

Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут будівництва, землеустрою та
цивільної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

кафедра «Охорони праці та безпеки життєдіяльності»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

магістра

(освітній-рівень)

на тему «Дослідження умов праці та розробка заходів щодо
зниження виробничого травматизму при проведенні
вантажно-розвантажувальних робіт на ТОВ «СЗМК» м. Суми»

Виконав:

студент 2 курсу, групи М ОПР24-1
спеціальності

263 Цивільна безпека

(шифр і назва, спеціальності)

освітня програма «Охорона праці»

Каравай О.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник Барбашин В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Логвінков С.М.

(прізвище та ініціали)

Харків - 2026 рік

РЕФЕРАТ

У роботі наведено загальну характеристику підприємства ТОВ «СЗМК» та проаналізовано виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Визначено основні професійні ризики для машиністів крана та стропальників, сформовано вимоги до забезпечення належного рівня охорони праці під час виконання виробничих операцій. На основі атестації робочих місць досліджено параметри мікроклімату робочих зон та встановлено їх відповідність нормативним вимогам.

У ході виконання роботи проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що виникають під час вантажно-розвантажувальних робіт під час експлуатації вантажопідіймальних кранів. Запропоновано комплекс технічних і організаційних заходів, спрямованих на підвищення рівня безпеки праці в зоні виконання вантажно-перевантажувальних робіт за допомогою механізмів. Особливу увагу приділено впровадженню автоматичних систем контролю та відключення, а також забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.

У соціальному аспекті розглянуто питання відповідальності підприємства за створення безпечних і здорових умов праці, формування ефективної системи управління охороною праці, організації інструктажів, навчання персоналу та профілактики виробничого травматизму. Показано, що реалізація запропонованих заходів сприятиме підвищенню добробуту працівників, зменшенню кількості небезпечних ситуацій та формуванню безпечної виробничої культури.

Дипломна робота містить: 5 розділів, 153 стор., 28 рис., 17 табл., 25 літературних джерел, 11 листів графічної частини.

Ключові слова: ОХОРОНА ПРАЦІ, ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНІ МАШИНИ, ВАНТАЖО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНІ РОБОТИ, ПАРАМЕТРИ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА, ШКІДЛИВИЙ ФАКТОР, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ, БЕЗПЕКА, НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА, СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ.

ABSTRACT

The thesis provides a general characterization of the enterprise LLC «SZMK» and analyzes the performance of loading and unloading operations. It identifies the main occupational risks for crane operators and slingers and formulates requirements to ensure an adequate level of labor protection during production activities.

Based on workplace certification, the microclimate parameters of the work zones were examined and their compliance with regulatory requirements was established. The study analyzes hazardous and harmful production factors arising during loading and unloading operations involving the use of lifting cranes. A set of technical and organizational measures is proposed to improve occupational safety in the area of cargo handling operations using machinery. Special attention is given to the implementation of automatic control and shutdown systems as well as providing workers with personal protective equipment.

From a social perspective, the enterprise's responsibility for creating safe and healthy working conditions, forming an effective occupational safety management system, organizing briefings, personnel training, and preventing occupational injuries is addressed. It is shown that the implementation of the proposed measures will contribute to improving employee well-being, reducing the number of hazardous situations, and fostering a safe production culture.

The thesis consists of 5 chapters, 153 pages, 28 figures, 17 tables, 25 literature sources, and 11 sheets of graphical materials.

Keywords: LABOR PROTECTION, LIFTING MACHINES, LOADING AND UNLOADING OPERATIONS, PRODUCTION ENVIRONMENT PARAMETERS, HARMFUL FACTOR, OCCUPATIONAL SAFETY MANAGEMENT SYSTEM, SAFETY, EMERGENCY SITUATIONS, FIRE SAFETY, SOCIAL RESPONSIBILITY.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ.....	10
1.1 Загальнотехнічна характеристика підприємства та організаційна структура системи управління охороною праці	10
1.2 Комплексний аналіз стану промислової безпеки, ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих чинників і оцінювання їхніх рівнів на об'єкті дослідження	18
1.3. Технологія експлуатації та особливості підйомно-транспортного обладнання	24
1.4 Комплексний аналіз нормативно-правової та кодифікаційної бази технічного регулювання промислової безпеки об'єкта проектування	27
1.5. Ризики виробничого травматизму на вантажно-розвантажувальній дільниці	29
1.6 Техніко-технологічний аналіз та вибір оптимальних методів підвищення рівнів безпеки і нешкідливості праці на об'єкті проектування.....	31
1.7 Висновок до розділу 1.....	36
РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА.....	38
2.1 Покращення санітарно-гігієнічних умов праці	38
2.2 Інженерно-технічні рішення з нормалізації параметрів виробничого середовища та мінімізації рівнів техногенних загроз	39
2.2.1 Модернізація та реконструкція системи штучного освітлення.....	40
2.2.2 Проектування та розгортання локальних аспіраційних систем і вентиляції.....	48
2.2.3 Комплексні інженерні заходи щодо шумо- та віброзахисту	

	5
персоналу.....	50
2.3 Висновок по розділу 2.....	53
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ	
ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЦЕСІВ.....	56
3.1. Практична реалізація результатів дослідження в системі технічної модернізації та підвищення безпеки експлуатації виробничого обладнання	56
3.2. Організаційно-технічні заходи активного і пасивного захисту	62
3.3 Висновок до розділу 3.....	75
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	77
4.1. Організаційно-технічні заходи щодо забезпечення протиаварійної стійкості функціонування об'єкта та мінімізації техногенних ризиків	77
4.2. Інженерно-технічні рішення щодо захисту та екстреного розосередження персоналу підприємства у кризових ситуаціях	83
4.3 Організація взаємодії з населенням у кризових ситуаціях	94
4.4 Висновок до розділу 4.....	99
РОЗДІЛ 5 СОЦІАЛЬНА ВІДПОАВДАЛЬНІСТЬ.....	101
5.1. Реалізації політики корпоративної соціальної відповідальності на підприємстві.....	101
5.2. Заходи щодо реалізації відповідальності у соціально-трудових відносинах	103
5.3 Заходи щодо зменшення впливу діяльності об'єкту на навколишнє середовище	107
5.4 Висновок до розділу 5.....	111
ВИСНОВОК.....	113
СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	115
ДОДАТОК А.....	120
ДОДАТОК Б.....	146
ДОДАТОК В.....	153

ВСТУП

Безпечні та здорові умови праці є однією з основних умов ефективної роботи будь-якого підприємства. Особливого значення це питання набуває на виробництвах, де використовуються машини, механізми, вантажопідіймальне обладнання, електроустановки та виконуються роботи підвищеної небезпеки. У таких умовах навіть незначні порушення вимог охорони праці можуть призвести до аварій, нещасних випадків або професійних захворювань працівників.

Важливим інструментом підвищення рівня безпеки є своєчасне виявлення небезпечних і шкідливих виробничих чинників шляхом обстеження робочих місць, аналізу умов праці та оцінювання професійних ризиків. Отримані результати дають можливість розробляти ефективні організаційні та технічні заходи, спрямовані на покращення виробничого середовища, зниження рівня травматизму та підвищення безпеки персоналу на підприємстві з виготовлення будівельних металевих конструкцій та їхніх профільних елементів.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю вдосконалення системи управління охороною праці на підприємствах, особливо в умовах воєнного стану, коли до традиційних виробничих ризиків додаються загрози воєнного характеру. У таких умовах особливого значення набуває забезпечення готовності підприємств до надзвичайних ситуацій, збереження життя і здоров'я працівників та підтримання безперервності виробничих процесів.

Метою роботи є комплексне оцінювання характеристик виробничого середовища на дільницях із підвищеною небезпекою, визначення небезпечних і шкідливих виробничих чинників, оцінка професійних ризиків та розроблення заходів щодо підвищення рівня охорони праці, промислової безпеки і цивільного захисту працівників.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити фактичний стан умов праці на підприємстві;

- проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі чинники;
- оцінити рівень професійних ризиків для працівників;
- визначити найбільш небезпечні види робіт і запропонувати заходи щодо їх безпечного виконання;
- провести аналіз впливу воєнних загроз на діяльність підприємства;
- розробити організаційні та технічні рішення для підвищення рівня безпеки праці та готовності до надзвичайних ситуацій.

Об'єктом дослідження є умови праці, виробниче середовище та система забезпечення безпеки на промисловому підприємстві.

Предметом дослідження є небезпечні та шкідливі виробничі чинники, професійні ризики, а також заходи з охорони праці, промислової безпеки та цивільного захисту, спрямовані на підвищення рівня захищеності працівників.

Практичне значення роботи полягає у розробленні комплексу заходів, які можуть бути використані для покращення умов праці, зниження рівня виробничого травматизму, підвищення надійності роботи обладнання та забезпечення безпечного функціонування підприємства з виготовлення будівельних металевих конструкцій та їхніх профільних елементів в сучасних умовах.

Результати отримані в роботі пройшли апробацію:

1. Каравай О.І., Біла В.В. Дослідження умов праці та розробка заходів щодо зниження виробничого травматизму при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт на ТОВ «СЗМК» м. Суми. VI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 11–12 листоп. 2025 р. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – С. 103-104 [14].

2. Каравай О.І., Біла В.В. Дослідження умов праці та розробка заходів щодо зниження виробничого травматизму при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт на ТОВ «СЗМК» м. Суми. VI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 11–12 листоп. 2025 р. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – С. 90-91 [15].

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ

1.1 Загальнотехнічна характеристика підприємства та організаційна структура системи управління охороною праці

Товариство з обмеженою відповідальністю «Сумський завод металоконструкцій» (ТОВ «СЗМК») функціонує як суб'єкт господарювання приватної форми власності. Пріоритетним вектором виробничої діяльності підприємства є виготовлення будівельних металевих конструкцій та їхніх профільних елементів, що відповідає офіційній класифікації за КВЕД 25.11 [20]. Загальний вигляд промислових потужностей та архітектурно-планувальна структура заводу представлені на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Завод металоконструкцій ТОВ «СЗМК»

Виробничий майданчик підприємства дислокований у межах промислової зони міста Суми. Обрана локація забезпечує раціональну логістичну схему для постачання сортового металопрокату, внутрішньозаводського маневрування та оперативного відвантаження готових великогабаритних металоконструкцій споживачам завдяки розгалуженій мережі автомобільних шляхів.

Особливістю інфраструктурного комплексу об'єкта є наявність капітальної захисної споруди (найпростішого укриття), призначеної для оперативного колективного захисту та збереження життя працюючої зміни під час активації сигналів цивільного захисту «Повітряна тривога» чи виникнення прямих воєнних загроз.

Технологічний цикл виготовлення продукції передбачає експлуатацію систем підвищеної небезпеки, посудин під тиском, внутрішньовиробничих електромереж напругою як до, так і понад 1000 В, а також важких вантажопідіймальних споруд.

Експлуатаційна база та апаратне забезпечення виробничого процесу охоплюють такі групи устаткування та інструментів:

- стаціонарні та переносні електрозварювальні установки;
- комплекси обладнання для газополум'яного оброблення та розкрою металу;
- компресорні станції та супутні апарати високого тиску;
- піскоструминні (абразивоструминні) установки для зачищення поверхонь;
- промисловий і ручний механізований електроінструмент;
- спеціалізовану апаратуру для проведення неруйнівного контролю (дефектоскопії) зварних з'єднань;
- опорні двобалкові мостові крани та знімні вантажозахоплювальні пристрої;
- технологічні посудини та балони, що функціонують під надлишковим тиском робочих газів;
- фарбувальні камери та стаціонарні розпилювальні комплекси;
- внутрішні силові кабельні мережі та цехове електрощитове обладнання;
- приводні електродвигуни та пускорегулювальну апаратуру верстатного парку;
- високовольтне обладнання й трансформаторні підстанції системи загального електропостачання.

Згідно з регламентом провідного виду діяльності, внутрішній технологічний цикл охоплює комплекс операцій з виготовлення та механічного оброблення металевих конструкцій різного функціонального призначення. Профільними напрямками виробництва є випуск будівельних металоконструкцій, виготовлення

просторових ферм, опорних колон, двотаврових балок, прогонів та інших несучих елементів, а також механічне різання металу, оперування вантажами за допомогою вантажопідіймальних споруд та логістичне забезпечення транспортування готової продукції.

Виробничі процеси реалізується через мережу профільних структурних підрозділів підприємства. Загальна організаційно-штатна архітектура об'єкта, детально проілюстрована на рисунку 1.2, включає такі адміністративні, виробничі та допоміжні ланки:

- апарат загального керівництва (адміністрація);
- заготівельна та металообробна дільниці;
- основна виробнича дільниця виготовлення конструкцій;
- зварювальна дільниця;
- дільниця антикорозійної підготовки та оброблення поверхонь металу;
- інтегрований склад сортового металопрокату та готових виробів;
- вантажно-розвантажувальна дільниця із крановим парком;
- служба (відділ) технічного контролю якості продукції (ВТК);
- відділ (служба) охорони праці;
- проектно-конструкторське бюро (відділ);
- фінансово-обліковий (бухгалтерський) відділ підприємства.

Загальна характеристика підприємства базується на функціональному розподілі обов'язків та виробничих завдань між його структурними підрозділами. Регламент операційної діяльності дільниць та служб заводу зводиться до таких ключових напрямів:

- адміністрація (забезпечує стратегічне та оперативне управління виробничо-господарською діяльністю промислового об'єкта, координує взаємодію між ланками, здійснює моніторинг виконання планових завдань, а також контролює дотримання вимог промислової безпеки, охорони праці та нормативів цивільного захисту);

– заготівельна дільниця (реалізує вхідне приймання сортового металопрокату, виконує технологічні операції з механічного різання, гнуття та свердління металу, здійснюючи комплексну підготовку деталей для подальшого вузлового складання і зварювання);



Рисунок 1.2 – Схема внутрішньої організаційно-виробничої структури ТОВ «СЗМК»

- виробнича дільниця (фокусується на просторовому складанні металоконструкцій, прецизійній механічній обробці заготовок, підгонці стикувальних елементів та підготовці зібраних виробів до подальших зварювальних робіт);

- зварювальна дільниця (виконує повний комплекс газо- та електрозварювальних робіт за затвердженими технологічними картами, здійснює зачищення зварних швів від шлаку і напливів, а також забезпечує первинний контроль якості з'єднань за допомогою методів візуально-вимірювального та неруйнівного контролю (дефектоскопії);

- дільниця підготовки поверхні металу (забезпечує високотехнологічне очищення готових металоконструкцій від слідів корозії, окалини та жиркових забруднень із залученням механізованого абразивоструминного (піскоструминного) устаткування, здійснюючи підготовку поверхонь до нанесення лакофарбових покриттів);

- склад металу та готової продукції (здійснює приймання, безпечне складування та суворий номенклатурний облік вхідного металопрокату й супутніх комплектуючих деталей, а також забезпечує формування партій та логістичну підготовку продукції до відвантаження споживачам);

- вантажно-розвантажувальна дільниця (реалізує технологічні операції з підйому, кантування та просторового переміщення великогабаритних виробів, напівфабрикатів і готових металоконструкцій у межах цеху із залученням парку мостових кранів та знімних вантажозахоплювальних пристроїв);

- відділ технічного контролю (далі – ВТК) (здійснює наскрізний інспекційний моніторинг дотримання параметрів технологічних процесів, перевіряє відповідність геометричних характеристик виробів вимогам конструкторської документації, проводить вихідний контроль зварних швів, а також верифікує якість вхідної сировини та фінальної продукції);

- відділ охорони праці;

- проєктно-конструкторський відділ;

– фінансово-обліковий відділ.

Функціонування системи управління охороною праці (далі – СУОП) в ТОВ «СЗМК» адаптовано до специфіки операційної діяльності промислового об'єкта, яка пов'язана з виконанням технологічних операцій підвищеної небезпеки та експлуатацією машин, механізмів та устаткування з високим ступенем виробничого ризику. У сучасних умовах СУОП об'єднаний з вимогами цивільного захисту враховують дії особливого правового режиму воєнного стану. Через дислокацію підприємства у прикордонній зоні підвищеної небезпеки, СУОП додатково регламентує такі напрями цивільної безпеки:

- алгоритм та покроковий порядок дій персоналу після активації звукового сигналу «Повітряна тривога»;
- схеми та швидкісні маршрути організованого виведення (евакуації) працюючої зміни;
- регламент оперативного переміщення колективу до стаціонарної захисної споруди;
- інструкції щодо екстреної деенергетизації та аварійного вимкнення діючого верстатного і кранового обладнання.

Загальне управління та контроль за станом промислової безпеки покладаються на директора підприємства, керівників структурних підрозділів (осіб, відповідальних за безпечне ведення робіт) та штатний відділ охорони праці.

Громадський контроль та нагляд за дотриманням нормативно-правових актів здійснює уповноважений від найманих працівників з питань охорони праці.

Згідно з вимогами Положення про службу охорони праці та на основі наказів по підприємству, на об'єкті впроваджено і функціонує багаторівнева система оперативного контролю безпеки праці, у межах якої обов'язки розподілені таким чином:

- директор підприємства (здійснює загальний стратегічний нагляд за станом промислової безпеки, фінансуванням профільних програм та затверджує планові інженерно-технічні заходи);

- начальники структурних підрозділів (несуть безпосередню відповідальність за безпечне ведення робіт у межах закріплених робочих зон, координують своєчасну видачу та правильне використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), а також контролюють проходження підлеглим персоналом обов'язкових періодичних медичних оглядів);

- безпосередні керівники (виконавці) робіт (реалізують безперервний нагляд за підлеглими в ході підготовки робочих місць, оформлення нарядів-допусків та безпосереднього виконання технологічних операцій);

- відділ охорони праці (координує організаційно-методичне забезпечення безпеки виробництва, здійснює моніторинг своєчасного проходження посадовими особами та робітниками навчання і перевірки знань з питань охорони праці та цивільного захисту (включаючи пожежну та техногенну безпеку), контролює проходження пожежно-технічного мінімуму, організовує атестацію робочих місць за умовами праці та наглядає за регламентним технічним обслуговуванням машин і механізмів підвищеної небезпеки);

- уповноважений від найманих працівників з питань охорони праці (здійснює громадський нагляд за виконанням умов колективного договору в частині безпеки та гігієни праці, проводить інспектування робочих місць і вносить офіційні пропозиції адміністрації щодо усунення виявлених порушень нормативних вимог).

Регламент кадрового забезпечення СУОП передбачає обов'язкове проходження персоналом комплексу навчально-інструктивних заходів під час прийняття на роботу та безпосередньо в процесі трудової діяльності. У встановлені нормативно-правовими актами строки робітники проходять навчання з питань охорони праці, надання першої домедичної допомоги постраждалим внаслідок нещасних випадків, а також відпрацьовують алгоритми дій при виникненні аварійних ситуацій.

Програма підготовки охоплює цільові інструктажі з промислової безпеки та пожежної безпеки. Для фахівців, залучених до робіт із підвищеною небезпекою або тих, що підлягають професійному добору, передбачено стажування на робочих місцях, спеціальне навчання з охорони праці, освоєння курсу пожежно-технічного мінімуму та вивчення правил технічної експлуатації установок очистки газу. Окремі категорії працівників у суворому порядку проходять обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди.

З метою моніторингу параметрів робочої зони на виробничих дільницях реалізується періодичний інструментальний контроль фізичних чинників, зокрема: вимірювання температури та відносної вологості повітря (із застосуванням аспіраційного психрометра), оцінювання рівнів освітленості (за допомогою люксметра) та фіксація еквівалентних рівнів шуму (із залученням інтегруючого шумоміра).

Пріоритетна увага під час наглядової діяльності покладається на технологічні процеси з підвищеною відповідальністю, що обумовлено високим індексом імовірності травмування персоналу. До базової категорії робіт підвищеної небезпеки у межах підприємства віднесено такі технологічні блоки:

- вантажно-розвантажувальні операції (супроводжуються ризиками неконтрольованого падіння вантажу та травмування машиніста крана внаслідок падіння з висоти під час підйому на посадковий майданчик);
- електрозварювальні роботи (характеризуються високою ймовірністю ураження електричним струмом, виникнення пожеж, вибухових процесів або отримання термічних опіків);
- газополум'яні технологічні процеси (пов'язані з постійною пожежо- та вибухонебезпекою через залучення горючих газів);
- експлуатація та обслуговування електроустановок (створює постійні загрози електротравматизму при випадкових контактах із відкритими струмоведучими частинами).

На основі інтегрального аналізу внутрішньоцехових процесів найвищий рівень професійних ризиків зафіксовано на вантажно-розвантажувальній ділянці в моменти оперування мостовими кранами (проведення вантажно-розвантажувальних робіт). У межах цього робочого простору фіксується ефект суперпозиції (одночасної дії) кількох небезпечних чинників: інтенсивних механічних зусиль, акустичного навантаження, локальної вібрації, висотних робіт та динамічного руху важких великогабаритних елементів.

З огляду на це, подальший інженерно-технічний аналіз у межах дипломного проєкту зосереджено на детальному аудиті стану промислової безпеки вантажно-розвантажувальної ділянці, верифікації фактичних умов праці машиніста крана і стропальника, а також на інженерному обґрунтуванні рішень для максимізації рівня безпеки під час оперування вантажами.

1.2 Комплексний аналіз стану промислової безпеки, ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих чинників і оцінювання їхніх рівнів на об'єкті дослідження

Показник промислової безпеки підприємства відображає інтегральний рівень захищеності персоналу від впливу небезпечних і шкідливих чинників, здатних ініціювати виробничий травматизм, позаштатні ситуації або розвиток професійних захворювань. Дана категорія формується під впливом комплексу технічних, організаційних та санітарно-гігієнічних параметрів виробничого середовища. Вона безпосередньо залежить від експлуатаційного стану машин і механізмів, наявності джерел фізико-хімічних загроз, ступеня кваліфікаційної підготовки робітників та загальної ефективності функціонування СУОП.

Об'єкт дослідження є підприємство з підвищеним ступенем виробничої безпеки. Його технологічний цикл передбачає виконання значних за обсягом операцій із залученням різнотипних силових електроустановок, важких

вантажопідіймальних споруд, а також електрозварювальних, газорізальних та компресорних агрегатів, які функціонують під надлишковим тиском.

У ході аудиту матеріально-технічної бази було зафіксовано, що окремі одиниці верстатного парку, опорні мостові крани та їхні електромеханічні приводи характеризуються тривалими термінами експлуатації, ознаками морального старіння та значним фізичним зносом базових вузлів і передач. У поєднанні з нестабільністю зовнішніх енергомереж, аварійними блекаутами та імпульсними перепадами напруги, зазначені фактори суттєво інтенсифікують ризики раптових технічних відмов, механічних пошкоджень та виникнення аварійних ситуацій безпосередньо під навантаженням.

У ході проведення експериментальних вимірювань персонал перебував на території вантажно-розвантажувальної ділянки безпосередньо у зоні функціонування мостового крана КМ-10. Машиніст крана був дислокований на своєму штатному робочому місці всередині кабіни керування, тоді як стропальник виконував технологічні операції у зоні зачіплення та фіксації металоконструкцій. Обидва робітники піддавалися комбінованому тривалому впливу підвищених рівнів звукового тиску (шуму), пилоутворення та психоемоційного навантаження.

Ризиками для машиніста крана є: тривале виконання робіт на значній висоті в умовах постійної локальної вібрації, обмеженої видимості окремих секторів робочого простору цеху, а також ускладненої знакової (жестової) взаємодії зі стропальником, який перебуває на нижній відмітці підлоги біля вантажу. Статичне перебування машиніста в кабіні на мосту генерує додаткові критичні загрози під час підйому та спуску. Особливої пожежно-техногенної небезпеки цей чинник набуває в умовах воєнного стану, оскільки необхідність швидкої евакуації працівника за сигналом «Повітряна тривога» лімітується тривалістю його фізичного спуску вертикальною драбиною із зони розташування кранового мосту. Додатковим деструктивним фактором небезпеки слугує тривалий термін експлуатації базових механічних вузлів та електромеханічних приводних систем крана.

Класифікація основних небезпечних виробничих чинників дільниці, а також імовірні деструктивні наслідки їхнього впливу на організм працюючих систематизовані та представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих чинників на вантажно-розвантажувальній дільниці

№ з/п	Об'єкт виникнення (технологічне джерело)	Небезпечний/шкідливий виробничий чинник	Імовірні деструктивні наслідки для персоналу
1.	Технологічні процеси мостового крана КМ-10	Відкриті рухомі та обертові елементи кранових механізмів	Механічні пошкодження, защемлення, поверхневий травматизм
2.	Порушення регламентів стропування, фізичний розрив (обрив) канатних пасом	Неконтрольоване просторове падіння та вибіг важких вантажів	Важкі поєднані травми, політравми, випадки летального травматизму
3.	Динамічна робота приводних редукторів та ходових коліс крана	Підвищений рівень звукового тиску (виробничий шум)	Дефіцит концентрації уваги, акустична втома, розвиток професійної приглухуватості
4.	Функціонування кінематичних вузлів та ходової частини крана	Підвищений рівень загальної та локальної технологічної вібрації	Передчасне психофізіологічне виснаження, тривалі вібраційні патології

5.	Оперування з кабіни мосту чи переміщення сходами посадкового майданчика	Перепад висот відносно нульової позначки підлоги цеху (робота на висоті)	Падіння з висоти 12 м, складні скелетні травми із загрозою для життя
6.	Силові електричні ланцюги та комутаційні шафи керування крана	Електричний струм промислової трифазної мережі 380 В	Термічні та електричні опіки, фібриляція серця, летальний електротравматизм
7.	Конвекційні повітряні потоки зі зварювальної дільниці у верхній ярус цеху	Дрібнодисперсні зварювальні аерозолі (токсичні оксиди металів)	Гострі запалення дихальних шляхів, хронічний токсичний бронхіт, пневмокніоз
8.	Аерація повітряного простору з дільниці підготовки металу	Промисловий пил (абразивні частинки та продукти окалини)	Механічні подразнення слизових оболонок, пиловий бронхіт, пневмокніоз
9.	Організація світлового середовища у робочій зоні стропування	Дефіцит інсоляції робочих поверхонь (недостатня штучна освітленість)	Астенопія (зорова втома), падіння гостроти зору, помилкові маніпуляції
10.	Висока матеріальна та організаційна відповідальність за операції	Напруженість трудового процесу (хронічне психоемоційне навантаження)	Когнітивне виснаження, дефіцит уваги, помилки людського чинника

Пріоритетним напрямом аудиту умов праці є безпосереднє робоче місце машиніста мостового крана, оскільки цей персонал виконує технологічні завдання в кабіні керування, розташованій на значній висоті – 12 метрів від позначки підлоги.

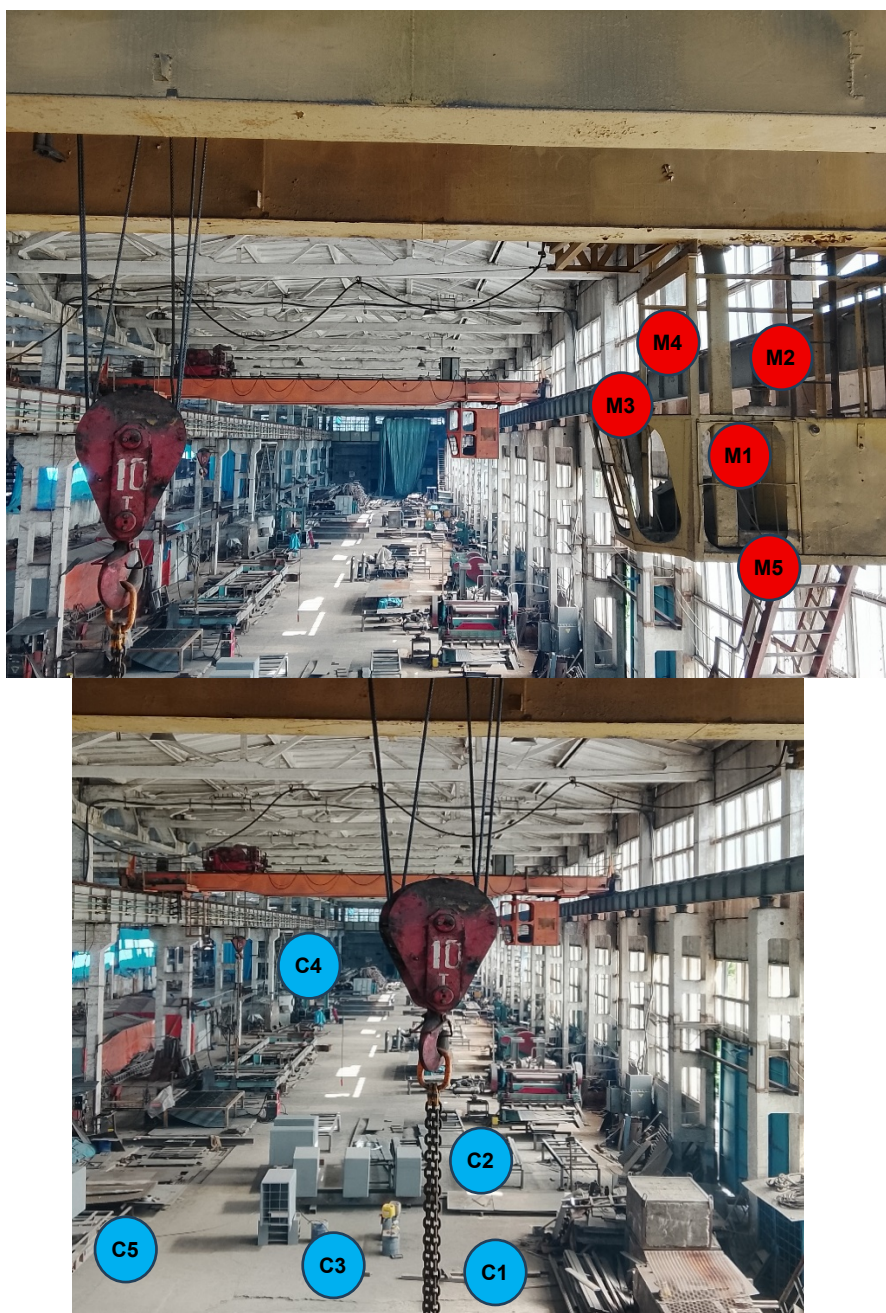


Рисунок 1.3 – Схема розташування точок вимірювання на вантажно-розвантажувальній ділянці під час дослідження робочих місць машиніста крана та стропальника

Інформаційне наповнення, розрахункові матриці та гранично допустимі рівні факторів, що наведені у зведених аналітичних таблицях розділу, сформовані на основі верифікації результатів лабораторно-інструментальних вимірювань та у суворій відповідності до державних санітарно-гігієнічних вимог і будівельних імперативів, а саме:

ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»;

ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації»;

ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;

ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Експериментальні дані, отримані в ході лабораторно-інструментальних вимірювань (Додаток А), свідчать, що фактичні характеристики умов праці на робочих місцях стропальника та машиніста мостового крана КМ-10 не повною мірою відповідають жорстким критеріям санітарно-гігієнічних нормативів.

Критичні відхилення від регламентованих значень зафіксовані за такими базовими фізичними чинниками виробничого середовища (Додаток А):

- акустичне навантаження: перевищення гранично допустимих рівнів звукового тиску (шуму) обумовлено синергетичним впливом приводів кранових механізмів, процесами просторового оперування вантажами та динамічною роботою технологічного устаткування суміжних виробничих ділянок цеху;

- вібраційне навантаження: генерація шкідливих коливань і віброприскорень у кабіні машиніста викликана специфікою функціонування вузлів підйому та ходових приводів пересування мосту;

- світлове середовище: дефіцит нормованої інсоляції пов'язаний із наявністю стійких затінених зон, що утворюються великогабаритними металоконструкціями;

– мікрокліматичні параметри: незадовільний стан повітряного середовища зумовлений статичною дислокацією кранової кабіни у верхньому ярусі приміщення, де згідно із законами конвекції відбувається постійне теплове акумулювання нагрітих мас та висхідних потоків пилогазових емісій від технологічних постів.

Виявлені невідповідності будівельним та санітарним нормам обумовлюють гостру потребу у проведенні глибокого системного аудиту поточної технології виконання вантажно-розвантажувальних операцій у межах ділянки та вимагають невідкладного розроблення й практичного розгортання комплексу випереджальних організаційно-технічних заходів для максимізації рівня безпеки праці.

1.3 Технологія експлуатації та особливості підйомно-транспортного обладнання

Логістичне забезпечення, внутрішньоцехове транспортування металопрокату та виконання вантажно-розвантажувальних операцій у межах підприємства реалізуються із залученням електричного двобалкового опорного мостового крана марки КМ-10 вантажопідйомністю 10 т. Ця вантажопідйомно-транспортна споруда здійснює обслуговування всієї корисної площі виробничих прольотів ділянки. Базова конструктивна схема передбачає, що оперування крановими приводами здійснюється машиністом безпосередньо з кабіни керування, яка жорстко зафіксована на тримальних металоконструкціях кранового мосту. Загальний вигляд та просторова компоновка крана КМ-10 представлені на рисунку 1.4.

Енергоживлення силових агрегатів та апаратних шаф мостового крана забезпечується від промислової трифазної мережі змінного струму з номінальною напругою 380 В та частотою 50 Гц.

Безпечна експлуатація зазначеного вантажопідйомного обладнання на об'єкті жорстко регламентується вимогами «Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідйомальних кранів, підйомальних пристроїв і відповідного обладнання»

(НПАОП 0.00-1.80-18), а також комплексом супутньої експлуатаційно-технічної документації (паспортом споруди, технічним описом та заводською інструкцією з експлуатації) підприємства-виробника.



Рисунок 1.4 – Мостовий промисловий кран КМ-10 вантажно-розвантажувальної дільниці

До самостійного виконання вантажно-розвантажувальних робіт допускаються виключно особи, які успішно пройшли відповідне теоретичне навчання, перевірку знань з питань охорони праці та пожежно-технічного мінімуму, обов'язковий попередній (або періодичний) медичний огляд, а також мають державне свідоцтво про присвоєння (або підвищення) кваліфікаційного розряду машиніста крана чи стропальника та повною мірою забезпечені сертифікованими засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).

Організаційний супровід та безаварійне провадження вантажних операцій покладаються на уповноважених посадових осіб та фахівців, призначених відповідним наказом по підприємству.

Штатна структура відповідальності СУОП у межах дільниці охоплює:

- інженерно-технічний персонал, який здійснює загальний візуальний нагляд за утриманням та безпечною експлуатацією кранового господарства;

- фахівців, відповідальних за підтримання обладнання у технічно справному експлуатаційному стані;
- осіб, призначених відповідальними за безпечне проведення безпосередніх вантажно-розвантажувальних робіт;
- безпосередніх виконавців, які керують вантажопідіймальними спорудами (машиністів мостового крана);
- стропальників (зачіплювачів), що забезпечують правильну фіксацію вантажів.

Конструктивна архітектура мостового крана охоплює тримальний міст, що переміщується підкрановими коліями, вантажний візок, головний підйомний редуктор, комплекс електрообладнання та кабіну керування. Безпосередньо на вантажному візку змонтовано підйомний механізм, оснащений гаковою підвіскою, за допомогою якої реалізуються вертикальні та горизонтальні маневри з вантажами.

У процесі експлуатації крана КМ-10 виконуються три базові кінематичні операції: підйом (опускання) вантажозахоплювального органу, поздовжнє пересування вантажного візка вздовж мосту та поперечне переміщення всієї кранової споруди підкрановими коліями прольоту.

Специфіка експлуатації мостового крана КМ-10 вимагає узгодженої взаємодії між кранівником та стропальником, які в процесі роботи просторово віддалені один від одного на значну лінійну та вертикальну відстань. За таких обставин будь-яка комунікативна похибка, дефіцит концентрації уваги чи неузгодженість дій членів бригади під час фіксації, підйому або безпосереднього транспортування металоконструкцій виступають передумовою для ініціювання позаштатної або великомасштабної аварійної ситуації.

У ході провадження вантажно-розвантажувальних та транспортних операцій на персонал діє комплекс шкідливих і небезпечних виробничих чинників. Домінантними джерелами загроз є відкриті рухомі частини механізмів крана, динамічне переміщення важких вантажів, підвищені рівні звукового тиску (шум), локальна вібрація на конструкціях мосту, а також дефіцит інсоляції (недостатня освітленість) окремих

робочих зон і високий ризик травмування при недотриманні інженерних регламентів промислової безпеки.

1.4 Комплексний аналіз нормативно-правової бази технічного регулювання промислової безпеки об'єкта дослідження

Безпечна експлуатація вантажно-розвантажувальної ділянки ТОВ «Сумський завод металоконструкцій» забезпечується відповідно до вимог чинних законодавчих, нормативно-правових та нормативно-технічних документів у сфері охорони праці, промислової безпеки, електробезпеки, пожежної безпеки та цивільного захисту.

Основною особливістю досліджуваної ділянки є виконання робіт підвищеної небезпеки, пов'язаних із використанням мостового крана КМ-10, переміщенням великогабаритних металоконструкцій, роботою на висоті та застосуванням електрообладнання промислової мережі 400 В.

Правовою основою забезпечення безпечних умов праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає обов'язки роботодавця щодо створення безпечних умов праці, проведення навчання працівників, забезпечення засобами індивідуального захисту та здійснення контролю за станом охорони праці. Вимоги закону поширюються на всі виробничі процеси вантажно-розвантажувальної ділянки та є основою функціонування системи управління охороною праці на заводі.

Особливе значення для вантажно-розвантажувальної ділянки мають вимоги «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання» (НПАОП 0.00-1.80-18). Документ встановлює вимоги до технічного стану мостових кранів, порядку їх технічного огляду, проведення випробувань, підготовки машиністів кранів та стропальників, а також організації безпечного виконання вантажопідіймальних робіт. Саме цей нормативний документ є основним для функціонування вантажно-розвантажувальної ділянки.

Безпечна експлуатація електрообладнання мостового крана КМ-10, систем освітлення та силових мереж здійснюється відповідно до вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС) та Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). Дані документи регламентують порядок експлуатації електрообладнання, проведення технічного обслуговування та вимоги до кваліфікації електротехнічного персоналу, який обслуговує вантажопідіймальні пристрої.

Пожежна безпека ділянки забезпечується відповідно до Правил пожежної безпеки в Україні (ППБУ) та Кодексу цивільного захисту України. Їх вимоги регламентують утримання евакуаційних виходів, порядок проведення вогневих робіт, забезпечення приміщення первинними засобами пожежогасіння та організацію евакуації працівників у разі виникнення надзвичайної ситуації. Для вантажної ділянки ці вимоги є особливо актуальними через наявність поблизу зварювальних робіт та експлуатацію силового електрообладнання.

Гігієнічні параметри виробничого середовища контролюються відповідно до чинних санітарних норм. Рівні виробничого шуму оцінюються згідно з «Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» (ДСН 3.3.6.037-99), параметри вібрації – відповідно до «Державних санітарних норм виробничої загальної та локальної вібрації» (ДСН 3.3.6.039-99), а показники мікроклімату – згідно з «Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень» (ДСН 3.3.6.042-99). Зазначені нормативи використовуються під час оцінювання умов праці машиніста мостового крана та стропальника.

Вимоги до освітлення вантажно-розвантажувальної ділянки встановлюються «Природне і штучне освітлення» (ДБН В.2.5-28:2018). Нормовані значення освітленості забезпечують безпечне виконання операцій зі стропування, переміщення та складування металоконструкцій, а також зменшують ризик виробничого травматизму під час роботи з вантажопідіймальним обладнанням.

На рівні підприємства функціонування вантажно-розвантажувальної дільниці забезпечується локальними нормативними документами: Положенням про систему управління охороною праці, інструкціями з охорони праці для машиніста мостового крана та стропальника, журналами обліку технічного стану кранів, журналами інструктажів, нарядами-допусками на виконання робіт підвищеної небезпеки та іншою виконавчою документацією.

Таким чином, нормативно-правова база, що регламентує діяльність вантажно-розвантажувальної дільниці ТОВ «СЗМК», забезпечує комплексний контроль технічного стану обладнання, умов праці персоналу та безпечного виконання вантажопідіймальних робіт.

1.5 Ризики виробничого травматизму на вантажно-розвантажувальній дільниці

Проведення операційної діяльності на підприємстві пов'язане з виконанням технологічних процесів підвищеної небезпеки. До таких операцій належать вантажно-розвантажувальні роботи із залученням опорних мостових кранів КМ-10, інтенсивні електрозварювальні процеси, обслуговування діючих електроустановок, а також застосування ручного механізованого інструменту.

З метою об'єктивного якісно-кількісного аналізу наявних загроз у дипломному проєкті застосовано матричний метод оцінювання професійних ризиків, регламентований положеннями національних стандартів ДСТУ ISO 31000:2018 «Менеджмент ризиків. Принципи та настанови», ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 «Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику» та ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці». Дана методика базується на аналізі двох факторів, що дозволяє математично розрахувати ймовірність виникнення небезпечної події разом із чітким оцінюванням ступеня важкості її можливих наслідків.

Визначення загального індексу професійного ризику реалізується на основі взаємозв'язку двох факторів:

$$R = P \times S \quad (1.1)$$

де R – розрахунковий рівень професійного ризику;

P – частота (імовірність) реалізації конкретної небезпечної події;

S – ступінь важкості (серйозності) ймовірних деструктивних наслідків.

Результати виконаного аналізу (Додаток Б) підтверджують, що ключовими деструктивними чинниками, які мінімізують рівень безпеки в цих умовах, є наявність неконтрольованих («сліпих») зон для огляду з кабіни, жорстка залежність маневрів машиніста від дій стропальника, а також висока вразливість системи до помилок людського походження. З метою підвищення достовірності оцінки було застосовано програмний продукт оцінки ризиків з використанням нечіткої логіки. На рис. 1.5 наведено скрін програми з оцінками ризику [25].

Програма оцінки ризику (нечітка логіка + добуток, декілька небезпек)

Програма розроблена кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності Харківського національного університету міського господарства ім. О.М. Бекетова

Інструкція

- Задайте трикутні числа для кожної змінної (P , E , C) у діапазоні 1..10.
- Для кожної небезпеки обчислюється ступінь належності та добуток $P \times E \times C$.
- Результати зберігаються у таблиці і можуть бути експортовані у Excel або PDF.

Назва небезпеки

ризик унаслідок помилкових дій машиніста мостового крана

Трикутні числа (a , b , c) — діапазон 1..10

P : a b c E : a b c C : a b c

3 4 6 4 5 7 4 6 10

Додати небезпеку Експорт у Excel Експорт у PDF

Останній ризик: 154.07

Назва небезпеки	P	E	C	Ризик
Ризик при аварійному (неконтрольованому) падінні вантажу	5.33	6.00	29.67	949.33
ризик унаслідок помилкових дій машиніста мостового крана	4.33	5.33	6.67	154.07

© Кафедра охорони праці та безпеки життєдіяльності, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Рисунок 1.5 – Розрахунки в програмі оцінки ризиків

Попри відсутність прямих порушень нормативно-правових актів з охорони праці, зазначені чинники об'єктивно дестабілізують загальний рівень промислової безпеки вантажних операцій. За таких обставин обґрунтовано гостру потребу в інтеграції додаткових технічних засобів захисту. Найбільш раціональним та перспективним інженерним рішенням цієї проблеми визначено переведення двобалкового крана на систему бездротового дистанційного радіоуправління.

1.6 Техніко-технологічний аналіз та вибір оптимальних методів підвищення рівнів безпеки і нешкідливості праці на об'єкті проєктування

Результати проведеного прогностичного моделювання та матричного оцінювання професійних ризиків підтверджують, що джерелами загроз під час провадження вантажно-розвантажувальних операцій на об'єкті є аварійне падіння транспортувального об'єкта, помилкові дії персоналу, дефіцит безпосереднього оперативного контролю за траєкторією руху конструкцій, а також наявність неконтрольованих («сліпих») зон для огляду з кабіни машиніста мостового крана.

Аналіз умов праці свідчить, що значна частка ідентифікованих загроз обумовлена не лише поточними параметрами надійності матеріально-технічної бази, а виникає переважно внаслідок конструктивних та ергономічних недоліків у наявній схемі кабінного оперування краном КМ-10 та ускладненої знакової взаємодії між членами кранової бригади (машиністом і стропальником). Задля інтенсифікації показників промислової безпеки та планомірного зниження коефіцієнтів травматизму було диференційовано кілька альтернативних векторів технічної й організаційної модернізації вантажно-транспортного циклу дільниці.

Перший вектор модернізації орієнтований на інтенсифікацію організаційних заходів СУОП. Даний підхід передбачає проведення додаткових цільових

протиаварійних інструктажів, підвищення кваліфікаційного рівня працюючих, посилення оперативного адміністративного нагляду за дотриманням вимог НПАОП, а також оптимізацію інституту стажування та перевірки знань персоналу.

Другий аналізований етап вдосконалення процесів полягає в оптимізації системи внутрішньоцехової сигналізації та інформаційного зв'язку між членами кранової бригади в ході виконання вантажно-розвантажувальних робіт. З цією метою обґрунтовано впровадження персональних дубльованих радіостанцій, світлових індикаторів, лінійних систем гучномовного оповіщення та інших засобів експрес-обміну даними.

Третім вектором виступає модернізація підйомно-транспортної споруди шляхом розгортання додаткових засобів автоматичного технічного контролю. Дана концепція охоплює інтеграцію електронних обмежувачів вантажопідйомності, безконтактних систем моніторингу кінцевих положень механізмів, локальних комплексів промислового відеоспостереження та інших апаратних пристроїв безпеки.

Найбільш радикальним, комплексним та перспективним четвертим напрямом є упровадження промислової системи бездротового дистанційного радіоуправління мостовим краном. Це інженерне рішення передбачає просторове перенесення інтерфейсу оперування крановими приводами з високо розташованої кабіни мосту безпосередньо на рівень підлоги, у зону безпосереднього виконання вантажних маневрів.

Пріоритетним конструктивно-технологічним ефектом впровадження бездротового інтерфейсу є радикальна оптимізація візуального огляду зони вантажних операцій та повне усунення потреби у транзитній передачі знакових команд між стропальником і кранівником. Оператор мостового крана КМ-10 отримує можливість індивідуально обирати найбільш захищену й ергономічно вигідну позицію для безпосереднього супроводу процесу та миттєво реагувати на динамічні зміни цехової обстановки, що кардинально знижує ймовірність помилок людського походження під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт.

До супутніх переваг переведення агрегату на радіоуправління належить інтенсифікація продуктивності праці, суттєве скорочення часових витрат на координацію дій у ланцюзі «машиніст крану – стропальник», спрощення просторового маневрування при транспортуванні металоконструкцій та досягнення прецизійної точності позиціонування.

Отже, найбільш дієвий вектор підвищення рівня безпеки вантажно-транспортного циклу дільниці полягає у практичній реалізації проєкту переведення мостового крана на дистанційне радіоуправління.

Системний підхід до модернізації вантажно-транспортного циклу дільниці вимагає оцінювання кожної альтернативної інженерної концепції не лише з погляду капітальних витрат, а й за критеріями радикального усунення першопричин виробничого травматизму. Повна порівняльна характеристика, експлуатаційні переваги, конструктивні обмеження, а також компаративний інженерно-технічний аналіз альтернативних напрямів модернізації та їхній вплив на показники промислової безпеки ТОВ «СЗМК» систематизовані та представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Компаративний інженерно-технічний аналіз альтернативних напрямів модернізації та їхній вплив на показники промислової безпеки

Альтернативний вектор інженерної модернізації	Комплекс експлуатаційних та технологічних переваг рішень	Конструктивні обмеження, недоліки та залишкові ризики	Інтегральний індекс впливу на безпеку праці
Додаткове цільове навчання та протиаварійні інструктажі	Капіталізація теоретичних знань персоналу, мінімальні капіталовкладення	Повністю ігноруються первинні інженерно-технічні причини виникнення	Парціальний (задовільний)

		виробничих небезпек	
Залучення персональних дубльованих систем радіозв'язку	Оптимізація швидкості та чіткості трансляції команд у ланцюзі «машиніст – стропальник»	Зберігається високий ступінь вразливості системи до деструктивних проявів людського чинника	Помірний (достатній)
Розгортання локальних комплексів промислового відеоспостереження	Інтенсифікація візуального моніторингу окремих прихованих зон робочого простору	Потребує додаткових апаратних засобів; ризик утворення оптичних «сліпих» зон при залітаннях	Локальний (середній)
Інтеграція додаткових апаратних пристроїв та автоблокувань крана	Системне підвищення експлуатаційної надійності та живучості матеріально- технічної бази крана	Принципово не покращує сектори прямої видимості вантажу з висоти фіксованої кабіни мосту	Високий (прогресивний)
Упровадження промислової бездротової системи радіокерування	Прецизійна точність позиціонування, ліквідація кабінних обмежень огляду, радикальне зниження впливу	Висуває нові вимоги до кваліфікаційного цензу кадрового складу, потребує первинних витрат	Критично високий (радикальний)

	людського чинника, зростання операційної ефективності	на реконструювання схем	
--	--	----------------------------	--

Результати виконаного аналізу свідчать, що переважна більшість розглянутих превентивних заходів забезпечує лише часткове зниження рівнів професійних ризиків. Інструктажі та навчання персоналу, інтеграція засобів радіозв'язку та монтаж комплексів відеоспостереження оптимізують загальну організаційну структуру СУОП, проте принципово не вирішують базової технічної проблеми – обмеженого візуального контролю з боку машиніста мостового крана за траєкторією переміщення металоконструкцій та його жорсткої залежності від точності трансляції знакових команд стропальником.

Максимальну інженерно-технічну та безпекову ефективність демонструє впровадження промислової системи бездротового дистанційного радіоуправління мостовим краном. Реалізація цього модернізаційного кроку виводить кранівника з фіксованої кабіни мосту на позначку підлоги цеху безпосередньо у зону провадження вантажних маневрів. Такий інтерфейс оперування мінімізує ймовірність помилок людського походження, максимізує точність просторового позиціонування важких конструкцій та нівелює латентні передумови для розвитку аварійних ситуацій.

Даний інженерно-технічний захід забезпечує зниження рівнів професійних ризиків і нівелює конструктивно-ергономічні вади наявної кабінної схеми оперування приводами.

1.7 Висновок розділу 1

Науково-технічні матеріали першого розділу охоплюють комплексний аудит характеристик виробничого середовища та чинної системи управління охороною праці

на підприємстві. У ході аналізу організаційно-штатної архітектури, специфіки технологічних процесів та характеру операційного навантаження було деталізовано структуру цехового циклу. Встановлено, що виробництво базується на послідовній взаємодії заготівельної, металообробної, складальної, зварювальної та антикорозійної ділень із паралельним залученням складського господарства та парку підйомно-транспортних споруд. Пріоритетний наглядовий та дослідницький акцент у роботі покладено на дослідження фактичних параметрів гігієни праці на робочих місцях стропальників та машиністів мостових кранів КМ-10.

На основі результатів інструментального контролю та лабораторних досліджень сформовано об'єктивну оцінку фізичних чинників робочої зони, зокрема рівнів штучної освітленості, еквівалентного шуму, локальної вібрації та параметрів мікроклімату (температури й відносної вологості повітря) відповідно до чинних санітарно-гігієнічних регламентів та будівельних норм (ДБН/ДСН). Отримані дані дозволили виявити критичні фактори, що знижують безпеку праці. Експертна оцінка та матричне моделювання професійних ризиків засвідчили, що категорію максимальної небезпеки мають вантажно-розвантажувальні роботи. Основними джерелами загроз у цьому сегменті визначено високу ймовірність неконтрольованого падіння вантажу, обмеженість секторів візуального огляду з кабіни мосту, ускладнену знакову комунікацію бригади, а також високу чутливість системи до помилок людського походження.

У ході аудиту вантажно-транспортного циклу діленьці було ідентифіковано комплекс конструктивно-ергономічних чинників, які штучно інтенсифікують рівні виробничих небезпек. До цієї категорії віднесено суттєве просторове видалення машиніста від стропальника, екранування («сліпі» зони) окремих робочих зон з висоти 12 метрів, жорстку залежність маневрів від безперервної знакової трансляції команд, а також високу вразливість системи до помилок людського походження при виконанні робіт із підвищеною матеріальною відповідальністю. Попри відсутність прямих суперечностей чинним вимогам нормативно-правових актів з охорони праці, наявність

цих загроз дестабілізує загальний рівень промислової безпеки та знижує точність оперування вантажами.

З метою зменшення загроз було запропоновано комплекс інженерно-профілактичних рішень, що включає організаційну перебудову процесів СУОП, модернізацію засобів комунікації, інтеграцію додаткових апаратних систем автоматичного контролю, капітальне оновлення знімних вантажозахоплювальних пристроїв та поставлена задача на науково-технічне та розрахунково-конструкторське обґрунтування і розробку систем щодо покращення рівня безпеки на об'єкті дослідження, а також проведення комплексної оцінки техніко-економічної та соціальної ефективності модернізації підприємства.

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ РОБОЧОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Покращення санітарно-гігієнічних умов праці

Практичний етап технічної реалізації проєктних рішень базується на конверсії емпіричних даних, отриманих у ході інструментального моніторингу першого розділу, у чітко детерміноване інженерне завдання. Зафіксовані лабораторними замірами критичні невідповідності умов праці кранової бригади вимогам ДБН та ДСН вимагають переходу від пасивного спостереження до активної реконструкції безпекового контуру вантажно-розвантажувальної дільниці. Для моделювання оновленого виробничого середовища використаємо заходи, закріплені у стандарті ДСТУ ISO 45001:2019, які призведуть до усунення джерел небезпеки на технічному та організаційному рівнях.

Трансформація результатів гігієнічного аудиту в інженерну практику підприємства ТОВ «СЗМК» підпорядкована принципу комплексного системного впливу та реалізується за такими послідовними етапами:

- інженерно-технічне усунення джерел фізичного та хімічного навантаження (переведення технологічних процесів на безконтактні або дистанційні рейки з метою виведення людини з зон підвищеної концентрації шкідливих виробничих чинників);
- просторова оптимізація та реорганізація робочих місць (зміна локалізації оператора та траєкторії його рухів задля усунення ергономічних і геометричних обмежень наявного інтерфейсу керування);
- апаратна модернізація допоміжних систем забезпечення життєдіяльності (повна заміна застарілого цехового обладнання на інноваційні енергоефективні та високоточні комплекси активного захисту і штучної інсоляції).

У ході аналізу отриманих дефіцитних значень освітленості (відхилення до – 30 лк від санітарного порогу) було визначено, що простий ремонт діючих точок

висвітлення є нераціональним через високий коефіцієнт їхнього зносу та незадовільний світлорозподіл кривих сили світла. Відтак, технічна реалізація передбачає повний демонтаж газорозрядних ламп та розгортання розрахованої ортогональної світлодіодної матриці.

Своєю чергою, виявлений тепловологісний дисбаланс у верхньому ярусі цеху (перевищення вологості на 4,35%), поєднаний із деструктивним тиском шуму (84 дБА) та транспортно-технологічної вібрації (62,2 дБ) на робочому місці машиніста, довів технічну недоцільність модернізації безпосередньо самої кранової кабіни. Спроби її звуко- та віброізоляції не здатні нівелювати закони конвекції нагрітого повітря та висхідних пилогазових емісій від зварювальних постів. Єдиним технічно виправданим шляхом реалізації наукових результатів визначено повну зміну просторової архітектури праці – демонтаж кабінного інтерфейсу та перенесення робочого місця оператора крана КМ-10 на відмітку підлоги у сприятливу мікрокліматичну зону. Такий крок дозволяє одночасно мінімізувати вплив людського чинника, усунути загрозу падіння з висоти 16 м та забезпечити прецизійну точність просторового орієнтування металоконструкцій за рахунок безпосередньої видимості вантажу.

2.2 Інженерно-технічні рішення з нормалізації параметрів виробничого середовища та мінімізації рівнів техногенних загроз

Виконаний у першому розділі аналіз стану умов праці на підприємстві засвідчив наявність стійкого впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів на персонал під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт. До ключових чинників деструктивного впливу віднесено незадовільну освітленість окремих робочих зон, акустичне навантаження від діючого технологічного обладнання та мостових кранів, інтенсивне забруднення повітря робочої зони пилом і зварювальними аерозолями, а також відхилення параметрів мікроклімату від нормативних значень.

Комбінована дія зазначених факторів ініціює швидке виснаження працюючих, дефіцит концентрації уваги та падіння якості виконання технологічних операцій, що в підсумку корелює із підвищенням ризиків виникнення нещасних випадків під час оперування вантажами.

Для оптимізації санітарно-гігієнічних характеристик виробничого середовища та системного зниження показників виробничого травматизму обґрунтовано доцільність реалізації комплексу інженерно-технічних рішень. Зокрема, передбачено модернізацію діючої системи виробничого освітлення та реконструкцію припливно-втяжної вентиляції виробничого корпусу із паралельним впровадженням місцевих аспіраційних установок для уловлювання пилових часток і зварювальних аерозолів.

Крім того, заплановано впровадження шумозахисних засобів на території вантажно-розвантажувальної ділянки та цілеспрямоване нормалізування параметрів мікроклімату безпосередньо на робочих місцях стропальників та машиніста мостового крана.

2.2.1 Модернізація та реконструкція системи штучного освітлення

Освітлення робочої зони є одним із важливих факторів, що впливає на безпеку праці під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Від достатнього рівня освітленості залежить можливість працівників своєчасно контролювати переміщення вантажів, виконувати стропування металоконструкцій та безпечно керувати мостовим краном КМ-10.

Під час обстеження вантажно-розвантажувальної ділянки було встановлено, що на окремих робочих місцях рівень освітленості є недостатнім. Це ускладнює візуальний контроль за станом вантажозахоплювальних пристроїв, положенням вантажу та діями працівників у робочій зоні. У таких умовах підвищується ймовірність помилок під час виконання технологічних операцій, що може негативно впливати на рівень виробничої безпеки.

Для покращення умов праці та приведення показників освітленості до вимог чинних нормативних документів пропонується модернізувати існуючу систему освітлення виробничого корпусу. Одним із найбільш ефективних рішень є заміна застарілих світильників з газорозрядними лампами на сучасні світлодіодні світильники промислового призначення.

У проєкті передбачається використання світлодіодних світильників типу High Bay, які призначені для освітлення виробничих приміщень із великою висотою стелі.

Застосування такого обладнання дозволить забезпечити більш рівномірне освітлення робочої зони, покращити умови виконання вантажно-розвантажувальних робіт та підвищити загальний рівень безпеки праці на дільниці.

Геометричні параметри корпусу, конструктивне виконання радіаторної системи пасивного тепловодження, оптична лінзова архітектура, а також загальний вигляд промислового світлодіодного світильника серії High Bay потужністю 200 Вт представлені на рисунку 2.1.

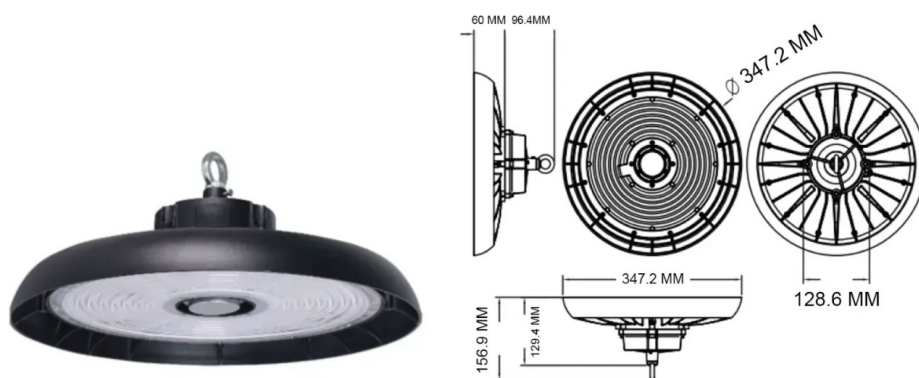


Рисунок 2.1 – Конструктивне виконання та оптична схема промислового світлодіодного LED світильника серії HIGH BAY потужністю 200Вт

Інженерне проєктування та світлотехнічний розрахунок параметрів штучного освітлення цеху реалізовано із застосуванням методу коефіцієнта використання

світлового потоку, який адаптовано під вимоги чинного ДБН В.2.5-28:2018. Вихідні геометричні дані для виробничого цеху становлять:

- габаритна довжина виробничого корпусу: $A = 120$ м;
- габаритна ширина виробничого корпусу: $B = 18$ м;
- загальна конструктивна висота (від нульової відмітки підлоги до нижнього поясу несучих конструкцій покриття): $H = 16$ м.

Корисна площа ділянки, що підлягає штучному освітленню, визначається за залежністю [22]:

$$S = A \times B = 120 \times 18 = 2160 \text{ м}^2 \quad (2.1)$$

де

S – корисна площа виробничого приміщення, м^2 ;

A, B – відповідно довжина та ширина досліджуваного об'єкта, м.

Наступним кроком є визначення розрахункової висоти підвісу джерел штучного світла над рівнем аналізованої робочої поверхні. Калькуляція даного геометричного параметра здійснюється за формулою [22]:

$$h_p = H - h_{\text{підв}} - h_{\text{р.п.}} \quad (2.2)$$

$$h_p = H - h_{\text{підв}} - h_{\text{р.п.}} = 16 - 1 - 0 = 15 \text{ м} \quad (2.3)$$

де: h_p – розрахункова висота розташування світильника над цільовою робочою поверхнею, м;

H – загальна висота приміщення, м;

$h_{\text{підв}}$ – довжина (висота) підвісу світлотехнічного приладу від несного перекриття ферм, ($h_{\text{підв}} = 1$ м);

$h_{\text{р.п.}}$ – висота розташування робочої площини відносно нульової позначки підлоги (оскільки стропувальні та зварювальні операції проводяться на підлозі), ($h_{\text{р.п.}} = 0$ м).

З метою забезпечення нормованої рівномірності світлового поля обчислюється оптимальний прольотний крок (відстань) між сусідніми світлодіодними апаратами у ряду [22]:

$$L_{\text{опт}} = \lambda_{\text{ксс}} \times h_p \quad (2.4)$$

$$L_{\text{опт}} = \lambda_{\text{ксс}} \times h_p = 1,3 \times 15 = 19,5 \text{ м} \quad (2.5)$$

де: $L_{\text{опт}}$ – оптимальна лінійна відстань між світильниками у ряду, м;

$\lambda_{\text{ксс}}$ – безрозмірний коефіцієнт, що детермінується типом кривої сили світла (КСС) обраного апарату (для косинусної кривої типу Д-1 згідно з діючими світлотехнічними каталогами приймається ($\lambda_{\text{ксс}} = 1,3$);

h_p – розрахункова висота підвісу світильника, м.

Знайдена величина (19,5 м) виступає рекомендованим просторовим кроком для досягнення стабільного і рівномірного світлового потоку без утворення недоосвітлених або затінених зон. На основі розрахованого оптимального кроку здійснюється попереднє визначення необхідної кількості світлодіодних приладів. По довжині цехового прольоту кількість позицій у ряду становить [22]:

$$N_1 = \frac{120}{19,5} = 6,15 \quad (2.6)$$

Приймається симетрична компоновка із ($N_1 = 6$) світильників у межах одного лінійного ряду. З метою унеможливлення появи бічного затінення та гарантування нормованої світлотехнічної однорідності по всій ширині ділянки ($B = 18 \text{ м}$), обґрунтовано розгортання двох паралельних робочих рядів. Відповідно, загальний попередній обсяг світлотехнічного парку становить [22]:

$$N = 6 \times 2 = 12 \text{ шт.} \quad (2.7)$$

Отримане значення використовується як попередній орієнтир під час проєктування системи освітлення. Для уточнення необхідної кількості світильників та перевірки правильності прийнятого рішення виконується світлотехнічний розрахунок методом коефіцієнта використання світлового потоку відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018.

На наступному етапі визначається безрозмірний геометричний індекс приміщення, який враховує геометричні розміри виробничого цеху та висоту встановлення світильників [22]:

$$i = \frac{A \times B}{h_p(A + B)} = \frac{120 \times 18}{15(120 + 18)} = \frac{2160}{2070} = 1,04 \quad (2.8)$$

де: i – безрозмірний геометричний індекс приміщення дільниці;

A, B – відповідно довжина та ширина об'єкта, м;

h_p – розрахункова висота розташування світильників над робочою площиною підлоги, м.

Знайдена величина індексу ($i = 1,04$) виступає головним параметром для визначення коефіцієнта використання освітлювальної установки. З метою розрахунку необхідної світлової потужності одиночного світильника фіксується комплекс таких нормативно-технічних, санітарних та експлуатаційних чинників, жорстко регламентованих чинним ДБН В.2.5-28:2018:

Нормована освітленість робочої площини ($E_n = 200$ лк): цей показник детерміновано вимогами таблиці Д.1 ДБН В.2.5-28:2018 для виробничих цехів машинобудівного та металообробного профілю при виконанні складально-зварювальних процесів середньої точності (розряд зорової роботи – IVв). Цей рівень інсоляції забезпечує безпечні умови для кантування, стропування та переміщення конструкцій краном КМ-10;

Коефіцієнт експлуатації установки ($MF = 0,67$): чинний ДБН В.2.5-28:2018 впроваджує коефіцієнт експлуатації (Maintenance Factor) у знаменник розрахункової моделі. Значення ($MF = 0,67$) [5] зафіксовано згідно з додатком Н нормативного документа для напівпровідникових (LED) джерел світла у приміщеннях із середнім виділенням пилу та аерозолі. Даний індекс враховує планомірне зниження світлової віддачі через забруднення оптики, падіння відбивальної здатності стін та природне старіння світлодіодних матриць із часом, що гарантує стабільність світлового поля протягом усього міжремонтного періоду;

Коефіцієнт нерівномірності освітлення ($z = 1,15$) відображає ступінь просторової однорідності світлового поля.

Оскільки обчислене відношення становить [5]:

$$\frac{L_{\text{опт}}}{h_p} = \frac{19,5}{15} = 1,3 > 0,5 \quad (2.9)$$

що перевищує реперний ліміт 0,5, для інженерних розрахунків нормативно приймається коефіцієнт нерівномірності $z = 1,15$;

Коефіцієнт використання світлового потоку ($\eta_{\text{oy}} = 0,50$): визначає питому частку світлової енергії, яка досягає підлоги. Значення $\eta_{\text{oy}} = 0,50$ визначено на основі індексу приміщення ($i = 1,04$), кривої сили світла Д-1 світильника High Bay та нормативних коефіцієнтів відбиття поверхонь цеху для стелі ($\rho_{\text{стелі}} = 50\%$) та стін та стін ($\rho_{\text{стін}} = 30\%$).

Цільовий світловий потік одиночного світлотехнічного приладу, необхідний для забезпечення заданого нормативного рівня інсоляції при попередньо обраній кількості точок підвісу ($N = 12$ шт.), розраховується за актуалізованою формулою відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 [5]:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \times S \times z}{N \times n \times \eta_{\text{oy}} \times MF} = \frac{200 \times 1,5 \times 2160 \times 1,15}{12 \times 1 \times 0,50 \times 0,67} = 123582 \text{ лм} \quad (2.10)$$

де $\Phi_{\text{л}}$ – необхідний номінальний світловий потік одного світильника, лм;

n – кількість дискретних джерел світла (матриць), інтегрованих в один корпус приладу (для сучасних світлодіодних систем індустріального типу приймається значення ($n = 1$)).

Отриманий результат 123582 лм критично перевищує максимальні характеристики серійних світлодіодних приладів, представлених на ринку. Зазначена обставина свідчить про технічну неприйнятність первинного варіанта з 12 точками висвітлення, оскільки це вимагало б монтажу надпотужних агрегатів із надлишковим тепловиділенням та нерівномірним світлорозподілом.

З огляду на це, виконано оптимізацію схеми трасування та здійснено остаточний вибір обладнання. Для модернізації ділянки обґрунтовано впроваджуються промислові енергоефективні світлодіодні світильники серії High Bay з номінальною споживаною потужністю 200 Вт, паспортний світловий потік яких становить ($\Phi_{\text{л}} = 30000$ лм).

На основі верифікованих параметрів остаточна необхідна кількість точок підвісу на об'єкті розраховується за оновленою математичною моделлю ДБН В.2.5-28:2018:

$$N = \frac{E_{\text{н}} \times S \times z}{\Phi_{\text{л}} \times n \times \eta_{\text{oy}} \times MF} = \frac{200 \times 2160 \times 1,15}{30000 \times 1 \times 0,50 \times 0,67} = 49,43 \quad (2.11)$$

Отримане дробове значення ($N=49,43$) підлягає округленню до найближчого більшого цілого числа згідно з вимогами інженерного проєктування освітлювальних установок. Приймається до впровадження: $N = 50$ світильників.

Задля досягнення абсолютної просторової рівномірності світлового поля, усунення зон затінення від великогабаритних металоконструкцій та оптимізації умов праці стропальників, розроблену систему з 50 приладів інтегровано за симетричною ортогональною схемою: розміщення у п'яти паралельних поздовжніх рядах цехового

прольоту з дислокацією по десять світильників у кожному робочому ряду (компоновка за матрицею 5×10).

Геометричні координати осей кроквяних ферм цеху, розрахункові інтервали кроку між світильниками по довжині та ширині прольоту, а також загальна схема розміщення світильників у виробничому цеху представлені на рисунку 2.2.

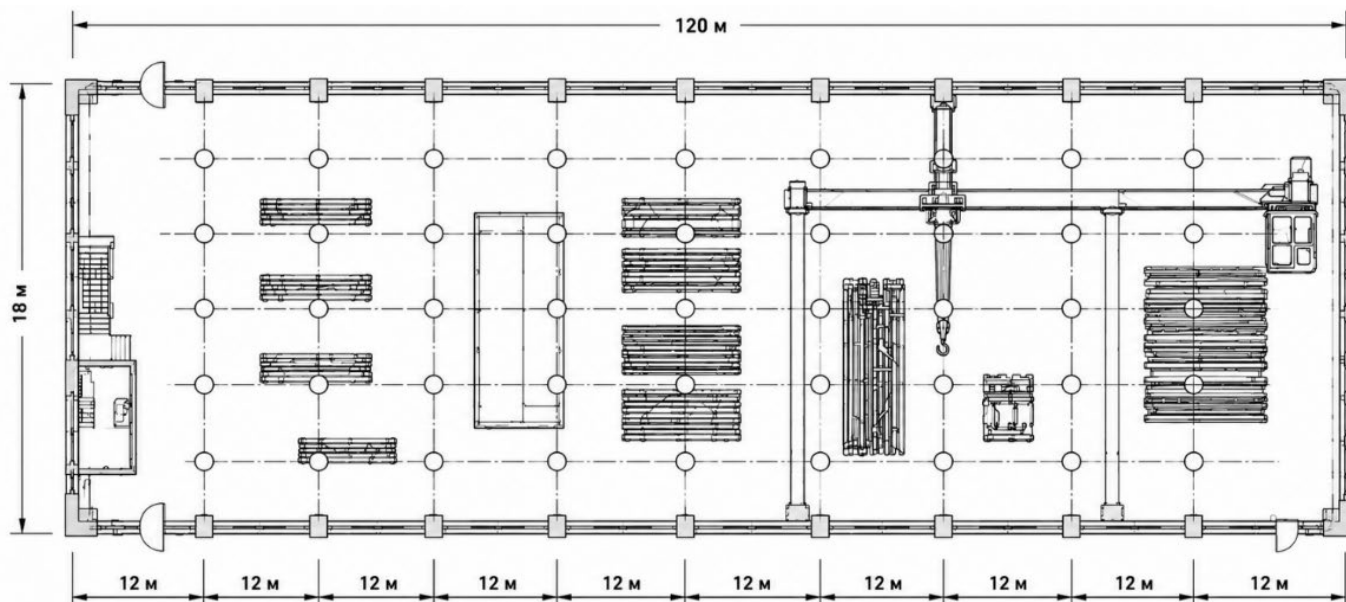


Рисунок 2.2 – План-схема просторового трасування та геометричного розміщення світлодіодних світильників High Bay у виробничому цеху (ортогональна компоновка за матрицею 5×10)

Виконаний згідно з вимогами чинного ДБН В.2.5-28:2018 світлотехнічний розрахунок засвідчив, що забезпечення регламентованих параметрів освітленості на вантажно-розвантажувальній ділянці площею 2160 м^2 потребує розгортання системи штучного рівномірного освітлення із залученням 50 промислових LED-світильників типу High Bay потужністю 200 Вт та світловим потоком 30000 лм кожен.

Практичне впровадження розробленого рішення повністю ліквідує світлотехнічний дефіцит, гарантує покращення візуального контролю в межах всієї робочої зони, стабілізує умови виконання кранових операцій та повністю усуває

небезпечні чинники, які приводять до зростання виробничого травматизму через людський фактор.

2.2.2 Проектування та розгортання локальних аспіраційних систем і вентиляції

Специфіка досліджуваного виробничого процесу пов'язана з генерацією пилових часток, зварювального аерозолю, оксидів металів та надлишкових тепловиділень. Найбільший деструктивний внесок у забруднення повітря робочої зони вносять зварювальні операції, механічна обробка металоконструкцій, а також вантажно-розвантажувальні роботи із залученням мостового крана.

Ситуація ускладнюється архітектурними особливостями виробничого приміщення, зокрема його значним внутрішнім об'ємом та висотою, яка становить 16 м, що сприяє поступовому накопиченню шкідливих домішок у робочому середовищі та тривалому токсичному тиску на персонал. В умовах воєнного стану підтримання належних санітарно-гігієнічних параметрів набуває стратегічного значення, оскільки збереження здоров'я і працездатності фахівців безпосередньо визначає виробничу стабільність підприємства та безперебійне виконання планових завдань.

Локалізація та нейтралізація зазначених шкідливих чинників реалізується шляхом оснащення кожного з трьох діючих зварювальних постів автономною фільтровентиляційною установкою промислового типу Kemper FilterMaster XL.

Конструктивні параметри корпусу, просторова конфігурація поворотного витяжного рукава, архітектура триступеневого очисного контуру, а також загальний вигляд промислової фільтровентиляційної установки Kemper FilterMaster XL представлені на рисунку 2.3.

Локалізація шкідливих виділень безпосередньо у місці їхньої генерації є найбільш раціональним підходом, оскільки зварювальні пости виступають ключовим джерелом забруднення повітряного середовища. З огляду на це, як альтернатива

розрахунку загальнообмінної вентиляції, обґрунтовано застосування серійного фільтровентиляційного обладнання заводського виготовлення із підтвердженими технічними параметрами. Таке проєктне рішення забезпечує гарантоване видалення зварювального аерозолю і нівелює потребу у виконанні додаткових складних аеродинамічних обчислень повітроводів.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд ФВУ Kemper FilterMaster XL

За паспортними даними виробника, номінальна продуктивність однієї установки [23] F становить $1000 \text{ м}^3/\text{год}$. Конструкція апарату передбачає наявність гнучкого витяжного рукава завдовжки 4 м, високоефективного блока очищення повітряного потоку, а також інтегрованої системи автоматичної регенерації фільтрувальних елементів.

Враховуючи функціонування у межах виробничого приміщення трьох стаціонарних зварювальних постів, проєктом передбачено розгортання аналогічної кількості автономних агрегатів типу Kemper FilterMaster XL.

Загальна продуктивність системи місцевої аспірації становитиме [24]:

$$L_{\Sigma} = \Sigma \frac{Q}{V} = \Sigma F \quad (2.12)$$

$$L_{\Sigma} = 3 \times 1000 = 3000 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.13)$$

Мобільність розробленого інженерного рішення забезпечує оперативне уловлювання зварювального аерозолі безпосередньо у точці його генерації, що демонструє вищу технологічну ефективність порівняно із класичними системами загальнообмінної вентиляції. Практичний ефект від реалізації цього підходу полягає у суттєвому зниженні концентрації токсичних речовин у повітряному середовищі, оптимізації санітарно-гігієнічних параметрів робочих місць та мінімізації ризиків розвитку професійних патологій органів дихання у персоналу.

Задля нормалізації параметрів повітряного середовища у межах виробничого приміщення обґрунтовано доцільність оснащення трьох стаціонарних зварювальних постів автономними фільтровентиляційними установками типу Kemper FilterMaster XL. Враховуючи, що одинична продуктивність кожного агрегату становить 1000 м³/год, сумарна потужність розгорнутої системи місцевої аспірації складатиме 3000 м³/год. Практична реалізація цього інженерного заходу дозволяє локалізувати та видаляти зварювальний аерозоль безпосередньо у точці його утворення, що мінімізує вплив шкідливих виробничих чинників на персонал і забезпечує стабільне покращення умов праці.

2.2.3 Комплексні інженерні заходи щодо шумо- та віброзахисту персоналу

Генерація надлишкового шуму в межах досліджуваного корпусу зумовлена роботою механізмів пересування мостового крана, функціонуванням вантажного візка, редукторів та електродвигунів підйомних агрегатів, а також взаємними ударами металоконструкцій під час їхнього складування та роботою устаткування суміжних ліній.

Специфіка об'єкта полягає у значних геометричних розмірах приміщення та насиченості металевими елементами, які виступають ревербераційними поверхнями, що відбивають звукові хвилі й інтенсифікують загальний шумовий фон. Одночасно з цим динамічні навантаження від мостового крана провокують появу локальної вібрації на кранових коліях та несучих будівельних конструкціях цеху.

У найбільш несприятливих умовах перебуває машиніст мостового крана. Його робоче місце закріплене безпосередньо на крановому мосту в безпосередній близькості до головних джерел звукових і вібраційних хвиль – механізмів підйому та переміщення вантажів.

Інженерним рішенням для підвищення безпеки вантажно-розвантажувальних операцій є переведення мостового крана на систему дистанційного радіоуправління. Такий підхід реалізує найбільш ефективний принцип охорони праці – захист відстанню та усунення безпосереднього контакту оператора з джерелами фізичних небезпек. Переобладнання постійного робочого місця машиніста дозволяє вивести його з кабіни на мосту і перемістити безпосередньо у зону виконання робіт на рівень підлоги виробничого корпусу, де керування агрегатом здійснюватиметься за допомогою переносного пульта.

Практична реалізація дистанційного радіоуправління забезпечує комплексний ефект, а саме:

- повністю виключає постійне перебування персоналу поблизу привідних електродвигунів та редукторів крана;
- нівелює шкідливий вплив локальної вібрації від металоконструкцій кранового мосту на організм працюючого;
- суттєво знижує рівень акустичного тиску від механізмів пересування та підйому вантажів;
- покращує візуальний контроль за траєкторією переміщення металоконструкцій і знижує психоемоційне навантаження на оператора.

Паралельно із захистом відстанню, для зниження рівнів звукової потужності безпосередньо у вузлах їхнього виникнення, передбачено виконання комплексу додаткових технічних заходів на механізмах крана.

На механізмах пересування мостового крана обґрунтовано впровадження сучасних гумово-металевих буферів як альтернативи жорстким упорам. Інтеграція цих елементів гарантує пом'якшення ударних навантажень під час підходу крана до кінцевих положень, мінімізує динамічне напруження у металоконструкціях і суттєво знижує рівень імпульсного (ударного) шуму. Ефективне гасіння звукових хвиль у механізмах підйому та переміщення досягається також шляхом суворого дотримання регламенту технічного обслуговування редукторів, підшипникових вузлів і зубчастих передач.

Для досягнення віброізоляційного ефекту проєктом передбачено комплекс таких технічних рішень:

- монтаж вібродемпфуючих прокладок безпосередньо під корпусами приводних електродвигунів;
- інтеграція еластичних муфт у кінематичні схеми між двигунами та редукторами;
- динамічне балансування обертових частин механізмів підйому та пересування вантажу;
- постійний моніторинг технічного стану ходових коліс мостового крана.

У сукупності розроблені заходи дозволяють локалізувати коливання, не допускаючи їхнього поширення на крановий міст та підкранові колії.

Акустичні характеристики виробничого корпусу погіршуються через значну площу металевих поверхонь, які виступають ревербераційними екранами та зумовлюють багаторазове відбиття і суперпозицію звукових хвиль. Задля зниження загального шумового фону та оптимізації умов праці обґрунтовано доцільність реалізації таких архітектурно-будівельних та організаційних рішень:

- облицювання стін і стель операторських та побутових приміщень спеціалізованими звукопоглинальними панелями;
- розгортання локальних шумопоглинальних екранів безпосередньо поблизу технологічного устаткування з максимальними рівнями звукової потужності;
- забезпечення герметичності та належного технічного стану віконних конструкцій і в'їзних воріт для обмеження поширення повітряного шуму;
- систематичне очищення робочої зони від металобрухту та сторонніх предметів, що мінімізує генерацію вторинного імпульсного шуму під час транспортування великогабаритних вантажів.

Зниження акустичного та вібраційного навантаження на вантажно-розвантажувальній дільниці досягається через упровадження обґрунтованого комплексу організаційно-технічних рішень. Базовим етапом модернізації визначено переведення двобалкового мостового крана КМ-10 на систему дистанційного радіоуправління, що доповнюється інтеграцією вібродемпфуючих елементів, оновленням буферних пристроїв, дотриманням регламентів технічного обслуговування вузлів та обмеженням реверберації звукових хвиль у просторі цеху.

У специфічних умовах воєнного стану мінімізація технологічного шумового фону набуває особливого значення для цивільного захисту. Очищення акустичного середовища суттєво покращує чіткість сприйняття мовних команд стропальників, звукових попереджувальних сигналів та сигналів оповіщення про повітряну тривогу, що виступає критично важливим фактором збереження життя і здоров'я персоналу в особливий період.

2.3 Висновок розділу 2

Матеріали другого розділу, що базуються на емпіричних даних аналізу умов праці з першого розділу, присвячені обґрунтуванню організаційно-технічних рішень для оздоровлення виробничого середовища. Розроблені заходи орієнтовані на

мінімізацію впливу небезпечних і шкідливих чинників, а також системне підвищення безпеки під час оперування вантажами. Згідно з попередніми висновками, найвищий деструктивний тиск на персонал чинять незадовільні параметри інсоляції окремих ділянок, концентрація у повітрі продуктів зварювання, а також акустичні та вібраційні коливання від функціонування мостового крана й супутнього устаткування цеху. Масштабні геометричні розміри корпусу (значна площа та висота), що поєднуються з інтенсивним транспортуванням важких металоконструкцій, суттєво посилюють негативну дію цих факторів, безпосередньо загрожуючи стабільності технологічного процесу та працездатності людей.

Задля доведення параметрів штучного освітлення до регламентованих значень виконано прецизійний світлотехнічний розрахунок проектованої освітлювальної мережі цеху. Отримані результати підтвердили доцільність інтеграції сучасних світлодіодних приладів промислового виконання типу HIGH BAY LED потужністю 200 Вт. Упровадження цієї системи забезпечує досягнення нормованої освітленості робочих місць, створюючи надійний візуальний базис для безпечних вантажних операцій, чіткого контролю роботи підйомних механізмів та безпомилкового строкування конструкцій.

Задля оптимізації санітарно-гігієнічних параметрів робочого середовища обґрунтовано впровадження локальної аспірації на ділянках зварювання. Проектне рішення передбачає оснащення трьох стаціонарних постів ручного зварювання автономними фільтровентиляційними агрегатами Kemper FilterMaster XL. Перевага місцевої аспірації полягає у вловлюванні зварювального аерозолу безпосередньо у точці його генерації, що демонструє вищу технологічну ефективність порівняно із класичними загальнообмінними системами та суттєво знижує токсичне навантаження на дихальні шляхи персоналу. Застосоване обладнання повністю відповідає чинному законодавству України, що підтверджується сертифікатами та деклараціями відповідності вимогам національних технічних регламентів.

У межах комплексного захисту від акустичних та вібраційних коливань розроблено проєкт модернізації системи керування двобалковим опорним мостовим краном КМ-10 вантажопідйомністю 10 т із переведенням його на дистанційне радіоуправління. Практичне впровадження цього заходу дозволяє повністю ліквідувати потребу в постійному перебуванні машиніста в крановій кабіні, розташованій у зоні безпосереднього поширення шуму та динамічних вібрацій від привідних механізмів. Паралельно забезпечується покращення візуального огляду робочого простору, зростає точність позиціонування вантажів і мінімізується ймовірність виникнення небезпечних ситуацій.

Стратегічної ваги розроблені інженерні рішення набувають у сучасних умовах воєнного стану, коли стабільність промислового виробництва та збереження кадрового потенціалу безпосередньо залежать від створення безпечного виробничого простору. Запропонована модернізація не потребує докорінної зміни існуючого технологічного циклу підприємства, проте суттєво підвищує загальний рівень промислової безпеки. Отже, сформований у другому розділі комплекс заходів є технічно виправданим та цілеспрямованим інструментом для нейтралізації шкідливих чинників. Упровадження цих проєктних рішень дозволить модернізувати систему охорони праці на підприємстві, стабілізувати умови життєдіяльності персоналу та створити надійні передумови для зниження показників травматизму і професійних патологій.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЦЕСІВ

3.1 Практична реалізація результатів дослідження в системі технічної модернізації та підвищення безпеки експлуатації виробничого обладнання

Експертна оцінка виробничого середовища свідчить, що категорію підвищеної небезпеки для персоналу мають вантажно-розвантажувальні операції, які реалізуються із залученням двобалкового опорного мостового крана КМ-10 вантажопідйомністю 10 т.

Технологічний цикл підприємства базується на безперервному внутрішньоцеховому транспортуванні металопрокату, заготовок, складальних одиниць та готових великогабаритних металоконструкцій між суміжними технологічними ділянками. За таких обставин безпомилковість та експлуатаційна надійність кранового обладнання виступають критично важливим чинником, який безпосередньо визначає як загальну продуктивність праці, так і рівень промислової безпеки для робітників, що перебувають у межах зони переміщення вантажів.

Результати комплексного технічного аудиту штатної схеми оперування мостовим краном КМ-10 підтверджують, що локалізація робочого місця машиніста всередині зафіксованої на крановому мосту кабіни супроводжується вагомими конструктивно-ергономічними недоліками. Базова кабінна конфігурація інтерфейсу керування генерує деструктивні чинники, серед яких ключовими є суттєве екранування («сліпі» зони) та звуження секторів візуального огляду робочого простору ділянки з висоти 12 метрів. Це обумовлює критичну залежність маневрів підйомних механізмів від точності й оперативності передачі знакових або радіокоманд стропальником, а також створює граничну вразливість стабільності всього технологічного циклу до помилок і психофізіологічних збоїв людського походження.

Наявність зазначених експлуатаційних вад дестабілізує загальний рівень промислової безпеки вантажних операцій, обґрунтовуючи об'єктивну потребу в докорінній реконструкції системи керування приводами. Існуюча схема виконання вантажно-розвантажувальних робіт, що підлягає модернізації, проілюстрована на рисунку 3.1.

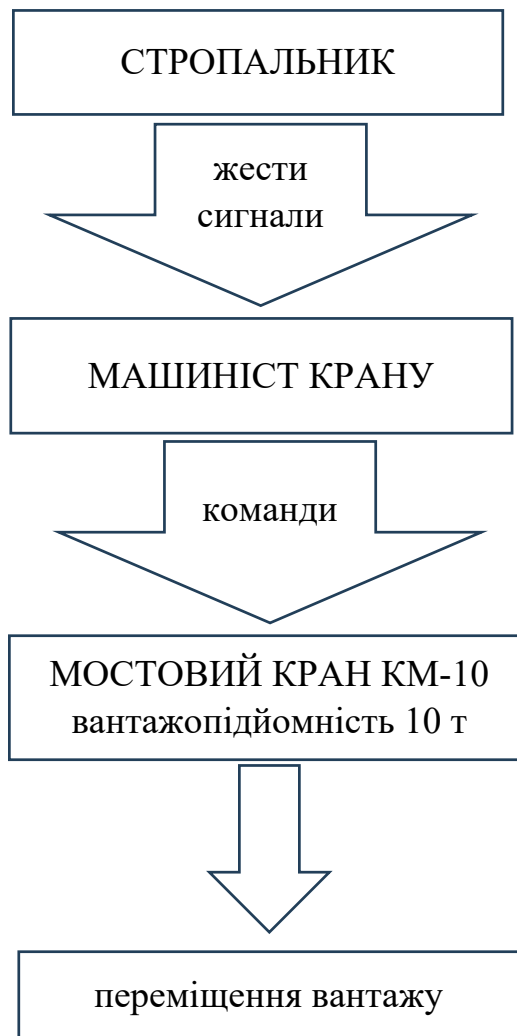


Рисунок 3.1 – Наявна схема організації та провадження вантажно-розвантажувальних робіт

Детальний інженерний аналіз дозволив класифікувати критичні недоліки кабінного інтерфейсу за такими базовими категоріями:

- жорстка залежність оператора від знакової сигналізації: обмеженість автономного прийняття рішень машиністом та ризик спотворення інформації при передачі команд стропальником;
- екранування та дефіцит візуального контролю: наявність значних зон обмеженої видимості в межах прольоту вантажно-розвантажувальної ділянки;
- експоненціальне зростання ймовірності помилкових дій: високе психофізіологічне навантаження на кранівника, що провокує швидку втомлюваність та зниження концентрації уваги;
- низька прецизійність просторового позиціонування: ускладнене маневрування та орієнтація важких великогабаритних металоконструкцій за умов віддаленості від площини підлоги;
- підвищена дискретність міжособистісної комунікації: необхідність безперервної координації дій між двома просторово роз'єднаними учасниками кранової бригади.

Наукова новизна та практична значущість розробленого рішення полягають в інтенсифікації рівня промислової безпеки під час експлуатації вантажопідіймальних споруд шляхом інтеграції бездротових каналів зв'язку. Базовим інструментом для заміни кабінного інтерфейсу визначено промислову систему дистанційного радіоуправління типу Telecrane F24-10D.

Даний апаратний комплекс спеціально спроєктований для важких умов експлуатації і повною мірою адаптований для інтеграції в електричні схеми мостових, козлових та будівельних кранів.

Архітектурно-компонувальне розв'язання основних елементів апаратури, просторова геометрія та розташування органів оперування переносного пульта у фронтальній та профільній проєкціях, а також конструктивне виконання стаціонарного приймального блока із наведенням його ключових експлуатаційних параметрів представлені на рисунку 3.2.

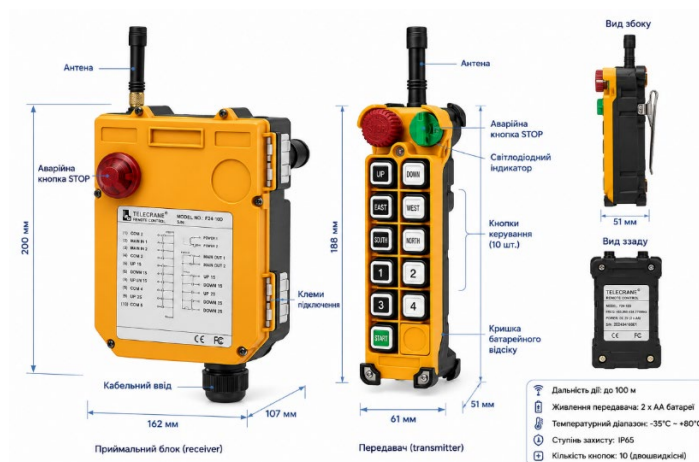


Рисунок 3.2 – Компоненти системи бездротового радіокерування Telecrane F24-10D

Комплекс розглянутих експлуатаційних параметрів повністю обґрунтовує доцільність та технічну можливість інтеграції системи Telecrane F24-10D в архітектуру виробничого корпусу ТОВ «СЗМК».

Специфікація зафіксованих техніко-експлуатаційних параметрів підтверджує повну адаптивність системи бездротового радіокерування Telecrane F24-10D до умов експлуатації на вантажно-розвантажувальній ділянці ТОВ «СЗМК». Інтеграція бездротового каналу зв'язку надає оператору мобільність, дозволяючи виконувати маневри з безпечної, ергономічно захищеної позиції цеху та безперешкодно контролювати траєкторію руху металоконструкцій у зоні проведення робіт. Конструктивне виконання органів керування у вигляді двоступінчастих кнопок забезпечує дискретне та плавне регулювання швидкості приводних кранових механізмів КМ-10. Це підвищує прецизійну точність просторового позиціонування важких виробів і мінімізує ймовірність динамічних ривків або розгойдування вантажу.

У підсумку інтеграція системи Telecrane F24-10D в апаратну архітектуру ТОВ «СЗМК» є повністю обґрунтованим, технічно реалізованим проєктним рішенням. Впровадження бездротових технологій набуває особливої актуальності при маніпулюванні великогабаритними та довгомірними фермами й балками, де наявність прямого наскрізного візуального контролю та швидкість реакції на зміну обстановки

безпосередньо детермінують рівень промислової безпеки, запобігають виробничому травматизму та покращують загальні умови праці.

Апаратна архітектура зазначеного комплексу базується на взаємодії переносного пульта-передавача, що перебуває у кранівника, та стаціонарного приймального блока, інтегрованого безпосередньо у захисну шафу керування мостового крана.



Рисунок 3.3 – Схема реалізації дистанційного радіоуправління

Схема бездротової модернізації та особливості просторового маневрування крановими приводами після інтеграції пульта оперування представлені на рисунку 3.2.

Специфікація інженерно-технічних та експлуатаційних переваг переходу на бездротовий інтерфейс зводиться до таких базових ефектів:

- безперервний безпосередній візуальний супровід вантажу (усунення «сліпих» зон на всьому шляху просторового орієнтування металоконструкцій);
- кардинальне покращення параметрів оглядовості (ліквідація оптичних викривлень, притаманних кабінному спостереженню з великої висоти);
- мінімізація ймовірності помилкових дій персоналу (зниження психофізіологічного та когнітивного навантаження на оператора);
- системне підвищення загального рівня промислової безпеки (виведення працюючого із потенційно небезпечних зон діляниці).

Перехід на мобільний пульт надає оператору можливість здійснювати комплексний та всебічний моніторинг таких параметрів:

- просторове положення вантажу та безпосередню траєкторію його руху;
- схему розміщення та переміщення персоналу в межах робочої діляниці;
- габаритні відстані від вантажу до діючого технологічного обладнання та тривимірних будівельних конструкцій цеху.

Отже, впровадження системи дистанційного радіоуправління Telecrane F24-10D на мостовому крані КМ-10 є технічно виправданим та практично обґрунтованим інженерним рішенням, спрямованим на підвищення загального рівня промислової безпеки під час експлуатації вантажопідіймальних споруд.

Запропонована модернізація гарантує безперервний візуальний контроль за траєкторією руху вантажу, знижує ймовірність помилок персоналу, обмежує ризики виробничого травматизму в ході вантажно-розвантажувальних робіт та безпосередньо підвищує стійкість функціонування підприємства у сучасних умовах.

Зростання експлуатаційної надійності керування вантажопідіймальним обладнанням, поєднане із розгортанням сучасних комплексів захисту та аварійного відключення, безпосередньо сприяє збереженню життя і здоров'я працівників,

мінімізації аварійних ризиків та забезпеченню стабільної виробничої діяльності підприємства під час дії особливого правового режиму воєнного стану.

3.2. Організаційно-технічні заходи активного і пасивного захисту

Процес експлуатації двобалкового мостового крана КМ-10 та реалізація пов'язаних із цим вантажно-розвантажувальних та транспортних операцій супроводжується ризиками виникнення небезпечних виробничих факторів. Домінантними загрозами для персоналу є термічна й динамічна дія електричного струму, мимовільний рух і вибіг рухомих вузлів і механізмів, неконтрольоване падіння важких великогабаритних металоконструкцій, а також висока ймовірність помилкових дій оператора при оперуванні обладнанням підвищеної небезпеки.

Задля мінімізації промислового травматизму та планомірного підвищення показників безпеки праці пропонується комплекс організаційно-технічних та інженерно-профілактичних рішень. Ця програма пасивного та активного захисту базується на забезпеченні вимог електробезпеки, упровадженні інноваційних автоматичних систем світлозвукової сигналізації та апаратного автоблокування, монтажі стаціонарних бар'єрних огорожень і захисних кожухів, нанесенні контрастної сигнальної розмітки меж небезпечних зон, а також візуалізації робочого простору за допомогою стандартних графічних знаків безпеки.

Пріоритетним забезпечення експлуатаційної надійності мостового крана виступає захист працюючих від ураження електричним струмом. Енергоживлення крана КМ-10 здійснюється від трифазної промислової мережі напругою 400 В. Специфіка внутрішньої електромережі агрегату охоплює приводи механізмів підйому, пересування мосту та вантажного візка, а також апаратні шафи керування, кабельні лінії та інтегрований комплекс дистанційного радіоуправління.

У процесі тривалої експлуатації існує ймовірність деструкції або пробією ізоляції струмоведучих провідників та електрообладнання. За таких умов виникає небезпека

винесення електричного потенціалу на металоконструкції крана. Зважаючи на значні геометричні розміри та розвинену площу металевих поверхонь споруди, з'являється високий ризик травмування струмом персоналу, який контактує з вантажозахоплювальними органами або перебуває поблизу обладнання.

Інженерним заходом захисту визначено захисне заземлення.

Обов'язковому електричному з'єднанню із заземлювальним контуром підлягають такі елементи кранової системи:

- тримальний міст та кінцеві балки крана;
- конструктивні елементи вантажного візка;
- металеві корпуси приводних електродвигунів та шафи керування;
- захисні оболонки силових і контрольних кабелів;
- стаціонарний приймальний блок системи Telecrane F24-10D;
- інші неструмоведучі металеві частини електрообладнання.

Графічне відображення інженерних зв'язків, просторова конфігурація заземлювальних провідників та принципова схема пасивного захисту металоконструкцій кранового мосту від винесення небезпечного потенціалу представлені на рисунку 3.4.

Підтримання належного експлуатаційного стану та надійності заземлювальної системи потребує організації періодичного технічного контролю. Обов'язковий комплекс регламентних робіт передбачає регулярне інструментальне вимірювання опору заземлювального пристрою, ревізію цілісності заземлювальних провідників, а також перевірку надійності всіх болтових і зварних з'єднань.

З метою розширення загального функціоналу системи електробезпеки обґрунтовано впровадження таких додаткових організаційно-технічних заходів:

- інтеграція автоматичних вимикачів у силові ланцюги живлення;
- розгортання релейного захисту електродвигунів від струмів навантаження та короткого замикання;
- безперервний або плановий моніторинг опору ізоляції кабельних ліній;

- обмеження несанкціонованого доступу сторонніх осіб шляхом замикання апаратних шаф керування на ключ;
- візуалізація небезпечних зон за допомогою розміщення стандартних попереджувальних знаків електробезпеки на корпусах обладнання.

Повний комплекс розроблених інженерно-технічних рішень пасивного та активного електрозахисту у синергії з їхнім цільовим призначенням у межах об'єкта систематизовано та представлено в таблиці 3.1.

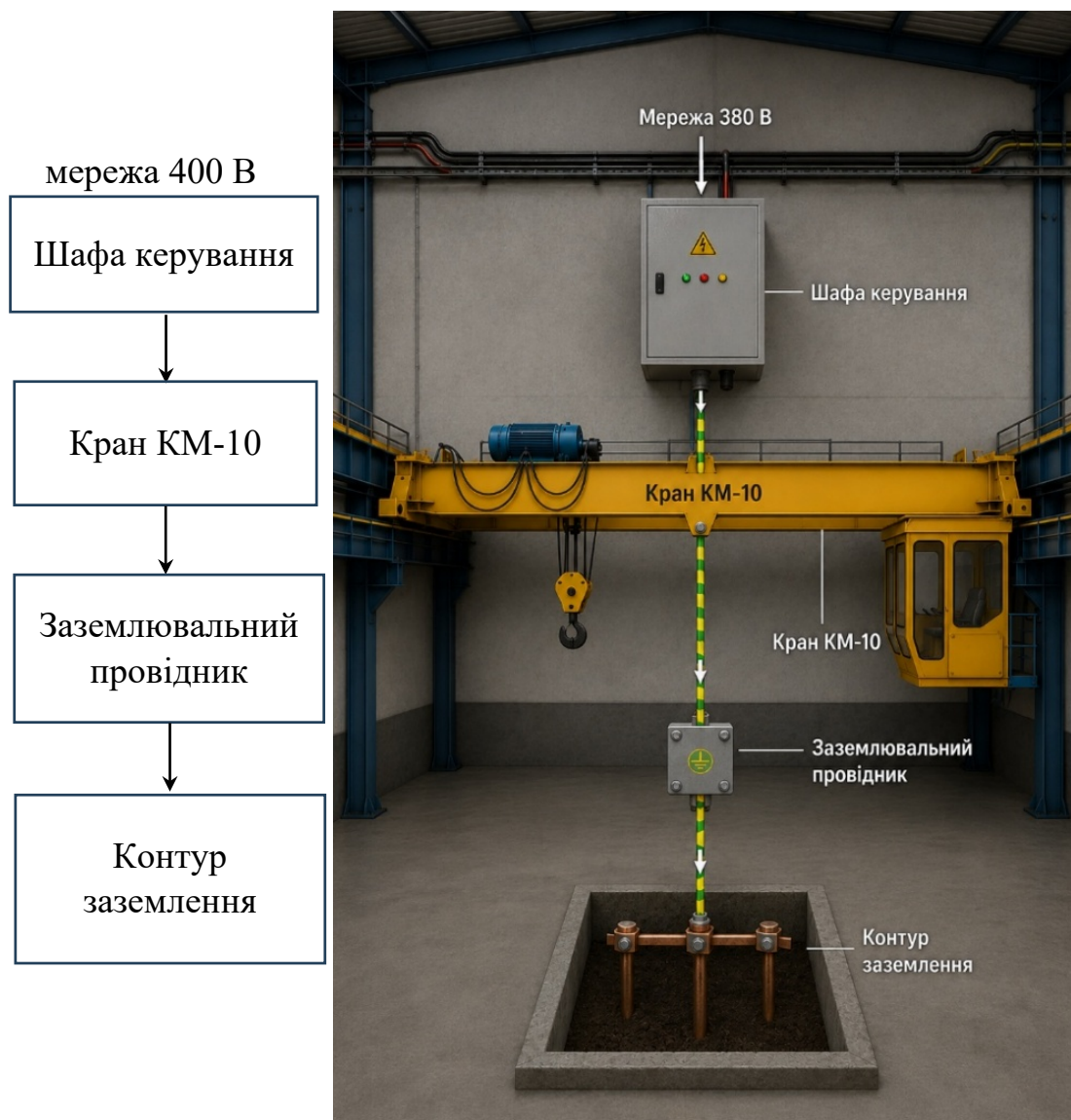


Рисунок 3.4 – Принципова схема захисного заземлення мостового крана

Таблиця 3.1 – Комплекс інженерно-технічних заходів щодо забезпечення електробезпеки при експлуатації крана КМ-10

Найменування інженерно-технічного заходу (компонента)	Цільове функціональне призначення у безпековому контурі дільниці
Стаціонарне захисне заземлення металоконструкцій	Захист персоналу від ураження струмом при винесенні фазного потенціалу на неструмоведучі частини
Максимальні автоматичні вимикачі силових мереж	Миттєве знеструмлення і пасивна деенергетизація ліній при виникненні струмів короткого замикання
Оперативний плановий контроль опору ізоляції	Своєчасне виявлення діелектричних пошкоджень та деградації кабельних мереж електрообладнання
Механічне замикання апаратних шаф керування	Надійне обмеження доступу сторонніх осіб та некваліфікованого персоналу до струмоведучих елементів
Графічні попереджувальні знаки та маркування	Візуальне інформування працівників про наявність високої напруги та діючі зони підвищеної небезпеки

Упровадження бездротового комплексу дистанційного радіоуправління Telecrane F24-10D виступає базовим інструментом мінімізації виробничих ризиків. Заміна традиційного кабінного інтерфейсу на мобільний пульт дозволяє оператору перебувати безпосередньо у зоні виконання вантажно-розвантажувальних операцій, забезпечуючи безперервний візуальний супровід та контроль переміщення металоконструкцій з оптимальної і безпечної позиції.

Апаратна частина пульта Telecrane F24-10D містить десять двоступеневих (двошвидкісних) кнопок керування, а також механічний фіксатор аварійного вимкнення «STOP». Інтегроване програмно-технічне забезпечення пульта дозволяє оперативно виконувати такі технологічні операції:

- вертикальне переміщення (підйом та опускання) вантажу;
- горизонтальне транспортування вантажного візка у лівий чи правий бік;

- поздовжнє пересування тримального мосту крана у двох протилежних напрямках;
- активацію попереджувальної звукової сигналізації;
- ініціалізацію внутрішньої системи керування та миттєву аварійну зупинку кранових приводів.

Технологічною особливістю даного комутаційного комплексу є дворівнева логіка управління. Частковий хід клавіші активує роботу приводу на зниженій (посадковій) швидкості, що необхідно для прецизійного позиціонування важких конструкцій, тоді як повне натискання переводить електродвигуни у режим номінальної робочої швидкості.



Рисунок 3.5 – Основні органи управління пульта Telecrane F24-10D

Компоновка органів оперування бездротового пульта Telecrane F24-10D, адаптованого для інтеграції на мостовому крані КМ-10, а також їхній безпосередній функціонал проілюстровані на рисунку 3.5. Засобами даного передавача реалізується

повний цикл технологічних команд, орієнтованих на маневрування мостом, вантажним візком та підйомним редуктором, включно з активацією звукового сповіщення та засобів аварійного вимкнення.

Безумовний пріоритет у структурі пасивного захисту має механічна кнопка аварійної зупинки «STOP» червоного кольору, винесена на верхню панель передавача. Її активація ініціює примусове та миттєве розірвання ланцюгів живлення всіх привідних електродвигунів крана незалежно від поточного алгоритму їхньої роботи, що мінімізує час реакції системи на аварійні загрози.

Перехід на бездротові технології виводить машиніста із зафіксованої кабіни кранового мосту на рівень підлоги, забезпечуючи йому прямий та безперервний візуальний контроль за переміщенням металоконструкцій, габаритами наявного обладнання та діями стропальників. Таке проєктне рішення ліквідує обмеження статичного кабінного огляду, нівелює деструктивні прояви людського чинника та оптимізує загальний рівень промислової безпеки.

Своєчасне сповіщення персоналу про початок маневрів або зміну просторового положення крана реалізується шляхом розгортання інтегрованої комбінованої системи сигналізації. Згідно з вимогами безпеки, безпосередній ініціалізації операцій підйому чи транспортування вантажу має передувати активація попереджувального звукового сигналу. Технічне виконання цього регламенту забезпечується натисканням окремої функціональної клавіші на переносному пульті дистанційного радіоуправління Telecrane.

Своєчасна просторова та акустична сигналізація про початок маневрування крановими приводами виступає первинним бар'єром для запобігання ризикам травмування персоналу в межах вантажно-розвантажувальної ділянки. При переведенні агрегату на бездротовий інтерфейс оперування особливого значення набуває автоматизація процесів попереджувального інформування стропальників і суміжних робітників, які перебувають на позначці підлоги. Функціональна ув'язка релейних ланцюгів, топографія розміщення пробліскових світлових сповіщувачів та

звукових сирен, а також загальна апаратна архітектура інтеграції засобів світлозвукової попереджувальної сигналізації мостового крана КМ-10 представлені на рисунку 3.6.

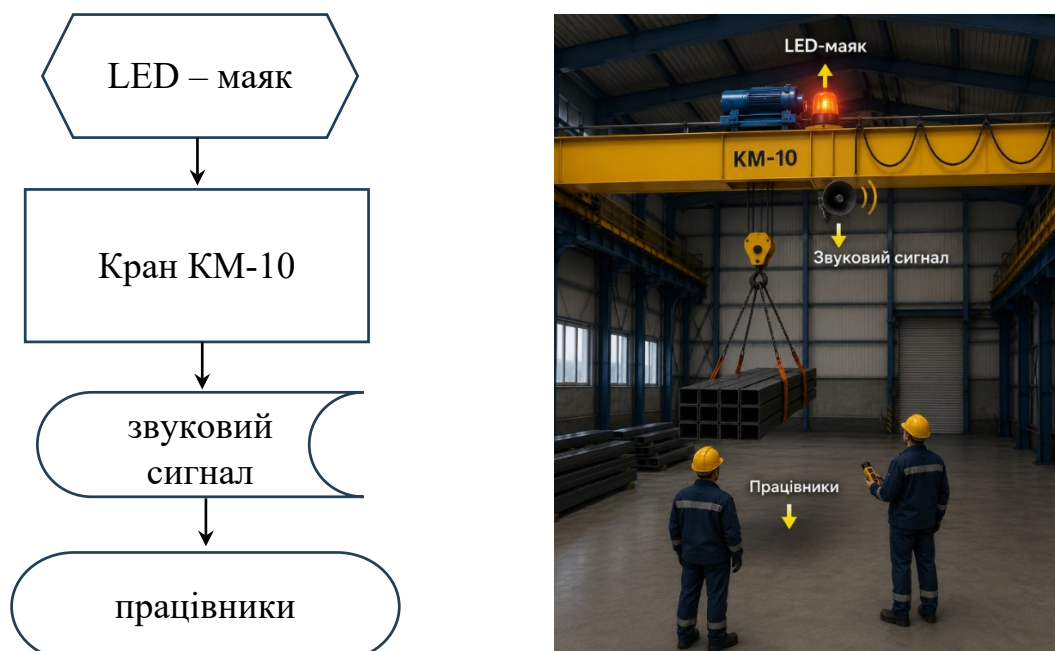


Рисунок 3.6 – Система попереджувальної сигналізації

Наведена схема комутації та логіка функціонування попереджувальних засобів підтверджують високу надійність проєктного рішення СУОП. Електричний ланцюг спроектовано таким чином, що при активації машиністом пульта Telecrane і натисканні стартової кнопки, релейний блок приймача автоматично, з випереджальним часовим таймаутом у 3-5 секунд до початку фізичного руху мосту або візка, запускає роботу цехового звукового ревуна та імпульсного світлодіодного маяка жовтого кольору.

Такий синергетичний світлозвуковий вплив, відображений на принциповій схемі, повністю ліквідує загрози раптового або несанкціонованого старту крана, забезпечує надійне привернення уваги працюючої зміни в умовах цехового акустичного навантаження (82-84 дБА) та надає стропальникам достатній часовий інтервал для виходу за межі потенційно небезпечної зони, що мінімізує вплив людського чинника на безпеку виробництва ТОВ «СЗМК».

Задля запобігання позаштатним та аварійним ситуаціям запропоновано багаторівневий комплекс апаратних автоблокувань:

- механічний фіксатор екстреного відключення «STOP» на пульті оператора;
- систему автоматичного аварійного вимкнення реле при розриві або згасанні радіосигналу;
- кінцевий вимикач обмеження висоти підйому вантажозахоплювального органу;
- кінцеві вимикачі обмеження величини ходу тримального мосту крана у крайніх точках підкранових колій;
- кінцеві вимикачі обмеження вибігу вантажного візка вздовж прольоту;
- кінцеві вимикачі безпеки, що блокують ланцюги живлення при відкритті дверей захисної шафи керування.

Послідовність проходження керуючих сигналів представлені на рисунку 3.7.

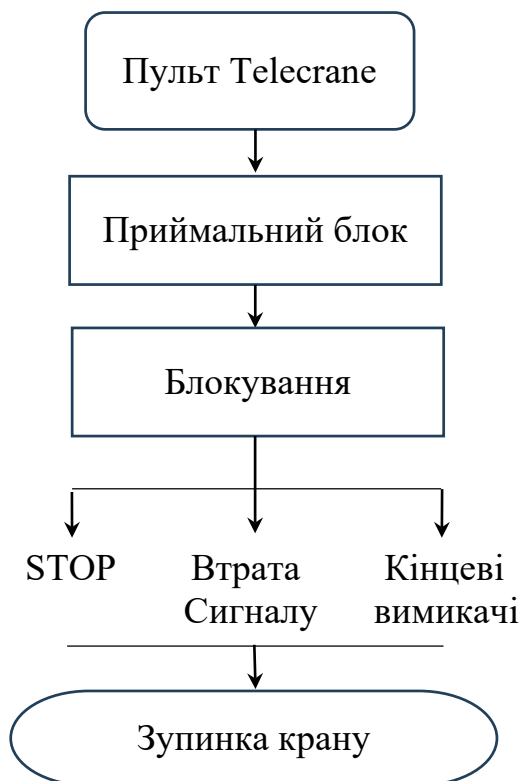


Рисунок 3.7 – Функціональна блок-схема логіки системи радіокерування

Програмно-апаратний алгоритм, відображений на блок-схемі, базується на безперервному циклічному опитуванні датчиків і кінцевих сповіщувачів. При фіксації будь-якого деструктивного чинника – будь то критичний перепідйом гакової підвіски, наближення мосту до тупикових упорів прольоту цеху ТОВ «СЗМК» або падіння напруги в силовій мережі 400 В – система автоматично розриває ланцюг живлення лінійного контактора. Мостовий кран КМ-10 працює від трифазної електричної мережі напругою 400 В. Пріоритет засобів максимального струмового та кінцевого аварійного захисту, проілюстрований на схемі, гарантує миттєве примусове накладання колодкових гальм, повністю виключаючи каскадний розвиток аварії через людський чинник та забезпечуючи стабільну безаварійну зупинку обладнання в особливий період.

Локалізація джерел механічної та електричної небезпеки у межах вантажно-розвантажувальної ділянки ТОВ «СЗМК» реалізується шляхом проєктування та розгортання комбінованої системи захисних огорожень і засобів візуальної інформації. Конструктивне виконання та міцнісні характеристики захисних бар'єрів повністю відповідають вимогам ДСТУ EN ISO 14120:2018, забезпечуючи надійну механічну ізоляцію небезпечних вузлів.

Згідно з ДСТУ ISO 7010:2019, на території ділянки та безпосередньо на корпусах силового обладнання передбачено обов'язкове розміщення знаків безпеки, диференційованих за такими цільовими групами:

- заборонні знаки: для превентивного блокування несанкціонованих дій персоналу в зонах підвищеної небезпеки (зокрема, заборона перебування під вантажем під час його просторового переміщення краном);
- попереджувальні знаки: для візуальної сигналізації про наявність діючих шкідливих чинників, включаючи знаки «Обережно! Електрична напруга» на апаратних шафах керування та «Обережно! Робота крана» в межах усього прольоту цеху;

– наказові знаки: для регламентації обов’язкового застосування сертифікованих засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), зокрема захисних касок стропальниками та спеціального взуття з металевим підноском;

– вказівні та евакуаційні знаки: для маркування просторового розташування первинних засобів пожежогасіння, аптечок домедичної допомоги, а також верифікації швидкісних маршрутів руху до захисної споруди цивільного захисту при активації сигналів тривоги в умовах воєнного стану в Сумській області.

З метою попередження загроз виробничого травматизму, на території об’єкта впроваджується інтегрований комплекс уніфікованих графічних символів і сигнальних кольорів. Повний перелік, міжнародна цифрова кодифікація, геометрична форма та прикладний регламент застосування засобів візуальної інформації у межах ТОВ «СЗМК» систематизовані та представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Номенклатура, кодифікація та цільове призначення знаків безпеки на вантажно-розвантажувальній дільниці (згідно з ДСТУ ISO 7010:2019)

Категорія (група) знака безпеки	Символічне графічне зображення знака (піктограма)	Офіційне нормативне найменування та смислове значення знака	Адресна локація та регламент застосування на об’єкті
Знаки обов’язкової дії		M014: «Зобов’язання використовувати засоби захисту голови» (захисні каски)	Обов’язковий до виконання на вхідному контурі дільниці для стропальників та суміжних робітників
		M015: «Зобов’язання використовувати захисний одяг підвищеної видимості» (сигнальні жилети)	Застосовується персоналом кранової бригади при провадженні навантажувально-транспортних операцій

Попереджувальні знаки		W015: «Попередження про наявність підвішеного вантажу» (вантаж у русі)	Розміщується на несучих колонах прольоту по всьому лінійному периметру зони оперування крана КМ-10
		W012: «Попередження про небезпеку ураження електричним струмом» (висока напруга)	Наноситься на зовнішні металеві поверхні дверцят апаратних шаф керування та силових щитів 380 В
Знаки заборони		P004: «Заборона проходу (рух пішоходів заборонено)»	Монтується на межах локальних «сліпих» зон огляду та складських майданчиках штабелювання конструкцій

З метою унеможливлення випадкового дотику персоналу до критичних вузлів устаткування, всі відкриті рухомі елементи механізмів, апаратні електричні шафи та лінії струмопідводу оснащуються стаціонарними захисними кожухами або суцільними бар'єрними огороженнями.

Додатково, відповідно до вимог санітарно-технічних стандартів, елементи кранових гаків, опорні частини кінцевих балок КМ-10, а також нижні межі захисних огорожень підлягають нанесенню сигнального попереджувального маркування у вигляді контрастних смуг жовтого та чорного кольорів під кутом 45°, що суттєво оптимізує візуальне сприйняття робочої обстановки та мінімізує вплив людського чинника.

Геометричні параметри смуг, колористичне розв'язання, кути нахилу графічних ліній, а також організаційно-технічне рішення та схема нанесення сигнального попереджувального маркування на конструктивні елементи мостового крана КМ-10 представлені на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – Організаційно-технічне рішення та схема нанесення сигнального попереджувального маркування на конструктивні елементи мостового крана КМ-10

Оцінка поточної специфіки праці свідчить, що значне вертикальне видалення кабіни від площини підлоги суттєво звужує можливості машиніста щодо оперативного контролю просторового положення вантажу, правильності фіксації стропів та точної локалізації персоналу в цеху. Під час транспортування важких великогабаритних елементів виникає ефект екранування, внаслідок чого окремі ділянки робочої зони опиняються поза секторами прямої видимості з кабіни, максимізуючи ризики виникнення позаштатних ситуацій.

Ускладнюється також процес взаємодії між членами кранової бригади, оскільки координація рухів вимагає безперервного залучення знакової (жестової) сигналізації

або засобів локального радіозв'язку. В умовах щільного акустичного фону, великих лінійних відстаней та незадовільних параметрів оглядовості з'являється висока ймовірність викривлення чи помилкової інтерпретації команд, що веде до збоїв під час виконання підйомних операцій. Перехід на дистанційне радіоуправління гарантує якісне зростання контролю за виробничим циклом, мінімізує ймовірність виникнення аварійних ситуацій та веде до планомірного зниження ризиків виробничого травматизму в ході експлуатації мостового крана КМ-10.

Нові межі переміщення оператора, безпечні зони візуального супроводу довгомірних балок, а також схема організації роботи мостового крана КМ-10 після впровадження системи бездротового радіокерування Telecrane F24-10D представлені на рисунку 3.9.



Рисунок 3.9 – Організація роботи мостового крана КМ-10 після впровадження системи дистанційного радіоуправління Telecrane F24-10D

Комплексна оцінка специфіки експлуатації мостового крана КМ-10 та умов виконання вантажно-розвантажувальних операцій дозволила сформувати перелік

інженерно-технічних рекомендацій, орієнтованих на підвищення загального рівня промислової й електричної безпеки персоналу:

- обґрунтовано обов'язковість інтеграції надійного захисного заземлення тримального мосту, шаф керування, корпусів приводних електродвигунів та стаціонарного приймального блока бездротової системи;
- впроваджено експлуатаційний регламент доповнено вимогами щодо проведення періодичного інструментального моніторингу параметрів ізоляції та цілісності заземлювальних пристроїв;
- впроваджено попереджувальне інформування робітників про ініціалізацію підйомних операцій реалізується через розгортання комбінованої системи сигналізації, яка поєднує акустичні блоки пульта та оптичні пробіскові маяки жовтого кольору;
- впроваджено пасивний захист дільниці – монтаж бар'єрних огорожень навколо відкритих рухомих і струмоведучих елементів, нанесення контрастної сигнальної розмітки меж небезпечних зон та розміщення стандартних графічних знаків безпеки.

3.3 Висновки до розділу 3

Резюмуючи результати розрахунково-конструкторського етапу проєкту, інтеграція промислової системи бездротового дистанційного радіокерування Telecrane F24-10D на двобалковому мостовому крані КМ-10 позиціонується як високотехнологічне, інженерно виправдане та превентивно обґрунтоване рішення.

Практична реалізація цього заходу радикально трансформує систему управління охороною праці (СУОП) на вантажно-розвантажувальній дільниці, оскільки виведення оператора на рівень підлоги цеху ліквідує кабінні обмеження огляду, повністю нівелює комунікативні бар'єри у ланцюзі «машиніст – стропальник» та мінімізує латентні загрози, обумовлені суб'єктивним людським чинником. Сформована бездротова архітектура оперування приводами усуває передумови для виникнення позаштатних

ситуацій, суттєво обмежує індекси виробничого травматизму та інтенсифікує загальну продуктивність і стійкість функціонування промислового майданчика ТОВ «СЗМК».

Планомірне зростання експлуатаційної надійності підйомно-транспортного устаткування, реалізоване в синергії з розгортанням кінцевих автоблокувань, модернізацією світлозвукової сигналізації та захисного заземлення силової мережі 380 В, утворює суцільний контур промислової безпеки. Впровадження розробленого комплексу інженерних рішень забезпечує безумовне збереження життя і ментального здоров'я працюючої зміни, нівелює техногенні ризики пошкодження матеріальної бази та гарантує стабільне, безперебійне провадження виробничо-господарської діяльності підприємства в умовах дії особливого правового режиму воєнного стану у прикордонній Сумській області.

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Заходи щодо попередження виникнення аварій на об'єкті

Оперативна ідентифікація небезпечних чинників, забезпечення регламентного технічного стану агрегатів та інтеграція інноваційних засобів автоматичного моніторингу утворюють базис, що дозволяє усунути передумови для розвитку аварій або локалізувати їхні деструктивні наслідки на ранніх стадіях.

За своєю виробничо-технологічною специфікою ТОВ «Сумський завод металоконструкцій» позиціонується як об'єкт машинобудівного та металообробного профілю. Експлуатаційна база заводу охоплює важкі вантажопідіймальні споруди, зварювальне устаткування, внутрішні електромережі напругою до 1000 В та розвинені аспіраційно-вентиляційні системи. Особливістю географічного розташування об'єкта є його дислокація у межах Сумської області, що в умовах чинного правового режиму воєнного стану зумовлює постійний тиск прямих загроз і високу ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій воєнного характеру.

Специфікація технологічних процесів та поточні зовнішні умови дозволяють класифікувати найбільш критичні потенційні ризики за такими категоріями:

- аварійні відмови та деструкція вузлів вантажопідіймального обладнання;
- падіння або неконтрольований вибіг транспортувальних об'єктів за межі габаритів;
- виникнення пожеж через недотримання регламентів вогневих (зварювальних) робіт;
- аварійні режими в електромережах, зокрема короткі замикання в електроустаткуванні;
- деформація або руйнування капітальних конструктивних елементів виробничої будівлі;

- вибухи газоповітряних сумішей у ході виконання газополум'яних технологічних операцій;
- системні збої та довготривалі аварії на лініях зовнішнього електропостачання;
- надзвичайні ситуації, викликані безпосереднім веденням бойових дій (воєнні ризики).

Кожна з ідентифікованих категорій небезпеки потребує розгортання та практичного виконання адресного комплексу організаційно-технічних та інженерно-профілактичних заходів.

Попередження аварій під час експлуатації мостового крана

Виконання вантажно-розвантажувальних операцій із залученням мостового крана КМ-10 належить до категорії технологічних процесів із підвищеною матеріальною та організаційною відповідальністю. Емпіричні дані щодо промислового травматизму вказують на те, що домінантна частка аварійних ситуацій під час експлуатації підйомних споруд зумовлена технічними відмовами редукторів і приводів, деструкцією (обривом) сталевих канатів, дефектами стропування, а також помилковими діями кранової бригади.

Профілактика зазначених аварійних ризиків потребує розгортання чіткого регламенту контрольно-наглядових процедур, що включає такі заходи:

- організацію щозмінних візуальних та інструментальних перевірок агрегату;
- планове проведення періодичних повних і часткових технічних оглядів;
- виконання позачергових експертних обстежень після завершення ремонтних робіт;
- інструментальний моніторинг геометрії підйомного гака та поточного стану канатних пасом;
- верифікацію надійності замикання гальмівних механізмів крана;
- функціональне тестування кінцевих вимикачів обмеження ходу;
- перевірку працездатності інтегрованих комплексів екстреної зупинки.

Особливий інженерний контроль покладається на моніторинг знімних вантажозахоплювальних пристроїв. Усі експлуатовані стропи, траверси та кліщові захоплювачі підлягають регулярним статичним і динамічним випробуванням із обов'язковим нанесенням клейма (маркування) із зазначенням граничного індексу вантажопідйомності та дати наступної перевірки.

Додатковим фактором пасивного захисту виступає наявність механічного фіксатора «STOP» та системи автоматичного розмикання реле при згасанні радіосигналу, що мінімізує час відгуку обладнання на виникнення позаштатних загроз.

Попередження аварій електротехнічного характеру

Насиченість виробничих ліній заводу обладнанням, що функціонує від промислової трифазної мережі напругою 380 В, обумовлює високі вимоги до надійності енергоспоживачів. Експертний аналіз ризиків дозволяє виділити такі ключові чинники техногенних відмов в електричних установках:

- природна деструкція та старіння діелектричних властивостей ізоляції;
- випадкові механічні пошкодження кабельних ліній та струмопідводів;
- тривалі перевантаження внутрішньоцехових електричних мереж;
- виникнення міжфазних коротких замикань;
- відмови або нерегульоване спрацювання апаратів комутаційного захисту;
- критичне підвищення опору або фізичний розрив контуру захисного заземлення.

Превентивний захист енергомереж від зазначених аварійних режимів реалізується через систему планово-попереджувальних заходів, що включає:

- інструментальне вимірювання опору ізоляції струмоведучих жил;
- безперервний автоматичний моніторинг параметрів якості електроенергії;
- періодичне тестування струмо-часових характеристик спрацювання автоматичних вимикачів;
- ревізію металевих зв'язок та вимірювання опору розтіканню струму заземлювальних пристроїв;

- безконтактний тепловізійний контроль температурних аномалій контактних з'єднань в електрощитових;

- суворе ведення та аудит журналів технічного обслуговування електроустановок.

Особливе інженерне значення має моніторинг цілісності контуру захисного заземлення. Його стабільне функціонування не лише нівелює ризики електротравматизму серед персоналу, а й виключає розвиток системних аварійних режимів у силових ланцюгах кранового та технологічного устаткування.

Організація протипожежного режиму та заходи запобігання вибухонебезпечним ситуаціям на підприємстві

Специфіка ТОВ «СЗМК» передбачає регулярне виконання вогневих, електрозварювальних та газополум'яних операцій, які за вимогами НАПБ належать до категорії підвищеної пожежної небезпеки.

Комплексна пожежна профілактика на виробничих дільницях базується на суворому дотриманні організаційних та інженерних регламентів, а саме:

- оформленні та погодженні нарядів-допусків на виконання робіт із підвищеною вогневою небезпекою;

- попередній санітарній зачистці та звільненні радіуса проведення робіт від будь-яких горючих речовин;

- первинному оснащенні кожного робочого місця сертифікованими засобами пожежогасіння;

- обов'язковому післяопераційному часовому контролю місця зварювання після його завершення;

- підтримці регламентної кратності повітрообміну та справності аспіраційних і вентиляційних систем.

У межах досліджуваного об'єкта найбільш раціональним є комбіноване залучення порошкових та вуглекислотних первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників). Їхні фізико-хімічні властивості демонструють максимальну

вогнегасну спроможність при ліквідації пожеж класів А, В, С, а також електроустановок під напругою, що повністю відповідає специфіці металообробного виробництва.

Підвищення стійкості функціонування об'єкта та попередження загроз воєнно-техногенного походження

В умовах тривалого правового режиму воєнного стану діяльності промислового об'єкта стає розгортання системи цивільного захисту, адаптованої до відбиття загроз, зумовлених безпосереднім веденням бойових дій.

Мінімізація наслідків зазначених надзвичайних подій та забезпечення виживання персоналу реалізується шляхом практичного виконання комплексу таких організаційно-інженерних заходів:

- підтримання у постійній експлуатаційній готовності локальних систем внутрішньоцехового оповіщення;
- забезпечення безперешкодного оперативного доступу працюючих до захисної споруди цивільного захисту (укриття);
- проектування, верифікація та практичне відпрацювання схем і маршрутів швидкої евакуації персоналу;
- регулярне проведення тренувань та інструктажів щодо дій трудового колективу за сигналом «Повітряна тривога»;
- формування автономного резерву та розгортання мережі аварійного (евакуаційного) освітлення дільниці;
- створення та підтримання оперативного запасу засобів індивідуального захисту та первинних засобів пожежогасіння;
- призначення та навчання уповноважених відповідальних осіб з питань організації заходів цивільного захисту на об'єкті.

Задля систематизації потенційних загроз техногенного, пожежного та воєнного походження, а також обґрунтування превентивних інженерних бар'єрів розроблено

зведену матрицю безпеки. Критеріальний розподіл джерел аварій та комплекс протиаварійних рішень для умов ТОВ «СЗМК» представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Матриця потенційних джерел аварійних ситуацій та комплекс превентивних інженерно-технічних заходів цивільного захисту

Категорія та характер потенційної аварії (інциденту)	Первинна інженерно-технічна причина виникнення	Комплекс превентивних інженерно-профілактичних та захисних заходів
Неконтрольоване просторове падіння вантажу	Експлуатаційний знос або приховані дефекти знімних вантажозахоплювальних пристроїв; дефіцит уваги та помилки членів бригади	Регламентний огляд, бракування й випробування стропів і тари; капіталізація знань та навчання персоналу за програмами НПАОП
Конструктивна аварія мостового крана КМ-10	Механічні пошкодження, втома металу або раптові відмови приводних механізмів і редукторів	Проведення планових повних і часткових технічних оглядів (ПТО/ЧТО); експертне статичне й динамічне випробування агрегату
Летальний або важкий електротравматизм	Деградація, старіння або механічний пробій діелектричного шару ізоляції провідників і силових кабелів	Розрахунок і монтаж контуру захисного заземлення мережі 380 В; плановий мегомметричний контроль стану ізоляції обладнання
Виникнення локального вогнища пожежі (займання)	Термічний вплив розплавленого металу та іскор при провадженні вогневих	Обов'язкове оформлення нарядів-допусків на виконання небезпечних робіт; розгортання

	(електрозварювальних) операцій	первинних засобів пожежогасіння
Руйнування несучих будівельних елементів корпусу	Пряме вогневе ураження внаслідок бойових дій (ракетні удари, артилерійські обстріли, детонація ударних БПЛА)	Логістичне забезпечення схем евакуації; оперативне розосередження працюючої зміни у капітальній захисній споруді
Раптове знеструмлення та аварійний блекаут	Каскадні пошкодження зовнішніх магістральних інженерних мереж та трансформаторних підстанцій	Розгортання автономних джерел живлення; інтеграція автоматичних систем аварійного та евакуаційного LED-освітлення

Отже, запобігання аварійним ситуаціям на ТОВ «Сумський завод металоконструкцій» будується на принципах системної інтеграції технічного нагляду за обладнанням, жорсткого виконання регламентів пожежної та електричної безпеки, модернізації інтерфейсу оперування мостовим краном, а також розгортання цільових алгоритмів цивільного захисту. Практичне впровадження розроблених інженерно-профілактичних рішень забезпечує планомірну мінімізацію ризиків виникнення техногенних відмов та формує надійний базис для безперебійного функціонування промислового об'єкта під впливом інтенсивних зовнішніх загроз та викликів сучасного воєнного стану.

4.2 Інженерно-технічні рішення щодо захисту та екстреного розосередження персоналу підприємства у кризових ситуаціях

Метою розроблених превентивних рішень є забезпечення життєдіяльності працюючих, планомірному зниженні травматизму, мінімізації санітарних і

безповоротних втрат від проявів небезпечних чинників, а також у підтримці операційного потенціалу підприємства в особливий період. Небезпеку для персоналу в цих умовах становлять ракетні удари, атаки безпілотних літальних апаратів (БПЛА), вторинне уламкове ураження, виникнення вогнищ займання, руйнування інженерно-транспортних комунікацій та дестабілізація зовнішнього енергопостачання.

Додаткове ризикове навантаження – робочий простір цехів насичений обладнанням підвищеної небезпеки, зокрема важкими мостовими кранами, зварювальними агрегатами, вантажопідіймальними механізмами та внутрішніми мережами промислової напруги 400 В. У разі зовнішнього впливу або екстреного переривання технологічного циклу за сигналом «Повітряна тривога» зазначений комплекс устаткування здатен згенерувати додаткові загрози (падіння вантажів, ураження струмом тощо). З огляду на це, архітектура цивільного захисту об'єкта орієнтована не лише на оперативну евакуацію людей в укриття, а й на розробку чіткого регламенту безаварійного переведення обладнання у безпечний статичний стан.

Адресна програма захисту персоналу промислового об'єкта передбачає практичне розгортання та реалізацію таких взаємопов'язаних етапів:

- модернізацію локальних систем автоматичного та диспетчерського оповіщення;
- безаварійне припинення роботи та деенергетизацію технологічного обладнання;
- планомірне виведення (евакуацію) працюючих за затвердженими маршрутами;
- використання сертифікованих захисних споруд цивільного захисту (укриттів);
- первинне забезпечення колективу засобами індивідуального захисту (ЗІЗ);
- підтримання постійної експлуатаційної готовності первинних засобів пожежогасіння;
- регулярне проведення протиаварійних тренувань та навчання діям у кризових умовах;

– організацію та відпрацювання алгоритмів надання домедичної допомоги постраждалим.

Ефективність захисту кадрового потенціалу безпосередньо забезпечується оперативністю та своєчасністю трансляції інформації про загрозу. Швидкість доведення сигналів цивільного захисту до працюючих є критичним чинником, оскільки вона визначає часовий резерв, необхідний для безпечної зупинки обладнання та евакуації колективу в захисну споруду.

У межах промислового об'єкта передбачено розгортання дубльованої багаторівневої системи оповіщення. Її архітектура розрахована на гарантовану передачу інформаційних повідомлень у будь-яку точку виробничого корпусу, незалежно від поточного рівня технологічного шуму. Диспетчеризація сигналів реалізується через інтеграцію таких каналів та інструментів комунікації:

- засобів централізованої державної системи цивільного захисту;
- мережі локальних електросирен із високим рівнем звукової потужності;
- цехової системи гучномовного зв'язку та трансляційних ліній;
- мобільних операторів та корпоративних цифрових месенджерів;
- внутрішньої абонентської телефонної мережі підприємства;
- адресного (усного) інформування уповноваженими відповідальними особами.

Безпосередньо після фіксації звукового сигналу «Увага всім!» (завивання сирен) персонал зобов'язаний миттєво припинити виконання будь-яких технологічних операцій, забезпечити сприйняття подальших мовних інструкцій та діяти у суворій відповідності до затвердженого протиаварійного регламенту.

Організаційно-технічна структура передачі внутрішніх сигналів, ієрархія взаємодії диспетчерських і технічних служб заводу, а також генеральна схема оповіщення персоналу виробничого корпусу у разі виникнення надзвичайної ситуації представлені на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 – Організаційно-технічна схема функціонування системи оперативного оповіщення персоналу підприємства

Архітектура побудови інформаційних потоків, що відображена на схемі, базується на принципах дублювання каналів зв'язку та автоматизації процесів активації звукових і мовних сповіщувачів у межах цеху безпосередньо до кожного працівника кранової та зварювальної бригад ТОВ «СЗМК», що унеможливилює виникнення затримок під час екстреної безаварійної зупинки обладнання та забезпечує максимальну швидкість подальшого евакуаційного розгортання колективу в межах прикордонного регіону Сумської області.

Після сигналу цивільного захисту про повітряну загрозу оператор мостового крана КМ-10 (машиніст із переносним радіопультотом Telecrane) зобов'язаний невідкладно виконати такий технічний регламент:

- припинити поточну просторову орієнтацію металоконструкцій;
- здійснити посадку (опускання) вантажу на підлогу цеху або заздалегідь відведену інженерну дільницю складування;

- заблокувати ходові механізми вантажного візка та тримального мосту крана;
- вимкнути живлення апаратного комплексу шляхом активації фіксатора екстреного вимкнення «STOP» та відключення головного автоматичного вимикача;
- переміститися за затвердженим маршрутом евакуації у захисну споруду цивільного захисту.

У цей час стропальник здійснює оперативний візуальний моніторинг території ділянки задля підтвердження відсутності сторонніх осіб у межах маркованої небезпечної зони, припиняє будь-які допоміжні операції та організовано прямує до сховища.

Задля досягнення високої оперативності евакуаційного процесу у межах об'єкта запропановано комплекс нормативно-графічних документів:

- деталізовані плани евакуації персоналу виробничих ділянок;
- схеми просторових маршрутів руху безпосередньо до захисних споруд цивільного захисту;
- картографічні покажчики точної локалізації сховищ та укриттів на території підприємства;
- регламент взаємодії та координації дій між уповноваженими відповідальними особами;
- покрокові інструкції й індивідуальні протиаварійні алгоритми для працюючих.

Належний експлуатаційний стан евакуаційних шляхів і виходів контролюється на постійній основі. Усі вихідні вузли, коридори та тамбури мають залишатися абсолютно вільними від складування металоконструкцій, металобрухту чи стороннього обладнання, а також оснащуються стандартними світловими покажчиками та графічними індикаторами напрямку руху з високою видимістю.

Геометричні параметри цехових прольотів, розрахункові швидкісні вектори руху працюючої зміни, просторове розташування евакуаційних виходів, а також генеральна

схема просторової логістики та маршрутів екстреної евакуації персоналу виробничого корпусу до стаціонарного заглибленого сховища представлені на рисунку 4.2.



Рисунок 4.2 – Організаційно-графічна схема просторової логістики та маршрутів екстреної евакуації персоналу виробничого корпусу

Надійне колективне убезпечення персоналу промислового об'єкта досягається шляхом його укриття у спеціалізованій захисній споруді цивільного захисту, розташованій безпосередньо у межах території заводу.

У межах даного дипломного проєкту виконано натурно-експертне обстеження наявного сховища (укриття), що функціонує на підприємстві. Оцінку технічного стану споруди проведено крізь призму її спроможності забезпечити комплексний захист і виживання працюючої зміни при виникненні надзвичайних ситуацій воєнного характеру.

Архітектурно-планувальне розв'язання, інженерний захист герметичних дверей, а також просторова геометрія та облаштування тамбур-шлюзу входу до капітальної захисної споруди цивільного захисту підприємства ТОВ «СЗМК» представлені на рисунку 4.3.



Рисунок 4.3 – Організаційно-технічна схема та архітектурне рішення входу до захисної споруди цивільного захисту

Параметри вхідного контуру сховища повністю відповідають вимогам діючих будівельних норм, забезпечуючи захист від дії повітряної ударної хвилі, осколкового ураження та проникнення токсичних продуктів горіння чи зварювальних аерозолів у разі виникнення каскадних пожеж у цеху. Тамбурна система та посилені захисно-герметичні двері, що відображені на схемі, гарантують безпечний прийом евакуаційних потоків персоналу та стабільну герметизацію внутрішнього корисного об'єму споруди впродовж усього нормативного періоду автономного життєзабезпечення працюючої зміни.

Конструктивні параметри вертикальних комунікацій сховища спроектовані з урахуванням граничних ергономічних навантажень та необхідності забезпечення високої пропускної здатності в момент екстреного заповнення об'єкта. Архітектурне планування, кут нахилу маршів та ширина проступу сходового спуску до підземної захисної споруди цивільного захисту ТОВ «СЗМК» представлені на рисунку 4.4.



Рисунок 4.4 – Інженерно-графічне рішення сходового спуску до захисної споруди

Сполучення з основним об'ємом сховища реалізовано за допомогою залізобетонного сходового маршу, параметри якого розраховані на швидке і безперешкодне переміщення робочої зміни до внутрішніх захисних приміщень.

Об'ємно-просторова архітектура, габаритна ширина проходів, розташування несучих стінових захисних конструкцій, а також інженерно-технічне рішення розподільного коридору капітальної захисної споруди цивільного захисту ТОВ «СЗМК» представлені на рисунку 4.5.



Рисунок 4.5 – Архітектурно-планувальне розв’язання захисної споруди

Корисна площа та кубатура внутрішнього простору сховища повною мірою задовольняють вимогам щодо тривалого та безпечного перебування найбільшої працюючої зміни підприємства на весь період дії загроз.

Об'ємно-планувальні рішення відсіків для відпочинку підпорядковані жорстким санітарно-технічним регламентам щодо забезпечення безпечних умов тривалого перебування працюючої зміни. Геометричні параметри корисного об'єму, зонована схема розгортання двоярусних нар, питома площа в розрахунку на одну особу, а також загальне архітектурно-технічне вирішення приміщення для перебування персоналу в захисній споруді цивільного захисту ТОВ «СЗМК» представлені на рисунку 4.6.

Просторова конфігурація та ергономічні характеристики основного відсіку сховища, що відображені на схемі, повністю відповідають нормативам будівельних і

медико-санітарних стандартів, гарантуючи захист колективу від надлишкового тиску ударної хвилі, осколкового ураження та проникаючої радіації.



Рисунок 4.6 – Архітектурно-планувальне розв’язання та схема облаштування приміщення для перебування персоналу в укритті

Інтегроване інженерне облаштування залу забезпечує стабільну роботу припливно-витяжної вентиляції з очищенням повітря, підтримання оптимального мікроклімату та належну світлотехнічну інсоляцію, створюючи необхідні умови для психофізіологічного відновлення і збереження життя кранової, зварювальної та інших виробничих бригад заводу в особливий період.

Постійна готовність до локалізації та ліквідації осередків займання виступає невід’ємним елементом комплексної системи протипожежного захисту кадрового потенціалу. Актуальність цього напрямку посилюється ризиками виникнення пожеж як через порушення регламентів технологічних процесів (виробничий чинник), так і

внаслідок прямого термічного або осколкового впливу засобів ураження під час ведення бойових дій (воєнний чинник).

Організація надійного протипожежного захисту промислового об'єкта передбачає просторове розгортання первинних засобів ліквідації загорянь безпосередньо у зонах ведення вогневих (зварювальних) та вантажних операцій. Конструктивне виконання, нормативна комплектація інструментом, вогнегасниками та протипожежним інвентарем, а також просторове розміщення стаціонарного пожежного щита на території підприємства ТОВ «СЗМК» представлені на рисунку 4.7.



Рисунок 4.7 – Технічне рішення та нормативна комплектація пожежного щита на території підприємства

Своєчасне застосування розгорнутого арсеналу первинного пожежогасіння дозволяє ліквідувати термічні аномалії безпосередньо в момент їхнього зародження. Це мінімізує час вільної еволюції полум'я і повністю унеможливорює трансформацію локального інциденту в повномасштабну виробничу пожежу.

Інтеграція діючої захисної споруди, розгортання дубльованих каналів оповіщення, постійна експлуатаційна готовність евакуаційних шляхів та засобів локалізації вогнищ займання у поєднанні з належним рівнем підготовки працюючих гарантують якісне зростання захищеності колективу при виникненні техногенних чи воєнних загроз. В умовах сучасного правового режиму воєнного стану розроблені

превентивні рішення безпосередньо забезпечують збереження життя і здоров'я кадрового потенціалу підприємства.

4.3 Організація взаємодії з населенням у кризових ситуаціях

У разі виникнення позаштатної ситуації радіус поширення небезпечних і шкідливих чинників (токсичних продуктів горіння, вибухових хвиль, уламків конструкцій) може вийти за периметр промислової зони. За таких умов виникає пряма загроза для прилеглих житлових масивів, транспортних комунікацій та об'єктів соціально-побутової інфраструктури. З огляду на це, розроблені об'єктові превентивні та ліквідаційні заходи інтегруються у загальний безпековий контур системи цивільного захисту відповідної територіальної громади.

Мінімізація втрат серед цивільного населення при виникненні загроз техногенного чи воєнного характеру безпосередньо залежить від оперативності функціонування засобів масової комунікації. Швидкість і повнота трансляції сигналів цивільного захисту є ключовим інженерно-організаційним критерієм, який визначає часовий інтервал, необхідний для переходу громадян у захисні споруди та укриття.

На сучасному етапі інформування суспільства реалізується через розгортання таких взаємопов'язаних технічних платформ та інструментів:

- територіальних автоматизованих систем централізованого оповіщення (ТАСЦО);
- мережі стаціонарних електросирен для подачі загального сигналу цивільного захисту;
- спеціалізованого мобільного застосунку «Повітряна тривога»;
- технології широкомовного SMS-сповіщення (Cell Broadcast (Сел-Бродкаст)) від операторів стільникового зв'язку;
- офіційних вебресурсів та інформаційних порталів органів державної влади;
- державних та регіональних каналів телевізійного і радіомовлення;

- цифрових інформаційних майданчиків органів місцевого самоврядування у соціальних мережах;
- мобільних гучномовних комплексів, що базуються на спецавтотранспорті підрозділів ДСНС та Національної поліції.

При виникненні великомасштабної виробничої аварії або позаштатної ситуації на промисловому майданчику підприємства, оперативна інформація підлягає негайній передачі черговому диспетчеру територіальних органів ДСНС України, структурам місцевого самоврядування та спеціалізованим службам екстреного реагування.

Своєчасна трансляція сигналів цивільного захисту та оперативна інформаційна координація персоналу в кризових умовах виступають базовим безпековим імперативом для промислового об'єкта. Організаційно-технічна структура передачі сигналів, ієрархія взаємодії диспетчерських служб, а також генеральна схема оповіщення населення та працюючої зміни у разі виникнення надзвичайної ситуації представлені на рисунку 4.8.



Рисунок 4.8 – Організаційно-технічна схема функціонування системи оповіщення

Архітектура побудови інформаційних потоків, що відображена на схемі, базується на принципах дублювання каналів зв'язку та автоматизації процесів активації звукових і мовних сповіщень.

У структурі першочергових ліквідаційних заходів після фіксації факту надзвичайної події, визначення меж небезпечної зони та повне блокування доступу сторонніх осіб до периметра ймовірного ураження.

Задля гарантування безпеки цивільного населення проєктне рішення передбачає реалізацію такого інженерно-організаційного комплексу:

- оперативний монтаж сигнальних огорожувальних стрічок та бар'єрів;
- виставлення тимчасових попереджувальних знаків та інформаційних показників;
- розгортання постів чергування уповноважених відповідальних осіб;
- примусове перекриття або обмеження руху міського транспорту на суміжних ділянках;
- забезпечення безперервного жорсткого контролю доступу до ізольованого периметра.

Особливої стратегічної ваги зазначені заходи локалізації набувають унаслідок повітряних (ракетних) ударів, коли зберігається критичний ризик повторного ураження або раптового обрушення нестабільних, пошкоджених конструктивних елементів будівель цеху.

За умови виникнення безпосередньої загрози життю та здоров'ю цивільних громадян, планомірне виведення (евакуація) людей із зони потенційного ураження розглядається як найбільш раціональний і дієвий спосіб колективного захисту (транспортування населення за межі небезпечного периметра до заздалегідь визначених безпечних районів із паралельним забезпеченням нормативних умов для їхнього тимчасового життєзабезпечення).

Технологічна схема організації та супроводу евакуаційного процесу потребує виконання таких етапів:

- чітке просторове визначення меж і радіуса зони евакуації;
- проектування та верифікація безпечних наземних маршрутів руху;
- організація та логістичне забезпечення процесу транспортного супроводження;
- розгортання та координація медичного забезпечення евакуйованих осіб;
- формування та логістичне облаштування збірних пунктів евакуації (ЗПЕ);
- ведення первинного обліку, реєстрації та верифікації переміщених осіб.

Системна організація медичного забезпечення є невід’ємним елементом цивільного захисту територіальної громади.

До переліку пріоритетних інженерно-організаційних завдань медичного захисту віднесено:

- невідкладне надання домедичної допомоги в осередках ураження;
- проведення кваліфікованого медичного сортування постраждалих осіб за ступенем важкості травм;
- логістичний супровід та евакуацію поранених до профільних лікувальних закладів;
- безперебійне забезпечення базовими лікарськими засобами та медикаментами;
- надання фахової психологічної підтримки та купування гострих стресових станів у населення.

Завдяки розвиненому інфраструктурному комплексу, наявності значних корисних площ, парку автономних джерел енергоживлення та капітальних захисних споруд, ТОВ «Сумський завод металоконструкцій» інтегрується у загальну муніципальну систему заходів цивільного захисту.

За умов тривалої дестабілізації енергосистеми наявні енергетичні потужності заводу дозволяють реалізувати такі функції:

- оперативне розгортання пунктів колективного заряджання мобільних пристроїв та гаджетів громадян;

- енергозабезпечення автономних засобів та станцій локального радіо- та супутникового зв'язку;
- безперервне функціонування внутрішньоквартальних ліній аварійного й евакуаційного освітлення;
- подачу живлення на приводи насосного обладнання автономних свердловин чи локальних систем водопостачання;
- технологічне забезпечення та безперебійне енергоживлення пунктів незламності.

Базуючись на автономній генерації, технічні служби заводу спроможні організувати промисловий підігрів води та розгорнути стаціонарний пункт видачі гарячої води для мешканців прилеглих житлових масивів під час осінньо-зимового періоду. Повний комплекс засобів, а також нормативно-технічна матриця залучення ресурсів промислового майданчика ТОВ «СЗМК» задля підтримки цивільного населення у кризових ситуаціях представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Організаційно-технічна матриця залучення ресурсів ТОВ «СЗМК» для забезпечення життєдіяльності та захисту цивільного населення

Матеріально-технічний та кадровий ресурс об'єкта	Офіційний вектор та інженерно-організаційний напрям залучення в інтересах громади
Стаціонарний дизельний генератор автономного живлення	Організація резервного (аварійного) електропостачання об'єктів критичної інфраструктури, житлового сектору та пунктів життєзабезпечення
Капітальна заглиблена захисна споруда цивільного захисту	Превентивне та оперативне укриття цивільного населення при виникненні безпосередніх загроз повітряного або вогневого ураження

Вільні опалювальні площі виробничих приміщень корпусу	Розгортання та матеріально-технічне забезпечення стаціонарного автономного Пункту Незламності на промисловому майданчику
Модернізована система штучного вуличного LED-освітлення	Аварійне світлотехнічне висвітлення прилеглих територій підприємства, евакуаційних шляхів та зон розосередження людей
Резервуари та стаціонарні запаси дистильованої і питної води	Екстрене безперебійне забезпечення цивільних громадян водою нормативної якості при пошкодженні міських водогінних мереж
Внутрішньозаводські автономні засоби та канали зв'язку	Дискретна передача оперативної інформації, трансляція сигналів ДСНС та координація дій населення при блекаутах
Кваліфікований персонал та інженерно-технічні кадри заводу	Організація волонтерських груп, надання домедичної допомоги та залучення до ліквідації вторинних наслідків інцидентів

Отже, у специфічних умовах прикордонного розташування Сумської області та тривалої дії правового режиму воєнного стану розроблені алгоритми взаємодії набувають стратегічного значення. Створення надійного безпекового простору надає можливість мінімізації санітарних втрат і збереження життя людей.

4.4 Висновок до розділу 4

У розділі були розроблені заходи, спрямовані на запобігання аваріям, захист працівників підприємства та забезпечення безпеки населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного або воєнного характеру.

Для зниження ризику виникнення аварій розроблено комплекс профілактичних заходів. Він передбачає постійний контроль технічного стану мостового крана КМ-10, редукторів, електрообладнання, зварювальних постів та посудин, що працюють під тиском. Запропоновано регулярно проводити технічні огляди обладнання, перевіряти справність захисного заземлення, систем сигналізації та блокування, дотримуватися вимог пожежної безпеки, а також забезпечувати готовність резервних джерел електропостачання.

Встановлено, що безпека працівників значною мірою залежить від ефективної системи оповіщення, своєчасного зупинення обладнання під час надзвичайних ситуацій, організованої евакуації та швидкого укриття персоналу в захисних спорудах.

Під час роботи також було проведено оцінювання наявного укриття цивільного захисту підприємства. Встановлено, що наявність захисної споруди, первинних засобів пожежогасіння, відпрацьованих маршрутів евакуації та належної підготовки працівників суттєво знижує ризик травмування і загибелі людей у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Реалізація запропонованих заходів сприятиме підвищенню рівня безпеки праці, збереженню життя і здоров'я працівників та забезпеченню стабільної роботи підприємства навіть в умовах воєнного стану.

РОЗДІЛ 5 СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

5.1 Реалізації політики корпоративної соціальної відповідальності на підприємстві

В межах даного дипломного проєкту проведено комплексний інженерно-економічний аудит та виконано оцінку базового стану реалізації політики корпоративної соціальної відповідальності на ТОВ «СЗМК». Аналітичною та нормативно-правовою базою дослідження виступили чинний Колективний договір підприємства, Положення про кадрову політику, внутрішні звіти служби охорони праці та цивільного захисту, а також балансові відомості витрат на природоохоронні та соціальні заходи за попередній звітний період.

Результати натурного обстеження та аналізу документації свідчать, що базова архітектура соціально-екологічної відповідальності на об'єкті проєктування має системний характер, проте функціонує переважно за реактивним (наздоганяючим) принципом. На ТОВ «СЗМК» наразі діють та безперервно реалізуються такі елементи базової системи Корпоративної соціальної відповідальності (КСВ):

- адміністративно-правове регулювання трудових відносин: на підприємстві забезпечено суворе дотримання законодавчих норм щодо офіційного працевлаштування колективу, регламентації тривалості робочої зміни, надання щорічних оплачуваних відпусток та фінансування закладеного пакету соціального страхування. Організація кадрового менеджменту здійснюється відповідно до вимог чинного Кодексу законів про працю України та базового стандарту безпеки ДСТУ ISO 45001:2019 [2; 3];

- функціонування цехових інструктивних комплексів: на базі діючої служби охорони праці заводу регулярно проводяться та фіксуються планові повторні й позапланові інструктажі робітників. У зварювально-складальному корпусі здійснюється первинне забезпечення працівників сертифікованими засобами

індивідуального захисту (ЗІЗ), спецодягом, діелектричними килимками та захисними масками зварювальника з автоматичними світлофільтрами «Хамелеон»;

– реалізація базових екологічних регламентів: відповідальним з питань екології проводиться щоквартальний моніторинг обсягів утворення промислових відходів. На промисловому майданчику забезпечено первинний збір металевої стружки у спеціалізовані накопичувальні бункери для подальшої передачі на утилізацію, а очищення повітряного середовища частково базується на роботі діючої загальнообмінної вентиляції пасивного типу;

– гуманітарна взаємодія в межах цивільного захисту: відповідальним з питань цивільного захисту заводу в умовах воєнного стану успішно впроваджено та ведеться превентивна підготовка персоналу до дій у кризових ситуаціях. На підприємстві забезпечено працездатність систем внутрішнього гучномовного зв'язку (Рисунок 4.1), визначено найближчі підземні сховища та розроблено загальні карти евакуаційних маршрутів для працюючої зміни (Рисунок 4.2) [1; 16].

Водночас проведений аудит дозволив виявити низку критичних техніко-економічних та інфраструктурних недоліків у базовій структурі КСВ підприємства, які потребують негайного інженерного втручання.

Головні виявлені недоліки базового стану ТОВ «СЗМК» диференційовані за такими векторами:

– екологічний контур: відсутність сучасних локальних апаратів для перехоплення зварювальних димів безпосередньо у місці їхнього виникнення, що веде до перевищення ГДК токсичних газів у підкрановій зоні та забруднення робочого місця машиніста крана КМ-10; безсистемне списання всіх ділових залишків металу в брухт без сортування та оцифрування;

– енергетичний контур: висока енергомісткість цехового світлотехнічного парку через тривалу експлуатацію застарілих та екологічно небезпечних ртутних ламп;

– соціально-інклюзивний контур: недостатній рівень ергономічної адаптації інженерних інтерфейсів та органів керування підйомними спорудами, що блокує

процеси реальної безбар'єрної реінтеграції та працевлаштування демобілізованих ветеранів ЗСУ та осіб з інвалідністю внаслідок війни.

Запропонована програма передбачає впровадження сучасного обладнання, зокрема систем місцевої витяжної вентиляції Kemper, енергоефективного освітлення High Bay та бездротової системи радіокерування мостовим краном Telecrane F24-10D. Крім технічних рішень, програма включає заходи щодо покращення умов праці, підвищення рівня екологічної безпеки та розвитку культури безпеки серед працівників.

Реалізація запропонованих заходів дозволить підвищити рівень охорони праці, зменшити вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів, покращити умови праці персоналу та забезпечити стабільну й безпечну роботу ТОВ «Сумський завод металоконструкцій» в умовах воєнного стану.

5.2 Заходи щодо реалізації відповідальності у соціально-трудовах відносинах

Соціально-трудова відносина є важливою складовою діяльності ТОВ «Сумський завод металоконструкцій», оскільки саме вони впливають на умови праці, рівень соціального захисту працівників, їх професійний розвиток та загальну атмосферу в колективі. В умовах воєнного стану питання підтримки персоналу набуває особливого значення, адже працівники щоденно стикаються не лише з виробничими ризиками, а й з додатковими психологічними навантаженнями, пов'язаними з воєнними подіями.

Одним із головних напрямів соціальної політики підприємства є психосоціальна підтримка працівників. Робота зварювальників, машиністів кранів та інших працівників виробничих підрозділів потребує високої концентрації уваги та відповідальності. Постійний стрес може негативно впливати на якість виконання робіт і підвищувати ризик виробничого травматизму. Для підтримки психологічного стану персоналу на підприємстві створено кімнату психоемоційного відновлення, де працівники можуть відпочити та знизити рівень напруження під час перерв. Також

перед початком зміни проводиться оцінювання самопочуття працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки. Важливим елементом є навчання працівників навичкам психологічної стійкості та правильним діям під час надзвичайних ситуацій.

Особлива увага приділяється підтримці ветеранів війни та демобілізованих працівників. Після повернення до мирного життя таким працівникам часто потрібен час для адаптації до виробничих умов. Для цього на підприємстві організовано систему наставництва, коли за ветераном закріплюється досвідчений працівник, який допомагає швидше освоїтися на робочому місці. Також передбачено можливість гнучкого графіка роботи, медичну та психологічну допомогу, а за потреби – професійне перенавчання. Такі заходи сприяють успішному поверненню ветеранів до трудової діяльності та збереженню їхнього професійного потенціалу.

На підприємстві проводиться адаптація робочих місць відповідно до індивідуальних потреб працівників. Територія та приміщення обладнуються пандусами, поручнями та іншими елементами безбар'єрного середовища. Для таких працівників створюються робочі місця, які не потребують значних фізичних навантажень, а також організовується професійне навчання та перепідготовка. Це дозволяє забезпечити рівні можливості для працевлаштування та професійного розвитку.

Важливим елементом корпоративної соціальної відповідальності є підтримка сімей військовослужбовців та мобілізованих працівників. На підприємстві надається матеріальна допомога таким родинам, проводяться юридичні консультації щодо отримання державних пільг і соціальних гарантій. За необхідності сім'ї забезпечуються гуманітарною допомогою, а члени родин можуть пройти професійне навчання або отримати допомогу у працевлаштуванні. Такі заходи сприяють соціальній стабільності та підтримують довіру працівників до підприємства.

Для забезпечення стабільної роботи підприємства важливим є також професійний розвиток працівників. На ТОВ «СЗМК» проводиться навчання персоналу

щодо роботи з новим обладнанням, сучасними технологіями та системами управління виробництвом. Працівники проходять курси підвищення кваліфікації, беруть участь у практичних тренуваннях та відпрацьовують дії під час надзвичайних ситуацій. Це сприяє підвищенню рівня професійної підготовки, зниженню ризику помилок і покращенню показників безпеки праці. Важливим принципом діяльності підприємства є забезпечення рівних можливостей для всіх працівників незалежно від статі, віку, стану здоров'я чи соціального статусу.

Підприємство проводить політику недопущення дискримінації, забезпечує справедливі умови праці та рівний доступ до навчання, професійного розвитку і кар'єрного зростання. Формування безпечного, інклюзивного та соціально відповідального робочого середовища сприяє підвищенню мотивації персоналу, зміцненню корпоративної культури та покращенню результатів діяльності підприємства.

Таким чином, реалізація комплексу соціальних, організаційних та технічних заходів дозволяє ТОВ «Сумський завод металоконструкцій» підтримувати високий рівень соціальної відповідальності, забезпечувати належні умови праці, зберігати кадровий потенціал та підвищувати рівень безпеки виробництва в умовах воєнного стану (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1 – Комплекс організаційних заходів корпоративної соціальної відповідальності у сфері розвитку соціально-трудових відносин

Стратегічний напрям соціальної політики об'єкта проєктування	Зміст та прикладна інженерно-організаційна сутність запропонованих КСВ-програм
Комплексна психосоціальна підтримка персоналу	Організація безперервного професійного психологічного консультування, впровадження корпоративних тренінгів із розвитку стресостійкості та

	деескалації синдрому емоційного вигорання в кризовий період
Соціально-професійна реінтеграція ветеранів	Розгортання інституту профільного виробничого наставництва, розробка індивідуальних карт комплексної психофізіологічної адаптації осіб після демобілізації з лав ЗСУ
Інклюзивне працевлаштування осіб з інвалідністю	Ергономічна реорганізація та технічне переоснащення робочих місць відповідно до фізичних обмежень операторів, реалізація цільових програм безкоштовної перепідготовки та підвищення кваліфікації
Адресний патронат сімей військовослужбовців	Виділення регулярних пакетів матеріально-технічної допомоги, фінансування медичних програм, надання довгострокових соціальних гарантій та адресної фінансової підтримки членам сімей захисників
Безперервне професійне зростання та розвиток кадрів	Планомірне підвищення кваліфікаційного розряду робітників, організація курсів технічного навчання, актуалізація професійних навичок персоналу та каталізація кадрового потенціалу підприємства
Паритетність, інклюзія та недопущення дискримінації	Забезпечення рівних стартових можливостей при рекрутингу, системний моніторинг прозорості та справедливості умов оплати праці, формування безбар'єрного та толерантного внутрішньозаводського середовища

Підсумовуючи, корпоративна соціальна відповідальність підприємства повинна бути спрямована насамперед на підтримку працівників та створення безпечних умов праці. В умовах воєнного стану важливо не лише виконувати вимоги законодавства, а й надавати реальну допомогу персоналу. Особливу увагу необхідно приділяти

психологічній підтримці працівників, адаптації ветеранів війни, створенню належних умов праці для осіб з інвалідністю та допомозі сім'ям військовослужбовців. Реалізація цих заходів сприятиме підвищенню соціальної захищеності працівників, збереженню кадрового потенціалу підприємства та формуванню сприятливої атмосфери в трудовому колективі.

5.3 Заходи щодо зменшення впливу діяльності об'єкту на навколишнє середовище

Проведений екологічний аудит ТОВ «Сумський завод металоконструкцій» показав, що під час виготовлення металоконструкцій утворюється значна кількість металевих відходів, використовуються мастильні матеріали, споживається велика кількість електроенергії, а також утворюються зварювальні аерозолі та шкідливі гази, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище та здоров'я працівників [2].

Аналіз діяльності підприємства показав, що існуюча система екологічного управління переважно спрямована на ліквідацію наслідків забруднення, а не на його попередження. Це призводить до зайвих витрат ресурсів, накопичення відходів та збільшення негативного впливу на довкілля [2].

Для підвищення рівня екологічної безпеки запропоновано впровадження комплексу організаційних і технічних заходів. Одним із головних напрямів є створення системи повторного використання металевих залишків за концепцією «Безвідходна металева дільниця». Її суть полягає в сортуванні, обліку та повторному використанні придатних залишків металопрокату для виготовлення допоміжних деталей, ремонтних робіт та навчання персоналу [3; 17].

Важливим заходом є встановлення сучасних місцевих витяжних систем Kemper FilterMaster XL, які дозволяють ефективно видаляти зварювальний дим безпосередньо в місці його утворення та зменшувати викиди шкідливих речовин у повітря робочої зони [19].

Для запобігання забрудненню ґрунтів і підземних вод на підприємстві впроваджується програма контролю витоків мастильних матеріалів. Передбачено використання спеціальних піддонів та сорбуючих матеріалів для збору можливих розливів нафтопродуктів.

Також проводиться модернізація системи освітлення шляхом встановлення енергоефективних LED-світильників, що дозволяє знизити споживання електроенергії та скоротити експлуатаційні витрати підприємства [5].

Крім технічних рішень, важливу роль відіграє формування екологічної культури працівників. Для цього регулярно проводяться навчання, семінари та практичні тренування з питань екологічної безпеки та дій у разі виникнення аварійних ситуацій [3; 16].

Реалізація запропонованих заходів дозволить зменшити кількість відходів, скоротити споживання ресурсів, покращити умови праці, знизити негативний вплив виробництва на довкілля та підвищити загальну екологічну безпеку ТОВ «Сумський завод металоконструкцій».

Пропонується провести перехід до уловлювання забруднень у місці їх утворення. На ТОВ «Сумський завод металоконструкцій» для очищення повітря у зварювальному цеху переважно використовується загальнообмінна вентиляція. Така система не забезпечує достатнього захисту працівників, оскільки шкідливі речовини, що утворюються під час зварювання, поширюються по всьому приміщенню цеху [7; 19].

До складу зварювального диму входять оксиди металів, дрібнодисперсний пил та інші небезпечні речовини, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників. Крім того, забруднене повітря без очищення потрапляє в атмосферу, що погіршує екологічний стан навколишнього середовища. Для вирішення цієї проблеми запропоновано встановити на зварювальних постах місцеві витяжні установки Kemper FilterMaster XL. Їх основною перевагою є те, що вони видаляють шкідливі речовини безпосередньо в місці їх утворення, не допускаючи поширення забруднень по цеху.

Система працює за принципом локального відсмоктування зварювального диму через спеціальні витяжні рукави. Після цього повітря проходить через високоефективні фільтри, які затримують понад 99 % дрібних частинок пилу та аерозолів. Очищене повітря може повертатися назад у приміщення, що дозволяє зменшити втрати тепла в зимовий період та скоротити витрати на опалення [2].

Також обладнання оснащується датчиками контролю стану фільтрів і системою сигналізації, що дозволяє своєчасно проводити технічне обслуговування. Впровадження таких установок сприятиме покращенню умов праці, зменшенню викидів забруднюючих речовин та підвищенню рівня екологічної безпеки підприємства [3].

Пропонується запровадити програму «Нуль витоків мастильних матеріалів». Під час аудиту встановлено, що на підприємстві існує ризик витоків мастильних матеріалів із редукторів та інших механізмів мостового крана КМ-10. Навіть незначні витoki можуть призводити до забруднення підлоги, створювати небезпеку ковзання працівників і підвищувати ризик виникнення пожеж [12].

Для усунення цих недоліків запропоновано впровадити програму «Нуль витоків мастильних матеріалів». Вона передбачає встановлення спеціальних піддонів під редукторами та місцями зберігання мастил. Такі піддони дозволять збирати можливі витoki та не допускати потрапляння нафтопродуктів на підлогу або в навколишнє середовище.

Крім того, планується проводити регулярний контроль технічного стану обладнання та перевірку герметичності вузлів. Для оперативної ліквідації аварійних розливів виробничі ділянки повинні бути забезпечені сорбентами та спеціальними наборами для збору нафтопродуктів [3].

Додатково пропонується впровадити систему обліку та контролю стану мастильних матеріалів із використанням цифрових засобів моніторингу. Це дозволить своєчасно виявляти несправності та попереджати аварійні ситуації.

Реалізація програми сприятиме зниженню ризику травматизму, запобіганню забрудненню ґрунтів і водних ресурсів, підвищенню пожежної безпеки та покращенню екологічних показників діяльності ТОВ «Сумський завод металоконструкцій».

У сучасних умовах ефективне використання енергоресурсів є важливою складовою екологічної та економічної відповідальності підприємства. Проведений аналіз діяльності ТОВ «СЗМК» показав, що на підприємстві ще використовуються застарілі ртутні та люмінесцентні лампи, які споживають значну кількість електроенергії та потребують частого обслуговування. Крім того, освітлення часто працює навіть тоді, коли виробничі дільниці не використовуються, що призводить до додаткових витрат електроенергії та перевантаження внутрішніх електричних мереж [2].

Для підвищення енергоефективності підприємства запропоновано провести модернізацію системи освітлення шляхом встановлення 50 сучасних світлодіодних світильників типу High Bay потужністю 200 Вт. Таке рішення дозволить забезпечити необхідний рівень освітленості робочих місць і водночас значно скоротити споживання електроенергії [5]. Також пропонується впровадити зональне керування освітленням, щоб світло вмикалося лише на тих ділянках, де виконуються виробничі роботи. Для складських і допоміжних приміщень доцільно встановити датчики руху та присутності, які автоматично вимикатимуть освітлення за відсутності людей. Це дасть змогу додатково зменшити витрати електроенергії [3].

Важливим заходом є встановлення цифрових лічильників для контролю споживання електроенергії на окремих виробничих дільницях та створення автоматизованої системи енергомоніторингу. Така система дозволить своєчасно виявляти перевитрати електроенергії та контролювати роботу обладнання.

Не менш важливим напрямом є формування екологічної культури працівників. Аналіз показав, що сьогодні екологічне навчання на підприємстві обмежується стандартними інструктажами з охорони праці. Для покращення ситуації пропонується проводити екологічні семінари, конкурси раціоналізаторських пропозицій, навчання з

ліквідації аварійних розливів мастильних матеріалів та встановити інформаційні стенди для сортування відходів відповідно до вимог ДСТУ ISO 7010:2019 [10]. Реалізація цих заходів сприятиме підвищенню екологічної свідомості персоналу, зменшенню негативного впливу виробництва на довкілля та формуванню культури екологічної безпеки на підприємстві [3; 16].

5.4 Висновок до розділу 5

Проведений екологічний аналіз показав, що для забезпечення екологічної безпеки ТОВ «СЗМК» недостатньо лише виконувати вимоги природоохоронного законодавства. Підприємству необхідно впроваджувати сучасні технології, які дозволяють запобігати забрудненню довкілля ще на етапі виникнення шкідливих факторів, а також раціонально використовувати ресурси та енергію [1; 6].

У межах розділу запропоновано комплекс екологічних заходів, спрямованих на зменшення негативного впливу виробництва металоконструкцій на навколишнє середовище. Одним із таких рішень є створення електронного банку залишків металопрокату. Це дозволяє повторно використовувати придатні металеві залишки та скоротити обсяги металобрухту приблизно на 25–30 %, а також зменшити потребу у закупівлі нових матеріалів.

Для покращення якості повітря в цехах передбачено встановлення місцевих аспіраційних установок Kemper FilterMaster XL, які затримують понад 99 % шкідливих речовин, що утворюються під час зварювання. Очищене повітря повертається назад у приміщення, що допомагає зберігати тепло та знижує витрати на опалення.

Важливим напрямом є також програма «Нуль витоків мастильних матеріалів». Встановлення захисних піддонів і сорбуючих матеріалів дозволяє запобігати потраплянню мастил у ґрунт та воду, а також зменшує ризик пожеж і травмування працівників.

Для економії електроенергії пропонується модернізувати систему освітлення шляхом встановлення світлодіодних світильників та впровадження автоматизованого керування освітленням. Це дає можливість значно знизити споживання електроенергії при збереженні нормативного рівня освітленості.

Крім технічних заходів, велике значення має навчання працівників. Проведення екологічних семінарів, тренувань і конкурсів сприяє підвищенню рівня екологічної свідомості персоналу та зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій [3; 16].

Упровадження запропонованих заходів дозволить одночасно покращити стан довкілля, підвищити безпеку праці, зменшити виробничі витрати та зміцнити репутацію ТОВ «СЗМК» як сучасного, екологічно відповідального підприємства.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було проведено комплексне дослідження умов праці, виробничого середовища та рівня безпеки на ТОВ «СЗМК». На основі отриманих результатів розроблено низку технічних, організаційних, соціальних та екологічних заходів, спрямованих на підвищення безпеки працівників, зменшення виробничих ризиків і покращення роботи підприємства.

Під час аналізу діяльності підприємства встановлено, що найбільшу небезпеку для працівників становлять роботи з використанням мостового крана КМ-10, проведення зварювальних робіт та експлуатація електрообладнання. Основними небезпечними факторами є переміщення важких вантажів, зварювальний дим, підвищений рівень шуму, ризик ураження електричним струмом та можливі помилки персоналу під час виконання відповідальних робіт.

Для покращення умов праці запропоновано встановити сучасні аспіраційні установки Kemper FilterMaster XL безпосередньо біля зварювальних постів. Таке обладнання дозволяє ефективно видаляти шкідливі речовини із повітря в місці їх утворення, що значно покращує якість повітря в цеху та знижує негативний вплив на здоров'я працівників.

Особливу увагу приділено підвищенню безпеки експлуатації мостового крана КМ-10. Для цього запропоновано впровадити систему дистанційного радіокерування Telecrane F24-10D. Завдяки цьому оператор крана зможе керувати вантажопідіймальними роботами безпосередньо з підлоги цеху, краще контролювати переміщення вантажів і зменшити ризик аварійних ситуацій.

У роботі також розроблено заходи щодо підвищення електробезпеки. Вони включають удосконалення системи заземлення, встановлення кінцевих вимикачів, аварійного блокування обладнання та модернізацію світлової і звукової сигналізації. Це дозволяє зменшити ризик електротравматизму та підвищити надійність роботи обладнання.

Окремий розділ присвячений питанням цивільного захисту та діям персоналу в надзвичайних ситуаціях. Розроблено рекомендації щодо евакуації працівників, використання захисних споруд, дій під час пожежі, аварій та сигналів повітряної тривоги. Особливе значення ці заходи мають в умовах воєнного стану.

Важливим напрямом проєкту стала корпоративна соціальна відповідальність. Запропоновано заходи з психосоціальної підтримки працівників, адаптації ветеранів війни, працевлаштування осіб з інвалідністю та допомоги сім'ям військовослужбовців. Такі рішення сприяють збереженню кадрового потенціалу підприємства та підтриманню позитивного психологічного клімату в колективі.

Запропоновано систему повторного використання металевих залишків, організацію роздільного збору відходів, контроль за використанням мастильних матеріалів, встановлення сучасних систем очищення повітря та модернізацію освітлення із застосуванням енергоощадних LED-світильників. Це дозволяє зменшити негативний вплив виробництва на довкілля та скоротити витрати ресурсів.

Отже, результати дипломного проєкту показали, що забезпечення безпеки на сучасному підприємстві потребує комплексного підходу. Поєднання технічної модернізації, якісного навчання персоналу, заходів цивільного захисту, соціальної підтримки працівників та екологічної відповідальності створює умови для стабільної та безпечної роботи підприємства. Реалізація запропонованих рішень сприятиме підвищенню рівня охорони праці, конкурентоспроможності ТОВ «СЗМК» та його готовності до участі у повоєнному відновленні й розвитку України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. «Кодекс цивільного захисту України» від 02.10.2012 5403-vi. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> , вільний.
2. «Про охорону праці». Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>, вільний.
3. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці». Вимоги та настанови щодо застосування. Наказ ДП «УкрНДНЦ» від 26.12.2019 № 502 з 2021-01-01 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_45001_2019.pdf , вільний.
4. ДСТУ ISO 31000:2018 (ISO 31000:2018, IDT) Менеджмент ризиків. Принципи та настанови. Наказ ДП «УкрНДНЦ» від 29.11.2018 № 446 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_31000_2018.pdf , вільний.
5. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Наказ Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житловокомунального господарства України від 03.10.2018 № 264 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://e-construction.gov.ua/files-token/e0edc910c23955621c69f7149d8a1757> , вільний.
6. ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» Зміна №2. Наказ Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України від 10.08.2023 № 702 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://e-construction.gov.ua/files-token/aa4a8f16ceaea10162825a34a1bebb10> , вільний.
7. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». МОЗ України, Голов.державн.санітарний лікар; Постанова, Норми

від 01.12.1999 № 37 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99#Text>, вільний.

8. ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації». МОЗ України; Норми від 01.12.1999 № 39 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text>, вільний.

9. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». МОЗ України, Голов.державн.санітарний лікар; Постанова, Норми від 01.12.1999 № 42 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>, вільний.

10. ДСТУ EN ISO 7010:2019 (EN ISO 7010:2012; A1:2014; A2:2014; A3:2014; A4:2014; A5:2015; A6:2016; A7:2017, IDT; ISO 7010:2011; Amd 1:2012; Amd 2:2012; Amd 3:2012; Amd 4:2013; Amd 5:2014; Amd 6:2014; Amd 7:2016, IDT) Графічні символи «Кольори та знаки безпеки» Зареєстровані знаки безпеки. Наказ Державного підприємства «Український науководослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 24.06.2019 № 174 з 2020-07-01 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_en_iso_7010_2019.pdf, вільний.

11. ДСТУ EN ISO 14120:2017 (EN ISO 14120:2015, IDT; ISO 14120:2015, IDT) Безпечність машин. «Захисні огорожі» Загальні вимоги до проектування та будівництва стаціонарних і знімних захисних огорож. Наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») від 27.12.2017 № 478 з 2019-01-01 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/tekst_dstu_en_iso_14120_2017.pdf, вільний.

12. НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання».

14. НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Наказ Міністерства внутрішніх справ України 30.12.2014 № 1417. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/pue.pdf>, вільний.

16. Барбашин В. В. «Безпека потенційно-небезпечних технологій та виробництв» : конспект лекцій для студентів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 263 – Цивільна безпека щодо освітніх програм «Цивільний захист», «Охорона праці», «Аудит та консалтингова діяльність у галузі охорони праці» / В. В. Барбашин, В. О. Росоха ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ імені О. М. Бекетова, 2021. – 101 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

17. Данова К. В. «Правові основи цивільної безпеки» : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 263 – Цивільна безпека / К. В. Данова, В. В. Малишева ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 61 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/73852/1/2023%20%D0%A0%D0%B5%D0%BF%D0%BE%>

[D0%B7.%2062%D0%9B%20%D0%94%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%9A.%20%D0%92.%20%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2%D0%B0%20%D0%92.%20%D0%92.pdf](https://eprints.kname.edu.ua/35827/1/%D0%B7.%2062%D0%9B%20%D0%94%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%9A.%20%D0%92.%20%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%88%D0%B5%D0%B2%D0%B0%20%D0%92.%20%D0%92.pdf) , вільний.

18. Данова К. В. Конспект лекцій з дисципліни «Психологія праці та її безпека» (для студентів 3 курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.170202 «Охорона праці») / К. В. Данова; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Х. : ХНУМГ, 2014. – 38 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/35827/1/%D0%9A%D0%9B-%D0%9F%D1%81%D0%A2%D1%80-2012-86-%D0%9B-%D0%BF%D0%B5%D1%87.pdf> , вільний.

19. Данова К.В. «Роль професійно-трудової реабілітації осіб із інвалідністю у контексті безпеки праці» / К.В. Данова, М.В. Хворост // Комунальне господарство міст. – Вип. 142. – Харків: ХНУМГ, 2018. – С. 119–123. . [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/49894/1/5194-10308-1-SM.pdf> , вільний.

20. Бездротове керування кранами Telecrane, ARRAY ELECTRONIC CO., LTD. Офіційний сайт виробника. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.telecrane.com/> , вільний.

21. ТОВ «СЗМК». Офіційний сайт виробника. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zmk-sbo.com.ua/> , вільний.

22. Ляшенко О. М. Світлотехнічні установки та системи: конспект лекцій (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / О. М. Ляшенко, Ю. О. Васильєва ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 90 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://eprints.kname.edu.ua/60952/1/2016_%D0%9F%D0%95%D0%A7_110%D0%9B.pdf , вільний.

23. Мобільні витяжні пристрої Kemper. Офіційний сайт виробника. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kemper.eu/Produkte/UEbersicht/Mobile-Absauggeraete/> , вільний.

24. Чуб І. М. Оцінка впливу об'єктів будівництва та цивільної інженерії на навколишнє середовище : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 192– Будівництво та цивільна інженерія) / І. М. Чуб, Т. С. Айрапетян ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 138 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/62316/1/%D0%A7%D1%83%D0%B1%2C%20%D0%90%D0%B9%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%B5%D1%82%D1%8F%D0%BD%2C%2026%D0%9B%2C%202022%2C%20pdf.pdf>, вільний.

25. Програма оцінки ризиків. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dl.kname.edu.ua/pluginfile.php/354041/mod_page/content/8/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%20%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D0%9A%D1%96%D0%BD%D1%96.html, вільний.

Лабораторно-інструментальне дослідження на робочих місцях машиніста крана та стропальника

А.1 Лабораторно-інструментальне дослідження еквівалентних рівнів шуму на робочому місці машиніста крана

Інструментальна фіксація параметрів акустичного навантаження в кабіні керування мостового крана КМ-10 здійснювалася за допомогою аналізатора шуму та вібрації (комбінованого шумоміра-віброметра) типу «Ассистент», загальний вигляд якого представлений на рисунку А.1. Цей інтегруючий апаратний комплекс у режимі реального часу реєструє значення еквівалентного рівня звукового тиску, скоригованого за стандартною частотною характеристикою (шкалою) «А», з виведенням результатів у децибелах (дБА). Його функціональний потенціал також уможливорює пряму реєстрацію нормованого еквівалентного рівня віброприскорення елементів конструкцій.



Рисунок А.1 – Режими роботи аналізатора шуму та вібрації «Ассистент»

Зважаючи на те, що трудові операції виконуються машиністом крана у положенні сидячи, акустичний датчик (мікрофон) вимірювального приладу позиціонувався на лінійній відстані 15 см від вушної раковини працівника, що суворо відповідає методологічним вимогам пункту 4.1.5 ДСН 3.3.6.037-99.

Експериментальні вимірювання реалізовувалися у фіксованих реперних точках внутрішнього простору кабіни:

- М1 (безпосереднє робоче місце машиніста крана поблизу головного пульта оперування);
- М2 (зона лівого бокового оглядового вікна);
- М3 (центральний геометричний об'єм кабіни);
- М4 (зона правого бокового оглядового вікна);
- М5 (зовнішній посадковий майданчик біля входних дверей до кабіни).

Отримані в результаті інструментального контролю параметри акустичного поля систематизовані та представлені в таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Результати вимірювання шуму на робочому місці машиніста крану

Точка вимірювання, Мп	Еквівалентний рівень шуму скоригований за шкалою «А», дБА
М1	83
М2	84
М3	85
М4	84
М5	84

Керуючись вимогами Додатка 1 до ДСН 3.3.6.037-99, у випадках, коли амплітудна різниця між максимальним та мінімальним зареєстрованими показниками звуку не перевищує ліміт у 5 дБА, нормативно допускається розрахунок інтегрального

середнього рівня шуму як середнього арифметичного значення з наявного масиву вимірювань.

Фактична дельта між екстремальними точками вимірювального циклу становить:

$$\Delta L = L_{max} - min = 85 - 83 = 2 \text{дБА} \quad (\text{A. 1})$$

де: L_{max} – максимальне значення в точках вимірювання (85дБА);

L_{min} – мінімальне значення в точках вимірювання (83дБА).

Оскільки отриманий результат $\Delta L = 2 \text{дБА}$ знаходиться в межах нормативного допуску $\leq 5 \text{ дБА}$, середній еквівалентний рівень звукового тиску на ділянці розраховується таким чином:

$$L_{сер} = \frac{83 + 84 + 85 + 84 + 84}{5} = 84 \text{дБА} \quad (\text{A. 2})$$

Відповідно до критеріїв пункту 4 таблиці 2 ДСН 3.3.6.037-99, професійна діяльність машиніста, пов'язана з оперуванням мостовим краном із закріпленої кабіни, безперервним візуальним супроводом важких конструкцій та координуванням дій бригади, кваліфікується як праця, що потребує високої концентрації уваги та висуває підвищені вимоги до процесів спостереження і дистанційного керування технологічними циклами (категорія: робочі місця за пультами у кабінах нагляду).

Для даного типу робочих місць гранично допустимий рівень (ГДР) шуму суворо лімітований величиною 75 дБА. На основі зіставлення параметрів визначається амплітудне відхилення фактичного показника від нормативного критерію:

$$\Delta L = 84 - 75 = 9 \text{дБА} \quad (\text{A. 3})$$

Згідно з виконаними інженерними обчисленнями, реальне акустичне навантаження на робочому місці машиніста крана перевищує нормативний санітарний поріг на 9 дБА. Отримані результати інструментального моніторингу підтверджують стійку наявність шкідливого фізичного чинника, що діє на організм працюючого протягом зміни і здатний спровокувати передчасне психофізіологічне виснаження, падіння концентрації уваги та когнітивну втому, сумарно підвищуючи ймовірність помилок людського походження під час провадження вантажно-розвантажувальних операцій.

A.2 Лабораторно-інструментальне дослідження еквівалентних рівнів шуму на робочому місці стропальника

Оскільки технологічні операції виконуються стропальником у положенні стоячи, акустичний датчик (мікрофон) шумоміра під час проведення інспектування позиціонувався на фіксованій висоті 1,5 м від відмітки рівня підлоги, що повністю відповідає методологічним імперативам пункту 4.1.5 ДСН 3.3.6.037-99.

Лабораторно-інструментальний контроль здійснювався у реперних точках робочого простору вантажно-розвантажувальної ділянки:

- С1 (безпосереднє місце стропування та фіксації металоконструкцій);
- С2 (зона вхідного приймання сортового металопрокату);
- С3 (центральна геометрична частина вантажно-розвантажувальної ділянки);
- С4 (зона локального складування та штабелювання готових виробів);
- С5 (позиція подачі знакових (жестових) сигналів оператору мостового крана).

Отримані в результаті замірів параметри акустичного тиску систематизовані та представлені в таблиці А.2.

Керуючись вимогами Додатка 1 до ДСН 3.3.6.037-99, у випадках, коли різниця між максимальним та мінімальним зареєстрованими значеннями звуку не перевищує ліміт у 5 дБА, нормативно допускається розрахунок інтегрального середнього рівня шуму як середнього арифметичного значення з наявного масиву вимірювань.

Таблиця А.2 – Результати вимірювання шуму на робочому місці стропальника

Точка вимірювання, Сп	Еквівалентний рівень шуму скоригований за шкалою «А», дБА
С1	81
С2	82
С3	82
С4	83
С5	82

Фактична дельта між екстремальними показниками вимірювального циклу становить:

$$L_{max} = 83 \text{ дБА} \quad (\text{А. 4})$$

$$L_{min} = 81 \text{ дБА} \quad (\text{А. 5})$$

$$L_{max} - min = 83 - 81 = 2 \text{ дБА} \quad (\text{А. 6})$$

Оскільки отриманий результат ($\Delta L = 2 \text{ дБА}$) знаходиться в межах нормативного допуску ($\leq 5 \text{ дБА}$), середній еквівалентний рівень звукового тиску на робочій позиції стропальника розраховується за формулою:

$$L_{сер} = \frac{81 + 82 + 82 + 83 + 82}{5} = 82 \text{ дБА} \quad (\text{А. 7})$$

Відповідно до критеріїв пункту 5 таблиці 2 ДСН 3.3.6.037-99, професійна діяльність стропальника класифікується як праця на постійних робочих місцях у

виробничих приміщеннях та на відкритих територіях підприємств. Для даної категорії технологічних зон гранично допустимий рівень (ГДР) шуму обмежений величиною 80 дБА. На основі зіставлення параметрів визначається амплітудне відхилення фактичного показника від нормативного критерію:

$$\Delta L = 82 - 80 = 2 \text{ дБА} \quad (\text{A.8})$$

Згідно з виконаними інженерними обчисленнями, реальне акустичне навантаження на робочому місці стропальника перевищує нормативний санітарний поріг на 2 дБА.

Компаративний аналіз характеристик двох суміжних робочих місць кранової бригади засвідчує, що еквівалентний рівень шуму в кабіні машиніста становить 84 дБА, тоді як на робочій позиції стропальника фіксується показник 82 дБА. Відтак, найбільш інтенсивний деструктивний тиск акустичного поля спостерігається саме всередині кабіни керування мостового крана КМ-10. Зумовлено це дією додаткових джерел звукової потужності, локалізованих на конструкціях мосту: привідних електродвигунів механізмів підйому, редукторів пересування вантажного візка, комутаційних контакторів та кранових гальмівних пристроїв.

Одним із найбільш раціональних та ефективних інженерних напрямів нівелювання цього шкідливого впливу є демонтаж кабінної схеми та перенесення робочої зони машиніста крана з кабіни керування безпосередньо на відмітку підлоги виробничого приміщення із переходом на бездротові радіоканали.

А.3. Дослідження та аналіз параметрів виробничої вібрації в кабіні машиніста крана

Координати контрольних точок для фіксації параметрів загальної вібрації на робочій позиції кранівника визначалися безпосередньо у зонах контакту опорних поверхонь тіла людини з вібруючою площиною елементів кабіни. Оскільки

технологічні операції виконуються машиністом у положенні сидячи, вимірювальний датчик (акселерометр) позиціонувався на робочій поверхні сидіння крісла-пульта, що суворо відповідає методологічним імперативам пункту 4.9.1 ДСН 3.3.6.039-99.

Згідно з базовою гігієнічною класифікацією за способом передачі коливань на організм працюючого (пункт 2.1 ДСН 3.3.6.039-99), даний чинник диференціюється на загальну та локальну вібрацію. При цьому загальний тип вібраційного навантаження транслюється на тіло людини, яка перебуває у стані сидячи або стоячи, переважно через опорні конструкції та елементи підлоги. Відповідно до нормативних положень пункту 2.2 зазначеного документа, умови праці машиніста мостового крана класифікуються за Категорією 2, яка регламентує транспортно-технологічну вібрацію. Цей тип коливань діє на персонал на робочих місцях машин та споруд з обмеженою рухливістю, що здійснюють просторове переміщення виключно спеціально підготовленими жорсткими поверхнями виробничих корпусів та промислових майданчиків (до класичних джерел яких віднесено будівельні та промислові підйомно-транспортні крани).

Кількісне та якісне оцінювання загальної вібрації на робочому місці машиніста крана реалізовувалося за критерієм коректованого еквівалентного рівня віброприскорення. Базові реперні нормативні параметри залучені з таблиці 6 ДСН 3.3.6.039-99, яка лімітує гранично допустимі рівні (ГДР) загальної вібрації для транспортно-технічної категорії. Згідно з наведеним інтегральним частотно-часовим нормативом, ГДР коректованого еквівалентного рівня віброприскорення для кранової бригади суворо обмежений позначкою 59 дБ.

Лабораторно-інструментальні вимірювання здійснювалися у таких фіксованих точках кабіни керування крана КМ-10:

- М1 – опорна площина сидіння крісла-пульта машиніста;
- М2 – поверхня підлоги цехової кабіни поблизу органів керування;
- М3 – центральний геометричний об'єм робочої зони кабіни;
- М4 – підлога безпосередньо над вузлами механізму пересування візка;

– М5 – зовнішній посадковий майданчик перед входними дверима.

Отримані в результаті інспектування параметри вібраційного поля систематизовані та представлені в таблиці А.3.

Таблиця А.3 – Результати вимірювання шуму на робочому місці машиніста крану

Точка вимірювання, Мп	Коректований еквівалентний рівень віброприскорення, дБ
М1	63
М2	61
М3	62
М4	64
М5	61

Керуючись вимогами пункту 4.7 ДСН 3.3.6.037-99, якщо амплітудна розбіжність між екстремальними зареєстрованими величинами не перевищує ліміт у 3 дБ (що еквівалентно зміні показника у 1,5 рази), як фінальний інтегральний результат аналізу приймається середнє арифметичне значення сформованого масиву замірів.

Фактична дельта між максимальним та мінімальним показниками поточного вимірювального циклу становить:

$$L_{max} = 64\text{дБ} \quad L_{min} = 61\text{дБ} \quad (\text{А. 9})$$

$$L_{max} - min = 64 - 61 = 3\text{дБ} \quad (\text{А. 10})$$

Оскільки виявлена розбіжність ($\Delta L = 3\text{дБ}$) відповідає встановленому нормативному допуску, середній еквівалентний рівень віброприскорення розраховується за формулою:

$$L_{\text{сер}} = \frac{63 + 61 + 62 + 64 + 61}{5} = 62,2\text{дБ} \quad (\text{A. 11})$$

На основі отриманих результатів обчислюється амплітудне відхилення фактичного показника від нормативного критерію промислової безпеки:

$$\Delta L = 62,2 - 59 = 3,2\text{дБ} \quad (\text{A. 12})$$

Згідно з виконаними інженерними обчисленнями, реальний коректований рівень віброприскорення на робочому місці машиніста крана перевищує гранично допустимий санітарний поріг на 3,2 дБ. Даний факт свідчить про наявність вираженого шкідливого фізичного чинника, тривала дія якого викликає підвищену стомлюваність кранівника, знижує швидкість його реакції та формує додаткові ризики техногенних помилок у процесі просторового переміщення металоконструкцій.

А.4. Дослідження та аналіз параметрів виробничої вібрації в робочій зоні стропальника

У ході інспектування та інструментального контролю робочої зони стропальника не зафіксовано активних джерел загальної або локальної вібрації, які б здійснювали безпосередній деструктивний вплив на організм робітника. Технологічний регламент стропувальних операцій виключає прямий контакт персоналу з вібруючими вузлами та механізмами мостового крана КМ-10, а також не передбачає застосування механізованого ручного інструменту, що генерує локальні коливання. З огляду на це, виробнича вібрація на робочій позиції стропальника не позиціонується як

визначальний шкідливий чинник, відтак подальший лабораторний моніторинг умов праці за цим фізичним параметром не реалізовувався.

Компаративний аналіз характеристик виробничого середовища на ділянці вантажно-розвантажувальних робіт підтверджує, що вібраційне навантаження на робочому місці стропальника перебуває в межах допустимого санітарного мінімуму і не чинить шкідливої дії на людину, на відміну від умов праці машиніста мостового крана, який піддається постійному впливу віброприскорень у кабіні. Зазначена закономірність є вагомим науково-технічним аргументом, який безпосередньо обґрунтовує доцільність реконструювання інтерфейсу керування та перенесення робочої зони машиніста крана з високо розташованої зафіксованої кабіни безпосередньо на відмітку підлоги цеху.

А.5. Експериментальне дослідження рівня освітленості на робочому місці машиніста крана

Інструментальний контроль світлового середовища та визначення фактичної освітленості робочої зони здійснювалися за допомогою люксметра прямого вимірювання типу Ю-116, укомплектованого селеновим фотоелементом Ф55С (загальний вигляд приладу наведено на рисунку 1.5).



Рисунок 1.5 – Люксметр Ю-116

Експериментальні заміри всередині кабіни керування кранівника реалізовувалися в період штатного провадження технологічного циклу при увімкненій діючій системі загального штучного освітлення виробничого цеху. Реєстрація світлотехнічних показників проводилася у зафіксованих координатах внутрішнього простору:

- М1 – зона головного пульта оперування крановими приводами;
- М2 – площа лівого бокового оглядового вікна;
- М3 – центральний геометричний об'єм кабіни;
- М4 – площа правого бокового оглядового вікна;
- М5 – зовнішній майданчик посадкового контуру біля входу.

Зафіксовані в результаті інспектування параметри світлового поля систематизовані та представлені в таблиці А.4.

Таблиця А.4 – Результати вимірювання освітленості на робочому місці машиніста крану

Точка вимірювання, Мп	Фактична освітленість, лк
М1	172
М2	168
М3	175
М4	170
М5	165

На основі отриманого масиву замірів максимальний рівень інсоляції зафіксовано в центральній зоні кабіни ($E_{max} = 175\text{лк}$), тоді як мінімальне світлотехнічне значення виявлено на зовнішньому вхідному майданчику ($E_{min} = 165\text{лк}$).

Розрахунок інтегральної середньої освітленості робочого простору здійснюється за математичною залежністю:

$$E_{\text{сер}} = \frac{\sum E_i}{n} \quad (\text{A. 13})$$

$E_{\text{сер}}$ – середня освітленість робочої зони, лк;

E_i – фактичний рівень освітленості у кожній визначеній точці контролю, лк;

n – загальна кількість експериментальних замірів.

Числове значення середньої освітленості ділянки становить:

$$E_{\text{сер}} = \frac{172 + 168 + 175 + 170 + 165}{5} = 170 \text{ лк} \quad (\text{A. 14})$$

Керуючись критеріями таблиці 5.1 Державних будівельних норм ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», професійна діяльність машиніста, що полягає у безперервному візуальному супроводі важких вантажів і фіксації знакової сигналізації стропальника, відноситься до категорії «Загального спостереження за ходом виробничого процесу: постійне» (Розряд зорової роботи – VIII, підрозряд – а).

Для зазначеного типу технологічних операцій базовий нормативний рівень штучної освітленості жорстко лімітований і становить:

$$E_{\text{норм}} = 200 \text{ лк} \quad (\text{A.15})$$

Згідно з імперативними вимогами пункту 5.1 ДБН В.2.5-28:2018, середня освітленість на робочих місцях із постійним перебуванням працюючих за пультами у кабінах нагляду безальтернативно має становити не менше ніж 200 лк. Зіставлення розрахованого фактичного показника ($E_{\text{сер}} = 170 \text{ лк}$) з нормативним порогом дозволяє детермінувати амплітудне відхилення:

$$\Delta E = E_{\text{сер}} - E_{\text{норм}} = 170 - 200 = -30 \text{ лк} \quad (\text{A. 16})$$

На основі виконаних інженерних калькуляцій встановлено, що реальна освітленість робочої зони кранівника є нижчою за нормативний санітарно-будівельний поріг на 30 лк. Дана невідповідність свідчить про наявність вираженого шкідливого виробничого чинника, який викликає підвищену акомодатійну (зорову) втому, провокує дефіцит концентрації уваги та ускладнює надійний візуальний контроль за просторовим переміщенням великогабаритних металоконструкцій, що сумарно дестабілізує систему промислової безпеки вантажних операцій.

А.6. Експериментальне дослідження рівня освітленості в робочій зоні стропальника

Експериментальна реєстрація світлотехнічних параметрів на робочій ділянці стропальника проводилася при увімкненій та стабільно функціонуючій системі загального штучного освітлення виробничого корпусу.

Контроль показників світлового середовища реалізовувався у таких зафіксованих координатах робочого простору:

- С1 – безпосереднє місце стропування та стропової фіксації металоконструкцій;
- С2 – зона вхідного приймання сортового металопрокату;
- С3 – центральна геометрична частина робочої зони ділянки;
- С4 – зона локального складування та штабелювання готової продукції;
- С5 – позиція візуальної передачі знакових (жестових) сигналів машиністу крана.

Отримані в результаті інструментальних замірів параметри освітленості систематизовані та представлені в таблиці А.5.

На основі сформованого масиву світлотехнічних даних максимальний рівень інсоляції зафіксовано на позиції візуальної передачі знакових команд машиністу ($E_{max} = 190\text{лк}$), тоді як мінімальний показник виявлено у межах ділянки вхідного приймання вантажів ($E_{min} = 175\text{лк}$).

Таблиця А.5 – Результати вимірювання освітленості на робочому місці стропальника

Точка вимірювання, Сп	Фактична освітленість, лк
С1	176
С2	175
С3	178
С4	186
С5	190

Математичне обчислення інтегрального середнього значення освітленості робочої зони здійснюється за формулою:

$$E_{\text{сер}} = \frac{\sum Ei}{n} \quad (\text{A. 17})$$

$E_{\text{сер}}$ – середня освітленість робочого простору дільниці, лк;

Ei – фактичний рівень освітленості у кожній визначеній точці контролю, лк;

n – загальна кількість експериментальних замірів.

Числове значення середньої освітленості у зоні виконання робіт стропальника становить:

$$E_{\text{сер}} = \frac{176 + 175 + 178 + 186 + 190}{5} = 181 \text{ лк} \quad (\text{A. 18})$$

Керуючись критеріями таблиці 5.1 Державних будівельних норм ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», професійна діяльність стропальника, пов'язана з безперервним візуальним контролем цілісності канатних пасом,

моніторингом просторового положення вантажозахоплювальних пристроїв та супроводом траєкторії руху металоконструкцій, відноситься до категорії «Загального спостереження за ходом виробничого процесу: постійне» (Розряд зорової роботи – VIII, підрозряд – а).

Для зазначеного типу технологічних операцій базовий нормативний рівень штучної освітленості робочих поверхонь жорстко лімітований і становить:

$$E_{\text{норм}} = 200 \text{лк} \quad (\text{A. 19})$$

Згідно з імперативними вимогами пункту 5.1 ДБН В.2.5-28:2018, середня освітленість робочих місць із постійним перебуванням людей на території промислових підприємств безальтернативно має становити не менше ніж 200 лк. Зіставлення розрахованого фактичного показника ($E_{\text{сер}} = 181 \text{лк}$) з нормативним критерієм дозволяє детермінувати амплітудне відхилення:

$$\Delta E = E_{\text{сер}} - E_{\text{норм}} = 181 - 200 = -19 \text{лк} \quad (\text{A. 20})$$

На основі виконаних інженерних калькуляцій встановлено, що реальна освітленість робочої зони стропальника є нижчою за нормативний санітарно-будівельний поріг на 19 лк.

Даний дефіцит свідчить про наявність шкідливого виробничого чинника, який викликає підвищену акомодатійну втому органів зору, знижує швидкість психомоторних реакцій персоналу та ускладнює надійну фіксацію елементів і контроль за переміщенням вантажів, що сумарно знижує рівень безпеки праці та підвищує ймовірність травматизму при провадженні вантажно-розвантажувальних операцій.

А.7. Експериментальне дослідження мікроклімату на робочому місці машиніста крану

Інструментальний контроль метеорологічних характеристик виробничого середовища в кабіні машиніста реалізовувався із залученням психрометричного гігрометра типу ВІТ-1, загальний вигляд якого наведено на рисунку А.6.



Показ сухого термометра, °C	Різниця показів термометрів, °C																					
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0
	Відносна вологість повітря, %																					
5	91	83	75	66	58	50	42	34	26	19												
6	92	84	76	67	60	52	45	37	30	22	15											
7	92	84	77	69	62	54	47	40	33	26	19											
8	92	85	78	70	63	56	49	42	36	29	22	16										
9	93	86	79	71	65	58	51	45	38	32	25	19										
10	93	86	79	73	68	60	53	47	41	34	28	22	16									
11	93	87	80	74	67	61	55	49	43	37	31	26	20									
12	93	87	81	75	69	63	57	51	45	40	34	28	23	18								
13	94	88	82	76	70	64	58	53	47	42	36	31	26	20								
14	94	88	82	76	71	65	60	54	49	44	38	33	28	23	18							
15	94	88	83	77	72	66	61	56	51	46	41	36	31	26	21	18						
16	94	89	83	78	73	68	63	57	52	48	43	38	33	29	24	20						
17	95	89	84	79	74	69	64	59	54	49	45	41	37	32	27	22	19					
18	95	90	84	79	74	70	65	60	55	51	47	42	37	33	29	24	21	17				
19		90	85	80	75	70	66	61	57	52	48	44	39	35	31	27	23	19				
20		90	85	81	76	71	67	63	58	54	50	45	41	37	33	29	25	22	18			
21		90	85	81	77	72	68	64	59	55	51	47	43	39	35	31	28	24	21	17		
22		91	85	82	77	73	69	64	61	56	52	48	44	41	37	33	30	26	23	19		
23		91	86	82	78	74	70	66	62	58	54	50	46	42	39	35	32	28	25	21	18	
24		91	87	83	78	74	70	66	62	59	55	51	48	44	40	37	33	30	27	24	20	
25		91	87	83	79	75	71	67	63	60	56	52	49	45	42	38	35	32	29	26	22	19

Рисунок А.6 – Гігрометр ВІТ-1 з психрометричною таблицею

Відповідно до нормативних вимог пункту 3.3 ДСН 3.3.6.042-99, вимірювальний прилад фіксувався у визначених координатах на вертикальній висоті від 0,5 до 1,0 м від рівня підлоги кранової kabini. Задля виключення похибок від динамічних повітряних потоків і вібраційних навантажень, заміри проводилися під час статичної стоянки крана КМ-10 при нерухомому стані гакової підвіски. Передбачений технічний регламент підготовки приладу включав заповнення скляного живильника зволоженого термометра дистильованою водою з подальшою технологічною витримкою, необхідною для повної стабілізації ртутних стовпчиків. Фактична температура повітря робочої зони реєструвалася за шкалою сухого термометра, тоді як показники відносної

вологості визначалися на основі амплітудної різниці температурних значень сухого та зволоженого датчиків за інтегрованою у корпус психрометричною таблицею.

Згідно з санітарно-гігієнічною специфікацією пункту 1.1.4 ДСН 3.3.6.042-99, робоче місце кранівника позиціонується як виконання робіт операторського типу на постах керування складними технологічними процесами, що супроводжуються постійним нервово-емоційним та психофізіологічним напруженням. Для даного типу робочих зон у теплий період року встановлено жорсткі оптимальні мікрокліматичні параметри: температура повітря в межах 22–24 °С при відносній вологості від 40% до 60%. Разом з тим, таблиця 2 зазначеного нормативного документа фіксує гранично допустимі мікрокліматичні величини для літнього сезону, де температурний поріг обмежений діапазоном 21–28 °С, а допустима вологість становить 60% (при реперній температурі середовища 27 °С). Оскільки за критеріями пункту 13 ДСН 3.3.6.042-99 трудові операції машиніста зводяться до реалізації диспетчерських функцій у положенні сидячи без значних фізичних зусиль, дані умови праці нормативно віднесені до категорії легких фізичних робіт (Категорія Іб).

Моніторинг параметрів середовища здійснювався циклічно протягом робочої зміни у фіксовані часові інтервали: о 08:00 (початок зміни), об 11:00 (середина першої половини дня), о 14:00 (період прогнозованого максимального інсоляційного та конвекційного нагрівання кабіни) та о 17:00 (завершення зміни).

Заміри реалізовувалися у п'яти базових просторових точках внутрішнього об'єму:

- М1 – безпосередня робоча зона машиніста біля пульта оперування приводами;
- М2 – площа лівого бокового оглядового вікна;
- М3 – центральна геометрична частина кабіни керування;
- М4 – площа правого бокового оглядового вікна;
- М5 – внутрішній простір безпосередньо біля входних дверей кабіни.

Отримані в результаті комплексного інструментального контролю параметри мікроклімату систематизовані та представлені у зведеній таблиці А.7.

Таблиця А.7 – Результати вимірювання мікроклімату на робочому місці машиніста крану

Точка вимірювання, Мп	Час заміру, год	Показання сухого термометра, °С	Показання зволоженого термометра, °С	Різниця температурних показників Δt , °С	Фактична відносна вологість повітря, °С
М1	08.00	21	17	4	64
М1	11.00	22	18	4	64
М1	14.00	23	19	4	65
М1	17.00	22	18	4	64
М2	08.00	22	18	4	64
М2	11.00	22	18	4	64
М2	14.00	23	19	4	65
М2	17.00	22	18	4	64
М3	08.00	22	18	4	64
М3	11.00	23	19	4	65
М3	14.00	23	19	4	65
М3	17.00	23	19	4	65
М4	08.00	22	18	4	64
М4	11.00	22	18	4	64
М4	14.00	23	19	4	65
М4	17.00	22	18	4	64
М5	08.00	21	17	4	64
М5	11.00	22	18	4	64
М5	14.00	23	19	4	65
М5	17.00	22	18	4	64

Математичне опрацювання результатів циклічних замірів температури повітря (t) у кожній просторовій точці кабіни крана КМ-10 реалізовувалося шляхом розрахунку локальних середніх значень:

– у точці пульта оперування приводами (M1):

$$t_{M1} = \frac{21 + 22 + 23 + 22}{4} = 22,0^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 21})$$

– у зоні лівого бокового оглядового вікна (M2):

$$t_{M2} = \frac{22 + 22 + 23 + 22}{4} = 22,25^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 22})$$

– у центральному геометричному об'ємі кабіни (M3):

$$t_{M3} = \frac{22 + 23 + 23 + 23}{4} = 22,75^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 23})$$

– у зоні правого бокового оглядового вікна (M4):

$$t_{M4} = \frac{22 + 22 + 23 + 22}{4} = 22,25^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 24})$$

– у внутрішньому просторі біля входних дверей (M5):

$$t_{M5} = \frac{21 + 22 + 23 + 22}{4} = 22,0^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 25})$$

Інтегральний показник середньої температури повітря на робочому місці машиніста крана становить:

$$t_{\text{сер}} = \frac{22,0+22,25+22,75+22,25+22,0}{5} = 22,25^{\circ}\text{C} \quad (\text{A.26})$$

Екстремальні температурні значення у ході моніторингу зафіксовані на таких позначках: максимальний показник виявлено у центральній частині кабіни ($t_{\text{max}} = 23^{\circ}\text{C}$), тоді як температурний мінімум спостерігався поблизу пульта керування та вхідної групи ($t_{\text{min}} = 21^{\circ}\text{C}$).

Аналогічний покроковий алгоритм застосовано для калькуляції локальних середніх рівнів відносної вологості повітря (φ) за точками вимірювального контуру:

$$\varphi_{\text{M1}} = \frac{64 + 64 + 65 + 64}{4} = 64,25\% \quad (\text{A.27})$$

$$\varphi_{\text{M2}} = \frac{64 + 64 + 65 + 64}{4} = 64,25\% \quad (\text{A.28})$$

$$\varphi_{\text{M3}} = \frac{64 + 65 + 65 + 65}{4} = 64,75\% \quad (\text{A.29})$$

$$\varphi_{\text{M4}} = \frac{64 + 64 + 65 + 64}{4} = 64,25\% \quad (\text{A.30})$$

$$\varphi_{\text{M5}} = \frac{64 + 64 + 65 + 64}{4} = 64,25\% \quad (\text{A.31})$$

Загальна інтегральна відносна вологість повітря у межах робочої зони кранівника становить:

$$\varphi_{\text{сер}} = \frac{64,25 + 64,25 + 64,75 + 64,25 + 64,25}{5} = 64,35\% \quad (\text{A. 32})$$

При цьому амплітудний максимум відносної вологості зафіксовано на рівні ($\varphi_{\text{min}} = 65\%$), а мінімальне зареєстроване значення становило ($\varphi_{\text{max}} = 64\%$).

Згідно з імперативними санітарно-гігієнічними вимогами ДСН 3.3.6.042-99, для категорій легких фізичних робіт Іб оптимальний температурний діапазон у кабінах спостереження в літній (теплій) період року має становити 22-24 °С. Зіставлення отриманих даних свідчить, що розрахована середня температура ($t_{\text{сер}} = 22,25^\circ\text{C}$) повністю відповідає регламентованим параметрам і знаходиться всередині допустимої зони.

Разом з тим, для аналізованої категорії Іб нормативні межі відносної вологості повітря у літній сезон суворо обмежені діапазоном 40-60%. Фактичний усереднений показник на об'єкті становить ($\varphi_{\text{сер}} = 64,35\%$). Амплітудне відхилення від верхньої межі нормативного критерію розраховується за формулою:

$$\Delta\varphi = 64,35 - 60 = +4,35\% \quad (\text{A. 33})$$

На основі виконаних інженерних розрахунків встановлено, що реальна середня відносна вологість повітря у кабіні машиніста крана перевищує гранично допустимий санітарний поріг на 4,35 %. Дане відхилення свідчить про наявність шкідливого мікрокліматичного чинника, викликаного акумуляцією вологих мас у верхньому ярусі цеху, що посилює теплове навантаження на організм кранівника, знижує ефективність природної терморегуляції тіла та інтенсифікує процеси загальної втоми.

А.8. Експериментальне дослідження мікроклімату в робочій зоні стропальника

Інструментальний моніторинг метеорологічних характеристик робочої зони на нижній відмітці підлоги цеху здійснювався за допомогою психрометричного гігрометра типу ВІТ-1. Керуючись методологічними вимогами пункту 3.3 ДСН 3.3.6.042-99, вимірювальний прилад закріплювався у визначених координатах на вертикальній висоті 1,5 м від рівня підлоги виробничого приміщення, що відповідає зоні дихання працівника під час виконання робіт стоячи. Попередній регламент підготовки апаратури включав заповнення скляного живильника зволоженого термометра дистильованою водою з подальшою технологічною витримкою, необхідною для повної стабілізації показу термометрів. Фактична температура цехового повітря реєструвалася за шкалою сухого датчика, тоді як показники відносної вологості визначалися на основі амплітудної різниці температурних значень сухого та зволоженого термометрів за інтегрованою у корпус психрометричною таблицею.

Санітарно-гігієнічний аналіз умов праці базувався на нормативних параметрах таблиці 1 ДСН 3.3.6.042-99. Згідно з класифікацією за критеріями пункту 14 зазначеного документа, робочі функції стропальника виконуються переважно в положенні стоячи, пов'язані з постійним ходінням, просторовим переміщенням і кантуванням металевих елементів та напівфабрикатів масою до 10 кг, що супроводжується помірним фізичним напруженням. Відтак, дані умови праці нормативно віднесені до категорії робіт середньої важкості (Категорія Пб). Для цієї групи технологічних операцій у літній (теплий) період року встановлено оптимальний мікрокліматичний діапазон: температура повітря в межах 20–22 °С при відносній вологості від 40% до 60%. Паралельно таблиця 2 ДСН 3.3.6.042-99 фіксує гранично допустимі мікрокліматичні величини для літнього сезону, де температурний поріг для категорії Пб обмежений інтервалом 18–27 °С, а допустима вологість становить 70% (при реперній температурі середовища 25 °С).

Експериментальний контроль параметрів середовища у робочій зоні стропальника здійснювався циклічно протягом робочої зміни у фіксовані часові інтервали: о 08:00 (початок зміни), об 11:00 (перша половина дня), о 14:00 (період

максимального теплового випромінювання та конвекційного нагрівання повітря у прольоті дільниці) та о 17:00 (завершення зміни).

Заміри реалізовувалися у п'яти базових просторових точках виробничої площі:

- С1 – безпосереднє місце стропування та фіксації металоконструкцій;
- С2 – зона вхідного приймання сортового металопрокату;
- С3 – центральна геометрична частина вантажно-розвантажувальної дільниці;
- С4 – зона локального складування та штабелювання готових виробів;
- С5 – позиція візуальної передачі знакових (жестових) сигналів машиністу

крана.

Отримані в результаті комплексного інструментального контролю параметри мікроклімату систематизовані та представлені у зведеній таблиці А.8.

Таблиця А.8 – Результати вимірювання мікроклімату в робочій зоні стропальника

Точка вимірювання, Мп	Час заміру, год	Показання сухого термометра, °С	Показання зволоженого термометра, °С	Різниця температурних показників Δt , °С	Фактична відносна вологість повітря, °С
С1	08.00	20	15	5	54
С1	11.00	21	16	5	55
С1	14.00	22	17	5	56
С1	17.00	21	16	5	55
С2	08.00	21	16	5	55
С2	11.00	21	16	5	55
С2	14.00	22	17	5	56
С2	17.00	21	16	5	55
С3	08.00	21	16	5	55

C3	11.00	22	17	5	56
C3	14.00	22	17	5	56
C3	17.00	22	17	5	56
C4	08.00	21	16	5	55
C4	11.00	21	16	5	55
C4	14.00	22	17	5	56
C4	17.00	21	16	5	55
C5	08.00	20	15	5	54
C5	11.00	21	16	5	55
C5	14.00	22	17	5	56
C5	17.00	21	16	5	55

Математичне опрацювання результатів циклічних замірів температури повітря (t) на нижній позначці підлоги виробничого приміщення реалізовувалося шляхом розрахунку локальних середніх значень за точками контролю у зоні стропальника:

- у місці безпосереднього стропування та фіксації вантажу (C1):

$$t_{C1} = \frac{20 + 21 + 22 + 21}{4} = 21,0^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 34})$$

- у зоні вхідного приймання сортового металопродукту (C2):

$$t_{C2} = \frac{21 + 21 + 22 + 21}{4} = 21,25^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 35})$$

- у центральній геометричній частині вантажної ділянки (C3):

$$t_{C3} = \frac{21 + 22 + 22 + 22}{4} = 21,75^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 36})$$

– у зоні локального складування та штабелювання готових виробів (C4):

$$t_{C4} = \frac{21 + 21 + 22 + 21}{4} = 21,25^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 37})$$

– на позиції візуальної передачі знакових команд машиністу (C5):

$$t_{C5} = \frac{20 + 21 + 22 + 21}{4} = 21,0^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 38})$$

Інтегральний показник середньої температури повітря у межах всієї робочої зони стропальника становить:

$$t_{\text{сер}} = \frac{21,0 + 21,25 + 21,75 + 21,25 + 21,0}{5} = 21,25^{\circ}\text{C} \quad (\text{A. 39})$$

Екстремальні температурні значення у ході моніторингу зафіксовані на таких позначках: амплітудний максимум виявлено у центральній частині дільниці ($t_{\text{max}} = 22^{\circ}\text{C}$), тоді як температурний мінімум спостерігався поблизу точок стропування та подачі сигналів ($t_{\text{min}} = 20^{\circ}\text{C}$).

Аналогічний покроковий алгоритм застосовано для калькуляції локальних середніх рівнів відносної вологості повітря (φ) за точками вимірювального контуру стропальника:

$$\varphi_{M1} = \frac{54 + 55 + 56 + 55}{4} = 55,0\% \quad (\text{A. 40})$$

$$\varphi_{M2} = \frac{55 + 55 + 56 + 55}{4} = 55,25\% \quad (\text{A. 41})$$

$$\varphi_{M3} = \frac{55 + 55 + 55 + 56}{4} = 55,25\% \quad (\text{A. 42})$$

$$\varphi_{M4} = \frac{55 + 55 + 56 + 55}{4} = 55,25\% \quad (\text{A. 43})$$

$$\varphi_{M5} = \frac{54 + 55 + 56 + 55}{4} = 55,0\% \quad (\text{A. 44})$$

Загальна інтегральна відносна вологість повітря на робочому місці стропальника становить:

$$\varphi_{\text{сер}} = \frac{55,0 + 55,25 + 55,25 + 55,25 + 55,0}{5} = 55,15\% \quad (\text{A. 45})$$

При цьому амплітудний максимум відносної вологості зафіксовано на рівні ($\varphi_{\text{max}} = 56\%$), а мінімальне зареєстроване значення становило ($\varphi_{\text{min}} = 54\%$).

Згідно з імперативними санітарно-гігієнічними вимогами ДСН 3.3.6.042-99, для категорій робіт середньої важкості Пб оптимальний температурний діапазон у виробничих приміщеннях у літній (теплий) період року має становити 21-23°C. Зіставлення отриманих даних свідчить, що розрахована середня температура ($t_{\text{сер}} = 21,25^\circ\text{C}$) повністю відповідає регламентованим параметрам і знаходиться всередині допустимого санітарного діапазону. Разом з тим, для аналізованої категорії Пб нормативні межі відносної вологості повітря у літній сезон обмежені діапазоном 40-60%. Факторне амплітудне відхилення усередненого показника на об'єкті від верхньої межі нормативного критерію розраховується за формулою:

$$\Delta\varphi = 55,15 - 60 = -4,85\% \quad (\text{A. 46})$$

Оскільки отриманий результат ($\Delta\varphi = -4,85\%$) має від'ємне значення, фактична середня відносна вологість повітря у робочій зоні стропальника повною мірою відповідає гранично допустимим санітарно-гігієнічним нормам і знаходиться всередині регламентованого безпечного інтервалу.

Ризики виробничого травматизму на вантажно-розвантажувальній ділянці

Якісно-кількісні критерії для ранжування частоти (ймовірності) ініціювання небезпечних ситуацій у виробничому просторі ділянки систематизовані та представлені в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Критерії оцінювання ймовірності виникнення небезпечної події

Бальна оцінка	Категорія ймовірності	Технічний опис та частота прояву чинника
1	Дуже низька	Подія класифікується як практично неможлива у штатних умовах
2	Низька	Настання інциденту ймовірне лише в поодиноких, екстремальних випадках
3	Середня	Реалізація загрози є можливою в процесі експлуатації устаткування
4	Висока	Подія здатна виникати циклічно (періодично) в ході провадження діяльності
5	Дуже висока	Поява позаштатної ситуації очікується регулярно з високою частотою

Параметри деградації умов праці та бальні індекси для диференціації ступеня важкості можливих санітарно-технічних наслідків наведені в таблиці Б.2.

Фінальна інтерпретація, кодифікація та шкалювання отриманих інтегральних значень для визначення подальшої стратегії менеджменту безпеки зведені у таблицю Б.3.

Таблиця Б.2 – Критерії оцінювання ступеня важкості та масштабу ймовірних наслідків

Бальна оцінка	Специфікація та характер наслідків для персоналу
1	Мікротравми та незначні ушкодження без втрати загальної працездатності
2	Легкі травми, що потребують надання первинної домедичної допомоги
3	Виробничі травми з тимчасовою втратою працездатності та відкриттям лікарняного листа
4	Тяжкі травми, що призводять до стійкої втрати працездатності чи інвалідизації
5	Груповий нещасний випадок або травматизм із летальним (смертельним) наслідком

Таблиця Б.3 – Інтегральна шкала оцінювання та класифікації рівнів професійних ризиків

Значення ризику R	Кваліфікований рівень	Нормативний опис та інженерні управлінські вимоги
1-4	Низький	Абсолютно допустимий ризик, що потребує лише базового моніторингу
5-9	Помірний	Припустимий ризик, що вимагає періодичного інспекційного контролю
10-16	Значний	Неприпустимий ризик, що вимагає розробки планових заходів щодо його зниження

17-25	Високий	Критичний ризик, що вимагає негайного примусового впровадження систем захисту
-------	---------	---

Чинники виробничого середовища, що підвищують рівень професійного ризику при провадженні вантажно-розвантажувальних операцій

Системний інженерно-технічний аудит процесів виконання вантажно-розвантажувальних та транспортних операцій із залученням мостового крана КМ-10 дозволив ідентифікувати та класифікувати деструктивні чинники, які інтенсифікують загальний рівень виробничого ризику. Повний перелік цих шкідливих і небезпечних факторів у синергії з аналізом їхнього впливу на персонал представлений у таблиці Б.4.

Таблиця Б.4 – Деталізація виявлених невідповідностей та потенційних виробничих небезпек на ділянці

№ з/п	Ідентифікована конструктивно-організаційна невідповідність	Комплекс можливих деструктивних наслідків та техногенних загроз
1.	Значний просторовий (лінійний та вертикальний) розрив між кабіною машиніста та вантажем	Екранування огляду, дефіцит безпосереднього оперативного контролю за просторовою траєкторією руху об'єкта
2.	Безальтернативна залежність дій машиніста крана від знакової або жестової сигналізації стропальника	Експоненціальне зростання ймовірності помилкових маніпуляцій при спотворенні або несвоєчасному сприйнятті команд

3.	Просторові операції з переміщення, кантування та штабелювання важких великогабаритних металоконструкцій	Масштабне каскадне посилення важкості наслідків і руйнувань у разі виникнення позаштатної чи аварійної ситуації
4.	Наявність неконтрольованих («сліпих») зон і обмежена оглядовість прольоту виробничого корпусу з висоти кабіни	Суттєве ускладнення візуального моніторингу меж безпечної зони та поточної обстановки у цеху
5.	Деструктивний прояв людського чинника на етапах безпосереднього зачіплення (стропування) вантажів	Ініціювання прихованих технологічних помилок, неправильний розподіл статичних навантажень на канатні пасма
6.	Перебування персоналу та залучення суміжних робітників поблизу траєкторії руху важких елементів	Критичне підвищення індексів небезпеки та ризиків летального або поєданого виробничого травматизму
7.	Стійкий вплив підвищених рівнів звукового тиску (виробничого шуму) від діючих верстатних ліній	Блокування та погіршення чіткості сприйняття мовних, звукових та світлосигнальних команд у межах бригади
8.	Об'єктивна потреба у перманентній дискретній координації дій між машиністом крана та стропальником	Генерування латентних ризиків тактичного непорозуміння робітників у критичні моменти підйому й посадки вантажу

Матричний аналіз та кількісна оцінка рівня професійного ризику при аварійному (неконтрольованому) падінні вантажу

Найбільшу загрозу за показниками промислового травматизму на дільниці становить аварійне падіння транспортувального об'єкта під час його просторового переміщення мостовим краном КМ-10. Калькуляція та обґрунтування базових складових даного ризику зводяться до таких параметрів:

- частота (ймовірність) реалізації небезпеки ($P = 4$ бали): імовірність виникнення події детермінована як висока, що обумовлено безперервним (щозмінним) характером виконання вантажних операцій протягом усього робочого дня. Потенційна загроза супроводжує кожен кінематичний етап – від первинного підйому й безпосереднього горизонтального маневрування до посадки вантажу;

- ступінь важкості ймовірних наслідків ($S = 5$ балів): індекс важкості зафіксовано на максимальній позначці, оскільки падіння важких великогабаритних металоконструкцій здатне ініціювати летальний (смертельний) травматизм персоналу, спровокувати груповий нещасний випадок, каскадне руйнування будівельних елементів цеху та масштабні матеріальні збитки.

Інтегральний показник професійного ризику розраховується за формулою:

$$R = 4 \times 5 = 20 \quad (\text{Б.1})$$

Отриманий у результаті прогностичного моделювання індекс $R=20$, відповідно до верифікованої шкали оцінювання, входить у граничний критичний діапазон від 17 до 25 балів (реперні точки наведені в таблиці 1.9). Таке значення характеризує високий рівень небезпеки. Згідно з вимогами ДСТУ ISO 45001:2019, даний рівень ризику кваліфікується як недопустимий для поточної експлуатації об'єкта без упровадження додаткових технічних бар'єрів та організаційних інженерно-профілактичних заходів. Зазначена обставина обґрунтовує гостру потребу в радикальній модернізації системи керування краном задля зниження виробничого травматизму в ході виконання вантажно-розвантажувальних робіт.

Покроковий рух керуючих та деструктивних імпульсів, взаємозалежність між технічним станом обладнання, діями персоналу та просторовими параметрами цеху, а також блок-схема логічної організації небезпечної зони роботи мостового крана представлені на рисунку Б.1.



Рисунок Б.1 – Структурно-логічна блок-схема та алгоритм формування небезпечної зони при експлуатації мостового крана КМ-10

Матричний аналіз та кількісна оцінка рівня професійного ризику внаслідок помилкових дій машиніста мостового крана

Традиційний алгоритм кабінного оперування краном КМ-10 змушує машиніста безперервно адаптувати траєкторію маневрів до знакової сигналізації стропальника та здійснювати статичний візуальний контроль вантажу з висоти. Матрична калькуляція базових складових даного ризику базується на таких критеріях:

- Ймовірність реалізації небезпеки ($P = 4$ бали): частота виникнення події оцінена за високим індексом, оскільки повністю нівелювати деструктивний вплив людського чинника в межах кабінного інтерфейсу не уявляється можливим.

– Ступінь важкості можливих наслідків ($S = 4$ бали): показник важкості відповідає категорії тяжких порушень, оскільки наслідками помилкових дій оператора можуть стати складні травми персоналу дільниці або масштабні механічні пошкодження технологічного устаткування.

Інтегральний індекс професійного ризику розраховується за формулою:

$$R = 4 \times 4 = 16 \quad (\text{Б.2})$$

Отриманий у результаті прогностичного моделювання показник ($R = 16$), відповідно до регламентованої шкали оцінювання, відповідає критичному діапазону від 10 до 16 балів. Згідно з вимогами ДСТУ ISO 45001:2019, цей результат свідчить про значний рівень небезпеки, який класифікується як неприпустимий для штатної експлуатації об'єкта без розгортання додаткових організаційних та інженерно-технічних бар'єрів.

Перелік графічного матеріалу

Аналіз стану охорони праці та оцінювання ризиків – 3 арк.

Розробка заходів з покращення стану робочого середовища – 3 арк.

Розробка заходів з підвищення рівня безпеки обладнання та процесів – 2 арк.

Безпека у надзвичайних ситуаціях – 2 арк.

Соціальна відповідальність – 1 арк.