

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ

Допускається до захисту
«_____» _____ 2023 р.
Зав. кафедри _____
(підпис)
к.б.н., доц. П.Р. Хірівський
наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

_____ бакалавр
(рівень вищої освіти)

на тему: **«Техногенний вплив на довкілля виробництва сухих будівельних сумішей «Ферозіт» (м. Львів) та технології його захисту від емісії поллютантів»**

Виконав студент групи ТЗ-41
Спеціальності 183 «Технології захисту
навколишнього середовища»
Борисенко В'ячеслав Вадимович

Керівник Мазурак О. _____.

Консультант Ковальчук Ю. _____.

Дубляни 2023 р.

Міністерство освіти та науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет агротехнологій та екології
Кафедра екології
Рівень вищої освіти «бакалавр»
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри _____
 доцент, к.б.н. Хірівський П.Р.

« _____ » _____ 2023р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Борисенко В'ячеславу Вадимовичу

. Тема роботи: «Техногенний вплив на довкілля виробництва сухих будівельних сумішей «Ферозіт» (м. Львів) та технології його захисту від емісії поллютантів» .

Керівник кваліфікаційної роботи: Мазурак Оксана Тимофіївна, кандидат технічних наук, доцент .

Затверджені наказом по університету від «__» ____ р. № _____

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 12 червня 2023 р.

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи:

Теоретичний матеріал, план написання роботи, бібліографічний список, звіти державного управління екології та природних ресурсів у Львівській області за 2020 - 2022 роки; екологічний паспорт Львівської області; нормативно-методична та технічна документація ТОВ «Ферозіт»; ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні Технічні умови та ін. .

4. Зміст роботи (перелік питань, які необхідно розробити).

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Природно-географічні особливості та природно-ресурсний потенціал Львівської області .

1.2. Тенденції виробництва будівельних матеріалів України .

1.3. Будівельна індустрія та навколишнє середовище .

1.4. Сучасний техногенно-екологічний стан Львівського регіону .

2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....

2.1. Характеристика забруднюючих речовин при виробництві сухих будівельних сумішей .

2.2. Методи досліджень .

;

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика підприємства ТОВ «Ферозіт»

3.2. Технологічні процеси виготовлення сухих будівельних сумішей

3.3. Джерела забруднюючих речовин та їх вплив на стан повітряного басейну

3.4. Природоохоронні заходи та технології захисту довкілля на підприємстві

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

ВИСНОВКИ

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

ДОДАТКИ.

Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості): схеми (), рисунки (), світлини ()

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3	Мазурак О., доцент кафедри екології			
4	Ковальчук Ю., доц. каф. управління проєктами та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання 09 жовтня 2022 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строки виконання етапів роботи	Примітки
1	Написання вступу та розділу 1.	10.10 - 20.11.2022	
2	Написання розділу 2.	21.11 - 30.12.2022	
3	Написання розділу 3.	04.01 - 27.02.2023	
4	Написання розділу 4.	02.03 – 03.04.2023	
5	Формулювання висновків, додатків	05.04 – 23.05.2023	

Студент _____ Борисенко В.В.
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи, к.т.н., доц. _____ Мазурак О.Т.
підпис

УДК 504.06:628.5(477.83)

Борисенко В. В. Техногенний вплив на довкілля виробництва сухих будівельних сумішей «Ферозіт» (м. Львів) та технології його захисту від емісії поллютантів: кваліфікаційна робота. Кафедра екології. Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2023.

61 с. текст. част., 1 дод., 11 табл., 14 рис., 26 дж.

В кваліфікаційній роботі представлено загальну характеристику виробництва сухих будівельних сумішей «Ферозіт» (м. Львів) та вплив його виробничої діяльності на стан довкілля, зокрема повітряного басейну, в районі розміщення підприємства.

Проведено екологічні дослідження основних забруднюючих речовин підприємства по джерелах викидів. Встановлено, що величини викидів шкідливих речовин знаходяться в межах, які дозволяються нормативними документами галузі.

Проаналізовано ефективність і стан технологічного пилогазоочисного обладнання, встановленого на джерелах викидів підприємства.

Запропоновано механізми оптимізування та експлуатації пилоочисних установок, аспіраційних систем, дотримання вимог охорони праці й техніки безпеки на підприємстві.

ВСТУП

Актуальність теми досліджень. Сучасне виробництво та використання будівельних матеріалів часто пов'язане, або ж основане на застосуванні сухих композицій, які є будівельними сумішами (СБС).

Такі матеріали містять велику кількість композитів у порошкоподібному стані, мінеральної та органічної природи, зокрема, в'язучих речовин, дисперсних наповнювачів, заповнювачів, цілого спектру хімічних додатків. Такі стабільного складу композиції мають відповідно до стандартів задані фізико-хімічні та будівельно-технічні властивості для їх якісного використання у секторі будівельних робіт.

Застосування таких сухих сумішей має ряд переваг – збільшені терміни тривалості зберігання, зростання продуктивності праці при роботі з ними, зниження матеріалоемності та витрат при транспортуванні. Ці та інші показники вигідно вирізняють сухі суміші від традиційних розчинів і бетонів, що використовуються в будівництві. Позитивними властивостями технологій виготовлення СБС також вважають: чіткий контроль якості сировинної продукції на всіх стадіях виробництва, автоматизація управління процесами, зменшення відходів розчинів за рахунок порційного приготування; зростання показників екологічності виробництва та продукції тощо.

Метою роботи є дослідження техногенного впливу на довкілля виробництва сухих будівельних сумішей «Ферозіт» (м. Львів) та технологій захисту від емісії поллютантів.

Завдання кваліфікаційної роботи:

- проаналізувати екологічний стан довкілля міста та Львівської області;
- подати характеристику підприємства, технологічних процесів виробництва сухих будівельних сумішей та характеристику викидів

забруднюючих речовин;

- описати методики досліджень;
- провести дослідження емісії забруднювачів повітря та дати оцінку техногенних джерел забруднення повітряного басейну в районі розміщення підприємства;
- представити технологічні методи захисту навколишнього природного середовища та вплив на його екологічний стан внаслідок функціонування зазначеного підприємства.

Наукова новизна полягає у більш глибокому вивченні екологічних наслідків впливу джерел викидів виробництва сухих будівельних сумішей різного призначення та складу на якісні показники повітряного басейну регіону досліджень в сучасних умовах. Підвищена емісія забруднюючих речовин виробництва пов'язана з технологією виробництва основної сипучої складової – цементу та інших важливих полідисперсних компонентів, що утворюються внаслідок технології виробництва СБС.

1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Природно-географічні особливості та ресурсний потенціал Львівської області

Місцерозташування Львівської області – крайній захід України. Львівщина межує з Волинською, Рівненською, Тернопільською, Івано-Франківською та Закарпатською областями. Близько трьохсот км на заході Львівщини дотикаються до кордону з Євросоюзом (Польщею).

На сьогодні область складається з 7 адміністративних районів і 73 громад (рис. 1.1). Площа Львівщина – 21,8 тис. км², що становить 3,6 % території України. При цьому протяжність: з півночі на південь – 240 км, із заходу на схід – 210 км [4].



Рис. 1.1 – Карта територіально-адміністративного поділу Львівської області

Адміністративний центр області – м. Львів з населенням близько 1 млн. жителів. Чисельність населення області складає більше 2,577 млн. осіб. Станом на сьогодні ці цифри значно зросли внаслідок міграції тимчасово переселених осіб через воєнні дії в країні. Однак ще до війни за чисельністю область займала четверте місце після Донецької, Дніпропетровської та Харківської областей (частка міського населення ~ 60,1%). Найвищою густотою населення хаоактеризуються прилеглі до м. Львова місцевості та прикарпатські райони (в межиріччі р. Дністра та р. Стрий). Проте, найнижчим є показник густоти населення гірських районів та північно-східних районів області [24].

Львівщина - єдина область в Україні, на території якої поєдналися геоструктурні, літолого-стратиграфічні, тектонічні, геоморфологічні, кліматичні, гідрологічні, ґрунтово-рослинні, флористичні, фауністичні і ландшафтні особливості природних регіонів різних рангів: фізико-географічних країн - Руської рівнини та Карпатської гірської дуги; західної, північної і східної частин Європейського континенту; лісової, степової та гірсько-карпатської природних зон.

Клімат Львівської області є помірно-континентальним з ознаками субтропічного за останні роки. Зимою бувають часті відлиги, а літом – часті дощі, що викликано впливом повітряних мас з Атлантики. Пори року характеризуються м'якою зимою, довгою і вологою весною, нежарким, (хоч все частіше спостерігаються температурні скачки до +30⁰C) літом і теплою, досить сухою осінню. Загалом Львівська область знаходиться в зоні надлишкового зволоження і низького атмосферного тиску [4, 24].

Середньорічна кількість атмосферних опадів за даними спостережень останніх років складає від 700 до 1070 мм і має тенденцію до зростання.

Львівський регіон знаходиться на Головному Європейському вододілі тому це надає йому та навколишній природі певних рис:

1) оскільки на Головному вододілі лежать лише витoki річкових систем в області, то тут не має великих річок;

2) вододіл сприяє вищим значенням області над р. м. (в 2 рази) від середньої висоти України в цілому.

Поверхня території Львівщини розділена на природні регіони, що мають різноманітну геологічну будову та завдяки впливу вододілу також.

Північна частина області (Сокальщина) переходить у Волинську височину (~260 м над р. м.), та окремі підвищення Повчанські висоти і Мізоцький кряж (від 340 ÷ 360 м над р. м.).

На схилах Давидівського пасма (Лонганівська, Паркова і Снопківська височини), що є крайнім західним відрогом Гологоро-Кременецького кряжу – піднесеного північного уступу Подільської височини. закладалося древнє місто Львів (XIII ст.)

Південно-західний схил Давидівського пасма поступово переходить у Львівське Опілля, до складу якого входить Львівське плато, яке знаходиться південніше центру міста. Певна вирівняність рельєфу сприяла господарському освоєнню цієї території [4, 25].

Із вищеописаними височинами (рис. 1.1) межує височина Розточчя (північний захід) із північними та північно-західними околицями Львова. Це грядоподібне підвищення, розчленоване на окремі долини внаслідок діяльності льодовиків.

Зазначені території охоплені широкими миловидними долинами з маленькими потічками.

Такі природні особливості стають необхідними передумовами для розвитку житлових поселень та промислових зон.

Процеси урбанізації суспільства в історичному розрізі зростання міських та позаміських поселень в зазначеному регіоні все більше стають пріоритетними з року в рік.

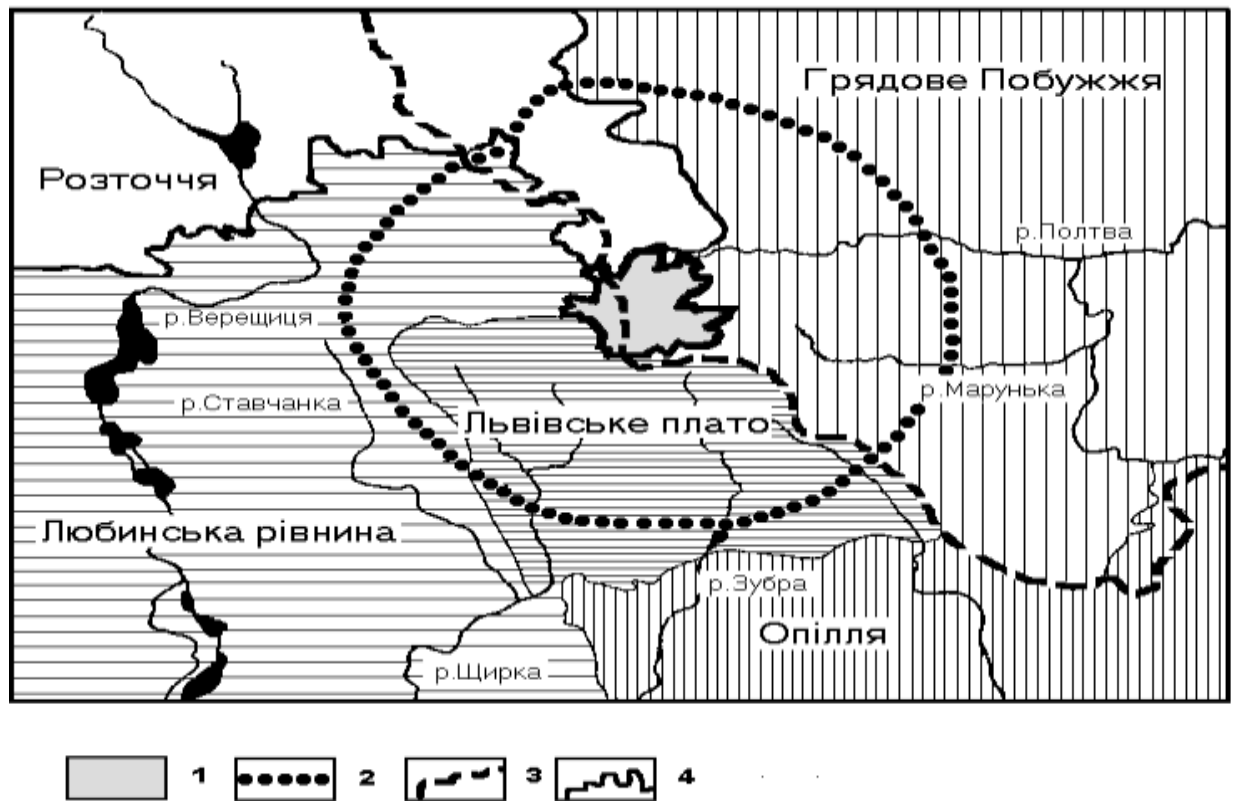


Рис. 1.1 – Схема природно-географічних районів околиць м. Львова:
 1 – межа міста; 2 – межа зеленої зони; 3 – Головний Європейський вододіл; 4 – межа природно-географічних районів [4]

На Львівському плато розташована велика частина міської забудови XIX-XXI ст., а також новобудови міста та довкола нього. Сьогодні місто невпинно розбудовується, стає мегаполісом, навіть в умовах війни.

Місто Лева та його передмістя (включно з Малехівською, Винниківською та Чижківською грядами) сьогодні активно розбудовуються.

При цьому по території Грядового Побужжя (Львівського плато) давно просунулися райони новобудов міста, зокрема на північ, що у Шевченківському районі. На західному напрямку – новобудови району Рясного, Залізничний район, сході – Личаківський район міста, півдні – Сихівський та Франківський райони, а Галицький район міста це – центральна частина з дещо меншими обсягами нового цивільного будівництва (рис. 1.2).

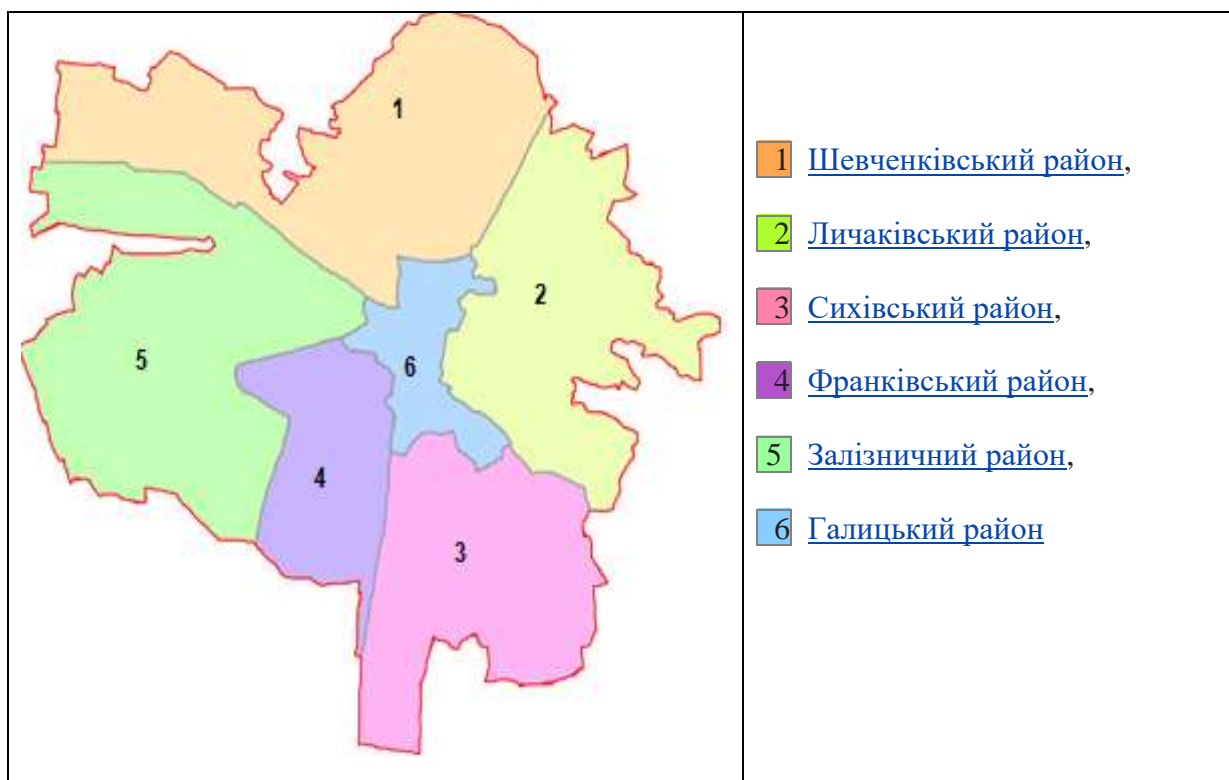


Рис. 1.2 – Схема сучасного адміністративного поділу м. Львова на райони [25]

Південний напрям територій Львівського Опілля та Надсяння належить до Львівського Передкарпаття. Ця природна область з географічною назвою Передкарпатського передового прогину характеризується своєрідною структурою та великими запасами природних викопних ресурсів (це такі як горючі копалини – нафта, газ, так і поклади сірки, калійних солей, а також запаси мінеральних вод тощо) [4, 25].

Південь Львівської області – це вже регіон Карпат, та відповідних адміністративних районів з багатими природними ресурсами: Верхньодніпровські Бескиди, Сколівські Бескиди і Стрийсько-Санська Верховина.

Загалом поверхню Львівської області поділяють на своєрідні широкі рівні, які поступово знижуючись, переходять з південного на північний напрями (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Рівні поверхні та висоти Львівської області [4]

№ з/п	Рівні поверхні	Короткий опис висот
1	I рівень – Карпати	Середні висоти близько 700 м над р. м. і максимальна висота на г. Пікуй (1406 м), яка є вершиною Вододільного хребта, що поділяє басейни Дністра і Тиси.
2	II рівень — Передкарпаття	Середні висоти понад 300 м над р. м. і максимальна висота 519 м на г. Радич на Межириччі Стривігору і Болозівки
3	III рівень – Львівське горбогір'я	середні висоти близько 350 м над р. м. і максимальна висота (472 м) на г. Камула в Гологірському пасмі.
4	IV рівень – Мале Полісся	Середні висоти близько 220 м, а максимальна — 276 м над р. м. на Буго-Стирському відтинку Головного Європейського вододілу
5	V рівень – Сокальське пасмо	Середня висота близько 210 м над р. м. і найменша абсолютна висота 180 м у долині Західного Бугу на границі з Волинською областю.

В межах платформи на розмитій поверхні протерозою залягає потужна товща осадових відкладів різного віку (кембрію, силуру, девону, карбону, юри, верхньої крейди і четвертинної системи).

Верхньокрейдові відклади в межах ділянки водозабору і прилеглої території мають повсюдне поширення. Залягають вони трансгресивно на розмитій поверхні палеозойських і юрських порід. В розрізі верхньокрейдових відкладів присутні переважно карбонатні породи, які моноклінально полого занурюються в західному і південно-західному напрямках. Потужність верхньокрейдових відкладів сягає сотень метрів [4].

Потужність відкладів сеноманського ярусу становить 5 – 15 м, залягають відклади на значних глибинах і практичного значення для водопостачання не мають.

Туронський ярус (потужність –50 - 80 м) літологічно представлений вапняками крейдоподібними, приховано кристалічними з жовнами Si чорного, димчастого і білого кольорів, що залягають на значних глибинах [4, 25].

На вапняках туронського ярусу залягають потужні товщі мергелів із різним вмістом піщаних фракцій (від світло-сірого до зеленувато-сірого кольорів). Всі яруси складені одноманітною товщею мергелів. Практичне значення для водопостачання має верхня частина відкладів, яка вражена тріщинуватістю вивітрювання.

Четвертинні відклади в межах району мають повсюдне поширення, часто змінюються і залягають на верхньокрейдових породах. Це поклади, які є важливою сировиною для будівельного виробництва. В літологічному відношенні вони представлені елювіальними мергелистими глинами, щебенем мергелів, а також суглинками, супісками з рідкими, малопотужними прошарками піску та пісками, які перекриті чорноземами і дерновими карбонатними ґрунтами на елювії карбонатних порід. Водонесний горизонт в четвертинних відкладах є практично малопотужним і місцеве населення для індивідуального водопостачання часто використовує криниці, або свердловини глибиною 15 - 18 м [4, 24].

Нижче зони інтенсивної тріщинуватості породи стають монолітними, місцями з волосяною тріщинуватістю. Ця тріщинуватість поступово затухає і на глибинах більше 100 м породи є практично водотривкими. Тріщинуватість верхньокрейдових відкладів нерівномірно поширена також і по площі. Мінімальна тріщинуватість характерна для вододілів, збільшуючись в напрямку до долин річок.

Водонесний горизонт верхньокрейдових відкладів в даному районі є основним і використовується як для центрального водопостачання міста, так і для індивідуального водопостачання населення.

Потік підземних вод водонесного горизонту в регіональному плані направлений з півночі, північного сходу на південь, південний захід.

Потоки підземних вод в межах локальних ділянок направлені від вододілів до долин річок, ярів, балок. В зонах тектонічних порушень верхньокрейдові відклади характеризуються значною водозбагаченістю [2].

1.2. Тенденції виробництва будівельних матеріалів України

Основою будь-якого будівельного об'єкта є будівельні матеріали, а їх промислове виробництво, що є багатогалузевим і базується на використанні природної сировини, передбачає взаємодію різних чинників впливу на промисловий процес, технології виготовлення, логістику тощо.

Для розвитку даної галузі в Україні є потенційна база місцевих сировинних ресурсів, які часто можуть бути взаємозамінними (кам'яні будівельні матеріали (природний камінь) та нерудні матеріали (вапняки, глини, слюди та ін.). При цьому важливою складовою, що впливає на якість будівельних виробів є технології добування та переробки сировини та матеріалів, їх властивості [18].

Широким є спектр основної продукції промисловості будівельних матеріалів України (рис. 1.3): різні види цементу (швидкотвердіючий, легкоукладальний, декоративний та інші); азбестоцементні листи та напірні труби з підвищеними характеристиками; різновиди кольорової керамічної плитки, сантехніки, скла (віконного теплозахисного, профільного, оздоблювального та склоблоки); хімічної промисловості (поліетиленова плівка); вироби та деталі з бетону (щільного, пористого силікатного); полімерні будівельні матеріали (тепло- і звукоізоляційні), тощо.



Рис. 1.3 – Види будівельних матеріалів та виробів

Слід відмітити, що база будівельного виробництва є однією з найбільш капіталомістких та диференційованих за рівнем елементів виробничої інфраструктури. Вона об'єднує підрядні будівельні організації, монтажні,

спеціалізовані організації, а також організації, котрі виконують роботи господарським способом. Розвиток будівельної індустрії України залежить від обсягів та темпів розвитку ряду галузей її промисловості, які на сьогодні порушені (чорної металургії, машинобудування, енергетики, виробництв будівельних матеріалів, деревообробної галузі та інших). Це в значній мірі передбачає та обумовлює складні міжгалузеві зв'язки капітального будівництва.

Так, загальновідомою є тенденція об'єднання навколо більших промислових зон (центрів та міст), що мають суттєві масштаби житлово-цивільного будівництва, підприємств з виготовлення будівельних металевих конструкцій, збірного залізобетону, або ж столярних виробів тощо.

Підвищення цін на енергоносії і тарифів на вантажоперевезення, а також високий податковий тиск, реалії війни викликали зростання вартості продукції галузі та, як наслідок, падіння її конкурентоздатності. Вирішення проблем галузі ускладнене надзвичайно низьким технічним рівнем багатьох її підприємств, випробуваннями енергетичної блокади з боку Росії. Тому на сьогодні будівельна галузь перебуває у непростій фазі стабільної регресії та повільного розвитку в умовах воєнної агресії та певного зниження обсягів виробництва, як будівельної сировини, так і самого будівництва [9].

Антропогенний чинник тиску на довкілля лише посилюється за останні роки, оскільки до чинників виробничого характеру додалися чинники мілітаризації, відповідно і загибелі великої кількості біоти. В суспільстві значно зросли соціально-економічні проблеми та знизився природно-ресурсний потенціал виробництва.

Фахівці макроекономіки наводять приклади залежності добробуту країн від ефективності будівельної індустрії. Прикладом слугують країни Європи, де відсоток будівництва становить 5-7% від загального ВВП, що є показовим для економічного зростання.

Показники ж вітчизняного будівництва становила останні 5 років до

війни від 2 до 3 %, поступово зростаючи, не дивлячись на коронавірусну пандемію.

Війна в Україні сповільнила зростання темпів як вітчизняного будівельного виробництва, так і за кордоном. Основні причини таких негативних для економіки процесів: військові дії (руйнування частини підприємств-постачальників сировини і будівельної продукції для ринку країн Європи та України), порушення логістичних зв'язків (частина портів не функціонує, а дорожні маршрути мають обмежений товарообіг), зростання цін на енергоносії та сировину (матеріали), а також низькі показники попиту на ринку продажів.

1.3. Будівельна індустрія та навколишнє середовище

Будівельне виробництво починається з відчуження земель, розчищення територій, зрізання рослинного шару і проведення земляних робіт. При цьому корінних змін зазнають біогеоценози цих територій. При освоєнні будівельних майданчиків руйнується родючий шар ґрунту і рослинний покрив, відбуваються докорінні руйнування біогеоценозів.

Верхній родючий шар ґрунту руйнується і на територіях, які використовуються тимчасово. На жаль, вимоги СНіП про збереження ґрунтів відносять зазвичай до сільськогосподарських угідь (рекультивування), а заходи збереження ґрунту підвищує вартість будівництва. Отже, за благоустрою території замість знищеного шару завозиться ґрунт із угідь (зі сівозміни виводяться тис. га земель). У результаті земляних робіт розробляються мільярди кубічних метрів ґрунту за рік. Більша частина розробленого ґрунту йде у відвали. Розробка і перевезення ведуть до забруднення повітря пилом, токсичними вихлопами газів будівельних, дорожніх машин і транспорту. Відвали вивезеного ґрунту змінюють природний ландшафт, морфологію ділянок земної поверхні, сприяють ерозії тощо [9, 10]. Все це створює несприятливі умови для життя людей.

Впливають на навколишнє середовище самі будівельні матеріали

(радіоактивність, токсичність, пилоутворення), які використовуються в будівництві, будівельні машини і транспорт, організація і культура виробництва (руйнування ґрунтового шару тимчасовими під'їзними шляхами, токсичні викиди машин і транспорту, шум, вібрація, електромагнітні поля) [2].

Звичайно, будівництво супроводжується великим обсягом будівельних відходів. Разом зі сміттям щорічно в будівництві втрачається більше 1 млн. т металу, 30 % скла, до 15 % цементу, до 17 % цегли перетворюється на бій та йде у відходи, а 40 % цеглин мають ті чи інші пошкодження. За рік на звалища викидається до 2 млн. тонн асфальтобетону, який містить до 120 тис. т бітуму, а також пісок, гравій, інші матеріали. Одні відходи вивозять на розміщені довкола міста звалища, частину спалюють на будівництві або на звалищах, частину закопують, що негативно впливає на ґрунт, повітряне середовище, водойми .

Роботи на майданчиках з будівництва різних об'єктів негативно відбиваються на стані навколишнього середовища. Ступінь впливу залежить від виду матеріалів, які використовуються, від технології зведення об'єкта, технологічного оснащення будівельного виробництва, типу і якості машин, механізмів і транспортних засобів, типів і потужності двигунів, організації технологічних процесів.

Будівельні машини та обладнання — основа будь-якого технологічного процесу зведення будівель, споруд, автомобільних шляхів, аеродромів тощо. Вони виконують роботи, взаємодіють з навколишнім середовищем і негативно впливають на повітряне середовище, ґрунт, біосферу, поверхню, ґрунтові води тощо.

До негативних впливів будівельних машин і виробництва в загальному на навколишнє середовище відносять:

1. Викиди відпрацьованих газів, компоненти яких залежно від природи речовин відносять до різних класів небезпеки.

2. У зоні будівництва розміщуються майданчики для зберігання

матеріалів, будівельно-шляхових машин і обладнання, іноді паливо-мастильних матеріалів. У процесі роботи трапляється витікання паливо-мастильних матеріалів через несправність машин і обладнання, недбалість, недисциплінованість і незнання робітників.

3. При русі будівельних машин руйнується шар ґрунту, який практично не відновлюється.

4. Влаштовуються стоянки, зупинки, майданчики, з'їзди біля водотоків, скидаються забруднені води, сміття у межах водоохоронних зон.

5. Будівельні машини та обладнання, як уже вказувалося, чинять на довколишнє середовище фізичний вплив, створюють вібрацію, шум, електромагнітні поля [1, 8].

Наведемо екологічні вимоги щодо матеріалів для будівництва. Майже дві третини, а то й більше свого життя сучасна людина проводить у приміщеннях, побудованих із залізобетону, керамзитобетону, шлакобетону, золівмісного бетону, часто з токсичними хімічними домішками для покращання якості, умов твердіння тощо.

При невеликій вологості повітря деякі синтетичні матеріали при натиранні або ходьбі електризуються до потенціалу 1500 В/м, що доволі негативно впливає на стан людини.

На сьогодні полімерні матеріали підлягають гігієнічній оцінці. При цьому враховуються функціональне призначення матеріалів і особливості будівель і споруд, тривалість перебування в них людей, кліматичні умови тощо. Затверджено спеціальний «Перелік полімерних матеріалів і конструкцій...», які дозволені до використання в будівництві. Загалом, будівельні об'єкти поділені на групи (А, Б, В). Наприклад, до групи А (з найжорсткішими вимогами) входять дитячі будинки, житлові будинки, лікарняно-профілактичні заклади.

Синтетичні покриття можуть використовуватися в громадських будівлях з малою інтенсивністю руху людей, у приміщеннях, які не потребують вологого прибирання з використанням синтетичних миючих

засобів (палацах, готелях, культурно-видовищних об'єктах тощо) і не допускаються при будівництві житлових будинків, дошкільних і лікувально-профілактичних закладів, залів для лікувально-профілактичної фізкультури.

Різними галузями промисловості виробляються мільйони тонн різних відходів і супутніх продуктів: шлаків, попелу, виносу, шламів глиноземної та хімічної промисловості, бокситових шламів, фосфогіпсів і супутніх продуктів інших виробництв. Усі вони широко використовуються в будівництві, хоч багато з них мають радіоактивність та токсичність.

Економічні та технологічні міркування не повинні переважати над міркуваннями екологічними, які захищають здоров'я людини та її довголіття.

При виборі матеріалів для будівництва будь-якого інженерного об'єкта громадської, промислової, транспортної або іншої споруди до недавнього часу розглядалися лише такі його характеристики: функціональне призначення, фізико-механічні властивості, довговічність. При цьому мали на увазі і вплив на матеріали природно-кліматичних факторів, які обумовлюють їхню довговічність (вплив води, солей, кисню повітря, сонячної радіації тощо), і дуже мало зверталось уваги на те, що будівельні матеріали природного (дроблені матеріали, які отримують з гірських порід, ґрунтів) і техногенного (відходи виробництва) походження мають радіоактивність і токсичність, що вимагає висування до будівельних матеріалів таких екологічних вимог:

- поновлюваність – можливість заповнити прогалини їхнього видобутку в природному середовищі;
- мінімальність витрат енергії при їхньому видобуванні, переробці і використанні;
- мінімальне забруднення природного середовища (повітря, води, ґрунтів, флори, фауни).

Таким чином, використання будівельних матеріалів загалом повинно бути не збитковим для навколишнього природного середовища та людини та мати ознаки екологічності.

1.4. Сучасний техногенно-екологічний стан Львівського регіону

Аналіз попередніх років показує, що Львівська область була в десятці найбільших забруднювачів за результатами екологічного рейтингу серед областей, що пояснювалося низкою чинників: значним промислово-господарським потенціалом, чинниками урбанізації, мілітаризацією та воєнними подіями у східних регіонах України. Проте, слід зазначити, що за останні 5 років викиди суттєво скоротилися (~ 34 тис. т) внаслідок як тих же чинників, так і зниження промислових обсягів виробництва.

Виділимо основні екологічні проблеми регіону та найбільші джерела його забруднень.

В розрізі питань охорони атмосферного повітря Львівщини впродовж 2019 - 2022 років було обстежено в середньому понад 600 підприємств за рік, а також більше 1 тис. пересувних джерел на вміст забруднюючих речовин у відпрацьованих газах. Найбільша кількість порушників була притягнута до адміністративної відповідальності за випуск на лінію та експлуатацію несправних або ж не підготовленим відповідним чином автотранспортних засобів. Як правило, у них під час перевірки вміст забруднювальних речовин у відпрацьованих газах перевищував встановлені нормативи. Порушникам встановлено штрафи [24- 26].

За результатами статистичних інформативних зведень обсяги викидів у повітряний простір забруднювальних речовин від стаціонарних джерел викидів об'єктів Львівщини за 2021 р. становили понад 75 тис. т (тоді як у 2020 році цей показник був на 1 тис. т вищим, а у 2019 р. – перевищував показник 2021 р. на 11 тис. т). Проте відомо, що частка викидів забруднювачів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел становить близько 50% від загальної кількості викидів по Львівській області (табл. 1.2). Залишкова частка припадає на пересувні джерела та інші забруднення (наприклад, стихійного характеру).

Таблиця 1.2 – Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря Львівської області за період 2019- 2021 р. [24, 25]

Показники	2021 рік	2020 рік	2019 рік
Загальна кількість (одиниць) дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, виданих у поточному році суб'єкту господарювання, об'єкт якого належить до:			
другої групи	408	444	724
третьої групи	86	104	153
Викиди забруднюючих речовин та парникових газів від стаціонарних джерел, тис.т	322	340	571
Викиди забруднюючих речовин та парникових газів від стаціонарних джерел, тис.т	75,082	76,013	88,865
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, від стаціонарних джерел у розрахунку на км ² , т	3,5	3,5	4,1
Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, від стаціонарних джерел у розрахунку на одну особу, кг	30,3	30,3	35,4

Викиди (тис. т) в повітряний простір області забруднювальних речовин стаціонарних джерел за період 2000-2021 р. подано на рис. 1.4.

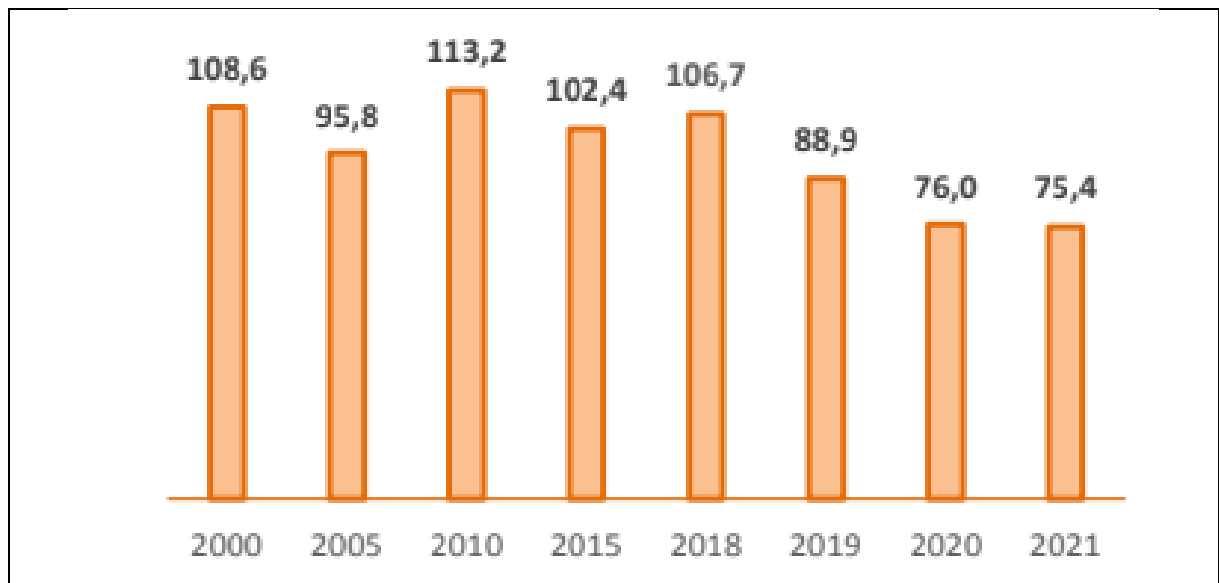


Рис. 1.4 – Викиди забруднювальних речовин (тис. т) в атмосферне повітря області від стаціонарних джерел за період 2000-2021 р. [25]

При проведенні екологічних інспекційних перевірок, як свідчать аналізи актів, значна увага приділялася таким чинникам: наявності дозволів на викид шкідливих речовин в атмосферу, дотриманню умов дозволів,

наявності та веденню первинного обліку за викидами шкідливих речовин, проведенню лабораторного контролю за встановленими величинами викидів, достовірності складання статистичної звітності, розрахунку платежів за забруднення навколишнього природного середовища, стану експлуатації пилогазоочисного обладнання, виконанню приписів і передбачених заходів повітряної охорони.

Щодо якісних показників зареєстрованих обсягів емісії речовин, слід відмітити значні обсяги викидів метану CH_4 , карбону (понад 3×10^3 т), оксидів сульфуру, нітрогену, сполук металів тощо (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел Львівської області [25]

Назва речовини	Обсяги викидів (т)		
	2021	у % до 2020	у % до підсумку
Усього	75433,1	99,2	100,0
у тому числі			
метали та їх сполуки	155,5	569,2	0,2
речовини у вигляді твердих суспендованих частинок	6076,1	94,2	8,1
сполуки азоту	6071,0	103,4	8,1
діоксид та інші сполуки сірки	19714,3	89,4	26,1
неметанові леткі органічні сполуки	2172,3	108,7	2,9
оксид вуглецю	4315,1	110,4	5,7
метан	36894,2	103,4	48,9
Крім того, діоксид вуглецю, тис.т	3126,0	105,3	x

За результатами перевірок та екологічного контролю довкілля регіону найбільші обсяги викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря мають підприємства видобувної та енергетичної галузей.

Щодо показників емісії за 2021 р. серед найбільших 100 підприємств-забруднювачів атмосферного повітря України, то у Львівській області визнано два об'єкти – ПАТ «ДТЕК Західенерго» ВП «Добротвірська ТЕС» та шахта «Степова» ДП «Львів-вугілля» (рис. 1.5).



а

б

Рис. 1.5 – Основні забруднювачі атмосферного повітря Львівщини – «Добротвірська ТЕС» (а) та шахта «Степова» (б)

Інспекціями також встановлено не враховані дозвільними документами викиди на джерелах 25 підприємств області (2021 р.). На окремих підприємствах було також виявлено недотримання умов, наданих дозволом на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, а також порушення правил експлуатації пилогазоочисних установок.

Хоч у період з 2021 по 2022 р. на території області не зафіксовано аварійних забруднень атмосферного повітря від підприємств (фінансування природоохоронних заходів призупинено, а тому остання інформація може бути менш достовірною), однак внаслідок ракетних обстрілів зафіксовано аварійні ситуації та значні руйнування на території міста та області.

На багатьох підприємствах області розроблені програми та впроваджуються заходи, спрямовані на зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Зокрема, на виробництвах, що працюють з сипучими та полідисперсними матеріалами встановлено системи обезпилення, або ж сучасні ефективні рукавні фільтри.

Для розв'язання низки екологічних проблем розроблені заходи та програми на підприємствах, проте в повних обсягах ці програми ще не впроваджено. Попереду суспільство матиме великі обсяги екологічних відновних ініціатив та застосування технологій захисту довкілля.

2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика забруднюючих речовин при виробництві сухих будівельних сумішей

За своїм складом домішки, що надходять в атмосферу, поділяються на газоподібні, тверді та рідкі. При цьому, частка газоподібних речовин (оксидів карбону (II, IV), та інших похідних сульфуру, оксидів нітрогену, вуглеводнів, інших органічних сполук) складає близько 90%, а частка твердих - близько 10%.

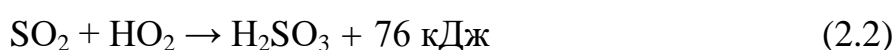
Оксид вуглецю (II) CO. Вміст оксиду карбону (CO) в атмосфері незначний: коливається від сотих часток до $0,2 \text{ млн}^{-1}$ (для порівняння - диоксид карбону в середньому становить 325 млн^{-1}). Основна маса оксиду карбону (II) утворюється при згорянні добутого палива. При цьому, двигуни внутрішнього згорання є головним джерелом викидів цього виду.

Діоксид сульфуру (IV), або сірчистий газ (SO₂) - друга за масовою часткою речовина, що забруднює атмосферу. Основне джерело – використання людиною природного палива, насамперед вугілля, оскільки будь-який вид природного палива вміщує сполуки сульфуру від незначних (десятих) часток до 5-7 %. Згідно з оцінками, у тропосфері щорічно викидається біля кількох сотень т SO₂, причому 70% цих викидів іде за рахунок спалювання вугілля, а 16% – рідкого палива, особливо мазуту. Однак, ці цифри кардинально змінюються, збільшуючись з кожним роком.

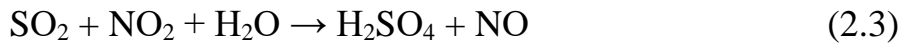
Як правило, руйнування та хімічне перетворення SO₂ в атмосфері відбувається в результаті дії сонячної УФ-радіації, яка сприяє утворенню сірчаного ангідриду SO₃ за реакцією [20]:



Під час контакту з водяними парами утворюється сульфїтна кислота:



У забрудненій та вологій атмосфері зазвичай проходить також хімічна взаємодія, що може призводити до утворення й сірчаної кислоти H_2SO_4 :



Сірководень H_2S . Антропогенна емісія сірководню невелика. Більша його частина надходить у результаті діяльності мікроорганізмів ґрунту та морської води (близько 100 Мт/рік).

Роль **сполук сульфуру** (сульфатів) значна насамперед тому, що більші частинки їх слугують ядрами конденсації та утворення туманів.

У зв'язку зі збільшенням антропогенних викидів сульфатів в останні десятиріччя помітно зросла їх біологічна активність, яка супроводжується отруєнням рослинності та тваринного світу кислими дощами.

Сполуки нітрогену. Значна кількість оксиду та діоксиду азоту утворюється в процесі горіння при високій температурі, насамперед, у двигунах внутрішнього згорання.

Діоксид нітрогену - стійкий газ жовтого кольору, в більшості випадків надає повітрю коричневого відтінку. Під впливом УФ-радіації NO_2 руйнується, переходячи до NO . Руйнування NO_2 відбувається також при температурі, вищій за 600 °С. Це і пояснює більш високий вміст NO у порівнянні з вмістом NO_2 у відпрацьованих газах автомобілів. Діоксид нітрогену утворюється вже в повітрі з викидами газів відповідно до реакції [20]:



Загальну масу NO_2 , яка щорічно викидається в атмосферу в процесі діяльності людини, оцінюють у 15-20 Мт, що складає приблизно 0,1 маси цього газу, утворюваного природним шляхом (грозова і вулканічна діяльність, розклад мікроорганізмами). NO_2 зберігається в атмосфері десь близько трьох діб. Під час взаємодії з водяними парами він перетворюється на кислоту HNO_3 та її солі, що повертаються в ґрунти з вологою.

Вуглеводні. При неповному згорянні палива відбувається утворення

шкідливих канцерогенних циклічних вуглеводнів. Особливо багато канцерогенних (що викликають рак легень) вуглеводнів міститься в гудронах і сажі, які викидаються дизельними двигунами та опалювальними системами. Слід згадати також акролеїн – супертоксичну сполуку. Ця речовина утворюється та потрапляє в атмосферу не тільки в районах підприємств, які його виробляють, а й із відпрацьованими газами, що містять продукти неповного згоряння палива [19, 20].

Тверді домішки (аерозолі). До складу аерозолу завжди входять сульфати, органічні сполуки, твердий карбон та вода, відносний вміст яких коливається в широких межах.

Твердий карбон - це різного виду сажа, радіус частинок якої в момент утворення близький до 0,003-0,005 мкм, а концентрація від - 1 мкг/м³, в особливо чистих районах, до 10-30 мкг/м³, у сильно задимлених. Загальна маса сажі оцінюється приблизно в 5 Мт, а швидкість надходження - близько 500 Мт/рік. Відомо, що швидкість надходження в атмосферу твердого вуглецю складає близько 10% від швидкості викиду газоподібного вуглецю у вигляді CO₂ та CO і швидко зростає зі збільшенням об'єму спалюваного палива.

Роль сажі в атмосфері визначається як шкідливою дією на людину (канцерогенна), так і тим, що з усіх складових аерозолу сажа найбільше поглинає сонячну та земну радіацію в широкому діапазоні довжин хвиль (від 0,25 до 13 мкм) і тим самим може здійснювати суттєвий вплив на термічний режим атмосфери і земної поверхні [19].

Будівельне виробництво, пов'язане з добуванням та використанням будматеріалів (подрібнення порід у кар'єрах, виробництво цементу та ін.), є джерелом частинок важких металів (цинку, свинцю, міді, алюмінію тощо). До складу цементу, що осідає поблизу індустриальних міст, входить полідисперсний пил чималої кількості різних мінералів: кварцу, кальциту, гіпсу, польового шпату, азбесту, викликаючи незворотні пошкодження легень [18, 20]. Пил повітря індустриальних районів включає в середньому

20% оксиду заліза, 15% силікатів, 5% сажі, слід додати оксиди мангану, ванадію, молібдену, арсену, стибію, особливо токсичних селену, телуру, а також фторидів тощо.

2.2. Методи досліджень

Планові вимірювання (інвентаризацію викидів) на джерелах проводили згідно графіку, використовуючи стандартні методики та відповідне обладнання для джерел різної потужності.

Перелік стандартних методик з визначення концентрацій забруднюючих речовин на підприємстві ТОВ «Ферозіт» наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Методи визначення концентрацій забруднювальних речовин

Код речовини	Найменування речовини	Найменування методики	Формули для розрахунків
0214	Кальцію гідроксид (гашене вапно)	Визначення концентрації оксиду кальцію атомно-абсорбційним методом	Спектрометричне визначення (закон Бугера-Ламберта-Бера): $A = \lg(I_0/I) = k l C$
0301	Оксиди нітрогену	Визначення концентрації суми NO ₂ фотометричним методом з сульфоциловою кислотою	$C = m \cdot V_p / V_a \cdot V_0,$ $V_{\Gamma} = \eta \cdot \tau,$ $V_0 = \frac{273 \cdot V_R \cdot (P + \Delta P)}{760 \cdot (273 + t)},$
0337	Оксиди карбону	Визначення концентрації оксиду вуглецю з використанням ГХ-Ч і ГХ-СО-5	$C_p = \frac{C \cdot P \cdot 293}{760 \cdot (273 + t)}, \text{мг} / \text{м}^3.$
2907	Пил неорганічний SiO ₂ > 70%	Методика визначення концентрації пилу в технологічних газах	$C = \frac{(m_{\text{кін.}} - m_{\text{поч.}}) \cdot 1000}{Q \cdot t}, \text{мг} / \text{м}^3$ де 1000 – коефіцієнт перерахунку об'єму повітря з літрів у метри кубічні; t – тривалість прокачування повітря, хв.
2908	Пил неорганічний SiO ₂ 70 – 20%		
2909	Пил неорганічний SiO ₂ < 20%		
2914	Пил неорганічний гіпсовий		

Масову концентрацію пилу С з різним вмістом SiO_2 , а також оксидів карбону (II) і (IV), нітрогену, гідроксиду кальцію розраховують за відомими методиками та формулами (табл. 2.1). Визначення вмісту речовин здійснюють згідно стандартизованих методик, а розрахункові формули наведено як в таблиці 2.1, так і відповідній літературі [19, 20].

Для вимірювань використовують нижче приведений перелік обладнання та матеріалів: барометр, відкривач індикаторних трубок, індикаторні трубки (ІТ) для визначення оксиду карбону (IV), поліетиленовий мішок місткістю 3-5 літрів, насос-аспіратор, термометр.

Інформацію щодо інструментальних засобах вимірювання розміщено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Відомості про засоби вимірювання

Найменування засобу вимірювання	Тип	Заводський номер	Похибка вимірювання
Мікроманометр	ММН2400	2959	клас точності - 1.0
	М822	882642	+/-5%
	М-67	3271	+/-5%
	ЛХМ-30	321	+/-0.5%
	М-34	1888	+/-5.5%
	ТЛ-2	165	+/-0.1%
	ТПК	85321	+/-0.1%
	КФК-2	8505008	+/-1 1%
	ВЛР-20	429	+/-0.015%
	Г2-1110	324	+/-0.0001%

Залежно від класу сполуки в пробі, її агрегатного стану та концентрації застосовуються різні методи аналізу: фотометричний, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, хроматографії та інші.

В процесі виміру кількості шкідливих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, визначалися наступні показники: концентрації

газоподібних шкідливих речовин; запиленість газових потоків та вміст аерозольних домішок; швидкість газових потоків; тиск або розрідження газових потоків; температура газових потоків; вологість газових потоків [19].

Відомий експрес-аналіз повітря на вміст CO_2 використовують за умов контролювання викидів пересувних джерел. При цьому роблять зазначену в інструкції кількість закачувань насосом, крізь ІТ повітря приміщення (вулиці, парку). Визначають зміну забарвлення і довжину стовпчика наповнювача, що прореагував після прокачування.

Для точних результатів аналізу проводять заміри температури повітря (t , $^{\circ}\text{C}$) та атмосферного тиску (P , мм рт. ст.) для моменту прокачування повітря насосом. Розміщують ІТ поряд зі шкалою, зображеною на етикетці, і визначають концентрацію CO_2 (C) за стовпцем, що змінив забарвлення. Значення концентрації, виміряне за температури t і тиску P , приводять до нормальних умов. Розрахунки здійснюють за формулою, наведеною в табл. 2.1.

Визначення оксидів нітрогену різної природи в повітрі стандартними методиками. Метод призначений для вимірювання в першу чергу концентрації оксидів нітрогену ($\text{NO}+\text{NO}_2$) в повітрі в межах від 2,05 до 102,6 $\text{мг}/\text{м}^3$ (або об'ємній частці від 0,0001 до 0,005%). При цьому можна використовувати газовизначник (аналізатор) ГХ-М $\text{NO}+\text{NO}_2-0,005$ [20].

Метод ґрунтується на послідовному окисненні оксиду нітрогену NO до діоксиду перманганатом калію в кислому середовищі і окисненні йодиду калію діоксидом азоту з утворенням йодохрохмального комплексу синього кольору.

Якщо після одного ходу аспілятора забарвлення в трубці не з'явиться або не досягне другої поділки шкали, то роблять ще 9 ходів аспілятора, тобто пропускають через трубку 1000 см^3 повітря. Вміст оксидів N_xO_y визначають за градуовальною шкалою на трубці або футлярі, розділивши цифру, що відповідає поділці шкали, до якої забарвився індикаторний порошок, на 10000.

Для перерахунку вмісту оксидів азоту з об'ємних часток (в %) в мг/м³ використовують дані табл. додатків зі стандартів методик відповідних вимірювань концентрацій газів [19, 20].

Якщо необхідно окремо визначити вміст оксидів азоту, то спочатку визначають їх сумарний вміст, а після цього вміст оксиду нітрогену (IV). Для цього беруть другу індикаторну трубку, відломлюючи обидва кінці і вставляючи в аспіратор за напрямком стрілки з позначенням NO₂.

Визначають вміст діоксиду азоту за методикою, сумістивши початок забарвленого шару з нульовою поділкою шкали на футлярі. Вміст NO визначають як різницю (Δ) між сумарним вмістом оксидів азоту і вмістом самого діоксиду азоту.

Для одержання більш достовірних даних при окремому визначенні вмісту оксидів азоту вимірювання слід виконувати одночасно двома трубками з відбором проби з одної точки за допомогою трійника. Для цього виконують заміри, під'єднуючи індикаторні трубки до отворів трійника з однієї сторони, а до аспіраторів – з іншої.

Визначають концентрацію NO_x в повітрі з формули, наведеної в таблиці 2.1. Для розрахунків V₀ (об'єм відібраної проби повітря, приведений до н. у.), знаходять за формулою:

$$V_0 = V_{\Gamma} \cdot K \text{ (дм}^3\text{)}, \quad (2.4)$$

де m - маса діоксиду азоту, знайдена по градуовальній характеристиці, в об'ємі розчину, взятого для аналізу, мкг; V_Г- об'єм повітря, що аспірувався;

Тоді об'єм повітря, що аспірувався (V_Г) розраховують за добутком η (витрата повітря, що аспірувалось, л/хв) на τ (час аспірації повітря, хв):

$$V_{\Gamma} = 0,25 \cdot 20 = 5 \text{ (дм}^3\text{)}.$$

K – коефіцієнт з рівняння 2.4, знаходять за формулою:

$$K = \frac{273 \cdot P}{760 \cdot (273 + t)}, \quad (2.5)$$

T - температура повітря, °C; P - атмосферний тиск, (мм. рт. ст); V_р- об'єм проби взятої на аспірацію, V_р = 6 мл; V_а - об'єм проби взятої на аналіз,

$V_a = 5$ мл.

Метод визначення диоксиду сульфору застосований для вимірювання його масової концентрації в повітрі в межах від 5,70 до 200,0 мг/м³ (або об'ємної частки від 0,00020 до 0,007 %). При цьому використовують газовизначник ГХ-М SO₂ - 0,007 [12].

Він ґрунтується на окисненні діоксиду сульфору йодом при наявності крохмалю за зміною кольору індикаторного порошку з сіро-синього на білий.

Якщо після одного ходу аспіратора знебарвлений шар індикаторного порошку в трубці не досягне другої поділки шкали, то роблять ще 9 ходів аспіратора, тобто пропускають через трубку 1000 см³ суміші.

Вміст оксиду сульфору (SO₂) визначають за градуовальною шкалою на трубці або футлярі, розділивши цифру, що відповідає поділці шкали, до якої знебарвився індикаторний порошок, на 10 000.

Для перерахунку вмісту діоксиду сульфору з об'ємних часток (в %) в мг/м³ використовують дані табл. 2.3.

Таблиця 2.3 –Перевідні коефіцієнти для розрахунку вмісту диоксиду сульфору

Об'ємна частка, %	мг/м ³	Об'ємна частка, %	мг/м ³
0,00020	5,70	0,00200	57,00
0,00050	14,25	0,00350	100,00
0,00100	28,50	0,00500	142,50
0,00150	42,75	0,00700	200,00

Вміст сірководню (C₁, мл/м³) та діоксиду сульфору (C₂, мл/м³) розраховується за кількістю використаних на титрування йоду та луґу [19] згідно формул:

$$C_1 = \frac{17 \cdot (2V - S) \cdot C}{2V_o} \cdot 1000, \quad (2.6)$$

$$C_2 = \frac{32 \cdot (S - V) \cdot C}{2V_o} \cdot 1000, \quad (2.7)$$

де V - об'єм розчину йоду концентрацією 0,05 моль/л, використаний на титрування розчину, мл; V_1 - об'єм розчину тіосульфату натрію, мл; V_2 - об'єм розчину тіосульфату натрію в третій поглинальній склянці, мл; V_0 - об'єм пропущеного газу, дм^3 ; S - об'єм розчину гідроксиду натрію, мл; C - концентрація тіосульфату натрію, мл; 17 - молярна маса еквівалента сірководню, г/моль; 32 - молярна маса діоксиду сульфуру, г/моль.

Об'єм газу при нормальних умовах розраховують за формулою:

$$V_o = \frac{273 \cdot V_R \cdot (P + \Delta P)}{760 \cdot (273 + t)}, \quad (2.8)$$

V_R - об'єм пропущеного через поглинач газу при умовах відбору, мл;

P - атмосферний тиск, мм.рт.ст.;

ΔP - надлишковий тиск у водяного аспіратора, мм.рт.ст.;

t - температура газу перед аспіратором, $^{\circ}\text{C}$.

Залежно від класу сполуки в пробі, її агрегатного стану та концентрації застосовують різні методи аналізу: фотометричний, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, хроматографії та інші.

В процесі виміру кількості шкідливих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, визначали наступні показники [16, 20]:

- концентрації газоподібних шкідливих речовин;
- запиленість газових потоків та вміст аерозольних домішок;
- швидкість газових потоків;
- тиск або розрідження газових потоків;
- температура газових потоків;
- вологість газових потоків.

Проведення відбору проб та їх аналіз проводився згідно нормативно-методичної літератури, довідкових матеріалів, а також матеріалів інвентаризації шкідливих викидів підприємства.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика підприємства ТОВ «Ферозіт»

Тридцять років тому (1993 р.) було започатковано виробниче підприємство ТОВ «Ферозіт», яке спершу виготовляло склопластикові комплектуючі для автомобілів, а вже через 5 років (1998 р.) розпочало нову еру українського виробництва сухих будівельних сумішей.

Територія підрозділів підприємства знаходиться в північно-західній частині м. Львова (вул. Шевченка, 317), а виробництва розміщені на одній промисловій площадці (рис. 3.1, рис. А.1).

Асортимент продукції «Ферозіту» постійно оновлюється. Так у далекому 2000 році розпочато виробництво будівельних ґрунтовок. Також розширено високоякісну продукцію водно-дисперсних фарб, шпаклівок, штукатурок та клеїв. Двадцять один рік тому було введено в експлуатацію також виробництво пінополістиролу під однойменною торговою маркою.

Сьогодні загалом підприємство випускає широкий асортимент різноманітної продукції для будівельно-ремонтних робіт:

- клеї для плитки, мармуру, систем теплоізоляції, гіпсокартону, гіпсових та пінобетонних блоків;
- штукатурки та декоративні акрилові штукатурки «Мозаїка», «Шуба», «Короїд»;
- різноманітні шпаклівки, в тому числі акрилові;
- суміші для підлоги;
- ґрунтовки;
- фарби;
- зовнішні теплоізоляційно-оздоблювальні композиції [7, 15].



а



б

Рис. 3.1. Фасад офісів, геолокація (а) та світлини заводів підприємства ТОВ «Ферозіт» (б)

Сьогодні «ФЕРОЗИТ» – лідер з виробництва сухих будівельних сумішей різного призначення. Тут є лінія підготовки сировини та виробничі лінії з виробництва як цементно-піскових, так і гіпсових сумішей. Також функціонують лінії виробництва ґрунтовок і фарб, лінія пінополістиролу, а також лінії декоративних акрилових штукатурок та фарбування кварцових пісків (рис. 3.2).



Рис. 3.2 – Декоративні акрилові штукатурки українського виробництва «Ферозіт» (м. Львів)

Показники виробничої діяльності ТОВ «Ферозіт» за 2021 р. наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники виробництва ТОВ «Ферозіт» (2020-2021 р.)

№	Показники	Од. вим.	К-сть
1	Виготовлення фарб	т	850
2	Виготовлено штукатурних мас	т	2480
3	Виготовлення клеючих сухих сумішей	т	2700
4	Виготовлено пінополістиролу	м ³	12950

Фірма ТОВ «Ферозіт» повністю забезпечена механізмами, обладнанням і засобами малої механізації (табл. 3.2) для виробництва продукції під однойменною торговою маркою.

Таблиця 3.2 - Механізми, обладнання і засоби малої механізації ТОВ «Ферозіт»

№	Машини, механізми, обладнання	Од.вим.	К-сть
1	Конвеєри	шт	25
2	Фасувальні станки	шт	6
3	Станки з металообробки	шт	4
4	Дробильні, дозувальні механізми	шт	10
5	Бетонозмішувачі	шт	4

Уся продукція однойменної назви з підприємством «FEROZIT» є сертифікованою згідно вітчизняних та європейських норм (DIN, EN), а нормативно-технічна документація також відповідає стандартам [8, 11, 18]. Слід зазначити, що ці впровадження та сертифікати, дозволяють імплементувати світові стандарти якості продукції, і діють вони на підприємстві вже майже двадцять років.

ТОВ «Ферозіт» складається з таких структурних підрозділів:

- **Завод із випуску сухих сумішей і фарб:**
 - транспортний цех;
 - пакувальна дільниця;
 - дільниця приймання і переробки вхідної сировини;
 - виробничий цех;

- лабораторія;
- склад готової продукції;
- цех підготовки напівфабрикатів.
- **Завод із випуску пінополістиролу:**
 - формувальний цех;
 - пакувальна дільниця.

План-схема промислової площадки ТОВ «Ферозіт» виконана в масштабі 1:1000 з нанесеною системою координат та джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря (рис. А.1 дод. А).

3.2. Технологічні процеси виготовлення сухих будівельних сумішей

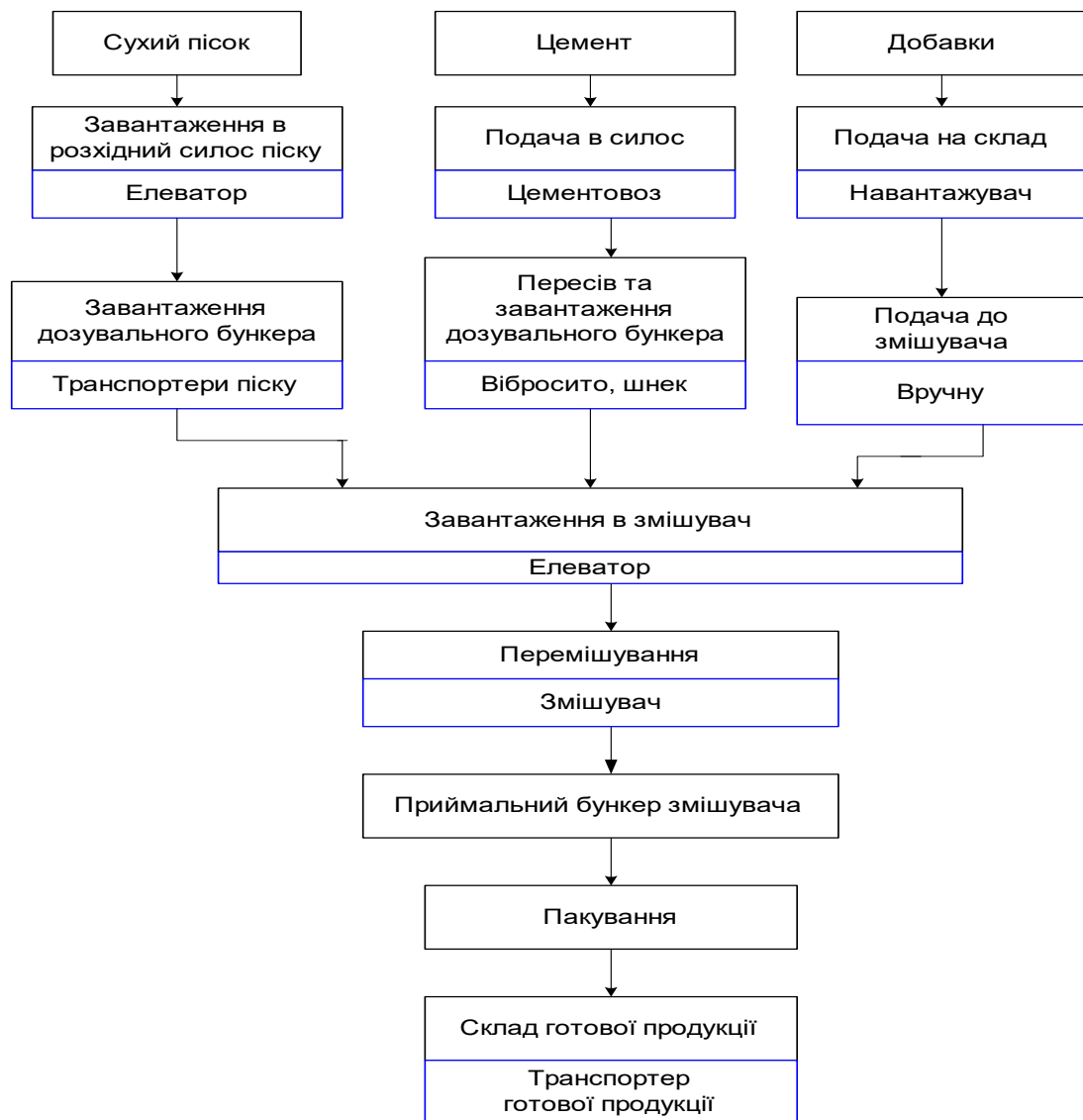
ТОВ «Ферозіт» займається виробництвом сухих будівельних сумішей під торговою маркою «Ферозіт». Продуктивність виробництва в середньому – 24 тис. тонн продукції на рік (за останні 2 роки).

Для виготовлення сухих будівельних сумішей використовують такі будівельні матеріали: пісок, цемент, гіпс, вапно, полімерні модифікатори, мармурову муку та крихту [15, 17]. При виготовленні сухих будівельних сумішей на виробництві використовують наступне технологічне обладнання (рис. 3.3 - 3.7):

- сушильний барабан;
- цементно-піскова лінія (рис. 3.3);
- лінія тонкого просіву;
- гіпсова лінія (рис. 3.6).



а



б

Рис. 3.3. Обладнання для виробництва СБС (а) та технологічна схема виробництва сумішей «Ферозіт» на цементно-пісковій лінії (б)

Сировина, що використовується для виготовлення сумішей (крім піску і цементу), поступає на підприємство в мішках і зберігається на складі. Мокрий пісок зберігається в ямі тимчасового зберігання. Цемент привозять в автоцистернах і завантажують пневмотранспортом в силоси [7, 12]. Яма для зберігання піску і силоси, в яких зберігається цемент знаходяться з закритому приміщенні (рис. 3.4).



Рис. 3.4 – Приміщення для зберігання цементу

Мокрий пісок з ями тимчасового зберігання з допомогою грейфера подають з приймальний бункер, з якого секторним дозувальником в сушильний барабан. Сушильний барабан працює на природному газі. вологість висушеного піску становить 0,2 % - 3,5 % [11].

Процес виробництва сухих сумішей на гіпсовій лінії та технологічна схема представлено на рис. 3.5, 3.6.



Рис. 3.5 – Обладнання гіпсової лінії виробництва СБС

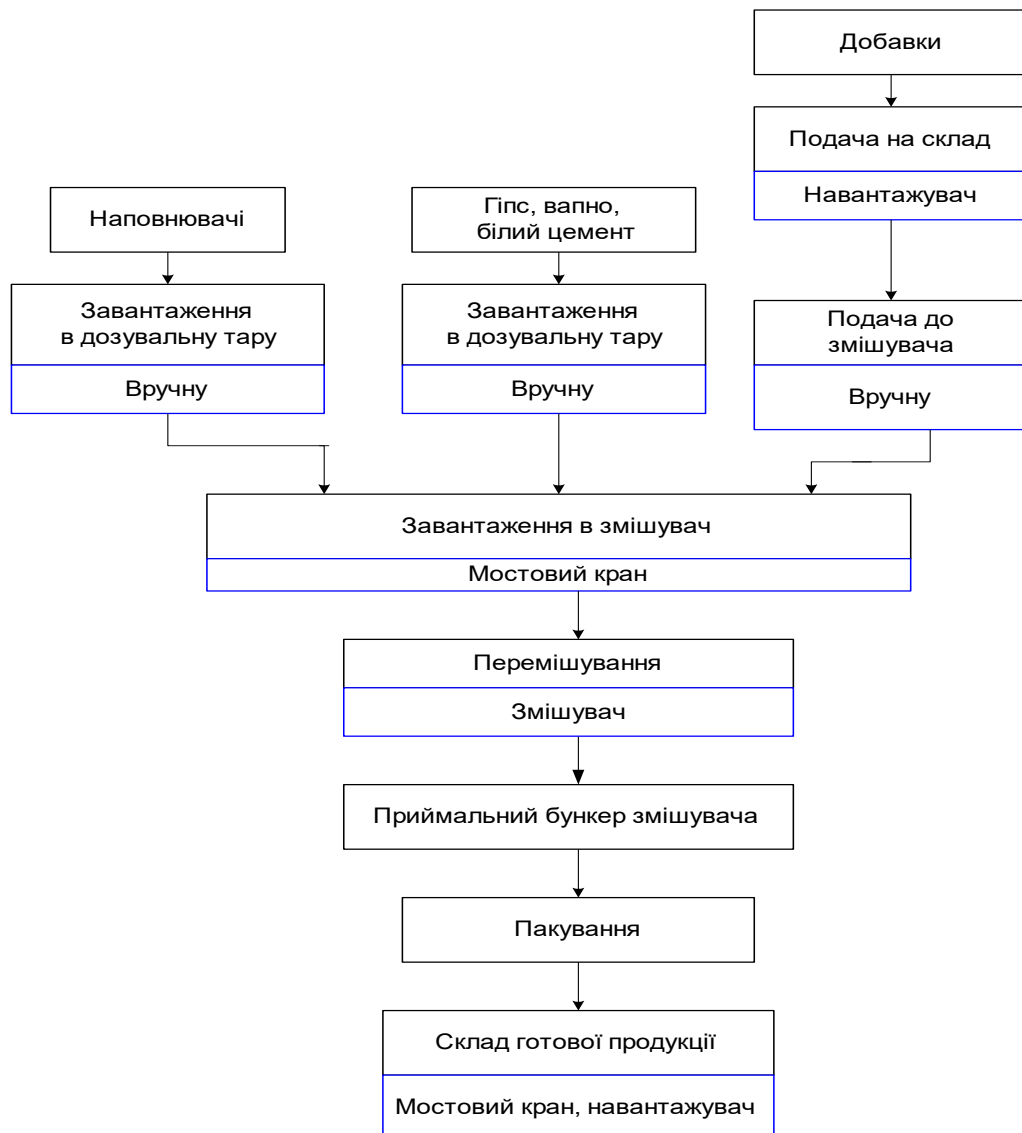


Рис. 3.6 – Технологічна схема виробництва сухих сумішей на гіпсовій

лінії

При роботі сушильного барабану в атмосферне повітря надходять: оксид силіцію (вміст $\text{SiO}_2 > 70\%$), попередньо проходячи очистку в циклоні, діоксид нітрогену та оксиди карбону.

Ковшовий елеватор подає сухий пісок на вібросито, з якого його стрічковим транспортером завантажують в розхідні бункери сухого піску, далі яму зберігання сухого піску.

Необхідні за технологією добавки [17, 21], які застосовують при виготовленні сухих будівельних сумішей «Ферозіт», зберігаються на заводському складі. Щоденно, у відповідності до плану виробництва, добавки подаються на площадки обслуговування змішувачів, звідки проводиться їх дозування через засипну горловину.

Гіпс-сирець з біг-бегів подають за допомогою мостового крану в приймальний бункер і в мішках – на площадку обслуговування, а потім вручну в приймальний бункер. Дозувальний шнек транспортує сировину на вібросито грубого просіву. Відходи збирають в металеву ємність. Самопливом гіпс попадає на циліндричне вібросито тонкого пересіву. Просіяний гіпс та відходи збирають в спеціальні великі ємності (так звані, «біг-беги»). Відходи відправляють на завод-постачальник для вторинної переробки.

При грубому просіві сировину (гіпс, перліт, наповнювачі [6, 18]) завантажують в приймальний бункер з застосуванням мостового крану. Дозувальний шнек подає сировину на вібросито. Просів збирають в біг-беги (рис. 3.7).



Рис. 3.7 – Збирання просіву та відходів у біг-беги

Дозовані матеріали, подають в змішувач, де зони перемішуються відповідно до регламенту. Перемішана готова продукція зі змішувача подається в приймальний бункер, з якого для пакування на пакувальну машину. Готова розфасована продукція стрічковим транспортером або автотранспортом відправляється на склад.

3.3. Джерела забруднюючих речовин та їх вплив на стан повітряного басейну

Вимірювання вмісту забруднюючих речовин в організованих викидах промислових стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря виконують згідно нормативної документації [4, 16] на базі лабораторії гігієнічних та екологічних досліджень ТзОВ «Науково-дослідне виробниче підприємство «Екологія» (свідоцтво видане Львівським НВЦ стандартизації, метрології та сертифікації ДП Львівстандартметрологія»; дозвіл № 1167.13.30).

Згідно результатів досліджень джерелами викидів шкідливих речовин цементно-піскової лінії виробництва «Ферозіт» є: один елеватор

подачі сухого піску в яму, одне вібросито для просіювання піску, два стрічкові транспортери ліску, один дозуючий бункер, одне вібросито для просіювання цементу та одна пакувальна установка. Всі джерела викидів обладнані пилоочисним обладнанням (рукавні фільтри та циліндричні центробіжні циклони).

Від джерела викиду шкідливих речовин *цементно-піскової лінії* в атмосферне повітря надходять: пил з вмістом $\text{SiO}_2 > 70\%$ та з вмістом близько 20%, попередньо проходячи очищення в рукавному фільтрі.

Джерелами виділення шкідливих речовин *лінії тонкого просіу* є: один накопичувальний бункер, в якому зберігають гіпс, мармур одне циліндричне сито та одне вібраційне сито. На джерелі викиду – *ситі тонкого просіу* встановленій рукавний фільтр. В атмосферне повітря при роботі лінії надходять: пил гіпсу, пил з вмістом $\text{SiO}_2 < 20\%$ (доломіт).

На джерелі викиду шкідливих речовин *гіпсової лінії* (джерела виділення шкідливих речовин – один змішувач для перемішування з добавками, одна пакувальна установка) і *лінії грубого просіу* (джерела виділення шкідливих речовин – один накопичувальний бункер для гіпсу та одне вібросито для гіпсу), встановлений також рукавний фільтр.

Досліджено, що за роботи обладнання в атмосферне повітря виділяються полові фракції сировини: пил гіпсу, пил з вмістом $\text{SiO}_2 < 20\%$, пил з вмістом $\text{SiO}_2 > 70\%$, пил з вмістом $\text{SiO}_2 70 \div 20\%$.

Характеристика джерел утворення забруднюючих речовин на ТОВ «Ферозіт» представлена в табл. 3.3.

Зведену інформацію про продукцію, яка виготовляється на підприємстві, сировину для виготовлення цієї продукції, викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від джерел викидів виробництва та питомий викид на одиницю продукції, подано в таблиці 3.4.

У характеристиці джерел утворення забруднювальних речовин на підприємстві подано етапи процесів утворення забруднюючих атмосферию поллютантів [22] по джерелах – від накопичення до пакування; об'ємні

витрати газів, їх температура та концентрації речовин.

Результати, приведені в таблицях свідчать: показники емісії з джерел викидів у повітряний простір виробництва не перевищують ГДК.

Для виготовлення сухих будівельних сумішей різного призначення використовують таку основну сировину: пісок, цемент, гіпс, вапно, мармурову муку та крихту, а також різноманітного походження полімерні та неорганічні модифікатори [7, 11].

Гігієнічні висновки на полімерні модифікатори, що використовуються на підприємстві представлено в додатку А (рис. А.2).

Таблиця 3.3 - Характеристика джерел утворення забруднювальних речовин на ТОВ «Ферозіт»

Виробництво	Номер джерела викиду	Джерело утворення		Етапи процесу	Об'ємна витрата газу, м ³ /с	Температура, °С	Забруднююча речовина		Значення концентрації речовини, мг/м ³	
		Найменування	к-сть				Код	Найменування	Максимальне	Мінімальне
Виробництво сухих будівельних сумішей	1	Накопичувальний бункер	1	Накопичування	0,2508	20,0	2909	Пил неорганічний SiO ₂	45,600000	33,672000
		Сито циліндричне	1	Просіювання			2914	Пил неорганічний гіпсовий	41,300000	35,931000
		Сито вібраційне	1	Просіювання						
Виробництво сухих будівельних сумішей	2	Елеватор	1	Транспортування	0,1628	20,0	214	Кальцію гідроксид (гашене вапно)	0,750000	0,622500
		Вібросито піску	1	Просіювання			2907	Пил неорганічний (SiO ₂ >70%)	39,200000	34,104000
		Транспортер піску	2	Транспортування			2908	Пил неорганічний (SiO ₂ 70 -20%)	15,100000	12,986000
		Дозуючий бункер	1	Дозування						
		Вібросито цементу	1	Просіювання						
		Пакувальна установка	1	Пакування						
Виробництво сухих будівельних сумішей	3	Барaban сушки піску	1	Сушка піску	1,4640	35,0	301	Азоту діоксид	45,400000	39,498000
			337				Вуглецю оксид	168,600000	136,566000	
			2907				Пил неорганічний SiO ₂ > 70%	82,400000	73,336000	
		Змішувач	1	Змішування	0,1086	20,0	2907	Пил неорганічний SiO ₂ > 70%	28,100000	24,447000
		Пакувальна установка	1	Пакування			2908	Пил неорганічний SiO ₂ 70 – 20%	37,400000	32,538000
		Накопичувальний бункер	1	Накопичування			2909	Пил неорганічний SiO ₂ <20%	24,300000	20,898000
		Вібросито	1	Просіювання			2914	Пил неорганічний гіпсового в'я	34,200000	29,754000

Таблиця 3.4 – Характеристика викидів від основних виробництв ТОВ «Ферозіт»

Виробництво	Продукція, що випускається			Характеристика сировини, матеріалу			Викиди забруднювальних речовин				Питомий викид на 1 тис. т продукції
	Найменування	Одиниці виміру	К-сть	Найменування	Одиниці виміру	К-сть	Код	Найменування	Одиниці виміру	Фактичний викид	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Виробництво сухих будівельних сумішей	Сухі будівельні суміші під маркою «Ферозіт»	тис. тонн	24	Цемент	тис. т	7	214	Кальцію гідроксид (гашене вапно)	т/рік	0,001609	0,000067
				Пісок	тис. т	12					
				Мармурова мука і крихта	тис. т	1,53	301	Азоту діоксид	т/рік	0,894892	0,037287
				Доломіт	тис. т	0,03	337	Вуглецю оксид	т/рік	3,216693	0,134029
				Вапно	тис. т	0,15					
				Добавки	тис. т	0,15					
				Гіпс	тис. т	7,5	2907	Пил неорганічний SiO ₂ > 70%	т/рік	1,731614	0,072151
				Природний газ	тис. м ³	18					
							2908	Пил неорганічний SiO ₂ 70 – 20%	т/рік	0,038389	0,001599
							2909	Пил неорганічний SiO ₂ <20%	т/рік	0,340752	0,014198
							2914	Пил неорганічний гіпсового в'я	т/рік	0,310419	0,012934

Відходи виробництва утилізують відповідно до вимог СанПіН 2.2.7.029-99.

3.4. Природоохоронні заходи та технології захисту довкілля на підприємстві

Повітряний басейн в районі розміщення підприємства ТОВ «Ферозіт» забруднюється шкідливими речовинами (полідисперсними частинками пилу), які виділяються при роботі підприємства: неорганічний пил доломіту (вміст $\text{SiO}_2 > 70\%$), пил (вміст $\text{SiO}_2 - 70 - 20\%$), фракції неорганічного пилу із вмістом $\text{SiO}_2 < 20\%$, а також пил гіпсу.

Підприємства як правило мають газопилоочисні споруди декількох типів залежно від дисперсного складу частинок та необхідного ступеня очищення викидів.

При проектуванні, зокрема виборі очисного пристрою (фільтра), а також при розрахунках обладнання визначають: площі фільтрувальних елементів, гідравлічного опору фільтра, тривалості його роботи до регенерації фільтрувальних елементів і потужності привода вентилятора. Вихідними даними для розрахунку слугують такі чинники: об'єм газу, що подається на очищення; швидкість фільтрації; дисперсність пилу та його вхідна концентрація; запрограмована ефективність очищення газового потоку від пилу [22].

Зниження емісії поллютантів у повітряний простір поблизу ТОВ «Ферозіт» досягають функціонуванням на джерелах викидів відповідного пилогазоочисного обладнання, зокрема циклонів та рукавних фільтрів (рис. 3.8).

Наведемо коефіцієнти ефективності очищення пилоочисного обладнання для досліджених джерел викидів:

- джерело №1 – рукавний фільтр ФРКНВУ-01 (95%);

- джерело №2 – рукавний фільтр ФРКНВУ-01 (96%);
- джерело №3 – циклон ЦН-15-600Л (72%);
- джерело №4 – рукавний фільтр ФРКНВУ-01 (92%).

Осідання частинок пилу різної дисперсності супроводжується як процесом фільтрування шаром осаду, що утворюється на входній поверхні фільтрувального елемента, так і процесом поступового закупорювання пор.

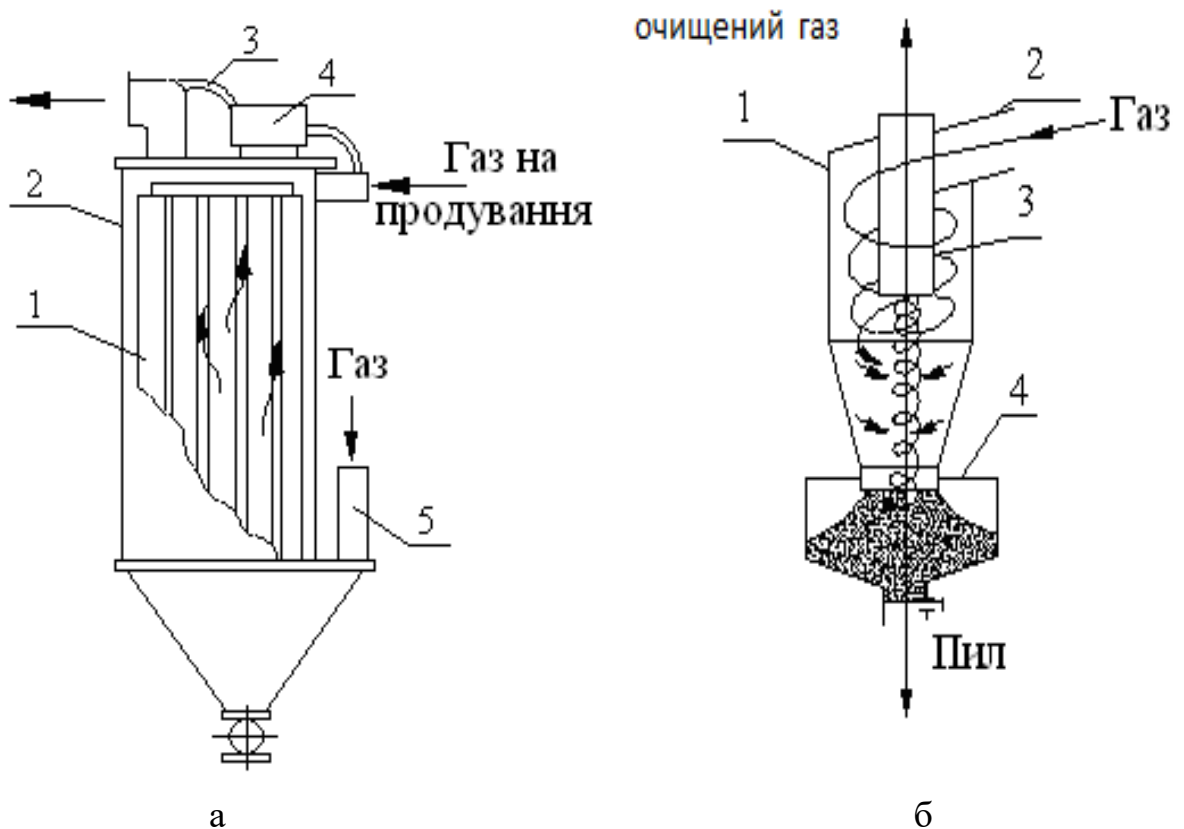


Рис. 3.8 – Схеми рукавного фільтра (а) та циклона (б)

Характеристику діючого пилоочисного обладнання ТОВ «Ферозіт» та концентрації викидів забруднюючих речовин наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Характеристика пилогазоочисного обладнання

№ джерела викиду	Газоочисна установка		Параметри ПГПС на вході ГОУ		Параметри ПГПС на виході ГОУ		Забруднюючі речовини, які вловлюють		Номер ступені	Концентрація речовини на вході в ГОУ, мг/м ³	Ефективність очищення, %	Концентрація речовин на виході з ГОУ, мг/м ³
	Клас +Код	Найменування	Об'єм газу, м ³ /с	Температура, °С	Об'єм газу, м ³ /с	Температура, °С	Код	Найменування				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	14311+V01	Фільтр рукавний ФРКНВУ-01	0,26	20,00	0,2508	20,0	2909	Пил неорганічний SiO ₂ <20%	1	912,0000000	95,00	45,600000
			0,26	20,0	0,2508	20,0	2914	Пил неорганічний гіпсового в'язучого	1	826,0000000	95,00	41,300000
2	14311+V01	Фільтр рукавний ФРКНВУ-01	0,17	20,0	0,1628	20,0	2904	Кальцію гідроксид (гашене вапно)	1	18,75000000	96,00	0,750000
			0,17	20,0	0,1628	20,0	2907	Пил неорганічний SiO ₂ > 70%	1	980,0000000	96,00	39,200000
			0,17	20,0	0,1628	20,0	2908	Пил неорганіч. SiO ₂ 70 – 20%	1	377,5000000	96,00	15,100000
3	13112-N04	Циклон центробіжний циліндричний ЦН-15-600Л	1,50	55,00	1,4640	35,0	29,7	Пил неорганічний SiO ₂ > 70%	1	394,3860000	72,00	82,400000
4	14311+V01	Фільтр рукавний ФРКНВУ-01	0,11	20,0	0,1086	20,0	2907	Пил неорганічний SiO ₂ > 70%	1	351,2500000	92,00	28,100000
			0,11	20,0	0,1086	20,0	2908	Пил неорганіч. SiO ₂ 70 – 20%	1	467,500000	92,00	37,400000
			0,11	20,0	0,1086	20,0	2909	Пил неорганіч. SiO ₂ <20%	1	303,7500000	92,00	24,300000
			0,11	20,0	0,1086	20,0	29014	Пил неорганічний гіпсового в'язучого	1	427,3000000	92,00	34,200000

Ефективність роботи пилоочисного обладнання (рукавних фільтрів ФРКНВУ-01 та циклонів центробіжних циліндричних ЦН-15-600Л) визначалася на основі прямих інструментальних замірів за номінального навантаження технологічного обладнання. Проби концентрації шкідливих речовин відбиралися одночасно на вході та виході пилоочисного обладнання.

Кількість шкідливих речовин, що поступають в повітряний басейн, залежить від ефективності газоочисного обладнання, встановленого на джерелах викидів. Тому необхідно приділяти увагу правильній експлуатації очисного обладнання, дотримуватись графіка плановості капітальних ремонтів, своєчасно здійснювати їх очищення та заміну.

Інструментальні заміри, які проводилися на джерелах викидів під час максимального завантаження технологічного обладнання, аналіз результатів, отриманих під час замірів показали, що технологічне обладнання на підприємстві експлуатується згідно технічних вимог, що забезпечує дотримання необхідних екологічних вимог. Величини викидів шкідливих речовин знаходяться в межах, які дозволяються нормативними документами галузі [8, 9].

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ ЗА НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

В сучасних умовах реорганізація виробництва та впровадження нових технологій вимагають особливої уваги до покращення умов праці та дотримання техніки безпеки.

Обладнання на підприємстві розміщується з врахуванням нормативних проходів і проїздів до нього і забезпечується доступ для здійснення технічного ремонту і обслуговування.

Для захисту від надмірного шуму передбачається управління всіма агрегатами із спеціальних звукоізованих приміщень – пультів управління.

Технологічний процес виробництва цементу супроводжується великими виділеннями пилу і тепла. Для запобігання запиленості виробничих приміщень застосовують аспіраційні установки у сировинному, сушильному, пічному та цеху помолу. Видалене аспіраційними установками запилене повітря перед викидом в атмосферу піддається очистці в рукавних фільтрах, циклонах і електрофільтрах.

На заводі потрібно забезпечити теплоізоляцію сушильних барабанів, млинів, трубопроводів, автоматизувати технологічні процеси.

Освітлення бункерів і силосів передбачається електролампочками. Передбачається світлова і звукова сигналізація.

Різнобічна робота по попередженню виробничого травматизму, створенні безпечних умов праці спирається на різнобічну та широку програму технічного вдосконалення виробництва, на освоєння передового досвіду у сфері охорони праці. Сьогодні ця програма має не тільки економічне, але і соціальне, політичне і виховне значення.

Системний підхід, поширення передового досвіду, висока вимогливість і виконавча дисципліна покликані створити заслін травматизму на виробництві [5].

4.1. Характеристика умов праці в лабораторії

Хімічна лабораторія – це спеціально обладнане приміщення для проведення наукових досліджень, експериментальних і контрольних випробувань. Тут проводять дослідження різних речовин, визначення їх властивостей, складу, будови і походження. Розміщення, планування санітарно-технічного обладнання хімічних лабораторій відповідає санітарним і протипожежним нормам проектування.

В лабораторії перебувають різного роду реактиви (кислоти, луги), хімічні добавки, а також відпадки різних хімічних виробництв. Всі реактиви у лабораторії зберігаються в тарі з надписом, який вказує на її вміст. Категорично забороняється зберігання будь-яких реактивів без найменування (етикетки). Електроліти з запобіжними пристроями розміщують за межами лабораторії.

Перша допомога при хімічних опіках полягає у негайному промиванні ураженого місця великою кількістю проточної води протягом не менш ніж 10 хв. Для цього всі роботи, пов'язані з небезпечними хімічними реактивами, проводять неподалік умивальника. Особливу увагу потрібно приділити також електробезпеці приладів і механізмів [3, 13]. Всі електроприлади повинні бути заземлені.

Одним із небезпечних факторів для здоров'я людини при роботі в лабораторії в'язучих матеріалів є пил. Пил - це тонкодисперсні частинки, які утворюються при різних виробничих процесах. Основним джерелом утворення пилу в лабораторії є наступні процеси: механічне розмелювання матеріалів (твердих тіл), їх перемішування і тарування.

Для подрібнення та помолу сировинних матеріалів можуть застосовуватись як щоква і валкова дробарки, так і млини та бігуни.

При експлуатації обладнання забороняється виконувати очисні, регулювальні та ремонтні роботи.

Твердість, розчинність, хімічний склад – це фактори, які необхідно

враховувати при оцінюванні небезпечності пилу. Із сировинних матеріалів пилоутворюючими є гіпс, горіла порода, цемент та інші речовини, зокрема ряд додатків-модифікаторів.

Значну увагу слід приділити характеристиці речовин, з якими проводяться дослідження. Особливо це стосується гіпсу, цементу, та горілої породи.

Ці матеріали мають певну дисперсність і значне водопоглинання, проте самі вони нерозчинні у воді. Форма частинок ниткоподібна. Частинки розміром менш ніж 0,1 мм можуть осідати у верхніх дихальних шляхах.

Важливим фактором шкідливості є наявність в них домішків, що залишились при виробництві. Пил цих матеріалів при значних концентраціях діє на організм негативно. Він засмічує і подразнює слизові оболонки ока, горла, шкіри. Оскільки цей пил є нерозчинним, він надовго затримується в легенях і може викликає різні захворювання. Граничнодопустима концентрація для пилу цементу в повітрі, становить в середньому 0,2 - 1 мг/м³, гіпсу - 1 мг / м³, горілої породи - 0,1 мг/м³. Гіпс за своєю природою не є отруйним, проте він може надовго затримуватись у дихальних шляхах та легенях і викликати захворювання [13 - 15].

Для запобігання попадання пилу в дихальні шляхи достатнім засобом захисту можуть служити ватно-марлеві пов'язки і респіратори.

4.2. Заходи покращення виробничої санітарії та гігієни праці

Перед початком роботи включити місцеву та приточно-витяжну вентиляцію, перевірити справність індивідуальних захисних засобів.

Перевірити відсутність на шкірі рук і обличчя подряпин, висипань та інших пошкоджень. При серйозних пошкодженнях шкіри до роботи не приступати і негайно звернутися до лікаря.

Для захисту рук від води, водних розчинів кислот, лугів, солей, електролітів для нікелювання і хромування слід використовувати силіконовий крем або гідрофобні пасти і мази.

Всі хімічні речовини слід зберігати тільки в спеціально обладнаних для відповідних речовин місцях, в надійно закритому посуді (тарі).

На будь-якому посуді (банці, склянці, бутилі), тарі з хімічними речовинами, що зберігаються в кладових і в лабораторіях, повинні бути чіткі написи з назвою речовини і її характеристикою (чистота, концентрація, питома вага і т.п.).

Горючі і легкозаймисті рідини (гас, бензин, уайт-спірит, толуол, бензол, ацетон, спирти, ефіри і ін.) зберігати в посуді, що не б'ється і добре закривається, які поміщаються в залізний, викладений азбестом і щільно закритий ящик-шафу, віддалений від джерел відкритого вогню, електроприладів, опалювальних пристроїв і встановлений на протилежний від виходу з приміщення стороні [5].

Концентровані кислоти (азотну, сірчану і ін.), сильнодіючі реактиви (хлороформ, бром і ін.) зберігати в витяжній шафі, оснащентій місцевою витяжною вентиляцією, або ж в спеціальних шафках, що мають місцеву витяжну вентиляцію.

Забороняється:

- зберігати в лабораторії концентровані кислоти, легкозаймисті речовини і матеріали в кількості, що перевищує потребу в них для проведення дослідів;

- зберігати хімічні реактиви у відкритому вигляді (насипаними на столі, загорнутими в папір і в лабораторному посуді), в несправній тарі, пошкодженій заводській упаковці, битому скляному або фарфоровому посуді, без чіткого напису про вміст;

- зберігати разом речовини, при взаємодії яких може виникнути вибух, самозаймання і ін., а також змішувати їх або допускати попадання одна на одну;

– переливати кислоти, луги і інші їдкі і токсичні рідини без використання спеціальних сифонів, перекидних пристроїв і воронки.

Після закінчення роботи необхідно прибрати робоче місце. Залишки токсичних речовин здати відповідальній особі. Легкозаймисті і горючі рідини прибрати в залізні ящики . Промити засоби індивідуального захисту.

Після закінчення роботи необхідно виключити вентиляційну систему і покинути робоче місце.

Для забезпечення комфортних умов праці та їх відповідності фізіологічним, санітарно-гігієнічним та етичним нормам потрібно забезпечити відповідність усіх цих параметрів робочого середовища діючим нормам. Основним відхиленням від діючих нормативів, при порівнянні фактичних значень з нормативними, є недостатня освітленість окремих робочих місць в цехах підприємства ТОВ «Ферозіт».

4.3. Пожежна безпека та захист населення за надзвичайних ситуацій

Пожежна небезпека – можливість виникнення або розвитку пожежі в будь – якій речовині, процесі, стані. Слід зазначити, що пожеж безпечних не буває. Якщо вони і не створюють прямої загрози життю та здоров'ю людини, то завдають збитків довкіллю, призводять до значних матеріальних втрат. Коли людина перебуває в зоні впливу пожежі, то вона може потрапити під дію наступних небезпечних та шкідливих факторів: токсичні продукти згоряння; вогонь; підвищена температура середовища; дим; недостатність кисню; руйнування будівельних конструкцій; вибухи; витікання небезпечних речовин, що відбуваються внаслідок пожежі; паніка.

Для успішного проведення протипожежної профілактики важливо знати основні причини пожеж. На основі статистичних даних можна зробити висновок, що основними причинами пожеж в лабораторії є: необережне поводження з вогнем;

Незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їх монтажу та експлуатації; порушення режимів технологічних процесів; несправність опалювальних приладів та порушення правил їх експлуатації; невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

Пожежі через виникнення коротких замикань (КЗ), перевантаження електродвигунів, освітлювальних та силових мереж внаслідок великих місцевих опорів, роботу несправних або залишених без нагляду електронагрівних приладів складає не більше 25 % всіх випадків. Для запобігання пожежі від великих перехідних опорів мідні кабелі і проводи з'єднують скручуванням, а потім спаюють оловом без використання кислоти. Алюмінієві кабелі з'єднують гільзами. Вибір конструкцій електроустановок, а також матеріалів, з котрих вони вироблені, вибір проці перерізу та ізоляції провідників і кабелів залежить від ступеня пожежонебезпеки навколишнього середовища, режиму роботи електроустановок та можливого перевантаження. Площа перерізу вибирається згідно з нормами допустимого струмового навантаження та падіння напруги в мережі [3, 5].

Відповідно до «Правил забезпечення пожежної безпеки в системі Міністерства оборони України», оцінку пожежно та вибухової небезпечності усіх речовин та матеріалів проводять залежно від агрегатного стану: газ, рідина, тверде тіло (пил виділено в окрему групу).

Вимоги щодо конструктивних та планувальних рішень об'єктів, а також інших питань забезпечення їхньої пожежо – та вибухобезпеки значною мірою визначається категорією приміщень та будівель за вибухово-пожежною та пожежною небезпекою. Визначення категорії приміщення проводиться з урахуванням показників пожежної та вибухової небезпечності речовин та матеріалів, що використовуються та їх кількості. Відповідно до ОНТП 24 – 86 приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяються на 5 категорій – А, Б, В, Г, Д (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Характеристика категорій приміщень і будівель за вибухопожежною та пожежною безпекою

Категорія приміщень	Характеристика речовин та матеріалів, що знаходяться (використовуються) в приміщенні
<p style="text-align: center;">А Вибухо- пожежонебезпечна</p>	<p>Горючі гази, легкозаймісті речовини з температурою спалаху не більше 28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні паро газоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.</p> <p>Речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне одним у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.</p>
<p style="text-align: center;">Б Вибухо- пожежонебезпечна</p>	<p>Горючий пил або волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху більше 28°C, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пило повітряні суміші або пароповітряні, при спалахуванні яких розривається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5кПа.</p>
<p style="text-align: center;">В пожежонебезпечна</p>	<p>Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали (в тому числі пил та волокна), речовини та матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним горіти, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (використовуються), не належать до категорій А і Б.</p>
<p style="text-align: center;">Г</p>	<p>Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.</p>
<p style="text-align: center;">Д</p>	<p>Негорючі речовини та матеріали в холодному стані. Допускається відносити до категорії Д приміщення, в яких знаходиться горючі рідини в системах машин, охолодження та гідроприводу устаткування, в яких не більше 60 кг в одиниці устаткування при тиску не більше 0.2 мПа, кабелі електропроводки до устаткування, окремі предмети меблів на місцях.</p>

В основу розрахункового методу визначення категорії вибухопожежної та пожежної небезпеки виробничих приміщень покладено енергетичний підхід (оцінка розрахункового надлишкового тиску порівняно з допустимим).

Головним заходом запобігання пожеж і вибухів від електрообладнання є правильний вибір і експлуатація обладнання у вибухо- та пожежонебезпечних приміщеннях. Згідно з ПУЕ, приміщення лабораторії відноситься до класу вибухонебезпечності В – Ia, в котрих вибухонебезпечна концентрація газів і парів можлива лише внаслідок аварій або несправності; пожежонебезпеки – клас П – IIa, зони приміщень, в котрих є тверді або волокнисті речовини з температурою спалаху понад 61⁰С, а також тверді горючі речовини.

Одним із основних принципів у системі попередження пожеж є положення про те, що горіння (пожежа) можливе лише за певних умов. Такою умовою є наявність трьох факторів: горючої речовини, окислювача та джерела запалювання. Крім того, необхідно, щоб горюча речовина була нагріта до необхідної температури і знаходилась в відповідному кількісному співвідношенні з окислювачем, а джерело запалювання мало необхідну енергію для початкового імпульсу.

Система попередження пожеж включає два основних напрямки: запобігання формуванню горючого середовища і виникнення в цьому середовищі(або внесення) джерела запалювання.

Згідно нормативних документів [5, 10], речовини поділяють за потенційною небезпекою викликати пожежі, підсилювати небезпечні фактори пожежі, отруювати навколишнє середовище, впливати на людину через шкіру, слизові оболонки дихальних органів шляхом безпосередньої дії або на відстані. В лабораторії зустрічаються речовини і матеріали всіх класів: від безпечних, негорючих речовин в негорючій упаковці, які в умовах пожежі не виділяють небезпечних продуктів, не утворюють вибухових та (або) пожежонебезпечних, отруйних, їдких, екзотермічних сумішей з іншими речовинами, до небезпечних, що мають властивості проявляти вище

перечисленні наслідки [9, 13]. Небезпечні властивості можуть проявлятися як за нормальних умов, так і в аварійних, у чистому вигляді, так і у разі взаємодії з матеріалами і речовинами інших категорій, визначених в ДБН В.2.2-9:2018 «Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення» небезпечні речовини слід зберігати у складах I і II ступенів вогнестійкості.

В комплексі заходів, що використовуються в системі протипожежного захисту важливе значення має вибір найбільш раціональних способів та засобів гасіння різних горючих речовин та матеріалів.

Лабораторія ТОВ «Ферозіт» забезпечена протипожежними щитками, в яких є: вогнегасники вуглекислотні типу ОУ – 2, порошкові вогнегасники ОП – 2С, килимки азбестові, рукавиці, засоби захисту верхніх дихальних шляхів (респіратори, пов'язки). Додатково є пожежні гідранти та відра.

Впровадження природоохоронних заходів дає значний економічний ефект за рахунок зменшення збитків від токсичних викидів промислових підприємств та автотранспорту. Складність проблеми полягає в тому, що екологічні заходи різко підвищують вартість основних фондів конкретного підприємства, собівартість його продукції, а ефект одержує господарство району. З цим пов'язана проблема фінансування та стимулювання природоохоронної діяльності.

Екологічні заходи дають як економічний, так і соціальний ефекти. Їх мета – зберегти чистоту навколишнього середовища в межах допустимих нормативів. Впровадження природоохоронних заходів негативно впливає на розрахункові показники підприємства, але часто впроваджені заходи дозволяють вловити цінні речовини і повернути їх у виробництво, що сприяє росту валової продукції, в певній мірі знижуючи негативний вплив на техніко-економічні показники [5, 13]. На прибуток також впливає вартість очисного обладнання (через амортизацію), експлуатаційні затрати і чисельність: обслуговуючого обладнання (через собівартість продукції), вартість вловлених із викидів цінних речовин.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження техногенного впливу на довкілля виробництва сухих будівельних сумішей «Ферозіт», що у місті Львові, передбачали детальний розгляд місця розміщення підприємства, особливостей технологічних процесів, джерел його забруднюючих речовин та аналіз роботи обладнання для захисту від емісії поллютантів.

2. Встановлено, що повітряний басейн в районі розміщення підприємства забруднюється шкідливими речовинами, які виділяються при роботі підприємства: пил неорганічний з вмістом $\text{SiO}_2 > 70\%$, пил неорганічний з вмістом $\text{SiO}_2 70 - 20\%$, пил неорганічний з вмістом $\text{SiO}_2 < 20\%$, пил гіпсу, кальцію гідроокис, азоту діоксид, вуглецю оксид. Величини викидів шкідливих речовин знаходяться в межах, які дозволяються нормативними документами галузі, зокрема ДСП-201-97 («Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць»).

3. Згідно результатів досліджень джерелами викидів шкідливих речовин цементно-піскової лінії ТОВ «Ферозіт» є: один елеватор подачі сухого піску в яму, одне вібросито для просіювання піску, два стрічкові транспортери піску, один дозуючий бункер, одне вібросито для просіювання цементу та одна пакувальна установка.

Від джерела викиду шкідливих речовин цементно-піскової лінії в атмосферне повітря надходять: пил з вмістом $\text{SiO}_2 > 70\%$ та з вмістом близько 20% , попередньо проходячи очищення в рукавному фільтрі.

4. Джерелами виділення шкідливих речовин лінії тонкого просіву є: один накопичувальний бункер, в якому зберігають гіпс, мрамур одне циліндричне сито та одне вібраційне сито. В атмосферне повітря при роботі лінії надходять: пил гіпсу та пил мінералу доломіту з вмістом $\text{SiO}_2 < 20\%$. На джерелі викиду ситі тонкого просіву також працює рукавний фільтр.

5. На джерелі викиду шкідливих речовин гіпсової лінії (джерела виділення шкідливих речовин – один змішувач для перемішування з добавками, одна пакувальна установка) і лінії грубого просіву (джерела виділення шкідливих речовин - один накопичувальний бункер для гіпсу та одне вібросито для гіпсу), встановлений рукавний фільтр. При роботі обладнання в атмосферне повітря виділяється пил гіпсу та пил неорганічних дисперсних частинок доломіту із концентрацією оксиду силіцію SiO_2 , що становить $20 \div 70\%$.

6. Кількість шкідливих речовин, що поступають в повітряний басейн, залежить від ефективності газоочисного обладнання, встановленого на джерелах викидів. На всіх джерелах викидів на підприємстві встановлено пилоочисне обладнання, коефіцієнт очищення якого – $72 \div 96\%$.

7. Інструментальні заміри, які проводилися на джерелах викидів під час максимального завантаження технологічного обладнання, аналіз результатів, отриманих під час замірів показали, що технологічне обладнання на підприємстві знаходиться в задовільному стані, експлуатується згідно технічних вимог. Тому рекомендовано планові експлуатації очисного обладнання, також додержуватись графіка капітальних ремонтів, своєчасно здійснювати очищення та заміну фізично зношених аспіраційних систем на нові, або ж більш досконалі з вищим коефіцієнтом очищення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Апостолук С. О., Джигирей В. С., Апостолук А. С. та ін. Промислова екологія: навч. посіб. К. : Знання, 2005. 474 с.
2. Баженов В. А. та ін. Інженерна екологія: підручник з теорії і практики сталого розвитку. К. : НАУ, 2006. 492 с.
3. Гандзюк М. П. Основи охорони праці. К. : Каравела, 2003. 408 с.
4. Географічна енциклопедія України. Том I. К. К., 1989. 483 с.
5. Гігієнічні характеристики охорони праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. МОЗ України. К.: 1998. 34 с.
6. Дарчук С. І. Подільський цемент. К. : Наукова думка, 2004. 104 с.
7. Дворкін Л. Й. Сухі будівельні суміші для влаштування підлог на основі модифікованих гіпсових і фосфогіпсових в'язучих. Будівельні матеріали, виробництва та санітарна техніка. 2012. Вип. 44. С. 86-92. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bmvs_2012_44_14.
8. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць. ДСП -201 -97. Київ: МОЗ України, 1997. Режим доступу: <https://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=803>
9. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Київ: МОЗ України. 1996р. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text>
10. Джигирей В. С. Основи екології та охорони навколишнього природного середовища. Львів: Афіша, 2000. 272 с.
11. Дрималик А. С. Безгіпсові портландцементи з органіномінеральними додатками для сухих будівельних сумішей [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: НУ «Львів. Політехніка». Львів, 2005. 20 с.
12. ДСТУ Б В.2.7-126:2011. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови. [Чинний від 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. 42 с.

13. Житецький В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці: навч. посіб. Львів: Афіша, 2000. 341 с.
14. Запольский А.К. Основи екології. Київ : Вища школа, 2001. 358 с.
15. Захарченко, П.В. Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали: підручник. Київ : КНУБА, 2005. 512 с.
16. Інструкція про зміст і порядок складання звіту про проведення інвентаризації викидів забруднюючих речовин на підприємстві КНД 211.2.3.014-95.
17. Карапузов Е.К., Лутц Г., Герольд Х. и др. Сухие строительные смеси. Київ : Техніка, 2000. 226 с.
18. Кривенко П.В. та ін. Будівельне матеріалознавство. Київ: ТОВ УВПК ЕксОб, 2004. 704 с.
19. Набиванець Б. Й. Аналітична хімія природного середовища: підручник. Київ : Либідь, 1996. 304 с.
20. Овруцький В.М. та ін. Екотоксикологічна хімія: підручник. Київ : Столиця, 1998. 120 с.
21. Саламаха Л. В. Сухі будівельні суміші з базальтовими волокнами для влаштування елементів підлоги [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: Придніпр. держ. акад. буд-ва та архіт. Вінниця, 2011. 19 с.
22. Снітинський В.В. Інженерна екологія: навч. посібник. Львів: Арал, 2010. 374 с.
23. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: навч. посіб. Львів: Новий Світ-2000, 2004. 256 с.
24. Статистичний щорічник Львівської області (2020): збірник. За редакцією Зимовіної С.І. Львів: Головне управління статистики у Львівській області, 2021. 348с.
25. Екологічний паспорт Львівської області, 2022 р.: [Електронний ресурс]:<https://drive.google.com/file/d/1f8bUHgOIX7ylfyKE5XCQoi7mHtXpJb15/view>.
26. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Львівської області, 2021: [Електронний ресурс]:https://drive.google.com/file/d/1kFpGBrOLrVid5jDg7rdW1RI_0alHwk_O/view.