

## АНОТАЦІЯ

Чемаров А.Р. «Розробка заходів з охорони праці в залізничному цеху металургійного комбінату».

Кваліфікаційний проект для здобуття ступеня вищої освіти магістра по спеціальності 263 Цивільна безпека, науковий керівник Рижков В.Г. Інженерний інститут Запорізького національного університету, факультет будівництву та цивільної інженерії, кафедра прикладної екології та охорони праці.

Проаналізована статистика травматизму, професійних і професійно обумовлених захворювань у залізничних цехах, визначені основні їх причини і діючі фактори, визначений клас умов праці електрогазозварника. Розроблені заходи захисту від падіння. Запропоновано по всій території залізничного цеху встановити пішоході доріжки через залізничні колії. Для освітлення залізничного депо пропонується світильники для високих стель High Bay UFO. Розрахований блискавкозахист депо залізничного цеху. Запропоновано використання спринклерної установки водяного пожежогасіння.

Ключові слова : ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ, ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ, ЗАХИСНЕ ВІДКЛЮЧЕННЯ, ПОЖЕЖОГАСІННЯ, РУХОМИЙ СОСТАВ, РУХОМІ ОБ'ЄКТИ, УМОВИ ПРАЦІ.

## АННОТАЦИЯ

Чемаров А.Р. «Разработка мероприятий по охране труда в железнодорожном цехе металлургического комбината».

Квалификационный проект для получения степени высшего образования магистра по специальности 263 Гражданская безопасность, научный руководитель Рыжков В.Г. Инженерный институт Запорожского национального университета, факультет строительству и гражданской инженерии, кафедра прикладной экологии и охраны труда.

Проанализирована статистика травматизма, профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний в железнодорожных цехах, определены основные их причины и действующие факторы, определенный класс условий труда электрогазосварщика. Разработанные меры защиты от падения. Предложено по всей территории железнодорожного цеха установить специальные дорожки через железнодорожные пути. Для освещения железнодорожного депо предлагается светильники для высоких потолков High Bay UFO. Рассчитана молниезащита депо железнодорожного цеха. Предложено использование спринклерной установки водяного пожаротушения.

Ключевые слова: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК, ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ, ЗАЩИТНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ, ПОЖАРОТУШЕНИЯ, ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, ДВИЖУЩЕГОСЯ ОБЪЕКТА, УСЛОВИЯ ТРУДА.

## ABSTRACT

Chemarov A.R. "Development of measures for labor protection in the railway workshop of a metallurgical plant."

Qualification project for obtaining a higher education master's degree in specialty 263 Civil security, scientific adviser Ryzhkov V.G. Engineering Institute of Zaporozhye National University, Faculty of Construction and Civil Engineering, Department of Applied Ecology and Labor Protection.

The statistics of injuries, occupational and occupational diseases in railway workshops are analyzed, their main causes and operating factors, a certain class of working conditions of an electric and gas welder are determined. Developed fall protection measures. It was proposed to install special tracks through the railway tracks throughout the territory of the railway workshop. High Bay UFO luminaires are available to illuminate the train depot. The lightning protection of the railway shop depot has been calculated. The use of a sprinkler installation of water fire extinguishing is proposed.

Key words: ELECTRIC CURRENT, ELECTRICAL INSTALLATIONS, PROTECTIVE SHUTDOWN, FIRE EXTINGUISHING, ROLLING STAFF, MOVING OBJECT, WORKING CONDITIONS.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**

**Кафедра прикладної екології та охорони праці**

(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційний проект**

**магістра**

(рівень вищої освіти)

на тему: Розробка заходів з охорони праці в залізничному цеху  
металургійного комбінату

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.2639

спеціальності 263 Цивільна безпека

(код і назва спеціальності)

освітньої програми охорона праці

(код і назва освітньої програми)

Чемаров А.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник доцент, к.т.н. Рижков В.Г.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент професор, д.т.н. Куріс Ю. В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

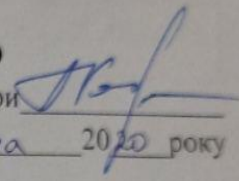
Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
 ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра Прикладної екології та охорони праці  
 Рівень вищої освіти магістр  
 Спеціальність 263 Цивільна безпека  
(код та назва)  
 Освітня програма Охорона праці  
(код та назва)  
 Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри 

«25» листопада 2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Чемарову Артему Романовичу









(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема проекту : Розробка заходів з охорони праці в залізничному цеху металургійного комбінату  
 керівник роботи Рижков Вадим Генієвич, к.т.н., доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)  
 затверджені наказом ЗНУ від «09» 10 2020 року № 1584-с
- 2 Строк подання студентом роботи 25.11.2020
- 3 Вихідні дані до роботи: депо залізничного цеху, небезпечні і шкідливі фактори, аварійні ситуації, умови праці
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Характеристика об'єкту, небезпечних і шкідливих факторів; аналіз статистики нещасних випадків і захворювань; оцінка умов праці; розробка заходів з безпеки технологічних процесів і обладнання, промислової санітарії, електробезпеки, пожежної безпеки; оцінка економічної ефективності запропонованих заходів.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

План депо залізничного цеху; залізничний пішохідний перехід; запропоновані засоби і заходи з БТПО (1 – 2 листа), санітарії (1 – 2 листа), електробезпеки, пожежної безпеки, таблиця з економічними даними.

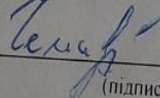
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Теоретичний	Рижков В.Г., доцент	 14.09.20	 10.10.20
2. Дослідницький	Рижков В.Г., доцент	 14.09.20	 23.10.20
3. Проектний	Рижков В.Г., доцент	 14.09.20	 04.11.20
4. Економічний	Рижков В.Г., доцент	 14.09.20	 16.11.20

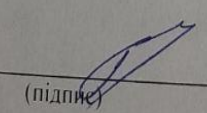
7. Дата видачі завдання 14.09.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Теоретичний розділ	ноябрь 2020	виконано
	Дослідницький розділ	ноябрь 2020	виконано
	Проектний розділ	листопад 2020	виконано
	Економічний розділ	листопад 2020	виконано
	Графічна частина	листопад 2020	виконано
	Оформлення пояснювальної записки	до 25.11.2020	виконано

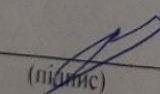
Студент   
(підпис)

А.Р. Чемаров  
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)   
(підпис)

В.Г. Рижков  
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер   
(підпис)

В.Г. Рижков  
(ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційний проект для здобуття ступеня вищої освіти магістра:  
95с., 19 табл., 20 рис., 66 джерел

ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ, ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ, ЗАХИСНЕ  
ВІДКЛЮЧЕННЯ, ПОЖЕЖОГАСІННЯ, РУХОМИЙ СОСТАВ, РУХОМІ  
ОБ'ЄКТИ, УМОВИ ПРАЦІ.

Об'єкт дослідження – умови праці в залізничному цеху металургійного комбінату, шкідливі і небезпечні виробничі фактори.

Мета проектування – розроблення заходів і засобів поліпшення умов праці в залізничному цеху металургійного комбінату.

Проаналізована статистика травматизму, професійно обумовлених захворювань у залізничних цехах, на її основі визначені основні їх причини і діючі фактори, визначений клас умов праці газоелектрозварника.

Розроблені заходи захисту від основних видів травмування: механічних ушкоджень, враження електрострумом, падіння з висоти. Запропоновано застосування сучасного обладнання для зменшення ризику враження електрострумом та можливості виникнення пожежі на території залізничного цеху.

Запропоновані і розраховані переходи через залізничні колії по всій території комбінату. Розрахована аерація залізничного цеху, визначена кратність повітрообміну. Для освітлення залізничного депо запропоновані світлодіодні світильники для високих стель. Запропонована система пожежа гасіння для гасіння пожеж у ділянці поточного ремонту, відділення зварювання та автозчеплення також малярського відділення залізничного цеху пропоную використовувати установки спринклерної установки водяного пожежогасіння.

Проведена оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці у залізничному депо залізничного цеху.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ .....	12
1.1 Характеристика залізничного цеху металургійного комбінату .....	12
1.2 Небезпечні фактори в залізничному цеху металургійного комбінату .....	15
1.3 Шкідливі факторів залізничному цеху металургійного комбінату .....	16
1.4 Огляд захисних мір від небезпечних і шкідливих факторів .....	21
2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ .....	30
2.1 Аналіз причин нещасних випадків електрогазозварника.....	30
2.2 Аналіз подій, що спричинили нещасні випадки .....	35
2.3 Аналіз професійних захворювань.....	37
2.4 Оцінка умов праці у залізничному депо залізничного цеху .....	43
3 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ .....	50
3.1 Безпека технологічних процесів і обладнання .....	50
3.1.1 Захист від механічного травмування.....	50
3.1.2 Переходи залізничних колій з пішохідними доріжками .....	56
3.2 Гігієна праці та виробнича санітарія .....	61
3.2.1 Виробнича вентиляція.....	61
3.2.2 Виробниче освітлення .....	63
3.2.3 Зменшення рівня шумом та вібрацією на ділянках залізничного цеху ..	66
3.3 Електробезпека .....	68
3.4 Пожежна безпека .....	71
3.4.1 Організаційні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки .....	71
3.4.2 Розрахунок блискавки захисту .....	74
3.4.3 Гасіння пожеж .....	78
3.5 Техногенна безпека, визначення імовірності аварій в залізничному депо залізничного цеху.....	80
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ .....	84
4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму. ....	84



4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в залізничному депо залізничногоцеху .....	87
ВИСНОВКИ .....	92
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	93

## ВСТУП

На сьогоднішній день чорна та кольорова металургія є найбільш розвинені галузі української промисловості. Останнім часом спостерігається підйом в цих галузях, якісні зміни в технологічному процесі, застосування сучасних технологій, повсюдне впровадження автоматизації і механізації. З іншого боку, металургійна промисловість - одна з найнебезпечніших, шкідливих і екологічно неблагополучних галузей. Її розвиток обов'язково має супроводжуватися посиленням уваги до охорони праці в цій сфері.

Велика кількість професій і роботи в металургії пов'язані з небезпечними і шкідливими умовами праці. Джерелами механічних травм можуть бути внутрішньозаводський транспорт, різні верстати, крани, прокатні стани, несправні сходи та перила, тощо.

Основними шкідливими виробничими факторами, які впливають на працюючих в металургійному виробництві, є: пил, комплекс токсичних речовин (оксид вуглецю, оксиди азоту, пари та аерозолі кислот), шум, вібрація, несприятливі метеорологічні умови.

Залізничний цех є одним з найбільших цехів комбінату. Залізничний цех здійснює: залізничні перевезення по території комбінату, вивезення готової продукції, ремонт і технічне обслуговування рухомого складу, залізничних шляхів. У цеху є велика ремонтна база по відновленню вузлів і деталей для рухомого складу.

Ось уже багато років печі металургійного гіганта справно видають метал, не в останню чергу, завдяки цілодобовій вахті залізничного транспорту. Наприклад, в ПАТ «Запоріжсталь», щодоби прибувають до тисячі вагонів і така ж кількість рухомого складу убуває. У вагонах привозять руду, кокс, вапняк, різне обладнання, будівельні матеріали, а також інші вироби.

Значимість залізничного господарства, його техніки і обладнання для основного виробництва комбінату важко оцінити. Залізничний цех забезпечує 75% всіх внутрішніх перевезень[1].

Виходячи з вищесказаного, я вважаю, що поліпшення умов праці в залізничному цеху є дуже актуальним завданням. Тому темою кваліфікаційного проекту була обрана розробка заходів з охорони праці в залізничному цеху металургійного комбінату.

## 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Характеристика залізничного цеху металургійного комбінату

Основне призначення залізничного цеху – організація виконання плану перевезень та здійснення керівництва всією оперативною роботою залізничного транспорту підприємства по обслуговуванню основного виробництва, забезпечення взаємодії з організаціями залізниці з питань зовнішніх перевезень. Всі технічні засоби залізничного транспорту, призначені для забезпечення перевізного процесу, знаходяться в оперативному підпорядкуванні служби експлуатації, яка несе відповідальність за їх ефективне використання. Диспетчерський апарат цеху здійснює безперервний нагляд за всією оперативною роботою транспорту заводу, приймає при можливих відхиленнях оперативні заходи по відновленню заданого режиму його роботи. Вантажна служба забезпечує організацію вантажної і комерційної роботи на основі діючих документів, контролює виконання плану перевезень в цілому і за родами вантажів, оперативно керує роботою вантажних пунктів, веде облік і аналіз використання вагонів. Експлуатаційний і вантажний підрозділи повинні забезпечувати синхронність переробки вагонів і обробки документів[2].

В цеху забезпечується підтримка залізничних колій і штучних споруд в справному стані з мінімальними обмеженнями швидкостей руху поїздів. Також цілодобово забезпечується наявність рухомого складу для роботи заданого числа локомотивів і вагонів, а також необхідного резерву рухомого складу, особливо в зимовий період [2].

Залізничне депо - депо, в якому проводиться технічне обслуговування або ремонт залізничного рухомого складу[2].

Під виробничою структурою депо розуміють склад виробничих ділянок, допоміжних і обслуговуючих підрозділів із зазначенням зав'язків між ними.

Виробничою дільницею називають об'єднану з тими чи іншими ознаками групу робочих місць, виділену в самостійну адміністративну одиницю і очолювану майстром. До складу виробничої дільниці може входити кілька відділень.

Залежно від характеру технологічного процесу і потужності депо структура виробничих ділянок може бути побудована за предметною або технологічною ознакою.

Предметна форма спеціалізації ділянок спрощує планування та облік виробництва, підвищує відповідальність виконавців і керівництва за якість продукції, що випускається. Звідси - високі вимоги до кваліфікації керівника дільниці, який повинен досконало знати технологію виробничого процесу різних операцій обробки, ремонту і складання продукції, що випускається, конструкцію устаткування різних типів.

В умовах технологічної форми спеціалізації на ділянці встановлюють однотипне обладнання, що спрощує завдання керівництва майстру ділянки. Однак через велику номенклатуру оброблюваних деталей і складальних одиниць планування і облік роботи ділянки ускладнюються.

Виробнича структура депо непостійна. Вона може змінюватися зі збільшенням виробничої потужності підприємства, характеру і ступеня спеціалізації виробничого процесу, з впровадженням нових технологічних процесів. Приклади плану будівлі виробничих корпусів депо показані (рис. 1.1).

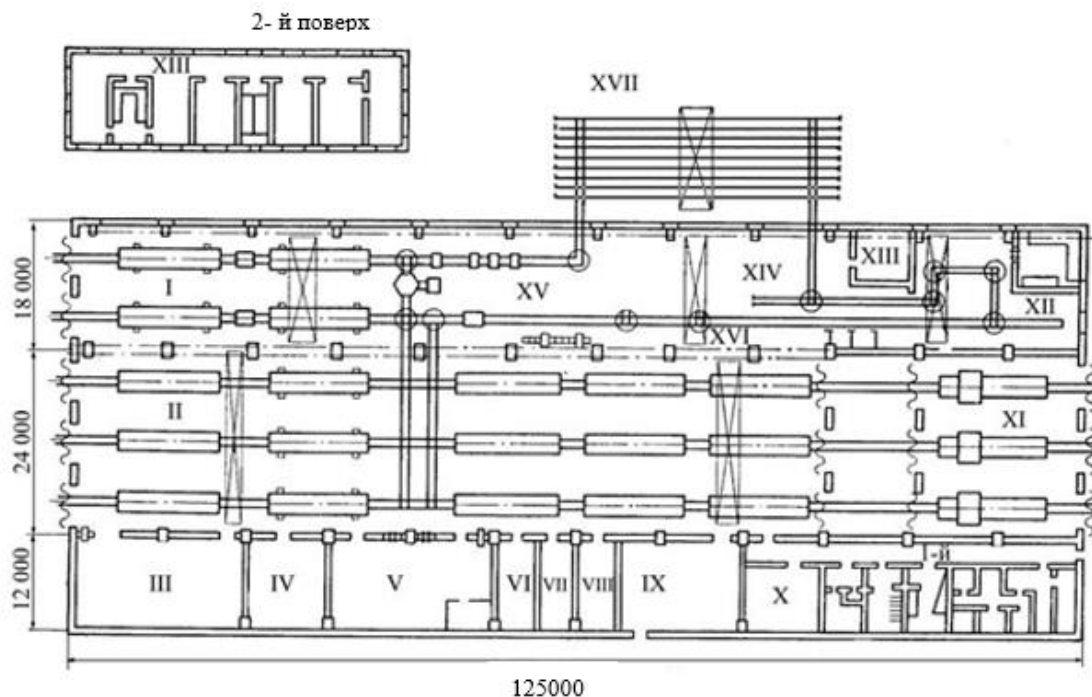
Для депо, спеціалізованого на ремонті піввагонів з річною програмою 10-12 тис. вагонів, виробнича структура може бути такою:

Основні виробничі ділянки:

- вагоноскладальна ділянку з відділеннями зовнішньої очищення і обмивки вагонів;
- підготовки вагонів до ремонту;
- ремонтно-складальним;
- фарбування вагонів;

- виробнича дільниця по ремонту візків і колісних пар з відділеннями ремонту візків;
- обмивки (очищення) колісних пар;
- колесо-токарних;
- комплектувальних і монтажним відділеннями.

Ремонтно-комплектувальних ділянку з відділеннями автозчеплення, ремонту кришок люків і торцевих дверей на піввагонів, слюсарно-механічним, електрозварювальних, ковальсько-ресорним [2].



I - ділянка поточного ремонту; II - ділянка деповського ремонту; III - відділення ремонту люків; IV – ковальське відділення; V - відділення автозчеплення і зварювання; VI - обмінна комора; VII - інструментальня – роздавальне відділення ; VIII - допоміжні ділянки; IX - столярна ділянка; X - побутові приміщення; XI - малярське відділення; XII - роликовий відділення ; XIII - комплектуване відділення; XIV – колісне - токарне відділення; XV - візкове відділення; XVI - слюсарне - механічне відділення; XVII - парк колісних пар.

Рисунок 1.1 – План виробничого приміщення депо

## **1.2 Небезпечні фактори в залізничному цеху металургійного комбінату**

Для визначення небезпечних факторів, які виникають під час трудової діяльності у працівників залізничного цеху металургійного комбінату, я провів загальний аналіз умов праці працівників залізничного цеху металургійного комбінату. По-перше, залізничний цех працює, як більшість металургійних цехів 24/7, також велика частина технологічних операцій проводиться працівниками залізничного цеху в темний час доби, зазвичай це відбуваються на відкритому повітрі і при будь-якій погоді. Працівники виконують ці операції групами під керівництвом майстра або диспетчера цеху чи комбінату, від вірності рішень яких залежить як безпека руху локомотивів, так і безпека праці всіх працівників, які перебувають на залізничних шляхах металургійного комбінату. По-друге, робочі місця укладачів поїздів та їх помічників - регулювальників швидкості руху вагонів, чергових стрілочних постів, монтерів колії, приймальників поїздів - розташовані на рухомому скалі або в середині рейкової колії або в безпосередній близькості від неї. У подібних умовах при виконанні маневрових операцій працівники піддаються великій небезпеці, яка збільшується при русі складів вагонами вперед. По-третє, небезпека наїзду і травмування працівників залізничного цеху підвищена в умовах недостатньої освітленості робочих територій. Інтенсивні шуми приглушують сигнали оповіщення безпеки працівників залізничного цеху. Велика кількість вагонів на коліях руху поїздів і маневрують складів погіршують умови видимості працівників, які перебувають на шляхах. По-четверте, значна частина робочих майданчиків залізничного цеху розташована на ділянках з великою напругою. Напруга в контактному проводі створює небезпеку ураження електричним струмом при недотриманні правил техніки безпеки. По-п'яте, в вагонах, перевозять легкозаймісті речовини, вибухові та отруйні речовини, негабаритні, що пилять і інші вантажі. Все це дає підставу

вважати, що робота на території залізничного цеху пов'язана з підвищеною небезпекою. Якщо розглядати умови праці працівників залізничного цеху то їх робота характеризується наступними особливостями: початок і закінчення роботи в різний час доби, вимушений відпочинок в пункті обороту бригад, неритмічний режим праці і відпочинку, в ряді випадків - понаднормові роботи [8,12].

В кваліфікаційній роботі розглянуті основні небезпечні фактори які впливають на електрогазозварника при обслуговуванні вантажних вагонів в залізничному депо такі як [3;4]:

- рухомі машини і механізми;
- вироби (заготовки та матеріали), які пересуваються по конвеєрах або вручну працівниками залізничного цеху;
- падіння з робочого майданчику, який знаходиться зверху вантажного вагона;
- підвищена температура поверхонь обладнання, яка може призвести до опіків ;
- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може статися через тіло людини.

### **1.3 Шкідливі факторів залізничному цеху металургійного комбінату**

Основні шкідливі фактори в залізничному цеху є запыленість та загазованість, висока температура, шум, вібрація. Також досить великий вплив мають отруйні речовини та сполуки (сірководень, оксиди заліза), які утворюються в процесах, які відбуваються в залізничному цеху. Реальні значення шкідливих чинників виробничого середовища на прикладі залізничного цеху ПАТ «Запоріжсталь», а також нормативні величини приведені в карті умов праці газоелектрозварника (таблиця 1.1).



Один з основних шкідливих чинників в залізничному депо - надлишкове тепло. В період запуску двигунів температура повітря в приміщенні досягає 40°C і вище.

Теплове випромінювання і висока температура повітря негативно впливають на організм людини, викликають перенапруження механізмів терморегуляції. Частішають пульс і частота дихання, підвищується температура тіла, артеріальний тиск. У таких умовах спостерігається інтенсивне потовиділення. Організм робітника втрачає воду і солі. При цьому підвищується в'язкість крові, утруднюється робота серця, настає кисневе голодування тканин. При тривалій дії високої температури без відновлення втрачених організмом води і мінеральних солей може настати тепловий удар.

У багатьох місцях залізничного цеху рівень шуму перевищує допустимий: на робочому місці газоелектрозварника (86дБА).

Шкідливими чинниками в залізничному цеху є також запиленість і загазованість повітряного середовища. Джерелами виділення пилу і газів є поверхні рідкого металу і шлаку.

Запиленість повітря залежить від ряду факторів: фізико-хімічних властивостей сировини, вологості матеріалів, герметичності обладнання, вологості повітря, об'єму приміщення тощо.

Пилоутворення при транспортуванні матеріалів на конвеєрах залежить від типу конвеєра. На стрічкових конвеєрах при транспортуванні сухих подрібнених матеріалів пилу виділяється менше, ніж на ковшових і шнекових. У місцях перевантажень з одного конвеєра на інший пилоутворення залежить від висоти падіння і напрямку руху потоку матеріалу.

Таблиця 1.1 - Карта умов праці електрогазоварника в депо, залізничного цеху металургійного комбінату

Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Нормат. значення [10 - 12]	Факт. значення	III клас: шкідливі і небезпечні умови праці		
			I ступ.	II ступ.	III ступ.
1. Шкідливі хімічні речовини, мг/м <sup>3</sup> 3-4 класи небезпеки: CO SO <sub>2</sub>	20 10	25 11	в 1,25 р. в 1,1 р.		
2. Пил переважно фіброгенної дії, мг/м <sup>3</sup>	4	255			в 62,75 р.
3. Вібрація локальна, дБ	109	105			
4. Шум, дБА	80	86	на 6 дБА		
5. Мікроклімат <b>Теплий період</b> Температура, °C Відносна вологість, % Швидкість руху повітря, м/с <b>Холодний період</b> Температура, °C Відносна вологість, % Швидкість руху повітря, м/с	15...26 ≤ 65 0,2...0,6 13...19 ≤ 75 ≤ 0,5	40 65 0,4 27 50 0,5			на 14°C     на 8°C

За важкістю роботи електрогазоварника відноситься до важкої - III категорія [8,9].

При зварюванні, наплавленні, різанні і напиленні в зону дихання працюючих можуть надходити зварювальні аерозолі, що містять у складі твердої фази оксиди різних металів (марганцю, хрому, нікелю, міді, титану, алюмінію, заліза, вольфраму та ін.), їх оксиди та інші сполуки, а також токсичні гази (окис вуглецю, озон, фтористий водень, оксиди азоту та ін.), при пайку - аерозоль флюсів і припоїв, що містить свинець, кадмій, цинк, олово, вуглеводні, окис вуглецю та ін. Кількість і склад зварювальних аерозолів, їх токсичність залежить від хімічного складу зварювальних матеріалів і зварюються металів, видів технологічного процесу. Вплив на організм виділяються шкідливих речовин може стати причиною гострих і хронічних професійних захворювань і отруєнь. Про це свідчать результати медичних обстежень, які показують, що серед професійних захворювань зварників України та інших країн СНД приблизно 80% складають бронх легеневої 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 зварників як і раніше залишається актуальною.

Інтенсивність випромінювання зварювальної дуги в оптичному діапазоні та його спектр залежать від потужності дуги, застосовуваних матеріалів, захисних і плазмо утворюючих газів. При відсутності захисту можливі ураження органів зору (електрофтальмія, катаракта) і опіки шкірних покривів. Негативний вплив на здоров'я може надати інфрачервоне випромінювання попередньо підігрітих виробів, нагрівальних пристроїв (порушення терморегуляції, теплові удари).

При контактному зварюванні працюючі можуть зазнати впливу змінних магнітних полів, а при високочастотному зварюванні - електромагнітних полів. При роботі електронно-променевих установок, проведенні гамма- та рентгенівського просвічування зварних швів,

використанні торійованого вольфрамових електродів можливий вплив на працюючих іонізуючого випромінювання здійснюватиме.

Деякі види зварювання супроводжуються шумом, що значно перевищують допустимі рівні. Джерелами підвищеного шуму є плазмотрони, пневмоприводи, генератори, вакуумні насоси, а ультразвуку - ультразвукові генератори, робочі органи установок. При плазменно-механічної 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, в результаті чого можуть виникнути захворювання нервово-м'язового апарату плечового поясу [3,4].

Ручна дугова зварка (РДЗ) завдяки своїй простоті і маневреності є широко поширеним способом термічного з'єднання металів. Зварювальний дуга є джерелом утворення променевої енергії. Спектр променевої енергії складається з інфрачервоних променів довжиною понад 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 видимій частині спектру досягає 16 000 стильб, що в тисячі разів перевищує фізіологічно переноситься дозу. УФП з довжиною хвилі менше 0,4 мкм можуть викликати професійне захворювання очей, зване електрофтальмія і опік відкритих частин шкіри зварювальника. Електрофтальмія починається після невеликого прихованого періоду тривалістю кілька годин. Потім з'являється різь і біль в очах, відчуття чужорідного тіла, світлобоязнь, сльозотеча, головний біль, що супроводжується безсонням. Ці явища обумовлені впливом УФП на слизову оболонку очей. Іноді процес захоплює і рогову оболонку очей. Часте повторення захворювання електрофтальмія призводить до зниження чутливості рогівки, хронічного кон'юнктивіту, підвищеної стомлюваності

очей. Електрофтальмія частіше спостерігається у підсобних робітників, які не користуються захисними світло фільтрами. РДЗ проводиться електродами різних марок, що відрізняються хімічним складом дротів і покриттів, до складу яких в залежності від призначення електродів входять: феромарганець, марганцева руда, металевий марганець, плавиковий 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, становить для електродів покриттям рудно кислі типу (марганцеве) 18,6-36,5 г / кг; основного типу (фтористо-кальцієвого) - 11,3-13,5 г / кг; рутилового або руті карбонатного - 7,1-15,3 г / кг. Тривале (10-20 років) вплив зварювального аерозолі (ГДК - 4 мг / м<sup>3</sup>) може стати причиною профзахворювання у електрозварників - пневмокониоза. При цьому захворюванні уражаються органи дихання, особливо легені, в яких еластична легенева тканина замінюється грубої сполучною тканиною. Скарги при цьому захворюванні незначні, виявляється хвороба головним чином при рентгенівському обстеженні. Захворювання протікає повільно, доброякісно, рідко ускладнюється туберкульозом. Своєчасне виявлення цього захворювання дозволяє загальмувати розвиток процесу і правильно працевлаштувати зварника його уваги і зору[5; 6; 7].

#### **1.4 Огляд захисних мір від небезпечних і шкідливих факторів**

Спецодяг для газоелектрозварника, повинен захищати працюючих від іскор, окалини, випромінювана зварювальної дуги.

При виборі спецодягу можна врахувати наступні міркування:

- використання тканини, що відбиває інфрачервоні промені, якщо основний нагрів йде через випромінювання;
- використання ізолюючого одягу з поверхнею, що відбиває інфрачервоні промені, по при одночасному впливі інтенсивної променевої енергії і

гарячого повітря (при цьому дозволяючи свободу рухів для виконання робочих обов'язків);

– в інших випадках - одяг з повітряним, водяним або льодовим охолодженням, як можливе доповнення наведених варіантів [33].

Традиційно костюми зварника виготовляються з парусинової тканини (тобто брезенту, що складається з бавовни-льняного волокна з вогнестійким просоченням), натуральних шкір.

Основним вимірюваним показником захисних властивостей одягу для зварника є стійкість до пропалювання краплею розплаву металу в секундах.

Найбільшою стійкістю до пропалювання при однаковій щільності мають тканини з параарамідних волокон. Іноді тканини з параарамідних волокон додатково підсилюють негорючим силіконовим шаром, що надає їм додаткову вогнестійкість.

Відповідно до стандарту спецодяг для зварників поділяється за рівнем захисних властивостей на три класи:

1-й - спецодяг, призначений для робіт на відстані до джерела бризок металу не менше 2 метрів при обслуговуванні автоматичних зварювальних ліній, апаратів, при різанні металу;

2-й - спецодяг, призначений для ручного зварювання на відстані до джерела бризок металу близько 50 см, включаючи роботи в монтажних і польових умовах;

3-й - спецодяг, призначений для виконання ручного зварювання на відстані від працюючого до джерела бризок металу близько 50 см, в приміщеннях, обмежених за обсягом, включаючи металеві цистерни, трубопроводи та схожих умовах роботи в суднобудуванні, при прокладанні газопроводів, ремонті на залізниці; при кисневого різання металів[18].

Спецвзуття – напівчоботи чоловічі групи ТнТпМун200 з глухим клапаном, ГОСТ 12.4.032 – 77, чоботи валяні чоловічі групи Тп, ГОСТ 12.4.050 – 78. Захист рук здійснюється рукавицями з парусини з просоченням ОП [18].

Для захисту очей і обличчя використовують захисні щитки з наголовним кріпленням світло фільтруючі НФ і з кріпленням на касці КФ, окуляри зі світлофільтрами М або П-3 відкриті О7, закриті з непрямую вентиляцією ЗНР1-64-84 або козиркові К1-60 [18].

Для зволоження і охолодження повітря робочої зони, а також для зволоження одягу і відкритих частин тіла працюючих, можна застосовувати тонко дисперсний водо розпил. Водо розпил підвищує ефективність аерації і сприяє осадженню зваженого в повітрі пилу. Вдихуваний водяний пил оберігає слизисті оболонки дихальних шляхів від висихання.

Для розпилу застосовують воду питної якості. Дисперсність - 50...60 мкм. Воду розпилюють за допомогою пневматичних форсунок. Кількість води вибирають з розрахунку її повного випару. Абсолютна вологість повітря при цьому не повинна перевищувати  $14 \text{ г/м}^3$  [9].

Для захисту від пилу і газо виділень застосовується аерація, місцева витяжна вентиляція, засоби індивідуального захисту. Від пилу захищають респіратори: РПА-1, Ф-62ш, ПРШ-741. При роботах в газонебезпечних місцях 1 і 2 групи застосовуються ізолюючі протигазу РДА із стислим киснем і регенеративним патроном .

Про наявність небезпечної ситуації персонал попереджається звуковими і світловими сигналами. Сигнальні пристрої встановлені в зонах видимості і чутності обслуговуючого персоналу, а звукові сигнали легко помітні у виробничій обстановці. Як світловий сигнал використовуються потужні лампи червоного кольору, як акустичний – звук низької частоти (не більше 2000 Гц).

Частини виробничого устаткування, що представляють небезпеку, забарвлені в застережливі кольори – червоний з чорним або жовтий з чорним [16,17].

Працівники повинні бути проінструктовані щодо: (а) важливості підтримки гарної фізичної форми для роботи в умовах спеки або холоду; і (б) необхідності випивати достатню кількість придатної рідини, а також щодо

дієтичних вимог, що включають споживання кухонної солі, калію та інших елементів, зміст яких в організмі зменшується при потовиділенні[33].

Для захисту від пилу застосовується аерація, місцева витяжна вентиляція, засоби індивідуального захисту (респіратори РП-км, Айстра-2 і ін.) [18,19].

Захистом від газо виділень, також як і від пилу, служить вентиляція. Крім того, грає роль герметизація газопроводів, лежаків, регенераторів.

З точки зору виробничої санітарії та пожежної безпеки велике значення мають планувальні рішення.

Великі підприємства чорної металургії по кількості і складу викидів відносяться до підприємств 1-го класу. Між підприємством і житловою забудовою створюється санітарно-захисна зона, шириною 1000 м. Об'єм виробничих приміщень на одного працюючого не має бути менше 15 м<sup>3</sup>, а площа – менше 4,5 м<sup>2</sup> [20].

При орієнтуванні основної будівлі цеху повинен враховуватися пануючий напрям вітрів – подовжня вісь ліхтаря повинна складати з напрямом пануючого літнього вітру кут 60...90°, що необхідне для нормальної роботи аераційного ліхтаря.

Всі двері мають відкриватися назовні. Ширина дверей і сходів розраховується відповідно до числа людей, які можуть скористатися ними. Для попередження попадання холодного повітря в робочі приміщення двері і ворота обладнуються тамбурами [16].

Швидкість руху залізничного транспорту, автомашин, автокарів, електрокарів і іншого безрейкового транспорту не повинна перевищувати при в'їзді до цеху, усередині цеху і на виїзді з нього 5 км/год. [17].

Загальна вентиляція в депо залізничного цеху здійснюється за допомогою аерації – організованого, регульованого природного повітрообміну. В умовах дуже великих тепловиділень цеху це економічно виправдано.



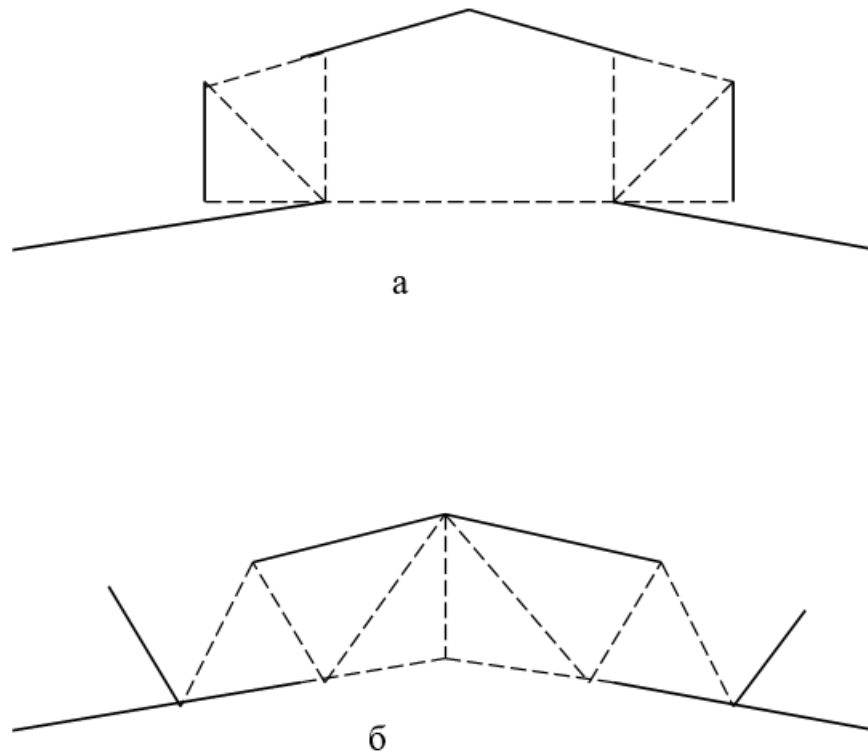
При аерації використовується ефект теплового натиску. При цьому легке нагріте повітря спрямовується вгору, а на його місце поступає важке холодне повітря з сусідніх зон.

Значення нормативних параметрів повітряного середовища в робочій зоні для залізничного депо приведені в таблиці. 1.2. При цьому холодним вважається період року з середньодобовою температурою до 10°C включно, а теплим - з температурою більш 10°C [10].

Таблиця 1.2 – Допустимі нормативні параметри повітряного середовища [10]

Період року	Температура, °C	Відносна вологість,%	Швидкість руху повітря, м/с	Температура на непостій- них роб. місцях, °C
холодний	13...19	75	≤ 0,5	12...20
теплий	15...26	55-75	0,2...0,6	13...28

Велике значення для нормального повітрообміну має використання ліхтарів, що не задуваються вітром. Від тих, що задуваються вони відрізняються наявністю обгороджувачів, які унеможливають лобової дії вітру через отвори для випуску повітря (рис. 1.2). Перевага ліхтарів, що не задуваються, полягає в тому, що вони попереджають перекидання забрудненого повітря в робочу зону.



а – ліхтар МИОТ (Московського інституту охорони праці);

б- ліхтар типу КТИС

Рисунок 1.2 – Типи ліхтарів, що не задуваються

У приміщеннях залізничного депо залізничного цеху все електроустаткування має бути закритого або такого, що обдувається (закриті апарати, забезпечені вентиляційним пристроєм для обдування їх зовнішньої частини) виконання з мінімально допустимою мірою захисту оболонок IP44 для стаціонарних машин і IP54 для пересувних механізмів [21].

У зонах класу II-IIa (пульти управління, кабельні тунелі і галереї) електроустаткування допускається застосовувати в закритому і захищеному виконанні. Захищене електроустаткування має пристосування для оберігання від випадкового дотику до струмоведучих і рухомих частин і від попадання всередину сторонніх предметів. Закрите електроустаткування має оболонку, що відділяє її внутрішню порожнину від зовнішнього середовища. Зв'язок між внутрішньою порожниною і зовнішнім середовищем можливо лише

через нещільність з'єднань між частинами електроустаткування. У зонах класу П-Па допускається міра захисту оболонки не менше IP44 [21].

У пожежонебезпечних зонах допускається відкрита електропроводка по конструкціях, що не згорають, ізольованими дротами марок АППР, АПВ, АППВ, проводка в сталевих трубах дротом марок ПРТО, АПРТО, в пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають, дротами АПВ і ПВ. Вживання неізольованих дротів заборонене [21].

Для передачі і розподілу електроенергії по території і у виробничих приміщеннях прокладають електричні кабелі. Для живлення стаціонарних установок (силових і освітлювальних) використовують броньовані кабелі з алюмінієвою або свинцевою оболонкою, з мідними або алюмінієвими жилами в гумовій або поліхлорвініловій ізоляції. Силові кабелі прокладають в металевих трубах під землею в спеціально влаштованих кабельних каналах, колекторах, тунелях. У виробничих приміщеннях кабелі прокладають відкрито по стінах, перекриттях, металоконструкціях.

Живлення цеху електроенергією здійснюється по двох незалежних введеннях [21].

Для живлення виробничого устаткування напругою 380/220 В в залізничному цеху застосовують чотири провідну мережу трифазного струму з глухо заземленою нейтраллю.

Технологічно вживання чотири провідної мережі переважно, оскільки вона дозволяє використовувати дві напруги - лінійну і фазну. У мережі 380/220 В можна використовувати силове навантаження - трифазне і однофазне, включаючи його між фазами, і освітлювальну - включаючи її між фазою і нульовим дротом.

За нормального режиму роботи безпечніша три провідна мережа з ізольованою нейтраллю, а в аварійному режимі - чотири провідна з глухо заземленою нейтраллю.

Мережі з глухо заземленою нейтраллю застосовуються там, де неможливо забезпечити хорошу ізоляцію дротів (вологість, агресивне

середовище, протяжність), коли не можна швидко відшукати або усунути пошкодження ізоляції, при великій ємності дротів відносно землі.

Оскільки електричні мережі, вживані в залізничному цеху, мають чималу довжину, на них впливає агресивне середовище (висока температура, іскри, рухомі механізми), то важко забезпечити їх надійну експлуатацію, у тому числі ізоляцію. Тому часто можливе виникнення аварійного режиму. У таких умовах необхідне улаштування чотири провідної мережі з глухо заземленою нейтраллю. Така мережа легко обладнується пристроями захисного відключення, що спрацьовують при аварійній ситуації.

Як засіб захисту від дотику до обладнання, що випадково виявилось під напругою, у мережі 380/220 В застосовується занулення, у мережі 6000 В – заземлення.

З точки зору пожежної безпеки залізничне депо відноситься до категорії Д – помірно пожежонебезпечна [22].

Пожежна небезпека залізничного депо характеризується наявністю великої кількості легкозаймистої речовини, яка зберігається на території цеху для його обслуговування, наприклад дизельне паливо та мастила, також на території залізничного цеху можуть знаходитися вагон – цистерни з нафтою та продуктами її переробки, хімічно активними і агресивними рідкими речовинами (кислоти, луги та ін.), скрапленого газу (пропан-бутан, кисень).

Найбільша відстань до евакуаційного виходу не обмежується. Ширина доріг евакуації в світлу – не менше 1 м, дверей – не менше 0,8 м. Висота проходу на дорогах евакуації – не менше 2 м [24].

Внутрішнє пожежогасіння здійснюється за допомогою пожежних кранів. Пожежні крани встановлюються в залізничному цеху на висоті 1,35 м над підлогою приміщення у виходів, на майданчиках, в проходах. Пожежні крани розміщуються в шафах, що мають отвори для провітрювання і мають напис ПК. Кожен пожежний кран забезпечується пожежним рукавом завдовжки 20 м і пожежним стволом [26].

Для гасіння невеликих вогнищ пожеж застосовують ручні вогнегасники.

Залізничний цех рекомендується оснащувати наступними вогнегасниками: пінні або водні, ємністю 10л - 2шт. на 1800м<sup>2</sup> площі цеху; порошкові, ємністю 5л - 2 шт. на 800 м<sup>2</sup> ; вуглекислотні, ємністю 5 або 8 л - 2 шт. на 1800 м<sup>2</sup>[25].

Вуглекислотні вогнегасники перш за все застосовують для гасіння пожеж електроустановок під напругою. Для цих цілей можна також використовувати порошкові вогнегасники.

## 2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз причин нещасних випадків електрогазозварника

Виконання зварювання і різання електродами пов'язано з експлуатацією обладнання і використанням речовин, які при невмілому поводженні або грубому порушенні правил охорони праці та пожежної безпеки можуть стати причиною травм і аварійних ситуацій, джерелом отруйної дії на організм зварника і забруднень навколишнього середовища, пожеж.

Основними шкідливими і вражаючими факторами, їх причинами при виробництві зварювальних і різальних робіт є: ураження електричним струмом, шкідливий вплив променевої енергії дуги і газового полум'я, отруєння утворюються при зварюванні і різанні шкідливими газами і аерозолями, поразки і займання від вибуху газів, опіки від дії високих температур, запалення вогненебезпечних матеріалів і речовин.

Ураження електричним струмом виникає при дотику людини до знаходяться під напругою неізолювані електричних проводах і частин обладнання. Електричне ураження людини (тимчасове позбавлення рухових здібностей, мови, поверхневі опіки, смерть) виникає при проходженні через організм електричного струму силою понад 0,05 А.

Опір людського тіла постійний. При сухій шкірі воно досягає 8000-20000 Ом, в цьому випадку буде небезпечним напруга 400-1000 В. Однак при вологій шкірі або одязі, що в виробничих умовах зазвичай і спостерігається, опір тіла складає всього 400-1000 Ом і небезпечна напруга знижується до 20 - 100 В. Опір ще більш зменшується при хворобливому стані і в стані алкогольного сп'яніння.

Особливо велика небезпека удару електричним струмом при виконанні зварювання електродами в тісних замкнених металевих конструкціях, а також в положенні лежачи, при якому різко падає опір проходженню струму через тіло. Електрична дуга випромінює потужні видимі світлові, невидимі

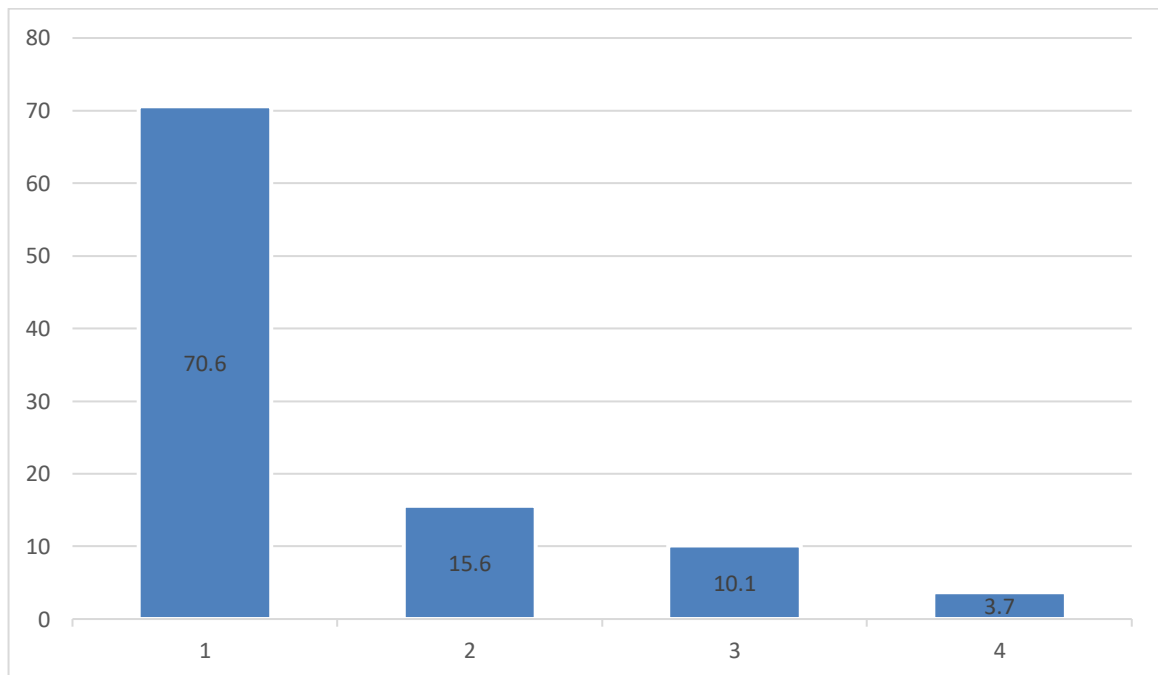
ультрафіолетові і інфрачервоні промені. Вплив випромінювань дуги на незахищені очі протягом 10-20 с в радіусі до 1 м викликає сильні болі, слезотеча і світлобоязнь. Тривала дія сприяє ослабленню і загальної втрати зору. Опромінення дугою шкірного покриву людини протягом 60-180 с викликає опік, подібний сонячного. Найбільш сильне опромінення спостерігається при аргон дугового зварюванні і плазмовому різанні. Шкідливий вплив випромінювана дуги поширюється в радіусі до 10 м, потім воно різко послаблюється. рсного пилу, що складається в основному з оксидів металів: марганцю, нікелю, хрому, титану, магнію та ін. При газовому зварюванні і різанні робоча зона додатково забруднюється ацетиленом, іншими горючими газами і продуктами їх згоряння. Конкретний склад які виникають при зварюванні і різанні газів і аерозолів залежить від способу зварювання, що застосовуються основного і зварювальних матеріалів, режиму зварювання. Все що утворюються при зварюванні виділення є шкідливими для здоров'я людини. Найбільш шкідливі - оксиди марганцю, і газоподібні сполуки фтору. При зварюванні кольорових металів особливу небезпеку становлять пари цинку і свинцю. Опіки можливі від опромінення дугою, що потрапляють на одяг і особливо на погано закриті ділянки тіла зварника. Опіки можливі також при запаленні горючих газів, матеріалів та інших вогненебезпечних речовин [27,30].

При виконанні зварювальних робіт, в тому числі і електродами в монтажних умовах з'являється додатковий фактор травматизму, пов'язаний з небезпекою падіння робітника з висоти (що може мати місце при роботі без запобіжного поясу і без відповідних огорож).

Якщо розглядати розподіл травм за їх видами то у електрогазозварника, як і в інших працівників металургійної галузі України, найбільш часто трапляються механічні травми - близько 70% [28]. Розподіл травм за їх видом наданий у табл. 2.1 і рис. 2.1.

Таблиця 2.1 - Розподіл кількості нещасних випадків за видом травм [28,29,30].

Вид травми	Відсоток від загальної кількості, %
Механічні травми	70,6
Ураження струмом	3,7
Опіки	10,1
Отруєння	15,6



1 – механічні травми; 2 – отруєння; 3 – опіки; 4 – ураження струмом

Рисунок 2.1 – розподіл видів травм серед електрогазозварника

Розподіл нещасних випадків за віком потерпілих наведений в (табл.2.2, рис. 2.2) показує, що 51% припадають на робітників віком 40...65 років. Як правило, такі робітники мають значний виробничий стаж роботи, у тому числі роботи за умов підвищеної небезпеки. Значний рівень травматизму робітників цієї категорії спричинено так званою звичкою до небезпеки – однією з причин свідомого порушення правил безпеки [28].



Таблиця 2.2 - Розподіл постраждалих за віком

Вік потерпілого	Відсоток від загальної кількості, %
16...20	7,1
20...30	6,4
30...40	32,4
40...60	51,0
> 60	3,1

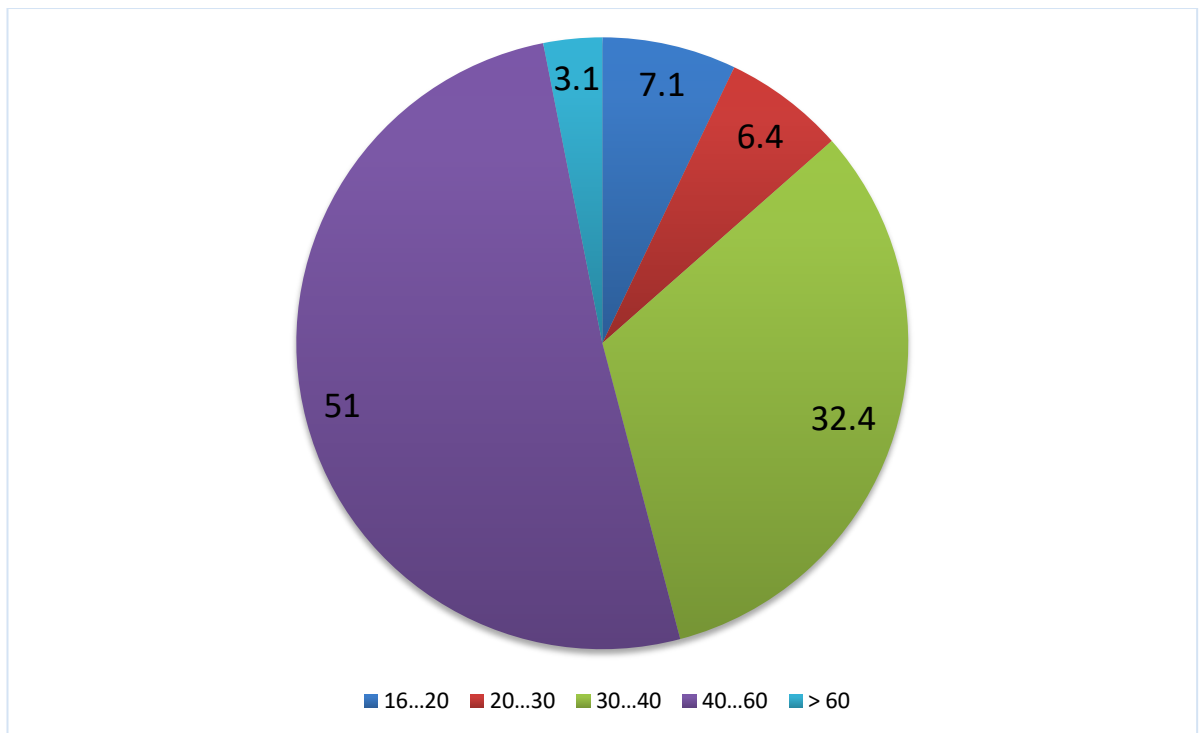


Рисунок 2.2 - Розподіл нещасних випадків за віком серед потерпілих електрогазоварників

Розподіл нещасних випадків за загальними та конкретними причинами наданий у табл. 2.3 згідно: [29,64].

Таблиця 2.3 - Розподіл нещасних випадків за причинами

Група причин, конкретна причина	Відсоток від загальної кількості, %
Відсутність або недосконалість запобіжної техніки, у тому числі	35,0
Майданчиків, мостиків	20,1
Огорож	6,0
Засобів індивідуального захисту	5,8
Сигналізації	3,1
Несприятливі умови праці, у тому числі	3,9
Небезпечні габарити	2,9
Недостатнє освітлення	0,4
Тіснота і захаращення	0,3
Відсутність або невідповідність місць відпочинку	0,3
Недоліки обладнання і організації виробництва, у тому числі	35,6
Обладнання	22,9
Механізації та автоматизації	10,0
Невідповідні сировина і матеріали	1,3
Порушення технологічного режиму	1,2
Недоліки будівель	0,2
Виконання робіт неправильними методами, у тому числі	14,9
Застосування небезпечних способів роботи	9,4
Відсутність нагляду за працівниками	3,1
Наявність людей у небезпечних місцях	1,7
Неправильна організація праці	0,7
Неправильні дії постраждалих, у тому числі	6,9

## Закінчення таблиці 2.3

1	2
Порушення особистої безпеки	3,5
Застосування небезпечних прийомів роботи	1,6
Помилкові дії	1,3
Відпочинок у небезпечних місцях	0,5
Неправильні дії інших осіб, у тому числі	3,7
Порушення правил безпеки	2,1
Небезпечні дії	1,6

Аналізуючи ці дані бачимо, що відсутність або недосконалість засобів колективного захисту є причиною 29,2% нещасних випадків (20,1 + 6,0 + 3,1). Відсутність або недосконалість засобів індивідуального захисту викликає нещасні випадки у 5 разів рідше (5,8%).

Суто технічні причини складають  $35,0 + 3,9 + 35,6 = 74,5\%$ , тобто три чверті всіх причин.

З наведених даних можна зробити висновок, що треба приділити увагу таким заходам:

- удосконалення технічних засобів захисту;
- удосконалення безпеки технологічного процесу;
- ретельний інструктаж та нагляд за працею робітників з великим стажем роботи.

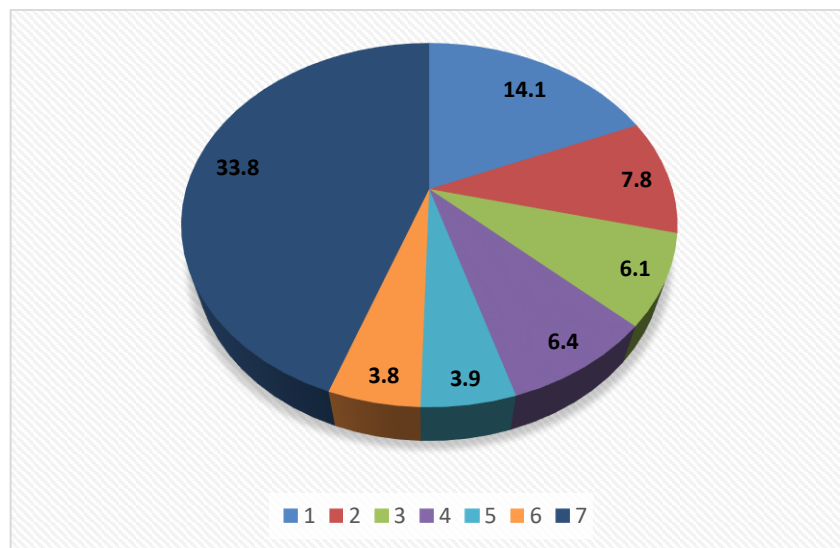
## 2.2 Аналіз подій, що спричинили нещасні випадки

За 9 місяців 2020 року робочими органами виконавчої дирекції Фонду соціального страхування зареєстровано 3851 (з них 279 - смертельно) потерпілих від нещасних випадків на виробництві. За даними Фонду [34] основними подіями, що призвели до нещасних випадків, є такі:

- падіння потерпілого під час пересування – 14,1 % (542 травмованих осіб від загальної кількості травмованих по Україні);
- дія рухомих і таких, що обертаються, деталей обладнання, машин і механізмів – 7,8 % (302 осіб);
- падіння потерпілого з висоти – 6,1 % (235 осіб);
- дорожньо-транспортна пригода на дорогах (шляхах) загального користування – 6,4 % (247 осіб);
- навмисне вбивство або травма, заподіяна іншою особою – 3,9 % (149 осіб);
- падіння устаткування (обладнання) або їх конструктивних елементів – 3,8 % (145 осіб).
- інші види – 33,7 % ( 1 296 осіб).

У металургійній промисловості за 9 місяців 2020 року постраждали 373 робітника, з них смертельно – 16[34].

Ці дані відображені на рис. 2.3.



1 - падіння під час пересування; 2 - дія рухомих і таких, що обертаються, деталей; 3 - падіння з висоти; 4 – ДТП; 5 - навмисне вбивство або травма, заподіяна іншою особою; 6 - падіння устаткування, деталей; 7 – інші події.

Рисунок 2.3. – Структура нещасних випадків на виробництві за видами подій (9 місяців 2020 року).

Підсумовуючи дані табл. 2.1, 2.3 і рис. 2.4 можна зробити висновок, що в залізничному депо залізничного цеху треба звернути увагу на такі небезпечні фактори:

- на стан проходів, сходів, майданчиків з точки зору унеможливлення падіння;
- на майданчики, що розташовані на висоті (наявність огорожень і їх належний стан);
- на безпеку пересування цехового транспорту, у тому числі локомотивів та вагонів, мостових кранів;
- на контроль вмісту оксиду вуглецю (II) у повітрі робочої зони.

### **2.3 Аналіз професійних захворювань**

За 9 місяців 2020 року у порівнянні з 9 місяцями 2019 року кількість професійних захворювань зменшилася на 11,4%, або на 202 захворювань (з 1767 до 1565). У Запорізькій області зафіксовано 95 випадки[34].

Основними обставинами, внаслідок яких виникли професійні захворювання за 9 місяців 2020 року, є: недосконалість технологічного процесу – 31,9 %, невикористання засобів індивідуального захисту – 11,6 % та недосконалість механізмів та робочого інструменту – 10,3 % від їх загальної кількості[34].

У структурі професійних захворювань перше місце належить хворобам органів дихання – 39,8 % від загальної кількості діагнозів по Україні (1 472 випадки). На другому місці - захворювання опорно-рухового апарату (радикулопатії, остеохондрози, артрити, артрози) – 27 % (998 випадків). Третє місце за хворобами слуху – 24,6 % (910 випадків), четверте за вібраційною хворобою – 5,2 % (192 випадки)[34]. Ці дані відображені на рис. 2.4.

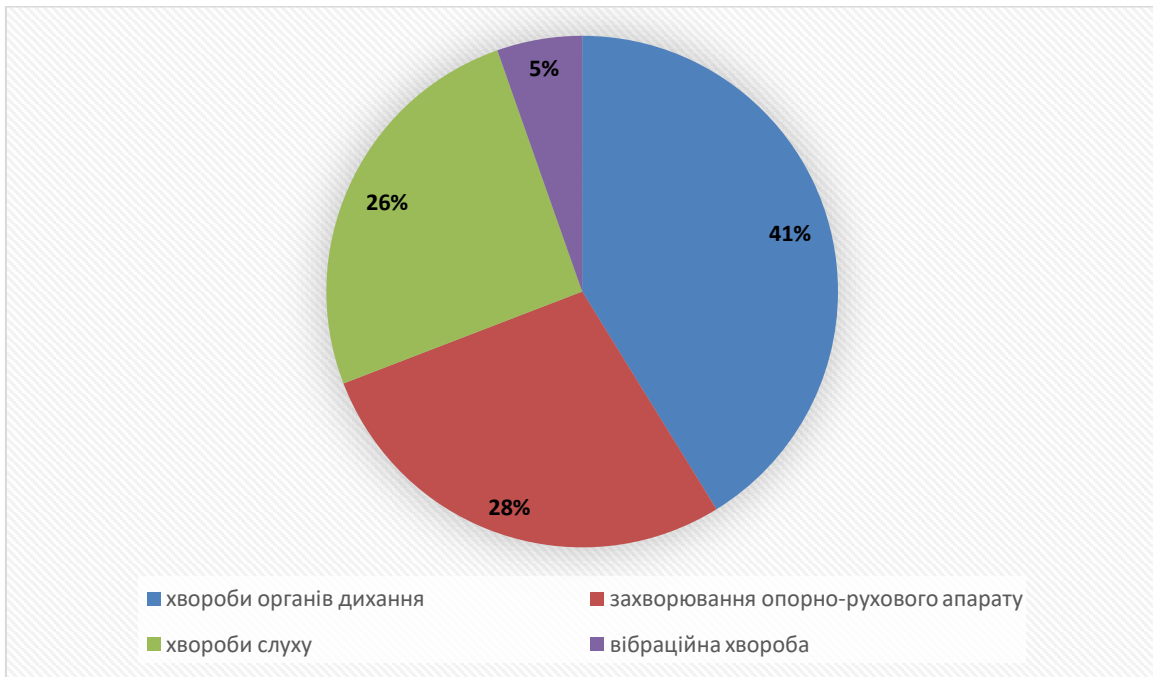


Рисунок 2.4. – Структура професійних захворювань за видами хвороб (9 місяців 2020 року).

Професійні захворювання, що можливі у залізничних цехах згідно переліку професійних захворювань [35] надані у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Професійні захворювання, можливі у залізничних цехах

Найменування захворювання	Код згідно з Міжнародною статистичною класифікацією хвороб (МКХ-10)	Небезпечні та шкідливі речовини і виробничі фактори
1	2	3
Токсичне ураження органів дихання: ринофаринголарингіт, ерозія, перфорація носової перетинки, трахеїт, бронхіт,	J68-J70	Оксиди азоту, сірка та її сполуки, хром та його сполуки

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3
Кератокон'юнктивіт	H16.2	Сірка та її сполуки, оксиди азоту
Пневмоконіоз	J60-J64	Пил з вмістом вуглецю; пил металів та їх оксидів
Коніотуберкульоз (пневмоконіоз, пов'язаний з туберкульозом)	J65	Пил з вмістом вуглецю; пил металів та їх оксидів
Хронічний бронхіт	J44, J68.4	Пил різного виду
Емфізема-бронхіт	J44	Пил різного виду
Катаракта	H26.8	Інфрачервоне випромінювання
Катаракта	H26.8	Інфрачервоне випромінювання
Нейросенсорна приглухуватість	H903	Високий рівень звукового тиску
Алергічні захворювання:	H10, J30, J44, J45, J67, L23.9, T78.3, T78.2, K71.6, G98	Речовини та сполуки алергізуючої дії

Суржиков Д.В. із співавторами [38] за даними досліджень наводить цифри щодо ризику виникнення профзахворювань пилової етіології та хронічних отруень серед робітників залізничних цехів.

Ризик хронічної інтоксикації (неспецифічних токсичних ефектів), викликаний тривалим впливом токсичних речовин, ризик гострих токсичних

ефектів і ризик професійних захворювань пилової етіології розраховувалися для працівника, який має 25-річний стаж роботи на підприємстві металургійної промисловості.

Розрахунок ризику хронічної інтоксикації ґрунтувався на показниках середньо змінних концентрацій забруднюючих речовин. Ризик гострих токсичних ефектів обчислювався за їх максимальних концентрацій; сумарний рівень ризику при комбінованому впливі декількох речовин визначався максимальним ризиком окремої домішки [38].

Провідними несприятливими факторами виробничого середовища металургів є високі концентрації токсичних речовин в повітрі робочих зон, запиленість, високі рівні шуму. Розрахунки ризику хронічної інтоксикації, пов'язаного із забрудненням повітря на робочих місцях залізничних цехів, встановили, що його величина знаходиться в межах 0,426-0,718 в залежності від виробничо-професійної групи [38].

Найбільш небезпечною токсичною речовиною повітря робочої зони є азоту діоксид, питома вага якого в ризик хронічної інтоксикації становить 18,20-29,60% (в залежності від виробничо-професійної групи). Другою по значущості токсичною речовиною, що визначає формування даного типу ризику, є сірководень, питома вага якого коливається від 8,10 до 24,15%; далі йдуть сірки діоксид - 12,65-22,36%, пил - 11,61-16,30%, вуглецю оксид (II) - 1,21-1,58%. При збереженні існуючих концентрацій токсичних речовин в повітрі робочої зони протягом 25-річного періоду у 426-718 осіб з 1000 працівників можуть проявитися симптоми хронічної інтоксикації [38].

Наочно питома вага різних речовин у виникненні професійної хронічної інтоксикації показана на рис. 2.5.

Ризик гострих токсичних ефектів найбільший для пилу – 18,4-30,9% [38].

Ефекти неспецифічного впливу шуму проявляються у виді невротичного і астеничного синдромів в поєднанні з вегетативною



дисфункцією, дратівливістю, загальною слабкістю, головним болем, підвищеною стомлюваністю, розладом сну, ослабленням пам'яті.

Встановлено, що ризик неспецифічного впливу шуму у працівників залізничних цехів склав, у залежності від професії - 2,9-50% (при стажі роботи 25 років) [38]. Для залізничного депо залізничного цеху металургійного комбінату шум впливає в першу чергу на машиністів кранів та локомотивів.

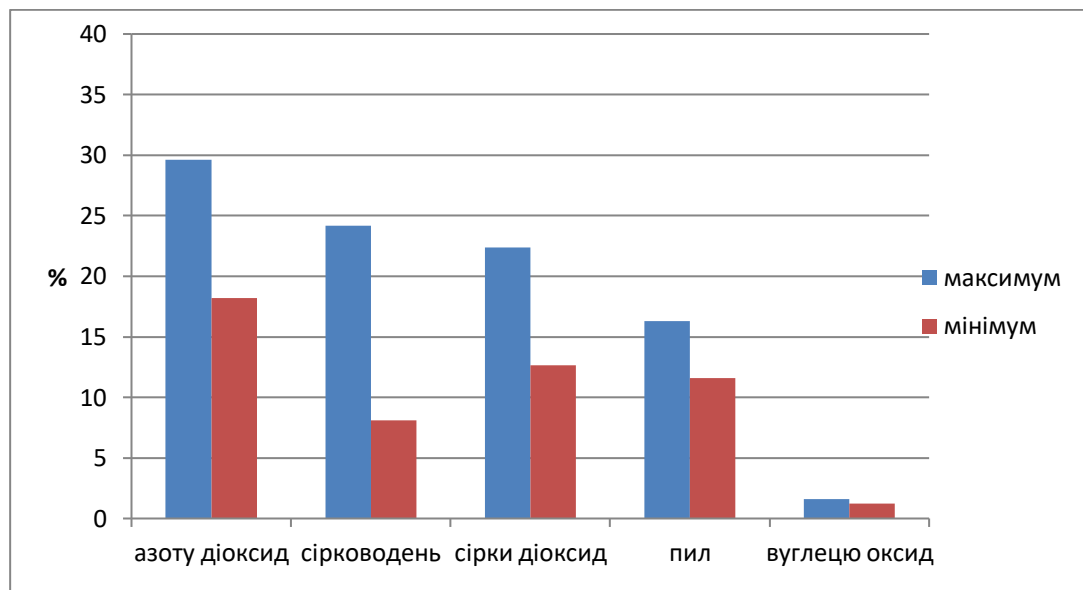


Рисунок 2.5 - Питома вага різних речовин у виникненні професійної хронічної інтоксикації у залізничному цеху

Крім професійних захворювань у металургії доволі поширені професійно обумовлені захворювання- група хвороб, полі етіологічного походження за своєю природою (тобто які можуть викликатися різноманітними причинами), в виникненні яких виробничі фактори вносять вагому частку. Для цих захворювань характерні:

- велика поширеність;
- недостатня вивченість кількісних показників умов праці, що визначають розвиток хвороб;

- значні соціальні наслідки - негативний вплив на демографічні показники (смертність, тривалість життя, часті й тривалі захворювання з тимчасовою втратою працездатності).

До професійно зумовлених захворювань належать захворювання серцево-судинної системи (артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця), нервово-психічні захворювання типу неврозу, хвороби опорно-рухового апарату (наприклад, попереково-крижовий радикуліт), ряд захворювань органів дихання тощо [36].

Визначено [37], що на розвиток артеріальної гіпертензії впливає робота у нічну зміну (з 22 до 6 годин). Найбільш несприятливою для здоров'я вважається робота зі змінним графіком, за якого денні та ранкові зміни чергуються з нічними, так званий десинхроноз. Останнім часом особливу увагу як вираженому про гіпертензивному фактору приділяють десинхронозу, пов'язаному з роботою в нічну зміну. Доведено, що поширеність артеріальної гіпертензії зростає, якщо така робота вимагає швидкого темпу і буває понаднормовою.

Вплив несприятливого виробничого мікроклімату також є просочувальним чинником розвитку артеріальної гіпертензії. В умовах високої температури повітря створюється про гіпертензивний ефект, особливо відносно систолічного артеріального тиску[37].

Прогіпертензивну дію чинить також оксид вуглецю (II), що є продуктом неповного згоряння палива. Концентрація CO у повітрі робочої зони залізничного цеху часто перевищує ГДК.

Особливе місце в клініці професійних захворювань посідають порушення серцево-судинної системи, що виникають у зв'язку з ураженням бронх легеневого апарату. Вентиляційні розлади при професійних захворюваннях легень (пневмоконіоз, хронічний пиловий бронхіт, хронічний токсичний бронхіт, хронічне обструктивне захворювання легень професійного генезу, професійна бронхіальна астма) призводять до порушення легеневого газообміну, унаслідок чого розвивається альвеолярна

гіпоксія, яка рефлекторно спричиняє звуження легеневих артерій, а згодом і функціональну гіпертензію[37].

Сильна гіпертензія може призвести до інфаркту міокарду або інсульту, які теж треба вважати професійно обумовленими хворобами для працівників залізничного цеху.

До професійно обумовлених хвороб на об'єкті належать також простудні захворювання та пневмонія – наслідок дії змінного у часі і нерівномірного у просторі температурного поля.

#### **2.4 Оцінка умов праці у залізничному депо залізничного цеху**

Оцінка умов праці проводиться згідно «Гігієнічної класифікації праці...» [39]. Оцінюються фактори виробничого середовища і трудового процесу.

При оцінці умов праці, обумовлених факторами виробничого середовища, досліджуються мікроклімат, освітлення, ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання, шум, інфразвук, ультразвук, вібрація, електричні та електромагнітні поля і випромінювання, концентрація пилу і хімічних речовин в повітрі робочої зони.

При оцінці умов праці, обумовлених факторами трудового процесу, досліджуються його важкість і напруженість[40].

Фактори виробничого середовища виражаються у таких фізичних величинах як °C (температура повітря), м/с (швидкість руху повітря), лк (освітленість), Вт/м<sup>2</sup> (інтенсивність випромінювання), дБ (рівень звукового тиску, вібро швидкості), мг/м<sup>3</sup> (концентрація речовини у повітрі), або у відсотках (відносна вологість, коефіцієнт природної освітленості).

Важкість трудового процесу оцінюють за низкою показників, виражених в геометричних величинах, що характеризують трудовий процес, незалежно від індивідуальних особливостей людини, що бере участь у цьому процесі. Основними показниками важкості трудового процесу є:

- фізичне динамічне навантаження;
- маса вантажу, що піднімається і/або переміщується вручну;
- стереотипні робочі рухи;
- статичне навантаження;
- робоча поза;
- нахили корпусу;
- переміщення в просторі[40].

Основними показниками напруженості трудового процесу є:

- навантаження інтелектуального характеру;
- сенсорні навантаження;
- емоційні навантаження;
- монотонність навантажень;
- режим роботи[40].

У залежності від отриманих показників умови праці відносять до відповідного класу згідно [39].

Оцінимо умови праці газоелектрозварника. Для цього візьмемо дані табл. 2.5, де оцінюється виробниче середовище і доповнимо оцінкою факторів трудового процесу. Для оцінки важкості трудового процесу скористуємось табл. 2.5 [39]. Для оцінки напруженості трудового процесу скористуємось табл. 2.6 [39].

Таблиця 2.5 – Класи умов праці за показниками важкості

Показник важкості	Класи умов праці			Фактичне значення
	2	3.1	3.2	
1	2	3	4	5
Загальні енергозатрати організму, Вт	До 290	291-348	349-406	300
Маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, для чоловіків, кг.	До 30	До 35	> 35	25

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну) При регіональному навантаженні.	До 20000	До 30000	>30000	До 20000
Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну	51-100	101-300	>300	150
Робоча поза	Перебування в позі «стоячи» - до 60% часу зміни	Перебування в позі «стоячи» - від 60% до 80% часу зміни	Перебування в позі «стоячи» - більше 80% часу зміни	Перебування в позі «стоячи» - до 60% часу зміни
Статичне навантаження за участю м'язів тулуба та ніг, для чоловіків, кг·с	До 100000	До 200000	>200000	До 200000

Таблиця 2.6 – Класи умов праці за показниками напруженості

Показник напруженості	Фактичне значення	Класи умов праці
Зміст роботи	Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією	2
Сприймання сигналів (інформації) та їх оцінка	Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій	2
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	51-75	2

Закінчення таблиці 2.6

1	2	3
Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки	Є відповідальним за функціональну якість основної роботи (завдання). Вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади тощо)	3.1
Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб	вірогідний	3.2
Змінність роботи	Тризмінна робота (з роботою в нічну зміну)	3.1

З таблиці 2.5 та таблиці 2.6 , ми можемо звести дані у табл. 2.7 фактори виробничого середовища і трудового процесу, які відповідають шкідливим умовам праці газоелектрозварника на робочому місці в депо залізничного цеху металургійного комбінату.

Таблиця 2.7 –шкідливі виробничі фактори на робочому місці газоелектрозварника

Фактори виробничого середовища і трудового процесу	Клас
Пил фіброгенної дії	3.3
шум	3.2
температура повітря	3.3
інфрачервоне випромінювання	3.3
Загальні енергозатрати організму	3.1

Закінчення таблиці 2.7

1	2
Статичне навантаження	3.1
Нахили тулуба (вимушені, більше 30°)	3.1
Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки	3.1
Ступінь ризику для власного життя та життя інших осіб	3.2
Змінність роботи	3.1

Як видно з таблиці, 5 факторів відповідають класу 3.1, 2 фактори – класу 3.2, фактори – класу 3.3. Остаточні умови праці газоелектрозварника треба віднести до класу 3.3- умови праці, що характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку тяжких форм професійних захворювань[39].

Оцінка класу умов праці може також здійснюватися за індексом профзахворюваності, який залежить від імовірності і важкості протікання професійної хвороби [36]. Для діапазону значень індексу ризику визначається категорія ризику і клас умов праці газоелектрозварника на робочому місці в депо залізничного цеху металургійного комбінату (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 – категорія ризику і клас умов праці в залежності від індексу ризику, згідно [36].

Індекс професійного захворювання $I_{пз} (I_{сум})$	Клас умов праці	Категорія ризику
-	Оптимальний 1	Ризик відсутній.
< 0,07	Допустимий 2	Зневажливо малий ризик.
0,07...0,11	Шкідливий 3.1	Помірний ризик. .
0,12...0,24	Шкідливий 3.2	Середній ризик.
0,25...0,49	Шкідливий 3.3	Високий ризик.
0,5...1	Шкідливий 3.4	Дуже високий ризик. .
> 1	Небезпечний 4 (екстремальний)	Надвисокий ризик для життя.

Оцінимо умови праці газоелектрозварника цією методикою. Так як найгірший стан на робочому місці з інфрачервоним випромінювання (клас 3.3).

Неблагополучна також справа з концентрацією шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Класу 3.3 відповідає пилу фібро генної дії. При частоті виявлення захворювань органів дихання 1 – 10% коефіцієнт ризику складе  $K_p = 2$ . Коефіцієнт важкості  $K_v = 2$ [36].

Індекс ризику для профзахворювання органів дихання :

$$I_2 = \frac{1}{K_p K_v} = \frac{1}{2 \cdot 2} = 0,25$$



Так як рівень шуму на робочому відповідає класу 3.2, можливий розвиток нейро-сенсорної приглухуватості (туговухості). Для цього захворювання при частоті цього виявлено менше 1% коефіцієнт ризику складе  $K_p = 3$ . Коефіцієнт важкості  $K_v = 3$  [36].

Індекс ризику для професійної приглухуватості :

$$I_3 = \frac{1}{K_p K_v} = \frac{1}{3 \cdot 3} = 0,111$$

Сумарний індекс ризику, що враховує всі можливі профзахворювання :

$$I_c = 0,2 + 0,25 + 0,111 = 0,561$$

Згідно з [36] такий індекс відповідає класу умов праці 3.3, тобто підтверджує дані табл. 2.7.

### 3 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Безпека технологічних процесів і обладнання

##### 3.1.1 Захист від механічного травмування

Як було показано (рисунку 2.1) найчастіше з металургами трапляються механічні травми – 70,6% від загальної кількості. Причинами цих травм стає перш за все відсутність або недосконалість огорожень, майданчиків, мостиків, переходів тощо (табл. 2.3) – 26,1% всіх травм. Зрозуміло, що внаслідок цих причин настають частіше за все саме механічні травми. Це підтверджується діаграмою на рис. 2.4. За видами подій на першому місці падіння : під час пересування – 14,1%, з висоти – 6,1%. Всього падіння стає причиною більш ніж половини нещасних випадків (52,2%). Тому захист від падіння є дуже актуальним.

Згідно [17]з метою запобігання травматизму необхідно передбачити:

- наявність у цеху чіткої системи проходів з виділенням зон для пішохідного руху із зазначеною розміткою, покажчиками та освітленням, з облаштуванням перехідних галерей і містків над небезпечними ділянками, додержання потрібних відстаней між стінами будівель, устаткуванням і рухомим транспортом;
- наявність попереджувальних знаків, сигналів і плакатів у особливо небезпечних місцях і на дільницях, безпосередньо біля агрегатів та у місцях перебування працівників, чітко виконаних схем розміщення та технологічного зв'язку агрегатів і трубопроводів горючих газів, мазуту, кисню, повітря, пари, води тощо;
- наявність запірних пристроїв трубопроводів;
- утримання у справному стані агрегатів, устаткування, машин та механізмів, інструментів і пристроїв, що експлуатуються.

У місцях масового переходу працівників через залізничні колії повинні бути влаштовані перехідні містки або тунелі.

Інші переходи повинні бути обладнані настилом, що укладений на одному рівні з головками рейок, і огорожені відповідними сигналами.

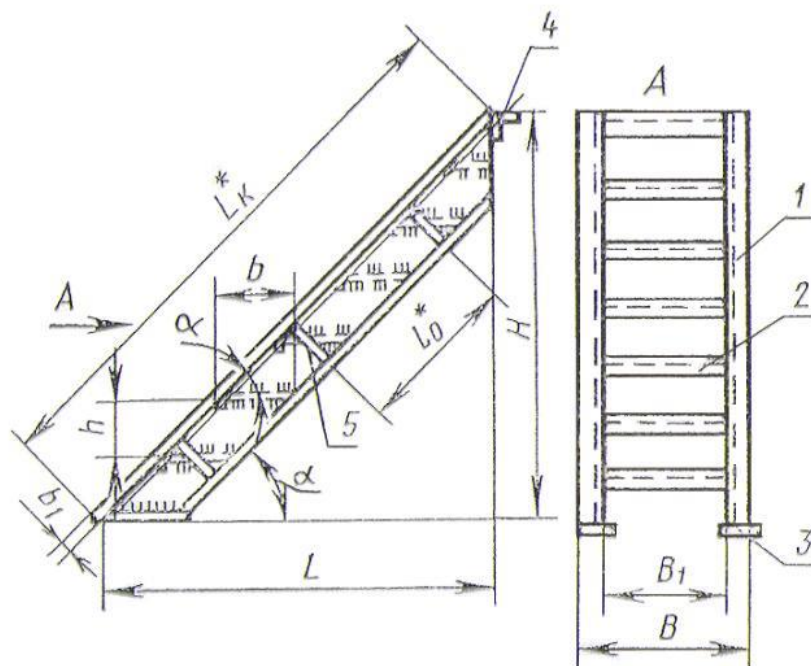
В усіх відділеннях залізничного цеху повинні бути вивішені схеми пішохідного руху по території підприємства і цеху.

Перехід працівників через залізничні колії у невстановлених місцях не дозволяється.

Уздовж зовнішньої стіни будівлі залізничного депо повинні бути упорядковані аварійні майданчики. Двері для виходу на майданчик, влаштований із зовнішнього боку біля стіни, повинні бути розташовані не рідше ніж через кожні 36 м. З майданчиків до рівня землі облаштовуються похилі сходи. Відстань між сходами повинна бути не більше 100 м.

Сходи і огороження робочих майданчиків проектуємо згідно [41].

Для підвищення безпеки зі стандартних геометричних розмірів сходів (рис. 3.1) беремо найбезпечніші – найменший кут підняття сходів  $45^\circ$ , найбільшу їх ширину. Розміри сходів надані у табл. 3.1.



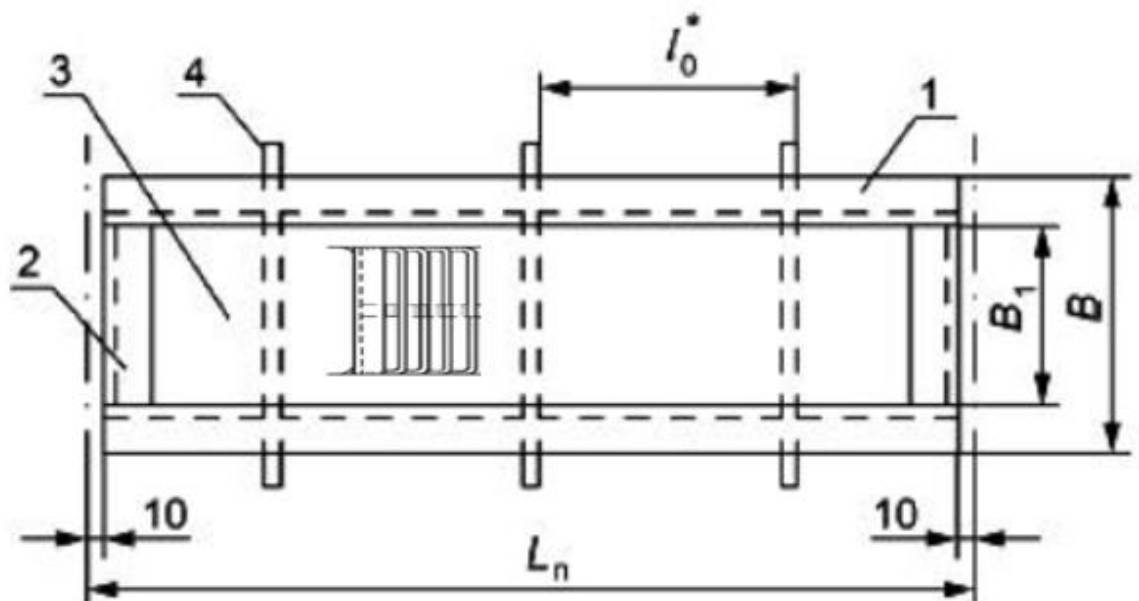
1 – косоур; 2 – сходинка; 3 – опорна планка; 4 – опірний куток; 5 – ребро

Рисунок 3.1 – Сходи у залізничному депо

Таблиця 3.1 – Розміри сходів згідно рис. 3.1.

Величина	Позначення	Значення
Кут підняття сходів	$\alpha$	45°
Висота сходів, мм	H	600...4200
Довжина горизонтальної проекції сходів, мм	L	600...4200
Висота сходинки, мм	h	200
Ширина сходинки, мм	b	200
Ширина сходів зовнішня, мм	B	1000
Ширина сходів внутрішня, мм	B <sub>1</sub>	900
Товщина косоуру, мм	b <sub>1</sub>	10
Довжина сходів, мм	L <sub>к</sub> *	850...5940
Відстань між ребрами, мм	L <sub>0</sub> *	565

Майданчики залізничного депо проектуємо відповідно діючого стандарту [41]. Схема робочого майданчика надана на рис. 3.2, розміри – у табл. 3.2.



1 – балка; 2 – окантовка; 3 – настил; 4 – ребро

Рисунок 3.2 – Схема робочого майданчика залізничного депо

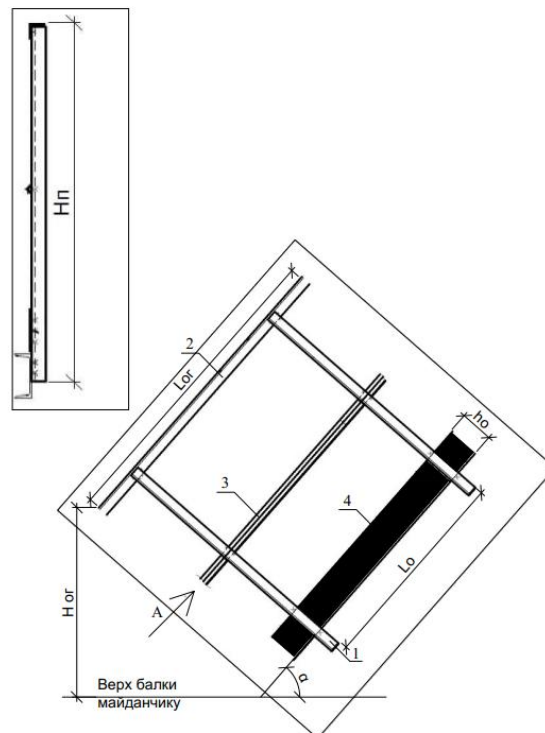
Таблиця 3.2 - Розміри майданчика залізничного депо згідно рис. 3.2.

Величина	Позначення	Величина
Довжина, мм	$L_{\Pi}$	900...6000
Повна ширина, мм	$B$	1000
Внутрішня ширина, мм	$B_1$	900
Відстань між ребрами, мм	$L_0^*$	565

Огородження сходів проектуємо також згідно [41], підбираючи найбільш безпечні і зручні розміри (рис. 3.3, табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Розміри огороження сходів

Величина	Позначення	Значення
Довжина, мм	$L_{ог}$	1697...5940
Висота краю поручню над підлогою, мм	$H_{ог}$	1000
Ширина бортового елемента, мм	$h_0$	140
Висота кріплення стійки, мм	$H_{\Pi}^*$	1250



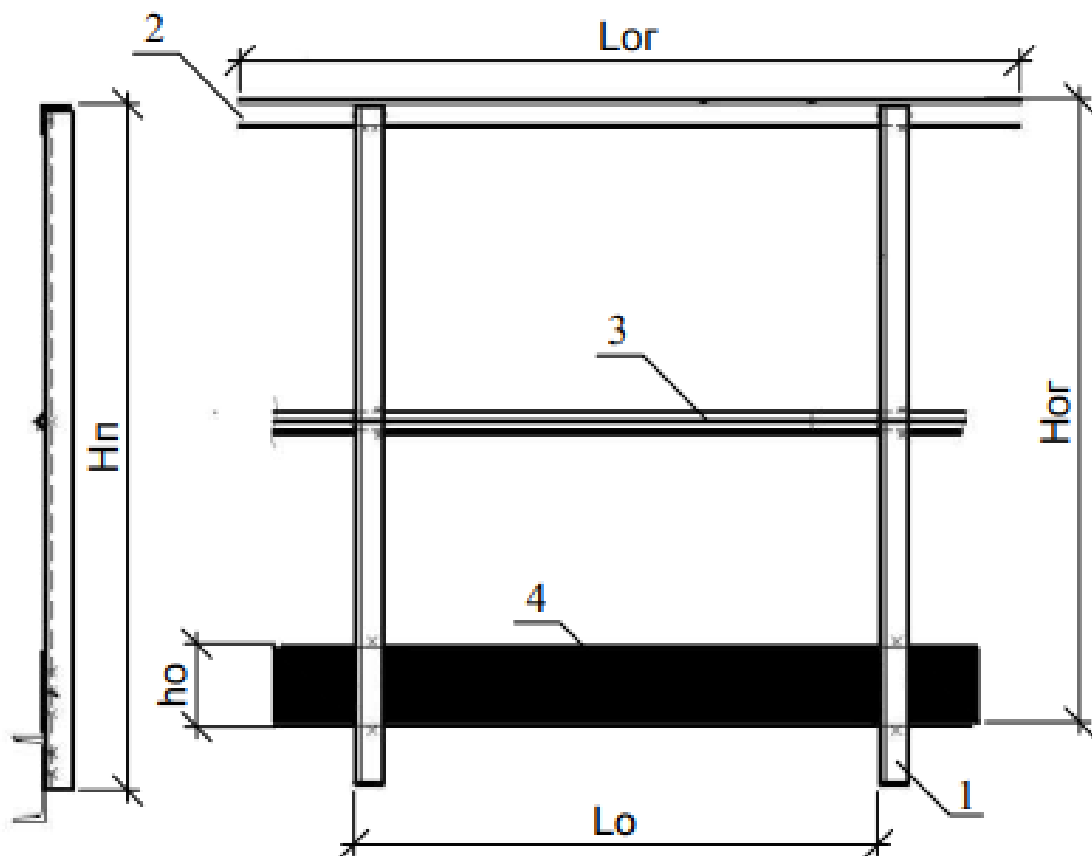
1 – стійка; 2 – поручень; 3 – середній елемент огороження; 4 – бортовий елемент

Рисунок 3.3 – Огородження сходів залізничного депо

Схема огороження майданчиків та розміри елементів показані на рис. 3.4 і табл. 3.4 [41].

Таблиця 3.4 – Розміри огороження робочого майданчика

Величина	Позначення	Значення
Довжина, мм	$L_{ог}$	1697...5940
Висота краю поручню над настилом, мм	$H_{ог}$	1000
Ширина бортового елемента, мм	$h_0$	140
Висота кріплення стійки, мм	$H_{п}^*$	1250
Висота розташування поручню, мм	$H_{ог}$	1200



1 – стійка; 2 – поручень; 3 – середній елемент огороження; 4 – бортовий елемент

Рисунок 3.4 – Огороження робочого майданчика залізничного депо

Для запобігання ковзанню сходинок і настили виконуємо у гратчастому виконанні (рис.3.5) [41].

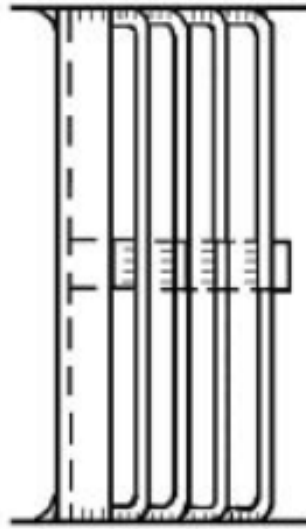


Рисунок 3.5 – Виконання сходинок і настилів

Майданчики і сходи виготовляються із вуглецевої сталі СтЗкп, уґрунтовуються і фарбуються.

Для зменшення ризику падіння, пропоную використовувати протиковзкі накладки на сходинок (рис.3.6).



Рисунок 3.6 – Накладка на сходинок антиковзаюча

Постійні та тимчасові огороження або елементи огорожень, що встановлюються на межах небезпечних зон, біля отворів, ям, котлованів, виносних майданчиків, сходів та інших місць, необхідно фарбувати в жовтий колір [16].

### 3.1.2 Переходи залізничних колій з пішохідними доріжками

Перетин залізничних колій на території металургійного комбінату з пішохідними доріжками можливо влаштовувати у вигляді[42]:

- залізничний пішохідний перехід (в одному рівні із залізничними коліями);
- пішохідний міст над залізничними коліями;
- пішохідний тунель під залізничними коліями.

Залізничні пішохідні переходи, що розміщуються в одному рівні з верхом головки рейок, в залежності від інтенсивності пішохідного потоку та інтенсивності руху поїздів підрозділяються на 3 категорії наведених у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Категорії пішохідних переходів через колії[42]

Інтенсивність руху поїздів (сумарно у двох напрямках), поїздів / добу	Розрахункова інтенсивність руху пішоходів через перехід (чоловік на годину)		
	До 150	151-600	Більш 600
До 50 включно	3 категорія	3 категорія	2 категорія
51-100	3 категорія	2 категорія	1 категорія
101-200	2 категорія	1 категорія	1 категорія
Більш 200	1 категорія	1 категорія	Пішохідні переходи в різних рівнях
Лінії швидкісного руху	1 категорія	1 категорія	Пішохідні переходи в різних рівнях



Наземні пішохідні переходи 3-ої категорії складаються з настилу. Допускається додатково встановлювати огорожі і штучне освітлення. Інформаційна система пішохідних переходів 3-ої категорії включає в себе попереджувальні написи, знаки (показчики, плакати). Наземні пішохідні переходи 2-ої категорії складаються з настилу, огорожі і зони накопичення пішохідів. Допускається додатково встановлювати штучне освітлення. Інформаційна система пішохідних переходів 2-ої категорії включає в себе попереджувальні написи, знаки (показчики, плакати), а також пристрої автоматичної сигналізації про наближення поїзда. Наземні пішохідні переходи 1-ої категорії складаються з настилу, огорожі, штучного освітлення і зони накопичення пішохідів. Інформаційна система пішохідних переходів 1-ої категорії включає в себе попереджувальні знаки (показчики, плакати), а також пристрої автоматичної сигналізації про наближення поїзда. Для підвищення інформованості пішохідів про напрямку наближення поїздів, номери колії по якому пройде поїзд, на пішохідних переходах можуть застосовуватися додаткові технічні засоби (сигнальні знаки, синтезатори мови, показчики напрямку руху поїзда) [42].

Залізничні пішохідні переходи за технічним оснащенням поділяють на регульовані і нерегульовані:

- регульованими залізничними пішохідними переходами є залізничні пішохідні переходи обладнання автоматичною сигналізацією, тобто першої та другої категорії вони зазвичай складаються з настилу, огорожі, штучного освітлення і зони накопичення пішохідів;

- нерегульованим залізничним переходом є залізничний перехід необладнаний автоматичною сигналізацією, тобто третьої категорії. Формування сповіщення на залізничний пішохідний перехід має забезпечити завчасне звільнення людьми залізничного пішохідного

переходу до вступу на нього поїзда, що наближається в будь-якому напрямку і з будь-якого залізничній колії, незалежно від спеціалізації залізничних колій і встановленого напрямку.

При виборі місця розміщення нерегульованого залізничного пішохідного переходу повинні бути забезпечені норми видимості залізничного рухомого складу, наведені в таблиці 3.6 Наведені норми видимості повинні бути забезпечені для пішоходів, що наближаються до місця початку залізничного пішохідного переходу, починаючи з відстані не менше 5 м від крайньої рейки перетинаються залізничної колії.

Таблиця 3.6 - Норми видимості залізничного рухомого складу

Максимальна швидкість руху поїздів, км / год, встановлена на підходах до залізничного пішохідного переходу	25 і менш	26-40	41-90	91-140
Відстань видимості не менш, м	150	200	400	600

Якщо на пішохідному переході 3-ої категорії неможливо забезпечити зазначені норми видимості, то обов'язковим є оснащення такого переходу системою автоматичної сигналізації про наближення поїзда. Відстань від настилу залізничного пішохідного переходу до найближчого крайнього стику стрілочного переводу і з'їзду повинно бути не менше 5 м. Настили залізничних пішохідних переходів при будівництві повинні бути укладені перпендикулярно осі перетинаються залізничної колії. У зонах накопичення (на підходах до залізничних колій) слід встановлювати напрямні огорожі, що перешкоджають переходу людей через залізничні колії в невстановлених для цього місцях, а також перешкоджають проїзду автотранспорту. Направляючі огорожі повинні забезпечувати орієнтацію потоку пішоходів таким чином, щоб поїзд, що наближається був в поле зору протягом часу, достатнього для прийняття рішення про можливість переходу. Направляючі огорожі повинні

бути пофарбовані в сигнальні кольори (чергування червоних і білих смуг). Показчики напрямку руху пішоходів встановлюють так, щоб вони були видні і показували потрібному напрямку руху. Знаки безпеки, що попереджають плакати (показчики) встановлюють перед залізничним пішохідним переходом і повинні бути видні пішоходам. Відстань від торцевого сходу високої платформи до нерегульованих залізничних пішохідних переходів через залізничні колії повинно бути не менше 20 м. На регульованих залізничних пішохідних переходах відстань від торцевого сходу високої платформи до переходу через залізничні колії не регламентується і визначається проектом. Мінімальна ширина залізничного пішохідного переходу повинна забезпечувати можливість безпечного переходу груп громадян при максимальній інтенсивності пішохідного руху в будь-якому поперечному перерізі на всій довжині наземного пішохідного переходу. Ширина основної зони пішохідного руху повинна бути постійною по всій довжині переходу. У разі, коли необхідна ширина залізничного пішохідного переходу (крім вокзальних) перевищує 1500 мм, необхідно для поділу людських потоків і запобігання несанкціонованого руху автотранспорту на входах на залізничний пішохідний перехід встановлювати металеві бар'єри (стовпчики). Мінімальна відстань від кромки залізничного пішохідного переходу до конструкцій і штучних споруд (щогли освітлення, шафи сигналізації), які заважають спостереженню за вільністю колії, повинна бути не менше 5 м[42].

На залізничних пішохідних переходах допускаються поздовжні ухили підстави не більше 40 ‰ і поперечні - для відводу води з поверхні майданчиків (ступенів) з ухилом від 10 до 15 ‰ у бік від осі залізничної пішохідного переходу. Дозволяється влаштовувати тільки пандус. Для запобігання попадання води з тротуару на залізничний пішохідний перехід верхні майданчики сходів слід передбачати з перевищенням над тротуаром не менше 60 мм і не більше 150 мм з забезпеченням плавного сполучення з поверхнею пішохідної доріжки[42].

Настил залізничного пішохідного переходу повинен бути твердим, міцним, екологічним, не допускати ковзання. Не допускається застосування в якості покриття на залізничних пішохідних переходах і на сходах гладких або відполірованих плит з штучного і природного каменю. Відстань від крайньої рейки перетинаються шляхи до ближньої до шляху кордону тактильного наземного показчика повинно бути не менше 2,5 м. При швидкості руху поїздів понад 140 км / год ця відстань повинна бути не менше 4 м. Приклад залізничного пішохідного переходу наведено на (рис 3.7)

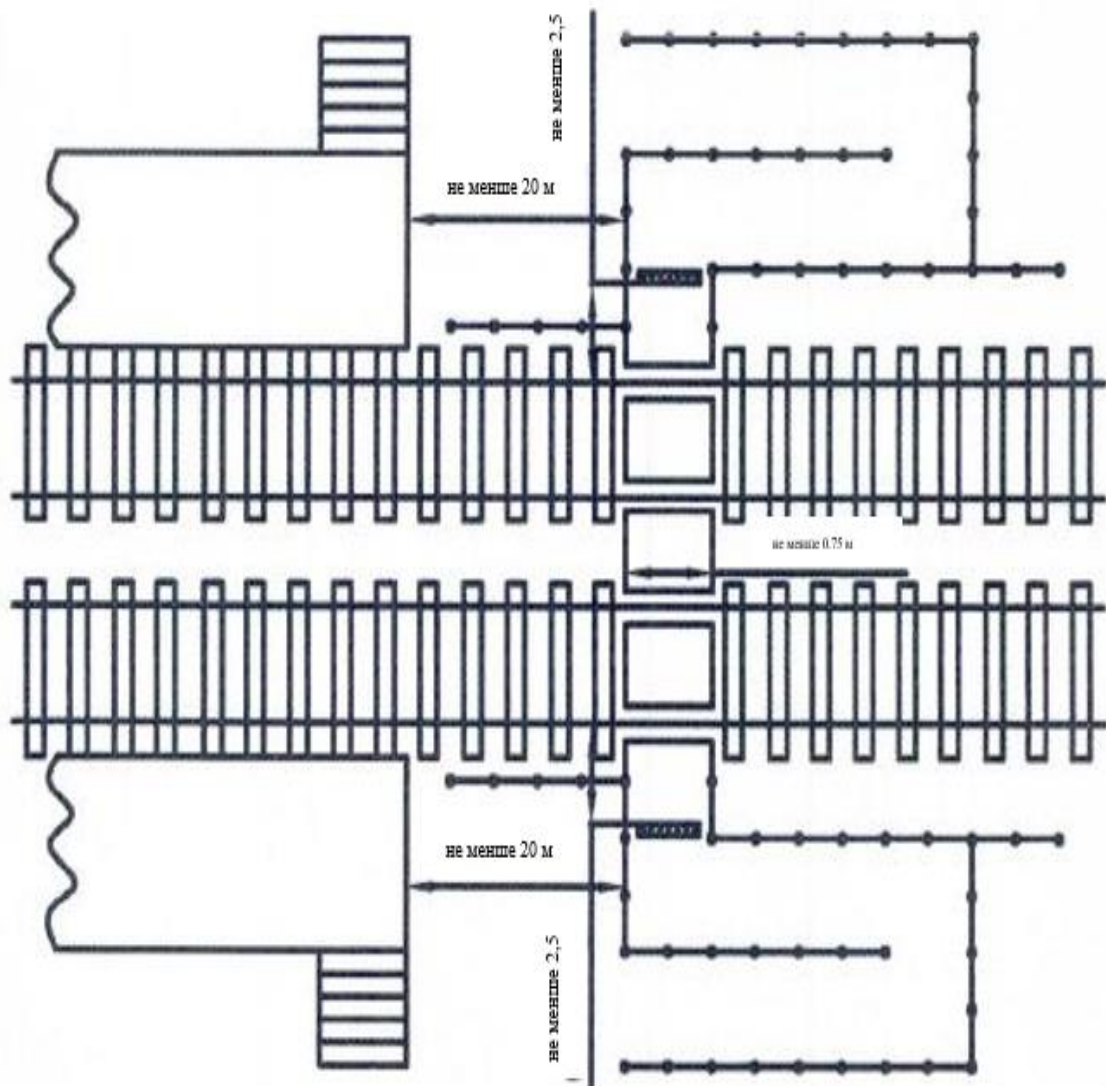


Рисунок 3.7 – Залізничний пішохідний перехід

## 3.2 Гігієна праці та виробнича санітарія

### 3.2.1 Виробнича вентиляція

Визначимо необхідний повітрообмін для аерації в теплий період року в залізничному депо залізничного цеху

#### *Вихідні дані*

Внутрішній об'єм приміщення	$V_{\text{п}} = 90\,000\text{ м}^3$
Тепловиділення від двигунів тепловозу	$Q_{\text{п}} = 860\text{ кВт}$
Температура припливного повітря	$t' = 24^{\circ}\text{C}$
Температура повітря робочої зони	$t_{\text{р}} = 25^{\circ}\text{C}$
Висота приміщення	$H = 15\text{ м}$

Таблиця 3.7 – Допустимі нормативні параметри повітряного середовища [39]

Період року	Температура, °C	Відносна вологість,%	Швидкість руху повітря, м/с	Температура на непостій- них роб. місцях, °C
холодний	13...19	75	$\leq 0,5$	12...20
теплий	15...26	55-75	0,2...0,6	13...28

Приймаємо, що вступ тепла від інших джерел (станки, слюсарські роботи, плавка металу, розріз та зварка металу, сонячна радіація) складає 25% від тепла двигунів. Тоді загальна кількість тепла, що поступає в приміщення, складе, кВт:

$$Q = 1,25Q_{\text{п}} = 1,25 \cdot 860 = 1075$$

Приймаємо градієнт температури по висоті приміщення  $k = 1^\circ\text{C}/\text{м}$  за практичними даними, тоді температура повітря, що видаляється,  $^\circ\text{C}$ :

$$t'' = t' + k(H - 2) = 25 + 1(15 - 2) = 38$$

Масова теплоємність повітря,  $\text{кДж}/\text{кгК}$  [15]:

$$C = 1,0$$

Необхідний повітрообмін,  $\text{кг}/\text{с}$ :

$$G = Q/C(t'' - t') = 1075/1,0(38 - 24) = 76,78$$

Об'ємна витрата припливного повітря,  $\text{м}^3/\text{год.}$ :

$$V' = 3600G/\rho = 3600 \cdot 76,78/1,18 = 234915 ,$$

де  $\rho = 1,18 \text{ кг}/\text{м}^3$  - густина припливного повітря [15].

Кратність повітрообміну,  $1/\text{год.}$ :

$$n = V'/V_{\text{п}} = 234915/90000 = 2,61$$

Для здійснення аерації буде достатнє 3 ряди отворів в подовжніх стінах будівлі: на рівні 1,2м від підлоги, на рівні 4м і на рівні підкранових балок - 12,2 м. На даху встановлюється витяжний аераційний ліхтар.

### 3.2.2 Виробниче освітлення

Освітлення має дуже велике значення для запобігання нещасним випадкам і зниженню гостроти зору.

Одним з найважливіших факторів виробничої санітарії є освітлення. Рациональне освітлення забезпечує достатні умови для здійснення працюючими своїх функціональних обов'язків. Погане освітлення не дозволяє сприймати необхідну інформацію, викликає напругу нервової системи і може призвести до помилкових дій. Недостатність освітленості сама по собі не викликає нещасних випадків, але працівник, який працює в таких умовах, змушений, щоб розглянути деталь, близько нахилитися до рухомих частин працюючого обладнання, збільшуючи тим самим небезпеку травми.

У виробничих умовах недостатність і нерівномірність освітленості призводить до того, що швидко втомлюються м'язи очей, втрачаючи здатність правильно скорочуватися, розвивається професійне захворювання очей - ністагм. Розгляд предметів з близької відстані може викликати косоокість і короткозорість. Тому освітлення виробничих приміщень залізничного цеху повинне відповідати таким основним вимогам:

- обладнання та робочі площадки на кожному робочому місці повинні бути достатньо і рівномірно освітлені;
- блискучість і зайва яскравість в поле зору працюючого не допускаються;
- на працюючому обладнанні, особливо на обертових і рухомих частинах, не повинно бути різких тіней;
- всі пристрої освітлення повинні відповідати вимогам електро- і пожежної безпеки.

На ділянці деповського ремонту застосовується природне і штучне освітлення. Розряд зорових робіт - Vб (роботи малої точності). Застосовується бічне природне освітлення. Коефіцієнт природної освітленості для третього світлового поясу [50],%:

$$e_n = e^{\text{III}} m C,$$

де  $m = 0,9$  - коефіцієнт світлового клімату для району м. Запоріжжя (IV світловий пояс) [11КП];  $C = 0,75$  - коефіцієнт сонячності клімату [50].

$$e_n = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,75 \approx 0,7\%$$

Освітленість від штучних джерел світла повинна бути 10000 лм для світлодіодного світильника [50]. Система освітлення - загальна.

Згідно [50] у виробничих приміщеннях треба використовувати найбільш економічні джерела світла, перевага віддається світлодіодним лампам і світильникам. Використання ламп розжарювання дозволяється тільки у випадку неможливості застосування газорозрядних або світлодіодних джерел світла. Використання ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється.

Для освітлення залізничного депо пропонується застосування світильника для високих стель High Bay UFO [51]. Опис світильника наданий у табл. 3.8, загальний вигляд – на рис. 3.8



Таблиця 3.8 – Основні дані світлодіодного світильника для високих стель High Bay UFO

Показник	Значення
Потужність, Вт	100
Світловий потік, лм	10000
Світловіддача, лм/Вт	100
Напруга, В	170...260
Колірна температура, К	6500
Робоча температура, °С	-25...+45
Ступень захисту від пилу і вологи	IP65
Термін експлуатації, год.	30000

На рисунку 3.8 зажадено схематично світильник для високих стель High Bay UFO, який пропонують використовувати в будівлі залізничного депо залізничного цеху металургійного комбінату.

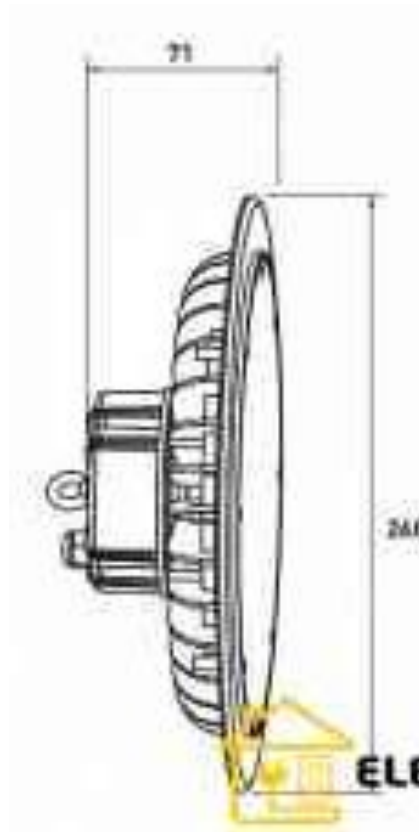


Рисунок 3.8 - Світильник для високих стель High Bay UFO

### 3.2.3 Зменшення рівня шумом та вібрацією на ділянках залізничного цеху

Джерелом шуму на тепловозі є система «колесо - рейка», вентилятори, система охолодження, компресор. Найефективнішим засобом боротьби є застосування глушників. Для цих цілей використовують вогнестійкі і звукопоглинальні матеріали [12].

Проточка бандажа коліс застосовується для зменшення нерівномірності зносу поверхні кочення, а також для зменшення нерівності поверхні катання. Проточка бандажів колеса призводить до суттєвого зменшення вібрації лише в тому випадку, коли нерівність поверхні кочення коліс перевищує нерівність поверхні кочення рейок. Покращення після проточки коліс не відбудеться при наявності хвилеподібного зносу на поверхні кочення рейок. Повзуни, погані стики рейок або деформований рейок можуть збільшити рівні вібрації на 10-20 дБ порівнянні з ситуацією, коли колеса і рейки мають рівну поверхні катання, а шлях - безстикової конструкцію[12,13].

Пружне рейковий кріплення. Пристрій пружних кріплень рейок продиктовано прагненням ізолювати віброуючий рейок від шпал або інших елементів, до яких прикріплений рейок. Одна з рекомендацій для досягнення гарної віброізоляції зводиться до того, щоб використовувати пристрій пружного рейкового скріплення, жорсткість якого буде забезпечувати статичний прогин рейки при навантаженні поїздом в межах від 2 мм до 5 мм. Пружне підставу під шпалами. У конструкціях пружних опор під шпалами пружний елемент поміщається між шпалою і нижньою частиною тунелю. При пружних рейкових кріпленнях пружний елемент встановлюється між подошвою рейки і шпалою. Додаткова проміжна маса, яка забезпечується системою "плаваючого" шляху, спільно з можливістю використання більш еластичних елементів під шпалами в порівнянні з тими, що можна застосувати в рейкових пружних кріпленнях, призводить до поліпшення віброізоляційних властивостей [12,13].

"Плаваючий" підстава шляху. Поряд з тим що при пружних рейкових кріпленнях і шпалах на пружній основі маса, розташована над нижніми пружними опорами, значно менша від тієї, яка є необрессоренной масою ходової частини візків вагона.

Існує кілька прийомів, при використанні яких "плаваюча" маса стає набагато більше необрессоренной маси візка вагона. До подібних конструкцій шляху відносяться "плаваючі" плити і "плаваючі" елементи (які іноді називають "плаваючими" міні-плитами або здвоєними шпалами). У системах з пружним підставою шляху інерція "плаваючою" маси призводить до зниження її вібропереміщень при частотах, де це особливо важливо. Вібропереміщення передаються нижній частині тунелю через відносно м'які пружні опори, що призводить до зменшення динамічних сил, що досягають нижній частині тунелю [13].

Траншеї або монолітні перешкоди можуть також застосовуватися в якості засобів обмеження структурного шуму, що збуджується вібрацією ґрунту, а також вібрацією, зумовленої рухом поїздів. Обидва способи екранування забезпечують неузгодженість імпедансів в ґрунті, що призводить до порушення процесу поширення хвиль в ґрунті.

Установка віброізолюючих прокладок в будівлі під пальові фундаменти, біля основи колон або склепінь і в інших місцях з'єднання різних елементів конструкції будівлі може сприяти шумоізоляції будівель або окремих зон усередині будівлі. Застосування цих прокладок, мабуть, призвело до значної віброізоляції-зниженню рівня вібрації приблизно на 10 дБ [12].

У всіх віброзахищених конструкціях будинків повинні бути вжиті заходи до перекриття всіх шляхів (акустичні містки) передачі значних вібрацій або до забезпечення їх ефективної віброізоляції. В іншому випадку вібрація буде поширюватися по цих шляхах, зводячи нанівець всі заходи по обмеженню шуму, досягнуті за допомогою віброізоляції.

### 3.3 Електробезпека

Відповідно Правилам улаштування електроустановок [52] приміщення, де розташовані електроприлади, класифікуються в залежності від стану робочого середовища. Основне приміщення залізничного депо залізничного цеху є жарким (температура повітря довготривале перевищує 30°C) і сухим (вологість повітря не перевищує 60%), зі струмопровідними підлогами (сталевими) і струмопровідним пилом (що містить залізо), що може виділятися до повітря робочої зони).

Такі приміщення вважаються особливо небезпечним відносно ураження струмом, так як мають два і більше ознак підвищеної небезпеки[52].

До приміщень з підвищеною небезпекою ураження струмом відносяться механічні майстерні (металеві підлоги).

До приміщень без підвищеної небезпеки відносяться приміщення пультів управління.

Виконання електрообладнання залежить від режиму його роботи і властивостей робочого середовища стосовно вибухо- і пожежонебезпеки. ПУЕ встановлює відповідні класи вибухо- і пожежонебезпечних зон.

До вибухонебезпечних зон класу 2 відносяться газорегуляторні і газорозподільні пункти – зони, в яких вибухонебезпечне газоповітряне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо виникає, то рідко і триває недовго, довготривалий час вибухонебезпечне середовище може виникнути під час аварії.

До пожежонебезпечної зони класу П-Па відносяться кабельні тунелі, приміщення пультів управління, кабіни кранів - зони, розташовані в приміщеннях, в яких обертаються тверді горючі речовини - пластмаси, дерево, гума.

В пожежонебезпечних зонах класу П-Па використовується електрообладнання закритого або захищеного типу. У першому внутрішній

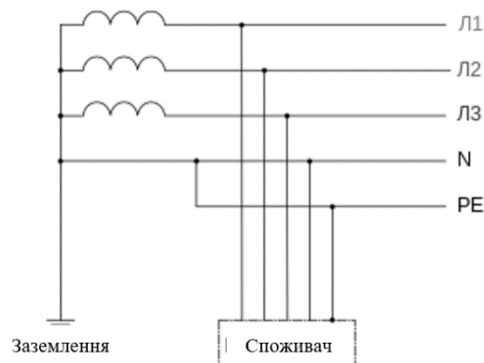
простір обладнання відділений від зовнішнього середовища оболонкою, друге має пристосування для оберігання від випадкового дотику до струмоведучих і рухомих частин і від попадання всередину сторонніх предметів[55].

В залізничному депо, світильники рекомендовано застосовувати в пилонепроникному виконанні.

В залізничному депо є споживачі змінного струму напруги 380/220 В і потужні двигуни (200 кВт і більше) напруги 6000 В. При напрузі змінного струму до 1000 В раніше застосовувалися лише дві схеми трифазних мереж: чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю і трипровідна мережа з ізолюваною нейтраллю.

За кордоном досить давно застосовують п'ятипровідні мережі з двома нульовими провідниками при глухозаземленій нейтралі – робочим і захисним. Це дає підвищення рівня безпеки при дотику до нульового проводу. Останній час такі схеми використовують і в нашій країні. Тому у проекті пропонується застосовувати п'ятипровідну мережу змінного току типу TN-CS, в якій нульові робочий і захисний провідники об'єднані на головних ділянках мережі, а далі розділені (рис. 3.9).

Для напруги вище 1000 В застосовуємо трипровідну схему (рис. 3.10) IT (с ізолюваною нейтраллю).

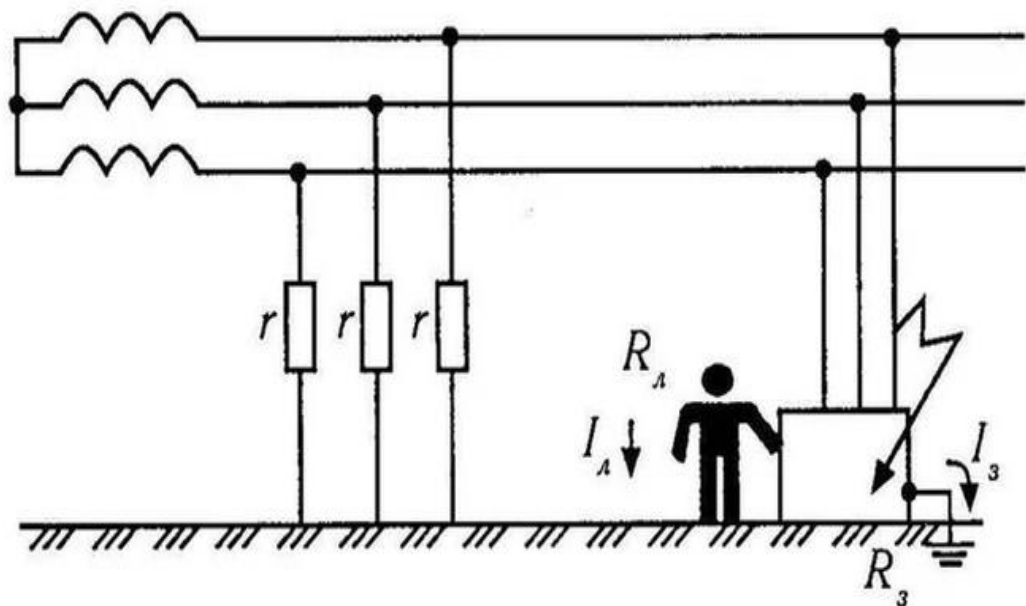


Л1, Л2, Л3 – фазні провідники; N – нульовий робочий провідник; PE – нульовий захисний провідник

Рисунок 3.9– П'ятипровідна схема мережі трифазного струму TN-CS

В залізничному депо вживаються такі засоби захисту від ураження струмом :

- електроізоляція струмоведучих частин – гумова, бавовняна, з термостійкого пластику;
- недоступне розташування струмоведучих частин;
- малі напруги для місцевого і переносного освітлення і при роботі з електроінструментом 3 класу;
- захисне заземлення у мережі вище 1000 В;
- захисне занулення у мережі нижче 1000 В;
- захисне відключення;
- електрозахисті засоби.



$r$  – опір проводів відносно землі;  $R_{л}$  – опір тіла людини;  $R_{з}$  – опір заземлюючого пристрою;  $I_{л}$  – струм, що йде по тілу людини;  $I_{з}$  – струм, що йде по заземлювачу

Рисунок 3.10 – Трипровідна схема мережі трифазного струму IT

## **3.4 Пожежна безпека**

### **3.4.1 Організаційні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки**

Відповідно до чинного законодавства відповідальність за забезпечення пожежної безпеки об'єктів несуть їх керівники.

Керівник об'єкта зобов'язаний:

- 1) встановити на території, в виробничих, адміністративних, складських, допоміжних будівлях і приміщеннях об'єкта протипожежний режим, визначити і обладнати місця для куріння, визначити місця і допустима кількість одноразового зберігання сировини і готової продукції, встановити порядок проведення пожежонебезпечних робіт, порядок огляду і закриття приміщень після закінчення робочого часу, перевірки рухомого складу під навантаження горючих вантажів і постійно контролювати його дотримання інженерно - технічними працівниками (ІТП), робітниками, службовцями і обслуговуючим персоналом;
- 2) організувати вивчення і контроль за дотриманням правил пожежної безпеки і інструкцій про заходи пожежної безпеки усіма ІТП, робітниками, службовцями і обслуговуючим персоналом, забезпечивши підрозділи об'єкта засобами протипожежної пропаганди (плакати, стенди, макети, знаки безпеки);
- 3) організувати на об'єкті добровільну пожежну дружину (ДПД) та пожежно-технічну комісію і забезпечити їх роботу відповідно до чинних положень, забезпечити об'єкт засобами пожежогасіння згідно з установленими нормами;
- 4) організувати для ІТП, службовців і робітників проведення протипожежного інструктажу та занять з пожежно-технічного мінімуму;
- 5) періодично перевіряти боєготовність об'єктової пожежної охорони та ДПД, вживати необхідних заходів щодо поліпшення їх роботи;

б) періодично перевіряти стан пожежної безпеки об'єкта, наявність і справність технічних засобів протипожежного захисту та пожежної техніки, вживати термінових заходів щодо усунення виявлених недоліків;

7) організувати розробку і впровадження заходів, спрямованих на:

- вдосконалення протипожежного режиму, зниження пожежної небезпеки технологічних процесів; виробничого обладнання та рухомого складу;

- забезпечення безпеки людей і захист матеріальних цінностей при виникненні пожежі;

- забезпечити призначення наказами або розпорядженнями керівників підрозділів осіб, відповідальних за пожежну безпеку окремих приміщень, а також призначити наказом по об'єкту осіб, відповідальних за експлуатацію та справний технічний стан систем опалення та вентиляції, проти димного захисту, електроустановок, протипожежного водопостачання, засобів зв'язку і пожежогасіння, установок пожежної автоматики і систем оповіщення про пожежу;

- включити до функціональних обов'язків посадових осіб, інженерно - технічних працівників та інших фахівців розробку і впровадження заходів з питань пожежної безпеки, виходячи з покладених на них службових і виробничих завдань;

- забезпечити розробку інструкцій про заходи пожежної безпеки для всіх підрозділів і окремих видів пожежонебезпечних робіт;

- організувати контроль за навантаженням, сортуванням і вивантаженням небезпечних вантажів в частині дотримання заходів пожежної безпеки, а також за підготовкою рухомого складу під навантаження зазначених вантажів;

- організувати своєчасне виконання заходів щодо забезпечення пожежної безпеки;

- забезпечити розробку плану дії ІТП, робітників і обслуговуючого персоналу при виникненні пожежі на об'єкті і в підрозділах та проводити один раз на рік практичні заняття з відпрацювання цих планів;



- забезпечити своєчасне розслідування пожеж, встановлення причин їх виникнення і винних осіб, а також розробку заходів щодо запобігання пожежам.

Відповідальність за пожежну безпеку в підрозділах і в рухомому складі несуть їх керівники, які призначають осіб, відповідальних за пожежну безпеку окремих приміщень або устаткування з числа ІТП, службовців, робітників і обслуговуючого персоналу.

Таблички з зазначенням осіб, відповідальних за пожежну безпеку, повинні вивішуватися на видних місцях, при вході в приміщення.

Керівники підрозділів та особи, відповідальні за пожежну безпеку в рухомому складі та в окремих приміщеннях (ізольованих робочих місцях), зобов'язані:

- 1) забезпечити дотримання встановленого протипожежного режиму, правил пожежної безпеки та інструкцій про заходи пожежної безпеки, не допускати до роботи осіб, які не пройшли інструктажу з дотримання заходів пожежної безпеки;
- 2) проводити періодичні огляди території, будівель, виробничих і службових приміщень з метою контролю за вмістом шляхів евакуації, протипожежних перешкод, протипожежних розривів, під'їздів і доріг, засобів пожежогасіння (гідрантів, внутрішніх пожежних кранів, вогнегасників) і вживати термінових заходів щодо усунення виявлених порушень і недоліків;
- 3) забезпечувати справне утримання, постійну готовність до дії установок пожежогасіння, пожежної сигналізації, оповіщення та зв'язку;
- 4) стежити за справністю приладів опалення, вентиляції, електроустановок, технологічного і виробничого обладнання і негайно вживати заходів щодо усунення виявлених несправностей, які можуть призвести до виникнення пожежі;
- 5) знати пожежну небезпеку технологічних процесів, технологічного і виробничого обладнання, що знаходяться в приміщеннях і звертаються у виробництві речовин і матеріалів, категорію приміщень виробничого і

складського призначення з вибухопожежної та пожежної небезпеки і вимоги безпеки, що пред'являються до них, забезпечуючи суворе їх дотримання, а також безпечно зберігання, застосування і транспортування вибухонебезпечних та пожежонебезпечних речовин і матеріалів;

б) стежити за своєчасним прибиранням приміщень і робочих місць, а також за відключенням електроприймачів, за винятком чергового освітлення, після закінчення роботи;

в) у разі виникнення пожежі або виявлення його ознак негайно повідомити в пожежну охорону, довести до відома керівництво об'єкта і приступити до ліквідації пожежі.

Керівники підрозділів зобов'язані:

1) розробляти плани евакуації людей і матеріальних цінностей на випадок виникнення пожежі та вивішувати їх на видних місцях, а також організовувати періодично їх практичне відпрацювання;

2) своєчасно виконувати заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, запропоновані пожежною охороною, розроблені пожежно-технічною комісією об'єкта, а також передбачені наказами і вказівками керівництва об'єкта.

Всі вони зобов'язані виконувати вимоги протипожежних Правил, а також чинних інструкцій щодо забезпечення пожежної безпеки на локомотивах, моторвагонному рухомому складі та в рефрижераторних секціях [65,66].

### 3.4.2 Розрахунок блискавко захисту

#### Вихідні дані

Довжина будівлі залізничного цеху, м: $L$	125
Ширина будівлі, м: $S_6$	51
Максимальна висота, м: $h_6$	30

Ширина ділянки, що захищається $S$ , м	51
Відстань від осі щогла блискавкозахисту до межі максимальної висоти цеху $S$ , м	20
Висота основної частини цеху $H_0$ , м	12
Висота щогла блискавкозахисту $h_T$ , м	18
Відстань між щогла блискавкозахисту $A$ , м	26

Розрахунок ведемо відповідно до [56], схема дана на рис. 3.11.

На території Запоріжжя інтенсивність грозової діяльності становить близько 80 годин в рік. Середньорічна кількість ударів блискавки в  $1 \text{ км}^2$  земної поверхні при такій інтенсивності  $n = 9$ .

Очікувана річна кількість поразок блискавкою будівлі, не обладнаного захистом від блискавки:

$$N = (S_6 + 6h)(L + 6h)n \cdot 10^{-6}$$

$$N = (51 + 6 \cdot 30)(125 + 6 \cdot 30)9 \cdot 10^{-6} = 0,63$$

Так як площа пожежонебезпечних зон в цеху становить менше 30% від площі верхнього поверху, тип зони захисту - Б, категорія пристрою блискавко захисту - Ш.

Встановлюємо стрижневі блискавковідводи на двох щоглах блискавкозахисту залізничного цеху. Блискавко приймачі у вигляді стрижня круглого перетину, довжиною  $h_6 = 2\text{м}$ , виготовляються з вуглецевої сталі. Площа перетину -  $100 \text{ мм}^2$ .

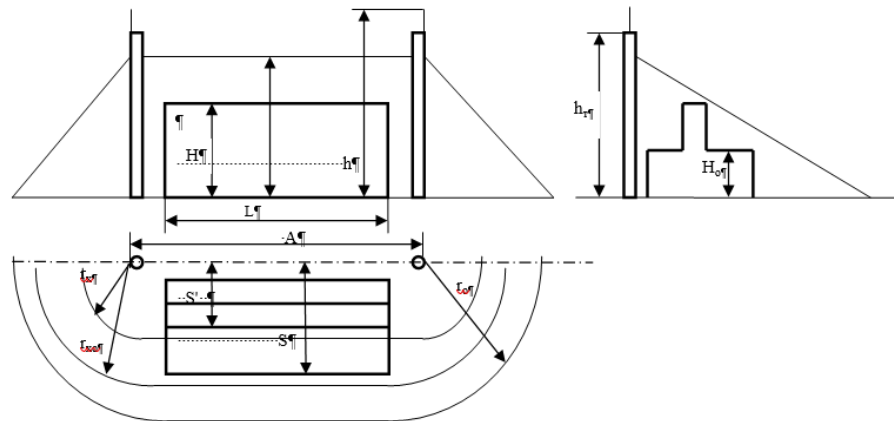


Рисунок 3.11 - Схема блискавко захисту залізничного цеху

Висота блискавковідводу, м:

$$h = h_{\text{п}} + h_{\text{б}}$$

$$h = 18 + 30 = 48$$

Висота зони захисту над землею в середині між блискавковідводами, м:

$$h_c = 0,92h$$

$$h_c = 0,92 \cdot 48 = 44,16$$

Радіус зони захисту на рівні землі, м:

$$r_0 = 1,5h$$

$$r_0 = 1,5 \cdot 44,16 = 66,24$$

Радіус зони захисту більше відстані від осі щогла блискавкозахисту до протилежної стіни цеху, тобто ширини ділянки, що захищається:

$$r_0 > S$$

Ширина зони захисту на рівні землі, м:

$$2r_0 = 2 \cdot 66,24 = 132,48$$

Радіус зони захисту на рівні максимальної висоти цеху, м:

$$r_x = 1,5 \left( h - \frac{H}{0,92} \right)$$

$$r_x = 1,5(48 - 30/0,92) = 23,08$$

Радіус зони захисту на рівні максимальної висоти об'єкта на 3,04 м більше відстані від осі щогла блискавкозахисту до рівня максимальної висоти цеху, тобто знаходиться на межі зони захисту:

$$r_x > S'$$

Ширина зони захисту на рівні максимальної висоти цеху, м:

$$2r_x = 2 \cdot 23,08 = 46,16$$

Радіус зони захисту на рівні  $H_0$ , м:

$$r_{x0} = 1,5 \left( h - \frac{H_0}{0,92} \right)$$

$$r_{x0} = 1,5(48 - 12/0,92) = 52,44$$

Радіус зони захисту на рівні  $H_0$  більше відстані від осі щогла блискавкозахисту до протилежної стіни цеху, тобто ширини ділянки, що захищається:

$$r_{x0} > S$$

Як видно з рисунку 3.11, будівля цеху повністю входить в зону захисту подвійного стрижневого блискавковідводу.

В якості заземлювачів приймаємо кутову сталь з товщиною 6 мм, довжиною 2,5 м. Заземлювачі забиваються вертикально в землю на глибину 0,7 м від верхнього краю і з'єднуються горизонтальною сталеву смугою.

### 3.4.3 Гасіння пожеж

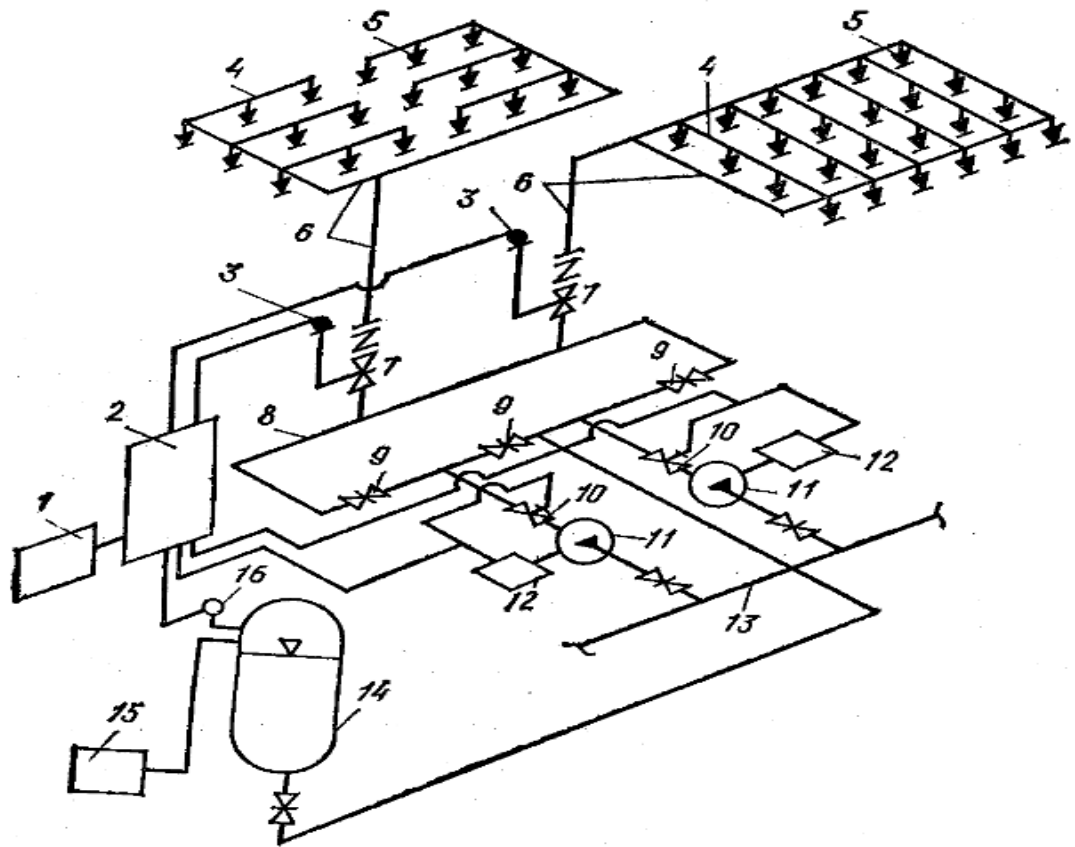
Для гасіння пожеж в будівлі залізничного депо, а саме у ділянці поточного ремонту, відділення зварювання та автозчеплення також малярського відділення залізничного цеху пропонуємо використовувати установки водяного пожежогасіння.

Принципова схема установки показана на рис. 3.12 Установка працює наступним чином. При виникненні пожежі розкривається легкоплавкий замок спринклера (5), вода з живильного трубопроводу (6) подається в осередок пожежі. Тиск в розподільному (4) і підвідному (8) трубопроводах падає, після чого відкривається клапан контрольно-пускового вузла з клапаном ВС (КПУ) (7), пропускаючи воду в мережу до спринклерів. Вода в цей період надходить до КПУ з відкритим клапаном від автоматичного водо живильника (пнемо баком) (14). Одночасно з початком гасіння пожежі вода від КПУ по кільцевій виточенні клапана водо сигнальні ВС і трубопроводу надходить до сигналізатора тиску (3). Імпульс від сигналізатора тиску подається по проводах до сигнального пристрою, яке за допомогою звукового сигналу повідомляє про виникнення і початку гасіння пожежі, а

світлове табло інформує про місце його виникнення. Тривалість подачі води від автоматичного водо живильника на гасіння пожежі залежить від його місткості, а також числа розкритих спринклерів.

При падінні тиску в автоматичному водо живильнику (пнемо баком або імпульсному пристрої) (14) нижче розрахункового замикаються контакти електроконтактного манометра (ЕКМ) (16), імпульс від якого подається по проводах до електрощита (2), на якому спрацьовує пусковий пристрій, і запускає електродвигун (12), що приводить в дію пожежний насос (11). Вода від джерела водопостачання (13) подається насосом по живлячій трубопроводу 6 до КПУ (7 )секції, зрошувачі якої подають її в осередок пожежі. В цей час функціонування пнемо баком (14) за допомогою зворотного клапана припиняється. У разі необхідності до щита (2 )може бути підключена станція пожежної сигналізації (1). Робота установки припиняється перекриттям засувки в КПУ і зупинкою електродвигуна з насосом. Із закінченням робіт по ліквідації наслідків пожежі відновлюють працездатність установки. Для цієї мети замінюють розкрилися спринклери на нові, заповнюють водою пнемо баком або імпульсний пристрій, відкривають засувку КПУ.

У тому випадку коли розподільна мережа (від КПУ до спринклерів) заповнена повітрям, при розтині спринклера з мережі виходить повітря, тиск в мережі падає, а далі робота установки протікає так, як описано вище [10,55].



- 1- станція пожежної сигналізації; 2 - щит управління і контролю;  
 3 - універсальний сигналізатор тиску; 4 - розподільний трубопровід;  
 5 - спринклер; 6 - живильний трубопровід; 7 - контрольно-пусковий вузол; 8 - підвідний трубопровід; 9 - нормально відкрита засувка; 10 - засувка з електромагнітним приводом;  
 11 - насос; 12 - електродвигун; 13 - водопровід; 14 – пневмо баком або імпульсний пристрій; 15 - компресор; 16 – манометр

Рисунок 3.12 - Принципова схема спринклерної установки водяного пожежогасіння

### 3.5 Техногенна безпека, визначення імовірності аварій в залізничному депо залізничного цеху

Аварії техногенного характеру поділяються на 2 категорії [61].

До аварій 1 категорії відносяться такі :

- загинуло 5 або травмувалося 10 і більше чоловік;
- відбувся викид отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних речовин за межі санітарно-захисної підприємства;



- збільшення концентрації забруднюючих речовин в навколишньому середовищі більше, ніж у 10 разів;
- зруйновано будинки, споруди чи основні конструкції об'єкта із загрозою життю і здоров'ю значної кількості працівників підприємства чи населення.

До аварій 2 категорії відносяться такі :

- загинуло до 5 або травмувалося від 4 до 10 чоловік;
- зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я працівників цеху, дільниці (враховуються цех, дільниця з чисельністю працюючих 100 чоловік і більше).

Будь-який об'єкт, де використовується, виготовляється, переробляється чи транспортується небезпечна речовина, вважається потенційно небезпечним об'єктом або таким, що може становити загрозу мешканцям прилеглих територій та навколишньому середовищу. Для того, щоб визначити реальну ступінь небезпеки такого об'єкта проводиться його ідентифікація, за результатами якої потенційно небезпечний об'єкт може бути віднесений до категорії об'єктів підвищеної небезпеки з присвоєнням класу небезпеки I або II. Або не віднесений до цієї категорії. З цією метою встановлені. Нормативи пирогових мас для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки.

На території залізничного депо та на території залізничного цеху, потенційно небезпечним може вважатися цистерни з пропан-бутаном або легко займистими речовинами( ЛЗР), що знаходяться або перемішуються по території залізничного цеха.

Вихідні дані: на території депо сталась аварійна розгерметизація зливного пристрою цистерни 1 з бензином, далі пішло повне витікання ЛЗР і її загоряння. Під дією теплового впливу відбувається вибух залізничної цистерни 2 з бензином, з повним її руйнуванням і миттєвим переходом рідкої

фази нафтопродукту в парокапельний стан з наступним утворенням вогняної кулі.

Визначмо величину надлишкового тиску на кордоні вибухонебезпечної зони, розрахувати щільність теплового випромінювання вогняної кулі.

Сусідня цистерна ідентична за складом і обсягом з цистерною 1, розташовані вони в зчепленні з першої цистерною.. Поширення пожежі відбувається при  $q_{кр} > 12,5 \text{ кВт / м}^2$ , з таблиці 3.9 бачимо, що на відстані 26 метрів від вогнища пожежі щільність теплового випромінювання складе  $12,5 \text{ кВт / м}^2$ , Таким чином, межа небезпечної зони (зони можливого поширення пожежі) розташована на відстані 26 м від вогнища пожежі. Через 16-24 хвилин після початку теплового впливу пожежі протоки на цистерну 2 з бензином станеться вибух цієї цистерни з освітою вогненної кулі[64].

Таблиця 3.9 - величина щільності теплового випромінювання на різній відстані від пожежі[64]

Відстань від пожежі, r, м	Щільність теплового випромінювання факела полум'я, q, кВт / м <sup>2</sup>
10	39,82
20	19,21
30	9,9
40	5,83
50	3,79
60	2,64

Визначаємо масу вогненної кулі, та її радіус і час існування:

$$M_{ош} = 0,6 \cdot M = 0,6 \cdot 46,6 = 28 \text{ т};$$

$$R_{ош} = 29 \cdot M_{ош}^{1/3} = 29 \cdot 3,04 = 88 \text{ м};$$

$$t_{ош} = 4,5 \cdot M_{ош}^{1/3} = 4,5 \cdot 3,04 = 13,7 \text{ с}.$$

Вважається, що в зоні радіусом 88 метрів все горючі матеріали спалахують. Тобто буде зруйновано майже 2/3 залізничного депо, та під час

денної змни можлива велика кількість травмованих з опіками різного ступеню та жертв.

На приклад: У грудні 2019 року в Уфі в залізничному депо сталося займання тепловозу через коротке замикання, вогонь перекинувся на обшивку будівлі, була ймовірність вибуху цистерн з ЛЗР, які перебували в депо, постраждало два працівники ( вони зазнали не значних опіки).

Частина аварій в залізничних цехах складає менше 6% від загальної кількості аварій в чорній металургії, тобто залізничні цеха можна вважати мало аварійним [64].

## 4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму.

Визначимо коефіцієнти частоти і важкості захворювань і травматизму в залізничному цеху за рік, використовуючи статистичні дані ПАТ «Запоріжсталь» (середні за останні роки):

- середньооблікова чисельність працюючих,  $Ч = 860$  чол.;
- загальна кількість випадків захворювань,  $Н_3 = 54$ ;
- кількість виявлених професійних захворювань,  $Н_{3п} = 0$ ;
- кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях,  $ДН_3=930$ ;
- кількість нещасних випадків,  $Н_Т = 4$ ;
- кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами,  $ДН_Т=207$ .

Коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{чз} = 100 Н_3/Ч$$

$$K_{чз} = 100 \cdot 54/860 = 6,27$$

Коефіцієнт важкості захворювань:

$$K_{Тз} = ДН_3/Н_3$$

$$K_{Тз} = 930/54 = 17,22$$

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{чТ} = 1000Н_Т/Ч$$

$$K_{\text{чт}} = 1000 \cdot 4 / 860 = 4,65$$

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{тт}} = \text{ДН}_T / \text{Н}_T$$

$$K_{\text{тт}} = 207 / 4 = 51,75$$

Оцінимо економічні наслідки захворюваності і травматизму в залізничному цеху, виходячи з таких умов:

- середнє денне вироблення, СВ = 810 грн.;
- витрати на 1 грн. товарної продукції, З = 0,9 грн.;
- питома вага умовно-постійних витрат в собівартості, УП = 0,2;
- середній розмір оплати одного дня по листках тимчасової непрацездатності, ВН = 200 грн.;
- фонд робочого часу на одного працівника в році, Т<sub>р</sub> = 230 дн.;
- середній розмір штрафів за порушення в області охорони праці на одного травмованого працівника, Ш = 10000 грн.

Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях і травмах:

$$\text{ДН} = \text{ДН}_3 + \text{ДН}_T$$

$$\text{ДН} = 930 + 207 = 1137$$

Скорочення випуску продукції у зв'язку із захворюваністю і травматизмом:

$$\text{СП} = \text{ДН} \cdot \text{СВ}$$

$$СП = 1137 \cdot 810 = 920\,970 \text{ грн.}$$

Собівартість цього об'єму продукції:

$$С = СП \cdot 3$$

$$С = 920\,970 \cdot 0,9 = 828\,873 \text{ грн.}$$

Відносне збільшення собівартості:

$$УС = С \cdot УП$$

$$УС = 828\,873 \cdot 0,2 = 165\,774,6 \text{ грн.}$$

Виплата допомоги по тимчасовій непрацездатності за перші п'ять днів тимчасової непрацездатності потерпілого проводиться за рахунок коштів страхувальника, а починаючи з шостого дня непрацездатності - за рахунок коштів Фонду [34].

Виплати по листках непрацездатності травмованим складуть:

$$В_T = 5H_T \cdot ВН$$

$$В_T = 5 \cdot 4 \cdot 200 = 4000 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності хворим:

$$В_3 = ДН_3 \cdot ВН$$

$$В_3 = 930 \cdot 200 = 186\,000 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності в цілому:

$$B = B_T + B_3$$

$$B = 4000 + 186\,000 = 190\,000 \text{ грн.}$$

Загальний економічний збиток:

$$Y = UC + B + H_{TШ}$$

$$Y = 165\,774,6 + 190\,000 + 4 \cdot 10\,000 = 395\,774,6 \text{ грн.}$$

#### **4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці в залізничному депо залізничного цеху**

У проектній частині кваліфікаційного проекту пропонуються наступні заходи щодо зниження травматизму і захворюваності:

- сучасні огороження, проти ковзкі накладки;
- пішохідні доріжки через залізничні колії;
- для освітлення депо залізничного цеху пропонується світильники для високих стель High Bay UFO;
- спринклерна установка водяного пожежогасіння.

В результаті виконання цих заходів очікується зниження травматизму в цеху приблизно вдвічі, чи взагалі нульовий показник, а зниження загальної захворюваності – на 15%.

Таким чином, замість 4 нещасних випадків очікуване річне число травм в цеху можна прийняти рівним 2.

Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці складуть:

- заміна огорожень і проти ковзкі накладки (OB<sub>1</sub>) - 55 тис. грн.;

- пішохідні доріжки через залізничні колії (OB<sub>2</sub>) - 160 тис. грн.;
- заміна освітлення на світлодіодне (OB<sub>3</sub>) – 55 тис. грн.
- спринклерна установка водяного пожежогасіння (OB<sub>4</sub>) – 110 тис. грн.

Поточні витрати (ТЗ) збільшаться за рік на 10 000 грн.

Загальні одноразові витрати:

$$OB = OB_1 + OB_2 + OB_3 + OB_4$$

$$OB = 55000 + 160000 + 55000 + 110000 = 380\ 000 \text{ грн.}$$

Очікуване зниження травматизму:

$$\Delta H = 4 - 2 = 2$$

Зменшення днів непрацездатності :

$$\Delta ДН = \Delta H \cdot K_{тт} + 0,15 \Delta H_3$$

$$\Delta ДН = 2 \cdot 51,75 + 0,15 \cdot 930 = 243 \text{ днів}$$

Річне вироблення на одного працівника:

$$ГСВ = T_p \cdot СВ$$

$$ГСВ = 230 \cdot 810 = 186300 \text{ грн.}$$

Зменшення днів непрацездатності на одного працівника:



$$\Delta T = \Delta ДН / Ч$$

$$\Delta T = 243 / 860 = 0,28$$

Приріст продуктивності праці:

$$\Pi_T = [(T_p + \Delta T) / T_p - 1] \cdot 100$$

$$\Pi_T = [(230 + 0,28) / 230 - 1] \cdot 100 = 0,122 \%$$

Зниження собівартості продукції:

$$E_c = ГСВ \cdot Ч \cdot З \cdot \Pi_T \cdot УП$$

$$E_c = 186300 \cdot 860 \cdot 0,9 \cdot 0,00122 \cdot 0,25 = 43\,978,81 \text{ грн.}$$

Скорочення виплат по листках непрацездатності:

$$E_{л} = (5 \cdot \Delta Н_T + \Delta ДН) \cdot ВН$$

$$E_{л} = (5 \cdot 2 + 243) \cdot 200 = 50\,600 \text{ грн.}$$

Скорочення штрафних виплат:

$$E_{ш} = Ш \cdot \Delta Н$$

$$E_{ш} = 10000 \cdot 2 = 20\,000 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект:

$$E_{\text{эф}} = E_c + E_{\text{л}} + E_{\text{ш}} - TЗ - 0,15OB$$

$$E_{\text{эф}} = 43\,978,81 + 50\,600 + 20\,000 - 10\,000 - 0,15 \cdot 380\,000 = 47\,578,81 \text{ грн.}$$

Термін окупності одноразових витрат:

$$C_{\text{ок}} = OB / (E_c + E_{\text{л}} + E_{\text{ш}} - TЗ)$$

$$C_{\text{ок}} = 380\,000 / (43\,978,81 + 50\,600 + 20\,000 - 10\,000) = 3,63 \text{ років}$$

Економічна ефективність одноразових витрат:

$$E = 1 / C_{\text{ок}}$$

$$E = 1 / 3,63 = 0,27 \text{ грн./грн.}$$

Отримані данні заносимо до табл. 4.1

Таблиця 4.1 - Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці в залізничному депо залізничного цеху

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина
Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці	грн.	380 000
Додаткові поточні витрати в рік	грн.	10 000
Зменшення кількості днів непрацездатності	дні	326,7
Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника	дн./роб.	0,280

Закінчення таблиці 4.1

1	2	3
Приріст продуктивності праці	%	0,122
Зниження собівартості продукції	грн.	43 978, 81
Річний економічний ефект від пропонованих заходів	грн.	47 578,81
Термін окупності одноразових витрат	років	3,63
Економічна ефективність одноразових витрат	грн./грн.рік.	0,27

Таким чином, наведеними розрахунками доказана доцільність заходів з охорони праці у залізничному цеху.

## ВИСНОВКИ

1. Проаналізована статистика травматизму у залізничних цехах, на її основі визначені основні причини травматизму, його види і об'єкти, на стан яких слід приділити увагу.
2. Розглянута статистика професійних захворювань.
3. Проведена оцінка умов праці електрогазозварника, умови праці віднесені до класу 3.3 –шкідливий, з дуже великим ризиком розвитку профзахворювань.
4. Визначено, що для електрогазозварника до професійно зумовлених захворювань перш за все належать захворювання серцево-судинної системи (артеріальна гіпертензія, ішемічна хвороба серця).
5. Розроблені заходи захисту від падіння – огороження, накладки на сходинки антиковзаюча.
6. Запропоновано по всій території металургійного комбінату встановити пішохідні доріжки через залізничні колії.
7. Для освітлення депо залізничного цеху пропонується світильники для високих стель High Bay UFO.
8. У проекті пропонується для напруги 220/380 В застосовувати п'ятипровідну мережу змінного току типу TN-CS, в якій нульові робочий і захисний провідники об'єднані на головних ділянках мережі, а далі розділені.
9. Розрахований блискавкозахист депо залізничного цеху.
10. Запропоновано використання спринклерної установки водяного пожежогасіння, для ділянок депо залізничного цеху.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Офіційний сайт ПАТ «Запоріжсталь»: веб – сайт. URL: <https://www.zaporizhstal.com>: (дата звернення: 15.11.2020).
2. Депо // Велика радянська енциклопедія: 7 т. / Гол. ред. А. М. Прохоров. Москва: Залізничні депо 1978. 354 с.
3. Безпека виробничих процесів: довідник / під ред. С. В. Бєлова. - Москва: Машинобудування, 1985. 448 с.
4. Писаренко, В. Л. Вентиляція робочих місць в зварювальному виробництві / В. Л. Писаренко, М.Л. Рогінський. - Москва: Машинобудування, 1981. 120 с.
5. Поважук, Г. М. Техніка безпеки під час зварювальних робіт / Г. М. Поважук, Б. С. Кравець. - Київ: Будівельник, 1976. 96 с
6. Довідкова книга з охорони праці в машинобудуванні / під ред. О. Н. Русака. - Л.: Машинобудування. Ленінград, 1989. 541 с.
7. Чижиков, Г. І. Короткий конспект лекцій з курсу «Охорона праці в галузі» для студентів спеціальності «Зварювальне виробництво» / Г. І. Чижиков, А. Г. Гринь, Ю. В. Менафова. - Краматорськ: ДДМА, 2006. 156 с.
8. Зінковський М.М. Безпека виробничих процесів у чорній металургії. Москва: Металургія, 1989. 168с.
9. Панасейко С.П. Гігієна праці та виробнича санітарія. Запоріжжя: Вид-во ЗДІА, 2003. 232с.
10. Охорона праці. Інформаційний ресурс: веб – сайт.URL: [http://ohrana-bgd.ru/metal/metal1\\_11.html](http://ohrana-bgd.ru/metal/metal1_11.html) (дата звернення: 18.11.2020).
11. Огляд аварій на крановому обладнанні металургійних виробництв. Міжнародний журнал прикладних і фундаментальних досліджень. 2013.№ 10 (частина 1). С. 9-11
12. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999-01-12 ] (Державні санітарні норми). Київ: Міністерство охорони здоров'я, 1999. 34с.

13. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Чинний від 1999-01-12 ] (Державні санітарні норми).
14. ДСН 3.3.6.042-99 Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Чинний від 1999-01-12] Київ: Міністерство охорони здоров'я України), 2000. 10с..
15. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [Чинний від 30.05.2014]. Міністерство охорони здоров'я України. Київ, 2014. 37 с.
16. НПАОП 27.0-1.01-08 Правила охорони праці в металургійній промисловості
17. НПАОП 27.0-1.01-09 Правила охорони праці у сталеплавильному виробництві
18. Засоби індивідуального захисту працівників на виробництві: класифікація та особливості застосування: веб-сайт. URL:op.com.ua/article/130-zasobi-ndividualnogo-zahistu-pratsvnikv-na-virobnitstv-klasifikatsya-ta-osoblivost (дата звернення: 20.11.2020).
19. Засоби індивідуального захисту /С.Л Камінський, К.М. Смирнов, В.І. Жуков та ін. Ленінград: Хімія, 1989. 400с
20. ДСП 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Редакція від 07.03.2019.
21. Правила улаштування електроустановок Київ: Мінпаливенерго України, 2010. 736 с.
22. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибух пожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 01-01-2017]. Київ: України. 2016. 31с.
23. Смирнов Н.В., Коган Л.М. Пожежна безпека підприємств чорної металургії. Москва: Металургія, 1989. 432с.
24. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Держбуд України. 2003. 42с

25. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. [Чинний від 23-03-2017].
26. Основи протипожежної безпеки / М.В. Алексеев, П.Г. Демидов, М.Я. Ройтман і ін. Москва: Вища школа. 1991.248с.
27. Аналіз причин нещасних випадків електрогазозварника URL: URL: [http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/Yak\\_2/20.pdf](http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/Yak_2/20.pdf) (дата звернення: 17.11.2020).
28. Крюковська О.А., Гасило Ю.А. Аналіз виробничого травматизму в металургійній галузі: веб – сайт. URL: [http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/Yak\\_2/20.pdf](http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/Yak_2/20.pdf) (дата звернення: 17.11.2020).
29. Причини виробничого травматизму в металургії: веб - сайт. URL: <https://metallplace.ru> (дата Звернення: 21.11.2020).
30. Рижков В.Г., Зарічна В.В. Аналіз статистики виробничого травматизму в металургійному комплексі України. Металургія. Наукові праці ЗДІА. 2009. Вип. 19. С. 139 – 144.
31. Стан виробничого травматизму в Україні: веб – сайт URL:<https://www.sop.com.ua/article/952-stan-virobnichogo-travmatizmu-u-2018-rots> (дата звернення: 25.11.2020).
32. Профспілка металургів і гірників України: веб – сайт URL: <http://pmguinfo.dp.ua/npravleniya-deyatelnosti/okhrana-truda/20-okhrana-truda-informatsiya> (дата звернення: 21.11.2020).
33. Безпека і охорона праці в чорній металургії і сталеливарної промисловості. Женева: Міжнародна організація праці, 2005. 179 с.
34. Фонд соціального страхування України. Профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань за 9 місяців 2020 року веб – сайт.URL:<http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/951811> (дата звернення: 30.11.2020).
35. Перелік професійних захворювань (із змінами внесеними згідно з Постановою КМ № 294 від 26.04.2017). [Чинний від 083-11-2000]
36. Гігієна праці: підручник / Под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кирилова.

Москва: ГЕОТАР-Медіа, 2010. 592 с.

37. Приходько Т. Ваше здоров'я. Професійні хвороби серця та Судін: веб – сайт. URL: <https://www.vz.kiev.ua/profesijni-xvorobi-sercya-ta-sudin> (дата звернення: 15.11.2020).

38. Оцінка ризику формування професійних захворювань у працівників металургійного комбінату / Суржиков Д.В., Кисліцина В.В., Олещенко А.М., Корсакова Т.Г. Москва: Медицина праці та промислова екологія, 2018. 5 с.

39. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [Чинний від 30.05.2014]. Міністерство охорони здоров'я України. Київ, 2014. 37 с.

40. Гігієнічна оцінка умов праці: веб – сайт. URL :[https://stud.com.ua/33704/bzhd/ogiyenichna\\_otsinka\\_umov\\_pratsi](https://stud.com.ua/33704/bzhd/ogiyenichna_otsinka_umov_pratsi) (дата звернення: 15.11.2020).

41. ДСТУ 23120-78. Сходи маршові, площадки та огороження сталеві. Технічні умови. [Чинний від 01.01.1979]. Держстандарт СРСР.

42. Влаштування безпечного переходу через залізничні колії: веб – сайт. URL : <http://docs.cntd.ua/document/1200120205> (дата звернення: 12.11.2020).

43. Теплотехніка / .під ред. А.П. Баскакова. 2-е изд., Перераб. Москва. : Вища школа, 1991. 224 с.

44. Захист від інфрачервоного випромінювання: веб – сайт. URL: [https://bstudy.net/637536/estestvoznanie/zaschita\\_infrakrasnogo\\_izlucheniya](https://bstudy.net/637536/estestvoznanie/zaschita_infrakrasnogo_izlucheniya) (дата звернення: 16.11.2020).

45. Теплотехнічний довідник в 2 томах / Под ред. В.Н. Юрєнева, П.Д. Лебедєва. Москва: Енергія, 1976. Т. 2. 896 с.

46. Розрахунок аерації: веб -сайт. URL : <https://www.promventholod.ru/tekhnicheskaya-biblioteka/raschet-aeratsii.html>(дата звернення: 18.11.2020).

47. Кривандіно В.А. Теплотехніка металургійного виробництва. Теоретичні основи: навчальний посібник для вузів. У 2 томах. Москва: МИСиС, 2002. Т 1. 608 с.



48. Властивості матеріалів і речовин. Повітря і його основні компоненти / С.Л. Невенкін і ін. Москва: Видавництво стандартів, 1991. 128с.
49. Ривкін С.Л., Александров А.А. Теплофізичні властивості води і водяної пари. Москва: Енергія, 1980. 424 с.
50. ДБН В.2.5-28-2018 Природне та штучне освітлення [Чинний від 2019-03-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 137с.
51. Світильник для високих стель 100W 6500K High Bay UFO IP65 EUROLAMP LED: веб – сайт. URL :<https://elektrovoz.com.ua/uk/svetilnik-dlya-vysokih-potolkov-100w-6500k-high-bay-ufo> (дата звернення:12.11.2020).
52. ПУЕ. Правила улаштування електроустановок. [Чинний від 2017-21-07] Київ, України. 2017. 617 с.
53. Вогнестійкість і засоби їх гасіння: довід. вид. в двох книгах /А.Н.Баратов і ін. Москва: Хімія, 1990. Кн.1. 384с.
54. Вогнестійкість і засоби їх гасіння: довід. вид. в двох книгах / А. Н. Баратов і ін. Москва: Хімія, 1990. Кн. 2. 384с.
55. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 05-03-2015]. Київ : МВС України, 2015. 85 с.
56. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. Чинний від 2009-01-01.
57. Щербина Я.Я., Щербина І.Я. Основи протипожежного захисту. Київ: Вища школа, 1985. 255с.
58. Порядок ідентифікації та обліку об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. N 956. Київ, 2002. 18с.
59. Нормативи порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. N 956. Київ, 2002.
60. Таблиця щільності речовин: веб – сайт. URL : <http://thermalinfo.ru/eto-interesno/tablitza-plotnosti-veshhestv> (дата звернення:12.11.2020).

61. Порядок ідентифікації та обліку об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. N 956. Київ, 2002. 18с.

62. Огляд аварій і інцидентів в металургійній галузі: веб – сайт.URL : <https://markmet.ru/tehnika-bezopasnosti-v-metallurgii/obzor-krupneishikh-avarii-v-metallurgicheskoi-otrasli> (дата звернення:12.11.2020).

63. Закон України Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, № 46-47, ст.403 від 23.09.1999 № 1105.

64. Павлова Г.А. Статистичний аналіз аварій і травматизму на металургійних підприємствах. Інтернет-журнал "Технології техносферо безпеки": веб - сайт.URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата Звернення 12.11.2020).

65. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Чинний від 2017-01-01.

66. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2003-05-01]. Київ: Міненергобуд України, 2017. 34с.