

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 дипломного проекту

бакалавра

(освітній-рівень)

на тему «Аналіз умов праці та розробка заходів щодо їх покращення при
виготовленні акумуляторної продукції на МНПК "ВЕСТА"»

Виконав:

студент 4 курсу, групи ОПР 2022-1
спеціальності

263 Цивільна безпека

(шифр і назва, спеціальності)

освітня програма «Охорона праці»

Говоров М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник доц. Левашова Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент проф. Логвінков С.М.

(прізвище та ініціали)

Харків - 2026 рік

РЕФЕРАТ

У дипломній роботі наведена загальна характеристика Міжнародної науково-промислової корпорації "Вітроенергетичні сонячні технології акумулюючи" (МНПК "ВЕСТА"), сфера діяльності якої пов'язана з виробництвом акумуляторної продукції.

У першому розділі досліджено СУОП підприємства, особливості та небезпеки виробничих процесів МНПК "ВЕСТА" та загальні професійні ризики на заводах свинцево-кислотних акумуляторів.

В другому розділі надано рекомендації щодо підвищення безпеки виробничого обладнання під час виготовлення акумуляторних сіток, а також при роботі з кислотами, лугами та електролітами. Обґрунтовано вибір вентиляційної системи Aerostar SS 250-2000 ЕС. Проведено розрахунок захисного заземлення.

У третьому розділі розглянуто питання забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях на МНПК «ВЕСТА». Проведено класифікацію виробничих і складських приміщень за вибухопожежною небезпекою. На основі аналізу технологічних операцій і характеру пожежного навантаження здійснено вибір типів вогнегасників. Проведено розрахунок параметрів спринклерної системи та обґрунтовано вибір пожежного сповіщувача з урахуванням температурного режиму приміщень.

Четвертий розділ присвячено комплексній оцінці соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці на підприємстві. Проаналізовано діяльності підприємства у сфері охорони довкілля.

Дипломна робота містить: 4 розділи, 78 стор., 28 рис., 9 табл., 28 літературних джерела, 11 листів графічної частини.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВИРОБНИЦТВО АКУМУЛЯТОРІВ, БЕЗПЕЧНІ УМОВИ ПРАЦІ, ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ, СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ

ABSTRACT

The thesis presents a general overview of the International Research and Industrial Corporation “Vitroenergetic Solar Technologies Accumulating” (MNPC “VESTA”), whose field of activity is related to the production of storage batteries.

The first chapter examines the Occupational Health and Safety Management System of the enterprise, the specific features and hazards of the production processes at MNPC “VESTA”, as well as the general occupational risks typical for lead-acid battery manufacturing plants.

The second chapter provides recommendations for improving the safety of production equipment during the manufacturing of battery grids, as well as when working with acids, alkalis, and electrolytes. The selection of the Aerostar SS 250-2000 EC ventilation system is substantiated. A calculation of the protective grounding system has also been performed.

The third chapter addresses the issues of ensuring safety in emergency situations at MNPC “VESTA”. A classification of production and storage facilities according to explosion and fire hazards has been carried out. Based on the analysis of technological operations and fire load characteristics, appropriate types of fire extinguishers have been selected. The parameters of the sprinkler system were calculated, and the choice of a fire detector was justified taking into account the temperature conditions of the premises.

The fourth chapter provides a comprehensive assessment of the socio-economic efficiency of occupational safety measures implemented at the enterprise. The company’s activities in the field of environmental protection have also been analyzed.

The thesis consists of 4 chapters, 78 pages, 28 figures, 9 tables, 28 references, and 11 sheets of graphical materials.

KEYWORDS: BATTERY PRODUCTION, SAFE WORKING CONDITIONS, ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MEASURES, SOCIAL RESPONSIBILITY

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	8
1	АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	9
1.1	Загальні відомості про МНВК «ВЕСТА».....	9
1.2	Аналіз СУОП підприємства.....	10
1.3	Особливості технологічних процесів.....	13
1.4	Ідентифікація небезпек виробничих процесів.....	19
1.4.1	Професійні ризики на заводах свинцево-кислотних акумуляторів..	20
1.4.2	Небезпеки виробничих процесів МНВК «ВЕСТА».....	22
	Висновки за розділом 1.....	24
2	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	25
2.1	Організаційні заходи з охорони праці на МНВК «ВЕСТА».....	25
2.2	Технічні заходи з охорони праці на МНВК «ВЕСТА».....	27
2.2.1	Забезпечення безпеки під час виготовлення сіток акумуляторних батарей.....	27
2.2.2	Заходи безпеки під час роботи з кислотами, лугами та електролітами.....	31
2.2.3	Електробезпека.....	34
	Висновки за розділом 2.....	38
3	БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	39
3.1	Класи виробничих та складських приміщень за вибуховою та пожежною небезпекою.....	40
3.2	Вибір типів вогнегасників залежно від виробничого процесу МНВК «ВЕСТА».....	42
3.3	Спеціальні автоматичні установки пожежогасіння.....	47
3.3.1	Спринклерні установки.....	48
3.3.2	Дренчерні установки.....	54
3.3.3	Автоматичні установки газового пожежогасіння.....	57
	Висновки за розділом 3.....	58

4	СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	60
4.1	Розрахунок соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці	60
4.2	Аналіз діяльності підприємства щодо захисту довкілля.....	63
4.2.1	Захист атмосферного повітря.....	63
4.2.2	Запобігання негативному впливу виробничої діяльності на об'єкти водного басейну.....	68
4.2.3	Відповідальне поводження з відходами.....	71
	Висновки за розділом 4.....	72
	ВИСНОВКИ.....	74
	СПИСОК ДЖЕРЕЛ.....	76
	ДОДАТОК А.....	79

ВСТУП

Підприємства машинобудівної, хімічної та електротехнічної галузей характеризуються наявністю комплексу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть негативно впливати на здоров'я працівників та ефективність виробничого процесу. Відповідно, системний аналіз умов праці та впровадження дієвих заходів з їх покращення є необхідною складовою сучасного управління охороною праці.

Виготовлення свинцево-кислотних акумуляторів супроводжується впливом хімічних, фізичних і психофізіологічних факторів, зокрема свинцевмісного пилу, парів сірчаної кислоти, підвищеного рівня шуму, вібрації та електричних ризиків. Особливої уваги потребує організація виробничих процесів, контроль стану повітря робочої зони, забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту. Раціональне поєднання технічних і організаційних рішень дозволяє мінімізувати професійні ризики та підвищити рівень виробничої безпеки.

Метою даної дипломної роботи є аналіз умов праці та розробка заходів щодо їх покращення при виготовленні акумуляторної продукції на МНПК «ВЕСТА». Об'єктом дослідження є МНПК "ВЕСТА" - компанія повного циклу, що поєднує наукові розробки, виробництво та міжнародну кооперацію у сфері акумуляторної промисловості. Предметом дослідження є система управління процесами охорони праці при виробництві акумуляторних батарей.

Результати даної роботи були апробовані та мають дві публікації тез доповідей (XXXIV Міжнародній науково-практичній конференцію «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (MicroCAD–2026) Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» та XVIII Всеукраїнській науково-технічна конференція здобувачів вищої освіти (91-а науково-технічна конференція ХНУМГ ім. О.М. Бекетова) «Сталий розвиток міст: поствоєнний період».

1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ

1.1 Загальні відомості про МНБК «ВЕСТА»

Міжнародна науково-промислова корпорація "Вітроенергетичні сонячні технології акумулюючи"(МНПК "ВЕСТА") (рис 1.1) зареєстрована за юридичною адресою: Україна, 49005, Дніпропетровська обл., місто Дніпро, вулиця Писаржевського, будинок 5. До складу групи компаній ВЕСТА входять: WESTA ISIC S.A. - холдингова компанія (Люксембург), ТОВ «Веста Трак Батери» - завод з виробництва акумуляторів (м. Дніпро, Україна), ООО «Абрис Дніпро» (м. Дніпро, Україна)[1].



Рисунок 1.1 – Міжнародна науково-промислова корпорація "Вітроенергетичні сонячні технології акумулюючи"[1]

Історія корпорації «ВЕСТА» бере початок у перші роки незалежності України, коли після розпаду союзу країна опинилася без власної акумуляторної промисловості. В умовах гострого дефіциту якісних акумуляторів та залежності від імпорту група вчених Академії наук України на чолі з В.О. Дзензерський ініціювала створення вітчизняного виробництва свинцево-кислотних стартерних батарей. У 1992 році було засновано АТ

«ІСТА», а вже у 1994–1995 роках введено в експлуатацію перший в Україні акумуляторний завод «ІСТА-центр». У подальші роки сформовано науково-промислову корпорацію «ІСТА», створено підприємства з виробництва батарей важкої групи та завод із переробки відпрацьованих акумуляторів, що забезпечило формування повного виробничого циклу[1].

На початку 2000-х років відбулося укрупнення активів і створення Національної акумуляторної корпорації «ІСТА», а також розширення міжнародної співпраці. Фахівці компанії брали участь у модернізації акумуляторних і металургійних підприємств за межами України. Водночас у 2002 році було створено ЗАТ «Веста-Дніпро», яке стало головним підприємством Міжнародної науково-промислової корпорації «ВЕСТА». Корпорація реалізовувала масштабний інноваційний проєкт зі створення автономних інтегрованих систем енергопостачання з використанням сонячної та вітрової енергетики й енергонакопичувачів, що отримав статус пріоритетного на державному рівні[1].

Подальший розвиток корпорації характеризувався активним нарощуванням виробничих потужностей та створенням сучасної інфраструктури. У 2005 році введено в експлуатацію високотехнологічний завод «Веста-Дніпро», а у 2008–2010 роках збудовано завод «ВЕСТА ІНДАСТРІАЛ», який став одним із найпотужніших виробників акумуляторів у регіоні. Підприємства корпорації освоїли випуск як традиційних стартерних батарей, так і сучасних VRLA-акумуляторів з AGM-сепараторами для автомобільних систем START/STOP, тягових і стаціонарних систем накопичення енергії[1].

На сьогодні «ВЕСТА» сформувалася як інноваційна компанія повного циклу, що поєднує наукові розробки, виробництво та міжнародну кооперацію у сфері акумуляторної промисловості.

1.2 Аналіз СУОП підприємства

Система управління охороною праці МНПК «ВЕСТА» є складовою загальної системи управління підприємством і спрямована на забезпечення безпечних та здорових умов праці на всіх етапах виробництва акумуляторної продукції. З огляду на специфіку діяльності (робота зі свинцем, сірчаною кислотою, високими температурами та електротехнічним обладнанням), СУОП орієнтована на системне управління професійними ризиками, попередження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Політика у сфері охорони праці визначає пріоритет життя і здоров'я працівників порівняно з виробничими результатами. Керівництво підприємства бере на себе зобов'язання щодо дотримання вимог чинного законодавства України, впровадження профілактичних заходів та постійного вдосконалення умов праці. Основними принципами є:

- 1) превентивний підхід до управління ризиками;
- 2) відповідальність керівників усіх рівнів за стан охорони праці;
- 3) залучення працівників до процесів виявлення небезпек;
- 4) безперервне навчання персоналу.

На підприємстві функціонує служба охорони праці, яка підпорядковується безпосередньо керівнику (технічному директору). В її обов'язки входить контроль за дотриманням нормативних вимог, проведення інструктажів, організація медичних оглядів, аналіз причин нещасних випадків та розроблення профілактичних заходів.

Відповідальність за безпечний стан робочих місць несуть керівники структурних підрозділів. У виробничих цехах призначаються відповідальні особи за електробезпеку, пожежну безпеку та експлуатацію обладнання підвищеної небезпеки.

У межах СУОП здійснюється регулярна ідентифікація небезпечних і шкідливих факторів виробництва. Для акумуляторного виробництва основними ризиками є:

- 1) хімічні (вплив свинцю та його сполук, сірчаної кислоти);
- 2) фізичні (шум, вібрація, підвищена температура, інфрачервоне випромінювання);
- 3) вибухо- та пожежонебезпека під час процесу формування (виділення водню);
- 4) механічні (рухомі частини обладнання, транспортування вантажів).

Оцінювання ризиків проводиться шляхом аналізу виробничих процесів, результатів лабораторного контролю повітря робочої зони та даних медичних оглядів. За результатами оцінки розробляються коригувальні та запобіжні заходи.

На підприємстві впроваджуються технічні, організаційні та гігієнічні заходи, зокрема:

- 1) автоматизація небезпечних процесів;
- 2) локальні системи аспірації та вентиляції;
- 3) використання індивідуальних засобів захисту (респіратори, кислотостійкий одяг, рукавиці, захисні окуляри);
- 4) регулярний лабораторний контроль концентрації шкідливих речовин;
- 5) навчання та перевірка знань з охорони праці.

Також проводяться попередні та періодичні медичні огляди працівників, які працюють у контакті зі шкідливими речовинами.

СУОП МНПК «ВЕСТА» передбачає внутрішній контроль стану охорони праці, проведення перевірок і аудитів, аналіз виробничого травматизму та професійної захворюваності. За результатами перевірок формуються плани заходів щодо усунення порушень і запобігання їх повторенню.

Постійне вдосконалення системи досягається через модернізацію обладнання, оновлення нормативної документації та впровадження сучасних підходів до управління ризиками відповідно до міжнародних стандартів (зокрема принципів ризик-орієнтованого підходу).

СУОП МНПК «ВЕСТА» є комплексною системою, що охоплює організаційні, технічні та профілактичні заходи і спрямована на мінімізацію професійних ризиків у сфері виробництва акумуляторних батарей, забезпечення безпечної праці та сталого розвитку підприємства.

1.3 Особливості технологічних процесів МНПК "ВЕСТА"

Основні виробничі етапи виготовлення акумуляторної продукції МНПК "ВЕСТА" (рис 1.2) наступні [1]: виготовлення решіток; процес утворення свинцевого порошку; виробництво електродних пластин; пасто намазування; процес дозрівання і сушки; складальна лінія; процес формування; завершення циклу формування; складування.

Перший етап – виготовлення решіток, є початковим етапом виробництва електродів акумулятора. Решітка виконує функцію струмопровідного каркаса, який забезпечує механічну міцність пластини та рівномірний розподіл електричного струму. Для її виготовлення застосовують свинцеві сплави з додаванням кальцію, сурми або олова, що підвищують корозійну стійкість і міцність конструкції [1].

Процес здійснюється методом лиття або прокатування з подальшим штампуванням. Особлива увага приділяється контролю температурного режиму плавлення сплаву та геометричним параметрам решітки, оскільки від них залежить електрохімічна ефективність і термін служби акумулятора. На цьому етапі можливі небезпеки, пов'язані з впливом парів свинцю та високих температур, тому застосовуються системи місцевої витяжної вентиляції та автоматизація процесів.

Наступний етап – процес утворення свинцевого порошку. Свинцевий порошок (оксид свинцю) є основною активною масою електродів. Його отримують у спеціальних кульових млинах або барабанних окиснювачах шляхом контрольованого окиснення свинцю в повітряному середовищі [1].



Рисунок 1.2 – Технологічні процеси виробництва акумуляторів
МНПК "ВЕСТА"

У результаті формується порошок із заданими фізико-хімічними характеристиками: питомою поверхнею, ступенем окиснення та гранулометричним складом. Якість порошку безпосередньо впливає на ємність і пускові характеристики батареї. Процес супроводжується утворенням дрібнодисперсного пилу, що становить небезпеку для працівників і потребує герметизації обладнання та ефективної аспірації (рис 1.3). Контроль параметрів середовища (температури, вологості, концентрації кисню) є обов'язковим для стабільності технології.



Рисунок 1.3 – Цех виробництва свинцевого порошку [1]

Після отримання свинцевого порошку готують пасту шляхом змішування оксиду свинцю з водою, сірчаною кислотою та спеціальними добавками. Отриману пасту наносять на решітки за допомогою пастомазувальних машин (рис 1.4). Важливо забезпечити рівномірність нанесення та щільність активної маси. Намазані пластини проходять первинне ущільнення та різання за розміром. Технологічні параметри (вологість пасти, товщина шару, температура в приміщенні) суттєво впливають на подальші електрохімічні властивості батареї. На цьому етапі існує ризик контакту з

кислотними компонентами, тому передбачені засоби індивідуального захисту та антикорозійне покриття обладнання.



Рисунок 1.4 – Виробництво електродних пластин. Пастонамазка [1]

Після намазування пластини проходять стадію дозрівання (витримки), під час якої відбувається кристалізація активної маси та формування початкової структури сполук свинцю. Процес здійснюється у спеціальних камерах із контрольованими параметрами температури та вологості. Сушка забезпечує стабілізацію фізико-механічних характеристик пластин. Порушення режимів може призвести до тріщин або відшарування активної маси. Тому автоматизовані системи контролю мікроклімату є обов'язковою складовою виробництва [1].

На складальній лінії (рис. 1.5) здійснюється формування пакетів електродів: чергування позитивних і негативних пластин із сепараторами, їх з'єднання у блоки та встановлення в корпус акумулятора. Сепаратори (поліетиленові або AGM) запобігають короткому замиканню між пластинами.



Рисунок 1.5 – Лінія збирання [1]

Після встановлення електродного блоку в корпус виконується зварювання виводів і герметизація кришки. Автоматизовані лінії забезпечують точність збирання та мінімізують людський фактор. Контроль якості на цьому етапі є критично важливим для забезпечення герметичності та безпеки експлуатації батареї.

Етап формування – це електрохімічний процес первинного заряду, під час якого активна маса пластин перетворюється на робочі сполуки: діоксид свинцю (позитивна пластина) та губчастий свинець (негативна пластина) (рис 1.6) [1].



Рисунок 1.6 – Процес формування [1]

Процес відбувається у ваннах із електролітом (розчин сірчаної кислоти) при подачі електричного струму. Формування є енергоємним етапом і потребує точного контролю струму, температури та густини електроліту. Під час процесу виділяються газу (водень і кисень), що вимагає ефективної вентиляції та заходів вибухобезпеки.

Після завершення формування акумулятори проходять промивання, коригування рівня електроліту та контрольні випробування. Перевіряються напруга, ємність, внутрішній опір і відсутність дефектів корпусу. За потреби проводиться додаткове дозарядження. На цьому етапі здійснюється остаточна герметизація (для необслуговуваних батарей) або встановлення пробок. Якість завершального контролю визначає відповідність продукції стандартам безпеки та експлуатаційним вимогам.

Готові акумулятори маркуються та направляються на склад готової продукції (рис 1.7) [1]. Умови зберігання повинні забезпечувати стабільний температурний режим і відсутність прямого сонячного випромінювання.



Рисунок 1.7 – Склад готової продукції [1]

Періодично здійснюється контроль напруги для запобігання глибокому саморозряду. Організація складування передбачає дотримання правил пожежної та хімічної безпеки, а також наявність систем збору можливих

витоків електроліту. Раціональна логістика дозволяє зберегти якість продукції до моменту її реалізації споживачу.

1.4 Ідентифікація небезпек виробничих процесів

Ідентифікація небезпек технологічних процесів акумуляторного виробництва є складовою забезпечення безпеки та охорони праці. Вона передбачає систематичне виявлення потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів на кожному технологічному етапі – від підготовки свинцевої сировини до формування та складування готової продукції. Метою ідентифікації є попередження виробничого травматизму, професійних захворювань і аварійних ситуацій шляхом своєчасного впровадження інженерних, організаційних та гігієнічних заходів. Аналітичну узагальнену оцінку за літературними джерелами щодо небезпек, пов'язаних із виробництвом акумуляторних батарей представлено на рис. 1.8. Розподіл основних груп небезпек: 35% – пожежо-вибухові ризики; 25% – хімічні; 20% – електричні; 20% – механічні [2].

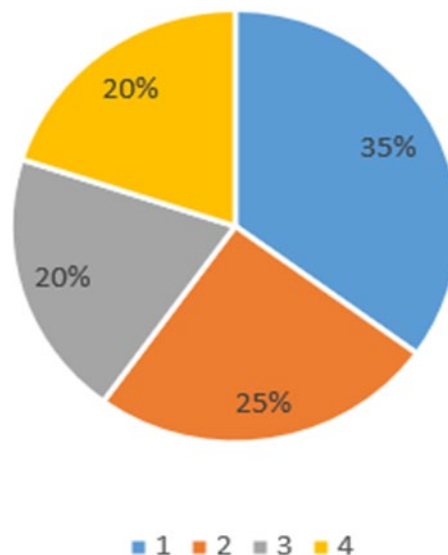


Рисунок 1.8 – Розподіл основних груп небезпек

1.4.1 Професійні ризики на заводах свинцево-кислотних акумуляторів

Існують статистичні дані та дослідження, які описують виробничі небезпеки та травмування працівників у галузі виготовлення свинцево-кислотних батарей. Так автори [2] фокусувалися на умовах праці на фабриках свинцево-кислотних акумуляторів, які є типовими для галузі. Нами було проаналізовано це дослідження з метою підтвердження комплексного характеру дії хімічних і фізичних факторів, що може призводити до професійних захворювань та зниження працездатності персоналу.

У межах дослідження було проведено перехресний аналіз умов праці серед 72 працівників підприємства з виробництва свинцево-кислотних акумуляторів (LAV). Вибірка формувалася методом простого випадкового аналізу. Для отримання інформації щодо впливу фізичних і хімічних виробничих факторів та пов'язаних із ними наслідків для здоров'я використовувалася валідована анкета самооцінювання. Обробка та статистичний аналіз даних здійснювалися із застосуванням програмного забезпечення (рис 1.9) [2].

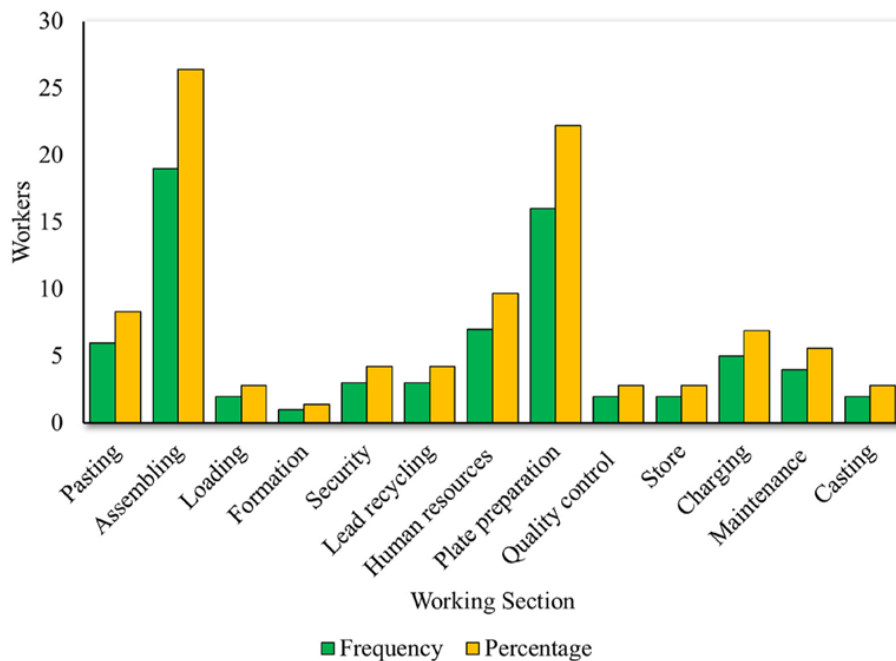


Рисунок 1.9 – Частоти та відсотки працівників класифіковані за робочими секціями [2]

Відсоток учасників відповідно до посадових обов'язків наведено на рисунку 1.10 [2].

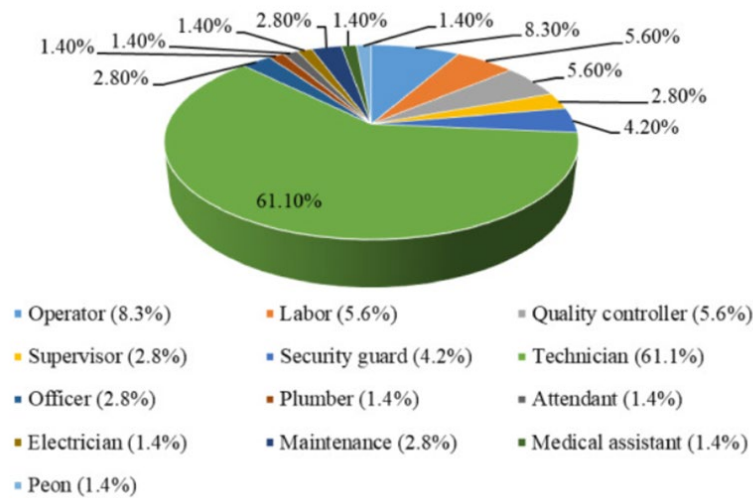


Рисунок 1. 10 – Учасники перехресного аналізу умов праці відповідно до посадових обов'язків у % [2]

Середній вік учасників становив $34,2 \pm 7,7$ року, а середній стаж роботи – $10,0 \pm 5,7$ року. Понад половина опитаних працівників зазначили вплив підвищеної температури на робочому місці (52,8%) та значний рівень шуму від обладнання (51,4%). Крім того, 20,8% респондентів повідомили про контакт із сірчаною кислотою (H_2SO_4) або вплив хімічних випарів у виробничому середовищі [2].

Аналіз самотійно повідомлених симптомів свідчить про поширеність функціональних порушень і скарг серед персоналу. Найчастіше відзначалися біль у попереку та фізична слабкість (по 47,2%), біль у суглобах (38,9%) та безсоння (25,0%). Також фіксувалися біль у животі (18,1%), головний біль (15,3%), порушення зору (19,4%), втрата пам'яті (19,4%) і випадки артеріальної гіпертензії (19,4%) та больової полінейропатії (БПН). (табл 1.11) [2]. Якщо $\text{HR} = 1$ ризик в обох групах однаковий, якщо $\text{HR} > 1$ фактор, що досліджується (наприклад, робота на певному етапі виробництва чи робоча

зона), збільшує ризик появи цього симптому, якщо $HR < 1$ фактор, навпаки, зменшує ризик (має захисний ефект) [2].

Таблиця 1.1 – Аналіз симптомів працівників [2]

Ділянка для n = 72	Безсоння	Біль у животі	Біль у суглобах	Втрата пам'яті	Головний біль	БПН
	Ні / Так	Ні / Так	Ні / Так	Ні / Так	Ні / Так	Ні / Так
Електроліт	6 (8,3%) / 0 (0,0%)	6 (8,3%) / 0 (0,0%)	6 (8,3%) / 0 (0,0%)	6 (8,3%) / 0 (0,0%)	6 (8,3%) / 0 (0,0%)	5 (6,9%) / 1 (1,4%)
Збірка	15 (20,8%) / 4 (5,6%)	16 (22,2%) / 3 (4,2%)	10 (13,9%) / 9 (12,5%)	15 (20,8%) / 4 (5,6%)	15 (20,8%) / 4 (5,6%)	9 (12,5%) / 10 (13,9%)
Завантаження	0 (0,0%) / 2 (2,8%)	0 (0,0%) / 2 (2,8%)	1 (1,4%) / 1 (1,4%)	1 (1,4%) / 1 (1,4%)	0 (0,0%) / 2 (2,8%)	1 (1,4%) / 1 (1,4%)
Формування	1 (1,4%) / 0 (0,0%)	1 (1,4%) / 0 (0,0%)	1 (1,4%) / 0 (0,0%)	1 (1,4%) / 0 (0,0%)	1 (1,4%) / 0 (0,0%)	1 (1,4%) / 0 (0,0%)
Дозрівання	3 (4,2%) / 0 (0,0%)	3 (4,2%) / 0 (0,0%)	3 (4,2%) / 0 (0,0%)	3 (4,2%) / 0 (0,0%)	3 (4,2%) / 0 (0,0%)	2 (2,8%) / 1 (1,4%)
Переробний завод	3 (4,2%) / 0 (0,0%)	3 (4,2%) / 0 (0,0%)	3 (4,2%) / 0 (0,0%)	3 (4,2%) / 0 (0,0%)	3 (4,2%) / 0 (0,0%)	2 (2,8%) / 1 (1,4%)
HR	5 (6,9%) / 2 (2,8%)	7 (9,7%) / 0 (0,0%)	6 (8,3%) / 1 (1,4%)	4 (5,6%) / 3 (4,2%)	7 (9,7%) / 0 (0,0%)	5 (6,9%) / 2 (2,8%)

Отримані результати свідчать про комплексний вплив факторів на стан здоров'я працівників при виробництві акумуляторної продукції.

1.4.2. Небезпеки виробничих процесів МНПК "ВЕСТА"

У процесі виготовлення акумуляторів на МНПК "ВЕСТА", як і по галузі взагалі, основні небезпеки можна об'єднати в наступні групи: хімічні, фізичні, механічні.

Хімічними небезпеками є вплив свинцю та його сполук, а також парів і аерозолів сірчаної кислоти. Свинець належить до токсичних речовин

кумулятивної дії, що можуть спричиняти ураження нервової, кровотворної та серцево-судинної систем. Шляхи потрапляння свинцю до організму працюючих наведено на рисунку 1.11. Утворення дрібнодисперсного пилу під час виробництва свинцевого порошку, пастомазування та механічної обробки деталей створює ризик інгаляційного надходження шкідливих речовин в організм. Контакт із електролітом може призвести до хімічних опіків шкіри та слизових оболонок, що потребує застосування засобів індивідуального захисту та герметизації обладнання.



Рисунок 1.11 - Шляхи потрапляння свинцю до організму працюючих

Фізичні небезпечні фактори включають підвищену температуру поверхонь і розплавів свинцю під час лиття решіток, підвищений рівень шуму та вібрації від роботи млинів, пресів і автоматизованих ліній, а також інфрачервоне випромінювання. На стадії формування акумуляторів додаткову небезпеку становить виділення водню та кисню, що створює ризик утворення вибухонебезпечних сумішей. Тому необхідними є системи вентиляції, контроль концентрації газів та дотримання вимог електробезпеки.

Механічні ризики пов'язані з рухомими частинами обладнання, транспортуванням важких акумуляторних блоків, можливістю защемлення

або травмування під час роботи на складальних лініях. Також існує небезпека падіння виробів під час складування та переміщення вантажів. Для мінімізації ризиків застосовуються захисні огороження, автоматизація процесів, блокувальні пристрої та навчання персоналу безпечним методам праці.

Наявність горючих матеріалів (пластмасові корпуси, пакування), можливі витіки електроліту та утворення свинцевмісних відходів потребують впровадження систем локалізації аварійних ситуацій, очищення повітря та утилізації відходів.

Комплексна ідентифікація небезпек дозволяє розробити ефективні заходи щодо їх зниження до прийнятного рівня відповідно до чинних нормативних вимог.

Висновки за розділом 1

Проведено аналіз стану охорони праці на підприємстві.

На основі аналізу літературних джерел і статистичних даних узагальнено результати сучасних наукових досліджень щодо впливу свинцю, сірчаної кислоти, аерозолів електроліту, виробничого пилу та шуму на організм працівників при виробництві акумуляторної продукції. Отримані дані підтверджують комплексний характер дії хімічних і фізичних факторів, що може призводити до професійних захворювань та зниження працездатності персоналу.

Досліджено небезпеки виробничих процесів МНПК "ВЕСТА". Ідентифікація небезпек дозволяє розробити заходи щодо їх зниження до прийнятного рівня.

2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Організаційні-технічні заходи з охорони праці на МНВК «ВЕСТА» спрямовані на створення безпечних і нешкідливих умов праці шляхом регламентації виробничих процесів, підвищення рівня відповідальності персоналу та систематичного контролю за станом виробничого середовища [3].

2.1 Організаційні заходи з охорони праці на МНВК «ВЕСТА»

Одним із ключових організаційних напрямів є чіткий розподіл обов'язків між керівниками структурних підрозділів та посадовими особами. Керівники цехів, дільниць і служб несуть персональну відповідальність за стан охорони праці на закріплених об'єктах, забезпечують виконання нормативних вимог, організовують безпечне ведення робіт і контролюють дотримання працівниками встановлених інструкцій.

Важливим елементом організаційної роботи є проведення навчання та інструктажів з питань охорони праці. На підприємстві здійснюються вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі. Працівники, зайняті на роботах підвищеної небезпеки (зокрема під час роботи з електролітами, кислотами, лугами та під час заряджання акумуляторів), проходять спеціальне навчання і перевірку знань. Допуск до самостійної роботи здійснюється лише після проходження стажування та відповідного інструктажу [3].

Організаційні заходи також передбачають проведення попередніх та періодичних медичних оглядів працівників, діяльність яких пов'язана з впливом шкідливих виробничих факторів, зокрема хімічних речовин (сірчаної кислоти, лугів), свинцю та його сполук, а також можливого впливу шуму та

несприятливого мікроклімату. Результати медичних оглядів враховуються під час допуску працівників до виконання робіт.

Особлива увага приділяється організації режиму праці та відпочинку. Для працівників, зайнятих на роботах зі шкідливими умовами праці, встановлюються регламентовані перерви, скорочена тривалість робочого часу (за наявності відповідних підстав), а також надаються додаткові гарантії та компенсації згідно із законодавством.

На МНБК «ВЕСТА» організовано систематичний контроль за станом умов праці. Проводяться періодичні перевірки робочих місць, контроль за використанням засобів індивідуального захисту, перевірка справності вентиляційних систем, електрообладнання та засобів пожежогасіння. За результатами перевірок складаються акти та розробляються коригувальні заходи [1].

Важливим організаційним напрямом є розслідування та облік нещасних випадків і професійних захворювань. У разі виникнення інцидентів створюється комісія з розслідування, визначаються причини події та розробляються профілактичні заходи з метою недопущення подібних випадків у майбутньому.

Крім того, на підприємстві здійснюється забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту (спецодяг, кислотостійкі рукавички, захисні окуляри, респіратори тощо), організовується їх своєчасна заміна та контроль правильності використання.

Таким чином, організаційні заходи з охорони праці на МНБК «ВЕСТА» мають комплексний характер і охоплюють систему навчання персоналу, медичний контроль, регламентацію режиму праці, забезпечення засобами захисту та постійний моніторинг стану виробничого середовища, що дозволяє мінімізувати рівень виробничих ризиків та підвищити загальний рівень безпеки праці.

2.2 Технічні заходи з охорони праці на МНБК «ВЕСТА»

Технічні заходи з охорони праці на МНБК «ВЕСТА» спрямовані на мінімізацію впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів шляхом удосконалення конструкції обладнання, впровадження інженерних засобів захисту, автоматизації технологічних процесів та застосування сучасних систем контролю. З урахуванням специфіки підприємства основна увага приділяється безпеці механічного обладнання, електробезпеці, герметичності технологічних ліній та запобіганню аварійним ситуаціям.

Технічні рішення реалізуються на стадії проектування, монтажу та експлуатації виробничих установок. Усі машини, механізми та технологічне обладнання повинні відповідати вимогам чинних нормативно-правових актів з охорони праці, мати паспорти, інструкції з експлуатації та проходити своєчасне технічне обслуговування.

Основними напрямками технічних заходів на підприємстві є забезпечення безпечної експлуатації виробничого обладнання, захист від ураження електричним струмом, герметизація процесів, пов'язаних із використанням електролітів, а також впровадження систем автоматичного контролю параметрів технологічного процесу.

2.2.1 Забезпечення безпеки виробничого обладнання під час виготовлення решіток акумуляторних батарей

В технології виробництва акумуляторних батарей присутні робочі місця пов'язані із термічною обробкою металу під час виготовлення решіток акумуляторних батарей. На МНБК «ВЕСТА» безпосередньо використовується метод гравітаційного лиття та технологія експандування свинцево-кальцієвої стрічки.

Відповідно до вимог НПАОП 28.5-1.02-07 [5], біля кожного робочого місця, пов'язаного з процесами термічної обробки металів, необхідно передбачати спеціальні майданчики для розміщення деталей до та після обробки. Організація складування повинна забезпечувати вільний простір на робочому місці – деталі не мають створювати перешкод для роботи персоналу. Забороняється розміщення виробів у проходах. На ділянках охолодження деталей слід унеможливити випадковий контакт із металом, оскільки матеріал, що має температуру 400–500 °С, зовні може виглядати як холодний [5].

З метою запобігання опікам необхідно встановлювати захисні огороження з теплоізоляційними екранами, температура поверхні яких не повинна перевищувати 43 °С відповідно до вимог ДСТУ EN 563-2001 [6].

Для впорядкованого розміщення інструментів, оснащення та допоміжних пристроїв робочі місця мають бути обладнані шафами, стелажми, етажерками або іншими засобами зберігання. Габаритне оснащення та пристрої, що використовуються періодично, доцільно зберігати на механізованих складах, де також рекомендується здійснювати комплектування деталей.

З метою зменшення впливу інфрачервоного випромінювання біля джерел теплового випромінювання необхідно застосовувати спеціальні екранувальні пристрої відповідно до вимог ДСТУ 2894-94 щодо параметрів і технічних характеристик захисних екранів [7].

Монтаж та експлуатація вантажопідіймального обладнання в термічних цехах повинні відповідати вимогам НПАОП 0.00-1.80-18, що регламентує безпечну експлуатацію кранів та підіймальних механізмів [8].

Обладнання та захисні огороження в термічних підрозділах слід маркувати й фарбувати згідно з вимогами ДСТУ EN ISO 7010:2019 щодо знаків безпеки та сигнального оформлення [9].

Для виробництва позитивних і негативних сіток акумуляторних батарей на МНВК «ВЕСТА» використовується технологія експандування свинцево-

кальцієвої стрічки, отриманої шляхом багаторазової прокатки на установці Strip Line італійської фірми Sovema (рис 2.1) [10].

Технологічний комплекс включає два 15-тонні плавильні котли (один з яких виконує функцію міксеру для приготування сплаву), проміжний котел для забезпечення безперервності процесу, вузол лиття слябу-заготівлі з несиметричною кристалізацією, систему подачі рідкого сплаву, прокатний стан із семи клітей, пристрої обрізання кромки, намотування стрічки та встановлення рулонів на спеціальні транспортні піддони [10].



Рисунок 2.1 – Установка Strip Line італійської фірми Sovema [10]

З огляду на специфіку процесу, основними небезпечними факторами є:

- 1) вплив високих температур розплавленого свинцевого сплаву;
- 2) можливість розбризкування металу під час лиття;
- 3) наявність рухомих і обертових частин прокатного стану;
- 4) ризик затягування в зону валків;
- 5) утворення свинцевого пилу та аерозолів;
- 6) значна маса рулонів стрічки.

Для забезпечення безпеки плавильні котли обладнуються теплоізоляційними кожухами та захисними огороженнями для запобігання випадковому контакту персоналу з нагрітими поверхнями. Система подачі

рідкого сплаву виконується герметичною, з використанням термостійких трубопроводів та запірної арматури, що унеможлиблює витікання розплаву.

Робочі майданчики навколо котлів оснащуються неслизьким покриттям та бортиками для локалізації можливих проливів. Передбачаються дистанційні пульти керування процесом лиття, що дозволяє мінімізувати перебування персоналу в зоні підвищеної температурної небезпеки.

Вузол лиття слябу-заготівлі обладнується захисними екранами, які перешкоджають розповсюдженню бризок металу. Контроль температури сплаву та швидкості подачі здійснюється автоматизовано, що зменшує ризик аварійних режимів.

Прокатний стан, який складається із семи прокатних клітей, належить до обладнання підвищеної травмонебезпеки. Усі валки, приводи, редуктори та передавальні механізми оснащуються стаціонарними огородженнями. Зони захвату стрічки обладнуються блокувальними пристроями, які зупиняють обладнання при відкритті захисного кожуха.

Для запобігання затягуванню працівників у валки забороняється ручне коригування положення стрічки під час роботи стану. Налаштування та очищення здійснюються лише після повної зупинки обладнання та його відключення від джерела енергії із застосуванням системи «Lockout/Tagout» (блокування та маркування).

Пристрої обрізання кромek оснащуються захисними кожухами та автоматичними системами відведення обрізків. У зоні намотування рулону встановлюються огороження, що унеможливають доступ до обертових елементів під час роботи.

Оскільки рулони мають значну масу, їх встановлення на транспортний спецпіддон здійснюється з використанням механізованих засобів (тельферів, кран-балок або автоматичних маніпуляторів). Це знижує ризик травмування працівників при ручному переміщенні вантажів.

Під час прокатки та подальшої обробки можливе утворення свинцевого пилу. Для його локалізації робочі зони обладнуються місцевими

відсмоктувачами та системами аспірації. Регулярно здійснюється очищення обладнання від пилу із застосуванням промислових пилососів, що виключає повторне потрапляння частинок у повітря робочої зони.

Безпека виробничого обладнання при виготовленні сіток методом експандування свинцево-кальцієвої стрічки забезпечується комплексом інженерних рішень: теплоізоляцією та герметизацією плавильного обладнання, огороженням рухомих частин прокатного стану, автоматизацією процесів лиття та прокатки, механізацією вантажно-розвантажувальних робіт і ефективною вентиляцією. Це дозволяє суттєво знизити ризик термічних опіків, механічних травм та впливу свинцевого пилу на працівників.

2.2.2 Заходи безпеки під час роботи з кислотами, лугами та електролітами

У виробничих підрозділах МНБК «ВЕСТА», пов'язаних із виготовленням та обслуговуванням акумуляторних батарей, застосовуються сірчана кислота, лужні розчини та електроліти різної концентрації. З огляду на хімічну активність зазначених речовин, роботи з ними належать до категорії підвищеної небезпеки та повинні здійснюватися відповідно до вимог [11].

Основними небезпечними факторами цієї ділянки є:

- 1) хімічні опіки шкіри та слизових оболонок;
- 2) ураження органів дихання парами кислот і лугів;
- 3) ризик утворення вибухонебезпечних сумішей (виділення водню під час роботи з електролітами);
- 4) корозійне руйнування обладнання.

Для забезпечення безпеки працівників ділянки приготування та коригування електроліту повинні бути обладнані [11]:

- 1) припливно-витяжною вентиляцією;
- 2) місцевими відсмоктувачами над ваннами;
- 3) аварійними душами та фонтанчиками для промивання очей;

4) нейтралізуючими розчинами (2–5% розчин питної соди для кислот; слабкий розчин борної або оцтової кислоти – для лугів).

Підлога має бути хімічно стійкою (кислототривка плитка, полімерні покриття) з ухилом до збірного лотка.

Ємності з кислотами та лугами повинні бути герметично закритими та промаркованими відповідно до ДСТУ EN ISO 7010:2019 [9].

Працівники допускаються до роботи після проходження спеціального навчання та перевірки знань з охорони праці, а також медичного огляду.

Обов'язкові ЗІЗ, яких потребують працівники цієї ділянки кислотостійкий спецодяг; гумові фартухи; захисні окуляри або щитки; гумові рукавиці; фільтрувальні респіратори (за потреби).

Концентрація парів сірчаної кислоти в повітрі робочої зони не повинна перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), встановлених чинними санітарними нормами. При приготуванні електроліту необхідно суворо дотримуватись правила: кислоту вливають у воду, а не навпаки, щоб уникнути інтенсивного тепловиділення та розбризкування. Температура електроліту після змішування не повинна перевищувати 45°C. За необхідності проводиться охолодження у спеціальних ваннах.

Для забезпечення нормативної концентрації шкідливих речовин проведемо розрахунок за формулою необхідної кратності повітрообміну [12].

$$L = \frac{G}{C_{\text{доп}} - C_{\text{пр}}} \quad (2.1)$$

де:

L – необхідна витрата повітря, м³/год;

G – масова швидкість виділення шкідливої речовини, мг/год;

$C_{\text{доп}}$ – допустима концентрація (ГДК), мг/м³;

$C_{\text{пр}}$ – концентрація у припливному повітрі.

При виділенні 1500 мг/год парів сірчаної кислоти та ГДК = 1 мг/м³:

$$L = \frac{1500}{1 - 0} = 1500 \text{ м}^3/\text{год}$$

Система вентиляції повинна забезпечувати мінімальний повітрообмін 1500 м³/год для даної ділянки. Таким параметрам відповідає Aerostar SS 250-2000 EC (рис 2.2) [12].

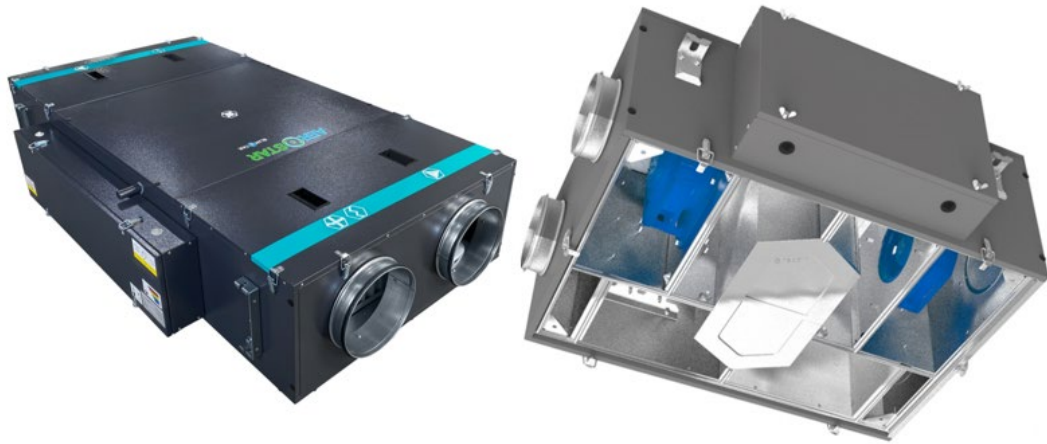


Рисунок 2.2 – Aerostar SS 250-2000 EC [12]

Для підбору типу вентиляційної систем ми користувалися графіком заводу-виробника (рис.2.3).

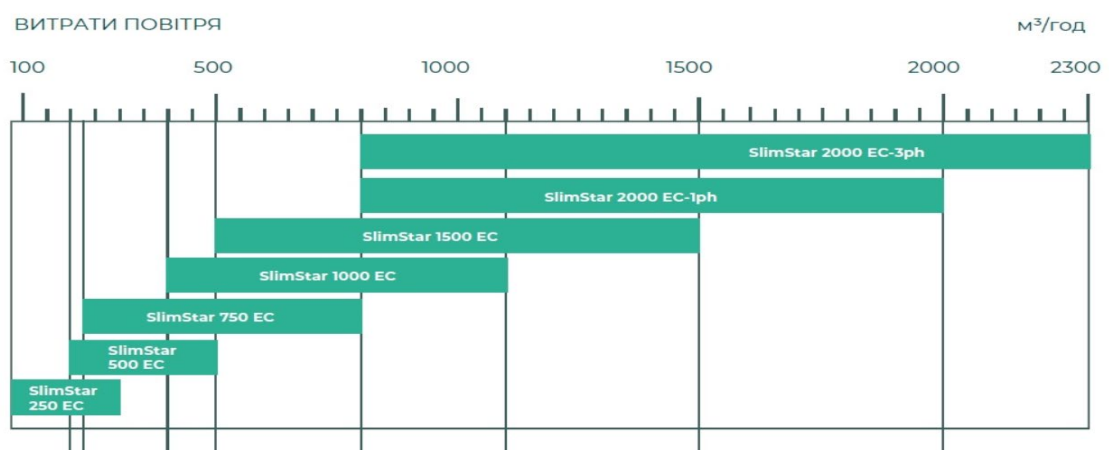


Рисунок 2.3 – Підбір типу вентиляційної системи за витратою повітря [12]

Технічні дані вентиляційної установки Aerostar SS 250-2000 EC наведено на рисунку 2.4, де представлено основні експлуатаційні характеристики обладнання, зокрема номінальну продуктивність повітря, діапазон робочих витрат, повний та статичний тиск, споживану електричну потужність, рівень шуму, параметри електроживлення, тип електродвигуна (ЕС-двигун), габаритні розміри та масу установки. Зазначені показники дозволяють оцінити ефективність роботи агрегату, його енергоощадність та відповідність вимогам проєктованої вентиляційної системи [12].

Технічні дані	Висота (Н, мм)	Ширина (В, мм)	Довж. (L, мм)	Ніжки, мм	Розмір підключ. воздуховодів
SS 250 EC	360	775	1000	-	Ø 160
SS 500 EC	300	845	1350	-	Ø 200
SS 750-1000 EC	390	980	1600	-	Ø 250
SS 1500 EC	500	1445	1960	-	(a×b) 500x300
SS 2000 EC	500	1845	1960	-	(a×b) 600x300

Рисунок 2.4 – Технічні дані вентиляційної установки [12]

Запровадження комплексу організаційно-технічних заходів під час роботи з кислотами, лугами та електролітами у МНБК «ВЕСТА» дозволяє мінімізувати ризики хімічних опіків, отруєнь та аварійних ситуацій. Особливе значення має ефективна вентиляція, використання засобів індивідуального захисту та чітке дотримання технологічних регламентів.

2.2.3 Електробезпека

Виробничі процеси виготовлення акумуляторних батарей пов'язані з використанням електротехнічного обладнання, автоматизованих ліній, зарядних пристроїв, вентиляційних установок та контрольно-вимірювальних приладів, які потребують підключення до електромережі. Організація електробезпеки здійснюється відповідно до вимог Правил улаштування

електроустановок (ПУЕ) [13], Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів [14] ДСТУ HD 60364-7-701:2022 Електричні установки низької напруги. Частина 7-701. Вимоги до спеціальних установок або місць розташування ванни або душі (HD 60364-7-701:2007, IDT; IEC 60364-7-701:2006, MOD) [15].

Основні небезпечні фактори машин і механізмів, що працюють під напругою пов'язані із ураження електричним струмом при дотику до струмоведучих частин, або при появі напруги на металевих корпусах обладнання у разі пошкодження ізоляції; при коротких замиканнях, що можуть призвести до пожежі; пов'язані з утворенням іскри в приміщеннях з виділенням водню під час заряджання акумуляторів.

Організаційні заходи електробезпеки:

- 1) призначення наказом по підприємству відповідальної особи за електрогосподарство;
- 2) допуск до роботи лише працівників, які пройшли навчання, перевірку знань та мають відповідну групу з електробезпеки;
- 3) проведення первинного, повторного та позапланового інструктажу;
- 4) періодична перевірка знань персоналу (не рідше одного разу на рік для електротехнічних працівників);
- 5) оформлення нарядів-допусків при виконанні робіт в електроустановках.

До технічних заходів з електробезпеки відноситься: захисне заземлення (рис 2.5) та занулення електрообладнання; застосування пристроїв захисного відключення (ПЗВ); використання пониженої напруги для ручного інструменту в особливо небезпечних приміщеннях (12–36 В); періодичні вимірювання опору ізоляції та контуру заземлення; встановлення автоматичних вимикачів та плавких запобіжників; блокування та захисні кожухи струмоведучих частин.

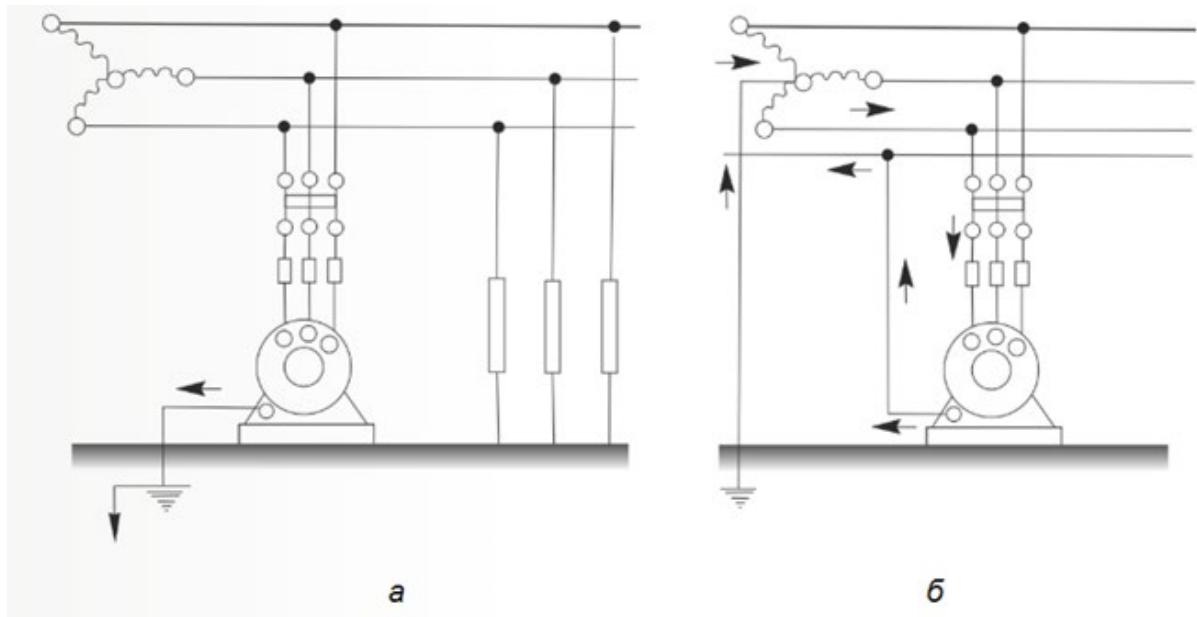


Рисунок 2.5 – Схема захисного заземлення: а - у мережі з ізолюованою нейтраллю; б - у мережі із заземленою нейтраллю [16]

Проведемо розрахунок захисного заземлення [16].

Вихідні дані для розрахунку:

- заземлення повторне – 10 Ом;
- ґрунт – супісок ($\rho=400$ Ом);
- розташування електродів - по контуру;
- довжина вертикального заземлювача - 2.9м;
- діаметр заземлювача – 0.05м;
- $a/l_b = 1$.

Розрахунок за [16]:

- 1) Визначаємо глибину залягання верхнього кінця заземлювача :

$$t = \frac{2,9}{2} + 0,6 = 2,05 \text{ м} \quad (2.2)$$

- 2) Розрахунковий опір:

$$R'_B = 0.366 \frac{400}{2,9} \left(\lg \frac{2 \times 2,9}{0,05} + 0,5 \lg \frac{4 \times 2,05 + 2,9}{4 \times 2,05 - 2,9} \right) \approx 112,32321 \text{ Ом} \quad (2.3)$$

3) Орієнтовна кількість електродів:

$$n_{op} = \frac{112,32321}{10} = 11,232321 \approx 11 \text{ шт} \quad (2.4)$$

4) Уточнюємо кількість електродів:

$$n = \frac{112,32321}{10 \times 0,55} = 20,4224 \approx 20 \text{ шт} \quad (2.5)$$

5) Визначаємо опір для уточненої кількості:

$$R_B = \frac{112,32321}{20 \times 0,47} \approx 11,94 \text{ Ом} \quad (2.6)$$

$$6) \frac{a}{l_b} = 1 \quad ; \quad \frac{a}{2,9} = 1$$

$$a = 2,9$$

7) Горизонтальна довжина електрода:

$$L_{lg} = 1,05 \cdot a \cdot n = 1,05 \cdot 2,9 \cdot 20 = 60,9 \text{ м} \quad (2.7)$$

8) Опір горизонтального електрода:

$$R'_r = 0,366 \frac{400}{60,9} \lg \frac{2,05^2}{0,1 \times 0,6} \approx 4,436 \text{ Ом} \quad (2.8)$$

9) Уточнюємо:

$$R_r^p = \frac{4,436}{0,27} = 16,4296 \text{ Ом}$$

10) Загальний опір:

$$R_3^p = \frac{11,94 \times 16,4296}{11,94 + 16,4296} \approx 6,9 \text{ Ом} \quad (2.9)$$

$$R_3^p \leq R_3^{\text{норм}} \quad (2.10)$$

$$6,9 \leq 10$$

Отримане значення опору заземлення не перевищує допустиме значення, що задовольняє вимогам безпеки.

Ефективність системи електробезпеки забезпечується регулярним технічним оглядом електромереж, своєчасним ремонтом пошкодженої ізоляції та впровадженням профілактичних вимірювань параметрів електромережі.

Для підвищення рівня електробезпеки також рекомендуємо працівникам використовувати засоби індивідуального захисту у вигляді діелектричних рукавичок, діелектричних килимків, інструментів з ізольованими ручками, захисних окулярів при роботі з електроустановками.

Комплекс організаційних і технічних заходів електробезпеки на МНБК «ВЕСТА» спрямований на мінімізацію ризику ураження електричним струмом, запобігання аварійним ситуаціям та забезпечення безпечних умов праці відповідно до чинного законодавства України.

Висновки за розділом 2

У розділі розглянуто організаційно-технічні заходи з охорони праці на МНБК «ВЕСТА» встановлено, що на підприємстві сформовано комплексну систему управління безпекою праці, яка охоплює організаційні, технічні та профілактичні рішення.

Надано рекомендації щодо забезпечення безпеки виробничого обладнання під час виготовлення сіток акумуляторних батарей та під час роботи з кислотами, лугами та електролітами.

Розрахований та підібраний тип вентиляційної систем, що відповідає визначеним вимогам (Aerostar SS 250-2000 EC).

Виконано розрахунок захисного заземлення, отримане значення опору заземлення не перевищує допустиме значення, що задовільняє вимогам безпеки.

3 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях є складовою системи охорони праці підприємства та одним із ключових чинників стабільного функціонування виробництва.

Залежно від характеру походження подій, що можуть спричинити виникнення надзвичайних ситуацій, розрізняють такі їх види: техногенного, природного, соціального та воєнного характеру. Така класифікація встановлена національним класифікатором ДК 019:2010 [18] та використовується для визначення механізмів реагування, локалізації та ліквідації наслідків небезпечних подій.

Надзвичайна ситуація техногенного характеру – це порушення нормальних умов життєдіяльності населення на окремій території, об'єкті господарювання або водному об'єкті, що виникає внаслідок аварій, катастроф чи інших небезпечних подій виробничого походження. До таких подій належать транспортні аварії, пожежі, вибухи, аварії з викидом або загрозою викиду небезпечних хімічних, радіоактивних чи біологічних речовин, раптове руйнування будівель і споруд, порушення роботи електроенергетичних систем, систем життєзабезпечення та телекомунікацій, аварії на очисних спорудах, об'єктах нафтогазового комплексу, а також гідродинамічні аварії [18].

Для підприємств промислового типу, зокрема МНБК «ВЕСТА», найбільш імовірними є надзвичайні ситуації техногенного характеру, пов'язані з пожежами, вибухами та аваріями виробничого обладнання, що обумовлює необхідність детального аналізу та впровадження ефективних заходів пожежної безпеки. Виробництво свинцево-кислотних акумуляторів супроводжується потенційною можливістю утворення вибухонебезпечних сумішей водню з повітрям під час заряджання батарей, виділенням тепла, іскроутворенням, а також накопиченням горючих матеріалів у складських зонах. За певних умов це може призвести до виникнення пожежі або вибуху, що створює загрозу життю та здоров'ю працівників, зупинку виробничого процесу та значні матеріальні збитки.

Комплекс заходів включає класифікацію приміщень за вибухопожежною безпекою, впровадження систем автоматичного пожежогасіння, використання первинних засобів пожежогасіння, а також організаційні заходи щодо запобігання виникненню пожеж.

Розглянемо класи виробничих і складських приміщень за вибуховою та пожежною безпекою, а також сучасні засоби і методи гасіння пожеж, що застосовуються на підприємствах з виробництва акумуляторів, з урахуванням специфіки діяльності МНБК «ВЕСТА».

3.1 Класи виробничих та складських приміщень за вибуховою та пожежною безпекою

Класифікація виробничих і складських приміщень за вибуховою та пожежною безпекою здійснюється відповідно до Правила пожежної безпеки в Україні, а також державних будівельних норм: ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою; ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» і ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення» [19-22].

Відповідно до зазначених нормативів, приміщення за вибухопожежною та пожежною безпекою поділяються на такі категорії: А, Б, В, Г та Д. Категорія визначається залежно від фізико-хімічних властивостей речовин і матеріалів, що перебувають у приміщенні, їх кількості, агрегатного стану, температури спалаху, а також можливих умов утворення вибухонебезпечних сумішей [19].

Категорія А (вибухопожежонебезпечна) – приміщення, в яких застосовуються або зберігаються горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28 °С у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні паро- або газоповітряні суміші. До цієї категорії

також належать приміщення, де можливе утворення вибухонебезпечного пилу або волокон [19].

Категорія Б (вибухопожежонебезпечна) – приміщення, у яких знаходяться горючі пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху понад 28 °С, а також горючі рідини, що можуть утворювати вибухонебезпечні суміші при певних умовах [19].

Категорія В (пожежонебезпечна) – приміщення, де знаходяться горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини й матеріали, здатні лише горіти без утворення вибухонебезпечних сумішей [19].

Категорія Г – приміщення, у яких обробляються або зберігаються негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процеси з використанням палива або з виділенням променистого тепла, іскор або полум'я [19].

Категорія Д – приміщення, де перебувають негорючі речовини та матеріали в холодному стані [19].

Категорія приміщення визначається на стадії проектування або реконструкції об'єкта на підставі розрахунків вибухопожежної небезпеки згідно з методикою, встановленою ДСТУ 8828:2019 [21]. Результати розрахунків оформлюються у складі проектної документації та використовуються для визначення конструктивних рішень будівлі, класу вогнестійкості, необхідності влаштування протипожежних перешкод, систем автоматичного пожежогасіння, димовидалення та евакуаційних шляхів

Для підприємств з виробництва акумуляторів окремі виробничі дільниці (зокрема зарядні відділення, склади електроліту, приміщення зберігання легкозаймистих матеріалів) можуть відноситися до категорій А або Б у зв'язку з можливістю виділення водню та утворення вибухонебезпечних сумішей. Водночас складські приміщення для зберігання готової продукції, пакувальних матеріалів або комплектуючих, як правило, належать до категорії В. Адміністративні приміщення зазвичай відносяться до категорії Д.

Правильне визначення категорії виробничих і складських приміщень є основою для розроблення комплексу технічних і організаційних заходів пожежної безпеки, що дозволяє мінімізувати ризик виникнення пожеж та вибухів, забезпечити безпеку персоналу та відповідність діяльності підприємства вимогам чинного законодавства України

3.2 Вибір типів вогнегасників залежно від виробничого процесу МНВК «ВЕСТА»

Первинні засоби пожежогасіння є обов'язковим елементом системи протипожежного захисту виробничих і складських приміщень. Відповідно до вимог Міністерство внутрішніх справ України (Правила пожежної безпеки в Україні) та норм, що застосовуються під контролем Державна служба України з надзвичайних ситуацій, об'єкти господарювання повинні бути забезпечені необхідною кількістю вогнегасників відповідно до категорії приміщень, площі, класу пожежі та особливостей технологічного процесу.

Згідно з ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж», розрізняють такі класи пожеж:

- А – горіння твердих речовин (деревина, папір, пластмаси);
- В – горіння рідин або речовин, що плавляться;
- С – горіння газів;
- Д – горіння металів;
- Е – горіння рослинних і тваринних жирів (характерно для харчових виробництв) [26].

Для підприємств з виробництва свинцево-кислотних акумуляторів найбільш характерними є пожежі класів А, В та С, а також загоряння електрообладнання, що перебуває під напругою.

Вибір типу вогнегасника здійснюється відповідно до характеру можливого загоряння.

Порошкові вогнегасники (ВП) є універсальними та застосовуються для гасіння пожеж класів А, В, С та електроустановок під напругою до 1000 В. Вони найбільш доцільні для виробничих ділянок, зарядних відділень та складських приміщень, оскільки ефективно припиняють горіння шляхом ізоляції полум'я від доступу кисню та інгібування реакції горіння (рис. 3.1) [24].

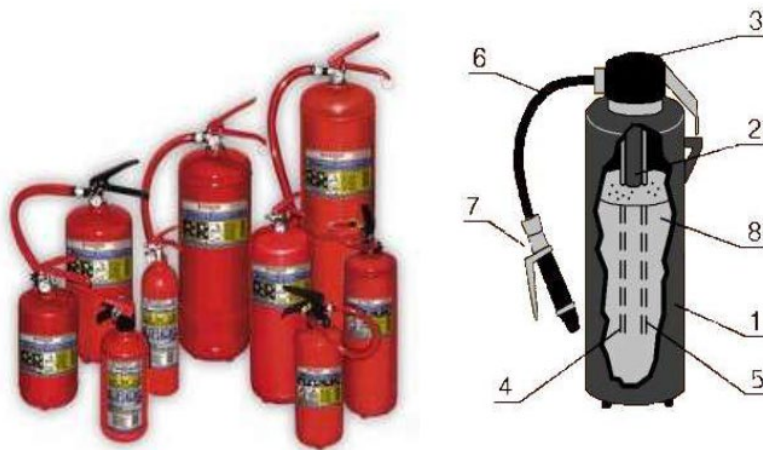


Рисунок 3.1 – Порошкові вогнегасники [24]

1 - сталевий корпус, 2 - балон для зберігання робочого газу або газогенератор, 3 - кришка із замочно-пусковим пристроєм, 4 - сифонова трубка, 5 - трубка підведення робочого газу в нижню частину корпусу, 6 – шланг, 7 - стовбур-насадка, 8 - заряд (порошок)

Вуглекислотні вогнегасники призначені для гасіння пожеж класів В і С, а також електрообладнання під напругою (рис. 3.2). Їх застосування доцільне в приміщеннях із великою кількістю електроустановок, щитів керування та автоматизованих ліній, оскільки вони не пошкоджують обладнання та не залишають слідів після використання [24].

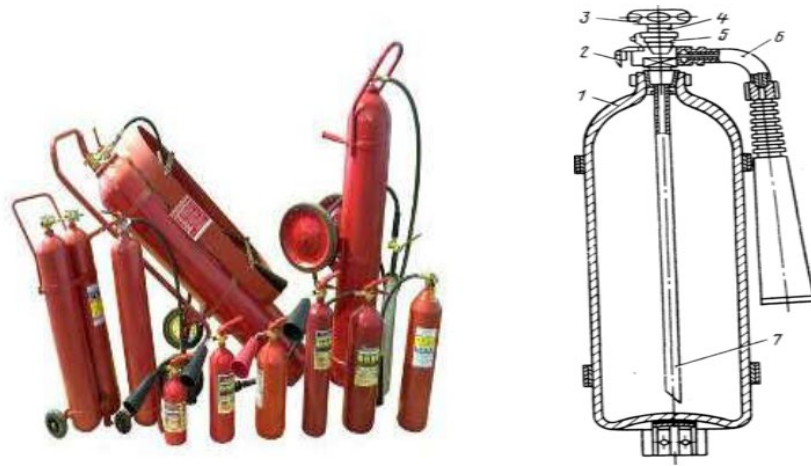


Рисунок 3.2 – Вуглекислотні вогнегасники [24]

Водопінні та пінні вогнегасники ефективні для гасіння пожеж класу А і В (за винятком електроустановок під напругою). Їх використання можливе у складських зонах зберігання пакувальних матеріалів або горючих рідин, за умови відсутності ризику ураження електричним струмом(рис.3.3) [24].

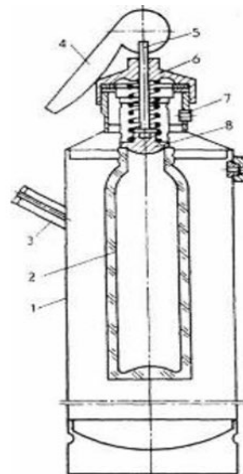


Рисунок 3.3 – Хімічний пінний вогнегасник [25]

На дільницях заряджання акумуляторів особливу увагу слід приділяти ризику утворення вибухонебезпечної воднево-повітряної суміші. У разі виникнення займання забороняється застосування водяних вогнегасників для гасіння електрообладнання під напругою. У таких випадках використовуються порошкові або вуглекислотні вогнегасники.

Кількість вогнегасників і місця їх розташування визначаються відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні та ДБН В.1.1-7:2016. Вогнегасники повинні розміщуватися у легкодоступних і видимих місцях, поблизу можливих осередків пожежі, на шляхах евакуації, а також проходити періодичне технічне обслуговування та перезарядження у встановлені строки [20].

З урахуванням специфіки технологічних процесів МНБК «ВЕСТА» вибір типів вогнегасників повинен здійснюватися диференційовано – залежно від характеру виробничої ділянки, виду горючих речовин, наявності електрообладнання під напругою та можливості утворення вибухонебезпечних сумішей. Відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні забезпечення первинними засобами пожежогасіння має враховувати клас можливої пожежі та умови експлуатації обладнання. Для систематизації застосування різних типів вогнегасників на основних виробничих етапах виготовлення акумуляторної продукції ми підібрали вогнегасники та зробили узагальнення у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Вибір типів вогнегасників залежно від виробничого процесу МНБК «ВЕСТА»

Основний виробничий процес	Характер можливого загоряння	Клас пожежі (за ДСТУ EN 2:2014)	Рекомендований тип вогнегасника
Виготовлення сіток (свинцеві сплави)	Загоряння ізоляції обладнання, мастил	А, В	Порошковий (ВП), вуглекислотний (ВВК)

Процес утворення свинцевого порошку	Загоряння пилу, електрообладнання	A (пил), можливі елементи D	Порошковий (ВП)
Виробництво електродних пластин	Горіння твердих матеріалів, полімерів	A	Порошковий (ВП), водопінний (за відсутності напруги)
Пастонамазування	Наявність свинцевої пасти, допоміжних матеріалів, електрообладнання	A, B	Порошковий (ВП), вуглекислотний (ВВК)
Дозрівання і сушка	Підвищена температура, нагрівальні елементи	A	Порошковий (ВП)
Складальна лінія	Горіння пластмас, ізоляції проводів	A	Порошковий (ВП), вуглекислотний (ВВК)
Процес формування (заряджання)	Виділення водню, ризик вибуху, електрообладнання під напругою	C, B	Порошковий (ВП), вуглекислотний (ВВК)
Завершення циклу формування	Можливе займання електрообладнання	B, C	Вуглекислотний (ВВК), порошковий (ВП)
Складування готової продукції	Горіння пакувальних матеріалів (картон, пластик)	A	Порошковий (ВП), водопінний

Як видно з таблиці, найбільш універсальним засобом пожежогасіння для виробничих процесів МНБК «ВЕСТА» є порошкові вогнегасники, що забезпечують гасіння пожеж класів А, В та С і можуть застосовуватися для електроустановок під напругою до 1000 В. У приміщеннях із значною кількістю електрообладнання доцільним є додаткове використання вуглекислотних вогнегасників.

Такий підхід відповідає вимогам Правил пожежної безпеки в Україні щодо забезпечення об'єктів первинними засобами пожежогасіння з урахуванням специфіки технологічних процесів та категорії приміщень за вибухопожежною небезпекою.

3.3 Спеціальні автоматичні установки пожежогасіння

Автоматичні установки пожежогасіння є складовою системи протипожежного захисту об'єкта та призначені для виявлення пожежі на початковій стадії, подачі вогнегасної речовини без участі людини та обмеження поширення полум'я. Необхідність обладнання приміщень такими системами визначається відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту» та Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених Міністерство внутрішніх справ України [19-22].

Автоматичні установки пожежогасіння (АУП) передбачають поєднання технічних засобів виявлення пожежі (пожежні сповіщувачі, датчики температури, диму або полум'я), пристроїв керування та систем подачі вогнегасної речовини (вода, піна, газ, порошок або аерозоль). У разі перевищення контрольованих параметрів (температури, задимленості тощо) система автоматично активується та подає сигнал на пульт централізованого спостереження або безпосередньо до підрозділів Державна служба України з надзвичайних ситуацій [24].

На підприємствах з виробництва акумуляторів доцільність застосування автоматичних установок зумовлена:

- 1) наявністю вибухонебезпечних зон (виділення водню під час формування);
- 2) використанням електрообладнання значної потужності;
- 3) наявністю складських приміщень із пожежним навантаженням;
- 4) безперервністю технологічного процесу.

Вибір типу автоматичної установки здійснюється з урахуванням категорії приміщення за вибухопожежною небезпекою, площі, висоти будівлі, класу пожежі та економічної доцільності. У виробничих та складських приміщеннях МНБК «ВЕСТА» можуть застосовуватися водяні (спринклерні або дренчерні), пінні, газові або порошкові автоматичні установки, залежно від характеру можливого загоряння та технологічних особливостей дільниці.

Автоматичні системи повинні перебувати у постійній готовності до спрацювання, проходити регулярне технічне обслуговування та перевірку працездатності згідно з вимогами чинних нормативних документів. Їх впровадження значно підвищує рівень пожежної безпеки підприємства, мінімізує час реагування на загоряння та зменшує масштаби можливих матеріальних збитків.

3.3.1 Спринклерні установки

Спринклерні установки пожежогасіння належать до автоматичних водяних систем локальної дії та широко застосовуються у виробничих і складських приміщеннях відповідно до вимог ДСТУ EN 12845:2016 Стационарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи [23]. Необхідність їх улаштування визначається залежно від площі приміщення, категорії за вибухопожежною небезпекою, висоти будівлі та величини пожежного навантаження.

Принцип дії спринклерної установки полягає в автоматичному розкритті спринклерного зрошувача при досягненні критичної температури (зазвичай

68–93°C) у зоні пожежі. Кожен спринклер оснащений тепловим замком (скляна колба або плавкий елемент), який руйнується під впливом високої температури, після чого вода під тиском подається безпосередньо в осередок горіння(рис.3.4). Спрацьовує лише той спринклер, який знаходиться в зоні підвищеної температури, що дозволяє локалізувати пожежу на початковій стадії та мінімізувати пошкодження майна(рис.3.5).

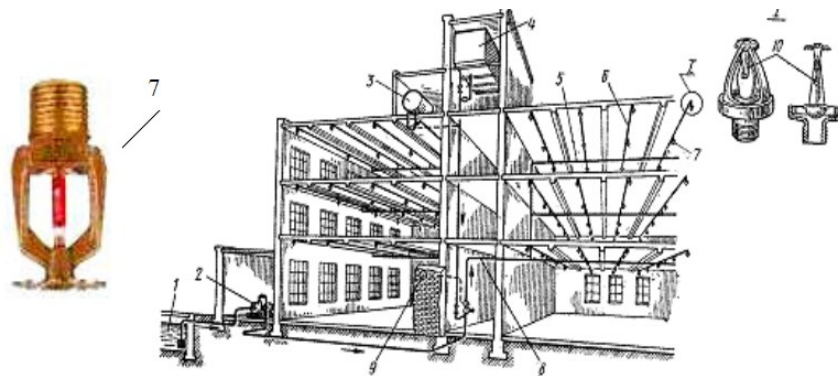


Рисунок 3.4 – Загальна схема водяної спринклерної установки [24]

(1 – резервуар, 2 – насос, 3 – автоматичний водоживильник (пневматичний бак), 4 – водонапірний бак (2-й автоматичний водо живильник), 5 – другорядна магістраль, 6 – розподільний рядок, 7 –спринклерна головка, 8 – головна живляча магістраль, 9 – сигнальна турбіна, 10 – легкоплавкий замок)

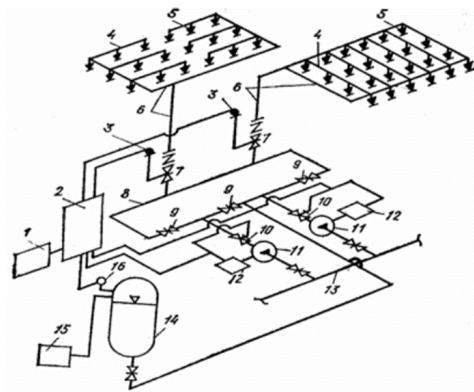


Рисунок 3.5 – Інженерна схема улаштування спринклерної установки [24]

На підприємстві з виробництва акумуляторів спринклерні системи доцільно встановлювати у складських приміщеннях зберігання готової

продукції, пакувальних матеріалів, допоміжних речовин, а також у виробничих зонах категорії В із значним пожежним навантаженням. Вони ефективні при гасінні пожеж класу А (тверді горючі матеріали) та частково класу В (за умови відсутності електрообладнання під напругою).

Разом із тим у приміщеннях, де можливе виділення водню (процес формування акумуляторів), застосування спринклерних установок потребує обґрунтованого проєктного рішення з урахуванням вибухонебезпечності середовища та вимог електробезпеки. У таких зонах перевага може надаватися іншим видам автоматичного пожежогасіння.

Спринклерні установки повинні бути підключені до гарантованого джерела водопостачання, обладнані сигналізацією про спрацювання та перебувати під постійним технічним контролем. Регламентні перевірки, випробування та технічне обслуговування здійснюються відповідно до чинних нормативних документів та внутрішніх інструкцій підприємства.

Проведемо розрахунок автоматичної системи пожежогасіння у виробничому приміщенні підприємства [23].

1. Вихідні дані наведено у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Вихідні дані

Тип приміщення	Довжина	Ширина	Висота
виробництво електродних пластин	29 м	20 м	5,5 м

2. Вибір типу системи пожежогасіння для цехів, де використовуються легкозаймисті та горючі рідини – обираємо автоматичну спринклерну установку водяного пожежогасіння.

3. Визначення групи приміщення :

– група приміщення - 4;

– характеристика - приміщення із застосуванням ЛЗР і ГР (пожежне навантаження понад 2000 МДж/м²) [23].

4. Встановлення нормативних даних [23]:

- інтенсивність зрошення водою (L): 0,3 л/(с·м²);
- площа, що захищається одним зрошувачем (S_{зр}): 12 м²;
- площа для розрахунку витрат води (S_{розр}): 360 м²;
- тривалість роботи установки (T): 60 хв;
- відстань між зрошувачами (Д): 4 м.

5. Розрахунок установки пожежогасіння

Визначення площі приміщення (S):

$$S = A \times B \quad (3.1)$$

$$S = 29 \times 20 = 580 \text{ м}^2$$

Визначення необхідної кількості зрошувачів (N):

$$N = S / S_{зр} \quad (3.2)$$

$$N = 580 / 12 = 48,33 \text{ шт.}$$

Приймаємо: N = 49 шт.

Визначення необхідної інтенсивності води в трубопроводі (L_{тр}):

Розрахунок виконується виходячи з розрахункової площі S_{розр} (360 м²), оскільки вона менша за фактичну площу приміщення.

$$L_{тр} = L \times S_{розр} \quad (3.3)$$

$$L_{тр} = 0,3 \times 360 = 108 \text{ л/с}$$

Встановлення інтенсивності води крізь один зрошувач (L_{зр}):

$$L_{зр} = L_{тр} / N \quad (3.4)$$

$$L_{зр} = 108 / 49 = 2,20 \text{ л/с}$$

6. Вибір та розміщення пожежних сповіщувачів

Обрано тепловий пожежний сповіщувач.

Схема розташування - квадратного розміщення (рис. 3.6) для теплових сповіщувачів при висоті приміщення понад 3,5 до 6,0 м [23]:

- площа контролю одним сповіщувачем: 20 м²;
- максимальна відстань між сповіщувачами (а): 4,5 м;

– максимальна відстань від сповіщувача до стіни (б): 2,0 м.

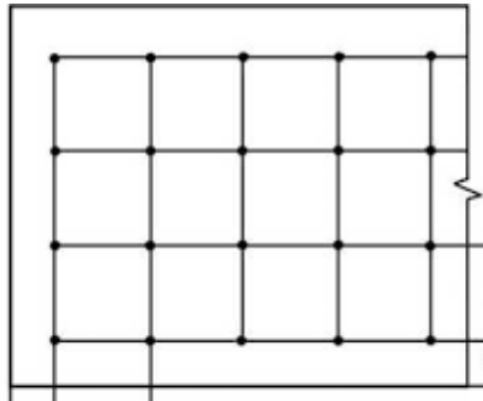


Рисунок 3.6 – Схему квадратного розміщення сповіщувачів [23]

Проведений літературний пошук дозволяє рекомендувати сповіщувач СПТТА-В та СПТТА-01В призначений для використання у потенційно вибухонебезпечних зонах приміщень або зовнішніх установок (рис 3.7) [27].

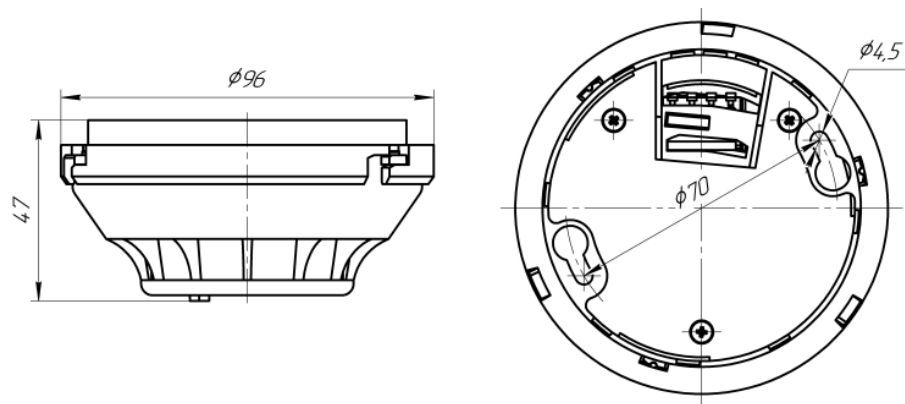


Рисунок 3.7 – Габаритні розміри сповіщувача СПТТА-В [27]

Сповіщувач виконаний у роз'ємному корпусі, конструкція якого забезпечує зручність монтажу, технічного обслуговування та швидкої заміни електронного модуля без демонтажу всієї системи. Усередині корпусу розміщено електронний блок керування, чутливий термодатчик та світлодіодні індикатори, що відображають поточний стан пристрою в різних режимах функціонування – черговому, тривожному та режимі несправності.

Світлова індикація дозволяє оперативно здійснювати візуальний контроль працездатності сповіщувача під час експлуатації, технічного огляду або перевірки системи пожежної сигналізації.

Сповіщувач класу А2 або В відповідає встановленим вимогам згідно з температурною класифікацією, наведеною в таблиці 3.3, та призначений для експлуатації в умовах, де можливі підвищені або змінні температурні режими.

Таблиця 3.3 – Температурні вимоги [27]

Клас сповіщувача	Нормальна температура використання, °C	Максимальна температура використання, °C	Мінімальна статична температура спрацювання, °C	Максимальна статична температура спрацювання, °C
A2	25	50	54	70
B	40	65	69	85

Відповідно до нормативних критеріїв, такі сповіщувачі характеризуються визначеними пороговими значеннями спрацювання, що забезпечують своєчасне виявлення пожежі залежно від швидкості зростання температури або досягнення фіксованого температурного рівня. Клас А2, як правило, застосовується у приміщеннях із помірними коливаннями температури, тоді як клас В передбачає можливість роботи за більш високих допустимих температур навколишнього середовища. Дотримання зазначеної класифікації гарантує надійність функціонування системи пожежної сигналізації та зменшує ймовірність хибних спрацювань або запізненого виявлення загоряння.

Підключення до сигнального шлейфу здійснюється через монтажну базу з використанням гвинтових або пружинних клемників, що забезпечує надійний електричний контакт і стійкість до вібраційних навантажень. Вбудована функція самодіагностики реалізує безперервний автоматичний контроль стану термодатчика та внутрішніх електронних компонентів. У разі

виявлення відхилень або несправностей сповіщувач формує відповідний сигнал та передає його на прилад приймально-контрольний пожежний (ППКП) із зазначенням адреси конкретного пристрою, що дозволяє швидко ідентифікувати місце виникнення проблеми та своєчасно вжити заходів для її усунення. Схема підключення сповіщувача наведена на рис. 3.8.

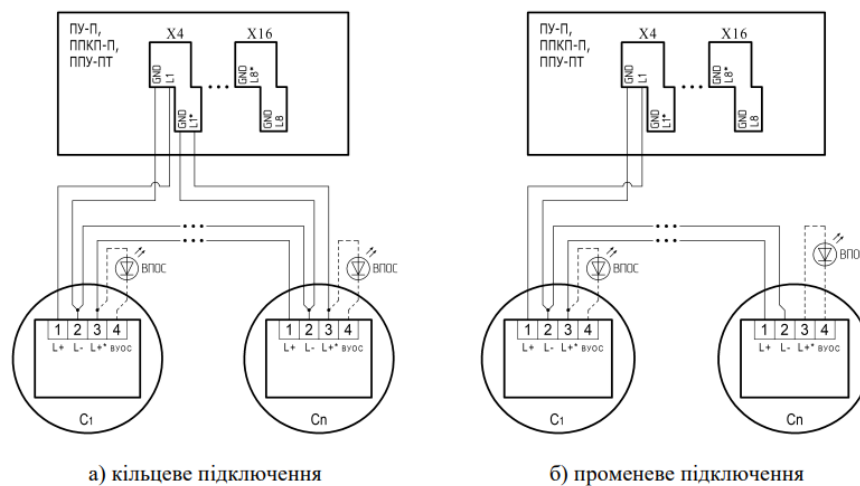


Рисунок 3.8 – Схема підключення сповіщувача СПТТА-В [27]

Таким чином, спринклерні системи в поєднанні із сповісниками є ефективним засобом автоматичного гасіння пожеж на початковій стадії розвитку та важливим елементом комплексного протипожежного захисту виробничих і складських об'єктів МНБК «ВЕСТА».

3.3.2 Дренчерні установки

Дренчерні установки пожежогасіння належать до автоматичних водяних систем суцільної дії та застосовуються для одночасного зрошення всієї захищеної площі або її частини (рис 3.9). Їх проєктування та експлуатація здійснюються відповідно до вимог ДСТУ Б CEN/TS 14816:2013 Стационарні системи пожежогасіння. Дренчерні системи. Проектування, монтажування та технічне обслуговування [25].

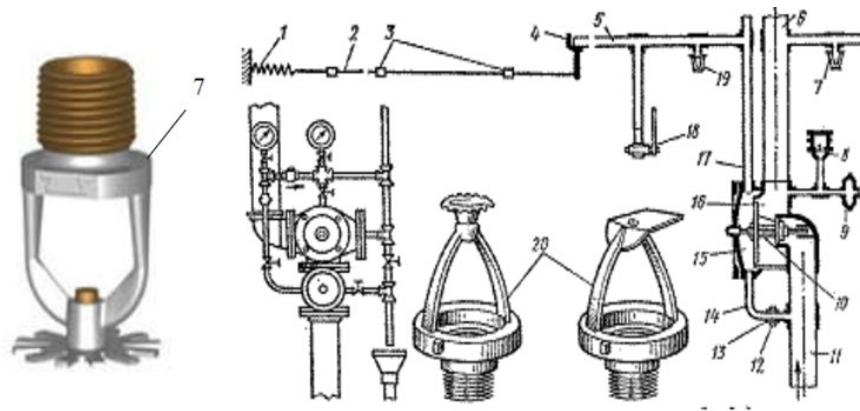


Рисунок 3.9 – Загальна схема дренчерної установки [24]

На відміну від спринклерних систем, дренчерні установки мають відкриті зрошувачі (без теплових замків), через які вода подається одночасно на всю площу після надходження сигналу від автоматичної пожежної сигналізації або при ручному пуску (рис 3.10). Таким чином забезпечується інтенсивне зрошення конструкцій, обладнання та технологічних зон, що дозволяє швидко локалізувати або ліквідувати пожежу, а також створити водяну завісу для обмеження поширення полум'я.

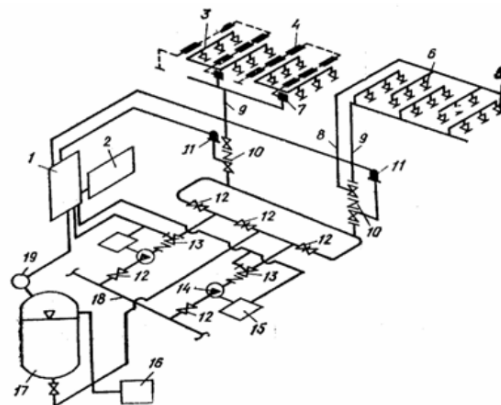


Рисунок 3.10 – Інженерна схема улаштування дренчерної установки [23]

Дренчерні системи доцільно застосовувати [24]:

- 1) у приміщеннях із високим пожежним навантаженням;
- 2) у вибухопожежонебезпечних зонах для охолодження технологічного обладнання;

3) для захисту прорізів, технологічних отворів та створення протипожежних водяних завіс;

4) на дільницях, де можливе швидке поширення полум'я по поверхнях матеріалів.

На підприємстві з виробництва акумуляторів дренчерні установки можуть бути ефективними у складських приміщеннях великої площі, а також у зонах зберігання допоміжних матеріалів або готової продукції з високим пожежним навантаженням. Крім того, їх застосування можливе для захисту технологічного обладнання в разі аварійної ситуації, пов'язаної з перегрівом або займанням.

Водночас під час проєктування дренчерної системи необхідно враховувати наявність електрообладнання під напругою та вибухонебезпечних середовищ (зокрема можливе виділення водню під час формування акумуляторів). У таких випадках рішення щодо застосування водяного пожежогасіння повинно прийматися з урахуванням вимог електробезпеки та категорії приміщення за вибухопожежною безпекою.

Дренчерні установки повинні мати надійне джерело водопостачання, автоматичну систему керування, сигналізацію про спрацювання та перебувати у постійній технічній готовності. Регламент технічного обслуговування визначається чинними нормативними документами та внутрішніми інструкціями підприємства.

Таким чином, дренчерні системи є ефективним засобом інтенсивного водяного пожежогасіння та також можуть застосовуватися як складова комплексної системи протипожежного захисту виробничих і складських приміщень МНБК «ВЕСТА».

3.3.3 Автоматичні установки газового пожежогасіння

Автоматичні установки газового пожежогасіння застосовуються для захисту приміщень з електронним, електротехнічним та технологічним обладнанням, де використання води або піни може призвести до пошкодження

майна або створення додаткової небезпеки. Проектування та експлуатація таких систем здійснюються відповідно до вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» та Правил пожежної безпеки в Україні, затверджених Міністерство внутрішніх справ України, під контролем Державна служба України з надзвичайних ситуацій [19-22].



Рисунок 3.11 – Автоматична установка газового пожежогасіння [23]

Принцип дії автоматичної установки газового пожежогасіння полягає у подачі вогнегасної газової речовини до захищуваного приміщення після отримання сигналу від автоматичної пожежної сигналізації. Гасіння відбувається шляхом зниження концентрації кисню або хімічного гальмування реакції горіння. На відміну від водяних систем, газові установки не пошкоджують електрообладнання, не спричиняють корозії та не залишають залишків після спрацювання.

У промислових умовах можуть застосовуватися такі типи газових вогнегасних речовин:

- інертні гази (азот, аргон або їх суміші);
- діоксид вуглецю (CO_2);
- хладони та інші дозволені газові склади відповідно до чинних екологічних вимог.

На підприємстві з виробництва акумуляторів газові установки доцільно застосовувати в електрощитових, серверних приміщеннях, диспетчерських, зонах автоматизованих ліній, а також у відділеннях формування, де використовується значна кількість електрообладнання. В умовах можливого виділення водню під час заряджання акумуляторів застосування газового пожежогасіння повинно здійснюватися з урахуванням вимог вибухозахисту та вентиляції.

Обов'язковою умовою функціонування газових систем є герметичність приміщення, наявність системи попередження персоналу про пуск газу, затримка подачі вогнегасної речовини для забезпечення евакуації людей, а також автоматичне відключення вентиляції перед спрацюванням системи. Проектні рішення повинні передбачати безпечну концентрацію газу для людей відповідно до санітарних норм.

Таким чином, автоматичні установки газового пожежогасіння є ефективним засобом захисту технологічного та електротехнічного обладнання МНБК «ВЕСТА», забезпечують швидку локалізацію пожежі на початковій стадії та мінімізують матеріальні збитки без вторинного пошкодження виробничих систем.

Висновки за розділом 3

У третьому розділі роботи комплексно розглянуто питання забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях на МНБК «ВЕСТА» з урахуванням специфіки виробничих процесів виготовлення свинцево-кислотних акумуляторів.

Проведено класифікацію виробничих і складських приміщень за вибухопожежною небезпекою, що дало можливість обґрунтовано визначити категорії приміщень та встановити відповідні вимоги до інженерного захисту. На основі аналізу технологічних операцій і характеру пожежного навантаження здійснено вибір типів вогнегасників залежно від можливих класів пожеж, що забезпечує ефективну локалізацію загорянь на початковій

стадії та підвищує рівень оперативної готовності персоналу до дій у разі небезпеки.

Проведено розрахунок параметрів спринклерної системи та обґрунтовано вибір пожежного сповіщувача з урахуванням температурного режиму приміщень, що дозволяє забезпечити своєчасне виявлення та ліквідацію пожежі.

Розглянуто доцільність застосування дренчерних установок для захисту зон підвищеної пожежної небезпеки, а також автоматичних установок газового пожежогасіння для приміщень з електротехнічним обладнанням і цінними матеріалами.

Запропоновані технічні рішення формують цілісну систему протипожежного захисту підприємства, спрямовану на мінімізацію ризиків, зменшення можливих матеріальних збитків та забезпечення безпеки працівників у разі виникнення надзвичайної ситуації.

4 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Розрахунок соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці

Для підвищення рівня безпеки праці на підприємстві МНБК «ВЕСТА» (виробництво свинцево-кислотних акумуляторів) запропоновано впровадження заходів з поліпшення стану виробничого середовища.

Для оцінки ефективності заходів з охорони праці використано показники виробничого травматизму [24] коефіцієнт частоти травматизму та коефіцієнт тяжкості травматизму. Вихідні дані наведено в таблиці 4.1.

Середньооблікова чисельність працівників підприємства – 520 осіб.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для оцінки ефективності заходів з охорони праці використано показники виробничого травматизму

Показник	До заходів	Після заходів
Кількість нещасних випадків (N)	4	1
Кількість втрачених днів (D)	72	10

Коефіцієнт частоти показує кількість нещасних випадків на 1000 працюючих:

$$K_{\text{ч}} = \frac{N}{\text{Ч}} \cdot 1000 \quad (4.1)$$

де:

N – кількість нещасних випадків за рік;

Ч – середньооблікова чисельність працівників.

До впровадження заходів:

$$K_{\text{ч}} = \frac{N}{\text{Ч}} \cdot 1000 = \frac{4}{520} \cdot 1000 = 7,69$$

Після впровадження заходів:

$$K_q = \frac{N}{\overline{q}} \cdot 1000 = \frac{1}{520} \cdot 1000 = 1.92$$

Зниження коефіцієнта частоти:

$$\Delta K_q = 7,69 - 1,92 = 5,77 \quad (4.2)$$

Рівень травматизму зменшився майже у 4 рази.

Таблиця 4.2 – Вихідні дані для розрахунку соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці

Показник	До впровадження	Після впровадження
Кількість нещасних випадків на рік	4	1
Середня тривалість непрацездатності, днів	72	10
Середньоденна зарплата, грн	850	850
Річні витрати на заходи	—	480 000 грн

Розрахунок економічних втрат від травматизму [24]. Втрати від одного нещасного випадку:

$$B_1 = Z_d \cdot D \quad (4.3)$$

де:

Z_d – середньоденна зарплата (850 грн);

D – середня кількість днів непрацездатності.

До впровадження заходів:

$$B_1 = 850 \cdot 72 = 61200 \text{ грн}$$

Річні втрати становитимуть:

$$B_p = 61200 \cdot 4 = 224800 \text{ грн}$$

Після впровадження:

$$B_1 = 850 \cdot 10 = 8500 \text{ грн}$$

$$B_p = 8500 \cdot 1 = 8500 \text{ грн}$$

Річна економія становитиме:

$$E = 61200 - 8500 = 52700 \text{ грн}$$

Крім прямих втрат враховуються також: витрати на лікування; компенсаційні виплати; зниження продуктивності праці.

З урахуванням непрямих втрат (коефіцієнт 2,0):

$$E_{\text{заг}} = 52700 \times 2 = 105400 \text{ грн}$$

Соціальний ефект проявляється у зниженні рівня професійних захворювань (особливо при роботі зі свинцем та електролітами);

- зменшенні впливу парів свинцю та кислот;
- покращенні мікроклімату виробничих приміщень;
- підвищенні мотивації працівників;
- зниженні плинності кадрів;
- формуванні позитивного іміджу підприємства.

Для підприємств акумуляторної галузі, зокрема таких як МНВК «ВЕСТА», де використовуються свинець та сірчана кислота, профілактичні заходи мають важливе значення через ризик професійної інтоксикації.

Впровадження запропонованих заходів з охорони праці на МНВК «ВЕСТА» є економічно доцільним та соціально обґрунтованим. Окрім економічного ефекту, підприємство отримує значний соціальний результат – зниження виробничого травматизму, покращення умов праці та збереження здоров'я працівників.

4.2 Аналіз діяльності підприємства щодо захисту довкілля

4.2.1 Захист атмосферного повітря

Відповідно до вимог законодавства у сфері охорони атмосферного повітря населених пунктів, зокрема положень Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [28], територія розташування обох підприємств класифікується як така, що належить до другої зони за метеорологічними умовами. Для цієї зони характерний помірний потенціал накопичення забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери, що обумовлюється особливостями циркуляції повітря, повторюваністю штилів, температурних інверсій та іншими кліматичними чинниками. Водночас зазначені умови не належать до категорії несприятливих, які б суттєво ускладнювали розсіювання викидів.

Розміщення заводів з виробництва стартерних акумуляторних батарей та підприємства з утилізації відпрацьованих акумуляторів на існуючому промисловому майданчику відповідає вимогам чинних санітарних норм і правил щодо планування та забудови територій населених пунктів.

Джерела викидів в атмосферне повітря на території проммайданчика наведено на рис. 4.1.

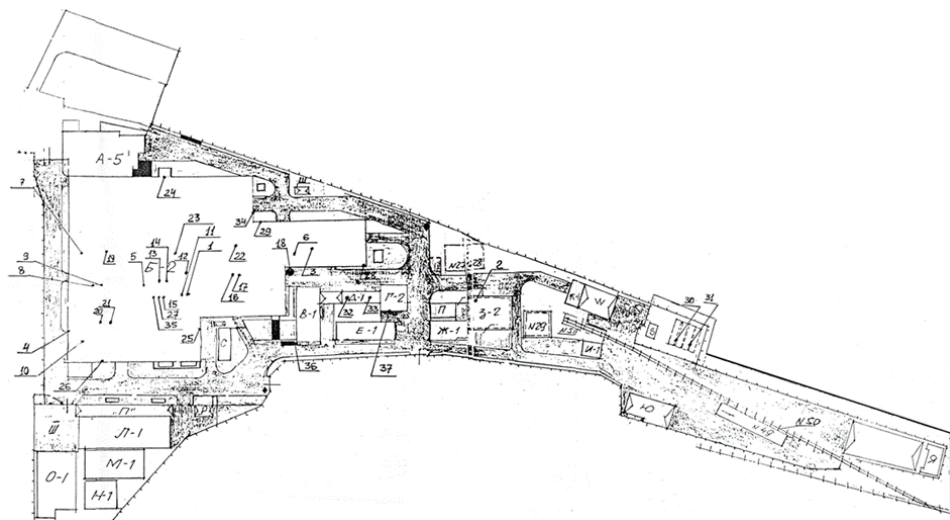


Рисунок 4.1 – Джерела викидів в атмосферне повітря[1]

Таке розташування не суперечить регламентованим вимогам до розміщення промислових об'єктів у межах селітебної зони міста за умови дотримання встановлених санітарно-захисних зон, нормативів гранично допустимих викидів (ГДВ) та впровадження сучасних газоочисних технологій.

Крім того, концентрація виробничих потужностей на вже освоєному промисловому майданчику є доцільною з містобудівної та екологічної точки зору, оскільки мінімізує додаткове антропогенне навантаження на нові території, забезпечує централізований контроль за джерелами викидів (табл. 4.3) та сприяє ефективнішому моніторингу стану атмосферного повітря в межах прилеглої житлової забудови [1].

Таблиця 4.3 – Джерела забруднення в атмосферне повітря

№	Джерело викидів	Забруднюючі речовини	Рівні викидів (завод), мг/м ³	Рівні викидів (екологічна інспекції), мг/м ³	Встановлені значення ГДВ, мг/м ³
111	Дільниця формовки	H ₂ SO ₄	0,21	0,34	0,2399
112	Станція нейтралізації	NaOH	18,5	—	18,893
113	Ремонтний цех	Масляні аерозолі	0,418	—	0,4242
115	Камера дозрівання, приготування пасти	Свинець	0,477	—	0,5
116	Зварювальні апарати	AlO	0,283	—	0,333

	ремонтного цеху				
116	Зварювальні апарати ремонтного цеху	MnO	0,0091	—	0,0119
117	Плавильна піч ливарного цеху	Свинець	0,019	0,022	0,01923
118	Дільниця приготування пасти	Свинець	0,049	0,1	0,0856
119	Сушильна камера	Свинець	0,08	0,065	0,08296
119	Сушильна камера	NO ₂	—	2,4	2,074
119	Сушильна камера	CO	—	12,5	12,296
1110	Подрібнення, дільниця приготування пасти	Свинець	0,12	0,3	0,398496
1111	Дільниця формування	H ₂ SO ₄	0,108	0,17	0,132075
1112	Формувальний стенд	H ₂ SO ₄	0,065	—	0,075
1113	Лінія зборки	Свинець	0,023	—	0,02186
1114	Лінія зборки	Свинець	0,013	—	0,01608
1114	Лінія зборки	Свинець	0,059	0,039	0,05994

1115	Лінія сушки	NO ₂	–	12	12,232
1115	Лінія сушки	CO	–	6,3	7,339
1118	Котельня	NO ₂	79	–	80,0
1118	Котельня	CO	65,6	–	64,7
1121	Витяжка на даху, ділянка намазування пасти	Свинець	0,19	–	0,2000
1123	Витяжка на даху, лінія зборки	Свинець	0,076	–	0,0800
1125	Лінія зборки потужних акумуляторів	Свинець	0,015	–	0,01608

Моніторинг якості атмосферного повітря здійснюється місцевими природоохоронними органами, але стаціонарних постів контролю в районі санітарно-захисної зони підприємства немає. Повторюваність приземних інверсій становить до 40%.

На підприємстві впроваджено комплекс сучасних інженерно-технічних рішень, спрямованих на мінімізацію негативного впливу виробничих процесів на атмосферне повітря. Рівень застосованих технологій очищення газоповітряних викидів можна охарактеризувати як високий і такий, що відповідає сучасним екологічним вимогам. Використання спеціалізованого фільтрувального обладнання забезпечує ефективне зниження концентрацій свинцевого пилу, аерозолів сірчаної кислоти та лужних часток, що містять гідроксид натрію (NaOH) [1].

Видалення свинцевого пилу здійснюється за допомогою фільтрувальних систем виробництва VARTA (моделі «AVK» та «VNS»). До складу системи входять рукавні фільтри, мережа повітропроводів, електропривідні вібратори,

пилосбірний контейнер, система автоматичного контролю, іскрогасники, вузли розподілу повітря та електроventильатори. Повітря з внутрішньоцехової вентиляції також спрямовується на очищення в цю систему [1].

Фільтрувальні елементи виготовлені з тонкого та надтонкого скловолокна, що забезпечує високий ступінь уловлювання дрібнодисперсних часток. У моделі «AVK» очищення фільтрів здійснюється за допомогою зовнішніх вібраторів, тоді як у моделі «VNS» – шляхом імпульсної продувки ventильаторами. Регламентне очищення проводиться наприкінці кожної робочої зміни. Зібраний свинцевий пил транспортується пневматичним конвеєром до накопичувального контейнера, після чого повертається у виробничий цикл, що дозволяє не лише зменшити викиди, а й підвищити ресурсоефективність виробництва.

Очищення повітря від аерозолів H_2SO_4 забезпечується установками VARTA моделей «TM-8» та «TM-12». Система включає повітрязбірні патрубки, зрошувальні пристрої, блоки контролю, вузли розподілу повітря та електроventильатори. Забруднене повітря з робочої зони за допомогою центробіжних ventильаторів подається у фільтраційну установку, де проходить через послідовно розташовані протитечійні форсунки [1].

У процесі очищення повітря інтенсивно зрошується водою, що забезпечує ефективне уловлювання кислотного аерозолі. Утворений розчин із вмістом сірчаної кислоти транспортується трубопроводом на станцію нейтралізації для подальшої обробки, що унеможливорює потрапляння кислотних сполук в атмосферу.

Для очищення повітря від лужного пилу використовується циклонна установка моделі «CVP-4». Забруднене повітря аспірується ventильаційною системою та подається до циклону, де під дією відцентрової сили тверді частки відокремлюються від повітряного потоку у циліндричній частині апарата. Вловлений пил накопичується у спеціальному бункері, після чого направляється на станцію нейтралізації[1].

Як бачимо з аналізу, на підприємстві реалізовано багаторівневу систему газоочищення, що поєднує механічні, фільтраційні та мокрі методи очищення повітря. Це забезпечує суттєве зниження концентрацій небезпечних речовин у викидах та сприяє дотриманню встановлених нормативів гранично допустимих викидів.

4.2.2 Запобігання негативному впливу виробничої діяльності на об'єкти водного басейну

Для забезпечення технологічних, господарсько-побутових та протипожежних потреб підприємство використовує підземні води з експлуатаційних водоносних горизонтів. Забір води здійснюється за допомогою двох артезіанських свердловин №110/23 та №111/23, розташованих на території виробничого майданчика. Глибина кожної свердловини становить 60 м, що дозволяє здійснювати водозабір із захищених підземних горизонтів, менш уразливих до поверхневого техногенного впливу [1].

Проектний дебіт кожної свердловини складає 12 м³/год. В експлуатації постійно перебуває одна свердловина, тоді як друга виконує функцію резервної, що забезпечує безперебійність водопостачання у разі проведення ремонтних робіт або виникнення аварійних ситуацій. Такий підхід підвищує надійність системи водозабезпечення та відповідає вимогам безперервності виробничих процесів.

Експлуатаційна свердловина оснащена сертифікованим водолічильником типу СТВ-50, який забезпечує комерційний та технологічний облік обсягів піднятої води. Контроль витрат води дозволяє здійснювати раціональне використання водних ресурсів, а також вести відповідну звітність згідно з вимогами водного законодавства [1].

Вода зі свердловини подається до двох пожежних резервуарів місткістю по 500 м³ кожний. Наявність резервуарів значного об'єму забезпечує створення необхідного аварійного та протипожежного запасу води, а також

стабілізує тиск у внутрішній мережі. Із резервуарів вода через насосне обладнання розподіляється до виробничих цехів, технологічних ділянок і допоміжних об'єктів підприємства відповідно до потреб виробничого циклу.

Система водопостачання підприємства є автономною, резервованою та технічно оснащеною засобами обліку, що забезпечує її надійність, безперебійність функціонування та раціональне використання підземних водних ресурсів.

З метою запобігання негативному впливу виробничої діяльності на об'єкти водного басейну на підприємстві збудовано сучасну комплексну станцію нейтралізації та очищення промислових стічних вод. Станція оснащена автоматизованими системами контролю параметрів процесу (рН, концентрації завислих речовин, вмісту іонів важких металів), насосним обладнанням, реакторами змішування та відстійниками, що забезпечує стабільну та безпечну експлуатацію.



Рисунок 4.2 – Станція нейтралізації та очищення промислових стічних вод МНБК «ВЕСТА» [1]

Технологія очищення, розроблена фахівцями підприємства з урахуванням специфіки виробництва акумуляторних батарей, передбачає багатоступеневий процес. На першому етапі здійснюється механічне

вилучення грубодисперсних домішок і завислих речовин. Далі проводиться хімічна нейтралізація кислотно-лужних стоків із коригуванням показника рН до нормативних значень. Наступний етап включає реагентне осадження іонів важких металів (зокрема свинцю) з утворенням малорозчинних сполук, їх коагуляцію та подальше відстоювання або фільтрацію. Осад, що утворюється, збирається та передається на подальшу утилізацію або переробку відповідно до встановлених вимог [1].

Проектна потужність станції становить 15 м³/год, що забезпечує повне покриття потреб підприємства у знешкодженні виробничих стоків. Ефективність очищення води від сполук свинцю досягає 98 %, що свідчить про високий рівень екологічної надійності системи. Очищені стічні води після контролю якості або повторно використовуються в технологічному циклі (за наявності відповідних показників), або відводяться у встановленому порядку без перевищення нормативів гранично допустимого скиду.

Функціонування станції нейтралізації дозволяє мінімізувати ризик забруднення поверхневих і підземних вод, забезпечує дотримання екологічних стандартів та підвищує рівень екологічної безпеки підприємства в цілому.

4.2.3 Відповідальне поводження з відходами

Щорічно підприємство здійснює систематичну підготовку та подання звітної документації щодо поводження з відходами, які утворюються в процесі виробничої діяльності. Звітна інформація охоплює дані про номенклатуру відходів, їх кількісні показники, класи небезпеки (токсичності), фізико-хімічні характеристики, а також способи тимчасового зберігання, транспортування, утилізації, знешкодження або видалення (табл 4.4).

Таблиця 4.4 – Типи та кількість відходів [1]

№	Тип відходів	Кількість, тон
1	Відходи, що вміщують свинець:	

1.1	Ливарний шлак	73,6
1.2	Свинцевий пил	0,63
1.3	Паста	158,4
1.4	Пластини	148,2
1.5	Свинцево-кислотний шлам	6,7
1.6	Обрізі вушок	125,8
1.7	Лом акумуляторних батарей	20,7
1.8	Твердий осад	7,2
2	Відпрацьовані ртутні лампи	500 шт

Облік відходів ведеться відповідно до вимог чинного природоохоронного законодавства України, зокрема положень Закон України «Про управління відходами» та підзаконних нормативно-правових актів у сфері екологічної безпеки. Класифікація відходів здійснюється з урахуванням їх походження, агрегатного стану, ступеня небезпечності для довкілля та здоров'я населення, що дозволяє визначати оптимальні методи поводження з ними.

У межах звітного періоду підприємство проводить інвентаризацію місць утворення відходів, аналізує їх обсяги та динаміку накопичення, а також здійснює контроль за дотриманням встановлених лімітів. Особлива увага приділяється небезпечним відходам, зокрема тим, що містять сполуки важких металів або інші токсичні компоненти, характерні для виробництва акумуляторних батарей.

Сформована звітність подається до уповноважених органів у встановлені терміни та використовується для екологічного моніторингу, планування природоохоронних заходів і вдосконалення системи екологічного менеджменту підприємства. Такий підхід забезпечує прозорість діяльності у сфері поводження з відходами, сприяє мінімізації негативного впливу на навколишнє природне середовище та підвищує рівень екологічної відповідальності виробництва.

Висновки за розділом 4

Здійснено комплексну оцінку соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці на підприємстві та визначено їх вплив на виробничі показники. Проведений розрахунок засвідчив, що впровадження профілактичних, технічних і організаційних заходів сприяє зниженню рівня виробничого травматизму та професійної захворюваності, скороченню втрат робочого часу і витрат, пов'язаних із ліквідацією наслідків аварій та нещасних випадків.

Проаналізовано діяльності підприємства у сфері охорони довкілля. Розглянуто заходи із захисту атмосферного повітря, зокрема застосування систем очищення вентиляційних викидів та зменшення викидів шкідливих речовин у процесі виробництва. Проаналізовано рішення щодо запобігання негативному впливу на об'єкти водного басейну, включаючи очищення та нейтралізацію стічних вод. Також охарактеризовано систему відповідального поводження з відходами, яка передбачає їх сортування, тимчасове зберігання, утилізацію та передачу спеціалізованим організаціям. У сукупності зазначені заходи формують екологічно орієнтовану модель управління виробництвом, спрямовану на зменшення техногенного навантаження та забезпечення сталого розвитку підприємства.

ВИСНОВКИ

У процесі дослідження було проаналізовано систему управління охороною праці МНПК "ВЕСТА".

На основі аналізу літературних джерел і статистичних даних узагальнено результати сучасних наукових досліджень щодо впливу свинцю, сірчаної кислоти, аерозолів електроліту, виробничого пилу та шуму на

організм працівників. Отримані дані підтверджують комплексний характер дії хімічних і фізичних факторів, що може призводити до професійних захворювань та зниження працездатності персоналу. Досліджено небезпеки виробничих процесів МНПК "ВЕСТА".

Надано рекомендації щодо забезпечення безпеки виробничого обладнання під час виготовлення решіток акумуляторних батарей та під час роботи з кислотами, лугами та електролітами.

Розрахований та підібраний тип вентиляційної систем, що відповідає визначеним вимогам (Aerostar SS 250-2000 EC).

Виконано розрахунок захисного заземлення, отримане значення опору заземлення не перевищує допустиме значення, що задовільняє вимогам безпеки.

Проведено класифікацію виробничих і складських приміщень за вибухопожежною небезпекою, що дало можливість обґрунтовано визначити категорії приміщень та встановити відповідні вимоги до інженерного захисту. На основі аналізу технологічних операцій і характеру пожежного навантаження здійснено вибір типів вогнегасників залежно від можливих класів пожеж, що забезпечує ефективну локалізацію загорянь на початковій стадії та підвищує рівень оперативної готовності персоналу до дій у разі небезпеки.

Проведено розрахунок параметрів спринклерної системи та обґрунтовано вибір пожежного сповіщувача з урахуванням температурного режиму приміщень, що дозволяє забезпечити своєчасне виявлення та ліквідацію пожежі.

Здійснено комплексну оцінку соціально-економічної ефективності заходів з охорони праці на підприємстві та визначено їх вплив на виробничі показники. Проаналізовано діяльності підприємства у сфері охорони довкілля.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Сайт МНПК "ВЕСТА". <https://westa.ua/ua/page/about/technology>
2. Shobhan Das, Tilak C. Nath, Matiur Rahman, Jamal Uddin, Naznin Naher, Margia Akter, Masudur Rahman, Atin Adhikari, Occupational Hazards in Lead-acid Battery Factories in Bangladesh: Assessing Excess Heat, Noise, Chemical Exposures, and Health Impacts on Workers, Safety and Health at Work, Volume 16, Issue 3, 2025, Pages 289-296, ISSN 2093-7911, <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2024.06.004>
3. Інструкція з охорони праці під час роботи з акумуляторними батареями. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78366
4. ДСТУ ISO 6892-1:2019 Металеві матеріали. Випробування на розтяг. Частина 1. Метод випробування за кімнатної температури (ISO 6892-1:2016, IDT)
5. НПАОП 28.5-1.02-07. Правила охорони праці при термічній обробці металів. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=47119
6. ДСТУ EN 563-2001 Безпечність машин. Температури поверхонь, доступних для дотику. Ергономічні дані для встановлення граничних значень температури гарячих поверхонь (EN 563:1994, IDT)
7. ДСТУ 2894-94 Пристрої екранувальні для захисту від інфрачервоного випромінювання. Параметри та загальні технічні вимоги https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92501
8. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77156
9. ДСТУ EN ISO 7010:2019 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки (EN ISO 7010:2012; A1:2014; A2:2014; A3:2014; A4:2014; A5:2015; A6:2016; A7:2017, IDT; ISO 7010:2011; Amd 1:2012; Amd 2:2012; Amd 3:2012; Amd 4:2013; Amd 5:2014; Amd 6:2014; Amd 7:2016, IDT)

10. Сайт Sovema <https://www.sovemagroup.com/products/wide-strip-casting-and-rolling-lines/>
11. ПІ 1.9.10-020-1999 Примірна інструкція з охорони праці при роботі з кислотами та їдкими речовинами
12. Airvent. <https://www.airvent.com.ua/ventyliatsiini-ustanovky/aerostar-ss250-2000ec-detail>
13. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ:2017) https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758
14. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів https://dnaop.com/html/2029/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_40.1-1.21-98
15. ДСТУ HD 60364-7-701:2022 Електричні установки низької напруги. Частина 7-701. Вимоги до спеціальних установок або місць розташування ванни або душу (HD 60364-7-701:2007, IDT; IEC 60364-7-701:2006, MOD) https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104606
16. Методичні вказівки з виконання розрахунку величини опору захисного заземлення електротехнічної установки / І. В. Ремешевська, О. Г. Грушина. – Миколаїв : НУК, 2016. – 43 с <https://rep.nuos.edu.ua/server/api/core/bitstreams/c93838dc-d918-4ab7-b02d-36bfaa5a3936/content>
17. ДСТУ 9324:2025 Настанова щодо проектування систем електропостачання промислових підприємств.
18. Національний класифікатор «Класифікатор надзвичайних ситуацій» ДК 019:2010. Чинний від 01.01.2011 <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text>
19. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою
20. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги
21. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення
22. ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека

23. ДСТУ EN 12845:2016 Стационарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи. https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_en_12845/5-1-0-1000
24. Крюковська О.А., Левчук К.О. Охорона праці в галузі (для хімічних спеціальностей) під редакцією к.т.н., доцента Толока А.О.: Навч. посібник. – 2011. – 230 с.
25. ДСТУ Б CEN/TS 14816:2013 Стационарні системи пожежогасіння. Дренчерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування. https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/14816_2013_sistemi_pozhezhogasinnja_drencherni_sistemi/5-1-0-1223
26. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT) https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=63091
27. Настанова з експлуатації ПРАО.425219.001РЭ сповіщувач пожежний тепловий точковий адресний (СПТТА) https://proektao.com.ua/files/re_SPTTA_2020.pdf
28. Закон України "Про охорону атмосферного повітря": Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 № 2707-XII // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 47. – Ст. 637.

Додаток А**Перелік графічного матеріалу**

Таблиця А.1 – Перелік графічного матеріалу

№ з/п	Назва графічного матеріалу	Кількість листів
1	Актуальність, об'єкт та предмет дослідження	1
2	Аналіз стану охорони праці	1
3	Організаційно-технічні заходи з охорони праці	3
4	Безпека в надзвичайних ситуаціях	2
5	Соціальна відповідальність	1