження | 0,5%                                |
| Електрофтальмія      | 1,5%                                |
| Змішані травми       | 23%                                 |
| Всього               | 75%                                 |

При проведенні аналізу виробничих факторів необхідно враховувати, що робота в електроустановках може привести не лише до дії електричного струму, електричної дуги і електромагнітних полів, але і до дії інших виробничих факторів:

- частин обладнання, що рухаються;

- частин обладнання, що нагріваються до високих температур;



- небезпечних і шкідливих матеріалів, що використовуються в конструкції обладнання, а також небезпечних і шкідливих речовин, що виділяються при його експлуатації;
- шуму і ультразвуку;
- вібрації;
- теплового, оптичного і рентгенівського випромінювання;
- виникнення пожежі і вибуху.

Крім того, можливий додатковий прояв виробничих факторів, пов'язаний з типом виробництва, що використовує електроустановку. Особливості виробництв, які розглянуті в розділах 3.1 – 3.7.

### **Пожежна безпека електроустановок**

Виникненню пожежі сприяє наявність на об'єкті горючої речовини, окисника і джерела займання. В якості горючого компонента можуть служити будівельні матеріали для акустичної й естетичної обробки приміщень, перегородки, вікна, двері, підлоги, меблі, стелажі, ізоляція силових і сигнальних кабелів, а також радіотехнічні деталі і з'єднувальні дроти електронної схеми. Окисником служить кисень повітря. Джерелом займання є електричні іскри, дуги і перегріті опорні поверхні, радіо вироби і елементи. Джерела займання виникають в електронних схемах, кабельних лініях і т. п. [3].

Таким чином, при експлуатації електроустановок (ЕУ) можуть бути присутніми усі три основні фактори, сприяючі виникненню пожежі. Вірогідність їх одночасної взаємодії в різних установках не завжди однакова.

Для електронних пристроїв характерна часта поява джерел відкритого вогню при коротких замиканнях, пробоях і перевантаженнях. Проте потужність і тривалість дії цих джерел займання порівняно мала, тому горіння, як правило, не отримує розвитку. Виникнення пожежі в електронних пристроях можливе, якщо вони виготовлені з горючих ізоляційних матеріалів.

Кабельні лінії електроживлення складаються з горючого ізоляційного матеріалу, і тому є найбільш небезпечними елементами.

ЕУ представляють складний комплекс електричних ланцюгів. По пожежній небезпеці їх можна порівняти із звичайними електричними ланцюгами. При проходженні електричного струму по провідниках і виробках виділяється тепло. Якщо на будь-якій ділянці електронної схеми кількість тепла, що виділяється, перевищить допустиму межу, то відбувається його перегрівання. При доторканні перегрітих елементів і виробів з горючими речовинами і матеріалами можуть виникнути загоряння і пожежі. Практика показує, що джерела полум'я в електронній схемі можуть виникати в результаті сильного нагрівання і випромінювання тепла деталями, виготовленими з легкозаймистих матеріалів, які можуть запалити навколишні деталі, загоряння трансформаторів, дроселів і резисторів, коли через них проходить струм, що перевищує величину, допустиму для цього виробу; порушення ізоляції монтажних дротів, пробоям конденсаторів, короткого замикання, внаслідок чого відбувається пробій деталей і виникає електрична дуга.

Надійність роботи радіоелектронних виробів гарантується тільки в певних інтервалах температури, вологості, струму і напруги. Зважаючи на можливі відхилення електричних і кліматичних параметрів, а також погіршення технічного стану пристроїв елементи електронної схеми є найбільш вірогідними і частими джерелами відкритого полум'я і високих температур.

Причиною виникнення загоряння в радіотехнічній схемі може бути недбале виконання і порушення правил монтажу. Наявність оголених кінців монтажних дротів при їх випадковому зближенні призводить до короткого замикання. Особливо це небезпечно при монтажі роз'ємних плат: вживані роз'єми з плаваючими контактами при перекосі можуть зблизити провідники, що підводять струм і також викликати коротке замикання.

Під дією вентиляційних потоків повітря, вживаних для охолодження, можлива вібрація окремих елементів апаратури, яка може послабляти болтові і гвинтові з'єднання деталей і провідників, викликаючи збільшення перехідних контактних опорів і їх перегрівання.

В ЕУ застосовуються ізоляційні матеріали, які є паливними. Найважливішими органічними електроізоляційними матеріалами є природні і синтетичні смоли; пластмаси на основі смол і ефірів целюлози; волокнисті матеріали; електроізоляційні плівки; матеріали на основі каучуку; електроізоляційні рідини; віскоподібні речовини; лаки, компаунди і різні сорти клею. Майже усі синтетичні смоли і пластмаси на їх основі є горючими матеріалами.

Багато електроізоляційних матеріалів нетеплостійкі. Порушення температурного режиму може привести до їх розкладання з виділенням пожежонебезпечних побічних продуктів і втратою діелектричних характеристик.

Причиною виникнення пожежі в силових і високовольтних анодних трансформаторах є короткі замикання оголених дротів, погані контакти на клеммах і погіршення діелектричних властивостей електроізоляційних матеріалів. Внаслідок цього утворюються іскри, спостерігається горіння дротів і прогорання текстолітових плат.

Генератори і електродвигуни мають однакову пожежонебезпеку. Пожежна небезпека електродвигуна полягає в можливості виникнення загоряння на обмотках або клеммах від коротких замикань, а також перевантажень. Пожежна небезпека електродвигунів може бути значно зменшена при правильному виборі та розрахунку апаратів захисту (плавких запобіжників, теплових реле, автоматів). Установка плавких запобіжників і теплових реле із завищеним, а також із заниженим номінальним струмом спрацьовування у багатьох випадках призводить до погіршення працездатності системи електроживлення і збільшення вірогідності загорянь.

Практика показує, що кабельні лінії, які служать для подання електроживлення і передачі електричних сигналів, є найбільш пожежонебезпечним місцем. Майже усі великі пожежі виникали на силових кабельних лініях внаслідок порушення правил їх укладання, експлуатації при підвищеній температурі, що призводило до прискорення старіння ізоляції кабелів.

і короткого замикання. Кабель повинен відповідати номінальним параметрам мережі, умовам довкілля, температурному режиму і має бути забезпечений апаратами захисту.

За даними статистики, від короткого замикання в електричних мережах, машинах і апаратах відбувається в середньому 43,3 % пожеж, від займання горючих матеріалів і предметів, що знаходяться у безпосередній близькості від електроспоживачів або тих, що торкаються до них (перегрівання опорних поверхонь) – 33,2 %, при струмових перевантаженнях – 12,3 %; від перегрівання місць з'єднання струмоведучих частин в результаті утворення великих перехідних опорів – 4,6%; від дії на довкілля електричної дуги і електричного іскріння, ланцюгів, що виникають при розриві – 3,3 %; від нагріву конструкцій при переході (винесенні) на них напруги – 3,3 %.

Залежно від виду електрообладнання, пожежі виникають від електропроводок – 41 % в тому числі 29 % від освітлювальних і 12 % від силових); від електронагрівників приладів – 26,2 %, від електродвигунів – 7,1 %, від світильників – 4,6 %, від радіоприймачів і телевізорів – 3,6 %, від апаратів управління – 3,6 %, кабельних ліній – 2,4 %, від установочних електровиробів (штепсельні з'єднання, вимикачі, патрони, запобіжники) – 2,3 %; від силових трансформаторів – 1,4 %, від інших видів електрообладнання – 7,8 %.

### 3.9 Підйомно-транспортні роботи

Підйомно-транспортні роботи цехів машинобудівних заводів дуже різноманітні [2; 4; 27–29; 39; 57]. Підйомно-транспортні засоби дуже різноманітні. Вони включають прості пристрої (блоки, ручні лебідки, домкрати) і підйомно-транспортні машини (транспортуючі і вантажопідйомні машини). До транспортуючих пристроїв відносяться: пневматичні і гідравлічні пристрої, стрічкові, ланцюгові, гвинтові і роликові конвеєри, вагонетки, автомашини, автокари і тому подібне. До вантажопідйомних машин відносяться підйомники і крани. Аналіз травматизму показав, що велика частина нещасних випадків доводиться на роботи, на яких використовуються вантажопідйомні машини.

Відповідно до ГОСТ 12.3.033–84 «Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации» при експлуатації підйомно-транспортного обладнання на робітниках можуть впливати наступні фактори:

- машини, що рухаються, їх робочі органи і частини, а також виробни, конструкції, матеріали, що переміщуються машинами;
- ґрунти і гірські породи, що обриваються;
- конструкції машин, що руйнуються;
- підвищена загазованість, запиленість і вологість повітря робочої зони;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги);

- підвищена або понижена температура повітря на робочому місці;
- підвищена швидкість повітря в робочій зоні машини;
- підвищений рівень вібрації на робочому місці;
- підвищений рівень шуму в робочій зоні;
- недостатня видимість робочої зони з кабіни машиніста;
- фізичне і нервово–психічне перевантаження машиніста.

Відповідно до «Правил устро́йства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов» може виникнути велика кількість небезпек, пов'язаних з експлуатацією вантажопідйомних кранів і машин.

Основні види небезпеки, небезпечних ситуацій і небезпечних випадків, які можуть виникнути під час нормальної експлуатації і у разі порушення умов нормальної експлуатації вантажопідйомних кранів і машин, вантажозахоплюючих пристроїв, тари і які представляють небезпеку для обслуговуючого і ремонтного персоналу:

- механічні види небезпеки, пов'язані з підйомними операціями вантажопідйомними кранами і машинами, вантажозахоплюючими пристроями, тарою;

- механічні види небезпеки, пов'язані із складовими частинами вантажопідйомних кранів і машин, вантажозахоплюючих пристроїв, тари і люльок, з переміщуваними вантажами;

- електричні види небезпеки;
- термічні види небезпеки;
- небезпека, викликана шумом;
- небезпека, викликана вібрацією;
- небезпека, викликана шкідливими речовинами (і їх компонентами), які використовує або виділяє працюючий кран, а також переміщувані вантажі;

- небезпека, викликана зневагою ергономічних вимог і принципів під час розробки машин;

- небезпека, викликана несподіваним пуском, несподіваним перевищенням швидкості і т. п.;

- небезпека, викликана помилками (дефектами) під час установки або монтажу крану або машини;

- небезпека, викликана поломками під час роботи;
- небезпека, викликана предметами (інструмент, деталі крану, речі обслуговуючого і ремонтного персоналу і т. п.), що падають;

- небезпека, викликана поступальною ходою крану, машини, вантажних візків;

- небезпека, пов'язана з робочим місцем машиніста крану або машини (водія);

- небезпека, пов'язана з системою управління;
- небезпека, пов'язана з джерелами і передачею енергії;
- небезпека, пов'язана з третіми особами;
- небезпека, пов'язана з несприятливими природними факторами;
- небезпека, пов'язана з недостатньо повною інструкцією з експлуатації установки і інструкцією з охорони праці для машиніста.

Характеристика небезпек, що виникають під час експлуатації вантажопідійомних кранів і машин приведена в таблиці 3.30

Згідно з приведеним переліком виробничих факторів при проведенні підйомно-транспортних робіт завжди є в наявності фізичні і психофізіологічні фактори. Хімічні фактори можуть проявлятися за певних умов. Біологічні фактори не є характерними для цього виду робіт.

Детальний перелік видів небезпеки, що виникають за нормальних і аварійних умов експлуатації обладнання, дозволяє вибрати виробничі фактори, характерні для конкретного виду обладнання.

Розглянемо основні **небезпечні фізичні фактори**. Головним небезпечним фактором є те, що підйомно-транспортні машини (ПТМ) і інші транспортні засоби мають безліч механізмів і частин обладнання, що обертаються і рухаються. Кількість травм, пов'язаних з цим фактором, складає від 18 до 21 % загальної кількості травм, пов'язаних з експлуатацією ПТМ і інших транспортних механізмів.

Аналіз виробничого травматизму, пов'язаного з експлуатацією ПТМ, показує, що аварії і нещасні випадки відбуваються найчастіше через порушення правил безпеки і експлуатації. Найбільша кількість важких травм відбувається при переміщенні вантажів, передусім, через строповки вантажу або через неузгоджені дії кранівника і стропальника.

Небезпечним фактором, на який слід звернути увагу, є також вантаж, що піднімається або переміщується. Вантаж може виявитися причиною травмування навіть і без здійснення помилкових дій, при використанні справних строп і правильній строповці.

При експлуатації і ремонті, оглядах, чищеннях обладнання крану обслуговуючому персоналу доводиться працювати на висоті, що є небезпечним фактором і в певних ситуаціях призводить до нещасних випадків.

Тяжкі нещасні випадки відбуваються при падінні веж і деяких стріловидних кранів. Це можливо при перевантаженні крану або падінні крану у кінці підкранової колії через відсутність обмежувача руху і тупикових упорів.

Небезпечні фактори також можуть виникнути і привести до нещасних випадків при огляді і ремонті ПТМ і транспортного обладнання через неправильну організацію цих робіт, недостатню кваліфікацію і навчання працівників, порушення встановлених правил.

Більшість ПТМ і механізмів працюють з використанням електричної енергії, тому електричний струм також є небезпечним виробничим фактором. Електротравми можуть виникнути з появою небезпечної напруги на корпусах обладнання, при дотику з елементами обладнання струмопровідних дротів, при роботі ПТМ біля ліній високої напруги.

При експлуатації екскаваторів може статися втрата стійкості машини або мимовільне зміщення екскаватора в котловані, траншеї, кар'єрі. Втрата стійкості можлива також при роботі кранів веж через зміну ухилу рейкового шляху при відтаванні земляного полотна або його розмиву атмосферними опадами.

Таблиця 3.30 – Характеристика небезпек, що виникають під час експлуатації вантажопідйомних кранів і машин

| Вид небезпеки                                                                                     | Характеристика небезпек, їх причини                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Механічні види небезпеки, пов'язані з підйомними операціями, вантажопідйомними кранами і машинами | Падіння вантажу, зіткнення, перекидання крану (машини) внаслідок: <ul style="list-style-type: none"> <li>– недостатньої стійкості крану або машини;</li> <li>– неконтрольованого завантаження, перевантаження, перевищення перекидного вантажного моменту;</li> <li>– неконтрольованої амплітуди руху механізмів і складових частин крану;</li> <li>– несподіваного або непередбаченого руху вантажу;</li> <li>– невідповідних вантажозахоплюючих органів, пристроїв і тари;</li> <li>– зіткнення декількох кранів або машин</li> </ul>                                                                                   |
|                                                                                                   | Доступ працівників до вантажозахоплюючих органів, пристроїв, тари і люльок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                   | Схід крану або машини з рейок                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                   | Недостатня механічна міцність складових частин і деталей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                   | Невідповідна конструкція шківів і барабанів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                   | Неправильний вибір ланцюгів, канатів, вантажозахоплюючих органів, пристроїв, тари і люльок і їх неправильна установка (навішування) на кран або машину                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                   | Неконтрольоване опускання вантажу механізмом з фрикційним гальмом                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                   | Невідповідні умови для установки, монтажу, демонтажу, наладки, випробування, експлуатації, ремонту, реконструкції і модернізації                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                   | Дія вантажу на працівників (завдання удару вантажем або противагою)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Механічні види небезпеки, пов'язані із складовими частинами вантажо-підйомних кранів і машин      | Обумовлені, наприклад формою, місцем установки, масою і стійкістю, масою і швидкістю, прискоренням, недостатньою механічною міцністю, яка може привести до небезпечних поломок або до руйнувань, накопиченням енергії усередині вантажопідйомного крану або машини, порушенням безпечних відстаней в результаті чого може статися: стискування; поріз; розриви або відсікання; намотування, втягування або захоплення частин одягу і тому подібне; удар; укол або проколювання; розбризкування рідини під високим тиском; втрата стійкості елементів; ковзання, спотикання або падіння (на крані або з крану) працівників |

Продовження таблиці 3.30

| Вид небезпеки                              | Характеристика небезпек, їх причини                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | Що відбуваються з причини:                                                                                                                                                                                                                                     |
| Електричні види небезпек                   | – контакту працівників з частинами, які зазвичай знаходяться під напругою (прямий контакт)                                                                                                                                                                     |
|                                            | – контакту працівників з частинами, які знаходяться під напругою при несправності (непрямий контакт)                                                                                                                                                           |
|                                            | – наближення працівників до частин, які знаходяться під високою напругою                                                                                                                                                                                       |
|                                            | – невідповідність ізоляції для передбачених умов використання                                                                                                                                                                                                  |
|                                            | – електростатичних процесів, наприклад контакту працівників з електрично зарядженими частинами                                                                                                                                                                 |
|                                            | – термічного випромінювання або таких процесів, як розбризкування розплавлених речовин, хімічних процесів під час коротких замикань, перевантажень і тому подібне                                                                                              |
| Термічні види небезпеки                    | – удару блискавки                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                            | Контакт працівників з предметами або матеріалами з дуже високою або низькою температурою                                                                                                                                                                       |
|                                            | Викликані: – полум'ям або вибухом                                                                                                                                                                                                                              |
|                                            | – випромінюванням джерел тепла                                                                                                                                                                                                                                 |
| Небезпека, викликана шумом                 | – роботою в гарячому або холодному виробничому середовищі                                                                                                                                                                                                      |
|                                            | Що призводить до: тривалих порушень гостроти слуху; дзвону у вухах; втоми, стресу і тому подібного; інших наслідків, наприклад, до порушень рівноваги, послаблення уваги і тому подібного; погіршенню мовних комунікацій, акустичних сигналів і тому подібного |
| Небезпека, викликана вібрацією             | Що призводить до значних порушень здоров'я (збій судинної і нервової систем, порушення кровообігу, хвороби суглобів і тому подібне)                                                                                                                            |
| Небезпека, викликана шкідливими речовинами | Виникає внаслідок вдихання, заковтування обслуговуючим і ремонтним персоналом шкідливих для здоров'я рідин, газів, аерозолів, пари і пилу, а також їх контакту з шкірою, очима і слизовою оболонкою, проникнення через шкіряний покрив                         |
|                                            | Виникає внаслідок пожежо- і вибухонебезпеки                                                                                                                                                                                                                    |

Продовження таблиці 3.30

| Вид небезпеки                                                                         | Характеристика небезпек, їх причини                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Небезпека, викликана відсутністю обліку ергономічних вимог                            | Незручна або надмірна робоча поза чи така, що повторює фізичні навантаження на організм працівника                                                                                            |
|                                                                                       | Зневага засобами індивідуального захисту                                                                                                                                                      |
|                                                                                       | Недостатнє місцеве освітлення                                                                                                                                                                 |
|                                                                                       | Розумове перевантаження, стрес і т. п., що виникають під час робочого процесу, процесу контролю роботи крану чи машини, або технічного обслуговування в межах їх використання за призначенням |
|                                                                                       | Помилки, неправильна поведінка працівника                                                                                                                                                     |
|                                                                                       | Незручна конструкція, розміщення або маркування елементів управління                                                                                                                          |
|                                                                                       | Незручна конструкція або розміщення приладів контролю                                                                                                                                         |
| Небезпека, викликана несподіваним пуском, несподіваним перевищенням швидкості і т. п. | Вихід з ладу або порушення в роботі системи управління                                                                                                                                        |
|                                                                                       | Припинення подання енергії і відновлення енергопостачання після перерви                                                                                                                       |
|                                                                                       | Зовнішній вплив на електрообладнання                                                                                                                                                          |
|                                                                                       | Інші зовнішні впливи (сила ваги, вітер і тому подібне)                                                                                                                                        |
|                                                                                       | Помилки в програмному забезпеченні                                                                                                                                                            |
|                                                                                       | Помилки машиніста крану або машини (через недостатню відповідність крану або машини здібностям і навичкам машиніста)                                                                          |
| Небезпека, викликана помилками                                                        | Помилки (дефекти) під час установки або монтажу крану або машини                                                                                                                              |
| Небезпека, викликана поломками під час роботи                                         | Втомне руйнування                                                                                                                                                                             |
|                                                                                       | Неприпустима величина деформації                                                                                                                                                              |
|                                                                                       | Критичне спрацювання                                                                                                                                                                          |
|                                                                                       | Корозія                                                                                                                                                                                       |
| Небезпека, викликана падінням                                                         | Предмети, що падають: інструмент, деталі крану, речі обслуговуючого і ремонтного персоналу і т. п.                                                                                            |



Продовження таблиці 3.30

| Вид небезпеки                                                          | Характеристика небезпек, їх причини                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Небезпека, викликана поступальною ходю крану, машини, вантажних візків | Рух під час запуску двигуна                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                        | Рух за відсутності машиніста на своєму місці                                                                                                                                                                                        |
|                                                                        | Рух за відсутності надійного закріплення усіх складових частин, деталей                                                                                                                                                             |
|                                                                        | Занадто висока швидкість крану, машини, вантажного візка, які управляються з підлоги                                                                                                                                                |
|                                                                        | Занадто високі коливання (крану, вантажу) під час руху                                                                                                                                                                              |
|                                                                        | Недостатня здатність крану або машини до уповільнення, виключення, зупинки і утримання                                                                                                                                              |
| Небезпека, пов'язана з робочим місцем машиніста                        | Падіння під час спроби зайняти або покинути робоче місце                                                                                                                                                                            |
|                                                                        | Викид газів або брак кисню на робочому місці                                                                                                                                                                                        |
|                                                                        | Пожежа (займистість кабіни, недолік засобів пожежогасіння)                                                                                                                                                                          |
|                                                                        | Механічні види небезпеки на робочому місці (контакт з колесами, наїзд, падіння предметів, проникнення предметів, поломка деталей, які обертаються з високою швидкістю, контакт працівників із складовими частинами, деталями крану) |
|                                                                        | Недостатній огляд з робочого місця                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                        | Невідповідне освітлення                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                        | Незручне місце для сидіння                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                        | Шум на робочому місці                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                        | Вібрація на робочому місці                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                        | Недостатні можливості евакуації або аварійного виходу                                                                                                                                                                               |
| Небезпека, пов'язана з системою управління                             | Неправильне розміщення органів управління                                                                                                                                                                                           |
|                                                                        | Неправильна конструкція органів управління і неправильний режим їх роботи                                                                                                                                                           |
| Небезпека, пов'язана з джерелами і передачею енергії                   | Небезпека, пов'язана з двигуном і акумулятором                                                                                                                                                                                      |
|                                                                        | Небезпека, пов'язана з передачею енергії між обладнанням крану або машини                                                                                                                                                           |
|                                                                        | Небезпека, пов'язана із з'єднаннями і буксуванням                                                                                                                                                                                   |

Продовження таблиці 3.30

| Вид небезпеки                                              | Характеристики небезпек, їх причини                                               |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Небезпека, пов'язана з третіми особами                     | Несанкціонований запуск або експлуатація                                          |
|                                                            | Відсутність або невідповідність візуальних або звукових попереджувальних сигналів |
| Небезпека, пов'язана з несприятливими природними факторами | Вітрове навантаження                                                              |
|                                                            | Снігове навантаження                                                              |
|                                                            | Ожеледиця, обмерзання                                                             |
|                                                            | Сейсмічне навантаження                                                            |
|                                                            | Грозові електричні розряди                                                        |
| Небезпека, пов'язана з документацією                       | Недостатньо повна інструкція з експлуатації установки                             |
|                                                            | Недостатньо повна інструкція з охорони праці для машиніста                        |

Прогумована транспортна стрічка є пожежонебезпечним матеріалом. При її займанні і горінні утворюється велика кількість шкідливих продуктів горіння, що в умовах, наприклад, підземних робіт може привести до отруєння людей через неможливість їх швидкої евакуації зі задимлених зон.

При аналізі небезпечних виробничих факторів необхідно враховувати наявність робочої і небезпечної зон машини.

Робоча зона машини – простір, в якому здійснюється переміщення машини і її робочого органу в процесі роботи.

Небезпечна зона машини – простір, в межах якого постійно діють або потенційно можуть діяти небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що виникають в процесі експлуатації машин.

**Шкідливі виробничі фактори.** Дія шкідливих фізичних виробничих факторів при роботі ПТМ і інших транспортних механізмів визначається як характеристиками самого обладнання, так і характеристиками середовища, в якому працюють ці механізми. Тому, при освітленні цього питання необхідно також приділити увагу умовам, в яких експлуатуватиметься це обладнання, оскільки умови довкілля досить вагомо впливають на робітників, які обслуговують це обладнання.

Шум, який створює підйомно-транспортне обладнання, як правило, лежить в межах нормативних значень, проте це обладнання може використовуватися в цехах, де високий рівень шуму створюється технологічним процесом. Це характерно, наприклад, для ковальсько-пресових цехів, де рівні шуму значно перевищують нормативи, а застосовувати засоби індивідуального захисту від шуму кранівники не можуть через специфіку їх роботи.

Негативно впливати на працюючий можуть метеорологічні умови, які відрізняються від нормативів, – перегрівання організму при високих і переохолодження – при низьких температурах. Переохолодження можливе при роботі в зимовий час на кранах веж, а перегрів – при роботі на різних металургійних виробництвах. У гарячих цехах на робочих місцях на рівні підлоги градієнт температури складає 1–1,5°C. Тому в кабіні крану на висоті 12–18 м температура найчастіше перевищує 40–45°C.

Збільшення концентрації шкідливих газів і пари зі збільшенням висоти спостерігається в металургійних цехах, хімічних виробництвах, термічних цехах. Робота з матеріалами, що пилять, призводить до перевищення ГДК за змістом пилю. Це відноситься до роботи екскаваторів, навантажувачів грейферів, транспортуванню вугілля і порожньої породи стрічковими конвеєрами і т. п.

Наприклад, якщо підйомно-транспортне обладнання буде експлуатуватись в ливарних цехах, особливу увагу слід приділити небезпечним і

шкідливим виробничим факторам цих цехів. У ливарних цехах основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами є: пил, пари і газы, надмірна теплота, підвищений рівень шуму, вібрації, електромагнітні випромінювання.

**Психофізіологічні виробничі фактори.** Управління транспортними механізмами пов'язане з підвищеною напругою зорових аналізаторів. Тому при експлуатації підйомно-транспортного обладнання необхідно значну увагу приділяти не лише місцевому освітленню (кабіна машиніста, шлях управління та ін.), а й освітленню усієї зони роботи обладнання.

Робота обслуговуючого персоналу вимагає постійної підвищеної уваги. Тому в процесі трудової діяльності виникає закономірний процес – стомлення. Встановлено, що навіть при незначних фізичних навантаженнях, але при роботі з підвищеною відповідальністю за результати роботи спостерігається підвищена збуджуваність нервової системи, постійна нервова напруга. Це призводить до стомлення усього організму, слідством чого є зниження уваги і працездатності людини, що може привести до виконання помилкових дій.

Перераховані фактори не вичерпують усіх небезпек і шкідливостей, що виникають в умовах виробництва. Тому при аналізі умов роботи необхідно орієнтуватися на конкретний технологічний процес. Дані за характеристикою середовища, в якій працюють машини і механізми приведені в розділах 3.1 – 3.7.

### **3.10 Автоматизовані і роботизовані виробництва**

Автоматизація і роботизація знайшли широке застосування в цехах з важкими і шкідливими умовами праці. Промислові роботи (ПР), роботизовані технологічні комплекси (РТК), роботизовані технологічні ділянки (РТД), гнучкі виробничі системи (ГВС) – це більш досконалий етап в комплексній автоматизації виробництва. Інтеграція двох сфер (автоматизації обробки інформації і автоматизації технологічних виробництв) призвела до появи нового напрямку, що дістав назву гнучких автоматизованих виробництв (ГАВ). ГАВ – це автоматизоване виробництво, призначене для випуску дрібносерійної продукції різноманітної номенклатури у виробничих умовах, що швидко змінюються, з частою зміною номенклатури готової продукції. ГАВ реалізується за допомогою гнучких виробничих систем, до складу яких входять виробничі модулі і гнучкі автоматизовані лінії. Особ-

ливості умов праці в автоматизованих і роботизованих виробництвах добре висвітлені в літературі [2; 15; 44; 55].

Накопичений у світі досвід автоматизації і роботизації виробничих процесів показує, що проблеми безпеки ще повністю не вирішені. Обстеження 4341 роботизованих робочих місць в Японії показало, що на кожні 100 РТК доводиться: не менше чотирьох нещасних випадків в рік, у тому числі не менш одного – із смертельних результатом; 3 % персоналу, обслуговуючого РТК, знаходиться в небезпечних і критичних ситуаціях. Основними видами травм на роботизованих підприємствах є травми пальців (33 %), рук (1 %), голови (16 %), спини (11 %), плечей (6 %), ніг (6 %), шиї (3 %), щелеп (3 %), перелом ребер (3 %). За даними фахівців, 38,1 % нещасних випадків відбувається в результаті помилкових дій людини, 61,9 % – в результаті відмов в роботі і некерованих дій виконавчих механізмів роботів.

Науково-технічний прогрес, полегшуючи працю, підвищуючи її продуктивність і безпеку, не виключає повністю проблеми охорони праці і захисту довкілля. Це обумовлено наявністю об'єктивних і суб'єктивних факторів:

- створенням виробничих одиниць великої потужності, ростом об'ємів виробництв і, отже, збільшенням кількості шкідливих речовин, що надходять у виробниче середовище;
- інтенсифікацією виробничих процесів і, отже, прискоренням ритму виробництва;
- підвищенням складності обладнання;
- появою нових шкідливих і небезпечних виробничих факторів;
- збільшенням об'єму інформації, що поступає для сприйняття в одиницю часу;
- відставанням темпів підвищення кваліфікації персоналу від темпів впровадження нової техніки;
- відставанням термінів впровадження нових правил техніки безпеки від термінів впровадження нового обладнання;
- недостатньою інформацією про небезпечні і шкідливі фактори і методи попередження їх виникнення;
- монотонністю праці і зростанням гіподинамічних навантажень.

Застосування в промисловості автоматів і роботів змінює зміст роботи людини, зменшує ручну некваліфіковану працю, покращує умови праці і дозволяє вивільняти і направляти на більш престижні роботи значну кількість робітників. Автомати і роботи знижують травматизм на підприємствах. Але при їх роботі можлива дія на працюючих нових фізичних небезпечних виробничих факторів: рухливих пристроїв автоматів і роботів і ма-

теріалу (виробів, заготовок, інструменту і т. п.), що пересувається (що рухається).

Головними причинами, що формують небезпечні, критичні і аварійні ситуації при експлуатації ПР, РТК, РТД, ГВС, згідно ГОСТ 12.2.072–82 є:

- непередбачені рухи виконавчих пристроїв промислових роботів при наладці, ремонті, під час навчання і виконання програми, що управляє;
- раптова відмова в роботі промислового робота або технологічного обладнання, спільно з яким він працює;
- помилкові (неумисні) дії оператора або наладчика під час наладки і ремонту при роботі в автоматичному режимі;
- доступ людини в робочий простір робота, що функціонує в режимі виконання програми;
- порушення умов експлуатації промислового робота або роботизованого технологічного комплексу;
- порушення вимог ергономіки і безпеки праці при плануванні комплексу і ділянки.

Встановлено, що найбільш травмонебезпечною ситуацією є прямий контакт людини з машиною, коли людина виконує такі операції, як перепрограмування, наладка і ремонт, установка, зняття інструменту, монтаж, змащування або чищення, виявлення причин і усунення несправностей. Найбільшому ризику бути травмованими при виконанні вище перелічених операцій піддаються працівники наступних професій: слюсарі–монтажники, збирачі, електротехніки, наладчики, майстри.

Характеристика небезпек і шкідливостей на різних етапах експлуатації роботизованих виробництв приведена в таблиці 3.31.

При проектуванні систем управління автоматизованих і роботизованих виробництв необхідно враховувати можливість виникнення наступних видів небезпек:

- небезпеки, пов'язані з системою управління;
- небезпеки, викликані несподіваним збоєм системи управління;
- небезпеки, пов'язані з відсутністю обліку ергономічних вимог і принципів.

До небезпек, пов'язаних з системою управління відносять :

- неправильний вибір типу і кількості засобів відображення інформації (ЗВІ);
- неправильна конструкція органів управління і неправильний режим їх роботи;
- неправильне розміщення органів управління і ЗВІ.

Розглянемо небезпеки, викликані несподіваним збоєм роботи системи управління. Збій роботи системи управління може статися внаслідок наступних подій:

- вихід з ладу або порушення в роботі елементів системи управління;
- припинення подання енергії і відновлення енергопостачання після перерви;
- зовнішній вплив на обладнання;
- помилки в програмному забезпеченні;
- помилки оператора.

До небезпек, пов'язаних з відсутністю обліку ергономічних вимог і принципів, відносять:

- незручну робочу позу, надмірні або такі, що повторюються фізичні навантаження на організм оператора;
- недостатній огляд з пульта управління;
- незручна конструкція, розміщення або маркування елементів управління;
- незручна конструкція або розміщення приладів контролю;
- недостатнє освітлення;
- підвищений рівень шуму і вібрації на робочому місці;
- зневага засобами індивідуального захисту;
- розумове перевантаження, стрес і т. п., що виникають під час робочого процесу, процесу контролю роботи системи управління;
- помилки, неправильна поведінка оператора.

Аналіз і правильне використання відомостей про розподіл, динаміку і причини виробничого травматизму при експлуатації автоматичних ліній, ПР, РТК і РТД дозволяють уникнути повторення помилок при проектуванні, створенні і експлуатації нових автоматичних ліній, комплексів і виробництв.

### **3.11 Робота на ПЕОМ**

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів при роботі на ПЕОМ необхідно проводити за наступною схемою:

- перелік небезпечних і шкідливих виробничих факторів (фізичних, хімічних, біологічних і психофізіологічних);
- аналіз (на основі даних літературних джерел) можливих порушень здоров'я користувачів ПЕОМ;

- опис умов праці на конкретному робітнику відповідно до варіанту завдання (додаток А);
- кількісна оцінка умов праці на робочому місці.

Розглянемо виробничі фактори, що впливають на користувачів ПЕОМ. На користувача ПЕОМ впливають різні групи факторів трудового середовища [15; 19; 44]:

- фактори виробничого середовища;
- фактори трудового процесу (важкість і напруженість праці);
- внутрішні засоби діяльності (виробничий досвід людини, його функціональний стан);
- зовнішні засоби діяльності (робоче місце, пульт управління, засоби відображення інформації, основне і допоміжне обладнання);
- соціально-психологічні аспекти трудових взаємовідносин.

Специфіка використання ПЕОМ полягає в тому, що в процесі діалогу людини і машини користувач сприймає інтелектуальну машину як рівноправного співрозмовника. Тому виникає багато абсолютно нових психологічних і психофізіологічних проблем, суть яких треба враховувати при проектуванні трудового процесу. Іншою особливістю є значне інформаційне навантаження. Значне навантаження на центральну нервову і зорову системи викликає підвищення нервово-емоційної напруги, і, як наслідок, негативно впливає на серцево-судинну систему. Важливою стороною функціонування організму користувача ПЕОМ є вплив на нього комплексу факторів трудового середовища, що включають дію електромагнітних хвиль різних частотних діапазонів, статичної електрики, шуму, мікрокліматичних факторів та ін. Дія цього специфічного комплексу може негативно вплинути на здоров'я людини. При роботах з використанням комп'ютерів виникає цілий ряд ергономічних проблем, рішення яких може значно зменшити навантаження. В цьому випадку маються на увазі тільки питання конструювання робочого місця користувача і не охоплюються питання формування раціонально побудованих символів на екрані і інших, зміна яких можлива тільки при конструюванні нової техніки.



Таблиця 3.31 – Різновиди енергії і пов'язані з ними небезпечні і шкідливі фактори на різних етапах експлуатації роботизованих виробництв

| Вид енергії                       | Вид впливу                      | Етапи експлуатації       |                        |               |              |                           |                           |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
|                                   |                                 | Транспортування і монтаж | Складання і підготовка | Програмування | Випробування | Пусконаладжувальні роботи | Автоматичний режим роботи |
| Механічна енергія                 |                                 |                          |                        |               |              |                           |                           |
| – потенційна енергія              | Удар робота                     | +                        | +                      |               |              | +                         |                           |
|                                   | Падіння робота                  | +                        | +                      | +             | +            | +                         | +                         |
|                                   | Переверстування робота          | +                        |                        |               | +            |                           | +                         |
| – кінетична енергія               | Удар по деталі                  |                          |                        | +             | +            | +                         | +                         |
|                                   | Зіткнення з рушійним ПР         |                          |                        | +             | +            | +                         | +                         |
|                                   | Затиск між ПР і обладнанням     |                          |                        | +             | +            | +                         | +                         |
| Електрична енергія                | Поразка електричним струмом     |                          |                        | +             | +            | +                         | +                         |
| Енергія стислого повітря і рідини | Вибух магістралі                |                          |                        | +             | +            | +                         | +                         |
| Хімічна і фізична енергія         | Вибух                           |                          |                        | +             | +            | +                         | +                         |
|                                   | Контакт з шкідливими речовинами |                          |                        | +             | +            | +                         | +                         |
|                                   | Шум                             |                          |                        | +             | +            | +                         | +                         |
|                                   | Вібрація                        |                          |                        |               | +            |                           | +                         |
| Теплова енергія                   | Опіки                           |                          |                        | +             | +            | +                         | +                         |
|                                   | Переохолодження                 |                          |                        | +             | +            | +                         | +                         |

Робота користувача ЕОМ найчастіше проходить при активній взаємодії з іншими людьми. Тому виникають питання міжособових взаємовідносин, що включають як психологічні, так і соціально-психологічні аспекти. Таким чином, на користувача ЕОМ впливають 4 групи факторів трудового середовища: фізичні, ергономічні, інформаційні і соціально-психологічні.

При роботі на ПЕОМ існує можливість дії наступних небезпечних виробничих факторів:

- можливість виникнення пожеж;
- дія електричного струму;
- можливість механічного травмування (падіння, забиття);
- опіки в результаті випадкового контакту з гарячими поверхнями усередині лазерного принтера.

В процесі роботи на користувача ПЕОМ впливають наступні шкідливі фізичні виробничі фактори:

- підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищені рівні запиленості повітря робочої зони;
- підвищений вміст позитивних і негативних іонів в повітрі;
- знижена або підвищена вологість і рухливість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму;
- підвищений або знижений рівень освітленості;
- нераціональна організація освітлення робочого місця (підвищений рівень прямої і відбитої блискучості, підвищений рівень засліплення, нерівномірність розподілу яскравості в полі зору, підвищена яскравість світлового зображення, підвищений рівень пульсації світлового потоку).

Хімічні виробничі фактори визначаються характеристикою відповідного робочого оточення. Контакт з речовинами, специфічними для робочих місць з ПЕОМ (тонер, озон при роботі лазерних принтерів) в правильно провітрюваних приміщеннях нижче граничного рівня і не представляє небезпеки, проте він може стати небезпечним в погано вентильованому приміщенні, в якому розташовано декілька лазерних принтерів і копіювальних машин.

До психофізіологічних виробничих факторів відносяться:

- напруга зору;
- напруга уваги;
- інтелектуальні і емоційні навантаження;
- тривалі статичні навантаження;
- монотонність праці;
- великі інформаційні навантаження;
- нераціональна організація робочого місця (ергономічні фактори).

Вірогідність дії біологічних факторів (підвищений вміст в повітрі робочої зони мікроорганізмів) зростає в переповнених і неправильно вентильованих приміщеннях.

Користувачі ПЕОМ в основному піддаються дії фізичних і психофізіологічних виробничих факторів. Перелік шкідливих виробничих факторів при роботі на ПЕОМ (залежно від використовуваного обладнання) приведений в таблиці 3.32. Фактори, які проявляються лише при не виконанні норм за об'ємом і площею на одно робоче місце (зміст пилу в повітрі, невідповідні параметри мікроклімату) в таблиці не розглядаються.

Розглянемо вплив виробничих факторів на працездатність і здоров'я користувачів ПЕОМ.

Комп'ютер є джерелом електромагнітних полів (ЕМП) в діапазоні від 3 Гц до 300 МГц, які можуть бути розділені за їх фізичними властивостями на електростатичне, змінне електричне і змінне магнітне. ПЕОМ є джерелом декількох видів електромагнітних полів і випромінювань: м'якого рентгенівського, ультрафіолетового, інфрачервоного, видимого, низькочастотного, над низькочастотного і високочастотного (таблиця 3.33).

*Таблиця 3.32 – Найбільш характерні шкідливі виробничі фактори при роботі на ПОВМ*

| Характеристика шкідливості               | Тип обладнання  |         |    |          |          |
|------------------------------------------|-----------------|---------|----|----------|----------|
|                                          | Систем-ний блок | Монітор |    | Прин-тер | Ноу-тбук |
|                                          |                 | ЕЛТ     | ЖК |          |          |
| Фізичні фактори                          |                 |         |    |          |          |
| Електромагнітне випромінювання           | +               | +       |    | +        |          |
| Статична електрика                       |                 | +       |    |          |          |
| Іонізація повітря                        |                 | +       |    |          |          |
| Підвищений рівень шуму                   | +               |         |    | +        |          |
| Нераціональне освітлення                 |                 | +       | +  |          | +        |
| Психофізіологічні фактори                |                 |         |    |          |          |
| Напруження зору і уваги                  |                 | +       | +  |          | +        |
| Інтелектуальні й емоційні наванта-ження  |                 | +       | +  |          | +        |
| Тривалі статичні навантаження            |                 |         |    |          | +        |
| Інформаційні навантаження                |                 | +       | +  | +        | +        |
| Нераціональна організація робочого місця | +               | +       | +  | +        | +        |

Основним джерелом електростатичного поля (ЕСП) є позитивний потенціал, що подається на внутрішню поверхню екрану для прискорення електронного променя. ЕСП утворюється за рахунок різниці потенціалів екрану монітора і людини. На його величину істотно впливають потенціали навколишніх предметів і вологість повітря (при вологості вище 50 %

ЕСП практично відсутнє). Напруженість поля може коливатися від 8 до 75 кВ/м. Помітний вклад в загальне ЕСП вносять клавіатури, що електризуються від тертя поверхні, і миші.

ЕМП негативно впливають на центральну нервову систему, викликаючи головні болі, запаморочення, нудоту, депресію, безсоння, відсутність апетиту, виникнення синдрому стресу. Низькочастотне ЕМП може стати причиною шкірних захворювань (вугровий висип, екзема, рожевий лишай та ін.), хвороб серцево-судинної системи і кишково-шлункового тракту; воно впливає на білі кров'яні тільця, що призводить до виникнення пухлин, у тому числі і злоякісних. Електростатичне поле великої напруженості здатне змінювати і переривати клітинний розвиток, а також викликати катаракту з подальшим помутнінням кришталика.

*Таблиця 3.33 – Джерела ЕМВ персонального комп'ютера*

| Джерело                                |                                                                     | Діапазон частот   |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Монітор                                | Мережевий випрямляч блоку живлення                                  | 50 Гц             |
|                                        | Статичний перетворювач напруги в імпульсному блоці живлення         | 20–100 кГц        |
|                                        | Блок кадрової розгортки і синхронізації                             | 48–160 Гц         |
|                                        | Блок рядкової розгортки і синхронізації                             | 15–110 кГц        |
|                                        | Прискорююче анодне напруження монітора (тільки для моніторів з ЕПТ) | –                 |
| Системний блок (процесор)              |                                                                     | 50 Гц–3000 МГц    |
| Пристрої введення/виведення інформації |                                                                     | 0 Гц, 38 кГц      |
| Джерела безперебійного живлення        |                                                                     | 50 Гц, 20–100 кГц |

Робота на ПК припускає візуальне сприйняття відображеної на екрані монітора інформації, тому значному навантаженню піддається зоровий апарат.

Симптоми порушення зору можна умовно розділити на дві групи:

- очні симптоми (біль, роздратування, печіння, червоність, свербіж);
- зорові симптоми (пелена перед очима, двоїння або мигтіння).

За даними ВООЗ очні і зорові порушення спостерігаються у 40–92 % користувачів ПЕОМ час від часу, а у 10–40% – щодня.

Дослідження повітря на робочих місцях з ПОВМ показали також зміну його іонного складу: концентрація негативних іонів знижується (через 3 години роботи наближається до нуля), концентрація позитивних іонів відповідно підвищується. Підвищений вміст позитивних іонів в повітрі негативно впливає на фізичну працездатність, розвиток стомлення, на діяльність серцево-судинної системи, бронхо-легеневого апарату, вегетативної нервової системи. В той же час відмічений сприятливий вплив негативних іонів.

При роботі в положенні сидячи більшість груп м'язів знаходяться в постійній напрузі, що призводить до швидкої стомлюваності, сприяє розвитку професійних патологічних вигинів хребта. Неправильне розташування дисплеїв по висоті: занадто низьке, під неправильним кутом – є головною причиною появи сутулості; занадто високе розташування дисплея призводить до тривалої напруги шийного відділу хребта, яке може привести до розвитку остеохондрозу. Ненормальний стан хребта (неправильна осанка, різного роду викривлення, зміщення або деформація міжхребцевих дисків) може стати причиною захворювання усього організму.

Інтенсивна робота з клавіатурою викликає больові відчуття в ліктьових суглобах, передпліччях, зап'ястках, в кистях і пальцях рук. Це може стати джерелом важких професійних захворювань рук. Комплекс цих захворювань дістав загальну назву «Травми повторюваних навантажень (ТПН)». Робота з клавіатурою є причиною 12 професійних захворювань, викликаних рухами, що повторюються. Захворювання, пов'язані з рухами, що повторюються, охоплюють хвороби нервів, м'язів і сухожил'я рук. Найчастіше страждають кисть, зап'ясток і передпліччя, хоча буває, що хвороба зачіпає плечову і шийну області. У операторів комп'ютерів захворювання зазвичай настає в результаті безперервної роботи на незручно або неправильно розташованій клавіатурі. На відміну від серцевих нападів і нападів головного болю ТПН є травмою погіршень здоров'я, що накопичуються. Легкий біль в руці, якщо її вчасно не вилікувати, може зрештою привести до повної інвалідності.

Таким чином, кістково-м'язові порушення у користувачів ПЕОМ в основному пов'язані:

- з нераціональною позою, яка посилюється відсутністю обліку ергономічних вимог;
- з рухами, що повторюються при роботі на клавіатурі або з мишкою;
- з обмеженою загальною руховою активністю (гіподинамією).

При роботі на ПЕОМ нерідко не враховуються психофізіологічні можливості людини, відсутні системи контролю стану його провідних фізіологічних показників. В результаті людина безконтрольно піддається високим інформаційним навантаженням, психоемоційній напрузі, перенапруженню зорової системи. Усе це, повторюючись щодня, призводить до розвитку спочатку функціональних, а потім і соматичних порушень.

До факторів, що впливають на стан здоров'я, відносяться:

- інформаційні перевантаження мозку у поєднанні з постійним дефіцитом часу;
- тривалий дефіцит інформації, що має сигнальне значення;
- постійна зміна прийомів і складності роботи з засобами праці (операційні системи, редактори, бази даних, мови програмування, різноманітні застосовні програми і т. д.);
- екстрені зміни міжособового взаємовпливу, викликані створенням нових мікро- і макроколективів впродовж невеликих відрізків часу;

- порушення біологічних ритмів організму, обумовлене змінними або ненормованими режимами праці;
- умови тривалої інформаційної ізоляції, обумовлені індивідуальним характером праці на ПЕОМ;
- часткова рухова інактивація та ін.

Під впливом цих факторів виникає можливість розвитку інформаційних нервових перенапружень. Високі інформаційні навантаження в умовах дефіциту часу і високої мотивації є причиною розвитку хронічної емоційної напруги. На ранніх етапах вона грає біологічно позитивну роль (мобілізація ресурсів організму), але при тривалій дії веде до виникнення патологічних наслідків. При роботі на ПЕОМ навантаження на різні сенсорні канали перерозподіляється нерівномірно і лягає, як правило, на зір. Напружена зорова робота негативно впливає на функціональний стан органу зору і, як наслідок, на загальний функціональний стан головного мозку. Інформаційний фактор негативно впливає і на серцево-судинну систему і систему кровообігу.

Робота на ПЕОМ пов'язана з дією ряду стресогенних факторів, яка призводить до виникнення фізіологічних, психологічних і поведінкових змін, розладу здоров'я. Психоемоційний стрес сприяє або стає причиною багатьох функціональних порушень і захворювань:

- психосоматичних (психозів, неврозів, порушень сну);
- серцево-судинної системи (аритмії, гіпертонічної хвороби, інфаркту міокарду);
- виразково-дистрофічних поразок шлунково-кишкового тракту;
- зниження імунітету, розвитку схильності до вірусних і багатьох інфекційних захворювань, аутоімунних процесів;
- ревматичних поразок і остеохондрозів;
- онкологічних;
- гормональних розладів і порушень статевих функцій і т. д.

Таким чином, можна виділити наступні основні порушення здоров'я користувачів ПЕВМ :

- зоровий дискомфорт і хвороби органів зору;
- перенапруження опорно-рухової системи;
- розлади ЦНС і хвороби серцево-судинної системи;
- захворювання шкіри;
- порушення репродуктивної функції.

Крім того, виявлений негативний вплив на інші системи організму – зниження імунітету, атеросклероз, аритмія, гіпертонія, інфаркт міокарду, хвороби органів травлення, застійні процеси в області малого тазу та ін.

Порушення здоров'я і захворювання користувачів ПЕОМ є, як правило, результатом дії не якого-небудь окремого фактора, а усього комплексу. Так, ураження шкіри багато авторів зв'язують з наявністю електростатичного поля і дією психоемоційного стресу, гінекологічні порушення – з комплексним впливом електромагнітних полів, стресу, застійних явищ і інших компонентів трудового середовища.

Для якісного проведення аналізу виробничих факторів при роботі на ПЕОМ необхідно враховувати характеристики використовуваного обладнання (таблиця 3.32) і зміст виконуваних робіт.

Для комплексної оцінки впливу умов праці на людину широко використовують методи аналітичної оцінки. Одним з аналітичних показників умов праці є категорія важкості праці. Категорія важкості праці характеризує стан організму людини, який формується під впливом умов праці. Методика проведення кількісної оцінки умов праці приведена в літературі [44] і в додатку П. Приклад розрахунку за цією методикою наведений в розділі 5.10.

#### **4 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ НАПРЯМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ І КОМФОРТНИХ УМОВ ПРАЦІ**

Заходи з охорони праці підрозділяються на заходи по забезпеченню виробничої санітарії і по забезпеченню технічної безпеки. Заходи по виробничій санітарії включають:

- оздоровлення повітря робочої зони;
- організацію освітлення;
- захист від шуму, вібрації і випромінювань.

Заходи по забезпеченню технічної безпеки включають:

- електробезпеку;
- пожежну і вибухову безпеку;
- безпеку обладнання і процесів, у тому числі раціональну організацію робочого місця і питання охорони навколишнього середовища.

Обґрунтування вибору заходів і засобів по забезпеченню безпечних і комфортних умов праці необхідно здійснювати за наступною схемою:

- перелік факторів, що впливають на умови праці;
- оцінка відповідності виробничих факторів нормативним вимогам (з обов'язковою зазначенням нормативно-правових актів);
- оцінка технічної можливості приведення значення фактора до нормативного рівня.

У додатку Б приведений перелік усіх необхідних нормативно-правових актів. У додатках В–Н приведені нормативні значення виробничих факторів. Приклади проведення обґрунтування вибору заходів і засобів по забезпеченню безпечних і комфортних умов праці наведені в розділі 5.

## **5 ПРИКЛАДИ ВИКОНАННЯ РОЗДІЛУ «ОХОРОНА ПРАЦІ» У ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТІ БАКАЛАВРА**

### **5.1 Спеціальності ЛВ і ОЛВ**

Вивчення питань охорони праці в дипломному проекті обумовлене метою науки «Охорона праці», а саме, звести до мінімуму виробничі небезпеки і виробничі шкідливості, створити комфортні і високопродуктивні умови праці на робочих місцях.

Розробка технічних і організаційних заходів, спрямованих на усунення небезпечних виробничих факторів, зниження дії на працюючих шкідливих виробничих факторів, можлива на підставі дослідження потенційно можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів проектного цеху й обладнання, що розробляється.

Відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы, Классификация» усі виробничі фактори діляться на небезпечні і шкідливі. Небезпечний виробничий фактор – це фактор, дія якого на працюючих може привести в певних умовах до травми або різкого погіршення здоров'я. Шкідливий виробничий фактор – це фактор, дія якого на працюючих може привести в певних умовах до підвищення стомлюваності, розвитку професійного захворювання.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються на 4 групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів у ливарному цеху проведений для плавильної, розливної, сумішевиготавлюючої, формувальної, стрижневої та вибивної ділянок.

Небезпечними виробничими факторами в ливарному цеху є:

- бризки розплавленого металу (плавильна та розливна ділянки);
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини;
- транспортні засоби, технологічне і кранове обладнання;
- можливість виникнення пожеж і вибухів.

До шкідливих фізичних виробничих факторів в ливарному цеху відносяться:

- підвищений рівень теплових випромінювань;
- невідповідні параметри мікроклімату;
- підвищений рівень шуму;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищений рівень ультразвуку;
- підвищена напруженість електричного поля;
- підвищена напруженість електромагнітного поля;
- іонізуючі випромінювання.



До шкідливих хімічних виробничих факторів в ливарному цеху відноситься підвищений вміст пилу і газів.

До психофізіологічних шкідливих виробничих факторів в ливарному цеху відносяться:

- висока концентрація уваги при спостереженні за автоматизованими виробничими процесами;
- монотонність праці при обслуговуванні конвеєрних ліній.

Розглянемо перераховані фактори детальніше [2; 11; 12].

Основними джерелами небезпеки поразки електричним струмом в ливарному цеху є електропечі, машини і механізми з електроприводом. Вживане електрообладнання в основному працює під напруги до 1000 В, при використанні електротермічних установок – вище 1000 В.

Ливарний цех оснащений транспортними і вантажопідйомними механізмами, машинами для приготування формувальних і стрижневих сумішей, обладнанням для виготовлення форм і стрижнів, пристроями для вибивання виливок, різноманітними механізмами для фінішних операцій і ін. Виконання будь-якої з операцій на вказаному обладнанні пов'язане з небезпекою травмування обслуговуючого персоналу, що є наслідком наявності небезпечних зон в машинах і механізмах.

Ливарне виробництво по пожежній небезпеці належить до категорії Г – виробництво, пов'язане з негорючими речовинами і матеріалами в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскри, полум'я; з горючими газами, рідинами, твердими речовинами, які спалюються або утилізуються як паливо.

Пожежа може виникнути при взаємодії горючих речовин, окисника і джерел запалення. Окисником є кисень. Джерелами запалення можуть виявитися прилади електроживлення, електричні іскри і дуги, здатні викликати загоряння горючих матеріалів.

Горючі речовини, які представляють пожежну небезпеку в ливарному цеху представлені в таблиці 3.9.

Надмірне виділення тепла здійснюється основним технологічним обладнанням – плавильними агрегатами і складає від 14 до 62 % загальної витрати тепла на розплавлення металу, що відповідає приблизно 3000 МДж, що доводиться на тонну металу, що розплавляється. Тривала дія на людину несприятливих метеорологічних умов різко погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці і часто призводить до різних захворювань.

Найбільші рівні шуму характерні для ділянок формування, вибивання виливок, зачистки, обрубкування. Ультразвук застосовується для обробки рідких розплавів, очищення виливок, а також в установках і системах очищення газів. Для цього використовують генератори з діапазоном частот 18–22 кГц.

Шум знижує продуктивність праці, маскує небезпеку від механізмів, що рухаються, перешкоджає розбірливості мови, призводить до професійної приглухуватості, а при великих рівнях шуму може привести до механічного ушкодження органів слуху.

Джерелами загальної вібрації в ливарному цеху є ударні дії вибивних решіток, пневматичні формувальні, центробіжні і інші машини, що призводять до струсу підлоги і інших конструктивних елементів будівлі, а джерелами локальної вібрації – пневматичні молотки, трамбівки. Характер дії вібрації на людину залежить від діапазону частот коливань, напрямку їх дії, тривалості дії, виду вібрації.

Електромагнітні поля генеруються електротермічними установками для плавки і нагріву металу, сушки форм і стрижнів та ін. Тривала дія електромагнітних полів на різні системи організму людини за наслідками має різноманітні прояви.

Джерела іонізуючих випромінювань застосовують для плавки, виявлення дефектів у виливках, контролю і автоматизації технологічних процесів та ін. При дотриманні правил роботи з цими джерелами і при нормальному режимі роботи небезпеки цей фактор не представляє.

Основними джерелами забруднення повітря пилом, окислом вуглецю, сірчистим ангідридом в ливарному цеху є чавуно- і сталеплавильні агрегати, обладнання сумішевиготавлюючого відділення, сушильні барабани. Основною складовою пилу в ливарному цеху є кремнезем. Пил утворюється при приготуванні і регенерації формувальних і стрижневих сумішей, плавці ливарних сплавів в різних плавильних агрегатах, випуску рідкого металу з печі, позапічній обробці його і заливці у форми, на ділянці вибивання виливків, в процесі обрубкування й очищення литва, при підготовці і транспортуванні початкових сипучих матеріалів.

Шкідливі речовини, які потрапили тим або іншим шляхом в організм людини, можуть викликати отруєння. Розрізняють гострі (короткочасна дія речовини, що поступила в організм в значній кількості) і хронічні отруєння (поступова, тривала дія речовини, що потрапляє в організм малими дозами). В результаті хронічних отруєнь з'являються профзахворювання. Міра отруєння залежить від токсичності речовини, її кількості, часу дії, шляху проникнення, дисперсності, розчинності і інших факторів.

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів дозволяє обґрунтувати вибір заходів і засобів по їх недопущенню.

Основними напрямками забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці в ливарному цеху є:

- забезпечення відповідності чистоти повітря вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- забезпечення відповідності параметрів мікроклімату вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ДСН 3.3.6.042–99 «Державні санітарні норми мікроклімату»;

- забезпечення відповідності освітлення робочої зони вимогам ДБН В.2.5–28–2006 «Природне та штучне освітлення»;
- забезпечення відповідності рівня шуму на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.003–89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037–99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;
- забезпечення відповідності рівня вібрації на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039–99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;
- забезпечення відповідності рівня ультразвуку на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.001–89. ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности.
- забезпечення електробезпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;
- забезпечення відповідності рівня електричних полів на робочому місці вимогам на робочих місцях»;
- забезпечення рівня електромагнітних полів на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.006–84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;
- забезпечення характеристик електростатичних полів на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;
- забезпечення пожежної та вибухової безпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»;
- забезпечення безпеки обладнання у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.0–89 ССБТ «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», НПАОП 40.1–1.32–01 «Правила будови електроустановок. Электрообладнання спеціальних установок»;
- забезпечення безпеки процесів у відповідності з вимогами ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.027–92. ССБТ «Работы литейные. Требования безопасности», ГОСТ 12.3.009–76 ССБТ «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности», НПАОП 27.0–1.01–08 «Правила охорони праці в металургійній промисловості», НПАОП 27.5–1.15–97 «Правила безпеки у ливарному виробництві»;
- забезпечення організації робочого місця у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.049–80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061–81 ССБТ «Оборудование

производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» і ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя».

## 5.2 Спеціальності ТМ і ІВ

Розглянемо умови праці в механоскладальному цеху, який випускає наступні види продукції: прокатне обладнання, гідротехніка, обладнання для екскаваторів, нестандартне і інше обладнання.

Цех оснащений наступним основним обладнанням:

- токарська, фрезерна, свердлувальна, шліфувальна група обладнання, ділянка верстатів з ЧПУ на 1–му прольоті;
- токарська, фрезерна, довбальна, карусельна, стругальна, розточувальна група обладнання на 2–му прольоті;
- розточувальна, фрезерна група обладнання, карусельні верстати на 3-му прольоті;
- підйомно–транспортне обладнання на усіх прольотах і на ділянці складання.

Відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» усі виробничі фактори діляться на небезпечні та шкідливі. Небезпечний виробничий фактор – фактор, дія якого може призвести до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я. Шкідливий виробничий фактор – фактор, дія якого може призвести до зниження працездатності, захворювання або професійного захворювання. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються на 4 групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

Розглянемо небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що виникають при механічній обробці матеріалів.

До фізичних небезпечних виробничих факторів відносяться:

- частини верстатів, виробів і заготовки, що рухаються і обертаються;
- різальний інструмент;
- стружка (зливна і відлітаюча) і осколки інструментів;
- нагріті поверхні обладнання, інструменту, заготівок;
- висока напруга в силовій електричній мережі;
- підйомно-транспортні пристрої і переміщувані вантажі;
- можливість виникнення пожеж.

Шкідливими фізичними факторами є:

- підвищена або знижена температура, висока вологість і швидкість руху повітря робочої зони;
- підвищені рівні шуму і вібрації;
- підвищений вміст нетоксичного пилу в повітрі;
- недостатня освітленість, підвищена яскравість світла і пульсація світлового потоку.

До хімічних факторів відносяться токсичний пил, шкідливі пари і гази, аерозолі, агресивні рідини (кислоти, луги).

До біологічних факторів відносяться мікроорганізми, що наприклад, знаходяться у відпрацьованій мастильно-охолоджувальній рідині.

До психофізіологічних факторів процесів обробки матеріалів різанням відносяться:

- фізичні перевантаження при установці, закріпленні і знятті великогабаритних виробів;
- перенапруження зору;
- статичні навантаження;
- монотонність праці.

Наявність небезпечних і шкідливих виробничих факторів при складанні визначається видом з'єднань і вживаного обладнання, номенклатурою виробів і складальних одиниць, їх розмірами і масою, серійністю виробництва, організаційною формою складання (стаціонарна, потокова), мірою механізації процесу і т. д. (таблиця 3.14).

Аналіз показує, що з фізичних факторів найбільше значення мають локальна вібрація і шум, а також значно збільшується можливість дії хімічних факторів (притиральні і полірувальні пасти, припої, герметики, органічні розчинники і ін.).

Розглянемо перераховані фактори детальніше [2, 14, 42].

Найбільшу небезпеку представляють частини верстатів, що рухаються і обертаються, вироби і заготовки, різальний інструмент, зливна і відлітаюча стружка. Аналіз показує, що головною причиною травматизму є безпосереднє зіткнення людини з травмонебезпечними елементами через випадкове проникнення в небезпечну зону.

Небезпечна зона може бути чітко обмеженою, наприклад, зона інструментів, частин верстатів, виробів і заготовок, що рухаються і обертаються, зона навколо струмоведучих частин обладнання і ін. Положення небезпечної зони і її розміри можуть змінюватися, наприклад, зона дії потоку стружки, зона переміщення вантажів кранами і ін. При чорновій обробці крихких матеріалів на високих швидкостях різання стружка від верстата розлітається на значну відстань (3–5 м). Металева стружка, особливо при точінні сталей, що має високу температуру (400–600°C) і велику кінетичну енергію, представляє серйозну небезпеку не лише для працюючого на верстаті, але і для осіб, що знаходяться поруч. При свердлінні на велику глибину в'язких металів спіральними свердлами стружка з–під свердла виходить двома довгими спіралями, які обертаються разом зі свердлом і можуть нанести поранення верстатнику.

До числа головних причин виробничих травм слід віднести недотримання правил техніки безпеки при використанні різальних інструментів, приводних і передатних механізмів, а також використання неправильно підібраних або несправних пристосувань для кріплення заготовок. Серйозну небезпеку представляють абразивні інструменти з окружною швидкістю

до 120 м/с. Особливо небезпечний розрив шліфувальних кругів під час роботи, оскільки їх частини, що розлітаються, можуть травмувати верстатника і оточуючих людей.

Найбільш поширеними у верстатників є травми очей. Так, при токарній обробці ушкодження очей перевищило загальне число виробничих травм на 50 % при фрезеруванні, 10 % та біля 8 % при заточуванні інструменту і шліфуванні. Очі ушкоджувалися відлітаючою стружкою, пиловими частками оброблюваного матеріалу, осколками різального інструменту і частками абразиву.

Випадки механічного травмування при роботі на фрезерних верстатах (%) розподіляються таким чином:

- травмування пальців або кисті рук внаслідок захоплення інструментом, що обертається, – 70;
- травмування очей відлітаючою стружкою – 15;
- травмування рук або ніг при наладці верстата, установці і знятті оброблюваної деталі, кріпленні і знятті інструменту – 8;
- травмування тіла працюючого деталлю, що вирвалася з кріплення при обробці, – 3;
- травмування пальців рук при прибиранні стружки – 3;
- інші випадки травмування – 1.

Одним з найважливіших шкідливих виробничих факторів є пил. Дані по вмісту пилу в повітрі робочої зони приведені в таблиці 3.12. Основним джерелом утворення пилу служать шліфувально-заточні операції. В процесі шліфування в повітря виділяється високодисперсний пил (0,5–3 мкм), до складу якого, окрім часток металу, входять частки абразивного (електрокорунд і карбід кремнію) і зв'язуючого матеріалу (керамічна, силікатна, магнезійна і інші зв'язки). Концентрація пилу досягає найбільшої величини при внутрішньому шліфуванні без вентиляції (28–153 мг/м<sup>3</sup>), при сухому шліфуванні з відсмоктуванням – запиленість складає 20 мг/м<sup>3</sup> і більше. Вологе шліфування без вентиляції також не забезпечує повного знепилення (середня концентрація пилу складає 6–7 мг/м<sup>3</sup>). Крім того, утворюється масляна аерозоль з концентрацією 15–20 мг/м<sup>3</sup>.

У повітря робочої зони виділяються також аерозолі масел і мастильно-охолоджувальних рідин (МОР). Вміст вуглеводнів при цьому досягає 150–940 мг/м<sup>3</sup>, аерозолі масел 7–45 мг/м<sup>3</sup>, забруднення одягу складає 800–900 мг/дм<sup>2</sup>. Аерозолі нафтових масел, що входять до складу МОР, можуть викликати роздратування слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, сприяти зниженню імунобіологічної реактивності. У робочих-верстатників може виникати ряд захворювань шкіри (дерматози) від дії мастильних і охолоджувальних масел і емульсій, сполук хрому, нікелю, кобальту, пластичних мас, скловолокнистих пластиків та ін. Найбільш поширені алергічні дерматити і екзема. Мастильно-охолоджувальні речовини можуть шкодити організму при частому попаданні масла на відкриті ділянки шкіри, при тривалій роботі в одязі, просоченому маслом, при вдиханні масляного туману. Систематичний контакт з маслом може викликати гострі і хронічні

захворювання шкіри, зокрема захворювання відоме під назвою масляних вугрів. Концентрація МОР і окремих компонентів, а також їх якісний склад залежать від їх витрати, способу подання, термостабільності, характеру і режиму обробки виробів, властивостей оброблюваного матеріалу, наявності і ефективності санітарно-технічних пристроїв.

Тривале вдихання пилу у виробничих умовах може привести до розвитку пилових захворювань бронхо-легеневого апарату – пневмоконіозів і хронічного пилового бронхіту. Надзвичайно небезпечне вдихання пилу, газів, туману берилію і його сполук, що приводить до захворювання бериліоз.

Основними джерелами шуму більшості металорізального обладнання є приводи, електродвигуни, різальний інструмент, пневмо- і гідросистеми. На рівень шуму механічного походження значно впливає спрацювання обладнання, а також точність монтажу його окремих вузлів і деталей. Головною причиною шуму, супроводжуючого роботу токарських пруткових автоматів є удари оброблюваного прутка об стінки напрямних труб. Шум при їх роботі приблизно на 10 дБ А перевищує допустиму величину. Поширеним джерелом шуму при обробці металів різанням є вихлопи стислого повітря з різних пневматичних затискних пристосувань.

Спектри шуму більшості металорізальних верстатів мають середній і високочастотний характер. Найбільш високі рівні зареєстровані у великогабаритних токарських (90–92 дБ·А), револьверних (85–95 дБ·А), фрезерувальних (90–95 дБ·А) і шліфувальних верстатах (100–102 дБ·А).

Вібраційні коливання у верстатах пов'язані з різними їх джерелами. Періодичні збурення мають місце при прояві невірноваженості і періодичних похибках елементів приводу, верстата, нерівномірності припуску заготовки на обробку і з інших причин. Імпульсні збурення діють на верстат при його розгоні, гальмуванні і реверсуванні та при процесах, пов'язаних з урізуванням і виходом інструменту. Зовнішні збурення діють через фундамент або опори. Коливання, що самозбуджуються, пов'язані з природою різання і тертя. Всі ці явища призводять до взаємного переміщення інструменту і заготовки в напрямках, не передбачених цим технологічним методом обробки, до відхилень геометрії інструменту і елементів режиму різання від заданих. До головних причин автоколивань відносяться зміна сил тертя між інструментом, заготовкою і стружкою, утворення і руйнування наросту, відставання по фазі сили різання від руху вібрації і ряд інших.

Роботи на металообробних верстатах пов'язані з контролем правильності установки і обробки деталі, налаштуванням верстата, контролем якості обробки деталі і відносяться до робіт дуже високої точності. Тому правильно організоване освітлення цеху грає велику роль. Недостатня освітленість зони обробки викликає перенапруження зору верстатника і необхідність надмірного наближення його до зони обробки, що пов'язано з небезпекою травмування.

Механоскладальний цех має значні розміри (3 прольоти), велику кількість різноманітного обладнання і процесів, що часто призводить до створення невідповідних параметрів мікроклімату: підвищена

або знижена температура, висока вологість і швидкість руху повітря робочої зони. Тривала дія на людину несприятливих метеорологічних умов погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці і часто призводить до різних захворювань.

Психофізіологічні фактори найчастіше виникають при невиконанні ергономічних вимог. У робітників-верстатників в результаті тривалого стояння розвивається виражене розширення вен на ногах, ускладнене запальними або трофічними розладами. Шліфувальники на конвеєрі схильні до захворювань периферичних нервів і м'язів. До виникнення цих захворювань призводять систематична тривала статична напруга м'язів, однотипні рухи, що виконуються в швидкому темпі, тиск на нервові стовили і їх мікротравматизація.

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів дозволяє обґрунтувати вибір заходів і засобів по їх недопущенню.

Основними напрямками забезпечення безпечних умов праці в механічному цеху є:

- забезпечення відповідності чистоти повітря вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- забезпечення відповідності параметрів мікроклімату вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ДСН 3.3.6.042–99 «Державні санітарні норми мікроклімату»;

- забезпечення відповідності освітлення робочої зони вимогам ДБН В.2.5–28–2006 «Природне та штучне освітлення»;

- забезпечення відповідності рівня шуму на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.003–89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037–99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- забезпечення відповідності рівня вібрації на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039–99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

- забезпечення електробезпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования», НПАОП 40.1–1.01–97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок»;

- забезпечення пожежної безпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования», НАПБ А.01.001–2004 «Правила пожежної безпеки України»;

- забезпечення безпеки обладнання у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.2.009–80 ССБТ «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»; НПАОП 0.00–1.30–01 «Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями»;



– забезпечення безпеки процесів у відповідності з вимогами ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.3.025–80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Требования безопасности»; НПАОП 0.00–1.48–91 «Правила охорони праці при холодній обробці металів», НПАОП 28.0–1.01–90 «Галузеві правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів на металорізальних верстатах», НПАОП 28.0–1.02–83 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів», НПАОП 28.5–1.34–90 «Правила безпеки при обробці металів різанням»;

– забезпечення організації робочого місця у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.049–80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061–81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.033–78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя»;

– забезпечення відповідності виробничої будівлі вимогам СНіП 2.09.09–85 «Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування»; НПАОП 45.2–4.01–98 «Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд»; НПАОП 45.2–7.01–97 «Про забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж».

### **5.3 Спеціальність МВ**

Розглянемо умови праці при роботі на фрезерному верстаті.

Відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» усі виробничі фактори діляться на небезпечні і шкідливі. Небезпечний виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я. Шкідливий виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до зниження працездатності, захворювання або професійного захворювання. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються на 4 групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

До небезпечних фізичних факторів при роботі на фрезерному верстаті відносяться:

- частини верстатів, виробів і заготовки, що рухаються і обертаються;
- різальний інструмент (фреза),
- стружка і осколки інструментів;
- нагріті поверхні обладнання, інструменту, заготовок;
- висока напруга в силовій електричній мережі і статична електрика;
- можливість виникнення пожеж.

Шкідливими фізичними факторами є:

- висока вологість і швидкість руху повітря робочої зони, підвищена або знижена температура;
- нетоксичний пил;
- підвищені рівні шуму і вібрації;
- нераціональне освітлення зони обробки.

До шкідливих хімічних факторів відносяться: токсичний пил (фрезування крихких металів і неметалічних матеріалів), шкідливі пари і гази, аерозолі МОР.

До біологічних факторів відносяться мікроорганізми, що знаходяться у відпрацьованій МОР.

До психофізіологічних факторів процесів обробки матеріалів різанням відносяться:

- фізичні перевантаження при установці, закріпленні і знятті великогабаритних виробів;
- перенапруження зору;
- статичні навантаження;
- монотонність праці.

Розглянемо перераховані фактори детальніше [2, 14, 42].

### **Небезпечні виробничі фактори**

При роботі на фрезерних верстатах травми верстатників можуть бути нанесені фрезою, стружкою, деталлю, що обробляється і пристроями для її закріплення. У випадках порушення правил експлуатації верстатів, перевищення режимів різання, а також за відсутності пристроїв, що захищають, можливі поранення верстатників фрезами, що обертаються. Найбільшу небезпеку для фрезерувальників представляють незахищені дискові і торцеві фрези зі вставними ножами, які використовуються при фрезеруванні на горизонтально- і вертикально-фрезерних верстатах, оскільки може статися виліт вставних ножів.

Нещасні випадки можуть статися при закріпленні деталі або знятті її з верстата, коли руки робітника знаходяться поблизу незахищеної фрези. Неправильно підібрані або несправні пристрої для кріплення заготовок, особливо зі зниженою жорсткістю, також представляють небезпеку для верстатників під час дотику до фрези, що обертається. Через недостатню силу закріплення можливий вирив заготовок і травмування працюючих.

Велику небезпеку для верстатників і працюючих поруч представляє відлітаюча стружка. Вона розлітається на значні відстані від верстата, має високу температуру (400–600°C) і велику кінетичну енергію, тому може бути причиною травмування очей і опіків шкірного покриву працюючих. Основний потік стружки, що утворюється при фрезеруванні дисковими і торцевими фрезами, у багатьох випадках, можна направити від робочого місця верстатника шляхом відповідного поєднання напрямку обертання фрези і подання. Спрямований потік стружки можна уловлювати також за допомогою простих стружкозбірників.

Випадки механічного травмування при роботі на фрезерних верстатах розподіляються таким чином в % :

- травмування пальців або кисті рук внаслідок захоплення інструментом, що обертається – 70;
- травмування очей відлітаючою стружкою – 15;
- травмування рук або ніг при наладці верстата, установці і знятті оброблюваної деталі, кріпленні і знятті інструменту – 8;
- травмування тіла працюючого деталлю, що вирвалася з кріплення при обробці, – 3;
- травмування пальців рук при прибиранні стружки – 3;
- інші випадки травмування – 1.

Не менш небезпечним фактором є наявність високої напруги і пов'язана з цим можливість поразки електричним струмом.

Причиною поразки електричним струмом може бути:

- випадковий дотик до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою;
- дотик до неструмоведучих частин електроустановок, що випадково опинились під напругою внаслідок ушкодження ізоляції, або іншої несправності;
- попадання під напругу під час проведення ремонтних робіт на відключеному електроустаткуванні через помилкове його включення;
- замикання дроту на землю і виникнення крокової напруги на поверхні землі або основи, на якій знаходиться людина.

Дія на людей електричного струму, електричної дуги і електромагнітних полів проявляється в термічній, електролітичній, механічній і біологічній дії. Електротравми підрозділяють на місцеві, загальні і змішані. До 55 % всіх нещасних випадків від електричного струму в промисловості доводиться на змішані травми.

Виникненню пожежі сприяє наявність на об'єкті горючої речовини, окисника і джерела займання. Джерелами запалення можуть бути електричні іскри, дуги і перегріті поверхні. При роботі фрезерного верстата можливе перегрівання електродвигунів, поява іскріння, плавлення ізоляції струмоведучих кабелів. Усе це може стати причиною виникнення пожежу.

### **Шкідливі виробничі фактори**

Величини параметрів мікроклімату (температури, швидкості руху і вологості) повітря робочої зони змінюються в широкому інтервалі. Це часто призводить до створення несприятливих умов. Тривала дія на людину несприятливих метеорологічних умов різко погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці і часто призводить до різних захворювань.

Шум знижує продуктивність праці, особливо при виконанні точних робіт, маскує небезпеку від механізмів, що рухаються, ускладнює розбірливість мови, призводить до професійної приглухуватості, а при великих рівнях шуму може привести до механічного ушкодження органів слуху. Спектри шуму більшості металорізальних верстатів мають середній і високочастотний характер. Загальний рівень звукового тиску фрезерного верстата знаходиться в межах від 90 до 100 дБ.

Характер дії вібрації на людину залежить від діапазону частот коливань, напрямку їх дії, тривалості дії, виду вібрації. Систематична дія загальної вібрації в резонансній і навколо резонансній зоні може бути причиною вібраційної хвороби, яка проявляється в стійких порушеннях фізіологічних функцій організму і обумовлена переважно дією вібрації на центральну нервову систему.

При фрезеруванні бронзи, латуні, чавуну і інших крихких металів і сплавів відбувається утворення пилових часток металу і забруднення ними повітряного середовища. Особливо велика запиленість повітря пилом розміром до 10 мкм спостерігається при фрезеруванні сірого чавуну, неметалічних матеріалів, таких як текстоліт, склотекстоліт, графіт, деревні пластики. При фрезеруванні свинцеватих бронз і латуней зміст металевого пилу в зоні дихання верстатника відносно невеликий, проте кількість свинцю в пилі значно перевищує норму.

Шкідливі речовини проникають в організм людини головним чином через дихальні шляхи. Тривале вдихання пилу у виробничих умовах може привести до розвитку пилових захворювань бронхо-легеневого апарату – пневмоконіозів і хронічного пилового бронхіту. Надзвичайно небезпечно вдихання пилу, газів, туману берилію і його сполук, що приводить до захворювання бериліоз.

При фрезеруванні крихких металів, що сильно порошать, і неметалевих матеріалів важливу роль грає знепилення робочої зони, а при фрезеруванні з поливом або розпиленням МОР – попередження забруднення робочої зони аерозолями МОР. Аерозолі нафтових масел, що входять до складу МОР, можуть викликати роздратування слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, сприяти зниженню імунобіологічної реактивності.

У робочих верстатників може виникати ряд захворювань шкіри (дерматози) від дії мастильних і охолоджувальних масел і емульсій, сполук хрому, нікелю, кобальту, пластичних мас, скловолокнистих пластиків та ін. Найбільш поширені алергічні дерматити і екзема. Мастильно-охолоджувальні речовини можуть шкодити організму при частому попаданні масла на відкриті ділянки шкіри, при тривалій роботі в одязі, просоченому маслом, при вдиханні масляного туману. Систематичний контакт з маслом може викликати гострі і хронічні захворювання шкіри, зокрема захворювання відоме під назвою масляних вугрів.

Серед факторів зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, освітлення займає одно з перших місць. Недостатня освітленість при напруженій зоровій роботі або часта переадаптація зору призводять до швидкого стомлення, виникнення головних боїв, погіршення зору. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Недостатня освітленість зони обробки викликає перенапруження зору верстатника і необхідність надмірного наближення його до зони обробки, що пов'язано з небезпекою травмування. Збільшення

освітленості від 100 до 1000 лк обумовлює підвищення продуктивності праці на 10 – 20 %, зменшення браку на 20 %, зниження кількості нещасних випадків на 30 %.

Психофізіологічні фактори найчастіше виникають при невиконанні ергономічних вимог. У робітників-верстатників в результаті тривалого стояння розвивається виражене розширення вен на ногах, ускладнене запальними або трофічними розладами. До виникнення цих захворювань призводять систематичні тривалі статичні напруги м'язів, однотипні рухи, що виконуються в швидкому темпі, тиск на нервові стовпи і їх мікротравматизація.

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів дозволяє обґрунтувати вибір заходів і засобів по їх недопущенню.

Основними напрямками забезпечення безпечних умов праці при роботі на фрезерному верстаті є:

- забезпечення відповідності чистоти повітря вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- забезпечення відповідності параметрів мікроклімату вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ДСН 3.3.6.042–99 «Державні санітарні норми мікроклімату»;

- забезпечення відповідності освітлення робочої зони вимогам ДБН В.2.5–28–2006 «Природне та штучне освітлення»;

- забезпечення відповідності рівня шуму на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.003–89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037–99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- забезпечення відповідності рівня вібрації на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039–99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

- забезпечення електробезпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;

- забезпечення пожежної безпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования»;

- забезпечення безпеки обладнання у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.2.009–80 ССБТ «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»; НПАОП 0.00–1.30–01 «Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями»;

- забезпечення безпеки процесів у відповідності з вимогами ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.3.025–80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Требования безопасности»; НПАОП 0.00–1.48–91 «Правила охорони праці при холодній обробці металів», НПАОП 28.0–1.01–90 «Галузеві правила

з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів на металорізальних верстатах», НПАОП 28.0–1.02–83 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів», НПАОП 28.5–1.34–90 «Правила безпеки при обробці металів різанням»;

– забезпечення організації робочого місця у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.049–80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061–81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.033–78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя».

## 5.4 Спеціальність МО

Розглянемо умови праці персоналу, обслуговуючого роботу листопрокатного стану 2500 цехів холодного прокату сталі.

Відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» усі виробничі фактори діляться на небезпечні і шкідливі. Небезпечний виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я. Шкідливий виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до зниження працездатності, захворювання або професійного захворювання. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються на 4 групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

До фізичних небезпечних виробничих факторів в прокатному виробництві відносяться:

– рухливі машини і механізми; рухливі частини обладнання; вироби, що рухаються, заготовки, матеріали (валки, шпинделі, муфти станів, викиди петлі прокатуваного матеріалу, уламки прокатуваного металу, окалина і шлаки, що відлітають);

– підвищена температура поверхонь;  
– підвищене значення напруги в електричній мережі;  
– гострі кромки, заусенці і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і обладнання;

– висока вірогідність можливості займання і вибухів.

До фізичних шкідливих виробничих факторів відносять:

– підвищену запиленість повітря (нетоксичний пил);  
– підвищену температуру і вологість повітря робочої зони;  
– понижену рухливість повітря;  
– підвищений рівень інфрачервоної радіації;  
– підвищений рівень шуму, інфразвукових коливань, ультразвуку і вібрації;

– підвищений рівень електричних, магнітних і електромагнітних випромінювань;

– недостатню освітленість робочої зони, підвищену яскравість світла і понижену контрастність.

Хімічні виробничі фактори. Виділення шкідливих речовин в повітря (токсичного пилу, газів) відбувається при проведенні технологічних процесів прокату металу і проведенні робіт, пов'язаних із застосуванням хімічних речовин і матеріалів (мастило, технічне масло та ін.). У листопрокатних цехах перед холодною прокаткою листів, перед нанесенням захисних покриттів метал очищають від шару окалини шляхом травлення у ваннах розбавленою сірчаною, соляною або азотною кислотою. При прокаті металу найбільш можливе проникнення в організм речовин у вигляді пару і пилу через органи дихання (близько 95 % всіх отруєнь).

Біологічні виробничі фактори при прокатці не є значними.

Найбільш характерними психофізіологічними факторами для прокатного виробництва є висока швидкість технологічних процесів і інтенсивність вантажопотоків, яка обумовлює, у свою чергу, високу інтенсивність роботи персоналу. Це призводить до великого розумового стомлення, яке пов'язане з помилками в управлінні механізмами, і виникненню небезпечних ситуацій, тобто переважають нервово-психічні перевантаження.

Розглянемо найбільш важливі виробничі фактори прокатного виробництва [41, 43, 59].

Пил є найбільш поширеним несприятливим фактором виробничого середовища. У металургійному виробництві переважає пил, який містить оксиди заліза, кремнію, марганцю, фтористі сполуки та ін. При роботі станів у результаті роздавлювання поверхневого пласта окалини на металі утворюється металевий пил. Найбільш інтенсивне виділення пилу відбувається на блюмінгах і слябінгах – до  $515\text{--}4400\text{ мг/м}^3$ . Вміст пилу в повітрі у клітей листових станів становить  $200\text{--}2400\text{ мг/м}^3$ .

Мікроклімат в прокатному цеху визначається наявністю надмірного конвекційного і променистого тепла, у зв'язку з чим, він відносяться до групи гарячих цехів. Джерелами тепла є прокатуваний метал, нагріті обладнання, механізми і комунікації, відкриті отвори або кришки нагрівальних пристроїв, горючі гази. Нагрітий прокатуваний метал є основним джерелом тепла. Промениста енергія на відстані 1 м від прокату складає до  $4\text{--}5$  калорій на  $1\text{ см}^2$  в хвилину. Рухаючись по цеху, прокат на своєму шляху нагріває усе металеве обладнання, при цьому нагріті предмети самі стають джерелом тепла і швидко нагрівають повітря.

На робочих місцях нагрівальників металу температура повітря в літній період досягає  $40\text{--}45^\circ\text{C}$ . Кількісні характеристики інтенсивності випромінювання при роботі стану 2500 наступні:

- перед постом управління –  $0,07\text{--}1,4\text{ кВт/м}^2$ ;
- робоче місце оператора –  $0,02\text{--}0,7\text{ кВт/м}^2$ ;
- відкрите робоче місце біля технологічного обладнання –  $0,18\text{--}8,4\text{ кВт/м}^2$ .

Метеорологічні умови в прокатних цехах характеризуються також наявністю ділянок з високою температурою (при охолодженні гарячого металу) і низькою вологістю повітря, що негативно впливає на самопочуття і здоров'я людини. Робота в умовах високої температури

супроводжується інтенсивним потовиділенням, що призводить до зневоднення організму, втрати мінеральних солей і водорозчинних вітамінів, викликає серйозні та стійкі зміни в діяльності серцево-судинної системи, збільшує частоту дихання, а також впливає на функціонування інших органів і систем – ослабляється увага, погіршується координація рухів, сповільнюються реакції і т. д.

Зважаючи на вимоги технологічного процесу, рух повітря у виробничих приміщеннях небажаний, тому і не спостерігається рухливості повітря. В результаті дії теплового випромінювання оточуючих поверхонь і взаємодії металу, що виробляється, атмосфера прокатних цехів представляє суміш теплого (іноді гарячого) повітря і металевого пилу. Причому над прокатними станами спостерігаються ще і пари технологічних рідин (масло, технічне масло і т. д.)

У прокатних цехах до шумонебезпечного обладнання відносяться робочі кліті, машини вогневої зачистки металу, ножиці для різання металу маятникової дискової пили, правильні машини; моталки, шлепери, рольгани, листоукладачі, безперервно-травильні агрегати та ін.

Основним джерелом шуму є прокатний стан, в якому знаходиться величезна кількість металевих механізмів. Рівні звукової потужності обладнання стану 2500 наступних:

- агрегат поперечного різання листа – 119 дБА;
- агрегат подовжнього різання листа – 117 дБА;
- листоукладач – 115 дБА.

При виробництві листового прокату металу використовуються передові методи очищення поверхні металевих виробів із застосуванням ультразвуку. Ультразвук має головним чином локальну дію на організм, оскільки передається при безпосередньому контакті з ультразвуковим інструментом, оброблюваними деталями або середовищами, в яких збуджуються ультразвукові коливання.

Ультразвук, генерований низькочастотним промисловим обладнанням, несприятливо впливає на організм людини. Тривала систематична дія ультразвуку, що поширюється повітряним шляхом, викликає зміни нервової, серцево-судинної й ендокринної систем, слухового і вестибулярного аналізаторів. Найбільш характерною є наявність вегето-судинної дистонії і астенічного синдрому. Міра прояву змін залежить від інтенсивності і тривалості дії ультразвуку і посилюється при наявності в спектрі високочастотного шуму, при цьому приєднується виражене зниження слуху. У разі продовження контакту з ультразвуком вказані розлади набувають стійкішого характеру.

Прокатні стани (конструкції з плоскими поверхнями великої площі і малої жорсткості) створюють умови для генерації інфразвуку. Інфразвук при прокаті металу має постійний характер. Максимальні рівні низькочастотних акустичних коливань від промислових джерел в прокатному цеху досягають 100–110 дБ. Дослідження біологічної дії інфразвуку на організм показали, що при рівні 110–150 дБ і більше він може викликати у людей



неприємні суб'єктивні відчуття і численні реактивні зміни, до числа яких слід віднести зміни в центральній нервовій, серцево-судинній і дихальній системах, вестибулярному аналізаторі. Є дані про те, що інфразвук викликає зниження слуху переважно на низьких і середніх частотах. Прояв цих змін залежить від рівня інтенсивності інфразвуку і тривалості дії фактора.

Прокатний стан (система механізмів) при своїй роботі створює загальну вібрацію, яка полягає у відхиленні робочих місць від положення рівноваги на малу величину. При проведенні окремих видів робіт по обробці прокату працівники випробовують локальну вібрацію (ручні механізовані машини ударної, ударно-обертальної й обертальної дії з пневматичним або електричним приводом), що передається на руки працюючого. У прокатному цеху вібрація має неоднорідність по спектру частот і непостійність в часі. Тривала дія вібрації високих рівнів на організм людини призводить до розвитку передчасного стомлення, зниження продуктивності праці, зростання захворюваності і нерідко до виникнення професійної патології – вібраційної хвороби.

У прокатному цеху застосовується величезна кількість різноманітного електрообладнання, що чинить дію на працівників (електричні поля промислової частоти і електромагнітні поля високої частоти). Джерелом електричних полів промислової частоти є струмоведучі частини діючих електроустановок (лінії електропередач, індуктори, конденсатори термічних установок, лінії фідерів, генератори, трансформатори, електромагніти, соленоїди, імпульсні установки, литі і металокерамічні магніти та ін.). Тривала дія електричного поля на організм людини може викликати порушення функціонального стану нервової і серцево-судинної систем. Це виражається в підвищеній стомлюваності, зниженні якості виконання робочих операцій, болях в ділянці серця, зміні кров'яного тиску і пульсу.

Джерелом електромагнітних полів високих частот є неекрановані елементи обладнання для індукційної обробки металу (загартування, відпал, плавка, пайка, зварювання і т. д.) і інших матеріалів, а також обладнання і приладів, вживаних для генерації струмів високої частоти. Тривала дія струмів високої частоти на різні системи організму людини за наслідками має різноманітні прояви.

Освітлення робочих місць прокатних цехів має велике значення для створення безпечних умов роботи: незадовільне освітлення негативно впливає на зір працівників, може стати причиною травматизму. Рівномірний розподіл яскравості в умовах прокатного виробництва не досягається. Внаслідок утворення величезної кількості пилу спостерігається погіршення видимості і зменшується огляд. Надмірна сліпуча яскравість металевих деталей порушує умови комфортного зору, погіршує контрастну чутливість.

Пожежна і вибухова небезпека прокатного виробництва визначається наступними факторами:

- наявністю широко розвиненої мережі кабельного господарства, великої кількості масла в масло-емульсійних підвалах, мережі масляних гідроприводів;

– застосуванням горючих (вибухонебезпечних) газів в нагрівальних печах і колодязях, при різанні металу, вибухонебезпечний водень утворюється в травільних ваннах при обробці металу, вибухонебезпечного захисного газу при відпалі металу у безкисневому середовищі.

До шкідливих факторів, пов'язаних з відсутністю обліку ергономічних вимог до пультів управління відносять :

- незручну робочу позу, надмірні або такі, що повторюються фізичні навантаження на організм оператора;
- недостатній огляд з пульта управління;
- незручна конструкція, розміщення або маркування елементів управління;
- розумове перевантаження, стрес і т. п., що виникають під час робочого процесу, процесу контролю роботи системи управління, помилки, неправильна поведінка оператора.

Режим роботи прокатного цеху – цілодобовий, цілорічний. З цим пов'язана висока стомлюваність операторів, зниження уваги, підвищення вірогідності виникнення аварійних ситуацій.

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів дозволяє обґрунтувати вибір заходів і засобів по їх недопущенню.

Основними напрямками забезпечення безпечних умов праці при роботі стану 2500 листопрокатного цеху холодної прокатки є:

- забезпечення відповідності чистоти повітря вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- забезпечення відповідності параметрів мікроклімату вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ДСН 3.3.6.042–99 «Державні санітарні норми мікроклімату»;

- забезпечення відповідності освітлення робочої зони вимогам ДБН В.2.5–28–2006 «Природне та штучне освітлення»;

- забезпечення відповідності рівня шуму на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.003–89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037–99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- забезпечення відповідності рівня вібрації на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039–99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

- забезпечення відповідності рівня ультразвуку на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.001–89 ССБТ «Ультразвук. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037–99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- забезпечення рівня електромагнітних та електростатичних полів випромінювань на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.006–84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих ме-

стах и требования к проведению контроля» и ГОСТ 12.1.045–84 ССБТ «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»;

- забезпечення електробезпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;

- забезпечення пожежної та вибухової безпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»; НПАОП 27.5–1.14–86 «Правила пожежної безпеки для підприємств чорної металургії»;

- забезпечення безпеки обладнання у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- забезпечення безпеки процесів у відповідності з вимогами ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», НПАОП 27.0–1.01–08 «Правила охорони праці в металургійної промисловості»; НПАОП 27.1–1.04–09 «Правила охорони праці в прокатному виробництві підприємств металургійного комплексу»;

- забезпечення організації робочого місця у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.049–80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061–81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя»;

- забезпечення відповідності пульта керування вимогам ГОСТ 23000–76 «Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования».

## **5.5 Спеціальності ОМТ і ОТПФ**

Розглянемо умови праці при роботі кривошипного закритого листоштампувального пресу зусиллям 6 МН, який розташований в ковальсько-пресовому цеху. Окрім цього в цеху є наступне обладнання – газополум'яні печі з висувним подом, кувальний і інструментальний маніпулятори, підйомно-транспортні машини. У ковальсько-пресовому цеху виготовляються поковки і штамповини для деталей і виробів машинобудування. Виробничий процес складається з окремих технологічних операцій: різання холодних заготовок металу, правки заготовок, нагріву металу під гаряче штампування в нагрівальних печах до температури 1100–1250°C; штампування.

Умови праці на робочому місці обумовлюються сукупністю різноманітних виробничих факторів. Відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» усі виробничі фактори діляться на небезпечні і шкідливі. Небезпечний виробни-

чий фактор – фактор, дія якого може привести до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я. Шкідливий виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до зниження працездатності, захворювання або професійного захворювання. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються на 4 групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

До небезпечних виробничих факторів в ковальсько-пресовому цеху відносяться:

- машини і механізми, що рухаються, рухливі частини виробничого обладнання;
- підвищена температура поверхонь;
- гострі кромки, заусенці і шорсткість на поверхні металу, заготовок, інструменту, відлітаюча окалина;
- підйомно-транспортне обладнання, маніпулятори;
- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини
- можливість виникнення пожеж і вибухів.

До шкідливих фізичних виробничих факторів при проведенні вантаження відносяться:

- наявність нетоксичного пилу;
- підвищена температура і рухливість повітря робочої зони;
- інтенсивне інфрачервоне випромінювання;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищений рівень електромагнітних полів;
- відсутність або нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони.

До шкідливих хімічних виробничих факторів відноситься токсичний пил, гази і аерозолі.

До шкідливих психофізіологічних виробничих факторів відносяться фізичні і нервово-психічні перевантаження.

Біологічні виробничі фактори для цього виду робіт не характерні.

Розглянемо перераховані фактори детальніше [34; 38; 40].

Основними несприятливими факторами, що діють на працівників, є висока температура повітря, інтенсивне інфрачервоне випромінювання, шкідливі токсичні виділення, шум. Також існує велика вірогідність травмування працівників і поразки електричним струмом.

Ковальсько-пресові цехи характеризуються значними виділеннями теплоти, що передається випромінюванням і конвекцією.

Інтенсивність теплового потоку у нагрівальних печей і пресів складає  $1,4\text{--}2,1\text{ кВт/м}^2$ , в місцях складання заготовок, пультів управління і кабін кранівників  $1\text{--}1,95\text{ кВт/м}^2$ , біля місць складання виробів після штампування  $0,5\text{--}1\text{ кВт/м}^2$ . Інтенсивне інфрачервоне випромінювання призводить до створення несприятливих кліматичних умов в цеху. Тривала дія на людину несприятливих метеорологічних умов різко погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці і часто призводить до різних захворювань.

В повітрі виробничого приміщення ковальсько-пресових цехів знаходяться шкідливі токсичні речовини: масляний аерозоль, пил і гази.

Масляний аерозоль є продуктом згорання мастильних матеріалів (мінеральних масел, сухого мила, консистентних мастильних матеріалів, воску, емульсій, водних розчинів мила, синтетичних масел, графітових мастильних матеріалів), він також утворюється при змазуванні штампу.

Пилоподібні частинки, окалина і графіт потрапляють в повітря робочої зони при обдуванні стислим повітрям поверхонь штампів і поковок. Концентрація пилу в повітрі робочої зони складає 3,9–4,1 мг/м<sup>3</sup>, за пресами може досягти 22–138 мг/м<sup>3</sup>.

Виділення токсичних газів від нагрівальних печей в цехових прольотах досягають 3–7 г СО при спалюванні 1 кг природного газу. При спалюванні 1 м<sup>3</sup> природного газу утворюється 0,21 г NO<sub>2</sub>. У цех потрапляє до 10 % загальної кількості шкідливих речовин, що виділяються при згоранні палива.

Забруднюючи атмосферу цеху, шкідливі речовини потрапляють в організм людини переважно через органи дихання і шкіру. Вражаючи дихальну, травну, нервову системи ці речовини часто стають причиною виникнення і розвитку важких захворювань. Пил, потрапляючи в організм через органи дихання, завдає великої шкоди людині, призводить до виникнення професійних захворювань, роздратування слизових оболонок. Також пил, осідаючи на шкірних покривах, призводить до захворювань шкіри. Такого роду речовини є одними з найнебезпечніших для людини і є одними з головних шкідливих факторів у виробничих процесах вільного кування.

Нині все більше гігієнічне значення в ковальсько-пресових цехах надається зменшенню виробничого шуму. Особливий інтерес викликає питання про виробничий шум, що виникає при роботі кривошипних кувально-штампувальних пресів. Вважається, що в процесі штампування на таких пресах не генерується небезпечний для організму шум, оскільки зміна форм заготовок відбувається не в результаті удару, а внаслідок поступово зростаючого тиску (витискування).

Проте дослідження показали, що при роботі кривошипних кувально-штампувальних пресів генерується шум, що значно перевищує допустимі рівні майже по усьому нормованому діапазону частот (таблиця 3.23). Робота пресів супроводжується також вібрацією опорних поверхонь.

Головні причини утворення шуму при роботі кривошипних пресів пов'язані з їх конструкцією: вихлоп повітря з фрикційної пневматичної муфти включення, робота шестерень, удар планки виштовхувача по упорах, удари в місцях з'єднання окремих деталей механізму пресу, робота двигуна. Перелік тільки цих причин свідчить про те, що боротьба з шумом при роботі кривошипних пресів є важким завданням і повинна включати одночасне рішення усього комплексу питань.

Ковальсько-пресові цехи характеризуються підвищеним шумом (таблиця 3.23) і вібраціями. При тривалій дії шуму знижується гострота слуху, змінюється кров'яний тиск, послаблюється увага, погіршується зір,

відбуваються зміни в дихальних центрах. Інтенсивний шум є причиною порушень серцево-судинної системи, нормальної функції шлунку і ряду інших функціональних порушень. У шумних цехах найбільш часті випадки виробничого травматизму.

Джерелом електромагнітних полів промислової частоти є струмоведучі частини діючих електроустановок. Електромагнітні поля радіочастот виникають при індукційному нагріві заготовок. Тривала дія електромагнітного поля на організм людини може викликати порушення функціонального стану нервової і серцево-судинної систем. Це виражається в підвищеній стомлюваності, зниженні якості виконуваних операцій, сильних болях в ділянці серця, тиску і зміні кров'яного пульсу.

Правильно виконана система освітлення грає істотну роль в зниженні виробничого травматизму, зменшуючи потенційну небезпеку багатьох виробничих факторів, створює нормальні умови роботи і підвищує загальну працездатність організму.

Робота в ковальсько-пресовому цеху характеризується великою різноманітністю обладнання і операцій. Це викликає появу психофізіологічних факторів. В основному це статичні і динамічні навантаження.

Небезпека травмування працюючих в ковальсько-пресових цехах пов'язана з видом операцій, рівнем механізації, організації виробництва, конструктивною недосконалістю ковальсько-пресового обладнання та ін.

Несправність пресу, недостатній або надмірний нагрів заготовок, порушення технологічного процесу, неправильне кріплення штампу, застосування невідповідного або несправного інструменту і пристосувань, погана організація робочого місця, недостатні знання і досвід, відсутність дисципліни з виконання вимог техніки безпеки створюють небезпечні умови і призводять до травм.

Найчастіше причинами травмування персоналу є:

- поломка штока, поршня або штампу в результаті їх недостатнього прогрівання або виникнення тріщин;
- поломка кришки циліндра пресу в результаті ударів поршня, розрив трубопроводу від утворення конденсату в циліндрі;
- застосування неправильних прийомів роботи при витримці заготовок, залишків в штампі;
- виліт клинів, які кріплять штамп, сухарів, підкладок, відльоту металу і окалини та ін.;
- неправильні прийоми роботи на підйомно-транспортних механізмах, відсутність безпечних проходів, проїздів і т. д.;
- відсутність обгороджування частин пресу, що рухаються і обертаються й автоматичних пристроїв подання заготовок, розташованих на висоті до 2,5 м від рівня підлоги. Особливо небезпечна відсутність обгороджування робочої зони пресу.

При експлуатації нагрівальних печей, травмування працюючих можливо при доставці металу до печей, в результаті падіння заготовок, які рухаються виштовхувачами печей. Також травмування можливе

при підправленні вручну заготовок на завантажувальних столах нагрівальних печей, при ручному кантуванні або підправленні металу, що нагрівається в печах, при вибухах зварювальних шлаків через попадання шлаків у воду або на сирі місця. Можуть відбуватися опіки нагрітими заготовками, опіки при очищенні подини печей від шлаків, отруєння газом та ін.

Наявність маніпуляторів і підйомно-транспортних машин (мостові крани, електровізки і ін.) також можуть стати причиною травматизму, особливо при порушенні правил експлуатації цього обладнання.

Небезпека поразки електричним струмом виникає при використанні печей опору для нагріву заготовок, споживаючих потужність 15–330 кВт при напрузі на клеммах 50–80 В. При індукційному нагріві середня потужність, що передається від генератора до індуктора, в ковальсько-пресових цехах складає 15–350 кВт, напруга – до 1000 В, частота 50–300 000 Гц. Найчастіше використовують генератори частотою 1 000, 2 500 і 8 000 Гц. Доля електротравм в загальній сукупності нещасних випадків досягає 10–12 %.

Ковальсько-пресові цехи по пожежній небезпеці відносяться до категорії «Г і мають II ступінь вогнестійкості будівель. У цехах існує небезпека виникнення пожеж в прямках під пресами (через скупчення масла), в підвальних приміщеннях, на складах матеріалів. Температура самозаймання нафтових масел 250–400°C, а мазуту 380–420°C. У майстерні по приготуванню технологічних мастильних матеріалів використовують горючі матеріали (гас, масла, спирти і ін.).

Найбільш часті причини виникнення пожеж на промислових підприємствах – це необережне поводження з вогнем, несправність виробничого обладнання, порушення технологічного процесу, порушення правил експлуатації електрообладнання, недотримання заходів пожежної безпеки при проведенні електрогазозварювальних робіт і деякі інші. Пожежа на виробництві може виникнути внаслідок причин неелектричного і електричного характеру.

При пуску газових нагрівальних печей в результаті неправильного запалювання, при раптовій зупинці дуття, просочуванні газу у виробничі приміщення, а також при підсосі повітря всередину газових пристроїв може статися вибух.

Аналіз вище перелічених негативних виробничих факторів показує, що необхідно провести низку заходів по поліпшенню умов праці в ковальсько-пресовому цеху.

Основними напрямками забезпечення безпечних умов праці в ковальсько-пресовому цеху є:

- забезпечення відповідності чистоти повітря вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- забезпечення відповідності параметрів мікроклімату вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ДСН 3.3.6.042–99 «Державні санітарні норми мікроклімату»;

- забезпечення відповідності освітлення робочої зони вимогам ДБН В.2.5–28–2006 «Природне та штучне освітлення»;
- забезпечення відповідності рівня шуму на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.003–89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037–99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;
- забезпечення відповідності рівня вібрації на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039–99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;
- забезпечення рівня електромагнітних полів на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.002–84 ССБТ «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах», ГОСТ 12.1.006–84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» и ДСН 3.3.6.096–2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів»;
- забезпечення електробезпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;
- забезпечення пожежної та вибухової безпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»;
- забезпечення безпеки обладнання у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.2.017–86 ССБТ «Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности»;
- забезпечення безпеки процесів у відповідності з вимогами ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.026–81 ССБТ «Работы кузнечно-прессовые. Требования безопасности», ГОСТ 12.3.009–76 ССБТ «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности», НПАОП 28.4–1.02–90 «Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в ковальсько–пресовому і листоштампувальному виробництві», НПАОП 28.4–1.07–85 «Правила охорони праці в ковальсько–пресовому виробництві», НПАОП 28.4–1.31–89 «Правила з охорони праці у ковальсько–пресовому виробництві», НПАОП 28.5–1.02–07 «Правила охорони праці при термічній обробці металів», НПАОП 28.51–1.03–87 «Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів»;
- забезпечення організації робочого місця у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.049–80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061–81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»;
- забезпечення пульта керування вимогам ГОСТ 23000–76 «Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования».



## 5.6 Спеціальність ЗВ

У цьому проєкті ділянки цеху по складанню і зварюванню циліндра гідропресу використовується автоматичне дугове зварювання під шаром флюсу. Для проведення зварювальних робіт використовується автомат зварювальний А–1569 з випрямлячем ТИУ–501. У цеху є наступне обладнання: шлакозачистна машина, роликовий стенд, мостовий кран.

Розглянемо умови праці при роботі на цій ділянці.

Умови праці на робочому місці обумовлюються сукупністю різноманітних виробничих факторів. Відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» усі виробничі фактори діляться на небезпечні і шкідливі фактори. Небезпечний виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я. Шкідливий виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до професійного захворювання або зниження працездатності. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються на 4 групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

До небезпечних виробничих факторів в зварювальних цехах відносяться:

- механізми і вироби що рухаються;
- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини;
- іскри і бризки;
- викиди розплавленого металу і шлаку;
- можливість виникнення пожеж і вибухів;
- можливість вибуху систем, що знаходяться під тиском;
- підйомно-транспортне обладнання;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні підлоги.

До шкідливих фізичних виробничих факторів при проведенні автоматичного зварювання під шаром флюсу відносяться:

- підвищений вміст нетоксичного пилу;
- ультрафіолетове, видиме і інфрачервоне випромінювання зварювальної ванни і зварюваних деталей;
- підвищений рівень електромагнітних полів і випромінювань;
- іонізуюче випромінювання;
- несприятливі параметри мікроклімату;
- невідповідна організація освітлення робочого місця.

До шкідливих хімічних виробничих факторів відносяться токсичний пил, гази, зварювальні аерозолі. Зварювальна аерозоль за характером утворення відноситься до аерозолів конденсації і є дисперсною системою, в якій дисперсною фазою є дрібні частки твердої речовини, а дисперсним середовищем – газ або суміш газів.

До шкідливих психофізіологічних виробничих факторів відносяться фізичні і нервово-психічні перевантаження.

Біологічні виробничі фактори для цього виду робіт не характерні.

Розглянемо перераховані фактори детальніше [2; 48; 49; 60].

Дія небезпечних виробничих факторів може привести до травм. При зварюванні можуть мати місце засмічення і поранення очей, опіки тіла, забиття, поранення. Причиною є викид великої кількості іскр і бризок розплавленого металу. Небезпека опіків зростає при зварюванні іржавої, забрудненої, замасленої або зафарбованої поверхні, а також при використанні забрудненого флюсу.

Окрім небезпек опіків від рідкого металу, що викидається, можливі опіки і поранення в результаті відскоку від поверхні шва часток ще не заохололої шлакової кірки, наприклад, при випадковому дотику руками до незаохололого виробу. Опіки можуть мати місце також при підігріванні виробів перед зварюванням, при користуванні паяльними лампами для сушки стиків, при випадковому торканні до розігрітого електроду або дроту, при видаленні електродного огарка.

Мають місце порізи рук гострими кромками деталей, забиття деталями, що падають і інші травми, що являються, як правило, наслідками неосторожності при виконанні зварювальних або підготовчих робіт. Для зачистки швів, усунення дефектів поверхні, зняття задирок і шару металу після вогневого різання, підгонки і підготовки кромки під зварювання застосовують механізований інструмент – пневмозубила, переносні шліфувальні машинки з електро- чи пневмоприводом. При порушенні правил безпеки при роботі з цим інструментом можливі травми найрізноманітнішого характеру.

При виконанні зварювальних робіт на висоті і відсутності відповідних засобів і огорожувань можливе падіння працюючих, що веде до забиттів, а також до важкого травматизму, у тому числі до нещасних випадком з летальним кінцем.

Наявність мостового крану призводить до появи небезпек, пов'язаних з його експлуатацією. В основному це механічні види небезпек, пов'язані з підйомними операціями і викликані падінням вантажу, доступом працівників в небезпечну зону, недостатньою механічною міцністю складових частин і деталей.

Неправильна експлуатація електрообладнання може привести до поразки електричним струмом. Доля електротравм в загальній сукупності нещасних випадків залежить від різних факторів і для зварювальних установок в середньому складає 5,8 %.

Ділянка, на якій проводиться електродугове зварювання, належить до категорії «Г» виробництв по пожежній і вибуховій безпеці. Виникненню пожежі сприяє наявність на об'єкті горючої речовини, окисника і джерела займання. У цехах існує підвищена небезпека виникнення пожеж, оскільки постійно в наявності джерела займання – іскри і бризки.

Наявність при зварюванні горючих газів може привести до хімічного вибуху, а експлуатація посудин під тиском може викликати фізичний вибух. У технологічному процесі газового зварювання і різання можуть використовуватися балони, що знаходяться під тиском, ацетиленові генератори. Порушення правил експлуатації цього обладнання може привести до вибухів і важкого травматизму.

Розглянемо основні шкідливі виробничі фактори.

Валове виділення пилу при автоматичному зварюванні під шаром флюсу у багато разів нижче в порівнянні з ручним дуговим зварюванням. Концентрація аерозолу в зоні дихання зварювальника-оператора складає 5,1–12,2 мг/м<sup>3</sup>. Концентрація оксидів марганцю в зоні дихання робітників, які обслуговують зварювальні автомати, коливається від 0,11 до 0,7 мг/м<sup>3</sup>. На підвищення концентрації аерозолу значною мірою впливає виконання в ручну операцій по збору і пересипці флюсу і зачистки шва. Дослідження показали велику ефективність застосування флюсоотсосів при автоматичному зварюванні під шаром флюсу.

Концентрації аерозолу, оксидів марганцю і інших токсичних речовин в зоні дихання зварювальників–автоматників залежить від складу і міри подрібнення флюсу, конфігурації зварюваних виробів, напрями повітряних потоків у будівлі і т. д..

Запилення зони дихання зварювальника при застосуванні свіжого флюсу в 2–2,8 рази нижче запилення при використанні флюсу вживаного і тим самим більше подрібненого. Зміст пилу в зоні дихання оператора при зварюванні внутрішніх швів (напівзамкнені простори) в 2,5 рази вище, ніж при зварюванні зовнішніх швів.

Основними шкідливими речовинами у складі зварювального аерозолу при автоматичному зварюванні є фтористі сполуки (фтористий водень, чотирифтористий кремній та ін.). Дослідження показали, що валове виділення фтористих сполук особливо велике при зварюванні під флюсом ОСЦ–45а. Воно складає 43–286 мг на 1 кг наплавленого металу. При зварюванні із застосуванням інших флюсів (АН–348А, ФЦ–9, ФЦ–6, ФЦЛ–2 та ін.) валові виділення фтористих сполук коливаються за середніми даними від 30 до 40 мг на 1 кг наплавленого металу. Виділення фтористих сполук різко зростає зі збільшенням вмісту фтористого кальцію у флюсі. Аерозоль конденсації, що утворюється при електрозварюванні, характеризується дрібною дисперсністю. Більше 90 % часток (у масових долях) мають швидкість витання менше 0,1 м/с. Тому частки аерозолу легко йдуть за повітряними потоками аналогічно газам.

Одним з головних джерел виділення шкідливих речовин є зварювальна дуга. Хоча вона має незначні розміри, але концентрація шкідливих речовин безпосередньо поблизу неї дуже висока. Далі конвективний потік над зварювальною ванною і нагрітим металом (виробом) виносить аерозоль в повітря приміщення. При цьому відбувається інтенсивне підмішування навколишнього повітря. З видаленням від джерела, як по горизонталі, так і по вертикалі концентрація шкідливих речовин різко зменшується

і на відстані відповідно до 2 і 4 м вже наближається до загального фону забруднення повітря приміщення. Загальний фон у вентильованих цехах, як правило, не перевищує рівня ГДК. А ось в зоні дихання зварювальника, який виконує ручні операції, зміст шкідливих компонентів зварювального аерозолі може в 7–10 разів перевершувати як фон, так і ГДК.

За відсутності правильно організованої місцевої вентиляції фактична концентрація шкідливих речовин в зоні дихання зварювальників може значно перевищувати допустиму концентрацію. Наслідком цього є досить високий, в порівнянні з іншими професіями, рівень професійних захворювань зварювальників : хвороба органів дихання (пневмоконіоз), отруєння марганцем, а також парами інших металів і зварювальними газами.

Крім того, за наявності стаціонарних робочих місць в приміщенні необхідно підтримувати відповідний рівень параметрів мікроклімату. Тривала дія на людину несприятливих метеорологічних умов різко погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці і часто призводить до різних захворювань.

Яскравість світлових променів електричної дуги більш ніж в 1000 разів перевищує допустиму норму для очей. Інтенсивність випромінювання зварювальної дуги в оптичному діапазоні і його спектр залежить від потужності дуги, вживаних матеріалів, захисних і плазмоутворюючих газів. За відсутності захисту можливі ураження органів зору (електроофтальмія, катаракта і т. п.) і опіки шкірних покривів. Негативну дія на здоров'я може чинити інфрачервоне випромінювання заздалегідь підігрітих виробів, нагрівальних пристроїв (порушення терморегуляції, теплові удари).

Правильно виконана система освітлення грає істотну роль в зниженні виробничого травматизму, зменшуючи потенційну небезпеку багатьох виробничих факторів, створює нормальні умови роботи і підвищує загальну працездатність організму.

При контактному зварюванні працівники можуть піддаватися дії змінних магнітних полів, а при високочастотному зварюванні – електромагнітних полів. Тривала дія електромагнітного поля на організм людини може викликати порушення функціонального стану нервової і серцево-судинної систем. Це виражається в підвищеній стомлюваності, зниженні якості виконуваних операцій, сильних болях в ділянці серця, зміні кров'яного тиску і пульсу.

При роботі електронно-променевих установок, проведенні гамма- і рентгенівського просвічування зварних швів, використанні торійованих вольфрамових електродів можлива дія на працюючих іонізуючих випромінювань. Під впливом цього випромінювання в організмі порушуються функції кровотворних органів, росте крихкість і проникність судин, порушується діяльність шлунково-кишкового тракту, знижується опір організму, він виснажується. При нормальному режимі роботи і повному дотриманні правил роботи з джерелами іонізуючих випромінювань дія цього фактора зводиться до нуля.

Джерелами підвищеного шуму є плазмотрони, пневмоприводи, генератори, вакуумні насоси і т. д., а ультразвуку – ультразвукові генератори, робочі органи установок і т. д. У складально-зварювальному цеху джерелом підвищеного шуму є шлакозачистна машина, пневмоприводи і генератори, а також цеховий транспорт.

Шум знижує продуктивність праці, особливо при виконанні точних робіт, маскує небезпеку від механізмів, що рухаються, утруднює розбірливість мови, призводить до професійної приглухуватості.

Вивчення умов праці при напівавтоматичному зварюванні під шаром флюсу показало її велику трудомісткість в порівнянні з автоматичним зварюванням. Необхідність утримування тривалий час в руці голівки напівавтомата з бункером для флюсу масою 2–2,5 кг стомлює до кінця зміни праву руку зварювальника. Напружена під час роботи увага зварювальника у зв'язку з високими вимогами до якості шва (необхідність підтримки на постійному рівні довжини дуги, сили струму і напруги).

Автоматичне зварювання під шаром флюсу є менш трудомістким і більш економічним, ніж ручне дугове зварювання. Спостерігається менше стомлення зварювальника.

Основними напрямками забезпечення безпечних умов праці в ковальсько-пресовому цеху є:

- забезпечення відповідності чистоти повітря вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
- забезпечення відповідності параметрів мікроклімату вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ДСН 3.3.6.042–99 «Державні санітарні норми мікроклімату»;
- забезпечення відповідності освітлення робочої зони вимогам ДБН В.2.5–28–2006 «Природне та штучне освітлення»;
- забезпечення відповідності рівня шуму на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.003–89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037–99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;
- забезпечення рівня електромагнітних полів на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.002–84 ССБТ «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах», ГОСТ 12.1.006–84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» и ДСН 3.3.6.096–2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів»;
- забезпечення електробезпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;
- забезпечення пожежної та вибухової безпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»;

– забезпечення безпеки обладнання у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

– забезпечення безпеки процесів у відповідності з вимогами ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.3.003–86 ССБТ «Работы электросварочные. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.009–76 ССБТ «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности», НПАОП 28.52–1.04–86 «Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах», НПАОП 28.52–1.26–89 «Правила безпеки праці при електрозварювальних роботах», НПАОП 28.52–1.30–89 «Правила з охорони праці у зварювальному виробництві»;

– забезпечення організації робочого місця у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.049–80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061–81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам».

## **5.7 Спеціальності АВП і ПТМ**

Самохідний навантажувальний пристрій СНП–5000 призначено для перевантаження гірської маси (вугілля, породи) з розвантажувальної консолі роторного екскаватора в залізничні вагони. У базовому варіанті управління процесом вантаження покладається на двох операторів, які знаходяться в спеціальній кабіні.

Розглянемо умови праці при роботі цього навантажувального пристрою. Умови праці на робочому місці обумовлюються сукупністю різноманітних виробничих факторів. Відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» усі виробничі фактори діляться на небезпечні і шкідливі.

Небезпечний виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я. Шкідливий виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до зниження працездатності, захворювання або професійного захворювання. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються на 4 групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

До небезпечних виробничих факторів при вантаженні гірської маси відносяться:

- машини і механізми що рухаються;
- рухливі частини виробничого обладнання;
- матеріали, що пересуваються;
- конструкції, що руйнуються;
- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях обладнання;

- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини
- можливість виникнення пожеж і вибухів.

До шкідливих фізичних виробничих факторів при проведенні вантаження відносяться:

- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена рухливість повітря;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- відсутність або нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони.

До шкідливих хімічних виробничих факторів відноситься пил, гази і аерозолі.

До шкідливих психофізіологічних виробничих факторів відносяться фізичні і нервово-психічні перевантаження.

Біологічні виробничі фактори для цього виду робіт не характерні.

Розглянемо перераховані фактори детальніше [37; 57].

### **Небезпечні виробничі фактори**

Дія на людину машин і механізмів, що рухаються, частин обладнання і переміщуваних матеріалів призводить до травм. Найбільшу небезпеку в процесі вантаження гірської маси представляють вагони, що рухаються під точкою вантаження. Можливе травмування людини при його знаходженні в зоні вантаження (поблизу вагонів, що рухаються).

Випадкові розсипи матеріалу через борти вагону також можуть стати причиною отримання травми, вірогідність якої значно підвищується з підвищенням швидкості вантаження.

Не менш небезпечним фактором є наявність на самохідному навантажувальному пристрої (СНП) високої напруги і пов'язана з цим можливість поразки електричним струмом.

На СНП прийняті напруги:

- та що живить 3~50 Гц, 6 000 і 10 000 В;
- високовольтних споживачів 3~50 Гц, 6 000 і 10 000 В;
- низьковольтного споживання 3~50 Гц, 220 і 380 В;
- ланцюгів управління і сигналізації 50 Гц, 24, 220 і 380 В;
- ланцюгів робочого освітлення 50 Гц, 220 В;
- ланцюгів ремонтного освітлення 50 Гц, 12 В;
- ланцюгів аварійного освітлення 220 В.

Коливання напруги живлячої мережі складають  $\pm 15\%$ .

Причиною поразки електричним струмом може бути:

- випадковий дотик до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою;

- дотик до неструмоведучих частин електроустановок, що випадково виявилися під напругою внаслідок ушкодження ізоляції або іншої несправності;

- попадання під напругу під час проведення ремонтних робіт на відключеному електроустаткуванні через помилкове його включення;

- замикання дроту на землю і виникнення крокової напруги на поверхні землі або основи, на якій знаходиться людина.

Дія на людей електричного струму, електричної дуги і електромагнітних полів проявляється в термічній, електролітичній, механічній і біологічній дії. Травми підрозділяють на місцеві, загальні і змішані. За даними статистики до 55% всіх нещасних випадків від електричного струму в промисловості доводиться на змішані травми.

Виникненню пожежі сприяє наявність на об'єкті горючої речовини, окисника і джерела займання. Джерелами займання можуть бути електричні іскри, дуги і перегріті поверхні.

При роботі СНП у важких режимах можливе перегрівання електродвигунів, поява на колекторах колового вогню, іскріння, плавлення ізоляції струмоведучих кабелів. Усе це може стати причиною виникнення пожежі.

Причиною вибуху може бути наявність пилу, здатного в суміші з повітрям запалюватися при тепловій і ударно-хвильовій дії. Міра вибуховості пилу залежить від виду речовини, дисперсного складу пилу, виділення летких (пальних) речовин при її нагріві, від вологості, вмісту золи та ін. Вибуховість зростає зі збільшенням міри дисперсності; основними носіями вибухових властивостей є фракції розміром менше 0,075 мм. Вибуховість знижується зі зменшенням виходу летких речовин (вугільний пил перестає вибухати при виході летких речовин не більше 6 %), збільшенням зольності (граничне значення зольності для вугільного пилу 86–88 %) і вологості.

Температура вибуху вугільного пилу 575–850°C. Нижня концентраційна межа вибуховості вугільного пилу залежно від виходу летких речовин і вмісту золи змінюється від 12 до 45 г/м<sup>3</sup> і більше. Максимальний ефект вибуховості досягається при змісті в 1 м<sup>3</sup> повітря 300–400 г/м<sup>3</sup> вугільного пилу.

### **Шкідливі виробничі фактори**

Вантаження гірської маси може відбуватися як в приміщеннях, так і на відкритому просторі. Тому величини параметрів мікроклімату (температури, швидкості руху і вологості) повітря робочої зони змінюються в широкому інтервалі. Це призводить часто до створення несприятливих умов. Тривала дія на людину несприятливих метеорологічних умов різко погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці і часто призводить до різних захворювань.

В процесі вантаження гірської маси відбувається утворення копальневого пилу, концентрація якого складає:

- в приміщеннях – до 10 мг/м<sup>3</sup>;
- на відкритому просторі – до 115 мг/м<sup>3</sup>.



Дисперсність пилу дуже висока – порошинки розміром до 5 мкм (найбільш небезпечні для організму) складають більше 90 %. Вміст вільного діоксиду кремнію коливається в широких межах від 1 до 73–92 %.

Крім того, у разі виникнення пожеж можливе виділення диму, що містить токсичні домішки, які утворюються в результаті перегрівання або займання ізоляційних і мастильних матеріалів.

Шкідливі речовини проникають в організм людини головним чином через дихальні шляхи. В результаті дії шкідливих речовин у людини виникає хворобливий стан – отруєння. Розрізняють гострі (короткочасна дія речовини, що поступила в організм в значній кількості та хронічні отруєння (поступова, тривала дія речовини, що потрапляє в організм малими дозами). В результаті хронічних отруєнь з'являються профзахворювання. Дія шкідливої речовини на людину залежить від її токсичності, дисперсності, концентрації в повітряному середовищі, розчинності і інших факторів.

При нормальному стані носоглотки і дихальних шляхів до 90 % пилу, що вдихується, затримується, але великі пилові частки сильно травмують слизову оболонку. Дрібні частинки пилу, що вдихуються можуть викликати захворювання легенів – пневмоконіоз (вугільний – антракоз, порідний – силікоз). Можливість виникнення захворювання залежить від маси пилу, що вдихується і змісту в ньому  $\text{SiO}_2$ . Найбільш небезпечний пил з розмірами часток 0,1–0,2 мкм.

При роботі електрообладнання персонал навантажувального пристрою піддається дії шуму і вібрацій:

- вібрації у вертикальній площині з частотою 2–19 Гц;
- поодиноких ударів тривалістю 30–40 мс;
- відцентрових прискорення 0,004 с – 2 при розгоні та сповільненні бази СНП, та до 0,02 с – 2 при стопорінні.

Шум знижує продуктивність праці, особливо при виконанні точних робіт, маскує небезпеку від механізмів, що рухаються, ускладнює розбірливість мови, призводить до професійної приглухуватості, а при великих рівнях шуму може привести до механічного ушкодження органів слуху.

Характер дії вібрації на людину залежить від діапазону частот коливань, напрямку їх дії, тривалості дії, виду вібрації. Систематична дія загальної вібрації в резонансній і навколо резонансній зоні може бути причиною вібраційної хвороби. Це проявляється в стійких порушеннях фізіологічних функцій організму і обумовлене переважно дією вібрації на центральну нервову систему.

Серед факторів зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, освітлення займає одно з перших місць. Майже 90 % всієї інформації людина отримує через органи зору. Недостатня освітленість при напруженій зоровій роботі або часта переадаптація зору призводять до швидкого стомлення, виникнення головних болів, погіршення зору. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Психофізіологічні фактори найчастіше виникають при невиконанні ергономічних вимог. До шкідливих факторів, пов'язаних з відсутністю обліку ергономічних вимог і принципів, відносять:

- незручну робочу позу, надмірні або такі, що повторюються фізичні навантаження на організм оператора;
- недостатній огляд з пульта управління;
- незручна конструкція, розміщення або маркування елементів управління;
- незручна конструкція або розміщення приладів контролю;
- недостатнє освітлення;
- підвищений рівень шуму і вібрації на робочому місці;
- розумове перевантаження, стрес і т. п., що виникають під час робочого процесу, процесу контролю роботи системи управління;
- помилки, неправильна поведінка оператора.

Режим роботи СНП–5000 – цілодобовий, цілорічний. Тривалість однієї зміни 12 ч, у зв'язку з цим висока стомлюваність операторів вантаження, зниження уваги, а оскільки режим вантаження ручний, то підвищується вірогідність виникнення аварійних ситуацій (просипу гірської маси в міжвагонний простір, переповнення накопичувального бункера та ін.).

Впровадження проекрованої системи управління дозволить понизити тяжкість і напруженість праці операторів, обслуговуючих навантажувальний пристрій, а також зменшити кількість операторів. Проте, при цьому виникають інші виробничі фактори, які необхідно враховувати [14].

При проектуванні систем управління необхідно враховувати можливість виникнення наступних видів небезпек:

- небезпеки, пов'язані з системою управління;
  - небезпеки, викликані несподіваним збоєм системи управління.
- До небезпек, пов'язаних з системою управління відносять :
- неправильний вибір типу і кількості засобів відображення інформації;
  - неправильна конструкція органів управління і неправильний режим їх роботи;
  - неправильне розміщення органів управління і засобів відображення інформації

Збій роботи системи управління може статися внаслідок наступних подій:

- вихід з ладу або порушення в роботі елементів системи управління;
- припинення подання енергії і відновлення енергопостачання після перерви;
- зовнішній вплив на обладнання;
- помилки в програмному забезпеченні;
- помилки оператора.

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів дозволяє обґрунтувати вибір заходів і засобів по їх недопущенню.

Основними напрямками забезпечення безпечних умов праці при роботі самохідного навантажувального пристрою СНП–5000 є:

- забезпечення відповідності чистоти повітря вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

- забезпечення відповідності параметрів мікроклімату вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и ДСН 3.3.6.042–99 «Державні санітарні норми мікроклімату»;

- забезпечення відповідності освітлення робочої зони вимогам ДБН В.2.5–28–2006 «Природне та штучне освітлення»;

- забезпечення відповідності рівня шуму на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.003–89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» и ДСН 3.3.6.037–99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

- забезпечення відповідності рівня вібрації на робочому місці вимогам ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования» и ДСН 3.3.6.039–99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

- забезпечення електробезпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования»;

- забезпечення пожежної та вибухової безпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования» и ГОСТ 12.1.010–76 ССБТ «Взрывобезопасность. Общие требования»;

- забезпечення безпеки обладнання у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- забезпечення безпеки процесів у відповідності з вимогами ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.009–76 ССБТ «Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности», НПАОП 0.00–1.22–08 «Правила будови і безпечної експлуатації навантажувачів», НПАОП 63.1–1.06–85 «Правила техніки безпеки при проведенні вантажно–розвантажувальних робіт на транспортно–складських роботах»;

- забезпечення організації робочого місця у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.049–80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061–81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя»;

- забезпечення відповідності пульта керування (кабіни) вимогам ГОСТ 12.2.064–81 ССБТ «Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.4.040–78 ССБТ «Символы органов управления производственным оборудованием», ГОСТ

22613–78 «Система «Человек – машина». Выключатели и переключатели поворотные. Общие эргономические требования» и ГОСТ 23000–76 «Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования».

## 5.8 Спеціальність ЕСА

Розглянемо умови праці при експлуатації електродвигуна.

Умови праці на робочому місці обумовлюються сукупністю різноманітних виробничих факторів. Відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» усі виробничі фактори діляться на небезпечні і шкідливі. Небезпечний виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я. Шкідливий виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до зниження працездатності, захворювання або професійного захворювання. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори підрозділяються на 4 групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

При експлуатації електрообладнання основну увагу необхідно приділяти питанню запобігання можливості дії електричного струму на обслуговуючий персонал.

Електродвигун постійного струму потужністю 70 кВт головного приводу спеціального вальцетокарного калібрувального верстата моделі ІК 825 Ф2 встановлений в приміщенні майстерні.

Умови експлуатації електрообладнання наступні: приміщення майстерні пильне, вологе, брудне. Тип приміщення з безпеки поразки електричним струмом і за характером середовища відноситься до особливо небезпечних приміщень.

Головні причини травматизму в електроустановках можна згрупувати по наступних групах:

- дотик до струмоведучих частин під напругою внаслідок недотримання правил безпеки, дефектів конструкції і монтажу електрообладнання;
- дотик до неструмоведучих частин, які випадково виявилися під напругою (ушкодження ізоляції, замикання дротів);
- помилкове подання напруги в установку, де працюють люди;
- відсутність надійних захисних коштів.

Небезпечна дія на людей електричного струму проявляється у вигляді електротравм. Статистичні дані свідчать про те, що доля електротравм в загальній сукупності нещасних випадків в машинобудуванні складає 10 %. При цьому, для приміщень, що відносяться до особливо небезпечних по небезпеці поразки електричним струмом, ці цифри майже в 3 рази більші.

В порівнянні з іншими видами травматизму травматизм в електроустановках має такі особливості:

- організм людини не має органів, за допомогою яких можна дистанційно визначати наявність напруги, і тому захисна реакція організму проявляється тільки після попадання під напругу;
- струм, що протікає через людину, діє не лише в місцях контактів і шляхом протікання через організм, але і викликає рефлекторну дію з порушенням нормальної діяльності окремих органів (серцево-судинної, нервової системи, органів дихання);
- існує можливість отримання травм не лише при торканні або наближенні до частин електроустановки, але і без безпосереднього контакту з цими частинами (при поразці напругою дотику або через електричну дугу).

Електричний струм, протікаючи через організм людини, викликає чотири види дії: термічне, електролітичне, механічне і біологічне. Термічна дія проявляється в опіках окремих ділянок тіла, нагріві до високих температур внутрішніх тканин людини, що викликає в них серйозні функціональні розлади. Електролітична дія проявляється в розкладанні органічних рідин, у тому числі і крові, що викликає значні порушення їх фізико-хімічного складу. Механічна дія призводить до розриву тканин і переломів кісток. Біологічна дія проявляється в роздратуванні і збудженні живих тканин в організмі, а також в порушенні внутрішніх біоелектричних процесів, властивих нормально діючому організму; з біологічної точки зору результат поразки людини електричним струмом може бути наслідком тих фізіологічних реакцій, якими тканини відповідають на протікання через них електричного струму.

У фізіологічному розумінні дія електричного струму є екзогенною, тобто обумовлена факторами зовнішнього середовища. Реакції, що відбуваються при виникненні електричного ланцюга в тілі людини, бувають різними, починаючи від легкого роздратування і локальної судоми, закінчуючи летальним кінцем. Подібно до будь-якого іншого фізичного подразника електричний струм діє не лише місцево, ушкоджуючи тканини, але і рефлекторно (дії, викликані реакцією нервової системи у відповідь на роздратування електричним струмом).

Електротравма – порушення анатомічних співвідношень і функцій тканин і органів, що супроводжується місцевою і загальною реакцією організму і викликане ненормальним станом електрообладнання або електричних мереж.

Умовно усі електротравми можна звести до наступних видів:

- місцеві електротравми – яскраво виражені місцеві порушення цілісності тканин, місцеві ушкодження організму, викликані дією електричного струму або електричної дуги;
- загальні електротравми (електричні удари) – травми, пов'язані з поразкою усього організму через порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем людини;
- змішані електротравми.

Приблизний розподіл нещасних випадків від електричного струму в промисловості по вказаних видах травм: 20 % припадає на місцеві електротравми, 25 % – на електричні удари і 55 % – на змішані травми.

Результат дії електричного струму на організм людини залежить від ряду факторів, які можна розділити на три групи :

- електричного характеру (рід і частота струму, величина напруги і сили струму);
- неелектричного характеру (величина опору тіла людини, шлях струму через тіло людини, тривалість дії);
- фактори навколишнього середовища.

При роботі проектного електродвигуна на людину можлива дія і інших небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- електричні іскри і дуги;
- частини обладнання, що рухаються;
- частини обладнання, що нагріваються до високих температур;
- небезпечні і шкідливі матеріали, які використовуються в конструкції обладнання, а також небезпечні і шкідливі речовини, що виділяються при його експлуатації;
- шум і ультразвук;
- вібрація;
- електромагнітні поля, теплові, оптичні і рентгенівські випромінювання;
- можливість виникнення пожеж.

Джерелом електромагнітних полів промислової частоти є струмоведучі частини діючих електроустановок. Тривала дія електромагнітного поля на організм людини може викликати порушення функціонального стану нервової і серцево-судинної систем. Це виражається в підвищеній стомлюваності, зниженні якості виконання робочих операцій, болях в ділянці серця, зміні кров'яного тиску і пульсу.

Оцінка небезпеки дії електромагнітного поля на людину проводиться за величиною електромагнітної енергії, поглиненої тілом людини. При роботі навіть потужних електроустановок високої напруги магнітна напруженість поля не перевищує 20–25 А/м, тому оцінку потенційної небезпеки дії електромагнітного поля достатньо робити за величиною електричної напруженості поля. При напруженості поля до 5 кВ/м допускається присутність персоналу на робочому місці впродовж 8 годин.

Особливу увагу необхідно приділити аналізу пожежонебезпеки електроустановки. При експлуатації електродвигуна фактором, сприяючим виникненню пожежі, можуть бути:

- електрична іскра і дуга;
- частини електродвигуна, що нагріваються до високих температур, у тому числі від дії електромагнітних полів;
- застосування пожежонебезпечних матеріалів, які використані в електродвигуні та виділяють небезпечні і шкідливі речовини при експлуатації і зберіганні.

За даними статистики, від короткого замикання в електричних мережах, машинах і апаратах відбувається в середньому 43,3 % пожеж, від займання горючих матеріалів і предметів, що знаходяться у безпосередній близькості від електроспоживачів чи тих, що торкаються них (перегрів опорних поверхонь) – 33,2%, при струмових перевантаженнях – 12,3%; від перегріву місць з'єднання струмоведучих частин в результаті утворення великих перехідних опорів – 4,6%; від впливу на навколишнє середовище електричної дуги та електричного іскріння, що виникають при розриві ланцюгів – 3,3%; від нагріву конструкцій при переході (виносі) на них напружень – 3,3%.

Крім того, можливий додатковий прояв виробничих факторів, пов'язаний з типом виробництва, на якому використовують електроустановку. В даному випадку електродвигун є складовою частиною вальцетокарного верстата [2, 14, 42].

При роботі верстата з'являються наступні небезпечні виробничі фактори: деталь, що обертається, інструмент і частини верстата, що рухаються, стрічкова стружка, розжарені матеріали, підйомно-транспортні пристрої, що рухаються, крани і транспортери. При дії цих факторів на людину можливе отримання опіків і механічних травм.

До розжарених предметів і матеріалів відносять різець і заготовку, які в процесі різання можуть досягати температури 500°C. Точіння металу пов'язано з викидом металевої стружки високої температури, розжареного масла. Металева стружка, особливо при точінні в'язких металів (сталей), що має високу температуру і велику кінетичну енергію, представляє серйозну небезпеку не лише для працюючого на верстаті, але і для осіб, що знаходяться поблизу верстата. Найбільш поширеними у верстатників є травми очей. Так, при токарній обробці від загального числа виробничих травм ушкодження очей перевищило 50% .

Верстат є постійним робочим місцем, тому необхідно забезпечувати відповідні санітарно-гігієнічні умови роботи. При роботі на верстаті можлива дія на людину наступних шкідливих виробничих факторів:

- невідповідні параметри повітря в цеху;
- недостатня освітленість робочого місця;
- підвищений рівень шуму і вібрації;
- невідповідна організація робочого місця.

Приміщення вальцетокарної майстерні відносять до приміщень зі значним надлишком явного тепла. Пил, що знаходиться в повітрі в завишеному стані, потрапляє в дихальні шляхи і легені організму людини, засмічує пори шкіри і погіршує теплообмінні процеси організму з довкіллям. Тривала дія на людину несприятливих метеорологічних умов різко погіршує самопочуття, знижує продуктивність праці і часто призводить до різних захворювань. Вдихання пилу може привести до розвитку пилових захворювань бронхо-легеневого апарату – пневмоконіозів і хронічного пилового бронхіту.

Шум, що виникає при роботі верстата, широкосмуговий постійний, рівень шуму складає 92 дБ·А, що перевищує допустимі норми. При тривалій дії на людину шум призводить до розвитку захворювань, пов'язаних з втратою слуху.

Вібрації виникають при входженні різця в метал і виході з нього, при надмірно великих подачах, і також призводять до професійних захворювань. Систематична дія вібрації може бути причиною хвороби. Це проявляється в стійких порушеннях фізіологічних функцій організму і обумовлене переважно дією вібрації на центральну нервову систему.

Недостатня освітленість зони обробки викликає перенапруження зору верстатника і необхідність надмірного наближення його до зони обробки, що пов'язано з небезпекою травмування. Збільшення освітленості від 100 до 1000 лк обумовлює підвищення продуктивності праці на 10–20 %, зменшення браку на 20 %, зниження кількості нещасних випадків на 30 %.

Розташування та з'єднання частин обладнання мають бути виконані з урахуванням зручності і безпеки спостереження за обладнанням при виконанні складальних робіт, проведенні огляду, випробувань і обслуговування. Рациональна організація робочого місця верстатника дозволяє знизити тяжкість і напруженість праці, а також підвищити якість і продуктивність.

Основними напрямками забезпечення безпечних умов праці при роботі на вальцетокарному верстаті є:

- забезпечення безпеки електродвигуна у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.007.0–75 «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования», НПАОП 40.1–1.01–97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок», НПАОП 40.1–1.21–98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»;

- забезпечення безпеки обладнання у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.2.009–80 ССБТ «Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности»; НПАОП 0.00–1.30–01 «Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями»;

- забезпечення безпеки процесів у відповідності з вимогами ГОСТ 12.3.002–75 ССБТ «Процессы производственные. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.3.025–80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Требования безопасности»; НПАОП 0.00–1.48–91 «Правила охорони праці при холодній обробці металів», НПАОП 28.5–1.34–90 «Правила безпеки при обробці металів різанням»;

- забезпечення пожежної безпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования», НАПБ А.01.001–2004 «Правила пожежної безпеки України»;

- забезпеченні відповідності санітарно-гігієнічних умов вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»; ДСН 3.3.6.042–99 «Державні санітарні норми мікроклімату»; ДБН В.2.5–28–2006 «Природне та штучне освітлення»;



ГОСТ 12.1.003–89 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»; ДСН 3.3.6.037–99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»; ГОСТ 12.1.012–90 ССБТ «Вибрационная безопасность. Общие требования»; ДСН 3.3.6.039–99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

– забезпечення організації робочого місця у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.049–80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», ГОСТ 12.2.061–81 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.033–78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя».

## **5.9 Спеціальності ІТ й ІСПР**

Трудовий процес здійснюється в певних умовах виробничого середовища, які характеризуються сукупністю елементів і факторів матеріально-виробничого середовища. Розглянемо умови праці користувача ПЕОМ, який є розробником програмного продукту. Для роботи використовується наступне обладнання: комп'ютер PENTIUM–4, Монітор Samsung CRT 17» 783DF, лазерний принтер HP LaserJet 1020. Робоче місце знаходиться в приміщенні, довжина якого 7 м, ширина – 4 м, висота – 5 м. Рівень шуму в приміщенні 45 дБ, освітленість робочого місця складає 400 лк. Повітря робочої зони має наступні параметри: температура – 20°C, швидкість руху – 0,6 м/с, вологість – 50 %. Тривалість зосередженого нагляду складає 50 % від робочого часу.

Специфіка використання ПЕОМ полягає в тому, що в процесі діалогу людини і машини користувач сприймає інтелектуальну машину як рівноправного співрозмовника. Тому виникає багато абсолютно нових психологічних і психофізіологічних проблем, суть яких треба враховувати при проектуванні трудового процесу. Іншою особливістю є значне інформаційне навантаження. Значне навантаження на центральну нервову і зорову системи викликає підвищення нервово-емоційної напруги, і, як наслідок, негативно впливає на серцево-судинну систему. Важливою стороною функціонування організму користувача є вплив на нього комплексу факторів трудового середовища, що включають дію електромагнітних хвиль різних частотних діапазонів, статичної електрики, шуму, мікрокліматичних факторів та ін.. Дія цього специфічного комплексу може негативно впливати на здоров'я людини. При роботах з використанням комп'ютерів виникає цілий ряд ергономічних проблем, рішення яких може значно понизити навантаження. В цьому випадку маються на увазі тільки питання конструювання робочого місця користувача і не охоплюються питання формування раціонально побудованих символів на екрані і інших, зміна яких можлива

тільки при конструюванні нової техніки. Робота користувача ЕОМ найчастіше проходить при активній взаємодії з іншими людьми. Тому виникають питання міжособових взаємовідносин, що включають як психологічні, так і соціально-психологічні аспекти. Таким чином, на користувача ЕОМ впливають 4 групи факторів трудового середовища: фізичні, ергономічні, інформаційні і соціально-психологічні [1, 15, 19].

Відповідно до ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» усі виробничі фактори діляться на небезпечні і шкідливі фактори. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори у свою чергу діляться на фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні фактори. Небезпечний виробничий фактор – фактор, дія якого може привести до травми або іншого різкого раптового погіршення здоров'я. Шкідливий виробничий фактор – це фактор, дія якого на працюючого може привести до зниження працездатності людини, захворюванню або професійному захворюванню.

Користувачі ПЕВМ в основному піддаються дії фізичних і психофізіологічних виробничих факторів.

При роботі з комп'ютером на людину можуть впливати наступні небезпечні виробничі фактори:

- поразка електричним струмом;
- виникнення пожежі;
- можливість механічного травмування;
- опіки в результаті випадкового контакту з гарячими поверхнями усередині лазерного принтера.

До шкідливих фізичних виробничих факторів відносяться:

- підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищені рівні запиленості повітря робочої зони;
- підвищений вміст позитивних і негативних іонів у повітрі робочої зони;
- знижена або підвищена вологість і рухливість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму;
- нераціональна організація освітлення робочого місця.

До психофізіологічних виробничих факторів відносяться:

- напруга зору;
- напруга уваги;
- інтелектуальні і емоційні навантаження;
- тривалі статичні навантаження;
- монотонність праці;
- великі інформаційні навантаження;
- нераціональна організація робочого місця (ергономічні фактори).

Вірогідність дії хімічних і біологічних факторів незначна, але вона значно зростає в переповнених і неправильно вентильованих приміщеннях.

Найважливішими факторами є електромагнітні поля в діапазоні від 3 Гц до 300 МГц, електростатичні поля, напруга зору, великі навантаження різного характеру. Розглянемо їх детальніше.

ПЕОМ є джерелом декількох видів електромагнітних полів (ЕМП) і випромінювань: м'якого рентгенівського, ультрафіолетового, інфрачервоного, видимого, низькочастотного, над низькочастотного і високочастотного. ЕМП негативно впливають на центральну нервову систему, викликаючи головні болі, запаморочення, нудоту, депресію, безсоння, відсутність апетиту, виникнення синдрому стресу. Низькочастотне ЕМП може стати причиною шкірних захворювань (вугровий висип, екзема, рожевий лишай та ін.), хвороб серцево-судинної системи і кишково-шлункового тракту; воно впливає на білі кров'яні тілця, що призводить до виникнення пухлин, у тому числі і злоякісних.

Основним джерелом електростатичного поля (ЕСП) є позитивний потенціал, що подається на внутрішню поверхню екрану для прискорення електронного променя. ЕСП утворюється за рахунок різниці потенціалів екрану монітора і людини. На його величину істотно впливають потенціали навколишніх предметів і вологість повітря (при вологості вище 50 % ЕСП практично відсутнє). Напруженість поля може коливатися від 8 до 75 кВ/м. Помітний вклад в загальне ЕСП вносять клавіатури, що електризуються від тертя поверхні, і миші. Електростатичне поле великої напруженості здатне змінювати і переривати клітинний розвиток, а також викликати катаракту з подальшим помутнінням кришталика.

Робота на ПЕОМ припускає візуальне сприйняття відображеної на екрані монітора інформації, тому значному навантаженню піддається зоровий апарат. Симптоми порушення зору можна умовно розділити на дві групи:

- очні симптоми (біль, роздратування, печіння, червоність, свербіж);
- зорові симптоми (пелена перед очима, двоїння або мигтіння).

За даними ВООЗ очні і зорові порушення спостерігаються у 40–92 % користувачів ПЕОМ час від часу, а у 10–40 % – щодня.

Можна виділити наступні основні порушення здоров'я користувачів ПЕОМ:

- зоровий дискомфорт і хвороби органів зору;
- перенапруження опорно-рухової системи;
- розлади ЦНС і хвороби серцево-судинної системи;
- захворювання шкіри;
- порушення репродуктивної функції.

Крім того, виявлений негативний вплив на інші системи організму – зниження імунітету, атеросклероз, аритмія, гіпертонія, інфаркт міокарду, хвороби органів травлення, застійні процеси в області малого тазу та ін.

Порушення здоров'я і захворювання користувачів ПЕОМ є, як правило, результатом дії не якого-небудь окремого фактора, а усього комплексу. Так, ураження шкіри багато авторів зв'язують з наявністю

електростатичного поля і дією психоемоційного стресу, гінекологічні порушення – з комплексним впливом електромагнітних полів, стресу, застійних явищ і інших компонентів трудового середовища.

Представляє практичний інтерес комплексна оцінка умов праці. Одним з широко використовуваних аналітичних показників умов праці є категорія важкості праці. Категорія важкості праці характеризує стан організму людини, який формується під впливом умов праці. Виконаємо кількісну оцінку умов праці на даному робочому місці. Кожен елемент умов праці оцінимо по шести бальній шкалі [15, 44]. Результати оцінки приведені в таблиці 5.1.

Інтегральна бальна оцінка важкості праці  $I_T$  розраховується по формулі:

$$I_T = 10 \left( X_{\text{оп}} + \bar{X} \frac{6 - X_{\text{оп}}}{6} \right),$$

де  $X_{\text{оп}}$  – визначальний елемент умов праці, тобто елемент, що отримав найбільшу оцінку;

$\bar{X}$  – середній бал усіх елементів умов праці, окрім визначального елемента.

Середній бал усіх елементів розраховують по формулі:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n - 1},$$

де  $\sum_{i=1}^n X_i$  – сума усіх елементів, окрім визначального елемента;

$n$  – кількість врахованих елементів умов праці.

Згідно з даними таблиці 5.1 елементів умов праці оцінюються, відповідно,  $X_1 = 1$ ,  $X_2 = 3$ ,  $X_3 = 1$ ,  $X_4 = 1$ ,  $X_5 = 2$  і  $X_6 = 2$ . Елементом умов праці, що отримав найбільшу оцінку, є  $X_{\text{оп}} = 3$ .

Середній бал усіх елементів умов праці, складає:

$$\bar{X} = \frac{1 + 1 + 1 + 2 + 2}{5} = 1,4.$$

Інтегральна бальна оцінка важкості праці відповідно рівна:

$$I_T = 10 \left( 3 + 1,4 \frac{6 - 3}{6} \right) = 37.$$

Інтегральна бальна оцінка важкості праці в 37 балів відповідає III категорії тяжкості праці [15, 44].

*Таблиця 5.1 – Бальна оцінка елементів умов праці*

| № | Елемент умов праці, одиниці вимірювання   | Позначення | Значення | Оцінка фактора, бали |
|---|-------------------------------------------|------------|----------|----------------------|
| 1 | Температура, °С                           | $X_1$      | 20       | 1                    |
| 2 | Швидкість вітру, м/с                      | $X_2$      | 0,6      | 3                    |
| 3 | Вологість повітря, %                      | $X_3$      | 50       | 1                    |
| 4 | Освітленість, лк                          | $X_4$      | 400      | 1                    |
| 5 | Тривалість зосередженого спостереження, % | $X_5$      | 50       | 2                    |
| 6 | Рівень шуму, дБ А                         | $X_6$      | 45       | 2                    |

Міру стомлення людини в умовних одиницях розраховують по формулі:

$$Y = \frac{I_r - 15,6}{0,64},$$

де 15,6 і 0,64 – коефіцієнти регресії.

Працездатність людини визначається як величина, протилежна до стомлення(у умовних одиницях) :

$$R = 100 - Y.$$

Розрахуємо працездатність людини в цих умовах праці :

$$R = 100 - Y = 100 - \frac{37 - 15,6}{0,64} = 100 - 33,4 = 66,6.$$

Оцінка умов праці показала, що вони не є комфортними (III категорія тяжкості праці). Отже, необхідно розробити заходи по забезпеченню безпечних і комфортних умов праці.

Основними напрямками забезпечення безпечних і комфортних умов праці при роботі на ПЕВМ є:

– забезпечення відповідності параметрів мікроклімату вимогам ДСанПіН 3.3.2–007–98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», ДСН 3.3.6.042–99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;

– забезпечення відповідності чистоти повітря вимогам ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;

– забезпечення відповідності рівня іонізації повітря вимогам ДСанПіН 3.3.2–007–98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно–обчислювальних машин»;

– забезпечення відповідності освітлення робочої зони вимогам ДБН В.2.5–28–2006 «Природне та штучне освітлення», ДСанПіН 3.3.2–007–98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;

– забезпечення відповідності рівня шуму та вібрації на робочому місці вимогам ДСанПіН 3.3.2–007–98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;

– забезпечення відповідності рівня електромагнітних та електростатичних полів та випромінювань вимогам ДСН 3.3.6.096–2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів», ДСанПіН 3.3.2–007–98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;

– забезпечення електробезпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования», НПАОП 0.00–1.28–10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», НПАОП 40.1–1.01–97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок»;

– забезпечення пожежної безпеки у відповідності з вимогами ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования», НПАОП 0.00–1.28–10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», НАПБ А.01.001–2004 «Правила пожежної безпеки України»;

– забезпечення організації робочого місця у відповідності з вимогами ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ «Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя», ДСанПіН 3.3.2–007–98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»;;

– забезпечення відповідності режимів праці та відпочинку вимогам ДСанПіН 3.3.2–007–98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно–обчислювальних машин».

## ЛІТЕРАТУРА

- 1 Безопасность жизнедеятельности в машиностроении / под ред. Ю. М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 2002. – 310 с. – ISBN 5–06–004078–8.
- 2 Безопасность производственных процессов : справочник / под ред. С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1985. – 448 с.
- 3 Безопасность труда в промышленности: справочник / К. Н. Ткачук [и др.]. – К. : Техніка, 1982. – 231 с.
- 4 **Белов, С. В.** Охрана труда при производстве и эксплуатации подъемно-транспортных машин / С. В. Белов, А. Ф. Козьяков. – М. : Машиностроение, 1986. – 208 с.
- 5 **Васильев, Г. А.** Основы безопасности труда на предприятиях черной металлургии / Г. А. Васильев, В. Д. Жидков, Л. Г. Шакирзянова. – М. : Металлургия, 1983. – 224 с.
- 6 **Власов, А. Ф.** Безопасность труда при обработке металлов резанием / А. Ф. Власов. – М. : Машиностроение, 1984. – 88 с.
- 7 **Власов, А. Ф.** Удаление пыли и стружки от режущих инструментов / А. Ф. Власов. – М. : Машиностроение, 1966. – 228 с.
- 8 **Волков, Ю. Н.** Безопасность производственных процессов в машиностроении / Ю. Н. Волков. – М. : Машиностроение, 1972. – 168 с.
- 9 **Воскобойников, В. Г.** Общая металлургия : учебник / В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев. – М. : Академкнига, 2002. – 768 с.
- 10 **Гажаман, В. І.** Електробезпека на виробництві : навч. посіб. / В. І. Гажаман. – К. : Охорона праці, 2002. – 272 с.
- 11 **Глиняна, Н. М.** Охорона праці в ливарному виробництві / Н. М. Глиняна. – Краматорськ : ДДМА, 2009. – 184 с. – ISBN 978–966–379–341–2.
- 12 **Глиняная, Н. М.** Охрана труда в литейном производстве / Н. М. Глиняная, А. Н. Фесенко. – Краматорск : ДГМА, 2004. – 168 с. – ISBN 5–7763–1408–9.
- 13 **Гордон, Г. Ю.** Электротравматизм и его предупреждение / Г. Ю. Гордон, Л. И. Вайнштейн. – М. : Энергоиздат, 1986. – 256 с.
- 14 **Дементій, Л. В.** Охорона праці в механічних та складальних цехах / Л. В. Дементій, С. А. Гончарова. – Краматорськ : ДДМА, 2005. – 312 с. – ISBN 5–7763–1413–5.
- 15 **Дементий, Л. В.** Охрана труда в автоматизированном производстве. Обеспечение безопасности труда / Л. В. Дементий, А. Л. Юсина. – Краматорск : ДГМА, 2007. – 300 с. – ISBN 978–966–379–163–0.
- 16 **Долин, П. А.** Основы техники безопасности в электроустановках / Долин П. А. – М. : Энергия, 1979. – 407 с.
- 17 **Ефанов, П. Д.** Безопасность труда в основных производственных процессах черной металлургии: справочник / П. Д. Ефанов, Н. Н. Карнаух. – М. : Металлургия, 1981. – 245 с.

18 **Ефанов, П. Д.** Техника безопасности и производственная санитария в черной металлургии : справочник / П. Д. Ефанов, Н. Н. Карнаух. – М. : Металлургия, 1980. – 406 с.

19 **Жидецкий, В. Ц.** Основы охорони праці / В. Ц. Жидецкий, В. С. Джигерей, О. В. Мельников. – Львів : Афіша, 2000. – 350 с. – ISBN 966–7760–19–7.

20 **Жидецкий, В. Ц.** Охрана праці користувачів комп'ютерів / В. Ц. Жидецкий. – Львів : Афіша, 2000. – 176 с.

21 **Заборов, В. И.** Защита от шума и вибрации в черной металлургии / В. И. Заборов, Л. Н. Клячко, Г. С. Росин. – М. : Металлургия, 1988. – 216 с.

23 **Зиньковский, М. М.** Техника безопасности и производственная санитария: краткий справочник металлурга / М. М. Зиньковский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1973. – 255 с.

23 **Злобинский, В. М.** Охрана труда в металлургии / В. М. Злобинский. – М. : Металлургия, 1975. – 336 с.

24 **Злотников, С. Л.** Техника безопасности и производственная санитария в кузнечнопрессовых цехах / С. Л. Злотников, П. И. Казакевич, В. Л. Михайлова. – М. : Машиностроение, 1984. – 256 с.

25 **Иванов, Б. С.** Охрана труда в литейном и термическом производстве : учебник / Б. С. Иванов. – М. : Машиностроение, 1990. – 224 с.

26 **Ильинский, Б. Д.** Техника безопасности и противопожарная техника в черной металлургии / Б. Д. Ильинский. – М. : Металлургия, 1967. – 370 с.

27 Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно–будівельних спеціальностей : навч. посіб. / за ред. В. В. Сафонова. – К. : Основа, 2000. – 336 с. – ISBN 966–7233–23–5.

28 **Козьяков, А. Ф.** Охрана труда в машиностроении / А. Ф. Козьяков, Л. Л. Морозова – М. : Машиностроение, 1990. – 256 с.

29 **Коновалова, С. А.** Курс лекций по дисциплине «Охрана труда в отрасли» для студентов специальности ПТМ / С. А. Коновалова, Г. И. Чижиков, В. Г. Крупко. – Краматорськ : ДГМА, 2006. – 232 с. – ISBN 5–7763–1130–6/

30 **Королькова, В. И.** Электробезопасность на промышленных предприятиях / В. И. Королькова. – М. : Машиностроение, 1970. – 520 с.

31 **Коузов, П. А.** Вентиляция кабины крановика / П. А. Коузов, М. И. Гримитлин. – Л. : ЛИОТ, 1955. – 28с.

32 **Краснов, Л. М.** Техника безопасности при эксплуатации мостовых кранов /Л. М. Краснов. – Днепропетровск : Промінь, 1968. – 72с.

33 **Краснов, Л. М.** Охрана труда в условиях повышенной опасности / Л. М. Краснов. – Днепропетровск : Промінь, 1977. – 160 с.

34 Краткий конспект лекций по курсу «Охрана труда в отрасли» для студентов специальностей ОМД и МТО / Г. И. Чижиков [и др.]. – Краматорск : ДГМА, 2003. – 116 с. – ISBN 5–7763–1415–1.



- 35 **Лавров, Н. К.** Завивание и дробление стружки в процессе / Н. К. Лавров. – М. : Машиностроение, 1971. – 87 с.
- 36 **Лагунов, Л. В.** Борьба с шумом в машиностроении / Л. В. Лагунов, Г. Л. Осипов. – М. : Машиностроение, 1980. – 150 с.
- 37 **Лысяков, А. Г.** Техника безопасности при перемещении грузов на машиностроительных предприятиях / А. Г. Лысяков. – М. : Машиностроение, 1982. – 239 с.
- 38 **Марченко, І. Л.** Охорона праці в ковальсько-пресових цехах / І. Л. Марченко, О. М. Бакланов. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – 196 с. – ISBN 978–966–379–431–0.
- 39 Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» дипломних проектів для студентів спеціальності «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини та обладнання» / уклад. С. О. Коновалова. – Краматорськ : ДДМА, 2006. – 80 с.
- 40 **Михайлова, В. Л.** Безопасность труда в кузнечно-прессовых цехах : учебное пособие / В. Л. Михайлова. – М. : Высшая школа, 1988. – 120 с. – ISBN 5–06–001338–3.
- 41 **Молчанова, З. В.** Охрана труда в прокатном производстве / З. В. Молчанова. – М. : Металлургия, 1973. – 248 с.
- 42 Організація роботи студентів з виконання розділу «Охорона праці» дипломних проектів для студентів спеціальностей ТМ, МВ, ІВ / уклад.: С. А. Гончарова, Л. В. Дементій. – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 144 с.
- 44 Організація роботи студентів з виконання розділу «Охорона праці» дипломних проектів для студентів спеціальностей МО / уклад.: С. А. Гончарова, Л. В. Дементій. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – 112 с.
- 44 Організація роботи студентів з виконання розділу «Охорона праці» дипломних проектів / уклад.: Г. Л. Юсіна, Л. В. Дементій. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – 92 с.
- 45 Охрана труда в электроустановках / под ред. Б. А. Князевского. – М. : Энергоиздат, 1977. – 320 с.
- 46 Охрана труда при обработке металлов резанием / И. А. Фоменко [и др.]. – К. : Техника, 1989. – 159 с.
- 47 **Павленко, А. Р.** Компьютер, TV и здоровье: решение проблемы / А. Р. Павленко. – К. : Основа, 1998. – 152 с.
- 48 **Писаренко, В. Л.** Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве / В. Л. Писаренко, М. Л. Рогинский. – М. : Машиностроение, 1981. – 120 с.
- 49 **Поважук, Г. М.** Техника безопасности при сварочных работах / Г. М. Поважук, Б. С. Кравец. – Киев : Будівельник, 1976. – 96 с.
- 50 Практикум із охорони праці : навч. посіб. / за ред. В. Ц. Жидецького. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с. – ISBN 966–7760–09–Х.
- 51 **Сибикин, Ю. Д.** Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий / Ю. Д. Сибикин. – М. : Издательский цент «Академия», 2003. – 240 с.

52 **Смирнов, Н. В.** Пожарная безопасность предприятий черной металлургии: справочник / Н. В. Смирнов, Л. И. Коган. – М. : Металлургия, 1969. – 431 с.

53 **Спельман, Е. П.** Техника безопасности при эксплуатации строительных машин и механизмов / Е. П. Спельман, Г. С. Чуйков. – М. : Стройиздат, 1973. – 175с.

54 **Сперанский, Б. С.** Охрана окружающей среды в литейном производстве / Б. С. Сперанский, Б. Ф. Туманский. – К. ; Донецк : Вища шк., 1985. – 80 с.

55 Справочная книга по охране труда в машиностроении / под ред. О. Н. Русака. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 541 с. – ISBN 5-217-00415-0.

56 **Траубе, Е. С.** Тормозные устройства и безопасность шахтных подъемных машин / Е. С. Траубе, И. С. Найденко. – М. : Недра, 1980. – 256 с.

57 **Филиппов, Б. И.** Охрана труда при эксплуатации строительных машин / Б. И. Филиппов. – М. : Высш. шк., 1970. – 392 с.

58 **Халецкий, И. М.** Вентиляция и отопление заводов черной металлургии: справочник / И. М. Халецкий. – М. : Металлургия, 1981. – 240 с.

59 **Чижиков, Г. І.** Охорона праці в галузі: курс лекцій для студентів спеціальності МО / Г. І. Чижиков, С. А. Гончарова, Ю. К. Доброносів. – Краматорськ : ДДМА, 2004. – 140 с. – ISBN 5-7763-0430-X.

60 **Чижиков, Г. И.** Краткий конспект лекций по курсу «Охрана труда в отрасли» для студентов специальности «Сварочное производство» / Г. И. Чижиков, А. Г. Гринь, Ю. В. Менафова. – Краматорск : ДГМА, 2006. – 156 с. – ISBN 5-7763-2680-X.

61 **Шаприцкий, В. Н.** Вентиляция и отопление прокатных цехов / В. Н. Шаприцкий. – М. : Металургія, 1988. – 186 с.

62 **Шишкова, А. П.** Охрана окружающей среды от загрязнениями предприятиями черной металлургии / А. П. Шишкова. – М. : Металлургия, 1982. – 208 с.

63 **Шишков, Н. А.** Технический надзор за содержанием и безопасной эксплуатацией грузоподъемных кранов / Н. А. Шишков. – М. : Недра, 1986. – 256 с.

64 Электробезопасность на промышленных предприятиях : справочник / Р. В. Сабарно [и др.]. – К. : Техника, 1985. – 288 с.

65 **Юдашкин, М. Н.** Пылеулавливание и очистка газов в черной металлургии / М. Н. Юдашкин. – М. : Металлургия, 1984. – 320 с.

**Додаток А**  
**Варіанти завдань для студентів спеціальностей ІТ и ІСПР**

*Таблиця А.1 – Характеристика умов праці на робочих місцях*

| Передостання<br>цифра<br>варіанта | Параметри мікроклімату<br>в теплий період року |                              |                                 | Загальне<br>освітлення,<br>лк | Тривалість<br>зосередженого<br>спостереження,<br>% |
|-----------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                   | Темпе-<br>ратура,<br>°С                        | Швидкість<br>повітря,<br>м/с | Воло-<br>гість<br>повітря,<br>% |                               |                                                    |
| 0                                 | 29                                             | 0,2                          | 60                              | 300                           | 30                                                 |
| 1                                 | 22                                             | 0,3                          | 65                              | 150                           | 40                                                 |
| 2                                 | 20                                             | 0,6                          | 50                              | 400                           | 50                                                 |
| 3                                 | 25                                             | 0,2                          | 55                              | 300                           | 76                                                 |
| 4                                 | 18                                             | 0,7                          | 60                              | 350                           | 20                                                 |
| 5                                 | 28                                             | 0,4                          | 40                              | 150                           | 30                                                 |
| 6                                 | 21                                             | 0,6                          | 50                              | 300                           | 80                                                 |
| 7                                 | 19                                             | 0,3                          | 76                              | 400                           | 40                                                 |
| 8                                 | 22                                             | 0,7                          | 55                              | 100                           | 50                                                 |
| 9                                 | 18                                             | 0,1                          | 70                              | 350                           | 25                                                 |

*Продовження таблиці А.1*

| Остання<br>цифра<br>варіанта | Рівень<br>шуму,<br>дБ А | Характеристика приміщень,<br>м |        |        | Кількість |                  |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------|--------|-----------|------------------|
|                              |                         | Довжина                        | Ширина | Висота | Приміщень | Робочих<br>місць |
| 0                            | 54                      | 9                              | 4      | 5,0    | 3         | 9                |
| 1                            | 50                      | 6                              | 3      | 5      | 1         | 2                |
| 2                            | 60                      | 6                              | 3      | 4,5    | 2         | 4                |
| 3                            | 45                      | 7                              | 4      | 5      | 4         | 8                |
| 4                            | 55                      | 12                             | 7      | 6      | 15        | 15               |
| 5                            | 40                      | 9                              | 3      | 5,5    | 2         | 6                |
| 6                            | 50                      | 4                              | 4      | 4,4    | 1         | 1                |
| 7                            | 52                      | 3                              | 3      | 4,3    | 3         | 3                |
| 8                            | 48                      | 9                              | 3      | 5,5    | 2         | 5                |
| 9                            | 55                      | 10                             | 4      | 6      | 1         | 8                |

**Додаток Б**  
**Перелік нормативно–технічної документації**

*Таблиця Б.1 – Стандарти системи безпеки праці*

| Позначення         | Найменування                                                                                                                  |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ССБТ. Підсистема 0 |                                                                                                                               |
| ГОСТ 12.0.001–82   | Основные положения                                                                                                            |
| ГОСТ 12.0.002–80   | Термины и определения                                                                                                         |
| ГОСТ 12.0.003–74   | Опасные и вредные производственные факторы. Классификация                                                                     |
| ССБТ. Підсистема 1 |                                                                                                                               |
| ГОСТ 12.1.001–89   | Ультразвук. Общие требования безопасности                                                                                     |
| ГОСТ 12.1.002–84   | Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах |
| ГОСТ 12.1.003–89   | Шум. Общие требования безопасности                                                                                            |
| ГОСТ 12.1.004–91   | Пожарная безопасность. Общие требования                                                                                       |
| ГОСТ 12.1.005–88   | Общие санитарно–гигиенические требования к воздуху рабочей зоны                                                               |
| ГОСТ 12.1.006–84   | Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля                     |
| ГОСТ 12.1.007–76   | Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности                                                               |
| ГОСТ 12.1.008–76   | Биологическая безопасность. Общие требования                                                                                  |
| ГОСТ 12.1.009–76   | Электробезопасность. Термины и определения                                                                                    |
| ГОСТ 12.1.010–76   | Взрывобезопасность. Общие требования                                                                                          |
| ГОСТ 12.1.012–90   | Вибрационная безопасность. Общие требования                                                                                   |
| ГОСТ 12.1.018–79   | Статическое электричество. Искробезопасность. Общие требования                                                                |
| ГОСТ 12.1.019–79   | Электробезопасность. Общие требования                                                                                         |
| ГОСТ 12.1.034–81   | Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях                                                                         |
| ГОСТ 12.1.038–82   | Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов                                             |
| ГОСТ 12.1.040–83   | Лазерная безопасность. Общие положения                                                                                        |
| ГОСТ 12.1.044–89   | Пожароопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения                                        |
| ГОСТ 12.1.045–84   | Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля                               |
| ССБТ. Підсистема 2 |                                                                                                                               |
| ГОСТ 12.2.003–91   | Оборудование производственное. Общие требования безопасности                                                                  |

*Продовження таблиці Б.1*

| Позначення         | Найменування                                                                                             |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ГОСТ 12.2.007.0–75 | Изделия электротехнические. Общие требования безопасности                                                |
| ГОСТ 12.2.009–80   | Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности                                              |
| ГОСТ 12.2.017–86   | Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности                                           |
| ГОСТ 12.2.020–76   | Электрооборудование взрывозащищенное. Термины и определения. Классификация. Маркировка                   |
| ГОСТ 12.2.022–80   | Конвейеры. Общие требования безопасности                                                                 |
| ГОСТ 12.2.032–78   | Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ сидя                                 |
| ГОСТ 12.2.033–78   | Общие эргономические требования. Рабочее место при выполнении работ стоя                                 |
| ГОСТ 12.2.040–79   | Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности                                 |
| ГОСТ 12.2.049–80   | Оборудование производственное. Общие эргономические требования                                           |
| ГОСТ 12.2.061–81   | Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам                            |
| ГОСТ 12.2.064–81   | Органы управления производственным оборудованием. Общие требования безопасности                          |
| ГОСТ 12.2.065–81   | Краны грузоподъемные. Общие требования безопасности                                                      |
| ГОСТ 12.2.072–82   | Роботы промышленные, роботизированные технологические комплексы и участки. Общие требования безопасности |
| ГОСТ 12.2.074–82   | Лифты электрические. Общие требования безопасности                                                       |
| ГОСТ 12.2.119–88   | Линии автоматические роторные и роторно-конвейерные. Общие требования безопасности                       |
| ССБТ. Подсистема 3 |                                                                                                          |
| ГОСТ 12.3.001–73   | Пневмоприводы. Общие требования безопасности                                                             |
| ГОСТ 12.3.002–75   | Процессы производственные. Общие требования безопасности                                                 |
| ГОСТ 12.3.003–86   | Работы электросварочные. Общие требования безопасности                                                   |
| ГОСТ 12.3.004–75   | Термическая обработка металла. Общие требования безопасности                                             |
| ГОСТ 12.3.005–75   | Работы окрасочные. Общие требования безопасности                                                         |
| ГОСТ 12.3.009–76   | Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности                                            |

Продовження таблиці Б.1

| Позначення         | Найменування                                                               |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| ГОСТ 12.3.020–80   | Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности |
| ГОСТ 12.3.025–80   | Обработка металлов резанием. Требования безопасности                       |
| ГОСТ 12.3.026–81   | Работы кузнечно–прессовые. Требования безопасности                         |
| ГОСТ 12.3.027–81   | Работы литейные. Требования безопасности                                   |
| ССБТ. Подсистема 4 |                                                                            |
| ГОСТ 12.4.026–76   | Цвета сигнальные и знаки безопасности                                      |
| ГОСТ 12.4.040–78   | Символы органов управления производственным оборудованием                  |

Таблиця Б.2 – Стандарти системи «Людина – машина»

| Позначення    | Найменування                                                                                                                         |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ГОСТ 21033–75 | Система «Человек – машина». Основные понятия. Термины и определения                                                                  |
| ГОСТ 21034–75 | Система «Человек – машина». Рабочее место человека–оператора. Термины и определения                                                  |
| ГОСТ 21889–76 | Система «Человек – машина». Кресло человека–оператора. Общие эргономические требования                                               |
| ГОСТ 21958–76 | Система «Человек – машина». Зал и кабина оператора, взаимное расположение рабочих мест. Общие эргономические требования              |
| ГОСТ 22269–76 | Система «Человек – машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования |
| ГОСТ 22973–76 | Система «Человек – машина». Общие эргономические требования. Классификация                                                           |
| ГОСТ 23000–76 | Система «Человек – машина». Пульты управления. Общие эргономические требования                                                       |

Таблиця Б.3 – Нормативно-правові акти України

| Позначення         | Найменування                                                              |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| НПАОП 0.00–1.01–07 | Правила будови і безпечної експлуатації вантажо-підіймальних кранів       |
| НПАОП 0.00–1.02–08 | Правила будови і безпечної експлуатації ліфтів                            |
| НПАОП 0.00–1.07–94 | Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском   |
| НПАОП 0.00–1.08–94 | Правила будови і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів      |
| НПАОП 0.00–1.11–98 | Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пару і гарячої води |

Продовження таблиці Б.3

| Позначення         | Найменування                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НПАОП 0.00–1.12–84 | Правила вибухонебезпеки при використанні мазуту та природного газу в котельних установках                                                                                                          |
| НПАОП 0.00–1.13–71 | Правила будови і безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок, повітропроводів і газопроводів                                                                                        |
| НПАОП 0.00–1.15–07 | Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті                                                                                                                                            |
| НПАОП 0.00–1.17–92 | Єдині правила безпеки при вибухових роботах                                                                                                                                                        |
| НПАОП 0.00–1.22–08 | Правила будови і безпечної експлуатації навантажувачів                                                                                                                                             |
| НПАОП 0.00–1.24–10 | Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом                                                                                                                 |
| НПАОП 0.00–1.26–96 | Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа (0,7кгс/см <sup>2</sup> ), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115°C |
| НПАОП 0.00–1.28–10 | Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин                                                                                                                         |
| НПАОП 0.00–1.29–97 | Правила захисту від статичної електрики                                                                                                                                                            |
| НПАОП 0.00–1.30–01 | Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями                                                                                                                                              |
| НПАОП 0.00–1.34–71 | Єдині правила безпеки при розробці рудних, нерудних і розсипних родовищ підземним способом                                                                                                         |
| НПАОП 0.00–1.36–03 | Правила будови і безпечної експлуатації підйомників                                                                                                                                                |
| НПАОП 0.00–1.48–91 | Правила охорони праці при холодній обробці металів                                                                                                                                                 |
| НПАОП 0.00–1.52–77 | Єдині правила безпеки при дрібненні, сортуванні, збагаченні корисних копалин і огрудкуванні руд та концентратів                                                                                    |
| НПАОП 0.00–1.54–93 | Правила безпеки при експлуатації електрообладнання та електромереж на відкритих гірничих роботах                                                                                                   |
| НПАОП 10.0–1.01–10 | Правила безпеки у вугільних шахтах                                                                                                                                                                 |
| НПАОП 10.0–1.07–02 | Вимоги безпеки до стрічок конвеєрних шахтних та методи випробувань                                                                                                                                 |
| НПАОП 10.0–3.01–90 | Нормативи безпеки вибійних машин, комплексів і агрегатів                                                                                                                                           |
| НПАОП 10.2–3.01–83 | Норми безпеки при експлуатації електрообладнання на вугільних розрізах                                                                                                                             |
| НПАОП 14.0–1.01–85 | Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в нерудній промисловості                                                                                                                            |

Продовження таблиці Б.3

| Позначення          | Найменування                                                                                                             |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НПАОП 14.0–1.02–85  | Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в промисловості нерудних будівельних матеріалів, графіту, каоліну, тальку |
| НПАОП 14.3–7.02–06  | Загальні вимоги охорони праці працівників гірничодобувних підприємств                                                    |
| НПАОП 23.1–1.01–08  | Правила безпеки в коксохімічному виробництві                                                                             |
| НПАОП 27.0–1.01–08  | Правила охорони праці в металургійній промисловості                                                                      |
| НПАОП 27.1–1.01–09  | Правила охорони праці у сталеплавильному виробництві                                                                     |
| НПАОП 27.1–1.02–97  | Правила безпеки у доменному виробництві                                                                                  |
| НПАОП 27.1–1.04–09  | Правила охорони праці в прокатному виробництві підприємств металургійного комплексу                                      |
| НПАОП 27.1–1.06–08  | Правила охорони праці під час ремонту обладнання на підприємствах чорної металургії                                      |
| НПАОП 27.1–1.09–09  | Правила охорони праці у газовому господарстві підприємств чорної металургії                                              |
| НПАОП 27.1–1.10–07  | Правила безпеки в газовому господарстві коксохімічних підприємств і виробництв                                           |
| НПАОП 27.1–1.46–69  | Правила техніки безпеки в мартенівському і електросталеплавильному виробництві                                           |
| НПАОП 27.2–1.01–09  | Правила охорони праці у трубному виробництві                                                                             |
| НПАОП 27.35–1.01–09 | Правила охорони праці у феросплавному виробництві                                                                        |
| НПАОП 27.4–7.15–86  | ОСТ 48.264–86 Огородження рухомих частин обладнання. Загальні технічні вимоги                                            |
| НПАОП 27.5–1.05–86  | Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії в ливарному виробництві підприємств хімічного машинобудування           |
| НПАОП 27.5–1.15–97  | Правила безпеки у ливарному виробництві                                                                                  |
| НПАОП 27.5–1.33–89  | Правила техніки безпеки при литті сталей і жаротривких сплавів за моделями, що виплавляються                             |
| НПАОП 27.5–1.43–61  | Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при роботі в ливарних цехах і цехах переплаву алюмінієвих сплавів         |
| НПАОП 27.5–1.44–61  | Правила безпеки при литті та обробці свинцево-цинкових штампів                                                           |
| НПАОП 27.5–1.45–61  | Правила безпеки при роботі в ливарних цехах сталюого, чавунного та бронзового лиття                                      |



*Продовження таблиці Б.3*

| Позначення          | Найменування                                                                                                         |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НПАОП 28.0–1.01–90  | Галузеві правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів на метало-різальних верстатах |
| НПАОП 28.0–1.02–83  | Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при холодній обробці металів                                        |
| НПАОП 28.0–1.03–08  | Правила охорони праці у метизному виробництві                                                                        |
| НПАОП 28.0–1.12–60  | Правила безпеки при роботі в цехах гарячої і холодної прокатки алюмінієвих і магнієвих сплавів                       |
| НПАОП 28.4–1.02–90  | Правила техніки безпеки і виробничої санітарії в ковальсько-пресовому і листоштампувальному виробництві              |
| НПАОП 28.4–1.07–85  | Правила охорони праці в ковальсько-пресовому виробництві                                                             |
| НПАОП 28.4–1.13–74  | Правила і норми техніки безпеки, пожежної безпеки і виробничої санітарії для фарбувальних цехів                      |
| НПАОП 28.4–1.18–59  | Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії в ковальсько-пресовому виробництві                                  |
| НПАОП 28.4–1.31–89  | Правила з охорони праці у ковальсько-пресовому виробництві                                                           |
| НПАОП 28.5–1.02–07  | Правила охорони праці при термічній обробці металів                                                                  |
| НПАОП 28.5–1.11–73  | Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при газоелектричному різанні                                          |
| НПАОП 28.5–1.19–76  | Правила безпеки праці при електронно-променевому зварюванні                                                          |
| НПАОП 28.5–1.34–90  | Правила безпеки при обробці металів різанням                                                                         |
| НПАОП 28.51–1.03–87 | Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів                                         |
| НПАОП 28.51–1.08–83 | Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів                                       |
| НПАОП 28.51–1.10–73 | Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при плазмовому різанні                                                |
| НПАОП 28.51–1.11–67 | Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при термічній обробці металів                                         |
| НПАОП 28.51–1.19–62 | Правила безпеки при експлуатації електротермічних установок підвищеної та високої частоти                            |
| НПАОП 28.51–1.21–60 | Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при фарбуванні виробів у машинобудуванні                            |
| НПАОП 28.52–1.04–86 | Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах                                     |

*Продовження таблиці Б.3*

| Позначення          | Найменування                                                                                              |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НПАОП 28.52–1.15–60 | Правила з техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах                          |
| НПАОП 28.52–1.22–64 | Правила і норми безпечної роботи з абразивним інструментом                                                |
| НПАОП 28.52–1.26–89 | Правила безпеки праці при електрозварювальних роботах                                                     |
| НПАОП 28.52–1.30–89 | Правила з охорони праці у зварювальному виробництві                                                       |
| НПАОП 29.2–1.01–58  | Загальні правила техніки безпеки та виробничої санітарії для підприємств і організацій машинобудування    |
| НПАОП 40.1–1.01–97  | Правила безпечної експлуатації електроустановок                                                           |
| НПАОП 40.1–1.07–01  | Правила експлуатації електрозахисних засобів                                                              |
| НПАОП 40.1–1.21–98  | Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів                                                |
| НПАОП 40.1–1.32–01  | Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок                                  |
| НПАОП 45.2–4.01–98  | Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд                               |
| НПАОП 45.2–7.01–97  | Про забезпечення надійності та безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж                |
| НПАОП 45.2–7.02–80  | Техніка безпеки у будівництві СНиП III–4–80*                                                              |
| НПАОП 60.1–1.48–00  | Правила безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях                        |
| НПАОП 60.2–1.01–06  | Правила охорони праці на міському електричному транспорті                                                 |
| НПАОП 63.1–1.06–85  | Правила техніки безпеки при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт на транспортно-складських роботах |

*Таблиця Б.4 – Норми та правила безпеки*

| Позначення           | Найменування                                                                                                    |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| НАПБ Б.03.002–2007   | Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою  |
| ДБН В.2.5–28–2006    | Природне та штучне освітлення                                                                                   |
| ДБН В.1.1.7–2002     | Пожежна безпека об'єктів будівництва                                                                            |
| НАПБ А.01.001–2004   | Правила пожежної безпеки України                                                                                |
| ДСанПіН 3.3.2–007–98 | Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин |

*Продовження таблиці Б.4*

| Позначення         | Найменування                                                                     |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| ДСН 3.3.6.037–99   | Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку             |
| ДСН 3.3.6.039–99   | Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації              |
| ДСН 3.3.6.042–99   | Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень                       |
| ДСН 3.3.6.096–2002 | Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів |
| ОСПУ–2005          | Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки                       |
| СНіП 2.09.09–85    | Виробничі будівлі промислових підприємств. Норми проектування                    |

## Додаток В

### Вимоги до повітря робочої зони

*Таблиця В.1 – Оптимальні норми параметрів мікроклімату робочої зони виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99, ГОСТ 12.1.005-88)*

| Період року | Категорія праці | Температура, °С | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря, м/с, не більше |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------------|----------------------------------------|
| Холодний    | Ia              | 22–24           | 40–60                 | 0,1                                    |
|             | Iб              | 21–23           |                       | 0,1                                    |
|             | IIa             | 18–20           |                       | 0,2                                    |
|             | IIб             | 17–19           |                       | 0,2                                    |
|             | III             | 16–18           |                       | 0,3                                    |
| Теплий      | Ia              | 23–25           |                       | 0,1                                    |
|             | Iб              | 22–24           |                       | 0,2                                    |
|             | IIa             | 21–23           |                       | 0,3                                    |
|             | IIб             | 20–22           |                       | 0,3                                    |
|             | III             | 18–20           |                       | 0,4                                    |

*Таблиця В.2 – Допустимі значення температури повітря робочої зони (ДСН 3.3.6.042–99)*

| Період року     | Категорія праці | Температура повітря, °С |                        |
|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------------|
|                 |                 | Постійні робочі місця   | Тимчасові робочі місця |
| Холодний період | Ia              | 21–25                   | 18–26                  |
|                 | Iб              | 20–24                   | 17–25                  |
|                 | IIa             | 17–23                   | 15–24                  |
|                 | IIб             | 15–21                   | 13–23                  |
|                 | III             | 13–19                   | 12–20                  |
| Теплий період   | Ia              | 22–28                   | 20–30                  |
|                 | Iб              | 21–28                   | 19–30                  |
|                 | IIa             | 18–27                   | 17–29                  |
|                 | IIб             | 15–27                   | 15–29                  |
|                 | III             | 15–26                   | 13–28                  |

Примітка. Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), зовнішніх поверхонь технологічного обладнання, конструкцій, що захищають, не повинна перевищувати більше ніж на 2°С за межі оптимальних величин температури повітря для цієї категорії робіт і не повинна виходити за межі допустимих величин температури повітря.

Таблиця В.3 – Категорії робіт по ступеню важкості ГОСТ 12.1.005-88)

| Категорія робіт        | Витрати енергії |            | Характеристика робіт                                                                                                                                     |
|------------------------|-----------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | Вт              | ккал/год   |                                                                                                                                                          |
| Легка Ia               | До 139          | До 120     | Роботи, які виконують сидячі з незначними фізичними напругами                                                                                            |
| Легка Ia               | 140–174         | 121–150    | Роботи, які виконують сидячі або зв'язані з ходьбою та супроводжуються деякими фізичними напругами                                                       |
| Середньої важкості IIa | 175–232         | 151–200    | Роботи, які зв'язані з постійною ходьбою, переміщення мілких (до 1 кг) предметів в положенні «стоячи» або «сидячи» та вимагають незначні фізичні напруги |
| Середньої важкості IIб | 233–290         | 201–250    | Роботи, які зв'язані з ходьбою, переміщення предметів до 10 кг, супроводжуються помірними фізичними напругами                                            |
| Важка III              | Більше 290      | Більше 250 | Роботи, які зв'язані з переміщення предметів більше 10 кг та вимагають значні фізичні напруги                                                            |

Таблиця В.4 – Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони (ГОСТ 12.1.005-88)

| Речовина                                                       | ГДК,<br>мг/м <sup>3</sup> | Клас небезпеки |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------|
| Азоту діоксид                                                  | 5                         | 3              |
| Алюміній та його сплави                                        | 2                         | 3              |
| Аміак                                                          | 20                        | 4              |
| Ацетон                                                         | 200                       | 4              |
| Бензол                                                         | 15                        | 2              |
| Бенз(α)пірен                                                   | 0,000 15                  | 1              |
| Вапняк                                                         | 6                         | 4              |
| Водню хлорид                                                   | 5                         | 2              |
| Вуглецю оксид                                                  | 20                        | 4              |
| Вуглецю пил із вмістом вільного діоксиду кремнію до 5%         | 6                         | 4              |
| Вуглецю пил із вмістом вільного діоксиду кремнію від 5% до 10% | 4                         | 3              |
| Гас (в переліку на С)                                          | 300                       | 4              |
| Діетиловий ефір                                                | 300                       | 4              |
| Залізний агломерат                                             | 4                         | 3              |
| Кремнію діоксид кристалічний при вмісті пилу від 10 до 70 %    | 2                         | 3              |

Продовження таблиці В.4

| Речовина                                                      | ГДК,<br>мг/м <sup>3</sup> | Клас<br>небезпеки |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Луги                                                          | 0,5                       | 2                 |
| Марганець у зварювальних аерозолях<br>при його вмісті до 20 % | 0,2                       | 2                 |
| Мідь                                                          | 1                         | 2                 |
| Молібден металічний                                           | 3                         | 3                 |
| Натрію гідрокарбонат                                          | 5                         | 3                 |
| Нікель, сполуки нікелю                                        | 0,05                      | 1                 |
| Нітробензол                                                   | 3                         | 2                 |
| Озон                                                          | 0,1                       | 1                 |
| Олії мінеральні нафтові                                       | 5                         | 3                 |
| Пил з домішками діоксида кремнію<br>від 2 до 10 %             | 4                         | 4                 |
| Сvineць і його неорганічні сполуки<br>(по свинцю)             | 0,01                      | 1                 |
| Сірка елементарна                                             | 6                         | 4                 |
| Сірководень                                                   | 10                        | 2                 |
| Спирт етиловий                                                | 1000                      | 4                 |
| Толуол                                                        | 50                        | 3                 |
| Хлор                                                          | 1                         | 2                 |
| Хрому оксид (III)                                             | 1                         | 3                 |
| Цинку оксид                                                   | 0,5                       | 2                 |

Таблиця В.5 – Нормування інтенсивності теплового випромінювання  
(ДСН 3.3.6.042–99)

| Вид джерела                                        | Площа<br>опромінення, %                               | Інтенсивність<br>випромінювання,<br>Вт/м <sup>2</sup> |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Нагріті поверхні обладнання,<br>прилади освітлення | Більше 50                                             | 35                                                    |
|                                                    | 25–50                                                 | 70                                                    |
|                                                    | Менше 25                                              | 100                                                   |
| Відкриті джерела випроміню-<br>вання               | Менше 25 (при обов'я-<br>зковому використанні<br>ЗІЗ) | 140                                                   |

**Додаток Г**  
**Вимоги до виробничого освітлення**

*Таблиця Г.1 – Коефіцієнт природного освітлення (ДБН В.2.5-28-2006)*

| Характеристика зорової роботи | Найменший розмір об'єкта, мм | Коефіцієнт природного освітлення, % |                   |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
|                               |                              | Верхнє і комбіноване освітлення     | Бокове освітлення |
| Найвища точність              | Менше 0,15                   | 10                                  | 3,5               |
| Дуже висока точність          | 0,15–0,3                     | 7                                   | 2,5               |
| Висока точність               | 0,3–0,5                      | 5                                   | 2                 |
| Середня точність              | 0,5–1,0                      | 4                                   | 1,5               |
| Мала точність                 | 1–5                          | 3                                   | 1                 |
| Дуже мала точність            | Більше 5                     | 2                                   | 0,5               |

*Таблиця Г.2 – Характеристика зорових робіт*

| Розряд і підрозряд зорової роботи | Робочі місця і поверхні                                                         |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| III б                             | Робочі столи інженерів-електронщиків                                            |
| III г                             | Пульти ЕОМ, дисплеї                                                             |
| IV а                              | Робочі місця електромеханіків ремонтної майстерні, механічна ремонтна майстерня |
| IV б                              | Машинні зали, кімнати підготовки інформації, приміщення перевірки блоків        |

*Таблиця Г.3 – Норми освітленості робочих місць при штучному освітленні (ДБН В.2.5-28-2006)*

| Характеристика зорових робіт | Розряд зорових робіт | Підрозряд зорових робіт | Освітленість, лк             |                           |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|
|                              |                      |                         | При комбінованому освітленні | При загальному освітленні |
| Високої точності             | III                  | а                       | 2000                         | 500                       |
|                              |                      | б                       | 1000                         | 300                       |
|                              |                      | в                       | 750                          | 300                       |
|                              |                      | г                       | 400                          | 200                       |

Продовження таблиці Г.3

| Характеристика зорових робіт | Розряд зорових робіт | Підрозряд зорових робіт | Освітленість, лк             |                           |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|
|                              |                      |                         | При комбінованому освітленні | При загальному освітленні |
| Середньої точності           | IV                   | a                       | 750                          | 300                       |
|                              |                      | б                       | 500                          | 200                       |
|                              |                      | в                       | 400                          | 200                       |
|                              |                      | г                       | 300                          | 150                       |
| Малої точності               | V                    | a                       | 300                          | 200                       |
|                              |                      | б                       | 200                          | 150                       |
|                              |                      | в                       | —                            | 159                       |
|                              |                      | г                       | —                            | 100                       |

Таблиця Г.4 – Рекомендації по освітленню приміщень

| Цех, дільниця                    | Розряд зорових робіт | Освітлення, лк         |          |            |
|----------------------------------|----------------------|------------------------|----------|------------|
|                                  |                      | Комбіноване освітлення |          | Загальне   |
|                                  |                      | Загальне + місцеве     | Загальне |            |
| Механічний цех серійного випуску | —                    | —                      | —        | 300 (150)* |
|                                  | II в                 | 2000                   | 200      | —          |
|                                  | I в                  | 2500                   | 300      | —          |
| Інструментальний цех             | —                    | —                      | —        | 500        |
|                                  | II в                 | 2000                   | 300      | —          |
|                                  | I в                  | 2500                   | 300      | —          |
| Складання великих виробів        | IV а                 | 750                    | 150      | 300        |
| Складання виробів на конвеєрі    | IV а                 | 1000                   | 150      | 300        |
| Оператори ЕОМ                    | III                  | —                      | —        | 300        |
| Пульт керування                  | —                    | 300                    | 75       | 100        |
| Зварювальний цех                 | —                    | —                      | —        | 150        |
| Модельний цех                    | III                  | 1500                   | 150      | 300        |
| Ливарний цех                     | VIII                 | —                      | —        | 200 (150)* |
| Цех плющення                     | VII                  | —                      | —        | 200 (150)* |
| Сталеплавильний цех              | VII                  | —                      | —        | 200 (150)* |
| Кувальню-пресовий цех            | III                  | 500                    | 200      | 200 (150)* |

Примітка. \* Норма при використанні ламп розжарювання.



## Додаток Д

### Вимоги до виробничого шуму

*Таблиця Д.1 – Залежність допустимого рівня шуму від характеристики приміщення (ГОСТ 12.1.003–89, ДСН 3.3.6.037–99)*

| Характеристика приміщення                                                                                           | Рівні звуку, дБ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Приміщення конструкторських бюро, програмістів обчислювальних машин, лабораторій для теоретичних та дослідних робіт | 50              |
| Приміщення керування, робочі кімнати                                                                                | 60              |
| Кабіни спостережень і дистанційного керування:                                                                      |                 |
| - без мовного зв'язку                                                                                               | 80              |
| - з мовним зв'язком по телефону                                                                                     | 65              |
| Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях і на території підприємств                             | 80              |

*Таблиця Д.2 – Допустимі рівні звукового тиску в октавних полосах (ДСН 3.3.6.037–99, ГОСТ 12.1.003–89)*

| Рівень звукового тиску, дБ                     |    |     |     |     |      |      |      |      | Еквівалентний<br>рівень звуку,<br>дБ А |
|------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|----------------------------------------|
| Середньогометрична частота октавної полоси, Гц |    |     |     |     |      |      |      |      |                                        |
| 31,5                                           | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                                        |
| 86                                             | 71 | 61  | 54  | 49  | 45   | 42   | 40   | 38   | 50                                     |
| 93                                             | 79 | 70  | 63  | 58  | 55   | 52   | 50   | 49   | 60                                     |
| 96                                             | 83 | 74  | 68  | 63  | 60   | 57   | 55   | 54   | 65                                     |
| 103                                            | 91 | 83  | 77  | 73  | 70   | 68   | 66   | 64   | 75                                     |
| 107                                            | 95 | 87  | 82  | 78  | 75   | 73   | 71   | 69   | 80                                     |

## Додаток Е

### Вимоги до виробничої вібрації

*Таблиця Е.1 – Допустимі кориговані рівні віброшвидкості загальної вібрації (ДСН 3.3.6.039–99)*

| Тип вібрації             | Еквівалентний рівень, дБ, у напрямі |                        |
|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|
|                          | вертикальному (Z)                   | горизонтальному (X, Y) |
| Транспортна              | 107                                 | 116                    |
| Транспортно–технологічна | 101                                 |                        |
| Технологічна типу «а»    | 92                                  |                        |
| Технологічна типу «б»    | 84                                  |                        |
| Технологічна типу «в»    | 75                                  |                        |

Примітка. Тип « а » – постійні робочі місця виробничих приміщень підприємств; тип « б » – робочі місця складів, столових, побутових, чергових і інших виробничих приміщень, де немає джерел вібрації; тип « в » – робочі місця заводоуправління, конструкторських бюро, лабораторій, учбових пунктів, обчислювальних центрів, медпунктів, конторських приміщень, робочих кімнат і інших приміщень для працівників розумової праці.

*Таблиця Е.2 – Допустимі величини параметрів загальної вібрації (ГОСТ 12.1.012–90, ДСН 3.3.6.039–99)*

| Тип вібрації             | Напрямок вібрації                        | Рівень віброшвидкості, дБ, в октавних<br>полосах зі середньгеометричною<br>частотою, Гц |     |     |     |     |      |     |
|--------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
|                          |                                          | 1                                                                                       | 2   | 4   | 8   | 16  | 31,5 | 63  |
| Транспортна              | Вертикальна (Z)                          | 132                                                                                     | 123 | 114 | 108 | 107 | 107  | 107 |
|                          | Горизонтальна (X, Y)                     | 122                                                                                     | 117 | 116 | 116 | 116 | 116  | 116 |
| Транспортно-технологічна | Вертикальна (Z),<br>горизонтальна (X, Y) | –                                                                                       | 117 | 108 | 102 | 10  | 101  | 10  |
| Технологічна             | Вертикальна (Z),<br>горизонтальна (X, Y) | –                                                                                       | 108 | 99  | 93  | 92  | 92   | 92  |

Таблиця Е.3 – Допустимі величини параметрів локальної вібрації (ДСН 3.3.6.039–99)

| Середньгеометрична частота, Гц | Гранично допустимий рівень по осях Х, Y, Z |     |                  |     |
|--------------------------------|--------------------------------------------|-----|------------------|-----|
|                                | віброшвидкість                             |     | віброприскорення |     |
|                                | м/с                                        | дБ  | м/с <sup>2</sup> | дБ  |
| 8                              | 0,028                                      | 115 | 1,4              | 73  |
| 16                             | 0,014                                      | 109 | 1,4              | 73  |
| 31,5                           | 0,014                                      | 109 | 2,7              | 79  |
| 63                             | 0,014                                      | 109 | 5,4              | 85  |
| 125                            | 0,014                                      | 109 | 10,7             | 91  |
| 250                            | 0,014                                      | 109 | 21,3             | 97  |
| 500                            | 0,014                                      | 109 | 42,5             | 103 |
| 1000                           | 0,014                                      | 109 | 85,0             | 109 |
| Еквівалентний рівень           | 0,020                                      | 112 | 2,0              | 76  |

Таблиця Е.4 – Допустимий сумарний час дії локальної вібрації в залежності від перевищення ПДР (ДСН 3.3.6.039–99)

| Перевищення допустимого рівня вібрації, дБ | Допустимий сумарний час дії за зміну, хв. | Перевищення допустимого рівня вібрації, дБ | Допустимий сумарний час дії за зміну, хв. |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1                                          | 384                                       | 7                                          | 95                                        |
| 2                                          | 302                                       | 8                                          | 76                                        |
| 3                                          | 240                                       | 9                                          | 60                                        |
| 4                                          | 191                                       | 10                                         | 48                                        |
| 5                                          | 151                                       | 11                                         | 3830                                      |
| 6                                          | 120                                       | 12                                         |                                           |

Таблиця Е.5 – Допустимі значення амплітуди вібропереміщення (ГОСТ 12.1.012–90)

| Частота гармонійної складової, Гц | Амплітуда вібропереміщення, мм, у виробничих приміщеннях |                         |                            |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|
|                                   | з вібруючими установками                                 | без вібруючих установок | працівники розумової праці |
| 2                                 | 1,4                                                      | 0,57                    | 0,2026                     |
| 4                                 | 0,25                                                     | 0,1                     | 0,0354                     |
| 8                                 | 0,063                                                    | 0,025                   | 0,0090                     |
| 16                                | 0,0282                                                   | 0,0112                  | 0,0039                     |
| 31,5                              | 0,0141                                                   | 0,0056                  | 0,0020                     |
| 63                                | 0,0072                                                   | 0,0028                  | 0,0010                     |

**Додаток Ж**  
**Вимоги до випромінювань**

*Таблиця Ж.1 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (ЕМП) (ДСН 3.3.6.096–2002)*

| Характеристика ЕМП,<br>одиниці виміру             | Діапазон        | ГДР |
|---------------------------------------------------|-----------------|-----|
| Напруженість електричного поля, В/м               | 60 кГц–3 МГц    | 50  |
|                                                   | 3 МГц–30 МГц    | 20  |
|                                                   | 30 МГц–50 МГц   | 10  |
|                                                   | 50 МГц–300 МГц  | 5   |
| Напруженість магнітного поля, А/м                 | 60 кГц–1,5 МГц  | 5   |
|                                                   | 30 МГц–50 МГц   | 0,3 |
| Щільність потоку енергії, Вт/м <sup>2</sup>       | 300 МГц–300 ГГц | 0,1 |
| Енергетичне навантаження, (Вт·год)/м <sup>2</sup> | 300 МГц–300 ГГц | 2   |

*Таблиця Ж.2 – Нормування іонізуючого випромінювання*

| Гранично допустима<br>доза                         | Група критичних органів                                                                                                                |     |     |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
|                                                    | I                                                                                                                                      | II  | III |
| ГДД для персоналу категорії А, бер/рік             | 5                                                                                                                                      | 15  | 30  |
| ГДД для персоналу категорії Б, бер/рік             | 0,5                                                                                                                                    | 1,5 | 3,0 |
| ГДД для персоналу (категорія А и Б), мЗв/рік       | Не більше 20 мЗв/рік, допускається збільшення до 50 мЗв/рік за умови, що середньорічна доза за 5 років поспіль не перевищує 50 мЗв/рік |     |     |
| ГДД для населення (категорія В), мЗв/рік (бер/рік) | 1 (0,01)                                                                                                                               |     |     |

**Додаток К**  
**Вимоги безпеки при роботі на ПЕОМ**

*Таблиця К.1 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПЕОМ  
(ДСанПіН 3.3.2–007–98)*

| Рівень                 | Кількість іонів у 1 см <sup>3</sup> повітря |           |
|------------------------|---------------------------------------------|-----------|
|                        | n+                                          | n–        |
| Мінімально необхідний  | 400                                         | 600       |
| Оптимальний            | 1500–3 000                                  | 300–5 000 |
| Максимально допустимий | 50 00                                       | 50 000    |

*Таблиця К.2 – Вимоги до освітлення робочих місць, оснащених  
ПЕОМ (НПАОП 0.00–1.31–99)*

| Найменування параметра                                        | Значення параметра              |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Коефіцієнт природної освітленості                             | Не нижче 1,5 %                  |
| Освітленість на робочому столі                                | 300–500 лк                      |
| Яскравість світильників загального освітлення                 | Не більше 200 кд/м <sup>2</sup> |
| Захисний кут світильників                                     | Не більше 40°                   |
| Коефіцієнт пульсації                                          | Не більше 5 %                   |
| Яскравість поверхонь, що світяться                            | Не більше 200 кд/м <sup>2</sup> |
| Яскравість відблисків на екрані                               | Не більше 40 кд/м <sup>2</sup>  |
| Відношення яркостей робочих поверхонь                         | Не більше 3 : 1                 |
| Відношення яркостей робочих поверхонь і навколишніх предметів | Не більше 5 : 1                 |

*Таблиця К.3 – Допустимі й еквівалентні рівні шуму при роботі  
на ПЕОМ (ДСанПіН 3.3.2–007–98)*

| Рівні звукового тиску, дБ                    |    |     |     |     |      |      |      |      | Еквівалент-<br>ний рівень<br>звука, дБ·А |
|----------------------------------------------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------------------------------------------|
| Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц |    |     |     |     |      |      |      |      |                                          |
| 31,5                                         | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                                          |
| —                                            | 67 | 57  | 49  | 44  | 40   | 37   | 35   | 33   | 45                                       |
| 86                                           | 71 | 61  | 54  | 49  | 45   | 42   | 40   | 38   | 50                                       |
| 93                                           | 79 | 70  | 63  | 58  | 55   | 52   | 50   | 49   | 60                                       |
| 96                                           | 83 | 74  | 68  | 63  | 60   | 57   | 55   | 54   | 65                                       |
| 103                                          | 91 | 83  | 77  | 73  | 70   | 68   | 66   | 64   | 75                                       |

Таблиця К.4 – Допустимі рівні вібрації при роботі на ПЕОМ (ДСанПіН 3.3.2–007–98)

| Середньоггеометрична частота октавної смуги, Гц | Допустимі значення по осях x, y, z |                           |
|-------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
|                                                 | рівень віброприскорення, дБ        | рівень віброшвидкості, дБ |
| 2                                               | 36                                 | 91                        |
| 4                                               | 33                                 | 82                        |
| 8                                               | 33                                 | 76                        |
| 16                                              | 39                                 | 75                        |
| 31,5                                            | 45                                 | 75                        |
| 63                                              | 51                                 | 75                        |
| Еквівалентний рівень                            | 33                                 | 75                        |

Таблиця К.5 – Допустимі параметри електромагнітних випромінювань й електростатичних полів (ДСанПіН 3.3.2–007–98)

| Вид поля                                        | Допустимі параметри поля |                        | Допустима поверхнева щільність потоку енергії, Вт/м <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                                 | Електрична складова, В/м | Магнітна складова, А/м |                                                                  |
| Напруженість ЕМП:                               |                          |                        |                                                                  |
| 60 кГц–3 МГц                                    | 50                       | 5                      | –                                                                |
| 3 кГц–30 МГц                                    | 20                       | –                      | –                                                                |
| 30 кГц–50 МГц                                   | 10                       | 0,3                    | –                                                                |
| 30 кГц–300 МГц                                  | 5                        | –                      | –                                                                |
| 300 кГц–300 ГГц                                 | –                        | –                      | 10                                                               |
| ЕМП в ультрафіолетовій частині спектру:         |                          |                        |                                                                  |
| УФ–С (220–280 нм)                               | –                        | –                      | 0,001                                                            |
| УФ–В (280–320 нм)                               | –                        | –                      | 0,01                                                             |
| УФ–А (320–400 нм)                               | –                        | –                      | 10                                                               |
| ЕМП в видимій частині спектру 400–760 нм        | –                        | –                      | 10                                                               |
| ЕМП в інфрачервоній частині спектру 0,76–10 мкм | –                        | –                      | 35–70                                                            |
| Напруженість електричного поля ВДТ, кВ/м        | –                        | –                      | 20                                                               |

Таблиця К.6 – Основні вимоги до розміщення робочих місць, оснащених ПЕОМ (НПАОП 0.00–1.31–99)

| Найменування параметра                                      | Значення, м |
|-------------------------------------------------------------|-------------|
| Мінімальна ширина проходів :                                |             |
| – при однорядному розташуванні робочих місць                | 1           |
| – при дворядному розташуванні робочих місць                 | 1,2         |
| Відстань від стін                                           | ≥ 1,0       |
| Відстань між робочими місцями                               | ≥ 1,5       |
| Відстань між бічними поверхнями монітора                    | ≥ 1,2       |
| Відстань між тильною поверхнею одного ПЕВМ і екраном іншого | ≥ 2,5       |

## Додаток Л

### Вимоги до електробезпеки

*Таблиця Л.1 – Порогові значення сили струму*

| Вид порога                     | Сила струму, мА |                 |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|
|                                | Змінний струм   | Постійний струм |
| Пороговий відчутний струм      | 0,6–1,5         | 5–7             |
| Пороговий невідпускаючий струм | 10–15           | 50–80           |
| Пороговий фібриляційний струм  | 100             | 300             |

*Таблиця Л.2 – Характер впливу електричного струму на організм людини*

| Струм, мА | Характер впливу                                                                          |                                                     |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|           | Змінний струм                                                                            | Постійний струм                                     |
| 0,6–1,5   | Початок відчуття, легке тремтіння пальців рук                                            | Не відчувається                                     |
| 2–3       | Сильне тремтіння пальців рук                                                             | –«–                                                 |
| 5–7       | Судоми в руках                                                                           | Свербіж. Відчуття нагріву                           |
| 8–10      | Руки важко, але ще можна відірвати від електродів, сильні болі в пальцях і кистях рук    | Посилений нагрів                                    |
| 20–25     | Параліч рук, відірвати їх від електродів неможливо. Дуже сильні болі. Дихання ускладнене | Дуже сильний нагрів. Незначне скорочення м'язів рук |
| 50–80     | Зупинка дихання. Початок фібриляції дихання                                              | Скорочення м'язів. Судоми, утруднення дихання       |

*Таблиця Л.3 – Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом*

| Тип приміщення           | Характеристика                                                                                      |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Без підвищеної небезпеки | Немає жодної ознаки підвищеної небезпеки(нежаркі, сухі, незапорошені, з неструмопровідною підлогою) |
| З підвищеною небезпекою  | Є одна ознака підвищеної небезпеки                                                                  |
| Особливо небезпечні      | Мають 2 і більше ознак небезпеки                                                                    |

*Таблиця Л.4 – Класифікація приміщень за характером середовища*

| Тип                            | Характеристика приміщення                                                                                                                                         |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нормальні                      | Сухі приміщення, в яких відсутні ознаки жарких і запиленних приміщень і приміщень з активним середовищем                                                          |
| Сухі                           | Відносна вологість повітря не перевищує 60%                                                                                                                       |
| Вологі                         | Відносна вологість повітря 60–75%                                                                                                                                 |
| Сирі                           | Відносна вологість повітря впродовж тривалого часу перевищує 75%, але не досягає 100%                                                                             |
| Особливо сирі                  | Відносна вологість – близько 100% (стіни, стеля, предмети покриті вологою)                                                                                        |
| Жаркі                          | Температура повітря впродовж тривалого часу перевищує +30 °С                                                                                                      |
| Запилені                       | Пил, що виділяється в приміщенні, осідає на проводках і проникає всередину машин, апаратів; приміщення можуть бути із струмопровідним або неструмопровідним пилом |
| З хімічно активним середовищем | У приміщенні постійно або впродовж тривалого часу виділяється пара або накопичуються відкладення, які руйнують ізоляцію і струмопровідні частини обладнання       |

## Додаток М

### Вимоги до пожежної безпеки

*Таблиця М.1 – Класифікація пожеж*

| Клас пожежі | Характеристика речовин та матеріалів або об'єкта, що горить                                                                             |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А           | Тверді речовини, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (дерево, текстиль, папір)                       |
| В           | Горючі рідини чи тверді речовини, що розплавляються при нагріванні (нафтопродукти, спирти, каучук, стеарин, деякі синтетичні матеріали) |
| С           | Пальні гази                                                                                                                             |
| Д           | Метали та їх сплави (алюміній, магній, лужні метали)                                                                                    |
| Е           | Обладнання під напругою                                                                                                                 |

*Таблиця М.2 – Характеристика категорій приміщень і будівель за вибуховопожежною та пожежною небезпекою*

| Категорія приміщень            | Характеристика речовин та матеріалів, що знаходяться (використовуються) у приміщенні                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А<br>Вибухонебезпечна          | Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більш 28°C у такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.<br>Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа |
| Б<br>Вибухово-пожежонебезпечна | Горючий пил чи волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більш 28°C, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні чи парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа                                                                                                                                                            |
| В<br>Пожежонебезпечна          | Горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини і матеріали (в тому числі пил та волокна), здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним горіти, за умови, що приміщення, у яких вони знаходяться (використовуються), не належать до категорій А чи Б                                                                                                                                                                                   |
| Г                              | Негорючі речовини і матеріали в гарячому, розжареному чи розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо                                                                                                                                                                                                                          |
| Д                              | Негорючі речовини та матеріали в холодному стані                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



**Додаток Н**  
**Вимоги безпеки до виробничих процесів**

*Таблиця Н.1 – Норми площі й об'єму для виробничих приміщень (СН 245–71)*

| Тип виробничого приміщення | Мінімальна площа на одне робоче місце, м <sup>2</sup> | Мінімальний об'єм на одне робоче місце, м <sup>3</sup> |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Звичайні роботи            | 4,5                                                   | 15                                                     |
| Роботи с ПЕОМ              | 6                                                     | 20                                                     |

*Таблиця Н.2 – Вимоги до організації робочих місць*

| Вимога                                 | Форми забезпечення                                             |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Забезпечення зручної пози              | Підбір відповідної робочої меблі, регулювання її характеристик |
|                                        | Забезпечення можливості зміни пози                             |
|                                        | Забезпечення стійкого положення та свободи руху                |
|                                        | Виконання вимог технічної естетики                             |
| Можливість виконання трудових операцій | Забезпечення виконання дій в зоні моторного поля               |
|                                        | Рациональне розміщення оснастки                                |
|                                        | Забезпечення необхідного огляду                                |
|                                        | Забезпечення можливості управління                             |
| Безпека виконання робіт                | Виконання ком плакса заходів в залежності від наявності НіШВФ  |

## Додаток П

### Методика кількісної оцінки умов праці

Для аналізу умов праці широко використовується інтегральна оцінка, яка базується на використанні показника – важкість праці. Під важкістю праці розуміється ступінь сукупного впливу всіх факторів умов праці на працездатність людини та його здоров'я

Для об'єктивної оцінки важкості праці всі матеріально-виробничі елементи умов праці розміщені в порядку зростання ступенів небезпеки і шкідливості у відповідності до шести категорій важкості праці (таблиця П.1):

- 1) роботи, що виконуються в оптимальних умовах;
- 2) роботи, що виконуються в умовах, які відповідають гранично допустимим концентраціям і рівням (ГДК і ГДР) санітарно-гігієнічних елементів, а також допустимим величинам психофізіологічних елементів;
- 3) роботи з умовами праці, що відхиляються від ГДК і ГДР та допустимих величин психофізіологічних елементів;
- 4) роботи у несприятливих умовах праці;
- 5) роботи, що виконуються в екстремальних умовах праці;
- 6) роботи, що виконуються в критичних умовах праці.

Згідно з таблицею П.1 кожний виробничий елемент умов праці  $X_i$  на робочому місці отримує бальну оцінку від 1 до 6, якщо він впливає на працівника протягом усієї робочої зміни. У тих випадках, коли він впливає на працівника не повний робочий день, а лише частково, елемент оцінюється його тривалістю і визначається за діаграмами [64] з урахуванням часу їх впливу.

При визначенні інтегрального показника важкості праці враховуються біологічно значимі елементи умов праці, що викликають пограничні і патологічні зміни і реакції організму працюючого. Біологічно значимі елементи – це елементи, що отримали при оцінці з урахуванням експозиції (тривалість дії впродовж зміни) бал два і більше.

Інтегральну бальну оцінку важкості праці  $I_m$  на конкретному робочому місці можна визначити за формулою

$$I_T = 10 \left( X_{оп} + \bar{X} \frac{6 - X_{оп}}{6} \right),$$

где  $X_{оп}$  – елемент умов праці, який одержав найбільшу оцінку;

$\bar{X}$  – середній бал усіх елементів умов праці крім визначаючого  $X_{оп}$ .

Таблиця П.1 – Бальна оцінка елементів умов праці

| Оцінка факторів умов праці, бал | Параметри мікроклімату в теплий період року |                               | Освітленість, лк | Шум, дБ А | Число важливих об'єктів спостереження | Точність зорових робіт | Тривалість повторюваних операцій, с | Тривалість зосередженого нагляду в % від робочого часу |
|---------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                 | Температура, °С                             | Відносна вологість повітря, % |                  |           |                                       |                        |                                     |                                                        |
| 1                               | 18...20                                     | 40...54                       | Понад 300        | Нижче 33  | Нижче 5                               | Груба                  | Понад 100                           | Нижче 25                                               |
| 2                               | 21...22                                     | 55...60                       | 240...300        | 33...50   | 5...10                                | Мала                   | 31...100                            | 25...50                                                |
| 3                               | 23...28                                     | 61...75                       | 160...230        | 51...54   | 11...25                               | Середня                | 20...30                             | 51...75                                                |
| 4                               | 29...32                                     | 76...85                       | 100...150        | 55...63   | Понад 25                              | Висока                 | 10...19                             | 76...85                                                |
| 5                               | 33...35                                     | Понад 85                      | 60...90          | 64...74   | -                                     | Дуже висока            | 5...9                               | 86...90                                                |
| 6                               | Понад 35                                    | -                             | 30...50          | Понад 75  | -                                     | Найвища                | 1...4                               | Понад 90                                               |

Середній бал елементів умов праці визначають за формулою

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / (n-1),$$

де  $\sum_{i=1}^n X_i$  – сума всіх елементів крім визначаючого  $X_{оп}$ ;

$n$  – кількість врахованих елементів умов праці.

Якщо умови праці оцінюються тільки балами 1 і 2, то інтегральну оцінку важкості праці визначають за формулою

$$И_T = 19,7\bar{X} - 1,6\bar{X}^2,$$

де  $\bar{X}$  – середній бал всіх елементів умов праці.

За величиною інтегральної бальної оцінки важкості праці визначають категорію умов праці (таблиця П.2).

*Таблиця П.2 – Інтегральна бальна оцінка при різних категоріях важкості праці*

| Категорія важкості праці | Діапазон інтегральної бальної оцінки | Доплати за умови праці, % |
|--------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| I                        | До 18                                | –                         |
| II                       | 19–33                                | –                         |
| III                      | 34–45,6                              | 4–8                       |
| IV                       | 45,7–53,9                            | 12–16                     |
| V                        | 54–59                                | 20                        |
| VI                       | Більше 59,1                          | 24                        |

Інтегральна бальна оцінка важкості праці  $И_T$  дозволяє визначити вплив умов праці на працездатність людини. Для цього спочатку визначається ступінь стомлення в умовних одиницях:

$$Y = \frac{И_T - 15,6}{0,64},$$

де 15,6 и 0,64 – коефіцієнти регресії.

Працездатність людини визначається як величина протилежна стомленню (в умовних одиницях):

$$R = 100 - Y.$$

Вплив зміни працездатності на продуктивність праці визначається за формулою

$$\Delta W = \left( \frac{R_2}{R_1} - 1 \right) \times 100 \times 0,2,$$

де  $\Delta W$  – зростання продуктивності праці, %;

$R_1$  и  $R_2$  – працездатність в умовних одиницях до і після впровадження заходів з охорони праці, які знизили важкість праці;

**0,2** – емпіричний коефіцієнт, який показує вплив зростання рівня працездатності на продуктивність праці.