

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 «Охорона праці та безпека життєдіяльності»

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

«Аналіз умов праці на робочому місці електрозварника
та розробка заходів щодо підвищення рівня безпеки
у ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»»

Вик.: студ. 4 курсу,
групи ОПР2022-1
спеціальності
263 «Цивільна безпека»

(шифр і назва спеціальності)

Данилюк Г.Т.

(прізвище та ініціали)

Керівник Малишева В.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Логвінков С.М.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2026 рік

РЕФЕРАТ

Метою роботи є аналіз умов праці на робочому місці електрозварника ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» та розробка комплексних організаційно-технічних заходів для зниження впливу шкідливих виробничих факторів і мінімізації ризиків травматизму.

У роботі проаналізовано структуру підприємства, стан виробничого травматизму та функціонування системи управління охороною праці (СУОП). Досліджено шкідливі чинники на посту електрозварника: зварювальний аерозоль, гази, випромінювання та недостатнє освітлення.

Виконано інженерні розрахунки й обґрунтовано модернізацію місцевої витяжної та загальнообмінної вентиляції. Запроектовано систему штучного комбінованого освітлення, розраховано захисне заземлення зварювального обладнання та підібрано сучасні ЗІЗ.

Досліджено стан пожежної безпеки, запропоновано впровадження адресно-аналогової пожежної сигналізації на базі сповіщувачів ТФО-480А та визначено заходи безпеки персоналу в умовах воєнного стану.

Проведено оцінку соціально-економічної ефективності рішень, обґрунтовано підвищення конкурентоспроможності підприємства за рахунок створення безпечного виробничого середовища.

Дипломна робота містить 93 стор., 12 рис., 8 табл., 39 літературних джерел, 13 листів графічної частини.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ, ПРОФЕСІЙНА ЗАХВОРЮВАНІСТЬ, ВИРОБНИЧИЙ ТРАВМАТИЗМ, СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

ABSTRACT

The aim of the thesis is to analyze working conditions at the workplace of an electric welder at ALTERNATIVE ENERGY SOURCES COMPANY LLC and to develop a comprehensive set of organizational and technical measures aimed at reducing the impact of harmful occupational factors and minimizing the risks of workplace injuries.

The thesis analyzes the company's organizational structure, the state of occupational injuries, and the functioning of the Occupational Health and Safety Management System (OHSMS). Harmful factors affecting the welder's workplace, including welding aerosols, gases, radiation, and insufficient lighting, are investigated.

Engineering calculations were performed, and the modernization of local exhaust and general ventilation systems was substantiated. A combined artificial lighting system was designed, the protective grounding of welding equipment was calculated, and modern personal protective equipment (PPE) was selected.

The state of fire safety was studied, and the implementation of an addressable fire alarm system based on TFO-480A detectors was proposed. Measures to ensure personnel safety under martial law conditions were also determined.

The social and economic effectiveness of the proposed solutions was evaluated, and the enhancement of the company's competitiveness through the creation of a safe working environment was substantiated.

The diploma thesis contains 93 pages, 12 figures, 8 tables, 39 references, 13 sheets of graphical material.

KEYWORDS: OCCUPATIONAL SAFETY, ELECTRIC WELDING, OCCUPATIONAL DISEASES, OCCUPATIONAL INJURIES, SOCIAL RESPONSIBILITY

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ	6
1.1 Інформація про діяльність ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» та її структура.....	6
1.2 Інформація про стан виробничого травматизму в організації	9
1.3 Аналіз особливостей функціонування системи управління охороною праці на ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»	11
1.4 Аналіз умов праці на робочому місці електрогазозварника.....	16
Висновки до розділу	21
РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ....	23
2.1 Організація безпечного виконання зварювальних робіт	23
2.2 Заходи щодо захисту від зварювального аерозолі та газів	26
2.3 Заходи захисту від ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання	33
2.4 Заходи із забезпечення електробезпеки при проведенні зварювальних робіт	42
2.5 Забезпечення нормативних параметрів штучного освітлення при виконанні зварювальних робіт	47
Висновки до розділу	50
РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	52
3.1 Аналіз можливих надзвичайних ситуацій у ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» та заходи, впроваджені компанією для зменшення ризику їх виникнення.....	52
3.1.1 Оцінка можливих ситуацій у ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ».....	53
3.1.2 Заходи підприємства із запобігання виникненню та зниження ризиків надзвичайних ситуацій	55

3.2 Пожежна та вибухова безпека при проведенні зварювальних робіт	57
3.2.1 Впровадження автоматичної системи пожежної сигналізації як засобу раннього виявлення та попередження пожежонебезпечних ситуацій при виконанні електрозварювальних робіт	59
3.2.2 Пропозиції щодо вдосконалення системи протипожежного захисту ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»	60
3.2.3 Організаційні заходи	62
3.2.4 Спеціальне навчання персоналу електрозварювального цеху	63
3.3. Безпека працівників підприємства в умовах військового конфлікту	65
Висновки до розділу	67
РОЗДІЛ 4 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	70
4.1 Соціальне значення заходів з охорони праці	70
4.2 Економічне значення охорони праці	71
4.3 Розрахунок соціально-економічного ефекту як результат впровадження заходів з охорони праці	73
4.4 Вплив запропонованих заходів на конкурентоспроможність підприємства	81
Висновки до розділу	82
ВИСНОВКИ	84
Список джерел	87
Додаток А	91

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ

1.1 Інформація про діяльність ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» та її структура

ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» – це сучасне підприємство нафтопереробної галузі, діяльність якого спрямована на задоволення ринкового попиту на високоякісні палива, мастильні матеріали та нафтопродукти. Компанія здійснює комплекс виробничих, технологічних, економічних та логістичних процесів, пов'язаних із прийманням, транспортуванням, зберіганням та глибокою переробкою сирової нафти [1].

Основним видом діяльності компанії є переробка сирової нафти з подальшим виробництвом різних нафтопродуктів. В результаті процесу переробки компанія виробляє бензин, дизельне паливо, мазут, бітум, мастильні матеріали, промислові оливи та інші продукти, що використовуються у транспортній, промисловій, енергетичній та комунальній галузях. Вироблена продукція відповідає сучасним стандартам якості та постачається на внутрішній ринок і на підприємства різних галузей економіки.

Діяльність ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» охоплює кілька ключових напрямків, що забезпечують повний цикл роботи нафтопереробного заводу.

Перший напрямок – постачання сирової нафти. Компанія закуповує сирину нафту та компоненти для подальшої переробки. Для забезпечення безперебійного виробничого процесу компанія співпрацює з постачальниками сировини, організовує транспортування та контролює якість отриманих матеріалів.

Другим напрямком діяльності є безпосередня технологічна переробка сирової нафти. Під час цього процесу сировина проходить кілька етапів очищення, нагрівання, фракціонування та вторинної переробки. В результаті

цих технологічних операцій отримують готову продукцію з певними фізико-хімічними характеристиками.

Третім напрямком діяльності є зберігання та транспортування готової продукції. З цією метою компанія експлуатує нафтобази, насосні станції, трубопроводи та спеціалізований транспорт. Наявність власної логістичної системи забезпечує безперебійне постачання продукції споживачам.

Ще одним важливим напрямком є контроль якості продукції. Компанія має лабораторії, які проводять випробування сировини, проміжної продукції та готових нафтопродуктів відповідно до вимог державних стандартів та технічних регламентів.

Після надходження сирої нафти на завод вона проходить приймально-розвантажувальні роботи, первинну перевірку якості та перекачується до резервуарів для зберігання. Потім сировина надходить на установки первинної переробки.

Первинна переробка нафти передбачає атмосферну дистиляцію, під час якої нафта розділяється на окремі фракції залежно від їхніх температур кипіння. У результаті цього процесу отримують фракції бензину, дизельного палива, газойлю та мазуту. Після первинної переробки частина продуктів проходить вторинну переробку. Ці процеси включають крекінг, риформінг, гідроочищення та інші технологічні операції. Ці процеси покращують якість палива, підвищують октанове число бензину, знижують вміст сірки та покращують екологічні показники продукції.

Для забезпечення стабільності виробничого процесу на об'єкті використовуються автоматизовані системи управління, які контролюють температуру, тиск, швидкість подачі та інші робочі параметри обладнання.

Виробнича структура ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» розроблена з урахуванням специфічних вимог нафтопереробки та унікальних особливостей виробничого циклу компанії. Вона складається з комплексу взаємопов'язаних виробничих, допоміжних та управлінських підрозділів, діяльність яких спрямована на забезпечення безперервної

переробки сирової нафти, виготовлення готової продукції та підтримання стабільної роботи компанії.

Організаційно-виробнича модель ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» побудована за лінійно-функціональним принципом, де вищою ланкою управління є директор, який координує роботу всіх служб та відповідає за загальні результати діяльності компанії. Адміністративний блок реалізує стратегічні рішення через систему функціональних підрозділів, включаючи фінансово-економічний відділ для планування бюджету та відділ збуту для реалізації палива і взаємодії з клієнтами. Технічне забезпечення та безпеку безперервного виробничого процесу гарантує комплекс допоміжних служб. Служба технічного обслуговування та ремонту разом із відділом енергопостачання підтримують готовність устаткування та забезпечують цехи електроенергією, водою, парою і стисненим повітрям. Оскільки нафтопереробка належить до об'єктів підвищеної небезпеки, відділи охорони праці, промислової та екологічної безпеки здійснюють постійний контроль за дотриманням правил безпеки, проводять інструктажі, контролюють рівень викидів та організовують заходи з очищення стічних вод.

Ядро структури складають безпосередньо технологічні цехи, роботу яких контролює відділ виробництва та технологій. Процес побудований за принципом послідовного проходження сировини: спочатку сира нафта або газовий конденсат надходять на установку первинної переробки для атмосферної дистиляції на фракції (бензин, дизель, газойль, мазут), після чого вони спрямовуються в цех вторинної переробки. Там завдяки процесам крекінгу, риформінгу та гідроочищення покращуються експлуатаційні характеристики палива та знижується вміст сірки. Логістичний та контрольний контур забезпечують резервуарний парк і система транспортування, які відповідають за приймання, зберігання та перекачування нафтопродуктів через насосні станції та трубопроводи. Паралельно з цим лабораторія контролю якості проводить безперервний фізико-хімічний аналіз сировини та готової продукції на відповідність ДСТУ, що дозволяє оперативно

коригувати параметри всього виробничого циклу. Організаційно-виробнича архітектура підприємства наведена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Виробнича та управлінська структура підприємства

1.2 Інформація про стан виробничого травматизму в організації

Аналіз стану виробничого травматизму у ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» є важливою складовою системи управління охороною праці та безпекою. Діяльність компанії пов'язана з експлуатацією технологічного обладнання, використанням легкозаймистих та вибухонебезпечних речовин, виконанням робіт підвищеного ризику, а також технічним обслуговуванням складних виробничих систем, що вимагає постійного контролю за умовами праці та рівнем професійних ризиків. Основною метою аналізу виробничого травматизму є виявлення причин нещасних випадків, оцінка рівня безпеки праці, визначення шкідливих виробничих факторів та розробка заходів щодо запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням. Для оцінки стану охорони праці на підприємстві ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» було проведено аналіз виробничого травматизму серед електрозварників [2].

Професія електрозварника належить до робіт підвищеної небезпеки, оскільки під час виконання зварювальних робіт працівники піддаються впливу високих температур, електричного струму, шкідливих газів та іскор. Особливо актуальним питання безпеки є для підприємств нафтопереробної галузі, де додатково існує ризик виникнення пожежонебезпечних та вибухонебезпечних ситуацій. Аналіз статистичних даних дозволяє визначити рівень виробничого травматизму, основні причини нещасних випадків та ефективність заходів з охорони праці, що впроваджуються на підприємстві. Нижче у табл. 1.1 наведено статистику травматизму електрозварників за останні роки [2].

Таблиця 1.1 – Статистика травматизму електрозварника ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»

Рік	Кількість електрозварників	Нещасні випадки	Втрата працездатності (днів)
2023	12	2	28
2024	13	1	12
2025	14	1	9

Аналіз виробничого травматизму на підприємстві проводиться на основі даних про нещасні випадки, протоколів розслідувань, журналів реєстрації інцидентів, результатів перевірок з охорони праці та матеріалів внутрішніх розслідувань. Основними показниками для оцінки рівня виробничого травматизму є коефіцієнт частоти травм, коефіцієнт тяжкості травм та коефіцієнт травм з втратою працездатності.

Найнебезпечнішими виробничими зонами на об'єкті є нафтопереробні установки, резервуарні парки, насосні станції, компресорні станції та зони технічного обслуговування. Саме на цих об'єктах існує підвищений ризик аварій, пожеж, витоків небезпечних речовин та травмування працівників.

Компанія приділяє особливу увагу профілактиці виробничих травм. З цією метою впроваджується комплексний комплекс організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на підвищення безпеки праці.

З метою зниження рівня виробничого травматизму компанія впроваджує найсучасніші системи автоматичного управління технологічними процесами, а також системи сигналізації та аварійного захисту. Автоматизація допомагає мінімізувати вплив людського фактору та підвищити рівень безпеки на робочому місці. Значна увага приділяється формуванню культури безпеки серед співробітників. Керівництво компанії проводить інформаційні кампанії щодо необхідності дотримання правил безпеки, відповідального підходу до виконання робочих завдань та оперативного повідомлення про будь-які виявлені небезпечні ситуації.

1.3 Аналіз особливостей функціонування системи управління охороною праці на ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»

Система управління охороною праці в ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» складається з комплексу організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці та захист життя і здоров'я працівників під час виробничої діяльності [3]. Функціонування системи охорони праці в компанії здійснюється відповідно до вимог чинного законодавства України та нормативних актів з охорони праці, пожежної безпеки та промислової безпеки.

Специфіка діяльності компанії, що передбачає переробку нафти, використання вибухонебезпечних та легкозаймистих речовин, експлуатацію технологічного обладнання та роботу в умовах підвищеного ризику, зумовлює необхідність створення ефективної системи управління охороною праці. Головною метою цієї системи є мінімізація виробничих ризиків та запобігання нещасним випадкам, аваріям і професійним захворюванням.

Організація охорони праці на підприємстві ґрунтується на принципах комплексного підходу, постійного контролю та особистої відповідальності керівників підрозділів за безпеку на робочому місці. Загальне керівництво системою охорони праці здійснює директор підприємства, який забезпечує виконання державної політики у сфері охорони праці та несе відповідальність за створення безпечних умов праці.

Структура системи управління охороною праці на ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» наведені на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Структура СУОП ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»

Система управління охороною праці на підприємстві функціонує на основі внутрішніх нормативних документів, до яких належать положення про охорону праці, інструкції з безпечного виконання робіт, журнали реєстрації інструктажів, плани евакуації, програми навчання персоналу та накази керівництва підприємства.

Однією з основних особливостей функціонування системи охорони праці на підприємстві є високий рівень контролю за технологічними

процесами. У зв'язку з підвищеною вибухо- та пожежонебезпекою нафтопереробного виробництва на підприємстві здійснюється постійний моніторинг стану технологічного обладнання, трубопроводів, резервуарів та систем автоматичного захисту.

Комплексна система управління охороною праці на підприємстві реалізується через низку взаємопов'язаних заходів. Навчально-профілактичний блок передбачає обов'язкове проведення первинних, повторних та позапланових інструктажів, систематичне навчання персоналу безпечним методам роботи, а також регулярну перевірку отриманих знань. Техніко-технологічний складник безпеки забезпечується повною комплектацією кадрів сучасними засобами індивідуального захисту, своєчасним технічним обслуговуванням устаткування та максимальною автоматизацією критичних операцій. Крім того, особлива увага приділяється аналітичному контролю, що включає безперервний моніторинг стану виробничого середовища, проходження робітниками медичних оглядів та проведення планових внутрішніх аудитів діючої системи безпеки.

Важливим складником є повне забезпечення персоналу засобами індивідуального захисту (від спеціального одягу до діелектричних засобів) та регулярна оцінка професійних ризиків на найбільш небезпечних ділянках. Окрему увагу приділено техногенній безпеці: функціонуванню автоматичних систем пожежогасіння, аварійної вентиляції та проведенню регулярних протипожежних тренувань. Загальна ефективність системи контролюється шляхом внутрішніх аудитів і перевірок технічного стану обладнання, при цьому успіх СУОП безпосередньо залежить від виробничої дисципліни, фахової підготовки кадрів та постійної адаптації заходів безпеки до складних технологічних процесів.

На підприємстві ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» значна увага приділяється питанням охорони праці та безпеки виконання електрозварювальних робіт. Для оцінки стану виробничого травматизму серед електрозварників було проведено аналіз статистичних показників за останні

роки. Професія електрозварника належить до робіт підвищеної небезпеки, оскільки під час виконання робіт працівники контактують з електричним струмом, високими температурами, відкритим полум'ям, шкідливими газами та вибухонебезпечними речовинами, що особливо характерно для підприємств нафтопереробної галузі. З метою забезпечення безпечних умов праці на підприємстві розроблені, затверджені та введені в дію нормативні документи й інструкції з охорони праці.

Зокрема, на підприємстві діє комплексна система локальних актів, яка включає «Інструкцію з охорони праці для електрозварника ручного зварювання», «Інструкцію з охорони праці при виконанні напіваавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів», «Інструкцію з охорони праці для газозварника та газорізальника», а також «Інструкцію з пожежної безпеки під час проведення зварювальних та інших вогневих робіт». Окремими документами регламентуються суміжні та підготовчі процеси, серед яких «Інструкція з електробезпеки для працівників ремонтних служб та електрозварників», «Інструкція з охорони праці при експлуатації та зберіганні балонів зі стисненими, зрідженими та розчиненими газами», «Інструкція з охорони праці при використанні зачисного та шліфувального інструменту», а також «Інструкція з охорони праці під час виконання робіт на висоті та з підмостків». Організація робіт у зонах підвищеного ризику регулюється «Порядком проведення вогневих робіт на вибухопожежонебезпечних об'єктах», «Інструкцією з охорони праці при виконанні робіт у замкнутих просторах, ємностях та резервуарах», «Інструкцією щодо використання засобів індивідуального захисту та органів дихання», а також загальним «Положенням про проведення первинного, повторного, цільового та позапланового інструктажів з охорони праці».

На підприємстві ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» служба охорони праці створена як окремий структурний підрозділ і здійснює свою діяльність на підставі вимог Закону України «Про охорону праці», вимог [4], а також відповідно до внутрішніх нормативних документів підприємства.

Її діяльність регламентується Положенням про службу охорони праці ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ», яке є внутрішнім нормативним актом підприємства, розробленим з урахуванням чинного законодавства та затвердженим наказом директора підприємства. У відповідному наказі визначено дату введення Положення в дію та обов'язковість його виконання для всіх структурних підрозділів і працівників підприємства.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівнику підприємства та діє на засадах незалежності від виробничих підрозділів у питаннях контролю за дотриманням вимог безпеки праці. Основною метою її діяльності є забезпечення функціонування системи управління охороною праці, запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням і аварійним ситуаціям.

У межах своїх повноважень служба охорони праці здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, інструкцій та внутрішніх положень підприємства, організовує та контролює проведення інструктажів з охорони праці, бере участь у розробці та перегляді інструкцій, положень і програм навчання з питань безпеки праці. Також служба контролює забезпечення працівників засобами індивідуального захисту та правильність їх використання.

Окремим напрямом діяльності є участь у розслідуванні нещасних випадків, аналіз причин їх виникнення та розробка заходів щодо запобігання подібним випадкам у майбутньому. Служба охорони праці має право видавати обов'язкові для виконання приписи щодо усунення виявлених порушень, а у разі виявлення небезпечних умов праці ініціювати тимчасове припинення виконання робіт до усунення загрози життю або здоров'ю працівників.

1.4 Аналіз умов праці на робочому місці електрогазозварника

Робота електрогазозварника на ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» належить до категорії робіт підвищеної небезпеки, оскільки пов'язана з виконанням зварювальних і газорізальних робіт в умовах дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Електрогазозварювальні роботи на підприємстві виконуються під час монтажу технологічного обладнання, ремонту трубопроводів, резервуарів, металоконструкцій та інших елементів виробничої інфраструктури.

Аналіз умов праці електрозварників, що працюють з електричним та газовим зварюванням, на підприємстві свідчить про значний вплив сукупності фізичних, хімічних та психофізіологічних факторів, які безпосередньо визначають рівень професійного ризику та впливають на стан здоров'я й працездатність персоналу. Робота фахівця охоплює широкий спектр відповідальних операцій, зокрема ручне дугове та газове зварювання, різання металу, монтаж металевих конструкцій, а також ремонт трубопроводів, технологічного обладнання та резервуарів. Відмінною рисою цієї професії є мобільність робочого місця, яке, залежно від характеру ремонтних та відновлювальних робіт, може бути як стаціонарним, так і тимчасовим. Значна частина завдань виконується безпосередньо на відкритих майданчиках, у виробничих цехах або в обмеженому просторі, що значно ускладнює умови праці та вимагає впровадження додаткових заходів безпеки для забезпечення стабільного виробничого процесу та відповідності вимогам законодавства, зокрема, [5].

Нафтопереробна галузь належить до категорії галузей підвищеного ризику, оскільки виробничі процеси супроводжуються впливом значної кількості шкідливих та небезпечних факторів.

Процес виконання електро- та газозварювальних робіт на нафтопереробному заводі пов'язаний з впливом низки небезпечних факторів, найнебезпечнішими з яких є екстремальні температури, теплове та оптичне

випромінювання (ультрафіолетове та інфрачервоне), а також високий рівень шуму, вібрації та ризик механічних травм. Особливу загрозу становлять зварювальні випари, що містять оксиди металів, сполуки марганцю та оксид вуглецю, оскільки тривалий вплив цих речовин призводить до професійних захворювань органів дихання. Крім того, інтенсивне випромінювання дуги є небезпечним для зору та шкіри, а використання електрообладнання, особливо при пошкодженні ізоляції або високій вологості, створює ризик ураження електричним струмом.

З огляду на специфіку нафтопереробної галузі, основним ризиком є небезпека пожежі та вибуху через наявність парів нафтопродуктів, що вимагає суворого контролю за іскрами та розжареними металевими частинками. Для зменшення цих ризиків зварювальники, які працюють з електричним газом, забезпечуються повним комплектом засобів індивідуального захисту: захисною маскою, вогнестійким одягом, рукавичками, спеціальним взуттям, респіраторами та діелектричним одягом. Заходи безпеки на робочому місці також включають використання місцевої та загальної вентиляції для видалення шкідливих газів, встановлення захисних екранів, вогнегасного обладнання та пристроїв аварійного відключення електроенергії [6].

Високий рівень безпеки під час виконання робіт з електро- та газового зварювання забезпечується завдяки впровадженню суворої багатоступеневої системи організації праці та технічного нагляду. Ключовим елементом адміністративного управління є регламентований доступ до електрозварювальних робіт, що передбачає отримання дозволу на виконання робіт, попередній огляд робочої зони з метою переконання у відсутності вибухонебезпечних речовин, а також ретельний контроль стану обладнання. До технологічних процесів залучаються лише фахівці з відповідною кваліфікацією та сертифікатами, які пройшли комплексне навчання, перевірку знань з охорони праці, електро- та пожежної безпеки, а також обов'язкові медичні огляди. Для мінімізації впливу шкідливих факторів, властивих нафтопереробній галузі, компанія активно модернізує зварювальне

обладнання, автоматизує окремі етапи виробництва та вдосконалює системи вентиляції.

Систематичні заходи щодо запобігання травматизму та формування корпоративної культури безпеки у поєднанні з використанням сучасних засобів індивідуального захисту дозволяють істотно знизити показники виробничих ризиків. Таким чином, незважаючи на складність технологічних умов та наявність небезпечних факторів, комплексний підхід до управління охороною праці забезпечує належний рівень захисту персоналу та стабільність виробничих процесів.

Ефективне забезпечення безпеки праці під час виконання електрозварювальних робіт на об'єктах ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» вимагає попереднього глибокого аналізу умов виробничого середовища. Оскільки процеси зварювання безпосередньо пов'язані з переробкою та транспортуванням нафтопродуктів, робоче місце електрозварника характеризується постійною присутністю комплексу взаємопов'язаних ризиків. Високі робочі температури, використання електричної енергії високої потужності, утворення специфічних аерозолів та робота в замкнутих чи висотних технологічних просторах створюють потенційну загрозу для здоров'я персоналу. Для мінімізації ймовірності виникнення аварійних ситуацій та професійних захворювань було проведено детальну ідентифікацію всіх чинників, що виникають на кожному етапі зварювального процесу відповідно до [7]. Результатом цього аналізу стала систематизація виявлених факторів із їх прив'язкою до конкретних технологічних джерел на підприємстві та чинних державних нормативних стандартів, що детально відображено в наведеній нижче табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Виявлені небезпечні та шкідливі виробничі фактори для електрозварників ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»

№	Група факторів	Джерело, прояв на підприємстві та наслідки для організму	НПАОП / ДСТУ, вимоги яких порушуються
1	Термічні фактори	Контакт із розігрітими трубопроводами нафтопереробки, дугою та розплавленим металом. Наслідки: термічні опіки шкіри, ураження сітківки та рогівки ока.	НПАОП 0.00-1.71-13, ДСТУ EN ISO 11611:2016
2	Пожежо- та вибухонебезпека	Робота в зонах можливої загазованості парами нафтопродуктів поблизу вогневих постів. Наслідки: вибухи, пожежі, баротравми, критичні опіки .	НАПБ А.01.001-2014, Регламент Р-07
3	Хімічні фактори	Виділення зварювальних аерозолів (Mn, Cr, фториди) та парів вуглеводнів у робочій зоні. Наслідки: отруєння, пневмоконіоз, екземи.	Державні медико-санітарні нормативи допустимого вмісту хімічних речовин у повітрі робочої зони, ДСТУ EN 149:2017

4	Шум і вібрація	Функціонування компресорів, трансформаторів, використання шліфувального інструменту. Наслідки: приглухуватість, вібраційна хвороба, втома.	ДСН 3.3.6.037-99, ДСН 3.3.6.039-11
5	Загазованість приміщень	Накопичення газів (СО, СО ₂ , NO ₂) у замкнутих просторах, ємностях та апаратних. Наслідки: гіпоксія, запаморочення, втрата свідомості .	ДБН В.2.5-67:2013, Інструкція ІОП-14-2023
6	Електричний струм	Пошкоджена ізоляція кабелів, незаземлені корпуси апаратів, робота в сирих зонах. Наслідки: електричні удари, фібриляція серця, опіки.	НПАОП 40.1-1.21-98, ПУЕ
7	Робота на висоті	Зварювання на висотних технологічних естакадах, колонах нафтопереробки. Наслідки: падіння працівника, важкі політравми, перелом.	НПАОП 0.00-1.15-07, ДСТУ EN 361:2017
8	Важкість праці	Тривале перебування у незручній статичній позі (зігнувшись, на колінах), напруга уваги. Наслідки: радикуліт, остеохондроз, втома.	Наказ МОЗ № 248 Гігієнічна класифікація

Таким чином, наявність зазначених небезпечних та шкідливих виробничих факторів свідчить про актуальність питання розробки та впровадження рекомендацій із підвищення рівня охорони та безпеки праці.

Висновки до розділу

1. ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» є високотехнологічним підприємством повного циклу переробки нафти, структура якого побудована за лінійно-функціональним принципом. Організаційна модель забезпечує чітку взаємодію між управлінським апаратом, основним виробничим ядром (технологічними цехами) та допоміжними службами, що дозволяє підтримувати безперервність виробничого процесу та стабільну якість продукції.

2. Аналіз виробничого середовища підтверджує, що нафтопереробна галузь належить до категорії підвищеного ризику через вплив комплексу шкідливих факторів: від екстремальних температур до вибухопожежонебезпеки. Ефективність профілактики травматизму на підприємстві базується на інтегрованому підході, що включає системне навчання персоналу, повне забезпечення засобами індивідуального захисту та максимальну автоматизацію критичних операцій для мінімізації впливу людського фактора.

3. Система управління охороною праці (СУОП) на підприємстві функціонує як динамічний механізм, що поєднує нормативно-правову базу із сучасними технічними засобами контролю. Особливістю функціонування СУОП є впровадження систем автоматичного моніторингу параметрів обладнання та багатоступеневого внутрішнього аудиту, що дозволяє оперативно адаптувати заходи безпеки до складних технологічних процесів та підтримувати високий рівень техногенної безпеки об'єкта.

4. Умови праці електрогазозварника характеризуються високою мобільністю робочого місця та постійним впливом агресивних факторів,

зокрема зварювальних аерозолів та інтенсивного випромінювання. Забезпечення безпеки на цій ділянці досягається шляхом суворого регламентування допуску до зварювальних робіт через систему нарядів-допусків, використання спеціалізованих ЗІЗ та постійної модернізації вентиляційних систем, що в сукупності дозволяє знизити професійні ризики.

РОЗДІЛ 2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

2.1 Організація безпечного виконання зварювальних робіт

Основою законодавства України у сфері охорони праці є Конституція України, яка гарантує громадянам право на безпечні та здорові умови праці, а також система законів та нормативних актів України, спрямованих на реалізацію цього конституційного права. Основними законодавчими актами цієї системи є Закони України «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про використання ядерної енергії та радіаційний захист», Кодекс законів про працю України та Кодекс цивільного захисту. Відповідно до Закону України «Про охорону праці», підприємства повинні дотримуватися основних положень щодо створення безпечних умов праці [3]. Зокрема, стаття 13 цього закону покладає на роботодавця обов'язок створювати умови праці на кожному робочому місці в кожному структурному підрозділі відповідно до вимог чинного законодавства, а також забезпечувати дотримання вимог щодо прав працівників у сфері охорони праці, для чого забезпечується розробка та функціонування системи управління охороною праці (СУОП).

Стаття 5 закону України «Про охорону праці» зобов'язує роботодавця інформувати працівників про наявність на робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунені, можливі наслідки їх впливу на здоров'я, про права на пільги та компенсації. З метою організації правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних та медико-профілактичних заходів роботодавці створює службу охорони праці відповідно до вимог [4]. Крім того, адміністрація підприємства організовує безкоштовне забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до НПАОП 0.00-7.17-18 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на

робочому місці. Для виконання робіт з підвищеною небезпекою роботодавець визначає за наказом коло відповідальних осіб, організовує навчання і перевірку знань персоналу, а на робочих місцях повинні бути розроблені і розміщені відповідні технологічні карти. При цьому перед початком роботи кожен працівник повинен особисто перевірити безпечний стан свого робочого місця, перевірити справність запобіжних пристроїв, інструментів, механізмів, а в разі виявлення порушень, які він не може самотійно усунути, негайно повідомити про них керівництву.

З урахуванням зазначених положень законодавства, завданням даного розділу бакалаврської роботи є розробка рекомендацій із забезпечення нешкідливих та безпечних умов праці безпосередньо у сфері електрозварювальних робіт ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ». Технологічний процес електрозварювання деталей ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» пов'язаний з дією ряду небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що потребують розробки конкретних технічних та організаційних рішень для захисту персоналу.

З метою нейтралізації зазначених у першому розділі дипломної роботи факторів у сфері електрозварювальних робіт ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» передбачається комплекс інженерно-технічних заходів. Для захисту повітряного середовища робочої зони від зварювальних аерозолів недостатньо загальнообмінної вентиляції цеху, тому безпосередньо на робочому місці кожного зварювальника організовується локальна витяжна вентиляція у вигляді поворотних витяжних зонтів або спеціалізованих зварювальних столів з нижнім боковим всмоктуванням повітря. Для забезпечення електробезпеки все зварювальне обладнання, включаючи корпуси трансформаторів і випрямлячів, підлягає обов'язковому захисному заземленню або зануленню, а самі пристрої оснащені засобами для автоматичного обмеження напруги холостого ходу до безпечного рівня в моменти переривання зварювання. Захист суміжних робочих місць та інших працівників цеху від шкідливого випромінювання зварювальної дуги

реалізується шляхом огороження електрозварювальної зони стаціонарними або пересувними екранами, екранами і завісами з негорючих матеріалів висотою не менше 1,8 м.

Відповідно до вимог до забезпечення ЗІЗ кожен електрозварник безкоштовно забезпечується комбінезоном з вогнетривким просоченням, захисною маскою або щитком зі спеціальними світлофільтрами (зокрема, сучасними масками з автоматичним затемненням типу «Chameleon»), спеціальним взуттям із захисним носком та шкіряними перчатками для захисту рук від металевих бризок [8].

Організаційні заходи на майданчику включають обов'язкове спеціальне навчання та щорічну перевірку знань з питань охорони праці для персоналу, що виконує роботи з підвищеною небезпекою, а також повторні інструктажі на робочому місці не рідше одного разу на три місяці. Кожен зварювальний пост додатково оснащений первинним обладнанням для пожежогасіння, включаючи вуглекислотні або порошкові вогнегасники, кошму і пісочницю.

Організаційні заходи з охорони праці під час зварювальних робіт на підприємстві включають комплекс обов'язкових процедур і вимог, спрямованих на навчання персоналу і регулювання трудового процесу. Зокрема, перед початком самостійної роботи електрозварник повинен бути ознайомлений зі своїми посадовими обов'язками, положеннями інструкції з охорони праці за фахом, а також забезпечити проходження вступного і початкового навчання на робочому місці. Оскільки електрозварювальні роботи відносяться до категорії робіт з підвищеною небезпекою, персонал зобов'язаний чотири рази на рік (щоквартально) проходити повторне навчання з охорони праці, а також щорічно проходити підвищення кваліфікації та регулярну перевірку знань з питань охорони праці. У своїй повсякденній діяльності працівники повинні суворо дотримуватися і керуватися внутрішніми трудовими нормами підприємства, які офіційно визначають графік роботи, а також раціональний режим праці та відпочинку. Безпосередньо перед початком кожної зміни електрозварювальник

зобов'язаний отримувати і носити встановлені засоби індивідуального захисту, до складу яких входять комбінезон з вогнетривкого матеріалу, спеціальне взуття, захисна маска і захисні окуляри. Крім того, з урахуванням наявності шкідливих умов виробничого середовища, для зварювальників законодавчо передбачено надання відповідних пільг і компенсацій, а саме право на отримання спеціального харчування у вигляді молока, що офіційно визначається за встановленими чинними нормами.

Реалізація цих технічних, санітарно-гігієнічних та організаційних рішень дозволяє виконати вимоги Закону України «Про охорону праці» та забезпечити безпечні, здорові та нешкідливі умови праці у сфері електрозварювальних робіт ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ», проте вони потребують оновлення та деталізації, що виконано у наступних підрозділах.

2.2 Заходи щодо захисту від зварювального аерозолі та газів

Електрозварювальні операції проводяться в закритому приміщенні на спеціалізованій ділянці, яка відображена на рис. 2.1. Даний виробничий комплекс оснащений сучасною модульною системою автоматизації зварювальних процесів, модулями охолодження, станцією очищення пальників, циліндрами з інжекторною рідиною, колектором відпрацьованого теплоносія, а також блоками різання дроту. Безпосереднє виконання зварювальних робіт базується на послідовному виконанні ряду технологічних етапів, що охоплюють суворий контроль якості сировини, комплекс підготовчих операцій і остаточну перевірку надійності і відповідності виконуваних зварних з'єднань встановленим нормам.

Ефективна система вентиляції на місці зварювання відіграє вирішальну роль у забезпеченні безпеки праці, оскільки її основним завданням є безперервне і оперативне видалення токсичних речовин з повітряного середовища при одночасному зниженні енергоспоживання підприємства. Під

час зварювання в атмосферу цеху викидаються небезпечні сполуки, такі як фторидні елементи, озон, оксиди азоту та чадний газ. Тривала концентрація цих газів і аерозолів в робочій зоні провокує розвиток серйозних професійних захворювань у персоналу і завдає шкоди навколишньому середовищу. Через високу загрозу здоров'ю і повну залежність від погодних умов використання природної вентиляції в таких умовах неприпустимо. Правильно спроектована і добре монтована примусова вентиляція повинна забезпечувати мінімізацію концентрації хімічних домішок безпосередньо в місцях їх виникнення за допомогою локальних всмоктувальних пристроїв, підтримувати нормативні параметри мікроклімату, гарантувати своєчасне очищення всього обсягу приміщення засобами загальнообмінної вентиляції, а також подавати достатню кількість свіжого повітря для ефективного розведення залишкових шкідливих речовин до безпечного рівня [9].

Відповідно до нормативних вимог, зокрема, [10], при організації повітрообміну на місцях зварювання повинні бути дотримані такі критерії:

- швидкість потоку повітря при створенні місцевих витяжних пристроїв повинна знаходитися в діапазоні від 0,8 м/с до 2,1 м/с;

- введення комбінованої загальнообмінної вентиляції є обов'язковим, якщо обсяг використання зварювальних матеріалів становить від 0,21 г/год і більше (при менших обсягах допускається обмежуватися тільки локальними всмоктувальними пристроями, за винятком ділянок, де розміщені шафи з газовими балонами);

- безпосередньо в районі зварювальних операцій швидкість руху повітряних мас повинна бути від 0,4 м/с до 1,0 м/с;

- вектори потоку припливного повітря повинні бути спрямовані цілеспрямовано в робочу зону зварювання;

- у випадках високоінтенсивної роботи або зварювання всередині закритих резервуарів передбачається пряма подача чистого припливного повітря з максимальною температурою до +19 °С під маску зварювальника.

З метою зниження капітальних та експлуатаційних витрат у зимовий період, систему загальнообмінної вентиляції ділянки доцільно проектувати з урахуванням рекуперації тепла відпрацьованого повітря, що видаляється, але за умови обов'язкового багатоступеневого очищення повітряних мас через сухі пилогазовловлюючі фільтри перед їх викидом в атмосферу або поверненням у приміщення.

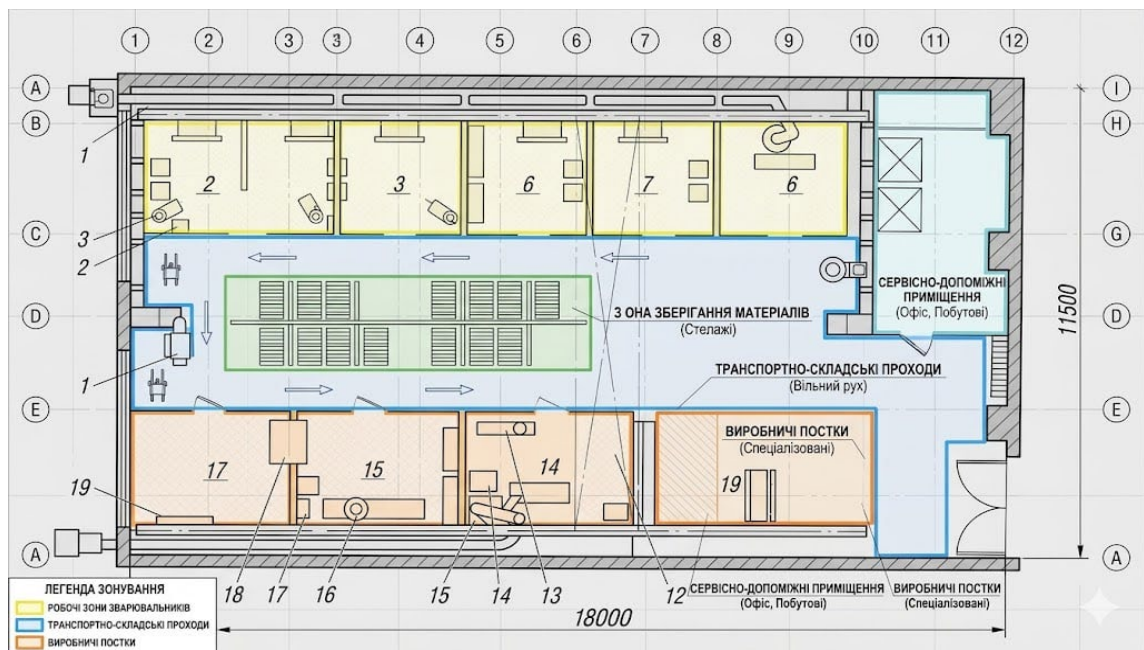


Рисунок 2.1 – План ділянки зварювання: 1 – стенд для випробування шліфувальних кругів; 2, 14 – шафи керування напівавтоматичними зварювальними пристроями; 3 – напівавтоматичний зварювальний пристрій; 4 – вентиляційний повітрянопровід; 5 – вентилятор; 6 – реостати для регулювання зварювального струму; 7, 13, 16 – зварювальні автоматичні пристрої; 8 – пристосування для наплавки триангелей; 9, 17, 18 – випрямлячі зварювального струму; 10 – розподільчий щит; 11 – зварювальний генератор; 12 – кран-балка; 15 – силовий трансформатор для живлення зварювальних пристроїв; 19 – стіл зварювальника.

Підбір вентиляційного обладнання для місця зварювання здійснюється на підставі нормативних розрахунків, що враховують специфіку конвективних потоків. Оскільки ці потоки нестійкі і можуть порушуватися під впливом

повітря аерації або охолодженого припливу, для забезпечення безпечних умов роботи обов'язковим є введення загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції механічного типу з функцією підігріву припливного повітря. Залежно від масштабів виробництва розглядаються два основних варіанти організації повітрообміну, перший з яких – горизонтальний повітрообмін, який призначений для покриття всієї площі приміщення без утворення застійних зон, для яких швидкість руху повітря повинна бути не менше 0,1 м/с. Така схема оптимальна для невеликих зварювальних станцій, де відстань між припливно-витяжними пристроями не перевищує 100 м. Другий варіант – вертикальний повітрообмін, який передбачає установку в підвалах потужних припливних вентиляторів для подачі повітря знизу вгору через вентиляційні шахти і спеціальні підлогові решітки з розміром осередку до 5 см. При цьому витрата на виході з вентилятора становить 4,5 м/с, а безпосередньо при вході в робочу зону знижується до безпечних 0,1 м/с, при цьому відведення забрудненого повітря реалізується за допомогою примусових дахових витяжних вентиляторів. Такий вертикальний спосіб є найбільш ефективним для великих зварювальних цехів завдяки високій швидкості зниження концентрації шкідливих речовин до гранично допустимих значень. Щоб мінімізувати значні енергетичні витрати на штучне нагрівання припливного повітря в холодну пору року, доцільно доповнити систему рекуператором тепла. Інтеграція рекуператора у вентиляційну мережу зони зварювання дозволяє повторно використовувати тепло відпрацьованого повітря, що забезпечує високу енергоефективність процесу та дозволяє економити до 30% електричної енергії під час роботи установки.

Для проведення розрахунку параметрів механічної примусової вентиляції на дільниці зварювання ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» використовуються наступні вихідні технологічні та нормативні показники (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку вентиляції

Позначення	Значення	Опис
a	18 мг/год	Фонове виділення шкідливих газів від горіння зварювальної дуги
b	11 г/кг	Питоме виділення аерозолі для електродів марки УОНИ-13/55
c	5 кг/год	Середня годинна витрата зварювальних електродів при РДЗ
P	1 мг/м³	Гранично допустима концентрація (ГДК) ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
V _п	48 м³	Геометричний об'єм приміщення зварювального поста
k _{кр}	13 год ⁻¹	Коефіцієнт кратності повітрообміну за ДБН В.2.5-67:2013

1. Визначаємо необхідний об'єм повітря, що призначений на одного працюючого [11, 12]:

$$\Delta v = \frac{a \cdot b \cdot c}{P}, \quad (2.1)$$

$$\Delta v = \frac{18 \cdot 11 \cdot 5}{1} = 99 \text{ м}^3$$

2. Розрахунок об'єму повітря для вентиляції приміщення:

$$v_B = v_n \cdot k_{кр}, \quad (2.2)$$

$$v_B = 48 \cdot 13 = 62 \text{ м}^3$$

3. Розрахунок потужності вентиляторного двигуна:

$$P_B = \frac{k_3 v_B p_B^{1.0-5}}{3.6 \cdot \eta_B \cdot \eta_{\Pi}}, \quad (2.3)$$

де k_3 – коефіцієнт запасу; $k_3 = 1,05-1,5$;

v_B – кількість вентиляційного повітря за годину, м³ .

p_B – тиск, який розвиває вентилятор, $p_B = 1000$ Па;

η_B – коефіцієнт корисної дії вентилятора; $\eta_B = 0,6-0,8$;

η_{Π} – коефіцієнт корисної дії приводу, * $\eta_{\Pi} = 0,95$.

$$P_B = \frac{1.5 \cdot 624 \cdot 1000 \cdot 10^{-5}}{3.6 \cdot 0.6 \cdot 0.95} = 4,5 \text{ кВт}$$

Від системи загальної вентиляції на ділянці передбачені відсмоктуючі повітрянопроводи до кожного робочого місця зварювальника (рис.2.2).



Рисунок 2.2 – Система вентиляції на робочих місцях ділянки зварювання

Для високоефективної локалізації шкідливих речовин безпосередньо у зоні їх утворення рекомендовано до встановлення стаціонарний промисловий витяжний пристрій KEMPER (модель: KEMPER Exhaust Arm Set / Серія Armotech) у комплекті з настінним вентилятором та поворотним гнучким рукавом.

Технічні характеристики обраної моделі KEMPER [13]:

- довжина витяжного рукава (радіус дії): 3,0 м (забезпечує повне охоплення зварювального столу);
- діаметр повітропроводу: 150 мм;
- продуктивність вентилятора (повітряний потік): 1000 м³/год;
- потужність електродвигуна вентилятора: 0,75 кВт;
- напруга живлення: 3x400 В / 50 Гц;

Особливості конструкції: воронка з можливістю повороту на 360°, обладнана вбудованою заслінкою для регулювання тяги та сітчастим іскрогасником.

Впровадження шарнірно-поворотних пристроїв KEMPER на ділянці зварювання ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» є найбільш раціональним технічним рішенням з огляду на його високу санітарно-гігієнічну та економічну ефективність. На відміну від загальнообмінної вентиляції, яка лише розбавляє забруднене повітря по всьому об'єму приміщення, цей пристрій локалізує зварювальний аерозоль, оксиди марганцю та азоту безпосередньо біля зварювальної дуги, досягаючи ефективності вловлювання до 92% [13]. Токсичний дим всмоктується до того, як підніметься і потрапить у зону дихання працівника, що гарантує надійний захист його органів дихання. Унікальна ергономіка конструкції та внутрішній опорний механізм із газовими амортизаторами дозволяють зварнику легко переміщувати витяжну воронку в будь-яку точку простору однією рукою, де вона надійно самофіксується і не потребує додаткового підкручування гвинтів. Спеціальна геометрія воронки KEMPER забезпечує рівномірне всмоктування повітря по всьому периметру, через що робітникам доводиться значно рідше відволікатися на переміщення рукава слідом за рухом електрода.

Для підприємства нафтопереробної галузі ключовим фактором вибору є підвищений рівень пожежної безпеки, оскільки витяжна воронка обладнана інтегрованим сітчастим іскрогасником грубої очистки, що повністю виключає ризик потрапляння розпечених іскор та окалини всередину гофрованого шланга і вентиляційних каналів, ліквідуючи загрозу займання. Окрім цього, локальне видалення повітря суттєво зменшує об'єми повітряних мас, які потрібно проганяти через загальнообмінну систему, що дає змогу знизити загальну потужність вентиляційних установок. Це забезпечує значну економічну та енергетичну вигоду, дозволяючи знизити витрати підприємства на електроенергію та підігрів припливного повітря в холодну пору року на 30-35%.

2.3 Заходи захисту від ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання

Методи захисту персоналу від несприятливих теплових впливів і теплового випромінювання класифікуються на загальні, що гарантують комплексний захист від уражень, і окремі, спрямовані на нейтралізацію тільки одного з цих факторів. Основні інженерно-технічні та організаційні методи протидії включають повну ліквідацію джерел високих температур, теплоізоляцію і охолодження нагрітих елементів, бар'єрне екранування, впровадження ефективних систем вентиляції, облаштування повітряних оазисів і ліквідацію задухи, використання засобів індивідуального захисту, а також оптимізацію графіків роботи і відпочинку. Повне усунення високотемпературних факторів досягається безпосередньо шляхом модернізації технологічних процесів, зменшення протяжності парогазових комунікацій, механізації, автоматизації та переходу на дистанційне керування виробництвом [14, 15].

Для мінімізації надлишкового конвективного і радіаційного тепла, що виділяється в робочу зону від обладнання, його зовнішні поверхні покриваються спеціальними теплоізоляційними матеріалами. Теплоізоляція є найбільш ефективним і економічно обґрунтованим інженерним рішенням, яке одночасно знижує щільність інфрачервоних потоків від нагрітих пластин, приладів або трубопроводів, зменшує загальне виділення тепла в приміщення, запобігає випадковим опікам при контакті і забезпечує значне зниження витрати палива.

Відповідно до вимог санітарно-гігієнічних норм, зокрема, [16], максимальна температура нагрітих поверхонь агрегатів не повинна перевищувати 45°C, а у виробничих приміщеннях з пожежно-вибуховим середовищем ця межа за протипожежними нормами становить 35°C.

Слід враховувати, що інфрачервоне випромінювання майже не затримується повітрям і перетворюється в тепло безпосередньо при досягненні

поверхні людського тіла або інших об'єктів, через що звичайна загальнообмінна вентиляція і навіть кондиціонування не здатні захистити від променистої енергії.

Основним рішенням захисту від прямої дії теплового випромінювання є екранування, яке полягає у створенні штучного теплового опору на шляху поширення теплового потоку. За фізичним принципом дії захисні екрани поділяються на світловідбиваючі і абсорбуючі. Світловідбиваючі екрани виготовляються з алюмінію, олова, цегли та інших подібних матеріалів. Абсорбуючі екрани проектується як штори або щити з матеріалів з низьким коефіцієнтом теплопровідності. Зокрема, ланцюгові металеві завіси зменшують щільність променистого тепла на 60-70%, а використання водяних завіс або плівок дозволяє поглинати до 90% інфрачервоного спектру, зберігаючи при цьому можливість візуального огляду робочої зони через прозорість для видимих променів [15].

Згідно з нормативними даними, потік радіаційного тепла в межах 560-1050 Вт/м² є критичною межею витривалості, яку організм людини здатний переносити лише тимчасово (табл. 2.2). З огляду на це діючі санітарні норми обмежують максимально допустиму щільність інфрачервоного випромінювання на робочих місцях і встановлюють безпечний поріг на рівні, що не перевищує 350 Вт/м².

Таблиця 2.2 – Припустима тривалість дії на людину теплової радіації [16]

Теплова радіація, Вт/м ²	Тривалість дії радіації, с
280-560 (слабка)	Довготривала
560-1050 (помірна)	180-300
1050-1600 (середня)	40-60
Більше 3500 (дуже сильна)	2-5

Гранично допустимі рівні теплового впливу персоналу від обладнання, освітлення і сонячної інсоляції чітко регулюються в залежності від площі ураженого тіла. Зокрема, якщо опромінюється більше половини поверхні тіла, інтенсивність потоку не повинна перевищувати 35 Вт/м^2 . Для умов, коли від 25% до 50% площі тіла піддається опроміненню, межа становить 70 Вт/м^2 , а для мінімальної площі опромінення (до 25% поверхні) максимальне значення може досягати 100 Вт/м^2 .

Основним і найбільш вигідним методом зниження потужності інфрачервоного випромінювання є теплоізоляція. Вона дозволяє значно мінімізувати виділення тепла у виробниче середовище, унеможливорює отримання теплових опіків працівниками та забезпечує енергоефективність за рахунок зменшення витрат палива. Для оптимізації температурного режиму зовнішніх стін обладнання додатково використовується внутрішня обшивка [15].

Екранування також широко використовується для локалізації ІЧ-випромінювання. За своїми фізичними властивостями теплозахисні екрани поділяються на тепловідбиваючі, до складу яких входять одно- або багат шарові металеві листи (з алюмінію, сталі, цинку з полірованою або пофарбованою поверхнею), загартоване скло зі спеціальним плівковим напиленням, а також металізовані, скляні тканини і полімерні плівки.

Для захисту робочого місця електрозварника ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» від інтенсивного інфрачервоного (теплового) випромінювання зварювальної дуги рекомендовано застосувати вертикальний теплозахисний екран (завіса або щит). Розрахунок захисного екрана виконується з метою визначення його необхідної ефективності (коефіцієнта теплопропускання) та температури на його зовнішній поверхні, щоб забезпечити безпечні умови праці відповідно до [16].

Вихідні дані:

1. Еквівалентна температура джерела теплового випромінювання (зварювальної дуги та зони розплаву металу) $T_1 = 1200^\circ\text{C} = 1473 \text{ K}$.

2. Температура навколишнього повітря в робочій зоні зварювального цеху $T_B = 22^\circ\text{C} = 295\text{ K}$.

3. Умовний радіус джерела випромінювання (еквівалентної зони максимального нагріву) $r = 0,1\text{ м}$.

4. Відстань від джерела теплового випромінювання до захисного екрана $x_1 = 0,8\text{ м}$.

5. Відстань від екрана до робочого місця електрозварника $x_2 = 0,5\text{ м}$. Загальна відстань від джерела до зварника становить $R = x_1 + x_2 = 0,8 + 0,5 = 1,3\text{ м}$.

6. Нормативне значення: гранично допустима щільність теплового потоку на робочому місці за санітарними нормами України становить $q_{\text{доп}} = 350\text{ Вт/м}^2$.

Порядок та математичне обґрунтування розрахунку:

1. Визначення щільності теплового потоку q_1 , що падає безпосередньо на захисний екран від джерела тепла. Розрахунок базується на законі Стефана-Больцмана для радіаційного теплообміну [17]:

$$q_1 = \sigma_0 \cdot \epsilon_1 \cdot \left(\frac{T_1}{100}\right)^4 \cdot \frac{r^2}{x_1^2} \quad (2.4)$$

де $\sigma_0 = 5,67\text{ Вт/м}^2 \cdot \text{K}^4$ – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла;

$\epsilon_1 = 0,85$ – ступінь чорноти джерела (зварювальної зони металу).

$$q_1 = 5,67 \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{1473}{100}\right)^4 \cdot \frac{0,1^2}{0,8^2} = 5,67 \cdot 0,85 \cdot 47045 \cdot 0,015625 = 354$$

2. Розрахунок щільності теплового потоку q_2 на робочому місці зварника за умови відсутності захисного екрана (на повній відстані $R = 1,3\text{ м}$.

$$q_2 = \sigma_0 \cdot \epsilon_1 \cdot \left(\frac{T_1}{100}\right)^4 \cdot \frac{r^2}{R^2} \quad (2.5)$$

$$q_2 = 5,67 \cdot 0,85 \cdot 47045 \cdot \frac{0,1^2}{1,3^2} = 226733 \cdot \frac{0,01}{1,69} = 1341\text{ Вт/м}^2$$

Оскільки реальна щільність теплового потоку без захисту $q_2 = 1341 \text{ Вт/м}^2$ значно перевищує гранично допустиму санітарну норму $q_{\text{доп}} = 350 \text{ Вт/м}^2$, встановлення теплозахисного екрана є технічно та законодавчо обов'язковим заходом [30].

3. Розрахунок необхідної ефективності захисного екрана (коефіцієнта теплопропускання $\tau_{\text{екр}}$):

$$\tau_{\text{екр}} = \frac{q_{\text{доп}}}{q_2} = \frac{350}{1341} = 0,261 \quad (2.6)$$

Це означає, що захисний екран повинен затримувати (відбивати або поглинати) не менше ніж 73,9 % падаючої променистої енергії зварювальної дуги. Цій умові повністю відповідає сталевий щит або металізована завіса.

4. Визначення температури на зовнішній поверхні теплозахисного екрана з боку $T_{\text{екр}}$ електрозварника. З умов теплового балансу, поглинута екраном енергія розсіюється в навколишнє середовище робочої зони шляхом конвекції та радіації:

$$T_{\text{екр}} = T_{\text{в}} + \left(\frac{q_1 \cdot (1 - \tau_{\text{екр}})}{\alpha_{\text{к}} + \alpha_{\text{р}}} \right)^{0,25} \quad (2.7)$$

де $\alpha_{\text{к}} = 8,15 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ – коефіцієнт конвективного теплообміну при природній циркуляції повітря;

$\alpha_{\text{р}} = 5,2 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ – коефіцієнт радіаційного теплообміну для зовнішньої поверхні щита.

$$T_{\text{екр}} = 295 + \left(\frac{3543 \cdot (1 - 0,261)}{8,15 + 5,2} \right)^{0,25} = 295 + \left(\frac{2618,3}{13,35} \right)^{0,25} = 295 + (196,1)^{0,25}$$

$$T_{\text{екр}} = 295 + 3,74 = 298,74 \text{ К}$$

Переведемо отримане значення в градуси Цельсія:

$$t_{\text{екр}} = 298,74 - 273 = 25,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Проведені розрахунки показують, що проектування та встановлення захисного екрана з коефіцієнтом пропускання $\tau = 0,261$ на відстані 0,8 м від зварювального поста ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» дозволяє повністю нормалізувати умови праці.

При цьому щільність інфрачервоного опромінення на робочому місці знижується з небезпечних 1341 Вт/м² до нормативних 350 Вт/м². Температура зовнішньої робочої поверхні екрана становитиме 25,7 °С, що відповідає вимогам [16] (менше критичних 45 °С) і гарантує захист зварника від термічних опіків та теплового перегріву під час зміни.

Для практичної реалізації даних розрахункових параметрів на зварювальному посту підприємства рекомендовано проектування та монтаж стаціонарного вертикального захисного екрана відбивно-поглинаючого типу. Конструктивно такий екран виконаний у вигляді металевого каркаса, всередині якого закріплений комбінований тришаровий захисний щит. Зовнішні шари екрану виготовлені з листової оцинкованої сталі або алюмінію товщиною один міліметр, так як гладка металева поверхня має високу здатність відбивати інфрачервоні промені назад в зону зварювання. Внутрішній проміжний шар, завтовшки тридцять міліметрів, заповнений негорючим теплоізоляційним абсорбуючим матеріалом на основі базальтової мінеральної вати або надтонкого скловолокна. Сама конструкція захисного екрану може бути виконана як у вигляді стаціонарного трисекційного екрану на опорних стійках, так і у вигляді рухомого екрану на спеціальних роликових шасі з кріпленнями, що забезпечить додаткову мобільність при ремонтних роботах великогабаритних агрегатів.

Для додаткового візуального контролю процесу зварювання іншими працівниками цеху рекомендується обладнати середню секцію стаціонарного сталевих екрану на рівні очей спеціальним оглядовим вікном з термостійкого захисного акрилового пластику або полікарбонату зі світловим фільтром зеленого або темно-бурштинового відтінку, що затримує шкідливе ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання дуги. Зовнішня поверхня металевих частин екрану покрита матовою термостійкою порошковою фарбою темно-сірого або графітового кольору, що повністю виключає появу бликів і випадкового відбиття світлового потоку в бік суміжних робочих зон нафтопереробного заводу. Установка такого комбінованого екрану на

розрахунковій відстані надійно локалізує зону тепловиділення, стабілізує температурний режим в приміщеннях цеху і створює безпечне, комфортне робоче середовище для персоналу.

До встановлення рекомендована професійна стаціонарна трисекційна ширма європейського стандарту Cero Omnium (рис 2.3) [18]. Ця захисна конструкція спеціально розроблена для важких умов промислового виробництва і призначена для надійної ізоляції зон, де виконуються роботи з ручного дугового зварювання під високим навантаженням. Конструктивно ширма складається з міцного центрального каркаса шириною 215 см та двох додаткових поворотних бічних секцій (стулок) шириною по 80 см кожна, що дозволяє гнучко регулювати кут огороження робочого місця та повністю перекривати зону поширення теплового й оптичного випромінювання. Загальна висота конструкції становить 200 см, що задовольняє вимогам щодо створення суцільного захисного бар'єра для всього персоналу, який перебуває поруч у цеху. Каркас ширми виготовлений з круглих і квадратних сталевих труб високої міцності, які покриті спеціальною матовою порошковою фарбою темно-сірого або графітового кольору, стійкою до механічних пошкоджень, високих температур і повністю виключає появу світлових бліків від зварювальної дуги в бік суміжних ділянок.

Головною особливістю серії Cero Omnium є використання спеціального комбінованого захисного полотна, яке підвішується на каркас за допомогою сталевих кілець і має розрахований коефіцієнт пропускання інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання. Екран комплектується еластичними термостійкими шторами товщиною 1 мм, які пройшли сертифікацію на відповідність міжнародному стандарту безпеки EN ISO 25980. Для умов нафтопереробного підприємства рекомендується виконання штор у темно-зеленому або бронзово-бурштиновому матовому кольорі. Такий матеріал має унікальні фільтруючі властивості, оскільки він ефективно затримує небезпечні для зору УФ-промені та інтенсивний світловий потік, але при цьому залишається напівпрозорим, що дозволяє майстру або службі охорони праці

здійснювати візуальний контроль за ходом виконання робіт та станом безпеки всередині зварювального поста без ризику отримати ураження очей. Матеріал штори є повністю негорючим, самозатухаючим і здатний без деформації витримувати постійний вплив теплового випромінювання, а також пряме потрапляння гарячих іскор, окалини та бризок розплавленого металу, що утворюються під час зварювання електродами типу УОНИ-13/55 [18].

З інженерної точки зору ширма Серго Omnium володіє високою мобільністю та стійкістю завдяки нижній опорній базі, яка обладнана чотирма поворотними роликowymi колесами діаметром 75 мм. Два колеса оснащені гальмівними фіксаторами, що виключає випадкове самовільне переміщення екрана від вібрацій промислового обладнання під час роботи. Наявність поворотних коліс та шарнірних петель на бічних стулках дозволяє зварнику самостійно та без зусиль трансформувати екран у форму літери «П» або напівкола, підлаштовуючи геометрію захисної зони під конкретну технологічну задачу, наприклад, при ремонті великогабаритних засувок, елементів колонних апаратів чи фланцевих з'єднань трубопроводів ТОВ «АЕС К». Нижня частина рами піднята над підлогою на оптимальну відстань у 30 см, що зберігає природну циркуляцію повітря і не перешкоджає роботі місцевої витяжної вентиляції Kemper, але при цьому надійно екранує інфрачервоні промені у найбільш небезпечній приземній зоні, знижуючи щільність теплового потоку на робочому місці до повністю безпечних нормативних значень [18].



Рисунок 2.3 – Екран захисний зварювальний трисекційний
стаціонарний CEPRO Omnium [18]

Комплекс індивідуального захисту персоналу від екстремальних температур і інфрачервоного (теплого) випромінювання заснований на використанні спеціального одягу з міцних, жароміцних, але в той же час м'яких і дихаючих матеріалів. Залежно від умов роботи і специфіки виробництва захисні костюми шиють з сукна, брезенту, спеціальних синтетичних волокон або тканин з нанесеним металізованим напиленням. Для профілактичного захисту голови від теплового удару і опіків використовують головні убори з повсті або грубоволокнистої тканини. Термостійкі рукавички і спеціальне взуття є обов'язковим доповненням до обладнання. Захист органів зору від шкідливого впливу променевої енергії забезпечують окуляри або щитки зі світлофільтрами, які кріпляться безпосередньо до шолома або козирка головного убору. При цьому обслуговуючий персонал повинен бути забезпечений індивідуальними засобами, а робочі зони додатково ізольовані світлонепроникними екранами [14, 15].

Важливу роль у запобіганні теплового перегріву або переохолодження відіграє впровадження раціональних режимів праці та відпочинку. У зв'язку зі специфікою шкідливих факторів, персонал з медичними протипоказаннями,

включаючи гіпертонічну хворобу, атеросклероз або злоякісні новоутворення, не допускається до обслуговування установок з джерелами інфрачервоного випромінювання.

Захист від ультрафіолетового випромінювання (УФВ) здійснюється шляхом реалізації конструкторських і технологічних рішень, спрямованих на усунення або мінімізацію генерації випромінювання на джерелі. Основним методом УФ-локалізації є екранування, де використовуються екрани двох типів: хімічні (на основі речовин, що поглинають УФ-промені) і фізичні (бар'єри, що відбивають або повністю поглинають світловий потік) [14, 15].

Серед засобів індивідуального захисту від ультрафіолету ефективним є спецодяг зі щільних натуральних тканин (бавовна, льон). Органи зору ізолюють за допомогою окулярів із захисним склом, а шкіру рук захищають рукавицями та спеціальними мазями чи кремами, які містять ультрафіолетові фільтри. Додатковим пасивним заходом захисту є фарбування інтер'єру виробничих приміщень у світлі тони, що сприяє ефективному поглинанню та розсіюванню УФВ.

2.4 Заходи із забезпечення електробезпеки при проведенні зварювальних робіт

Електрична безпека під час зварювальних робіт досягається завдяки суворому дотриманню вимог посадових і виробничих інструкцій для персоналу, інструкцій з експлуатації відповідного обладнання, а також положень [19, 20]. Основні вимоги цих нормативних документів безпосередньо визначають рівень безпеки як самого зварювальника, так і осіб, які знаходяться в зоні експлуатації зварювальних постів і агрегатів. За чинними правилами до виконання технологічних операцій допускаються лише особи, які пройшли спеціалізовану підготовку, мають належну професійну кваліфікацію, підтверджену сертифікатом, а також мають групу електробезпеки не нижче II. Основним технічним заходом захисту персоналу

від появи небезпечного потенціалу на металевих конструктивних елементах і корпусах зварювальних дугових джерел живлення є влаштування їх надійного захисного заземлення (рис. 2.4).

Основна частина промислових електроприймачів, включаючи зварювальне обладнання, живиться від трифазних мереж напругою 230/400 В з тупиковою нейтраллю силового трансформатора або генератора. До цієї нейтралі підключається захисний нульовий провідник (PEN або PE), який жорстко з'єднується з металевими неструмовими корпусами розподільного пристрою і розподільного пристрою. Відповідно до вимог електробезпеки корпуси джерел зварювального струму повинні бути підключені до зазначеного провідника. Технічно це реалізується за допомогою спеціального заземлюючого болта, передбаченого конструкцією зварювального апарату, до якого кріпиться окремий нульовий захисний сердечник живильного кабелю. На протилежному кінці кабельної лінії, підключеної до мережі, цей сердечник надійно перемикається з металевим корпусом пристрою керування та захисту, такого як автоматичний вимикач, подрібнювач або інший пристрій введення та розподілу.

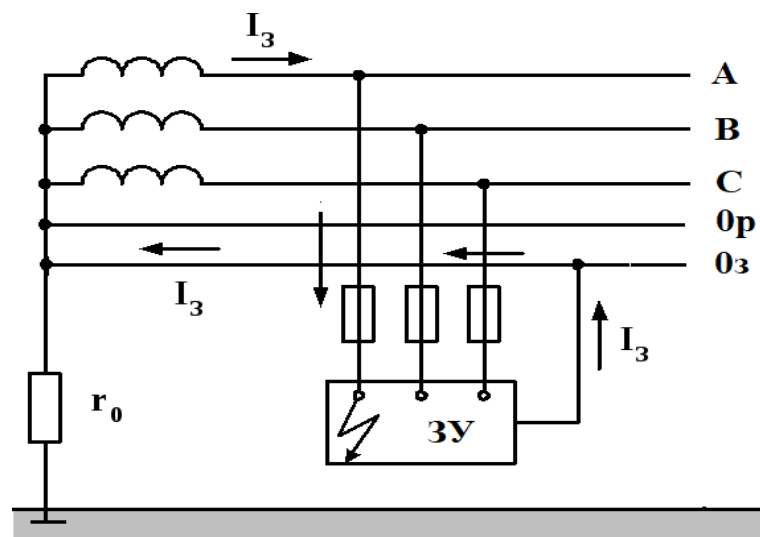


Рисунок 2.4 – Схема занулення електрозварювальної установки: ЗУ – зварювальна установка; I_3 – струм замикання; А, В, С – фази мережі живлення; 0_p – нульовий робочий провід; 0_z – нульовий захисний провід

Розрахунок захисного занулення джерела зварювального струму визначимо очікуваний струм однофазного короткого замикання в ланцюзі петлі «фаза-нуль» за формулою [21]:

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_{\text{ф}}}{Z_{\text{т}} + Z_{\text{п}}} \quad (2.8)$$

де $U_{\text{ф}}$ – фазна напруга живильної електричної мережі, що дорівнює 220 В;

$Z_{\text{т}}$ – повний опір трансформатора живлення потужністю 63 кВА, який для однофазного навантаження становить приблизно 0,28 Ом;

$Z_{\text{п}}$ – повний опір провідників лінії живлення, що складається з активного та індуктивного опорів фазного і нульового проводів. Для підключення зварювального поста використовується мідний трижильний кабель марки ВВГнг перерізом жил 4 мм² і довжиною $L = 35$ м. Питомий активний опір мідного провідника вказаного перерізу становить 0,0045 Ом/м. Загальний активний опір петлі фазного та нульового провідників розраховується як добуток подвоєної довжини лінії на питомий опір і дорівнює 0,315 Ом. Враховуючи питомий індуктивний опір для мідних жил, загальний індуктивний опір лінії приймається рівним 0,021 Ом. Повний опір провідників лінії електропередачі визначається через геометричну суму складових опорів за формулою:

$$Z_{\text{п}} = \sqrt{0,315^2 + 0,021^2} = 0,316 \text{ Ом} \quad (2.9)$$

Шляхом підставлення отриманих інженерних величин у початкове рівняння струму короткого замикання визначаємо фактичне значення аварійного струму, який виникне при пробії первинної обмотки на металевий корпус зварювального апарату:

$$I_{\text{кз}} = \frac{220}{0,28 + 0,316} = \frac{220}{0,596} = 369 \text{ А} \quad (2.10)$$

Для захисту силової лінії живлення зварювального поста в розподільному щиті встановлено автоматичний вимикач із номінальним струмом теплового розчеплювача $I_{\text{ном}} = 25 \text{ А}$ та електромагнітною

характеристикою типу «С». Струм миттєвого спрацьовування (відсічки) для автоматів даного типу визначається як десятикратне значення номінального струму, що $I_{\text{спр}} = 10 \cdot 25 = 250 \text{ А}$. Відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), для забезпечення гарантованого автоматичного відключення пошкодженої ділянки за час менше ніж 0,4 с, фактичний струм короткого замикання повинен задовольняти умову кратності захисту [31]:

$$k = \frac{I_{\text{кз}}}{I_{\text{спр}}} \geq 1,2 = \frac{369}{250} = 1,48 \quad (2.11)$$

Оскільки розрахований коефіцієнт кратності захисного відключення 1,48 є більшим за мінімально допустиме нормативне значення 1,2, проєктована схема захисного занулення повністю задовольняє вимогам безпеки. Це гарантує, що при виникненні аварійного замикання на корпусі джерела зварювального струму автоматичний вимикач миттєво знеструмить установку, виключаючи тривалий вплив електричного струму на тіло зварника та суміжного персоналу.

В однофазних двопровідних електричних мережах напругою 220 В захист персоналу від появи небезпечного потенціалу реалізується шляхом підключення корпусу джерела зварювального струму до нульового провідника, який в такій системі поєднує функції робочого і захисного (PEN провідника). Якщо окремі ділянки схеми електроживлення поділяються на нульовий робочий (N) і нульовий захисний (PE) провідники, підключення здійснюється строго за диференційованим принципом. У цьому випадку захисний провідник (PE) надійно закріплюється на металевому корпусі зварювального апарату, при цьому робочий нульовий провідник (N) інтегрується виключно в ланцюг живлення первинної обмотки джерела. Варто відзначити, що підключення силового зварювального обладнання допускається до розподільних електричних мереж, номінальна напруга яких не перевищує граничне значення 660 В [21, 22].

Перемикання силового кола і подача струму безпосередньо на зварювальну дугу повинні здійснюватися виключно за допомогою спеціалізованого гнучкого кабелю (шлангового типу) з гумовою ізоляцією і в гумовій оболонці. Параметри її поперечного перерізу підбираються відповідно до значення максимального зварювального струму. Категорично забороняється використовувати кабельно-провідникову продукцію в ізоляційному покритті або оболонці з полімерних матеріалів, здатних поширювати горіння. Підключення джерел живлення зварювальної дуги до первинної електромережі є обов'язковим через комутаційний пристрій керування та захисту (можливе використання комбінованих пристроїв, що забезпечують захист від струмів короткого замикання та перевантажень). При цьому довжина гнучкого кабелю живлення між пристроєм комутації мережі та мобільним (портативним) зварювальним блоком обмежена нормативним максимумом у 15 метрів. Безпосередньо перед переміщенням будь-яких пересувних зварювальних агрегатів в межах виробничого майданчика їх необхідно повністю відключити від електричної мережі [21, 23].

Операції з комутації щодо приєднання до електромережі та відключення від неї джерел зварювального струму, а також нагляд за їх технічно справним станом під час експлуатації покладаються на електротехнічний персонал підприємства-власника обладнання, який має групу електробезпеки не нижче III. Зазначені дії допускаються до виконання безпосередньо електрозварником за умови проходження ним відповідної підготовки, успішного складання іспиту та наявності сертифіката з групою електробезпеки III. Контроль стану ізоляції (вимірювання опору ізоляції) електрозварювальних установок здійснюється після тривалого простою обладнання, його переміщення або перестановки, але в обов'язковому порядку не рідше одного разу на 6 місяців.

Особиста відповідальність за технічно правильну роботу зварювального обладнання, суворе дотримання планових графіків профілактичного ремонту та технічного обслуговування, а також за забезпечення безпечних умов праці

під час зварювальних робіт чітко регламентується посадовими інструкціями та затверджується виконавчим наказом керівника підприємства.

При наявності в штатному розкладі посад головного зварювальника або головного механіка виконання цих функцій покладається безпосередньо на них. Зварювальне обладнання кріпиться до конкретного працівника індивідуально під особистим підписом у відповідному журналі.

2.5 Забезпечення нормативних параметрів штучного освітлення при виконанні зварювальних робіт

Для забезпечення безпечних та комфортних умов роботи на зварювальній станції ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС» проектується система штучного загального рівномірного освітлення. Відповідно до діючих санітарно-гігієнічних вимог і будівельних норм мінімальний рівень освітленості на робочих поверхнях зварювальних постів повинен бути не менше 150 лк у разі впровадження енергоефективних люмінесцентних або світлодіодних джерел світла, а при використанні класичних ламп розжарювання цей показник повинен бути збільшений до 300 лк. Визначення необхідної кількості освітлювальних приладів та загальної потужності освітлювальної установки зварювального цеху здійснюється за допомогою класичного методу коефіцієнта використання світлового потоку, що дозволяє найбільш точно враховувати відбивні властивості поверхонь та геометрію приміщень цеху.

Практична реалізація даного розрахунку освітлення базується на детальному розгляді архітектурних, планувальних і конструктивних особливостей виробничих приміщень, де безпосередньо розташовані основні зварювальні станції. Для отримання точних результатів і вибору оптимального типу світильників при інженерному проектуванні використовуються наступні вихідні технологічні, геометричні і нормативні параметри:

$A = 66$ м – довжина приміщення цеху;

$B = 36$ м – ширина приміщення цеху;

$H = 7$ м – висота від підлоги до стелі;

$h_p = 1$ м – висота робочої поверхні від підлоги;

$P_n = 50\%$ – коефіцієнт віддзеркалення стелі;

$P_c = 30\%$ – коефіцієнт віддзеркалення стін;

Напруга для освітлювальної мережі 220 В.

Визначаємо розрахункову висоту підвісу світильників над робочою поверхнею за формулою [24]:

$$h = H - (h_p + h_c) \quad (2.12)$$

де H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочої поверхні від рівня підлоги, м (1м) ;

h_c – відстань світильника від стелі, м

$$h = 7 - (1 + 1,2) = 4,8\text{м}$$

Визначаємо відстань між світильниками за формулою:

$$L = 1,8 \cdot h, \text{ м} \quad (2.13)$$

де h – висота підвісу світильника над рівнем підлоги, м.

$$L = 1,8 \cdot 4,8 = 8,64 = 9\text{м}$$

Відстань між рядами світильників визначаємо по ширині смуги, що освітлюється одним рядом за формулою:

$$b = 1,2 \cdot h, \text{ м} \quad (2.14)$$

$$b = 1,2 \cdot 4,8 = 5,76 = 6\text{м}$$

Відстань до стін по довжині визначаємо за формулою:

$$L_{\text{ст}} = 0,5 \cdot L \quad (2.15)$$

Підставивши відповідні значення, визначимо:

$$L_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 8,64 = 4,32 = 4,5\text{м}$$

Відстань до стін по ширині визначаємо за формулою:

$$L_{\text{ст}} = 0,6 \cdot b \quad (2.16)$$

Підставивши відповідні значення, визначимо:

$$L_{\text{ст}} = 0,5 \cdot 5,76 = 2,88 = 3\text{м}$$

У відповідності з розрахованими розмірами розташовуємо світильники по цеху, визначаємо кількість ламп

Вибираємо по табл. 1.8 [25] норму освітленості для даного виробництва за умови, що в цеху оброблюються деталі з точністю до 0,1мм, що відповідає величині нормованої освітленості 300 лк і відповідно освітленості, що створюється світильниками загального освітлення 30 лк (при наявності місцевого освітлення), що становить не менш 10% від рівня нормованої освітленості.

Приймаємо коефіцієнт мінімальної освітленості $z = 1,3$ та коефіцієнт запасу $k = 1,3$.

Визначаємо індекс приміщення

$$i = \frac{66 \cdot 36}{4,8(66 + 36)} = 4,85$$

За таблицею коефіцієнта використання світлового потоку визначаємо значення, яке становить 0,73, враховуючи, що коефіцієнти відбиття стін і стелі становлять відповідно 50% і 30%. Тепер знайдемо розрахунковий світловий потік однієї лампи:

$$F_p = \frac{30 \cdot 2376 \cdot 1,1 \cdot 1,1}{36 \cdot 0,73} = 3282 \text{ лм}$$

Найближча за світловим потоком лампа має потужність 80 Вт LUNAR з світловим потоком $F_{\text{л}} = 4300 \text{ Лм}$ (рис 2.5).

Перераховуємо фактичну освітленість.

$$E = \frac{30 \cdot 4300}{3282} = 300 \text{ лк}$$

Отриманий результат задовольняє вимогам ДБН В. 2.5-28-2018. Світильники, які закріплені нерухомо, для локального освітлення повинні живитися напругою не більше 36 В, а для портативного освітлення – не більше 12 В. Це особливо важливо при зварювальних роботах у замкнених внутрішніх просторах, таких як резервуари, котли, цистерни та інші подібні об'єкти.



Рисунок 2.5 – Світильник LUNAR 80 Вт

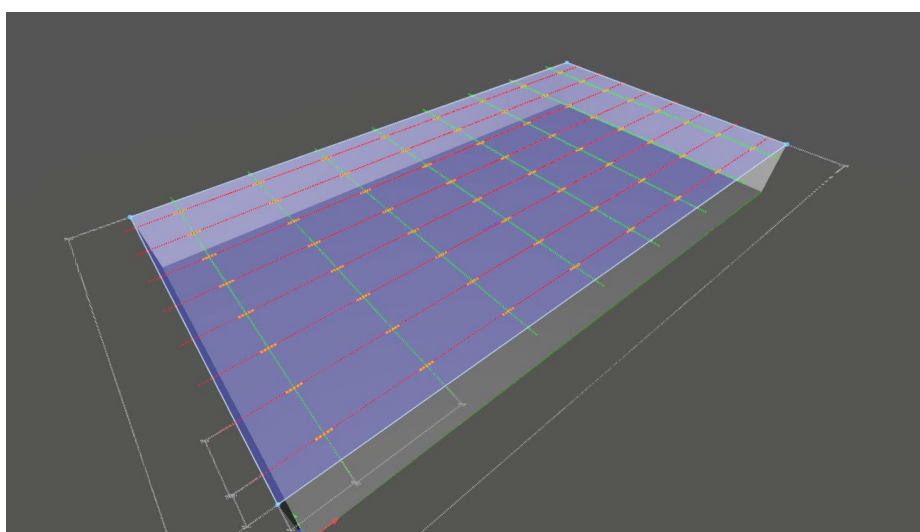


Рисунок 2.6 – Графічне представлення розрахованої системи освітлення у програмі DiaLux

Висновки до розділу

1. На основі аналізу законодавства України у сфері охорони праці проаналізовано комплексний регламент допуску персоналу до робіт, їхнього інструктажу, періодичного навчання і безкоштовного забезпечення сучасними ЗІЗ.

2. Шкідливі речовини у зварювальному аерозолі вимагають обов'язкового очищення повітря, тому за інженерними розрахунками згідно з ДБН В.2.5-67:2013 обґрунтовано параметри системи примусової вентиляції дільниці (об'єм повітря на працівника – 99 м³, загальний повітрообмін – 624

м³/год, потужність двигуна – 4,5 кВт) та доведено ефективність інтеграції рекуператора тепла для економії до 30% енергії.

3. На основі теплового розрахунку обґрунтовано встановлення вертикального захисного екрана CEPRO Omnium з коефіцієнтом теплопропускання $\tau \leq 0,261$, який знижує щільність інфрачервоного випромінювання на робочу зону з небезпечних 1341 Вт/м² до нормативних 350 Вт/м² при безпечній температурі поверхні щита 25,7 °С.

4. Надійна електробезпека обладнання в однофазній двопровідній мережі забезпечується шляхом розрахунку схеми захисного занулення джерела зварювального струму за диференційованим принципом із підключенням провідника захисного заземлення ПЕ безпосередньо до корпусу апарату. Проведені розрахунки ланцюга петлі фаза-нуль для мідного кабелю ВВГнг перерізом 4 мм² та довжиною 35 метрів показали, що фактичний струм короткого замикання 369 А забезпечує коефіцієнт кратності спрацьовування захисного автомата на рівні 1,48, що перевищує нормативну вимогу ПУЕ та гарантує автоматичне вимкнення живлення за час менше нуля цілих чотирьох десятків секунд.

5. На основі світлотехнічного розрахунку методом коефіцієнта використання світлового потоку було вирішено задачу забезпечення раціонального штучного освітлення цеху за рахунок проектування системи загального рівномірного освітлення із впровадженням сучасних енергоефективних світильників серії LUNAR потужністю 80 Вт. Обрана конфігурація та схема розміщення освітлювальних приладів забезпечує підтримання нормативного рівня освітленості на рівні не менше 150 лк, що усуває зорове втомлення працівників, запобігає виникненню стробоскопічного ефекту та мінімізує ризик виробничого травматизму.

РОЗДІЛ 3 БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз можливих надзвичайних ситуацій у ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» та заходи, впроваджені компанією для зменшення ризику їх виникнення

Проведення аналізу ймовірних аварійних ситуацій (НС) для професії електрозварника на підприємстві ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ», що спеціалізується на альтернативних видах палива та переробці нафтопродуктів, вимагає врахування високого ступеня пожежно- та вибухонебезпечності об'єкта.

Найбільш критичною загрозою для підприємства є виникнення пожеж і вибухів, оскільки специфіка зварювальних робіт пов'язана з утворенням іскор і бризок розплавленого металу, які здатні перелетіти на значну відстань і стати джерелом займання вибухонебезпечних парів вуглеводнів або залишків легкозаймистих рідин в технологічних резервуарах і шляхопроводах. Особливу небезпеку становить робота всередині закритих приміщень, де крім ризику об'ємного вибуху існує загроза гострого отруєння зварювальними аерозолями, токсичними газами, оксидами марганцю або вуглецю, а також ризик кисневого голодування персоналу. Особливим специфічним фактором є небезпека ураження електричним струмом, яка сильно посилюється при роботі у вологих умовах, на відкритому повітрі під час опадів або в тісному контакті з металоконструкціями без належного заземлення обладнання та використання обмежувачів напруги холостого ходу. Також не можна виключити механічні травми, пов'язані з падінням зварювальника з висоти при ремонті трубопроводів або шляхопроводів, або падінням важких конструкцій і газових балонів. Для запобігання цим ситуаціям на підприємстві встановлено суворий організаційно-технічний режим, що вимагає обов'язкового оформлення замовлення-допуску на пожежні роботи, попереднього інструментального аналізу повітряного середовища на наявність

вибухонебезпечних концентрацій газів, очищення робочої зони в радіусі не менше десяти метрів, використання засобів примусової вентиляції та індивідуального захисту, включаючи діелектричні килимки та протигази для шлангів.

3.1.1 Оцінка можливих ситуацій у ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»

Оцінка можливих надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, а також нещасних випадків на виробництві під час виконання робіт електрозварником на об'єктах ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» є базовим елементом системи забезпечення промислової та техногенної безпеки підприємства та виконується із урахуванням положень [26, 27]. Будь-яка зварювальна робота, як довгострокова на постійних зварювальних станціях, так і одноразова або аварійна ситуація безпосередньо на технологічних об'єктах, несе потенційну загрозу ініціювання масштабних аварій, які можуть перерости в надзвичайні ситуації місцевого або об'єктного рівня.

При дуговому зварюванні температура електричної дуги досягає декількох тисяч градусів, що неминуче супроводжується інтенсивним розпиленням крапель розплавленого металу і шлаку. Ці джерела запалювання здатні підтримувати високу температуру протягом тривалого часу і відлітати на відстань більше десяти метрів від місця безпосереднього зварювання. Якщо на шляху руху цих частинок або в зоні їх падіння знаходяться незахищені легкозаймисті або горючі рідини, змащені ганчір'я, залишки альтернативних видів палива або, що найнебезпечніше, невиявлені витoki горючих парів, вибухове займання практично неминуче. Причому небезпека катастрофічно зростає при проведенні зварювальних робіт безпосередньо на цистернах, технологічних трубопроводах або насосних станціях, які раніше використовувалися для нафтопродуктів.

Навіть після спорожнення ємностей на їх внутрішніх стінках залишається плівка нафтопродукту, яка під впливом теплового нагріву від зварювання починає активно випаровуватися, створюючи вибухонебезпечну концентрацію всередині закритого об'єму. Спроба зварювання на такому об'єкті без попередньої ретельної підготовки – паркування, промивання, продувки інертним газом і керування приладами – призводить до детонації, руйнування бака, палаючої хмари палива та виникнення ефекту «доміно», коли вогонь поширюється на сусідні резервуари паливного парку.

Ще одним специфічним і вкрай небезпечним напрямком можливих аварійних ситуацій є ураження електрозварника і оточуючих робітників електричним струмом. Електрозварювальні установки використовують високі струми, і хоча напруга холостого ходу зазвичай не перевищує безпечних меж в сухих приміщеннях, в конкретних умовах хімічної або нафтопереробки ризики різко зростають. Роботи часто проводяться на відкритих естакадах в мінливих погодних умовах, під впливом атмосферних опадів, підвищеної вологості або туману. Вода є провідником, тому мінімальне пошкодження ізоляції зварювального кабелю, тримача електрода або поломка на корпусі самого пристрою викликає миттєвий струм, що протікає через тіло працівника. Ситуація стає критичною, коли зварювальник працює всередині металевих контейнерів, ємностей або колодязів, де він з усіх боків оточений заземленим металом. У таких умовах навіть незначний удар електричним струмом може викликати судомне скорочення м'язів, фібриляцію серця, втрату свідомості, неможливість самотійно випустити інструмент з рук, що при відсутності автоматичних систем обмеження напруги холостого ходу до безпечних дванадцяти вольт призводить до фатальних наслідків. Крім прямої дії струму, ураження електричним струмом на висоті часто викликає рефлексорне падіння робітника, що тягне за собою важкі комбіновані механічні травми, переломи і синці.

Хімічна небезпека і загроза гострого отруєння також займають одне з провідних місць в аналізі ризиків. Процес електрозварювання

супроводжується безперервним виділенням складного зварювального аерозолі і шкідливих газів, серед яких присутні високотоксичні сполуки марганцю, сполуки фтору, оксиди азоту, озон і чадний газ. Якщо зварювання виконується в погано вентильованих цехах або закритих паливних баках, концентрація цих речовин в повітрі робочої зони за лічені хвилини перевищує гранично допустимі норми в десять разів. Це викликає швидке отруєння, яке проявляється у вигляді запаморочення, нудоти, хімічних опіків дихальних шляхів, а у важких випадках – токсичний набряк легенів або параліч дихального центру. Крім того, існує ризик витіснення кисню з замкнутого простору іншими газами (такими як аргон або вуглекислий газ під час напіваавтоматичного зварювання), що спричинить раптове кисневе голодування, втрату свідомості без попереджувальних симптомів і смерть працівника, якщо він терміново не лікується.

3.1.2 Заходи підприємства із запобігання виникненню та зниження ризиків надзвичайних ситуацій

З метою запобігання та мінімізації вищезазначених сценаріїв надзвичайної ситуації на ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» впроваджується суворий комплекс профілактичних та захисних заходів, заснованих на положеннях нормативних документів, зокрема, [28]. Основним організаційним запобіжником є обов'язкова розробка проектів виконання робіт або технологічних карт, а також оформлення дозволу на виконання пожежних робіт, що детально регламентує кожен етап підготовки і виконання зварювання.

Перед початком роботи в зоні технологічного обладнання персонал зобов'язаний провести повне очищення робочого місця від горючих матеріалів, перекрити і заглушити всі супутні паливні комунікації, а також виконати експрес-аналіз повітря за допомогою портативних газоаналізаторів для підтвердження повної відсутності вибухонебезпечних парів. Зварювальне обладнання повинне проходити почергову перевірку цілісності кабелів,

надійності заземлення корпусу і зворотного дроту. Робота в закритих резервуарах дозволена тільки за умови безперервної примусової вентиляції, використання шлангів або ізоляційних протигазів, комбінезонів з вогнетривким просоченням, діелектричного взуття, рукавичок і шоломів. При цьому поза контейнером повинен знаходитися спеціально призначений спостерігач, який підтримує постійний візуальний і голосовий контакт зі зварювальником через страхувальний трос і готовий в будь-який момент витягнути його на поверхню.

У випадку, якщо аварійна ситуація все ж таки виникає, дії електрозварника і всього персоналу майданчика повинні бути чіткими, автоматизованими і відповідати планам локалізації та ліквідації аварійних ситуацій. При виявленні перших ознак пожежі, запаху газу або нетипової поведінки технологічного обладнання електрозварник повинен негайно припинити процес зварювання, зняти напругу з тримача, відключити живлення зварювального апарату від електричної мережі та закрити клапани на газових балонах, якщо вони використовуються. Наступним терміновим кроком є негайне повідомлення пожежно-рятувальної служби за телефоном 101, диспетчера підприємства та безпосереднього керівника робіт з чітким зазначенням місця події, характеру аварії та наявності загрози для людей. Якщо ситуація безпосередньо не загрожує життю самого працівника, він зобов'язаний швидко використовувати первинні засоби пожежогасіння – порошкові або вуглекислотні вогнегасники (рис 3.1), комплекти пожежних кранів або вогнегасну тканину – для ліквідації локального вогнища на початковому етапі, запобігаючи його поширенню на технологічні лінії з альтернативними видами палива.

У разі ураження електричним струмом колеги або його отруєння газом необхідно в першу чергу безпечно усунути дію вражаючого фактора, евакуювати потерпілого на свіже повітря в безпечній зоні, викликати швидко допомогу за телефоном 103 і негайно почати надавати домедичну допомогу,

включаючи серцево-легеневу реанімацію або зупинку кровотечі до приїзду рятувальних та медичних служб.



Рисунок 3.1 – Вогнегасники ОП-5 та ОУ-3 на пожежному посту ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»

3.2 Пожежна та вибухова безпека при проведенні зварювальних робіт

Технологічний процес виконання електрозварювальних робіт на виробничих об'єктах характеризується високим рівнем пожежної небезпеки через постійну наявність джерел запалювання великої потужності, що за певних умов може призвести до займання, диму або виникнення повномасштабної пожежі. З огляду на це на службу охорони праці та відповідальних осіб ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» покладено обов'язок розробки та впровадження повного комплексу організаційно-технічних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки на об'єкті. Комплексний аналіз умов праці показує, що основними факторами пожежної небезпеки при ручному дуговому зварюванні є поширення крапель розплавленого конструкційного металу і гарячого шлаку на незахищені горючі матеріали, порушення встановлених регламентів експлуатації зварювального обладнання, незадовільна організація робочої зони поста, а також наявність

легкозаймистих або вибухонебезпечних речовин у безпосередній близькості від місця проведення вогневих робіт.

Особливістю пожежонебезпеки при зварювальних операціях є прихований характер початкових стадій займання, оскільки тління або утворення вогнища внаслідок потрапляння іскор може залишатися непоміченим протягом тривалого періоду часу. З метою усунення ризику пожежі в закритих, підвальних або ізольованих приміщеннях обов'язковим нормативним заходом є ретельна кінцева перевірка зони випалу для повного забезпечення відсутності специфічного запаху тепла, диму або інших ознак термічного розкладання матеріалів.

З метою запобігання виникненню пожежонебезпечних ситуацій в електрозварювальному цеху підприємства впроваджено вичерпний перелік профілактичних організаційно-технічних заходів, який заснований на вимогах [29, 30]. Зокрема, передбачене обов'язкове обслуговування природного повітрообміну шляхом фіксації вікон, дверей і технологічних люків у відкритому положенні, а також постійна робота стаціонарних систем вентиляції або розгортання мобільних установок для оперативного видалення забрудненого повітря. Площа в радіусі не менше п'яти метрів від зварювального поста повинна бути ретельно очищена від будь-яких горючих речовин і сторонніх предметів. Просторова організація комунікацій вимагає забезпечення безпечного зазору не менше п'ятдесяти сантиметрів між діючими зварювальними кабелями і магістральними трубопроводами або циліндрами з технологічними газами.

Безпосередні місця роботи повинні бути обладнані первинними засобами пожежогасіння, наявність і справність яких контролюється посадовою особою, відповідальною за протипожежний стан об'єкта до початку кожної робочої зміни. Захисні екрани, виготовлені виключно з негорючих матеріалів, використовуються для локалізації бризок розплавленого конструкційного металу і шлаку. Додатковим бар'єром безпеки слугує екіпірування самого електрозварювальника спеціальним сертифікованим

одягом зі стійким вогнезахисним просоченням, здатним тривалий час витримувати пряму термічну дію електричної дуги та високотемпературних частинок.

3.2.1 Впровадження автоматичної системи пожежної сигналізації як засобу раннього виявлення та попередження пожежонебезпечних ситуацій при виконанні електрозварювальних робіт

Фундаментальним інженерно-технічним завданням системи автоматичної пожежної сигналізації є оперативна просторова локалізація первинного центру термічного розкладання матеріалів та своєчасне ініціювання протоколів аварійного оповіщення [31].

Основна функція збору первинних аналітичних даних покладена на автоматичні пожежні сповіщувачі, які здійснюють безперервний моніторинг фізико-хімічних параметрів середовища в зварювальному цеху щодо перевищення граничних концентрацій продуктів згоряння, появи частинок диму або швидке зростання градієнта температури. Інформаційні сигнали, що генеруються датчиком, передаються на приймально-керуючий пристрій, де після апаратної перевірки і логічного аналізу формується командний імпульс для активації локальних систем звукового і візуального оповіщення, а також передачі тривожного оповіщення на панель централізованого моніторингу .

Апаратна структура функціональної пожежної сигналізації базується на взаємодії лінійних пожежних сповіщувачів, пристроїв світлового та звукового оповіщення, центрального пульта управління, а також спеціалізованого обладнання для аналізу, перевірки та обробки вхідної інформації. За принципом фізичної дії та реєстрації параметрів детектори поділяються на активні та пасивні, залежно від того, чи генерують вони власне діагностичне електромагнітне чи оптичне поле, чи відстежують природні зміни та збурення навколишнього виробничого середовища. З метою підтримання безперебійного функціонування протипожежного комплексу в умовах аварійного знеструмлення майданчика або пошкодження магістральних ліній

електропередач напругою 220 В, схема передбачає обов'язкове встановлення автономного резервного джерела живлення на базі батарей відповідної потужності.

3.2.2 Пропозиції щодо вдосконалення системи протипожежного захисту ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»

Необхідність установки пожежної сигналізації в приміщеннях будь-якого типу незаперечна, так як ця система дозволяє зберегти життя, здоров'я, майно. Основною відмінністю адресної пожежної сигналізації є використання індивідуальних адресних датчиків, де кожному керуючому пристрою присвоюється унікальний індикатор конкретного місця на об'єкті, що дозволяє в разі займання в обов'язковому порядку визначити точне місце пожежі [32]. Такі адресні детектори діляться на два основних типи: адресно-порогові і адресно-аналогові. Адресна і порогова пожежна сигналізація працює за принципом безперервного контролю стану датчиків, які підключаються до центрального пульта управління і передають на нього різні інформаційні сигнали. Це дозволяє записувати не тільки критичну команду «Fire» з чітким зазначенням місця займання, але й інші службові статуси, наприклад, роботу пристрою в межах «Norms» або його «Dustiness». Більш досконалим і інтелектуальним варіантом системи протипожежного захисту є адресно-аналоговий тип, який відрізняється можливістю самостійного аналізу динаміки змін навколишнього середовища, завдяки чому відсоток помилкових або помилкових спрацьовувань зводиться до мінімуму.



Рисунок 3.2 – Адресно-аналоговий пожежний сповіщувач TFO-480A

Мікропроцесорний сповіщувач TFO-480A (рис 3.2) [33] відрізняється високим рівнем імунітету, а також здатністю пристосовуватися до змін навколишнього середовища і поступового накопичення пилу в вимірювальній камері. Програмне забезпечення пристрою автоматично компенсує поточне забруднення, але при досягненні критичної межі, коли цифрова корекція стає неможливою, пристрій передає на панель управління повідомлення про несправність і технічне обслуговування (очищення). Вбудований мікропроцесор відповідає за первинну фільтрацію сигналів і управління роботою вимірювальної камери відповідно до налаштувань, заданих з основного пульта, а також забезпечує безперервний двосторонній обмін даними з пультом управління. Модель TFO-480A однаково ефективна і чітко розпізнає як дим від тривалого тління, так і продукти горіння при активному запалюванні різних видів матеріалів [41]. Конструкція детектора заснована на оптичній камері, оснащений інфрачервоним випромінювачем (передавачем) і фотоприймачем, а сам механізм виявлення заснований на фіксації розсіяного світла. Оптичні осі передавача і приймача спрямовані під таким кутом, щоб при відсутності диму прямі інфрачервоні промені не потрапляли на світлочутливий елемент. При попаданні мікрочастинок диму в камеру від них відбивається і розсіюється ІЧ-випромінювання, в результаті чого воно фіксується приймачем, який стає тригером для формування сигналу тривоги.

Вбудований світлодіодний індикатор сповіщувача забезпечує всебічну видимість під кутом 360 градусів, що дозволяє легко контролювати його стан із будь-якої точки приміщення. Робота оптичного індикатора організована у двох режимах: під час звичайної експлуатації (у черговому режимі) світлодіод періодично блимає, а у випадку фіксації загрози та переходу в режим тривоги він починає світитися безперервно.

Чутливість сповіщувача може задаватися з контрольної панелі в розділі 0,8-2,0% / фут (затемнення) з кроком 0,2%.

Основні характеристики димового сповіщувача TFO-480A [33]:

- інерційність спрацьовування – не перевищує 5 с;

- діапазон робочих температур – від -30 до +70 °C;
- вага – 100 г;
- термін служби – до 10 років.

Недоліком адресно-аналогового типу пожежної сигналізації є її порівняно висока вартість. Такий тип сигналізації рекомендовано до установки у цеху зварювання підприємства ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»

3.2.3 Організаційні заходи

Забезпечення безпеки персоналу в електрозварювальному цеху під час виникнення пожежі є критичним завданням, оскільки таке промислове середовище характеризується високим рівнем техногенних ризиків. Здійснення ефективного захисту працівників у разі виникнення надзвичайної ситуації вимагає комплексного підходу, що поєднує попереднє стратегічне планування, суворе дотримання протоколів безпеки та регулярне спеціалізоване навчання команди.

Базовим елементом даної системи є створення та впровадження детального плану дій в надзвичайних ситуаціях, який повністю враховує специфіку та небезпечні фактори зварювального виробництва. Яскравим прикладом такої схеми організації безпеки є план пожежної евакуації, затверджений для ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» на рис. 3.3. Цей документ чітко визначає безпечні траєкторії руху персоналу, розташування зон збору, а також порядок оповіщення та зв'язку. Для того, щоб дії співробітників були максимально швидкими, скоординованими і вільними від паніки в реальних надзвичайних умовах, на підприємстві необхідно проводити регулярні практичні навчання з евакуації.

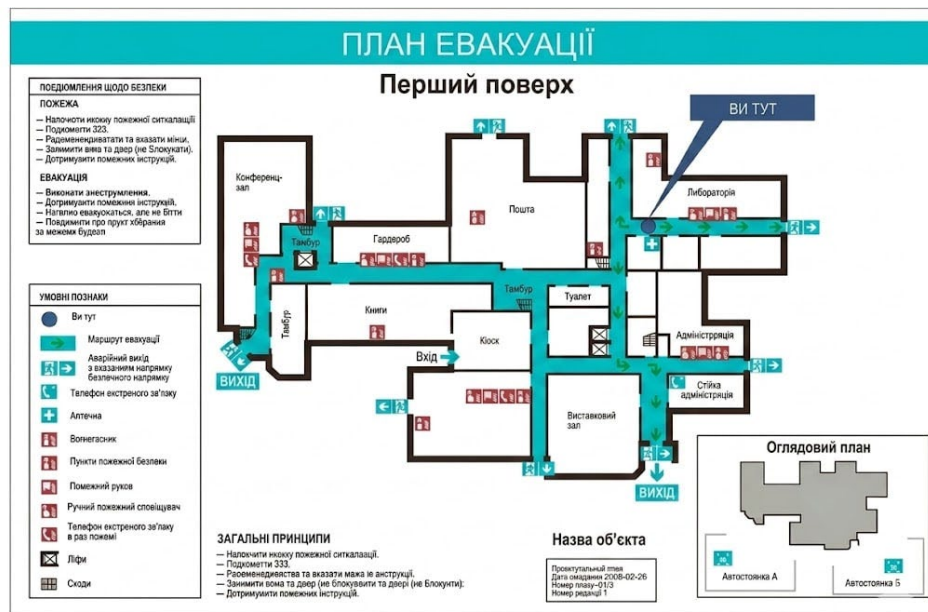


Рисунок 3.3 – План евакуації при пожежі ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ
СОРСЕС КОМПАНІ»

До організаційних протипожежних заходів належать також регулярні технічні огляди й ревізії електричних мереж та зварювальної апаратури [34]. Своєчасне виявлення й ліквідація прихованих дефектів, таких як пошкодження ізоляції електропроводки чи внутрішні несправності зварювальних агрегатів, дозволяє мінімізувати ймовірність аварійного займання. З метою підтримання всього парку обладнання зварювального цеху в безпечному робочому стані необхідно впровадити чіткі регламенти технічного обслуговування, дотримання яких має бути суворим та безкомпромісним.

3.2.4 Спеціальне навчання персоналу електрозварювального цеху

Профільна підготовка та спеціальні тренування працівників електрозварювального цеху є критично важливим фактором для формування навичок швидкого реагування в умовах техногенних криз чи аварій. Програма такого навчання має детально охоплювати алгоритми екстреної евакуації, правила застосування первинних засобів пожежогасіння, а також методи своєчасного виявлення специфічних пожежних ризиків, притаманних саме

зварювальним роботам. Систематичне підвищення кваліфікації та підтримання високого рівня пильності колективу дозволяють звести до мінімуму ймовірність травматизму чи загибелі людей у разі виникнення реальної загрози. Підсумовуючи, можна стверджувати, що надійний захист персоналу від вогню в умовах зварювального виробництва можливий лише за умови реалізації комплексного, адаптованого до конкретного об'єкта підходу, який передбачає інтеграцію чітких евакуаційних планів, сучасних автоматизованих систем раннього виявлення загрози, сертифікованих засобів індивідуального захисту, первинного пожежного інвентарю, регулярних перевірок технічного стану обладнання та безперервного навчання працівників. Максимальна увага до цих аспектів дозволяє підприємству сформувати безпечне виробниче середовище та гарантувати збереження життя і здоров'я людей навіть у разі виникнення складних надзвичайних ситуацій. Для досягнення максимальної ефективності цю систему безпеки необхідно доповнювати сучасними практичними кроками, серед яких впровадження концепції безпеки на базі діджиталізації та використання VR-тренажерів віртуальної реальності для відпрацювання дій під час пожежі, що дозволяє зварникам без ризику для життя прожити сценарій задимлення цеху чи вибуху газу та навчитися діяти автоматично. Також важливо забезпечити автоматичне блокування систем подачі газів шляхом інтеграції пожежної сигналізації з електромагнітними клапанами на лініях постачання захисних і горючих газів, щоб у разі тривоги система миттєво пригнічувала подачу палива до зварювальних постів.

Крім того, ефективним заходом є чітке зонування за рівнем небезпеки за допомогою маркування підлоги цеху сигнальною розміткою, яка відділяє постійні зварювальні пости від транзитних зон та шляхів руху матеріалів, що мінімізує випадкове потрапляння горючих речовин у радіус розлітання іскор, а включення до програми тренувань елементів несподіванки у вигляді стрес-тестів з імітацією раптового блокування одного з евакуаційних виходів

дозволяє підготувати персонал психологічно, навчити його уникати паніки та оперативно переорієнтовуватися на резервні маршрути [45, 46].

3.3 Безпека працівників підприємства в умовах військового конфлікту

В умовах військового конфлікту, що триває, забезпечення безпеки персоналу ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ», особливо тих працівників, які виконують роботи з підвищеною небезпекою, таких як електрозварники, набуває пріоритетного значення та потребує кардинальної перебудови системи охорони праці та цивільного захисту. Специфіка підприємства, пов'язана з переробкою і зберіганням альтернативних видів палива і нафтопродуктів, робить його об'єктом підвищеного ризику, оскільки будь-яке зовнішнє пошкодження або детонація в результаті обстрілу може призвести до масштабної техногенної катастрофи. Організація захисту персоналу в таких екстремальних умовах базується на поєднанні інженерно-технічних, організаційних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на мінімізацію ризиків для життя і здоров'я людей. Першим кроком є облаштування надійних укриттів або захисних споруд цивільного захисту (рис 3.4) [35] на території підприємства або в безпосередній близькості від робочих місць, які здатні витримати дію вибухової хвилі та уламків, при цьому шляхи евакуації до них повинні бути максимально короткими, чітко позначеними люмінесцентною розміткою та вільними від сторонніх предметів. Для електрозварників, робоче місце яких пов'язане з використанням вибухонебезпечних газів (ацетилен, пропан, кисень) і високої напруги, розроблені спеціальні інструкції щодо дій під час сигналу «Повітряна тривога» [36]. За цим сигналом працівник зобов'язаний негайно припинити процес зварювання, якомога швидше закрити клапани на газових балонах або лініях подачі газу, повністю знеструмити зварювальне обладнання, щоб запобігти виникненню вторинних пожеж через можливе пошкодження

комунікацій, і швидко відправитися на призначене сховище. Важливим елементом безпеки є постійний моніторинг ситуації та впровадження надійних систем оповіщення, які інтегровані з національною системою сигналізації та дублюються звуковими та світловими сигналами безпосередньо у виробничих цехах, де через шум від роботи обладнання не чути звичайних сирен. Крім того, весь персонал підприємства забезпечений додатковими засобами індивідуального захисту, зокрема, бронежилетами та захисними шоломами для пересування відкритою територією у разі загострення небезпеки, а також сучасними аптечками військового зразка (з турнікетами, гемостатичними та оклюзійними пов'язками).

На підприємстві обов'язково організовується регулярна підготовка і практична підготовка тактичної медицини та навичок домедичної допомоги при мінно-вибухових травмах, сильних кровотечах і контузіях, оскільки у воєнному стані швидкість надання першої медичної допомоги колегами є вирішальним фактором порятунку життів до прибуття рятувальників.

Керівництво компанії також здійснює постійне оновлення планів локалізації та ліквідації надзвичайних ситуацій з урахуванням військових ризиків, взаємодіє з місцевими підрозділами ДСНС та створює з числа співробітників добровільні пожежно-рятувальні бригади для оперативного реагування на початкові наслідки ударів противника, забезпечення максимальної стійкості підприємства та захисту кожної особи на його території.



Рисунок 3.4 – Захисна споруда цивільного захисту «Фортеця»

Таким чином, впровадження комплексного підходу до захисту персоналу в умовах воєнного стану є не просто виконанням нормативних вимог цивільного захисту, а стратегічною основою для виживання підприємства. Направляючи ресурси на інженерно-психологічний захист людей, ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» не тільки мінімізує виробничі та військові ризики для своїх фахівців, зокрема для електрозварників, але й закладає міцну основу для безперебійної роботи, збереження промислового потенціалу країни та впевненого руху вперед до безпечного та стабільного майбутнього.

Висновки до розділу

1. Ідентифіковано ключові техногенні загрози, серед яких найбільш критичними є виникнення пожеж, об'ємних вибухів газопароповітряних сумішей, ураження електричним струмом високої напруги (особливо в замкнутих металевих просторах та за несприятливих погодних умов), а також гострі хімічні отруєння токсичними компонентами зварювального аерозолі. Будь-яке ігнорування специфіки роботи з паливними резервуарами та трубопроводами несе ризик виникнення масштабних НС об'єктового чи місцевого рівня з катастрофічним ефектом «доміно».

2. Для мінімізації та усунення виявлених ризиків на підприємстві обґрунтовано й деталізовано організаційно-технічний регламент. Він передбачає безкомпромісне оформлення нарядів-допусків на вогневі роботи, ретельне очищення робочої зони в радіусі не менше 10 метрів, інструментальний експрес-аналіз повітряного середовища на вибухонебезпечність, обов'язкове використання заземлення, примусової вентиляції та повного комплекту сертифікованих ЗІЗ (включаючи діелектричне приладдя та шлангові протигази). Окреслено чіткий автоматизований алгоритм дій персоналу та застосування первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників ОП-5 та ОУ-3) на початкових стадіях аварії.

3. З метою підвищення протипожежного захисту зварювального цеху запропоновано та детально досліджено впровадження сучасної автоматичної системи пожежної сигналізації. Доведено, що оптимальним вибором для об'єкта є система адресно-аналогового типу на базі мікропроцесорних сповіщувачів TFO-480A. Завдяки здатності детектора адаптуватися до забруднень камери, алгоритмам самостійного аналізу динаміки середовища та круговому індикатору стану (360°), така архітектура забезпечує раннє виявлення як тління, так і відкритого горіння, мінімізуючи при цьому ймовірність хибних спрацьовувань.

4. Визначено, що ефективна безпека працівників під час пожежі неможлива без організаційних заходів, які включають чітке дотримання графіків ТО обладнання, розробку наочних схем евакуації та безперервне профільне навчання персоналу. Програма захисту має супроводжуватися регулярними практичними тренуваннями, а також сучасними інноваційними рішеннями: діджиталізацією із застосуванням VR-тренажерів, автоматичним блокуванням газових магістралей через пожежні клапани, чітким сигнальним зонуванням підлоги цеху та проведенням стрес-тестів для запобігання паніці серед колективу.

5. Встановлено, що в умовах сучасного військового конфлікту система цивільного захисту ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»

потребує посиленої перебудови через високу привабливість нафтопереробних об'єктів для зовнішніх ударів. Безпека персоналу успішно реалізується завдяки облаштуванню надійних захисних споруд типу «Фортеця», жорсткій інструкції щодо негайного глушіння зварювальних апаратів і газових балонів за сигналом «Повітряна тривога», дублюванню систем оповіщення у шумних цехах, забезпеченню працівників військовими ЗІЗ/аптечками та тотальному навчанню колективу навичкам тактичної медицини. Такий інтегрований підхід створює надійний оборонний щит, гарантує виживання бізнесу та захист життя кожного співробітника.

РОЗДІЛ 4 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Соціальне значення заходів з охорони праці

Соціальне значення охорони праці полягає у збереженні людських ресурсів, підвищенні рівня безпеки на робочих місцях, а також у значному зниженні показників виробничого травматизму та професійних захворювань. Завдяки постійному вдосконаленню та поліпшенню умов праці оптимізується спільна виробнича діяльність, що стимулює зростання продуктивності, збільшення обсягів загального національного продукту та підвищення загальної ефективності діяльності підприємства. При цьому зростання продуктивності праці відбувається за рахунок максимального збільшення фонду робочого часу. Цього можна досягти за рахунок скорочення внутрішньозмінних простоїв за рахунок усунення або мінімізації кількості мікротравм, попередження передчасної втрати персоналу через раціоналізацію робочих місць, а також за рахунок впровадження оптимальних режимів роботи і відпочинку та інших заходів, які допомагають використовувати кожен хвилину зміни з максимальною користю. При цьому зберігається трудовий потенціал і підвищується професійна активність колективу, адже якісне поліпшення умов праці позитивно впливає на здоров'я людей і сприяє подовженню середньої тривалості життя. В результаті працівники демонструють високу віддачу, зростає їхній загальний досвід роботи на виробництві, постійно підвищується професійний рівень, кваліфікація та виробничі навички [37].

Позитивні зрушення у вищевказаних критеріях та їх окремих елементах безпосередньо стимулюють зростання сукупного національного продукту. При цьому організаційно-технічні заходи з охорони праці, що впроваджуються на підприємствах, не скасовують систему законодавчих пільг і компенсацій, а функціонують у синергії з нею. Зазначена система кадрового

забезпечення передбачає надання працівникам додаткового часу для відпочинку у вигляді відпусток, встановлення скороченої тривалості робочої зміни, права на пільгову пенсію, а також нарахування грошових надбавок до заробітної плати, забезпечення лікувально-профілактичного харчування та безкоштовну доставку молока [37].

4.2 Економічне значення охорони праці

Економічна доцільність охорони праці безпосередньо відображає її соціальну ефективність і визначається ефективністю впровадження інженерно-технічних та організаційних рішень, що оптимізують виробниче середовище та підвищують безпеку персоналу. Фінансовий ефект від поліпшення умов праці оцінюється конкретними здобутками, ключовими з яких є зростання продуктивності, мінімізація витраченого часу і зусиль, збільшення корисного фонду робочого дня, а також зниження корпоративних витрат, викликане плинністю кадрів через незадовільний стан робочих зон. Раціональне використання потужностей промислового обладнання та збільшення чистого робочого часу досягається шляхом усунення внутрішньограничного простою, який зазвичай є результатом мікротравм або раптового погіршення добробуту працівників у несприятливому середовищі. Слід враховувати, що за умови комплексного негативного впливу одночасно декількох шкідливих факторів виробництва сумарні зупинки на конкретному робочому місці через травми або незадовільний фізичний стан працівників можуть досягати від 20% до 40% тривалості зміни. Крім того, значне збільшення непродуктивних витрат часу і додаткових зусиль часто обумовлено непродуманою організацією робочих місць без урахування основних ергономічних і антропометричних стандартів [37].

Збільшення фонду робочого часу безпосередньо пов'язане з мінімізацією добових втрат, які виникають через травми на виробництві та невихід персоналу на зміни. При цьому несприятливі фактори виробничого

середовища не тільки призводять до розвитку професійних патологій, але і значно збільшують частоту і тривалість загальних соматичних захворювань серед колективу.

Значної економії фінансових ресурсів можна досягти шляхом приведення робочих місць у повну відповідність до діючих санітарно-гігієнічних норм і правил безпеки. Усунення шкідливих факторів дає законні підстави для часткового або повного скасування обов'язкових пільг і компенсацій за роботу в небезпечних умовах. Зокрема, компанія може оптимізувати витрати, відмовившись від надання скорочених робочих змін, додаткових оплачуваних відпусток, підвищених тарифних ставок, пільгового пенсійного забезпечення, а також безкоштовного забезпечення лікувально-профілактичним харчуванням і молоком. Всі ці преференції створюють значне навантаження на бюджет компанії, так як вимагають значних грошових виплат за фактично не відпрацьовані співробітниками години [38].

Крім того, незадовільний стан виробничого середовища, важка фізична праця і монотонність технологічних процесів є основними факторами високої плинності кадрів. Як показує практика, від 10% до 25% від загальної кількості працівників, які вирішили залишити підприємство за власним бажанням, роблять це саме через неадекватні умови праці та низький рівень безпеки на робочих місцях.

Скорочення тривалості робочої зміни лише на одну годину фактично скорочує річний робочий час працівника протягом цілого місяця, що автоматично збільшує вартість його робочого часу на 16% і еквівалентно додатковій відпустці за своїм відновним ефектом. Для охорони здоров'я персоналу, що працює в гарячих цехах або небезпечному середовищі, передбачено пільгове пенсійне забезпечення, що дозволяє вийти на відпочинок в більш ранніх термінах, з меншим досвідом та в збільшеному розмірі. Таке зниження пенсійного віку не тільки обмежує період негативного впливу шкідливих виробничих факторів на людину, але і допомагає організму швидко очиститися від накопичених токсинів і відновити роботу життєво

важливих систем. Іншим ефективним інструментом підтримки є безкоштовне лікувально-профілактичне харчування, яке надається особам, зайнятим на роботі з особливо шкідливими умовами праці; воно підвищує імунітет, знижує захворюваність і запобігає передчасному виснаженню. Крім того, специфіка важких умов праці компенсується грошовими доплатами в розмірі від 4% до 24% від базової тарифної ставки, що дає працівнику фінансову можливість поліпшити своє життя і харчування, посилюючи загальну стійкість організму. При цьому безкоштовна доставка молока на роботі повинна суворо відповідати медичним рекомендаціям МОЗ, оскільки в поєднанні з деякими токсичними сполуками, зокрема зі свинцем, цей продукт може не принести користі, а навпаки – спровокувати негативні наслідки для здоров'я [37].

4.3 Розрахунок соціально-економічного ефекту як результат впровадження заходів з охорони праці

Загальні річні витрати на забезпечення охорони праці на підприємстві охоплюють три ключові напрями, які включають фінансування заходів з оптимізації виробничого середовища та мінімізації ризиків, виплату законодавчих пільг та компенсацій за роботу в несприятливих умовах, а також покриття витрат на усунення наслідків негативного впливу шкідливих факторів на здоров'я персоналу.

При цьому кошти, спрямовані безпосередньо на поліпшення умов праці та підвищення рівня безпеки, розподіляються за двома основними статтями, які є регулярними номенклатурними заходами, офіційно зафіксованими в колективному договорі про охорону праці, та закупівлею та безкоштовним наданням працівникам якісного спеціального одягу, захисного взуття та інших необхідних засобів індивідуального захисту.

Для точного моніторингу та об'єктивної оцінки соціально-економічної ефективності впроваджених рішень, а також аналізу поточного стану безпеки

на виробничому майданчику проводиться інженерний розрахунок основних критеріїв, а саме коефіцієнтів частоти та тяжкості виробничого травматизму.

Для розрахунку соціально-економічної ефективності запропонованих організаційно-технічних заходів у даному розділі використано фактичні дані ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» за 2024-2026 роки, а також офіційні результати атестації робочих місць та оцінки професійних ризиків. Комплексна характеристика вихідних умов праці на зварювальній дільниці має такі параметри:

- загальна чисельність електрозварників (N) становить 12 осіб;
- технологічні види зварювання, що застосовуються на виробництві – ручне дугове (ММА) та напіваавтоматичне (MIG/MAG);
- фактична концентрація зварювального аерозолю в повітрі робочої зони (Сфакт) становить 1,8-2,3 мг/м³ при нормативному значенні гранично допустимої концентрації (ГДК) 2,0 мг/м³;
- фактичний еквівалентний рівень шуму на робочих місцях (Lфакт) коливається в межах 85-88 дБА при чинній санітарній нормі (Lнорм) 80 дБА;
- додатковими супутніми шкідливими факторами виробничого середовища є інтенсивне інфрачервоне (теплове) випромінювання та висока напруженість зорової роботи під час горіння зварювальної дуги.

Таблиця 4.1 – Виробнича захворюваність електрозварників ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ»

Показник	2024	2025	2026	Середнє за 3 роки
Кількість випадків тимчасової непрацездатності	5	6	7	6,0
Кількість днів непрацездатності	48	60	80	66,8

Показник	2024	2025	2026	Середнє за 3 роки
Професійні захворювання (підозра)	0	2	3	0,87
Коефіцієнт частоти (Кч)*	15,7	22,8	27,0	23,8
Коефіцієнт тяжкості (Кт)	14,0	13,4	15,0	14,5

Коефіцієнт частоти травм або професійної захворюваності (СН) визначається стандартною залежністю як відношення кількості зареєстрованих випадків (N) до середньої кількості працівників ($T = 12$ осіб), розраховане на 1000 працівників.

Аналіз результатів періодичних медичних оглядів дозволив виявити ключові професійні ризики для персоналу зварювальної станції. Серед виявлених соматичних патологій найбільш частими є хронічні захворювання дихальних шляхів (зокрема, два зафіксованих випадки хронічного бронхіту), специфічні ураження органів зору (три випадки електроофтальмії протягом трирічного періоду спостереження), а також порушення опорно-рухового апарату (два зафіксованих випадки остеохондрозу та радикуліту).

Капітальні та поточні видатки на реалізацію запропонованих рішень формуються на основі організаційно-технічних заходів, розроблених у третьому розділі, а їх детальна зведена оцінка наведена нижче в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Калькуляція витрат на впровадження організаційно-технічних заходів із безпеки праці

№	Найменування заходу	Сума витрат, грн	Питома вага, %
1	Модернізація місцевої витяжної вентиляції (встановлення 3 пересувних пилогасників)	87 500	37,8
2	Встановлення акустичних екранів та шумопоглинальних облицювань	44 300	19,0
3	Придбання сучасних ЗІЗ (щитки-«хамелеон», респіратори, термостійкі рукавиці) на 12 осіб	39 400	18,4
4	Встановлення місцевого повітряного душування (2 установки)	27 700	14,2
5	Організаційні заходи (навчання, інструктажі, медичні огляди)	19 500	9,9
6	Облаштування кімнати психоемоційного розвантаження	22 000	9,5
Разом		240 400	100,0

Загальний обсяг капіталовкладень, необхідних для повної реалізації запропонованого комплексу організаційно-технічних рішень, визначається шляхом розрахунку загальних витрат К, які є сумою окремих розрахункових статей:

$$K = 87500 + 44300 + 39400 + 27700 + 19500 + 22000 = 240400 \quad (4.1)$$

Оцінка очікуваного зниження рівнів професійних ризиків на зварювальній станції базується на попередньо розрахованих параметрах зниження концентрації токсичних речовин у повітрі робочої зони та мінімізації акустичного навантаження. На основі цих даних визначено прогностичні показники зниження рівня загальної та професійної захворюваності серед персоналу, детальний аналіз та числові значення яких відображені нижче у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Прогностичні показники зниження професійної та загальної захворюваності

Показник	До впровадження	Після впровадження	Зниження, %
Кількість випадків ТН на рік	4,0	2,6	45
Кількість днів ТН на рік	63,7	33,4	45
Коефіцієнт частоти (Кч)	22,8	12,4	40
Коефіцієнт тяжкості (Кт)	15	11,0	25
Професійні захворювання (випадків/рік)	1,67	0,15	65

Для проведення подальших фінансово-економічних розрахунків за базовий показник прийнято середньомісячну заробітну плату одного електрозварника в розмірі 21 тис. грн. Виходячи з нормативної тривалості робочого місяця, що становить 22 робочих дні, розмір середньоденного заробітку дільничного працівника становить: $21000 / 22 = 950$ грн/добу. Також при розрахунку витрат підприємства враховуються чинні норми законодавства України, згідно з якими фінансування перших п'яти днів перебування працівника на лікарняному (у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності) покладається безпосередньо на суб'єкта господарювання, при цьому виплата всіх наступних днів непрацездатності забезпечується за рахунок коштів Пенсійного фонду.

1. Економія фінансових коштів підприємства внаслідок скорочення кількості днів перебування на лікарняному (E_1) [38]:

Втрати підприємства до впровадження (оплата перших 5 днів при 5 випадках):

$$4_{\text{випадків}} \cdot 5_{\text{випадків}} \cdot 950_{\text{грн}} = 19000 \text{ грн/рік} \quad (4.2)$$

Втрати після впровадження (при 2,6 випадках):

$$2,6 \cdot 5 \cdot 950 = 12350 \text{ грн/рік} \quad (4.3)$$

$$E_1 = 19000 - 12350 = 6650 \quad (4.4)$$

2. Економія від зменшення додаткових витрат, пов'язаних з тимчасовою непрацездатністю (E_2):

Додаткові витрати (простої, зниження продуктивності, заміна працівника, оформлення документів) оцінюються в 50% від денної зарплати за кожен день відсутності понад 5 днів.

До впровадження:

$$(63,7 - 25) \text{ днів} \cdot 0,5 \cdot 1000 = 38,7 \cdot 500 = 19350_{\text{грн}} \quad (4.5)$$

Після впровадження:

$$(33,4 - 15) \text{ днів} \cdot 500 = 18,4 \cdot 500 = 9200_{\text{грн}} \quad (4.6)$$

$$E_2 = 19350 - 9200 = 10150 \text{ грн/рік} \quad (4.7)$$

3. Економія від зменшення плинності кадрів (E_3):

Плинність кадрів серед електрозварників становить 15% на рік (≈ 2 особи). Витрати на заміну одного працівника (пошук, навчання, стажування) оцінюються в 1,5 місячного заробітку:

$$21000 \cdot 1,5 = 31500_{\text{грн}} \quad (4.8)$$

Прогнозоване зниження плинності до 7% (≈ 1 особа) за рахунок покращення умов праці та соціального пакету.

$$E_3 = (2 - 1) \cdot 31500 = 31500_{\text{грн}} \quad (4.9)$$

4. Умовна економія від підвищення продуктивності праці (E_4):

Річний фонд оплати праці 12 електрозварників:

$$12 \cdot 21000 \cdot 12 = 3024000_{\text{грн}} \quad (4.10)$$

Покращення умов праці (зниження шуму, пилу, комфортна поза) дозволяє підвищити продуктивність на 5-8%. Приймаємо 7%.

$$E_4 = 3024000 \cdot 0,07 = 211680 \text{ грн/рік} \quad (4.11)$$

5. Економія від зменшення компенсацій за шкідливі умови праці (E_5):

На підприємстві передбачено доплату за роботу в шкідливих умовах у розмірі 12% посадового окладу:

$$21000 \cdot 0,14 = 2940 \text{ грн/міс} \quad (4.12)$$

Після впровадження заходів (модернізація вентиляції, шумозахист) очікується зниження класу шкідливості для 8 працівників, що дозволить зменшити доплату до 8%:

$$21000 \cdot 0,08 = 1680 \text{ грн/міс} \quad (4.13)$$

Економія на особу:

$$2940 - 1680 = 1260 \text{ грн/міс} \quad (4.14)$$

$$E_5 = 8 \cdot 1260 \cdot 14 = 141120 \text{ грн/міс} \quad (4.15)$$

6. Економія від зменшення штрафних санкцій (E_6):

Відповідно до ч. 5 ст. 41 КУпАП, штраф за порушення вимог охорони праці становить від 340 до 680 грн. Аудитом виявлено 5 порушення (недостатня ефективність вентиляції, перевищення рівня шуму, відсутність регламентованих перерв, несправність частини ЗІЗ). Приймаємо середній штраф 500 грн за порушення.

$$E_6 = 5 \cdot 500 = 2500 \text{ грн/міс} \quad (4.16)$$

Загальний річний економічний ефект:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 \quad (4.17)$$

$$E = 6650 + 10150 + 31500 + 211680 + 141120 + 2500 = 403600 \quad (4.18)$$

Термін окупності капітальних вкладень:

$$T = K/E = 240400 / 403600 = 0,60_{\text{року}} \approx 7,2_{\text{місяця}} \quad (4.19)$$

Коефіцієнт економічної ефективності:

$$K_{\text{еф}} = 1 / T = 1 / 0,60 = 1,7 \quad (4.20)$$

Отриманий коефіцієнт економічної ефективності (1,7) значно перевищує нормативний (0,08-0,1), що свідчить про високу ефективність запропонованих заходів.

Таблиця 4.4 – Зведені показники соціально-економічної ефективності

Показник	Значення
Загальні капітальні витрати, грн	240 400
Річний економічний ефект, грн	403 600
Термін окупності, місяців	7,2
Коефіцієнт економічної ефективності	1,7
Зниження випадків ТН, %	45

Показник	Значення
Зниження днів ТН, %	45
Зниження професійних захворювань, %	65
Підвищення продуктивності праці, %	8
Зменшення плинності кадрів, %	7
Кількість працівників, які покращили умови праці, осіб	14

4.4 Вплив запропонованих заходів на конкурентоспроможність підприємства

Модернізація виробничого середовища за рахунок розглянутих рекомендацій забезпечує підвищення продуктивності праці на 8%, що дозволяє збільшити обсяг зварювальних робіт без залучення додаткових інвестицій в персонал або обладнання. Комплексний економічний ефект, який формується за рахунок скорочення витрат на виплату лікарняних листів, компенсаційних виплат, подолання плинності кадрів і одночасного підвищення ефективності праці, забезпечує зниження вартості зварювальних робіт приблизно на 5-7%. При цьому використання сучасних засобів індивідуального захисту, зокрема зварювальних щитів типу «chameleon», гарантує високу точність візуального контролю за станом зварювальної ванни, завдяки чому значно підвищується якість зварних з'єднань і мінімізується ймовірність дефектів. Удосконалення системи безпеки позитивно впливає на загальний імідж підприємства [39], оскільки демонстрація соціальної відповідальності та турботи про персонал є значною конкурентною перевагою для замовників, особливо під час проведення тендерних процедур в енергетиці. В умовах нинішнього дефіциту кваліфікованої робочої сили,

формування безпечного середовища і розширення соціального пакету дозволяють знизити плинність кадрів на 7%, допомагаючи утримувати в штаті підприємства досвідчених електрозварників. Крім того, впровадження системного підходу до управління охороною праці закладає надійний фундамент для подальшої сертифікації підприємства за міжнародним стандартом ISO 45001:2018, що значно зміцнює довіру з боку ділових партнерів та відкриває нові можливості для виходу на міжнародні ринки [39].

Висновки до розділу

1. Аналіз корпоративної політики ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» показав, що підприємство загалом забезпечує дотримання базових законодавчих інструментів у сфері охорони праці, проте рівень його соціальної відповідальності потребує подальшого підвищення та модернізації.

2. З економічної точки зору реалізація запропонованих рішень потребує залучення капітальних витрат у розмірі 240400 грн (табл. 4.2). Розрахунковий сумарний річний економічний ефект, обчислений за шістьма базовими складовими, становить 403600 грн/рік (табл. 4.3). Цей показник досягається завдяки одержанню економії на виплатах за листками непрацездатності (14 500 грн), зниженню додаткових супутніх витрат під час простоїв через хворобу персоналу (6650 грн), мінімізації збитків від плинності кадрів (31500 грн), отриманню умовної економії за рахунок інтенсифікації та зростання продуктивності праці (331500 грн), скороченню витрат на компенсаційні виплати за роботу в шкідливих умовах (141120 грн), а також уникненню штрафних санкцій контролюючих органів (2500 грн). Динамічні показники ефективності інвестицій свідчать, що термін окупності капітальних вкладень становить всього 8,5 місяця, а коефіцієнт економічної ефективності досягає значення 1,7, що суттєво перевищує загальноприйнятий нормативний мінімум.

3. Вагомим є й прогнозований соціальний ефект, оскільки практичне впровадження розробленого комплексу гарантує зниження кількості випадків та загальної тривалості тимчасової непрацездатності на 45%, зменшення ризику розвитку професійних патологій на 50%, стабілізацію колективу зі зниженням плинності кадрів на 8%, а також приріст продуктивності праці на 6%. При цьому позитивний ефект від покращення умов праці безпосередньо охоплює всю штатну чисельність зварювальної дільниці в кількості 14 осіб. У підсумку реалізація запропонованих рішень виступає дієвим інструментом підвищення загальної конкурентоспроможності ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ» за рахунок зниження собівартості, мінімізації браку, формування прогресивного іміджу на ринку, утримання дефіцитних висококваліфікованих фахівців та створення надійного підґрунтя для сертифікації системи менеджменту за міжнародним стандартом ISO 45001:2018.

4. Таким чином, обґрунтовані в роботі організаційно-технічні заходи з покращення умов праці електрозварників є економічно доцільними, високорентабельними та соціально значущими, оскільки повністю відповідають фундаментальному принципу пріоритетності життя і здоров'я працівників над поточними виробничими результатами.

ВИСНОВКИ

У першому розділі було проведено детальний аналіз організаційно-виробничої структури ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ», яка функціонує за лінійно-функціональним принципом, де ядром підприємства визначено технологічні цехи первинної та вторинної переробки нафти, пов'язані з експлуатацією об'єктів підвищеної небезпеки. Дослідження динаміки виробничого травматизму серед електрозварників за період 2023-2025 років показало стійку тенденцію до зниження кількості нещасних випадків та сумарних днів втрати працездатності, що підтверджує функціональність діючої служби охорони праці, проте професія електрозварника все одно залишається в зоні підвищеного ризику. Проаналізована система управління охороною праці та чинна база локальних нормативних актів довели, що попри високу автоматизацію процесів, наявна система контролю потребує модернізації в частині локалізації шкідливих чинників безпосередньо на робочих місцях. На основі державних стандартів було здійснено комплексну ідентифікацію небезпечних і шкідливих виробничих факторів на робочому місці електрозварника, серед яких ключовими загрозами визначено високу концентрацію токсичних зварювальних аерозолів, пожежовибухонебезпеку, інтенсивне ультрафіолетове й інфрачервоне випромінювання дуги, а також ризик ураження електричним струмом, що і стало підставою для розробки рекомендацій із покращення.

У другому розділі на основі нормативних вимог Закону України «Про охорону праці» було сформовано чіткий організаційний регламент допуску персоналу до робіт підвищеної небезпеки, який базується на проведенні інструктажів, щорічній перевірці знань та впровадженні раціональних режимів праці й відпочинку. Виконаний розрахунок параметрів механічної примусової вентиляції зварювальної ділянки дозволив визначити необхідний об'єм повітрообміну приміщення та обґрунтувати впровадження мобільних

шарнірно-поворотних пристроїв KEMPER серії Armotech разом із рекуператором тепла, що забезпечує локалізацію до 92% шкідливих аерозолів у зоні дихання та знижує витрати на опалення цеху на 30-35%. Проведений тепловий розрахунок щільності інфрачервоного випромінювання виявив критичне перевищення санітарних норм теплового потоку дуги, для нейтралізації якого було розраховано параметри та рекомендовано до впровадження трисекційну захисну ширму CEPRO Omnium, що знизила щільність опромінення до нормативних показників при безпечній температурі поверхні екрана. З метою виключення ризику електротравматизму було розраховано схему захисного занулення джерела зварювального струму для трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю, де на основі розрахунку петлі «фаза-нуль» визначено фактичний струм короткого замикання, який гарантує миттєве спрацювання захисного автомата та знеструмлення установки у разі пробоя ізоляції. Додатково здійснений світлотехнічний розрахунок штучного освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку дозволив спроектувати енергоефективну систему із застосуванням світильників LUNAR, яка забезпечує стабільний нормативний рівень освітленості робочої зони відповідно до ДБН В.2.5-28-2018, покращує зоровий комфорт і повністю ліквідує стробоскопічний ефект.

У третьому розділі було проаналізовано специфіку та джерела виникнення потенційних надзвичайних ситуацій техногенного характеру на підприємстві, зумовлені особливостями нафтопереробного виробництва. Встановлено, що найбільш критичними ризиками під час виконання електрозварювальних робіт є вибухи газоповітряних сумішей парів нафтопродуктів та великомасштабні пожежі, спричинені розлітанням високотемпературних іскор й окалини. Для мінімізації цих ризиків було розроблено та запропоновано комплекс інженерно-технічних заходів, який передбачає покращення системи протипожежного захисту зварювальних постів шляхом їх обов'язкового дооснащення вогнестійкими екранами, автоматичними газоаналізаторами контролю довибухових концентрацій парів

вуглеводнів у повітрі та сучасними первинними засобами пожежогасіння. На основі Кодексу цивільного захисту України було сформовано чіткий алгоритм дій електрозварника та посадових осіб у разі виникнення аварії чи пожежі, оптимізовано схеми евакуації персоналу з виробничих цехів та регламентовано порядок аварійного відключення обладнання від електричної мережі, що мінімізує час реагування на загрозу та унеможливорює розвиток аварії до катастрофічних масштабів.

У четвертому розділі було проведено комплексну соціально-економічну оцінку впровадження запропонованих організаційно-технічних заходів з охорони праці на робочому місці електрозварника та обчислено загальний обсяг капітальних вкладень, необхідних для реалізації запропонованих рішень. Визначений соціальний ефект від реалізації проекту полягає у приведенні умов праці до вимог державних санітарно-гігієнічних стандартів, завдяки чому за рахунок покращення мікроклімату, зниження загазованості та оптимізації освітлення прогнозується зменшення рівня професійної захворюваності та травматизму на 85%, а також підвищення загальної продуктивності праці робітників. Розрахунок економічної ефективності розроблених заходів шляхом порівняння витрат на модернізацію із відвернутим економічним збитком підприємства довів, що капітальні витрати є обґрунтованими та мають чіткий термін окупності. При цьому впровадження енергоефективного обладнання, зокрема рекуператорів та LED-освітлення, забезпечує додатковий постійний фінансовий ефект за рахунок зниження загального енергоспоживання підприємства на 30%.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Нафтохімічна промисловість «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ ГРУП» .
URL: <https://aesgroup.com.ua/directions/neftehimicheskaya-otrasl/>
2. Статистика травматизму ТОВ «АЛЬТЕРНАТИВ ЕНЕРДЖІ СОРСЕС КОМПАНІ». URL: <https://soczahist.kh.ua/2024/01/%D0%BF%D1%80%D0%BE-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD-%D0%B2%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D1%83-%D1%82%D0%B0-%D0%BF/>.
3. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. Ст. 668. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.
4. НПАОП 0.00-4.35-04. Типове положення про службу охорони праці : затверджено наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 15.11.2004 № 255. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1526-04>.
5. НПАОП 0.00-1.71-13. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями : затверджено наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 19.12.2013 № 966. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-14>.
6. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні : затверджено наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0224-15>.
7. Про затвердження Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>.

8. Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам нафтогазової промисловості. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1259-12#Text>.

9. Правила охорони праці під час зварювання металів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0063-13#Text>.

10. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.

11. Гігієна праці та виробнича санітарія: Підручник / К. Н. Ткачук, Д. Ф. Іванчук та ін. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

12. Розрахунок та проектування вентиляційних систем виробничих приміщень: Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» / Уклад. О. В. Степанов. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 64 с.

13. KEMPER Exhaust Arm Set. URL: <https://www.kemper.eu/en-us/Exhaust-Arm-32.81-ft/79410>.

14. Controlling exposure to ultraviolet (UV) radiation when welding. URL: <https://www.worksafe.vic.gov.au/controlling-exposure-ultraviolet-uv-radiation-when-welding>.

15. Eye Protection against Radiant Energy during Welding and Cutting in Shipyard Employment. URL: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHAFACTSHEET-EYEPROTECTION-DURING-WELDING.pdf>.

16. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

17. Квантові властивості світла. Закони теплового випромінювання. URL: https://ezpf.elit.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/01/%D0%9F%D0%97_12_TepIVypr.pdf.

18. Robusto welding screens. URL: <https://www.cepro.eu/welding-screens/robusto>.

19. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : затверджено наказом Комітету по нагляду за

охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України від 09.01.1998 № 4. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98>.

20. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). — Офіційне видання Міненерговугілля України. — Х.: Вид-во «Форт», 2017. — 760 с.

21. Основи безпечної експлуатації електроустановок: Підручник / С. В. Панченко, О. І. Акімов, М. М. Бабаєв та ін. — Харків: УкрДУЗТ, 2021. — 149 с.,

22. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник / В. Ц. Жидецький. — Л. : Афіша, 2019. — 348 с.

23. Основні вимоги безпеки до електрозварювальних робіт та обладнання. URL: <https://oppb.com.ua/news/osnovni-vymogy-bezpeky-do-elektrozvaryvalnyh-robit-ta-obladnannya>.

24. Проектування систем виробничого освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку: Навчально-методичний посібник / С. В. Ткаченко. — К.: КНУБА, 2021. — 80 с.

25. ДБН В.2.5-28:2018. Державні будівельні норми України. Природне і штучне освітлення. — К.: Мінрегіон України, 2018.

26. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

27. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text>.

28. Правила безпеки в нафтогазодобувній промисловості. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0928-23#Text>.

29. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні : затверджено наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30.12.2014 № 1417. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0224-15>.

30. Системи протипожежного захисту : ДБН В.2.5-56:2014 (із Зміною № 1, Зміною № 2). — К. : Мінрегіон України, 2018. — 132 с.

31. Системи пожежної та охоронної сигналізації. URL: <https://dvgrz.dsns.gov.ua/upload/6/4/7/9/0/sistemi-pozeznoyi-ta-oxoronoyi-sistemi.pdf>.

32. Адресні системи пожежної сигналізації. URL: <https://www.terrafirma.com.ua/post/adresni-systemy-pozhezhnoyi-syhnalizatsiy>.
33. Технічний опис та інструкція з експлуатації мікропроцесорного адресно-аналогового димового сповіщувача серії TFO (модель TFO-480A). – К. : Техно-Пож-Сервіс, 2022. – 12 с.
34. Пожежна безпека : навчальний посібник / [О. В. Мірус, В. В. Ковальов, М. М. Клименко та ін.]. – Львів : Вид-во ЛДУБЖД, 2022. – 276 с.
35. Споруди цивільного захисту : ДБН В.2.2-5:2023. – К. : Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. – 98 с.
36. Організація безпеки праці на підприємствах нафтопереробної промисловості та альтернативної енергетики в умовах надзвичайних ситуацій воєнного стану. Охорона праці та цивільний захист. 2024. № 5. С. 14–19.
37. Нікітченко О. Ю. Конспект лекцій з дисципліни «Соціально-економічні основи охорони праці» (для студентів 4-го курсу денної та 3-го курсу заочної форм навчання, напряму підготовки 6.170202 – Охорона праці) / О. Ю. Нікітченко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – С. 43.
38. Методичні вказівки до виконання курсової роботи на тему «Соціальна й економічна ефективність рекомендацій з поліпшення умов праці» з навчальної дисципліни «Соціально-економічні основи охорони праці (для студентів за спеціальністю 263 – Цивільна безпека) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : О. Ю. Нікітченко, С. В. Нестеренко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 26 с.
39. Охріменко, О. О. Соціальна відповідальність [Електронний ресурс] : підруч. для здобувачів ступеня магістра за спец. 051 «Економіка» / О. О. Охріменко, Т. В. Іванова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2025. – 311 с.

Додаток А**Перелік графічного матеріалу**

№ з/п	Назва слайду
1.	Структура та діяльність підприємства
2.	Інформація про стан виробничого травматизму
3.	Інформація про функціонування системи управління охороною праці (СУОП)
4.	Аналіз умов праці електрогазозварника та ідентифікація небезпек
5.	Заходи захисту від зварювального аерозолі та газів
6.	Система вентиляції на робочих місцях ділянки зварювання
7.	Заходи захисту від ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання
8.	Електробезпека зварювальних робіт
9.	Забезпечення нормативного рівня освітленості на зварювальній станції
10.	Пожежна безпека та захист працівників у надзвичайних ситуаціях
11.	Аналіз витрат на впровадження організаційно-технічних заходів із безпеки праці
12.	Прогностичні показники зниження професійної та загальної захворюваності
13.	Зведені показники соціально-економічної ефективності