

Криворізький національний університет

Кафедра охорони праці та цивільної безпеки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Тема: «Дослідження та розробка заходів знепилення відвалів в умовах
ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"»

Виконала зво групи ЦБ-20

Плахтій Ольга Романівна

Керівник

Доцент кафедри

Худик Микола Валентинович

Кривий Ріг

2024

КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Гірничо-металургійний факультет
Кафедра охорони праці та цивільної безпеки
спеціальність 263 «Цивільна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. _____ **Олександр ЛАПШИН**

«___» _____ 202__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Здобувачці Плахтій Ользі Романівні; група ЦБ-20

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Дослідження та розробка заходів знепилення відвалів в умовах ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг"»

2. Вихідні данні: відвальне господарство ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг", стан запилення повітря робочої зони та житлових масивів.

3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: графічні схеми, залежності, рисунки, таблиці відповідно до результатів проведених досліджень і встановлених висновків

4. Етапи виконання випускної роботи

№ з/п	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1,2	3,4,5,6	7,8,9	10,11,12,13	14	15
1.	Розділ 1	+					
2.	Розділ 2		+				
3.	Розділ 3			+			
4.	Висновки				+		
5.	Підготовка до захисту та захист роботи				+	+	+

5. Дата видачі завдання «___» _____ 20__ р.

Керівник _____

(посада, прізвище)

(підпис)

Консультанти:

Найменування частини	Підпис	Консультант (посада, прізвище, ініціали)
РОЗДІЛ 1		доцент Худик М.В.
РОЗДІЛ 2		доцент Худик М.В.
РОЗДІЛ 3		доцент Худик М.В.

Календарний план виконання роботи

№	Назва етапів магістерської випускної роботи	Термін виконання	Примітка виконання
1	Співбесіда зі здобувачем за темою роботи, видача переліку рекомендованої нормативної, наукової літератури		
2	Групування та аналіз зібраного матеріалу, уточнення завдань кваліфікаційної роботи		
3	Підготовка 1 розділу кваліфікаційної роботи та подання його керівникові на перевірку		
4	Підготовка 2 розділу кваліфікаційної роботи та подання його керівникові на перевірку		
5	Підготовка 3 розділу кваліфікаційної роботи та подання його керівникові на перевірку		
6	Підготовка висновків		
7	Перевірка роботи керівником		
8	Отримання відгуку керівника та рецензії		
9	Захист роботи у ДЕК		

Завдання видав:

керівник кваліфікаційної роботи _____

науковий ступінь, вчене звання, прізвище і ініціали керівника роботи

Завдання отримав:

здобувач вищої освіти _____

прізвище і ініціали здобувача

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
РЕФЕРАТ	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 СТАН ЗАПИЛЕНОСТІ ПОВІТРЯ ПОБЛИЗУ ВІДВАЛІВ	8
1.1 Забруднення пилом міської зони	8
1.2 Забруднення атмосфери кар'єра.....	10
1.3 Вплив пилу на організм.....	14
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	17
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАХОДІВ ЗАСОБІВ БОРОТЬБИ ПИЛОПРИГНІЧЕННЯ.....	18
2.1 Існуючі засоби боротьби з пиленням на відвалах (рекультивация)	18
2.2 Аналіз ефективності використання розчинів для пилоподавлення	20
2.3 Вплив зовнішніх умов на ефективність засобів боротьби	23
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	26
РОЗДІЛ 3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ	28
3.1 Оцінка соціально-економічної ефективності пилоподавлення на відвалах.....	28
3.2 Практичні рекомендації, покращення умов праці працівників відвального господарства	30
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3	34
ВИСНОВКИ.....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	38

КНУ.КР.24.263.03.377су

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	
Розробив		Плахтій О.Р.			<i>Дослідження та розробка заходів знепилення відвалів в умовах ПАТ "АрселорМіттал</i>
Перевірив		Худик М.В.			
					Літ. Аркуш Акрушів
					ІПБ - 20

Н.Контр.				<i>Кривий Піз</i>	
Затвердив					

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 37 сторінок; 1 рисунок; 7 таблиць; 28 літературних джерел.

В роботі наведено: аналіз проблеми забруднення атмосферного повітря пилом в Кривому Розі, дослідження впливу пилу на здоров'я населення та працівників гірничодобувних підприємств, огляд існуючих методів та засобів боротьби з пиловим забрудненням на відвалах, оцінку ефективності використання розчинів для пилоподавлення та впливу зовнішніх умов на їх ефективність, аналіз соціально-економічних аспектів проблеми відвалів та шляхів її вирішення, розробку практичних рекомендацій щодо покращення умов праці працівників відвального господарства та зменшення негативного впливу відвалів на навколишнє середовище.

Результати досліджень свідчать про необхідність розробки та впровадження комплексної стратегії боротьби з пиловим забрудненням в Кривому Розі, яка включає технологічні, організаційні та соціально-економічні заходи. Запропоновано шляхи вдосконалення методів пилоподавлення на відвалах, оптимізації процесів відвалоутворення та рекультивації порушених земель, а також підвищення ефективності співпраці між гірничодобувними підприємствами, органами державної влади, науковими установами та громадськістю у вирішенні проблеми відвалів.

Ключові слова:

ВІДВАЛИ, ПИЛОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ, УМОВИ ПРАЦІ, ПИЛОПОДАВЛЕННЯ, СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ, РЕКУЛЬТИВАЦІЯ.

ВСТУП

Актуальність теми. Проблема відвалів у Кривому Розі є надзвичайно гострою та потребує нагального вирішення. Відвали, які утворюються внаслідок видобутку та переробки залізної руди, займають величезні площі та чинять негативний вплив на довкілля та здоров'я людей.

Пил, який здіймається з відвалів, забруднює повітря, ґрунти та водойми, що призводить до погіршення екологічної ситуації в регіоні. Крім того, пил може викликати різноманітні захворювання дихальної системи у людей, які проживають поблизу відвалів або працюють на гірничодобувних підприємствах.

Зменшення відвалів та мінімізація їх негативного впливу на довкілля є важливим завданням для забезпечення сталого розвитку Кривого Рогу. Розробка ефективних заходів боротьби з пиленням відвалів дозволить покращити екологічну ситуацію в місті та зменшити ризики для здоров'я працівників гірничодобувних підприємств та населення прилеглих територій.

Таким чином, дослідження та розробка заходів зменшення пиловиділення відвалів у Кривому Розі є надзвичайно актуальною темою, яка потребує ґрунтовного наукового підходу та практичної реалізації.

Мета і завдання дослідження.

Мета дослідження: розробити ефективні заходи боротьби з пиленням у Кривому Розі для покращення екологічної ситуації та умов праці працівників відвального господарства.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати стан запиленості повітря поблизу відвалів у міській зоні та кар'єрах Кривого Рогу.
2. Дослідити вплив пилу на організм людини та навколишнє середовище.
3. Проаналізувати існуючі заходи та засоби боротьби з пиленням на відвалах.

4. Оцінити ефективність використання розчинів для пилоподавлення та вплив зовнішніх умов на їх ефективність.
5. Запропонувати практичні рекомендації щодо покращення умов праці працівників відвального господарства.
6. Оцінити соціально-економічну ефективність впровадження заходів пилоподавлення на відвалах.

Об'єкт дослідження: відвали гірничодобувних підприємств Кривого Рогу та їх вплив на умови праці й екологічну ситуацію в регіоні.

Предмет дослідження: заходи та засоби боротьби з пиленням відвалів гірничодобувних підприємств у Кривому Розі, у тому числі ПАТ “АрселорМіттал Криви Ріг”.

Практичне значення роботи. Результати дослідження можуть бути використані для розробки та впровадження ефективних заходів боротьби з пиленням у Кривому Розі. Це дозволить покращити екологічну ситуацію в місті, зменшити ризики для здоров'я населення та покращити умови праці працівників відвального господарства.

Теоретичне значення роботи. Дослідження сприятиме поглибленню знань про вплив відвалів на навколишнє середовище та здоров'я людей, а також про ефективність різних заходів та засобів боротьби з пиленням. Отримані результати можуть бути використані для подальших наукових досліджень у цій галузі.

Методи дослідження. В процесі написання кваліфікаційної роботи була використана система загальнонаукових та спеціальних емпіричних і теоретичних методів дослідження. Також використовувалися такі емпіричні методи, як опис, порівняння та узагальнення.

РОЗДІЛ 1 СТАН ЗАПИЛЕНОСТІ ПОВІТРЯ ПОБЛИЗУ ВІДВАЛІВ

1.1 Забруднення пилом міської зони

Проблема забруднення повітря в містах є однією з найгостріших екологічних проблем сучасності. Особливо актуальною вона є для промислових регіонів, де розташовані великі підприємства гірничодобувної, металургійної та інших галузей промисловості. Кривий Ріг є яскравим прикладом такого міста, де забруднення атмосферного повітря пилом досягло критичних показників.

Основними джерелами пилового забруднення в Кривому Розі є відвали гірничодобувних підприємств, які займають значні площі навколо міста. Під впливом вітру та інших природних факторів дрібнодисперсний пил здійснюється з поверхні відвалів та розноситься на великі відстані, осідаючи на ґрунті, рослинності та потрапляючи в організм людини через дихальні шляхи.

За даними дослідження, проведеного науковцями Криворізького національного університету, концентрація пилу в повітрі міста в середньому перевищує гранично допустимі норми в 2-3 рази, а в окремих районах - до 5-7 разів. Найбільш забрудненими є райони, що знаходяться в безпосередній близькості до відвалів та кар'єрів [1].

Дрібнодисперсний пил, який містить в своєму складі важкі метали та інші токсичні речовини, є особливо небезпечним для здоров'я людини. Потрапляючи в організм через дихальні шляхи, пил може викликати різноманітні захворювання, такі як бронхіт, астма, пневмоконіоз та інші. Особливо вразливими до впливу пилу є діти, люди похилого віку та особи з хронічними захворюваннями дихальної системи.

Крім того, пил, який осідає на ґрунті та рослинності, порушує природний баланс екосистем та призводить до деградації ґрунтів. Це, в свою чергу, негативно впливає на стан зелених насаджень в місті та може призвести до зменшення біорізноманіття [2].

Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря в Кривому Розі регулярно проводяться моніторингові дослідження. В таблиці 1.1 представлені дані щодо концентрації пилу в повітрі міста за період з 2020 по 2022 рік [3].

Таблиця 1.1 - Концентрація пилу в атмосферному повітрі м. Кривий Ріг за 2020-2022 рр.

Рік	Концентрація пилу, мг/м ³
2020	0,8-2,4
2021	0,9-2,6
2022	1,1-3,2

Як видно з таблиці, концентрація пилу в повітрі Кривого Рогу протягом останніх трьох років стабільно перевищує гранично допустимі норму, що становить від 0,15 до 0,5 мг/м³. При цьому спостерігається тенденція до збільшення рівня забруднення з кожним роком, що свідчить про необхідність вжиття термінових заходів для вирішення цієї проблеми.

Для зменшення пилового забруднення в місті необхідно впроваджувати комплексні заходи, спрямовані на зменшення обсягів утворення відвалів, їх рекультивацію та озеленення. Крім того, важливо вдосконалювати технології видобутку та переробки корисних копалин, щоб мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище [4].

Одним із ефективних методів боротьби з пиловим забрудненням є використання спеціальних розчинів для пилоподавлення. Ці розчини розпилюються на поверхню відвалів та кар'єрів, зв'язуючи дрібні частинки пилу та перешкоджаючи їх здійманню в повітря.

Проте, незважаючи на наявність різноманітних методів боротьби з пиловим забрудненням, проблема все ще залишається невирішеною. Це пов'язано з недостатнім фінансуванням природоохоронних заходів, застарілістю технологій та обладнання на гірничодобувних підприємствах, а також з низьким рівнем екологічної свідомості населення.

Для ефективного вирішення проблеми пилового забруднення в Кривому Розі необхідна консолідація зусиль влади, підприємств та громадськості. Тільки спільними зусиллями можна досягти значних результатів у боротьбі за чисте повітря та здорове довкілля [5].

Отже, проблема забруднення атмосферного повітря пилом в Кривому Розі є надзвичайно гострою та потребує негайного вирішення. Впровадження комплексних заходів, спрямованих на зменшення обсягів утворення відвалів, їх рекультивацію та озеленення, а також вдосконалення технологій видобутку та переробки корисних копалин дозволить значно покращити екологічну ситуацію в місті та зменшити негативний вплив на здоров'я населення.

1.2 Забруднення атмосфери кар'єра

Кар'єри гірничодобувних підприємств є одними з найбільших джерел забруднення атмосферного повітря в промислових регіонах України. У Кривому Розі, де розташовані численні кар'єри з видобутку залізної руди, у тому числі ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” ця проблема стоїть особливо гостро. Забруднення атмосфери кар'єрів пилом та іншими шкідливими речовинами не лише негативно впливає на здоров'я працівників, але й поширюється на навколишні території, погіршуючи екологічну ситуацію в регіоні [6].

Основними джерелами пилоутворення в кар'єрах є буровибухові роботи, навантаження та розвантаження гірської маси, транспортування та пересування важкої техніки. Під час цих процесів утворюється дрібнодисперсний пил, який містить у своєму складі частинки породи, важкі метали та інші токсичні речовини. Концентрація пилу в повітрі робочих зон кар'єрів може досягати 100-150 мг/м³, що в десятки разів перевищує гранично допустимі норми (від 4 до 10 мг/м³).

Крім того, в атмосферу кар'єрів потрапляють вихлопні гази від роботи гірничотранспортного обладнання, які містять оксиди азоту, вуглецю та сірки.

Ці речовини в поєднанні з пилом утворюють токсичний смог, який може поширюватися на значні відстані від кар'єру та негативно впливати на здоров'я населення прилеглих територій [8].

Для оцінки рівня забруднення атмосфери в кар'єрах Кривого Рогу проводяться регулярні моніторингові дослідження. У таблиці 1.2 представлені дані щодо концентрації основних забруднюючих речовин у повітрі кар'єрів за період з 2020 по 2022 рік [9].

Таблиця 1.2 - Концентрація забруднюючих речовин в атмосфері кар'єрів м. Кривий Ріг за 2020-2022 рр., мг/м³

Забруднююча речовина	2020	2021	2022
Пил	90	110	130
Оксид вуглецю	20	25	30
Оксиди азоту	8	10	12
Діоксид сірки	5	7	9

Для кращого розуміння та візуалізації результатів, наведених у таблиці 1.2, доцільно побудувати діаграму (рис 1.1).

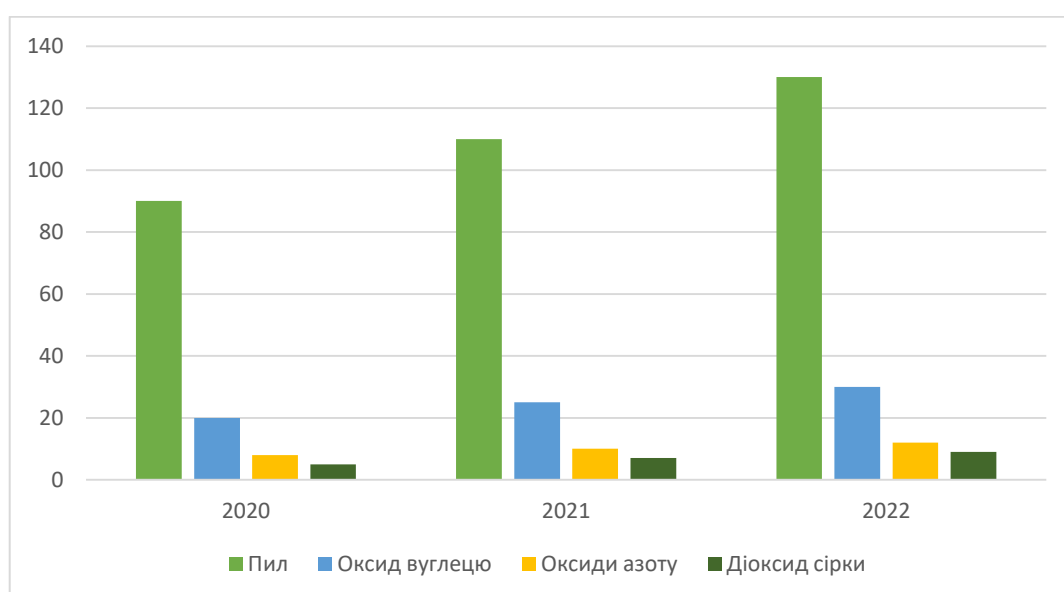


Рис. 1.1 Концентрація забруднюючих речовин в атмосфері кар'єрів м. Кривий Ріг за 2020-2022 рр., мг/м³

Як видно, концентрації забруднюючих речовин в атмосфері кар'єрів Кривого Рогу значно перевищують гранично допустимі норми. При цьому спостерігається тенденція до збільшення рівня забруднення з кожним роком, що свідчить про недостатню ефективність існуючих заходів з пилоподавлення та очищення повітря.

Для зменшення негативного впливу кар'єрів на атмосферне повітря необхідно впроваджувати комплексні заходи, спрямовані на зниження обсягів пилоутворення та очищення вихлопних газів гірничотранспортного обладнання. Зокрема, ефективними методами боротьби з пилом є зрошення водою або спеціальними розчинами, застосування пилоподавлюючих екранів та покриттів, а також озеленення відкосів кар'єрів.

Крім того, важливо вдосконалювати технології буровибухових робіт та транспортування гірської маси, щоб мінімізувати обсяги пилоутворення. Для очищення вихлопних газів необхідно встановлювати сучасні системи фільтрації та каталітичної нейтралізації на гірничотранспортному обладнанні.

Проте, незважаючи на наявність різноманітних методів боротьби з забрудненням атмосфери кар'єрів, їх ефективність часто є недостатньою через брак фінансування та застарілість обладнання. Крім того, в умовах інтенсивного видобутку корисних копалин дотримання всіх санітарно-гігієнічних вимог та екологічних норм та вимог стає складним завданням для гірничодобувних підприємств.

Для вирішення проблеми забруднення атмосфери кар'єрів необхідна розробка та впровадження комплексних програм екологізації гірничодобувної галузі на державному та регіональному рівнях. Ці програми мають передбачати модернізацію виробничих процесів, впровадження новітніх технологій пилоподавлення та очищення повітря, а також посилення контролю за дотриманням екологічних норм та стандартів [10].

Важливу роль у зменшенні негативного впливу кар'єрів на атмосферне повітря відіграє усвідомлення менеджменту гірничодобувних підприємств

необхідно забезпечення здорових умов праці та проживання поблизу цих підприємств. Формування екологічної свідомості та відповідального ставлення до навколишнього середовища дозволить підвищити ефективність природоохоронних заходів та зменшити обсяги забруднення атмосфери.

Отже, проблема забруднення атмосфери кар'єрів у Кривому Розі є надзвичайно гострою та потребує комплексного вирішення. Впровадження сучасних технологій пилоподавлення та очищення повітря, модернізація виробничих процесів, посилення екологічного контролю та формування екологічної свідомості працівників дозволить значно зменшити негативний вплив гірничодобувної галузі на атмосферне повітря та покращити екологічну ситуацію в регіоні.

1.3 Вплив пилу на організм

Пил, що утворюється внаслідок діяльності гірничодобувних підприємств, є одним із найнебезпечніших факторів впливу на здоров'я працівників та населення прилеглих територій. Дрібнодисперсні частинки пилу, потрапляючи в організм людини через дихальні шляхи, можуть спричинити низку серйозних захворювань та патологічних станів.

Найбільш вразливими до впливу пилу є органи дихання. Вдихання забрудненого повітря призводить до подразнення слизових оболонок, запалення верхніх та нижніх дихальних шляхів, розвитку хронічних обструктивних захворювань легень, таких як бронхіт, емфізема та пневмоконіози [11]. У працівників гірничодобувної галузі, які тривалий час зазнають впливу високих концентрацій пилу, ризик розвитку професійних захворювань органів дихання є особливо високим.

Крім того, пил, що містить важкі метали та інші токсичні речовини, може мати системний вплив на організм людини. Потрапляючи в кровотік, ці речовини здатні накопичуватися в різних органах та тканинах, порушуючи їх функції та викликаючи серйозні патологічні зміни. Зокрема, свинець та кадмій,

які часто присутні в складі пилу, можуть спричиняти ураження нервової системи, нирок, печінки та кісткової тканини.

Особливо небезпечним є вплив пилу на вразливі групи населення, такі як діти, вагітні жінки та люди похилого віку. У дітей, організм яких ще розвивається, навіть відносно низькі концентрації токсичних речовин можуть викликати незворотні порушення у функціонуванні різних систем та органів [12]. У вагітних жінок вплив пилу підвищує ризик ускладнень вагітності та негативних наслідків для здоров'я майбутньої дитини.

Для оцінки впливу пилу на здоров'я населення проводяться епідеміологічні дослідження, які дозволяють виявити зв'язок між рівнем забруднення повітря та показниками захворюваності. У таблиці 1.3 представлені дані щодо частоти респіраторних захворювань серед населення м. Кривий Ріг залежно від рівня забруднення атмосферного повітря пилом.

Таблиця 1.3 - Частота респіраторних захворювань серед, випадків на 1000 населення

Рівень забруднення, мг/м ³	Гострі респіраторні захворювання	Хронічний бронхіт	Бронхіальна астма
<0,1 (низький)	280	35	18
0,1-0,3 (середній)	320	50	25
>0,3 (високий)	410	75	40

Як видно з таблиці, зі збільшенням рівня забруднення атмосферного повітря пилом зростає частота респіраторних захворювань серед населення. При високому рівні забруднення (>0,3 мг/м³) частота гострих респіраторних захворювань зростає в 1,5 рази, хронічного бронхіту - в 2,1 рази, а бронхіальної астми - в 2,2 рази порівняно з низьким рівнем забруднення (<0,1 мг/м³). Ці дані свідчать про значний негативний вплив пилу на здоров'я населення та необхідність вжиття ефективних заходів для зменшення рівня забруднення атмосферного повітря.

Для зниження ризиків для здоров'я, пов'язаних із впливом пилу, необхідно впроваджувати комплексні заходи з контролю та зменшення пилоутворення на гірничодобувних підприємствах. Зокрема, ефективними є використання систем пилоподавлення та пиловловлювання, застосування індивідуальних засобів захисту органів дихання у працівників, а також регулярний моніторинг стану здоров'я працівників та населення прилеглих територій [11].

Крім того, важливе значення має інформування населення про потенційні ризики для здоров'я, пов'язані з впливом пилу, та навчання методам зниження цих ризиків. Це може включати рекомендації щодо обмеження часу перебування на відкритому повітрі в періоди високого рівня забруднення, використання засобів індивідуального захисту та регулярне проходження медичних оглядів.

Проте, незважаючи на наявність різноманітних заходів зі зниження впливу пилу на здоров'я, їх ефективність часто є недостатньою через брак фінансування та недосконалість законодавчої бази. Для забезпечення ефективного захисту здоров'я населення необхідна розробка та впровадження комплексних державних програм, спрямованих на зменшення рівня забруднення атмосферного повітря та мінімізацію негативного впливу пилу на організм людини [13].

Отже, пил, що утворюється внаслідок діяльності гірничодобувних підприємств, є серйозною загрозою для здоров'я працівників та населення прилеглих територій. Вплив пилу на організм людини може спричиняти низку серйозних захворювань та патологічних станів, особливо з боку органів дихання. Для зниження ризиків для здоров'я необхідне впровадження комплексних заходів з контролю та зменшення пилоутворення, а також розробка ефективних державних програм, спрямованих на захист здоров'я населення.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Проблема забруднення атмосферного повітря пилом в Кривому Розі є надзвичайно гострою та потребує негайного вирішення. Основними джерелами пилового забруднення є відвали гірничодобувних підприємств, у тому числі ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг”, які займають значні площі навколо міста. Дрібнодисперсний пил, що містить важкі метали та інші токсичні речовини, здійснюється з поверхні відвалів та розноситься на великі відстані, осідаючи на ґрунті, рослинності та потрапляючи в організм людини через дихальні шляхи.

Забруднення атмосфери кар'єрів пилом та іншими шкідливими речовинами не лише негативно впливає на здоров'я працівників, але й поширюється на навколишні території, погіршуючи екологічну ситуацію в регіоні. Концентрація пилу в повітрі робочих зон кар'єрів може в десятки разів перевищувати гранично допустимі норми, що свідчить про недостатню ефективність існуючих заходів з пилоподавлення та очищення повітря.

Пил, що утворюється внаслідок діяльності гірничодобувних підприємств, є серйозною загрозою для здоров'я працівників та населення прилеглих територій. Вплив пилу на організм людини може спричинити низку серйозних захворювань та патологічних станів, особливо з боку органів дихання. Для зниження ризиків для здоров'я необхідне впровадження комплексних заходів з контролю та зменшення пилоутворення, а також розробка ефективних державних програм, спрямованих на захист здоров'я населення.

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАХОДІВ ЗАСОБІВ БОРОТЬБИ ПИЛОПРИГНІЧЕННЯ

2.1 Існуючі засоби боротьби з пиленням на відвалах (рекультивация)

Відвали гірничодобувних підприємств є одним з основних джерел пилового забруднення атмосферного повітря в промислових регіонах України. Для зменшення негативного впливу відвалів на навколишнє середовище та здоров'я населення застосовуються різноманітні засоби боротьби з пиленням, серед яких важливе місце займає рекультивация [14].

Рекультивация відвалів - це комплекс заходів, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності порушених земель, а також на поліпшення умов навколишнього середовища. Основними етапами рекультивации є гірничотехнічний та біологічний. Гірничотехнічний етап передбачає планування та терасування поверхні відвалів, створення стійких укосів та формування рельєфу, який би сприяв подальшому озелененню території.

Біологічний етап рекультивации включає комплекс агротехнічних та фітомеліоративних заходів, спрямованих на відновлення родючості ґрунтів та створення стійкого рослинного покриву. Для цього на поверхню відвалів наносять шар родючого ґрунту або субстрату, проводять посів трав та висадку деревно-чагарникової рослинності. При підборі асортименту рослин враховують специфіку кліматичних та едафічних умов регіону, а також стійкість рослин до несприятливих факторів середовища [15].

Рекультивация відвалів дозволяє не лише зменшити пилове навантаження на атмосферне повітря, але й сприяє відновленню біологічного різноманіття та естетичної привабливості порушених земель. Крім того, озеленення відвалів має важливе санітарно-гігієнічне значення, оскільки рослинність здатна поглинати пил та інші забруднюючі речовини з повітря, а також знижувати рівень шуму та покращувати мікрокліматичні умови.

Для оцінки ефективності рекультивації відвалів проводиться регулярний моніторинг стану атмосферного повітря та ґрунтового покриву на рекультивованих ділянках. У таблиці 2.1 представлені результати вимірювання концентрації пилу в повітрі на різних етапах рекультивації відвалів Кривбасу[16].

Таблиця 2.1 - Концентрація пилу в атмосферному повітрі на різних етапах рекультивації відвалів Кривбасу, мг/м³

Етап рекультивації	Концентрація пилу, мг/м ³
До рекультивації	1,5-3,0
Гірничотехнічний етап	0,8-1,2
Біологічний етап	0,3-0,6

Як видно з таблиці, концентрація пилу в повітрі суттєво знижується вже на гірничотехнічному етапі рекультивації відвалів, коли проводиться планування та терасування поверхні. Подальше зниження запиленості спостерігається на біологічному етапі, коли на поверхні відвалів створюється стійкий рослинний покрив. Загалом, рекультивація дозволяє знизити концентрацію пилу в повітрі в 2-5 разів порівняно з нереккультивованими ділянками.

Незважаючи на очевидні переваги, рекультивація відвалів в Україні часто стикається з низкою проблем та перешкод. Однією з головних проблем є недостатнє фінансування робіт з рекультивації, що пов'язано з високою вартістю гірничотехнічного етапу та необхідністю постійного догляду за рослинністю на біологічному етапі.

Крім того, ефективність рекультивації значною мірою залежить від якості проектних рішень та дотримання технології робіт. Недостатньо продумані або неякісно виконані роботи з рекультивації можуть призвести до ерозії ґрунтів, зсувів та інших небажаних наслідків, які зводять нанівець всі зусилля з відновлення порушених земель.

Ще однією проблемою є недосконалість нормативно-правової бази, яка регулює питання рекультивації відвалів в Україні. Чинні нормативні документи не завжди враховують специфіку конкретних регіонів та підприємств, що ускладнює розробку та реалізацію ефективних проектів рекультивації [17].

Для подолання зазначених проблем необхідно вдосконалювати нормативно-правову базу, розробляти нові технології рекультивації, які б враховували специфіку різних типів відвалів та кліматичних умов регіонів. Важливе значення має також підвищення рівня екологічної свідомості керівництва та працівників гірничодобувних підприємств, а також залучення громадськості до процесу планування та контролю робіт з рекультивації.

Отже, рекультивація відвалів є важливим засобом боротьби з пиловим забрудненням атмосферного повітря та відновлення порушених земель. Незважаючи на наявні проблеми та перешкоди, впровадження ефективних технологій рекультивації та вдосконалення нормативно-правової бази дозволить суттєво зменшити негативний вплив відвалів на навколишнє середовище та здоров'я населення.

2.2 Аналіз ефективності використання розчинів для пилоподавлення

Одним із ефективних методів боротьби з пиловим забрудненням атмосферного повітря на відвалах гірничодобувних підприємств є використання розчинів для пилоподавлення. Ці розчини містять різноманітні хімічні речовини, які здатні зв'язувати дрібнодисперсні частинки пилу та запобігати їх поширенню в повітрі.

Найбільш поширеними розчинами для пилоподавлення є водні розчини на основі хлориду кальцію, хлориду магнію, лігносульфонатів, полівінілацетату та інших полімерних сполук. Механізм дії цих розчинів полягає в тому, що вони створюють на поверхні відвалів міцну кірку, яка запобігає здійманню пилу під впливом вітру та інших факторів [18].

Ефективність використання розчинів для пилоподавлення залежить від низки факторів, зокрема від типу та концентрації активної речовини, норми витрати розчину, а також від кліматичних та погодних умов регіону. Для забезпечення максимальної ефективності пилоподавлення необхідно підбирати оптимальні параметри розчинів з урахуванням специфіки конкретних відвалів та умов їх експлуатації [18].

У таблиці 2.2 представлені результати порівняльного аналізу ефективності різних типів розчинів для пилоподавлення на відвалах Кривбасу[19].

Таблиця 2.2 - Ефективність різних типів розчинів для пилоподавлення на відвалах Кривбасу

Тип розчину	Концентрація активної речовини, %	Норма витрати, л/м ²	Ефективність пилоподавлення, %
Хлорид кальцію	20-30	1,0-1,5	80-90
Хлорид магнію	25-35	1,2-1,8	75-85
Лігносульфонати	10-15	1,5-2,0	70-80
Полівінілацетат	5-10	0,8-1,2	85-95

Як видно з таблиці, найбільшу ефективність пилоподавлення (85-95%) демонструють розчини на основі полівінілацетату, які можуть використовуватися в меншій концентрації та з меншою нормою витрати порівняно з іншими типами розчинів. Розчини на основі хлориду кальцію та хлориду магнію також показують достатньо високу ефективність (75-90%), однак потребують більшої концентрації активної речовини та норми витрати. Розчини на основі лігносульфонатів дещо поступаються за ефективністю іншим типам розчинів, однак можуть бути більш економічно доцільними завдяки нижчій вартості сировини.

Крім типу та концентрації активної речовини, важливе значення для ефективності пилоподавлення має також спосіб нанесення розчину на поверхню відвалів. Найбільш поширеними способами є розпилення розчину за

допомогою спеціальних установок або поливальних машин. При виборі способу нанесення необхідно враховувати розміри та конфігурацію відвалів, а також наявність необхідного обладнання та персоналу.

У таблиці 2.3 представлені результати аналізу ефективності різних способів нанесення розчинів для пилоподавлення на відвалах Кривбасу[20].

Таблиця 2.3 - Ефективність різних способів нанесення розчинів для пилоподавлення на відвалах Кривбасу

Спосіб нанесення	Норма витрати розчину, л/м ²	Періодичність обробки, діб	Ефективність пилоподавлення, %
Розпилення установками	1,0-1,5	30-40	85-95
Розпилення поливальними машинами	1,2-1,8	20-30	80-90
Ручне нанесення	1,5-2,0	15-20	70-80

Як видно з таблиці, найбільшу ефективність пилоподавлення (85-95%) забезпечує розпилення розчинів за допомогою спеціальних установок, які дозволяють рівномірно розподілити розчин по поверхні відвалів та забезпечити оптимальну норму витрати. Розпилення розчинів поливальними машинами також демонструє достатньо високу ефективність (80-90%), однак потребує більшої норми витрати та частішої періодичності обробки. Ручне нанесення розчинів є найменш ефективним способом (70-80%) через нерівномірність розподілу та високу трудомісткість процесу.

Незважаючи на високу ефективність використання розчинів для пилоподавлення, цей метод має низку недоліків та обмежень. Зокрема, розчини можуть негативно впливати на стан ґрунтів та підземних вод, особливо при використанні високих концентрацій активних речовин. Крім того, ефективність розчинів значною мірою залежить від погодних умов - при високих

температурах та низькій вологості повітря розчини швидко висихають та втрачають свої властивості.

Ще однією проблемою є висока вартість розчинів для пилоподавлення, яка може суттєво збільшувати собівартість виробництва на гірничодобувних підприємствах. Для зниження витрат на пилоподавлення необхідно оптимізувати норми витрати розчинів та підбирати найбільш економічно доцільні типи активних речовин з урахуванням специфіки конкретних відвалів [21].

Перспективним напрямком удосконалення методів пилоподавлення на відвалах є розробка нових типів розчинів на основі природних полімерів та біологічно активних речовин, які б мали високу ефективність та безпечність для навколишнього середовища. Крім того, важливе значення має впровадження автоматизованих систем моніторингу та керування процесом пилоподавлення, які дозволяють оптимізувати витрати розчинів та забезпечити максимальну ефективність їх використання [22].

Отже, використання розчинів для пилоподавлення є ефективним методом боротьби з пиловим забрудненням атмосферного повітря на відвалах гірничодобувних підприємств. Вибір оптимальних типів розчинів та способів їх нанесення з урахуванням специфіки конкретних відвалів дозволяє досягти високого рівня пилоподавлення та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Подальше удосконалення методів пилоподавлення потребує розробки нових типів екологічно безпечних розчинів та впровадження автоматизованих систем керування процесом.

2.3 Вплив зовнішніх умов на ефективність засобів боротьби

Ефективність засобів боротьби з пиловим забрудненням атмосферного повітря на відвалах гірничодобувних підприємств значною мірою залежить від зовнішніх умов, зокрема від кліматичних факторів, характеристик відвальної маси та технологічних параметрів процесу відвалоутворення [20].

Серед кліматичних факторів найбільший вплив на ефективність пилоподавлення мають температура повітря, відносна вологість, швидкість та напрямок вітру. При високих температурах та низькій вологості повітря розчини для пилоподавлення швидко висихають, що призводить до втрати їх ефективності. Сильні вітри, особливо при несприятливому напрямку, можуть сприяти інтенсивному здійманню та поширенню пилу з поверхні відвалів.

Характеристики відвальної маси, такі як гранулометричний склад, вологість, щільність та зв'язність частинок, також суттєво впливають на ефективність засобів боротьби з пилоутворенням. Дрібнодисперсні та сухі відвальні породи є найбільш схильними до пиління, тоді як вологі та щільні породи мають меншу здатність до пилоутворення. Наявність у відвальній масі глинистих та зв'язних частинок сприяє утворенню міцної кірки на поверхні відвалів, що запобігає здійманню пилу [23].

Технологічні параметри процесу відвалоутворення, зокрема висота та кут укосу відвалів, спосіб формування та ущільнення відвальної маси, також мають значний вплив на інтенсивність пилоутворення. Високі та круті відвали є більш схильними до вітрової ерозії та пиління, ніж низькі та пологі. Формування відвалів без належного ущільнення відвальної маси призводить до збільшення пористості та проникності порід, що сприяє інтенсивному здійманню пилу.

Для забезпечення максимальної ефективності засобів боротьби з пиловим забрудненням необхідно враховувати комплексний вплив зовнішніх умов та розробляти адаптивні технології пилоподавлення, які б дозволяли оперативно реагувати на зміни кліматичних та технологічних параметрів.

Одним із перспективних напрямків удосконалення методів пилоподавлення є впровадження автоматизованих систем моніторингу та керування процесом, які дозволяють в режимі реального часу відстежувати зміни зовнішніх умов та коригувати параметри роботи обладнання для досягнення максимальної ефективності. Такі системи можуть включати датчики контролю метеорологічних параметрів, характеристик відвальної маси

та інтенсивності пилоутворення, а також виконавчі механізми для регулювання норми витрати та складу розчинів для пилоподавлення [24].

Крім того, важливе значення має оптимізація технологічних параметрів відвалоутворення з метою мінімізації пилоутворення. Зокрема, доцільним є формування відвалів меншої висоти та з більш пологими укосами, що зменшує вітрову ерозію та пиління. Ущільнення відвальної маси при формуванні відвалів дозволяє зменшити пористість та проникність порід, що також сприяє зниженню інтенсивності пилоутворення.

Ще одним напрямком удосконалення методів боротьби з пиловим забрудненням є розробка нових складів розчинів для пилоподавлення, які б мали високу ефективність та стійкість в умовах несприятливих зовнішніх факторів. Зокрема, перспективним є використання розчинів на основі природних полімерів та біологічно активних речовин, які здатні утворювати міцні та еластичні плівки на поверхні відвалів, що запобігають здійманню та поширенню пилу.

Для підвищення ефективності рекультивації відвалів в умовах несприятливих зовнішніх факторів важливе значення має підбір асортименту рослин, які б мали високу стійкість до посухи, вітрової ерозії та інших стресових чинників. Крім того, доцільним є використання мульчуючих матеріалів та спеціальних добавок, які сприяють утриманню вологи в ґрунті та зменшують вітрову ерозію поверхні відвалів [25].

Отже, ефективність засобів боротьби з пиловим забрудненням атмосферного повітря на відвалах гірничодобувних підприємств значною мірою залежить від зовнішніх умов, зокрема від кліматичних факторів, характеристик відвальної маси та технологічних параметрів процесу відвалоутворення. Для забезпечення максимальної ефективності пилоподавлення необхідно розробляти адаптивні технології, які враховують комплексний вплив зовнішніх умов та дозволяють оперативно реагувати на їх зміни. Перспективними напрямками удосконалення методів боротьби з пиловим забрудненням є впровадження автоматизованих систем моніторингу

та керування процесом, оптимізація технологічних параметрів відвалоутворення, розробка нових складів розчинів для пилоподавлення та підбір асортименту стійких рослин для рекультивації відвалів.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Рекультивація відвалів є важливим засобом боротьби з пиловим забрудненням атмосферного повітря та відновлення порушених земель. Незважаючи на наявні проблеми та перешкоди, впровадження ефективних технологій рекультивації та вдосконалення нормативно-правової бази дозволить суттєво зменшити негативний вплив відвалів на навколишнє середовище та здоров'я населення.

Використання розчинів для пилоподавлення є ефективним методом боротьби з пиловим забрудненням атмосферного повітря на відвалах гірничодобувних підприємств. Вибір оптимальних типів розчинів та способів їх нанесення з урахуванням специфіки конкретних відвалів дозволяє досягти високого рівня пилоподавлення та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Подальше удосконалення методів пилоподавлення потребує розробки нових типів екологічно безпечних розчинів та впровадження автоматизованих систем керування процесом.

Ефективність засобів боротьби з пиловим забрудненням атмосферного повітря на відвалах гірничодобувних підприємств значною мірою залежить від зовнішніх умов, зокрема від кліматичних факторів, характеристик відвальної маси та технологічних параметрів процесу відвалоутворення. Для забезпечення максимальної ефективності пилоподавлення необхідно розробляти адаптивні технології, які враховують комплексний вплив зовнішніх умов та дозволяють оперативно реагувати на їх зміни. Перспективними напрямками удосконалення методів боротьби з пиловим забрудненням є впровадження автоматизованих систем моніторингу та керування процесом, оптимізація технологічних

параметрів відвалоутворення, розробка нових складів розчинів для пилоподавлення та підбір асортименту стійких рослин для рекультивації відвалів.

РОЗДІЛ 3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ

3.1 Оцінка соціально-економічної ефективності пилоподавлення на відвалах

Проблема пилового забруднення атмосферного повітря в районах розміщення відвалів гірничодобувних підприємств має не лише екологічне, але й важливе соціально-економічне значення. Негативний вплив пилу на здоров'я населення призводить до зростання захворюваності, зниження працездатності та якості життя людей, що в свою чергу відображається на економічних показниках розвитку регіонів.

Оцінка соціально-економічної ефективності заходів з пилоподавлення на відвалах є важливим етапом планування та реалізації природоохоронних програм. Така оцінка дозволяє визначити доцільність та пріоритетність впровадження різних методів боротьби з пиловим забрудненням, а також обґрунтувати необхідні обсяги фінансування та ресурсного забезпечення [25].

Основними показниками соціально-економічної ефективності пилоподавлення на відвалах є зниження рівня захворюваності населення, зменшення витрат на охорону здоров'я та соціальне забезпечення, підвищення продуктивності праці та створення нових робочих місць у сфері рекультивації порушених земель [26].

Для кількісної оцінки соціально-економічної ефективності заходів з пилоподавлення використовуються різноманітні методи та моделі, які дозволяють врахувати комплексний вплив екологічних, соціальних та економічних факторів. Одним із найбільш поширених підходів є розрахунок показника чистої приведеної вартості (NPV), який відображає різницю між дисконтованими грошовими потоками від реалізації проекту та початковими інвестиціями [28].

У таблиці 3.1 представлені результати розрахунку показника чистої приведеної вартості для проекту рекультивації відвалу гірничодобувного підприємства в м. Кривий Ріг.

Таблиця 3.1 - Розрахунок показника чистої приведеної вартості для проекту рекультивації відвалу

Показник	Значення
Початкові інвестиції, млн. грн.	15,0
Щорічний грошовий потік, млн. грн.	3,5
Ставка дисконтування, %	10
Період реалізації проекту, років	10
Чиста приведена вартість (NPV), млн. грн.	7,2

Як видно з таблиці, показник чистої приведеної вартості для даного проекту становить 7,2 млн. грн., що свідчить про його економічну доцільність та ефективність. При цьому слід зазначити, що в розрахунку враховані лише прямі економічні вигоди від реалізації проекту, такі як зниження витрат на охорону здоров'я та збільшення продуктивності праці. Реальна соціально-економічна ефективність рекультивації відвалу може бути значно вищою за рахунок непрямих ефектів, таких як покращення якості життя населення, підвищення інвестиційної привабливості регіону та створення нових можливостей для розвитку рекреаційної сфери.

Важливим аспектом оцінки соціально-економічної ефективності пилоподавлення на відвалах є також врахування фактору часу та невизначеності. Реалізація проектів рекультивації відвалів зазвичай потребує значних початкових інвестицій та має тривалий термін окупності. При цьому існують ризики, пов'язані з можливими змінами екологічної та соціально-економічної ситуації в регіоні, коливаннями цін на ресурси та енергоносії, а

також з недосконалістю законодавчої бази та системи державного регулювання [24].

Для мінімізації цих ризиків та підвищення ефективності проектів пилоподавлення на відвалах необхідно розробляти гнучкі та адаптивні стратегії їх реалізації, які б дозволяли оперативно реагувати на зміни зовнішніх умов. Зокрема, доцільним є поетапне впровадження заходів з рекультивації відвалів, що дозволяє оптимізувати витрати та мінімізувати ризики на кожному етапі реалізації проекту.

Крім того, важливе значення має залучення до процесу планування та реалізації проектів пилоподавлення на відвалах усіх зацікавлених сторін, включаючи місцеві громади, органи державної влади, наукові установи та громадські організації. Така співпраця дозволяє врахувати різноманітні аспекти соціально-економічної ефективності проектів та забезпечити їх максимальну результативність [27].

Ще одним перспективним напрямком підвищення соціально-економічної ефективності пилоподавлення на відвалах є розвиток ринку екосистемних послуг, пов'язаних з рекультивацією порушених земель. Зокрема, створення на рекультивованих відвалах об'єктів зеленого туризму, рекреаційних зон та центрів екологічної освіти може стати додатковим джерелом доходів для місцевих громад та стимулювати розвиток підприємництва в регіоні.

Отже, оцінка соціально-економічної ефективності пилоподавлення на відвалах є важливим інструментом планування та реалізації природоохоронних програм у гірничодобувних регіонах. Така оцінка дозволяє визначити доцільність та пріоритетність впровадження різних методів боротьби з пиловим забрудненням, а також обґрунтувати необхідні обсяги фінансування та ресурсного забезпечення. При цьому важливо враховувати комплексний характер соціально-економічних ефектів від реалізації проектів пилоподавлення, а також фактори часу та невизначеності. Перспективними напрямками підвищення ефективності пилоподавлення на відвалах є розробка адаптивних стратегій реалізації проектів, залучення усіх зацікавлених сторін до

процесу їх планування та впровадження, а також розвиток ринку екосистемних послуг, пов'язаних з рекультивацією порушених земель.

3.2 Практичні рекомендації, покращення умов праці працівників відвального господарства

Забезпечення належних умов праці та безпеки працівників відвального господарства, у тому числі ПАТ “АрселорМіттал Кривий Ріг” є одним із ключових завдань у контексті сталого розвитку гірничодобувної галузі. Незважаючи на значні досягнення у сфері технологій та організації виробництва, робота на відвалах все ще пов'язана з низкою серйозних ризиків для здоров'я та життя людей.

Основними факторами негативного впливу на умови праці працівників відвального господарства є підвищена запиленість повітря, шум та вібрація від роботи гірничотранспортного обладнання, несприятливі мікрокліматичні умови, а також ризики травматизму та професійних захворювань. Для мінімізації цих ризиків та покращення умов праці необхідно впроваджувати комплексні заходи, які включають як технологічні та організаційні рішення, так і підвищення рівня обізнаності та відповідальності самих працівників.

Одним із ключових напрямків покращення умов праці на відвалах є зниження рівня запиленості повітря робочих зон. Для цього необхідно впроваджувати ефективні системи пилоподавлення, які базуються на використанні сучасних розпилювальних установок, туманоутворюючих систем та розчинів-змочувачів. Крім того, важливе значення має оптимізація параметрів відвалоутворення, зокрема зменшення висоти відсипки порід та формування більш пологих укосів відвалів.

Для зниження рівня шуму та вібрації на робочих місцях необхідно впроваджувати сучасне гірничотранспортне обладнання з покращеними характеристиками шумо- та віброізоляції. Зокрема, доцільним є використання конвеєрів з низьким рівнем шуму, а також застосування гумових та поліуретанових елементів для амортизації вібрацій. Крім того, важливе

значення має правильне планування робочих зон та розташування обладнання з урахуванням вимог ергономіки та безпеки.

Для покращення мікрокліматичних умов праці на відвалах необхідно забезпечувати працівників спеціальним одягом та засобами індивідуального захисту, які відповідають специфіці роботи в умовах підвищених температур, вологості та запиленості. Зокрема, доцільним є використання спецодягу з підвищеними теплоізоляційними та вологозахисними властивостями, а також застосування систем кондиціонування та вентиляції повітря в кабінах гірничотранспортного обладнання.

Важливим аспектом покращення умов праці на відвалах є також забезпечення належного рівня освітленості робочих зон. Недостатнє або нерівномірне освітлення може призводити до підвищеної втоми та зниження уваги працівників, що в свою чергу збільшує ризики травматизму та аварійних ситуацій. Для вирішення цієї проблеми необхідно впроваджувати сучасні системи освітлення на базі світлодіодних технологій, які забезпечують високу ефективність та рівномірність розподілу світла.

Не менш важливим напрямком покращення умов праці на відвалах є підвищення рівня безпеки та зниження ризиків травматизму. Для цього необхідно впроваджувати ефективні системи управління охороною праці, які базуються на принципах ризик-орієнтованого підходу та постійного вдосконалення. Зокрема, доцільним є проведення регулярних аудитів та оцінок ризиків на робочих місцях, розробка та впровадження стандартів безпечної роботи, а також забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального та колективного захисту.

Крім того, важливе значення має підвищення рівня обізнаності та відповідальності самих працівників щодо питань охорони праці та промислової безпеки. Для цього необхідно проводити регулярні навчання та тренінги персоналу, а також впроваджувати системи мотивації та заохочення працівників до безпечної та відповідальної поведінки на робочому місці.

Ще одним перспективним напрямком покращення умов праці на відвалах є автоматизація та роботизація виробничих процесів. Впровадження сучасних технологій дистанційного керування гірничотранспортним обладнанням, а також використання роботизованих комплексів для виконання найбільш небезпечних та трудомістких операцій дозволяє суттєво знизити ризики для здоров'я та життя працівників.

Важливу роль у покращенні умов праці на відвалах відіграє також соціальний діалог та співпраця між роботодавцями, профспілками та органами державної влади. Спільне обговорення та вирішення проблемних питань охорони праці, а також розробка та реалізація комплексних програм покращення умов праці дозволяють досягти максимальної ефективності та результативності впроваджуваних заходів.

Не менш важливим аспектом є забезпечення належного рівня медичного обслуговування та профілактики професійних захворювань серед працівників відвального господарства. Для цього необхідно організовувати регулярні медичні огляди та діагностичні обстеження персоналу, а також забезпечувати доступність та якість медичної допомоги безпосередньо на виробничих майданчиках.

Перспективним напрямком покращення умов праці на відвалах є також впровадження інноваційних технологій моніторингу та контролю стану здоров'я працівників. Зокрема, використання сучасних сенсорних систем та мобільних додатків дозволяє здійснювати постійний моніторинг життєво важливих показників організму працівників, таких як пульс, артеріальний тиск, рівень кисню в крові тощо. Це дає можливість оперативно реагувати на потенційні загрози для здоров'я та вживати необхідних заходів для їх усунення.

Важливим компонентом покращення умов праці на відвалах є також розвиток корпоративної культури безпеки та здоров'я. Формування у працівників усвідомлення цінності власного здоров'я та життя, а також відповідального ставлення до безпеки своїх колег є запорукою сталого розвитку та успішності будь-якого підприємства гірничодобувної галузі.

Отже, покращення умов праці працівників відвального господарства є комплексним завданням, яке потребує системного підходу та залучення усіх зацікавлених сторін. Впровадження сучасних технологічних та організаційних рішень, підвищення рівня обізнаності та відповідальності працівників, розвиток соціального діалогу та корпоративної культури безпеки - все це є необхідними складовими для забезпечення гідних та безпечних умов праці на відвалах гірничодобувних підприємств. Лише за умови консолідації зусиль та ресурсів усіх учасників виробничого процесу можливо досягти реального прогресу у сфері охорони праці та промислової безпеки, що в свою чергу стане запорукою сталого розвитку галузі та підвищення якості життя працівників і місцевих громад.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Оцінка соціально-економічної ефективності пилоподавлення на відвалах, у тому числі ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" є важливим інструментом планування та реалізації природоохоронних програм у гірничодобувних регіонах. Така оцінка дозволяє визначити доцільність та пріоритетність впровадження різних методів боротьби з пиловим забрудненням, а також обґрунтувати необхідні обсяги фінансування та ресурсного забезпечення. При цьому важливо враховувати комплексний характер соціально-економічних ефектів від реалізації проектів пилоподавлення, а також фактори часу та невизначеності. Перспективними напрямками підвищення ефективності пилоподавлення на відвалах є розробка адаптивних стратегій реалізації проектів, залучення усіх зацікавлених сторін до процесу їх планування та впровадження, а також розвиток ринку екосистемних послуг, пов'язаних з рекультивацією порушених земель.

Покращення умов праці працівників відвального господарства є комплексним завданням, яке потребує системного підходу та залучення усіх зацікавлених сторін. Впровадження сучасних технологічних та організаційних

рішень, підвищення рівня обізнаності та відповідальності працівників, розвиток соціального діалогу та корпоративної культури безпеки - все це є необхідними складовими для забезпечення гідних та безпечних умов праці на відвалах гірничодобувних підприємств. Лише за умови консолідації зусиль та ресурсів усіх учасників виробничого процесу можливо досягти реального прогресу у сфері охорони праці та промислової безпеки, що в свою чергу стане запорукою сталого розвитку галузі та підвищення якості життя працівників і місцевих громад.

ВИСНОВКИ

Проблема відвалів гірничодобувних підприємств та їх негативного впливу на навколишнє середовище і здоров'я людей є однією з найбільш гострих екологічних проблем в Україні та світі. Особливо актуальною ця проблема є для Кривого Рогу - міста, де зосереджена значна кількість відвалів та кар'єрів, у тому числі ПАТ "АрселорМіттал Кривий Ріг" які стали джерелом потужного пилового забруднення атмосферного повітря.

Дослідження, проведені в рамках даної кваліфікаційної роботи, показали, що концентрація пилу в повітрі міста та кар'єрів Кривого Рогу в декілька разів перевищує гранично допустимі норми, що має катастрофічні наслідки для здоров'я населення та стану довкілля. Дрібнодисперсний пил, який містить важкі метали та інші токсичні речовини, здатен проникати глибоко в дихальні шляхи та спричиняти низку серйозних захворювань, таких як бронхіт, астма, пневмоконіоз тощо.

Для вирішення проблеми пилового забруднення в Кривому Розі необхідно впроваджувати комплексні заходи, спрямовані на зменшення обсягів утворення відвалів, їх рекультивацію та запобігання пилоутворенню. Серед найбільш ефективних методів боротьби з пиловим забрудненням слід відзначити використання розчинів для пилоподавлення, які здатні зв'язувати дрібні частинки пилу та запобігати їх здійманню в повітря.

Проте, ефективність засобів пилоподавлення значною мірою залежить від зовнішніх умов, таких як кліматичні фактори, характеристики відвальної маси та технологічні параметри процесу відвалоутворення. Тому для забезпечення максимальної результативності пилоподавлення необхідно розробляти адаптивні технології, які враховують комплексний вплив зовнішніх умов та дозволяють оперативно реагувати на їх зміни.

Важливим аспектом вирішення проблеми відвалів є також оцінка соціально-економічної ефективності заходів з пилоподавлення. Така оцінка дозволяє визначити доцільність та пріоритетність впровадження різних методів

боротьби з пиловим забрудненням, а також обґрунтувати необхідні обсяги фінансування та ресурсного забезпечення. При цьому важливо враховувати не лише прямі економічні ефекти, але й соціальні та екологічні наслідки реалізації проектів пилоподавлення.

Не менш важливим завданням є покращення умов праці працівників відвального господарства, які найбільше потерпають від негативного впливу пилового забруднення. Впровадження сучасних технологічних та організаційних рішень, підвищення рівня обізнаності та відповідальності працівників, розвиток соціального діалогу та корпоративної культури безпеки - все це є необхідними складовими для забезпечення гідних та безпечних умов праці на відвалах гірничодобувних підприємств.

Результати проведених досліджень свідчать про необхідність розробки та впровадження комплексної стратегії боротьби з пиловим забрудненням в Кривому Розі, яка б включала в себе не лише технологічні та організаційні рішення, але й заходи з підвищення екологічної свідомості населення та залучення громадськості до процесу прийняття рішень.

Важливу роль у вирішенні проблеми відвалів має відігравати також держава, зокрема шляхом вдосконалення нормативно-правової бази, посилення екологічного контролю та стимулювання впровадження інноваційних технологій пилоподавлення та рекультивації порушених земель.

Лише за умови консолідації зусиль та ресурсів усіх зацікавлених сторін - гірничодобувних підприємств, органів державної влади, наукових установ, громадських організацій та місцевих громад - можливо досягти реального прогресу у боротьбі з пиловим забрудненням та відновленні екологічної рівноваги в Кривому Розі та інших гірничодобувних регіонах України.

Подальші дослідження в цій сфері мають бути спрямовані на розробку нових ефективних технологій пилоподавлення та рекультивації відвалів, оптимізацію процесів відвалоутворення, а також на поглиблене вивчення соціально-економічних та екологічних аспектів проблеми відвалів та пошук шляхів її комплексного вирішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Бобир О. В. Екологія Кривбасу : реком. бібліогр. покажчик / укл. О. В. Бобир. – Кривий Ріг : Наукова бібліотека КНУ, 2012. - 18 с.
- 2 Єфіменко, В. І. Кривий-Ріг - моє місто: науково-дослідний посібник з питань екологотехногенного стану середовища міста, його промислових і будівельних об'єктів / В. І. Єфіменко, В. В. Єфіменко, А. М. Шестаков. – Кривий Ріг : Етюд-Сервис, 2005. – 79 с.
- 3 Звіт про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2022 рік / Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської обласної державної адміністрації. Дніпро, 2023. 250 с.
- 4 Павличенко А. В., Федотов В. В., Деменко О. В. Аналіз екологічних ризиків при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2019. № 57. С. 201-208.
- 5 Губін Г. Г., Губіна В. Г. Ресурсно-екологічний стан Криворізького басейну. *Вісник Криворізького технічного університету*. 2011. Вип. 27. С. 117-123.
- 6 Юрченко А. А., Литвиненко А. В., Кириченко О. О. Оцінка впливу гірничодобувної промисловості на атмосферне повітря Кривбасу. *Вісник Криворізького національного університету*. 2021. Вип. 52. С. 85-91.
- 7 Колесник В. Є., Павличенко А. В., Бучавий Ю. В. Обґрунтування шляхів зменшення пилового навантаження в робочих зонах кар'єрів. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2022. № 68. С. 112-119.
- 8 Долгова Т. І., Миронова І. Г., Павличенко А. В. Екологічна оцінка впливу діяльності гірничодобувних підприємств на довкілля. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2020. № 4. С. 89-94.
- 9 Звіт про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2023 рік / Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської обласної державної адміністрації. Дніпро, 2023. 275 с.

- 10 Тверда О. Я., Косенко І. А., Воробйов В. Д. Аналіз методів пилоподавлення на кар'єрах. *Вісник Криворізького національного університету*. 2018. Вип. 47. С. 134-139.
- 11 Білецька Е. М., Онул Н. М., Головкова Т. А. Гігієнічна оцінка впливу пилу на здоров'я працівників гірничодобувної промисловості. *Медичні перспективи*. 2018. 23(3). С. 65-72.
- 12 Павличенко А. В., Коваленко А. А. Оцінка ризиків для здоров'я населення від впливу пилу в районах розміщення вугільних шахт. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2019. (1). С. 143-149.
- 13 Stovpnik, S., Voloshin, O., Kovalenko, A. Assessment of the impact of dust pollution on the health of the population in the areas of coal mining enterprises. *E3S Web of Conferences*. 2021. 280. 08014.
- 14 Serdyuk, A. M., Chernichenko, I. O. Health risk assessment of the population living in the areas of coal mining enterprises. *Environment & Health*. 2020. С. 10-15.
- 15 Звіт про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2021 рік. Дніпро: Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської обласної державної адміністрації, 2022. 250 с.
- 16 Копач, П. І., Романенко, О. В. Рекультивація відвалів як засіб зменшення пилового забруднення атмосферного повітря в гірничодобувних регіонах. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2020. С. 75-83.
- 17 Терещук, О. С., Кушнір, С. Л. Проблеми та перспективи рекультивації відвалів гірничодобувних підприємств в Україні. *Вісник Криворізького національного університету*. 2019. Вип. 48. С. 51-59.
- 18 Колесник, В. Є., Павличенко, А. В., Бучавий, Ю. В. Обґрунтування параметрів використання розчинів для пилоподавлення на відвалах гірничодобувних підприємств. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2018. С. 322-332.

- 19 Тверда О. Я., Воробйов В. Д., Давиденко О. О. Дослідження ефективності використання розчинів для пилоподавлення на відвалах вугільних шахт. *Вісник Криворізького національного університету*. 2019. Вип. 48. С. 114-125.
- 20 Салій І. В. Перспективні способи боротьби з пилоутворенням як фактор покращення умов праці на підприємствах Кривбасу та стану довкілля. *ВІСНИК КРИВОРІЗЬКОГО ЕКОНОМІЧНОГО ІНСТИТУТУ КНЕУ*, 2009, 114.
- 21 Зубова Л. Г., Зубов О. Р., Зубов, А. О. Вплив зовнішніх факторів на інтенсивність пилоутворення на відвалах вугільних шахт. *Геотехнічна механіка*. 2018. с. 134-144.
- 22 Колесник В. Є., Павличенко А. В., Бучавий Ю. В. Оцінка впливу кліматичних факторів на ефективність пилоподавлення на відвалах гірничодобувних підприємств. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2019. Вип. 58. С. 75-85.
- 23 Тверда О. Я., Косенко І. А., Ткачук К. К. Дослідження впливу характеристик відвальної маси на інтенсивність пилоутворення при формуванні відвалів. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2020. 31(70), 2. С. 215-220.
- 24 Бересневич П. В., Ященко І. О., Філоненко О. В. Адаптивні технології пилоподавлення на відвалах гірничодобувних підприємств. *Метеорологічний вісник*. 2019. (1). С. 14-21.
- 25 Павличенко А. В., Гайдай О. А. Оцінка соціально-економічної ефективності природоохоронних заходів на гірничодобувних підприємствах. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут"*. Серія: Економічні науки. 2018. С. 121-126.
- 26 Сухіна О. М., Нагорний Є. В. Методичні підходи до оцінки соціально-економічної ефективності рекультивації відвалів вугільних шахт. *Економіка та держава*. 2019. (9). С. 117-123.

- 27 Шевчук В. Я., Білявський Г. О. Соціально-економічні аспекти рекультивації порушених земель у контексті сталого розвитку. *Геоінженерія*. 2020. (3). С. 54-61.
- 28 SERDYUK, Olexander S. Assessment of effectiveness of investment projects for coal mining enterprises liquidation realised on the base of public-private consortium. *Economy of Industry*, 2016, 1 (73). P. 83-92.