

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології, хімії та технологій захисту довкілля

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГІРНИЧОГО
ВИДОБУТКУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

Виконав: студент групи ТЗД-23м
спеціальності 183 – «Технології захисту
навколишнього середовища»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Самойлова О.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор кафедри ЕХТЗД

Петрук Р.В.

(прізвище та ініціали)

Опонент: д.х.н., доцент кафедри ЕХТЗД

Ранський А.П.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕХТЗД

к.т.н., проф. Іщенко В.А.

(прізвище та ініціали)

«10» грудня 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Кафедра Екології, хімії та технологій захисту довкілля

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)

Галузь знань – 18 «Виробництво та технології»

Спеціальність – 183 – «Технології захисту навколишнього середовища»

Освітньо-професійна програма – «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕХТЗД

Іщенко В.А.

24 вересня

2024 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Самойловій Олені Леонідівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи: «РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ
ГІРНИЧОГО ВИДОБУТКУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ»»**

керівник роботи Петрук Роман Васильович

затверджені наказом вищого навчального закладу від «17» вересня 2024 року
№ 310

2. Строк подання студентом роботи: «10» грудня 2024 року

**3. Вихідні дані до роботи: Забруднюючі речовини, що скидаються у водні
об'єкти (Додаток Б).**

4. Зміст текстової частини:

1. Екологічні аспекти та аналіз видобутку корисних копалин.
2. Оцінка техногенного впливу видобувної діяльності на навколишнє середовище.
3. Розробка та аналіз механізмів забезпечення екологічної безпеки видобутку.
4. Заходи з мінімізації екологічного впливу видобувної діяльності.
5. Економічне обґрунтування впровадження екологічних заходів.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Торфові родовища по Україні.
2. Видобування вугілля у шахті.
3. Залежності концентрацій пилу від відстані при бурових роботах.
4. Динаміка жорсткості води після вибуху.
5. Динаміка вмісту сольового амонію після вибуху.
6. Схема техногенного впливу на геологічне середовище.

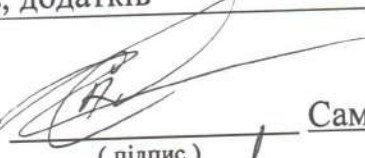
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
5 Економічне обґрунтування впровадження екологічних заходів	В. о. декана факультету менеджменту та інформаційної безпеки, к.е.н., доцент кафедри підприємництва, логістики та менеджменту Краєвська Алла Станіславівна		

7. Дата видачі завдання « 24 » вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний огляд аспектів та аналіз видобутку корисних копалин.	24.09.2024	
2.	Оцінка техногенного впливу видобувної діяльності на навколишнє середовище.	10.10.2024	
4.	Розробка та аналіз механізмів забезпечення екологічної безпеки видобутку.	28.10.2024	
5.	Заходи з мінімізації екологічного впливу видобувної діяльності.	11.11.2024	
6.	Економічне обґрунтування впровадження екологічних заходів.	20.11.2024	
8.	Підготовка висновків, додатків	10.12.2024	

Студент  Самойлова О. Л.
(підпис)

Керівник роботи  Петрук Р. В.
(підпис)

ВІДГУК

наукового керівника на магістерську кваліфікаційну роботу
Самойлової О. Л. «Розробка заходів екологічної безпеки гірничого
видобутку Вінницької області»

Видобування гірських копалин – найдавніша технологія людства. Будь-яка технологія, якщо вона розроблена грамотно, буде і екологічно чистою і енергетично ефективною. Це стосується і видобутку корисних копалин. Україна має потужний гірничодобувний потенціал і займає одне з провідних місць серед європейських країн з видобутку залізних і марганцевих руд, кам'яного і бурого вугілля, руд кольорових і рідкісних металів, самородної сірки, кам'яної та калійної солей, виробництву феромарганцю і глинозему. Видобувають також нафту і газ, індустріальні мінерали — доломіт, каолін, графіт, кварц та інші.

Технологія видобутку каміння, з одного боку, досить проста, а з іншого боку – досить унікальна. Вона вимагає певної культури. Настав час новітніх технологій, нового обладнання, досвіду і знань, які допомагають успішно впроваджувати вірні технології видобутку корисних копалин і знаходять йому потрібне застосування.

Тема даної магістерської кваліфікаційної роботи є дуже актуальною в наш час, оскільки в Україні видобуваються в великих масштабах надра, що з точки зору екології є шкідливим для довкілля. Більшість таких виробництв є неофіційними і підпільними, без дотримання екологічних та інших нормативів та вимог. Тому проблема видобутку гірських копалин є актуальною та потребує наукового супроводу та обґрунтування для додержання екологічних вимог та нормативів.

У процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентка Самойлова О.Л. виконала літературний пошук та аналіз даних експериментів щодо впливу видобування гірських копалин та способів екологічного покращення видобутку. На основі цих досліджень виявлено основні недоліки та проблеми, що виникають в видобутку гірських копалин.

Пояснювальна записка має обґрунтовальний стиль написання.

Робота оформлена відповідно до вимог діючих стандартів.

Матеріали відповідають об'єкту дослідження.

Під час роботи над магістерської кваліфікаційної роботи студентка Самойлова О.Л. виявила самостійність при вирішенні поставленого завдання, вміння працювати з фаховою літературою, володіє достатніми знаннями з екологічних дисциплін та комп'ютерної техніки. Робота у цілому виконана на високому рівні і заслуговує оцінку «А».

Керівник роботи, д.т.н.,
професор кафедри ЕХТЗД

 Петрук Р.В

с, дата

виконання
прийняв

Примітка

Відгук опонента

на магістерську кваліфікаційну роботу студента денної форми навчання 2 курсу із напрямку 183 "Технології захисту навколишнього середовища" Самойлової Олени Леонідівни на тему: "Розробка заходів екологічної безпеки гірничого видобутку Вінницької області".

Магістерська кваліфікаційна робота виконана згідно до завдання, відповідає темі, містить 6 листків ілюстраційного матеріалу і пояснювальну записку з 83 сторінки.

Аналіз та пошук рішень у сфері підвищення екологічної безпеки гірничого видобутку Вінницької області, а також раціональне представлення результатів аналізу є актуальною задачею.

Вихідних даних для виконання роботи цілком достатньо. Практичні рекомендації та висновки є обґрунтованими.

В роботі присутній багатосторонній аналіз об'єкта дослідження (таблиці, рисунки, формули).

Прийняті рішення достатньо обґрунтовані, враховано фактори безпеки навколишнього середовища.

У магістерській кваліфікаційній роботі проаналізовано екологічну безпеку навколишнього середовища в результаті гірничого видобутку Вінницької області, розроблено заходи підвищення екологічної безпеки та покращення довкілля.

Магістерська кваліфікаційна робота має практичне використання та достатній пізнавальний і навчальний рівень. Для виконання роботи було використано комп'ютерні програми: Microsoft Word. Пояснювальна записка оформлена відповідно до діючих стандартів, рішення та рекомендації подані обґрунтовано. Ілюстраційний матеріал, представлений у даній роботі, відображає основний зміст роботи, оформлений згідно діючих стандартів і відповідає об'єкту дослідження.

Магістерська кваліфікаційна робота має практичну цінність, так як містить аналітичні дослідження, щодо покращення стану екологічної безпеки та довкілля Вінницької області.

У магістерській кваліфікаційній роботі можна відзначити *такі недоліки*:

Магістерська кваліфікаційна робота розглядає тільки загальні рекомендації щодо покращення стану екологічної безпеки та навколишнього середовища при гірничому видобутку та заходи з мінімізації екологічного впливу видобувної діяльності.

Магістерська кваліфікаційна робота у цілому виконана на високому рівні і заслуговує на оцінку А.

Рецензент



(підпис)

Ранський А.П.

АНОТАЦІЯ

УДК: 502/504:622.23

Самойлова О.Л. Розробка заходів екологічної безпеки гірничого видобутку Вінницької області. Магістерська кваліфікаційна робота з спеціальності 183 – Технології захисту навколишнього середовища, освітня програма – «Технології захисту навколишнього середовища». Вінниця, ВНТУ, 2024, 89 с.

На укр. Мові. Бібліогр.: 32 назви, рис.: 9 рис., табл. 7 табл.

В магістерській роботі проаналізовано екологічні аспекти видобутку корисних копалин. Описано оцінку та розрахунки техногенного впливу видобувної діяльності на атмосферне повітря, ризики та здоров'я населення, водні екосистеми, ґрунти, клімат, флору та фауну. Розроблено заходи для мінімізації впливу екологічного впливу видобувної діяльності.

Мета роботи - полягає в розробці комплексу заходів екологічної безпеки для гірничодобувних підприємств Вінницької області, які б забезпечували стаке функціонування видобувної галузі із мінімальним впливом на екосистеми.

Ключові слова: гірниче видобування, корисні копалини, екологічна оцінка, екологічна безпека, атмосферне повітря, водні екосистеми.

ABSTRACT

UDC: 502/504:622.23

Samoilova O.L. Development of environmental safety measures for mining in the Vinnytsia region. Master's thesis on specialty 183 – "Technologies of environmental protection", educational program – "Technologies of environmental protection". Vinnytsia: VNTU, 2024., 89 p.

In Ukrainian language. Bibliography: 32 titles; Fig.: 9; tabl.: 7.

The master's thesis analyzed the environmental aspects of mineral extraction. The assessment and calculations of man-made impact of mining activities on atmospheric air, risks and health of the population, water ecosystems, soils, climate, flora and fauna are described. Measures have been developed to minimize the environmental impact of mining activities.

The purpose of the work is to develop a set of environmental safety measures for mining enterprises of the Vinnytsia region, which would ensure sustainable functioning of the mining industry with minimal impact on ecosystems.

Key words: mining, minerals, environmental assessment, environmental safety, atmospheric air, water ecosystems.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА АНАЛІЗ ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН	10
1.1 Характеристика гірничого видобутку у Вінницькій області.....	10
1.2 Методи видобування корисних копалин та їх техногенні наслідки.....	11
1.3. Екологічні проблеми, пов'язані з гірничою діяльністю	17
2 ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ ВИДОБУВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	20
2.1 Загальні екологічні ризики видобутку корисних копалин	20
2.1.1 Вплив видобувної діяльності на атмосферне повітря: аналіз викидів та їх характеристика	20
2.1.2 Оцінка ризиків утворення пилу під час роботи обладнання та транспортування матеріалів.....	21_Тос184305171_Тос184305173
2.1.3 Вплив видобувних технологій на якість повітря та ризики для здоров'я населення.....	27
2.2. Аналіз впливу на водні екосистеми та гідрологічні процеси.....	31
2.2.1 Забруднення поверхневих та підземних вод: джерела і механізми впливу	35
2.2.2 Самоочищення водних ресурсів та ефективність природних фільтраційних процесів	38
2.2.3 Оцінка впливу від скидів виробничих вод та відходів на якість води	40
2.3 Техногенний вплив на ґрунтовий покрив та екосистеми	42
2.3.1 Забруднення ґрунтів важкими металами та токсичними речовинами	44
2.3.2 Вплив гірничих робіт на ерозійні процеси та деградацію ґрунтів	46

2.4 Оцінка шумового, вібраційного, світлового та теплового забруднень від видобувних процесів.....	49
2.4.1 Аналіз впливу вібраційного забруднення на місцеві екосистеми	49
2.4.2 Шумове забруднення: джерела, наслідки та способи зменшення	51
2.4.3 Вплив світлового та теплового випромінювання на флору і фауну регіону	54
2.5 Кліматичний вплив гірничодобувної діяльності та зміни локальних кліматичних умов.....	55
3 РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВИДОБУТКУ	57
3.1 Оцінка ризиків для здоров'я населення та довкілля	57
3.1.1 Вплив забруднення повітря на здоров'я місцевих жителів	57
3.1.2 Аналіз потенційних надзвичайних ситуацій та їх наслідків	58
3.2 Кумулятивний ефект при видобуванні корисних копалин на навколишнє середовище.....	59
3.3 Вплив видобутку на локальні кліматичні умови	59
3.4 Аналіз екологічних ризиків, пов'язаних із технологічними процесами.	60
4 ЗАХОДИ З МІНІМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ВИДОБУВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	61
4.1. Комплексний підхід до запобігання негативним екологічним наслідкам	61
4.2. Заходи з покращення якості води та зменшення її забруднення	63
4.3. Сучасні технології управління промисловими відходами	64
4.4. Механізми зниження впливу шуму, вібрацій та інших видів забруднень	67

4.5 Використання «зелених» технологій для покращення екологічної ситуації	69
5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ	71
5.1 Аналіз економічної доцільності екологічних рішень	71
5.2 Розрахунок витрат на реалізацію запропонованих заходів	72
5.3 Прогнозування позитивних соціально-економічних ефектів.....	74
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79
Додаток А. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	82
Додаток Б. Вихідні дані	83
Додаток В. Ілюстративна частина	84

ВСТУП

Актуальність теми зумовлена тим, що екологічні проблеми, пов'язані з гірничодобувною діяльністю у Вінницькій області, потребують розробки ефективних заходів для зменшення шкоди навколишньому середовищу. Це передбачає впровадження сучасних екологічно орієнтованих технологій, створення системи управління відходами, рекультивацію порушених земель, захист водних ресурсів і зменшення викидів забруднюючих речовин у повітря.

Забезпечення екологічної безпеки в умовах гірничого видобутку є важливим завданням, яке передбачає не лише мінімізацію негативного впливу на довкілля, але й раціональне використання природних ресурсів. У сучасних умовах це завдання стає ще більш актуальним через зростання вимог екологічного законодавства, збільшення суспільної уваги до питань охорони навколишнього середовища та зобов'язання України в межах міжнародних екологічних угод.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дана робота виконувалась відповідно науковому напрямку кафедри екології та екологічної безпеки ВНТУ та Стратегії сталого розвитку України – 2030.

Мета роботи полягає в розробці комплексу заходів екологічної безпеки для гірничодобувних підприємств Вінницької області, які б забезпечували стаке функціонування видобувної галузі із мінімальним впливом на екосистеми.

Завдання роботи. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

1. Дослідити екологічні аспекти гірничого видобутку у Вінницькій області та провести аналіз сучасного стану видобутку корисних копалин в регіоні.
2. Оцінити техногенний вплив видобувної діяльності на навколишнє середовище, зокрема на повітря, водні ресурси, ґрунти та біорізноманіття.

3. Розробити та проаналізувати механізми забезпечення екологічної безпеки видобутку корисних копалин із використанням сучасних технологій і управлінських рішень.

4. Запропонувати практичні заходи з мінімізації екологічного впливу видобувної діяльності, включаючи рекультивацію земель, очищення водних ресурсів та впровадження «зелених» технологій.

5. Обґрунтувати економічну доцільність впровадження екологічних заходів у діяльність гірничодобувних підприємств Вінницької області.

Об'єкт досліджень. Видобувна діяльність у Вінницькій області та її вплив на навколишнє середовище, включаючи екосистеми, природні ресурси та стан земель, водних і повітряних ресурсів.

Предмет досліджень. Екологічні аспекти та механізми забезпечення екологічної безпеки видобувної діяльності у Вінницькій області.

Новизна одержаних результатів. Полягає у створенні інтегрованої моделі екологічного управління для гірничодобувних підприємств області, яка базується на поєднанні сучасних технологічних рішень, нормативних вимог та економічних інструментів стимулювання екологічної відповідальності.

Вперше досліджено складові екологічної безпеки Писарівського родовища корисних копалин, що дозволило розробити управлінські рішення з мінімізації шкідливого впливу на довкілля від гірничо-видобувної діяльності та екстраполювати отримані результати на інші гірничі розробки.

Практична значущість дослідження полягає у тому, що розроблені рекомендації можуть бути використані підприємствами гірничодобувної галузі Вінницької області для підвищення екологічної безпеки, а також органами місцевого самоврядування для розробки регіональних екологічних програм.

Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи. Викладені у МКР положення доповідались у щорічних науково-технічних конференціях ВНТУ.

Публікації результатів магістерської кваліфікаційної роботи.

Самойлова, О. Л. Оцінка забруднення атмосферного повітря при видобуванні граніту. Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету, 2022. Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/35224>

1 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТА АНАЛІЗ ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН

1.1 Характеристика гірничого видобутку у Вінницькій області

Вінницька область розташована в центральній частині України і відома своїм різноманітним мінеральним складом. Гірничий видобуток у цьому регіоні представлений переважно нерудними корисними копалинами, а саме: граніт, гнейс, каолін, піски, гравій та торф.

У Вінницькій області активно видобуваються будівельні матеріали, такі як граніт і гнейс. Це пов'язано з наявністю багатих гранітних родовищ (наприклад, у Барському та Жмеринському районах), що забезпечує сировину для будівельної галузі.

У регіоні є невеликі поклади торфу, які використовуються як місцеве паливо та добриво для сільського господарства.

Карта торфових родовищ в Україні зображена на рисунку 1.1.

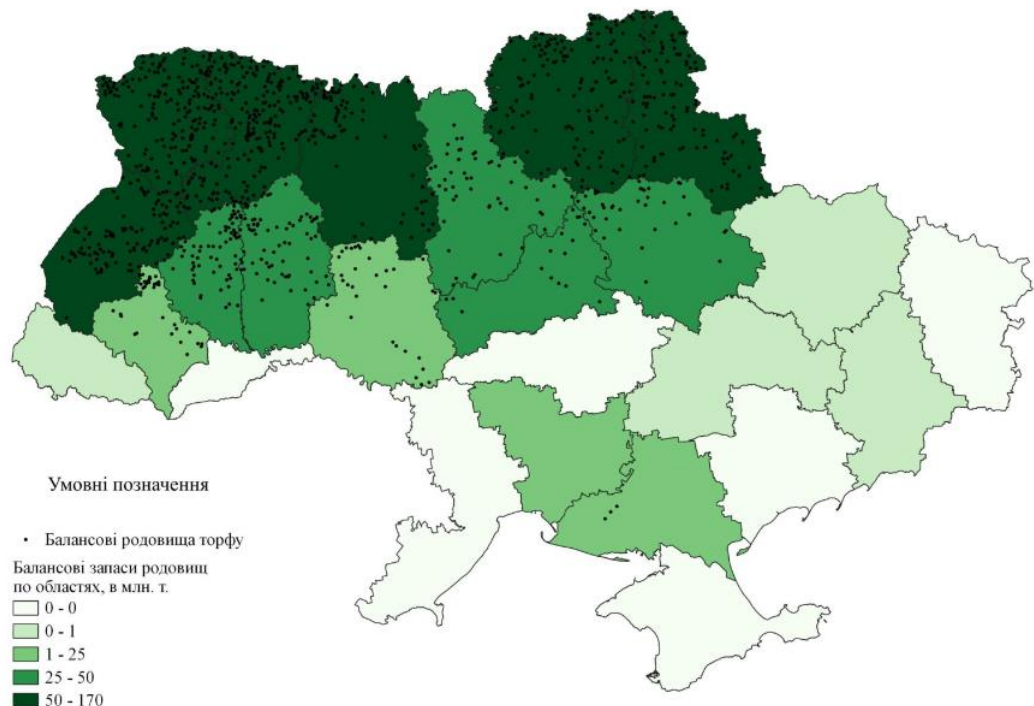


Рисунок 1.1 – Торфові родовища по Україні

Одним із ключових мінералів, який видобувається в регіоні є каолін. Він використовується в керамічній та паперовій промисловості. Найбільше родовище – Глуховецьке.

Піски та гравій добуваються для виробництва бетону та використання в будівництві доріг. Найбільш відомі родовища знаходяться у Тульчинському та Літинському районах.

Основні родовища корисних копалин на Вінниччї:

Глуховецьке каолінове родовище є одним із найбільших в Україні. Родовище розташоване поблизу м. Глухівці, де також функціонує підприємство з переробки каоліну.

Барське гранітне родовище. На ньому видобуваються високоякісний граніт, що використовується для дорожнього та будівельного будівництва. Видобуток граніту здійснюється відкритим способом із застосуванням сучасних технологій.

Тульчинське родовище піску є основним постачальником піску для будівництва доріг та бетонних конструкцій у регіоні. Експлуатація родовища ведеться з урахуванням екологічних норм, проте проблема рекультивації залишається актуальною.

Гірничий видобуток у регіоні супроводжується низкою екологічних проблем, а саме: виснаження земельних ресурсів, забруднення повітря та водних ресурсів, проблеми з рекультивацією кар'єрів.

1.2 Методи видобування корисних копалин та їх техногенні наслідки

Методи видобування корисних копалин можуть суттєво відрізнятися залежно від типу сировини, глибини залягання, умов навколишнього середовища та інших факторів. Загалом, існує кілька основних методів видобування, кожен з яких має свої особливості, переваги, недоліки та техногенні наслідки.

Відкритий видобуток (кар'єрний спосіб) застосовується для видобутку корисних копалин, що залягають близько до поверхні (вугільні басейни, пісок, глина, будівельний камінь) рис. 1.2.

Переваги відкритого способу:

- Висока продуктивність і ефективність;
- Нижча вартість видобування порівняно з підземними методами;
- Простота технологічного процесу та легший доступ до корисних копалин.

Недоліки та техногенні наслідки:

- Значні зміни ландшафту: утворення кар'єрів, відвалів та вирубка лісів;
- Підвищений рівень пилу, що викликає забруднення повітря (пилові викиди);
- Забруднення ґрунтів і водних ресурсів через скидання виробничих вод;
- Порушення місцевих екосистем і зниження біорізноманіття.



Рисунок 1.2 – Сабарівський кар'єр

Підземний видобуток (шахтний спосіб) використовується для видобутку корисних копалин, що залягають на великій глибині (вугілля, метали, руди) рис. 1.3.

Переваги шахтного способу:

- Менший вплив на поверхневі екосистеми та ландшафт;
- Можливість видобування глибинних родовищ, недоступних для відкритого видобутку.

Недоліки та техногенні наслідки:

- Підвищена небезпека для працівників (обвали, вибухи газу, підземні пожежі);
- Зсуви ґрунтів і утворення провалів на поверхні;
- Високе споживання води та забруднення підземних вод (кислі шахтні води);
- Виділення метану та інших парникових газів, що сприяє зміні клімату.



Рисунок 1.3 – Видобування вугілля у шахті

Гідравлічний видобуток – метод включає використання води під високим тиском для вимивання корисних копалин з гірських порід. Застосовується при видобутку золота, олова та інших мінералів.

Переваги:

- Відносна простота методу;
- Ефективність при видобутку дрібних частинок мінералів.

Недоліки та техногенні наслідки:

- Значна ерозія ґрунтів і знищення ландшафту;
- Забруднення водних об'єктів, замулення річок і озер;
- Високий рівень споживання води та зниження її якості.

Розчинне (геотехнологічне) вилучення – метод заснований на розчиненні корисних копалин під дією спеціальних розчинників (кислоти, луги) і подальшому відкачуванні розчину на поверхню. Застосовується для видобутку солей, урану, міді.

Переваги:

- Відсутність великих відвалів і порушень поверхні;
- Менша вартість та менший обсяг земляних робіт.

Недоліки та техногенні наслідки:

- Ризик забруднення підземних вод розчинниками;
- Деградація ґрунтів та порушення гідрологічного балансу;
- Виділення токсичних речовин у навколишнє середовище.

Шахтний метод з підземним вилуговуванням поєднує підземний видобуток із розчиненням корисних копалин безпосередньо у шахті.

Переваги:

- Мінімальний вплив на поверхню землі;
- Ефективний при видобутку важкодоступних руд.

Недоліки та техногенні наслідки:

- Підвищений ризик забруднення підземних вод;
- Необхідність застосування хімічних реагентів, що можуть бути токсичними.

Кожен метод видобування має свої особливості та підходить для різних типів корисних копалин, але всі вони несуть потенційні техногенні ризики. Ефективне управління екологічними наслідками видобутку вимагає комплексного підходу, включаючи зменшення викидів, рекультивацію земель, очищення води та впровадження сучасних екологічно безпечних технологій.

На території Вінницької області видобування корисних копалин здійснюється відкритим способом.

Під час видобутку граніту важливо зберігати цілісність блоків, уникаючи утворення тріщин, оскільки вони знижують міцнісні характеристики матеріалу. Основні методи видобутку граніту:

1. Метод відколювання повітряною подушкою.

Цей спосіб забезпечує раціональне використання ресурсів родовища. По периметру ділянки буряться отвори, в які під високим тиском закачується повітря. У результаті кам'яні блоки відокремлюються від основного масиву. Метод дозволяє точно спрогнозувати лінію розлому, запобігаючи утворенню тріщин і руйнуванню граніту.

2. Каменерізний метод.

Найдорожчий, але водночас найбільш екологічний і раціональний спосіб. За допомогою обладнання з алмазними різакми вирізають блоки правильної форми масою 40–60 тонн. Цей метод широко використовується в європейських країнах і вважається безпечним для родовища.

3. Буропідривний метод.

Під час цього способу в породі буряться свердловини, куди закладається вибухівка. Для одного підриву потрібно від 10 до 30 свердловин і кілька тонн вибухових матеріалів. Метод є дешевим, але неконтрольованим, оскільки поведінку породи передбачити складно. У результаті утворюються блоки з тріщинами та значна кількість відходів (рис.1.4).

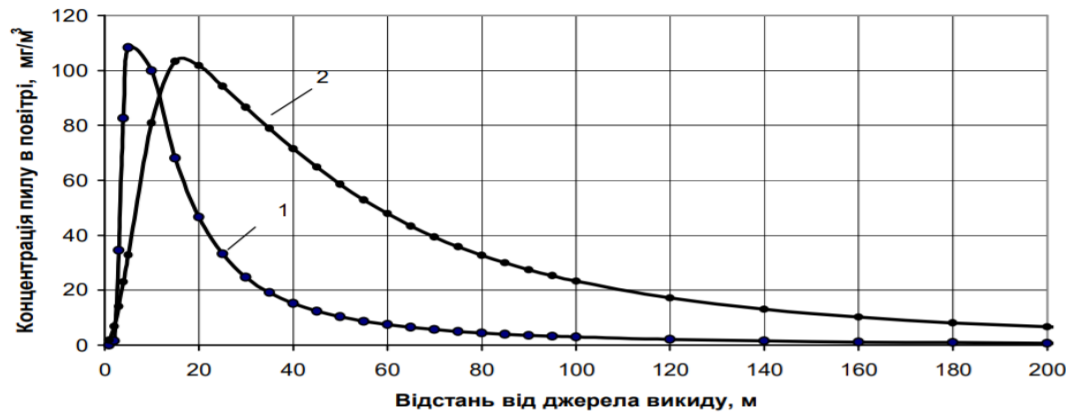


Рисунок 1.4 – Залежності концентрацій пилу від відстані при бурових роботах. 1 – розрахунок, за методом, що базується на моделі Гауса[1];
2 – за методикою ОНД–86 [2]

Перед використанням граніту в будівництві чи декоруванні його піддають ручній або автоматизованій обробці. Для цього застосовують сім основних методів, вибір яких залежить від фізичних, хімічних характеристик матеріалу та його структури.

Види обробки граніту:

1. Шліфування - виконують на конвеєрах із використанням абразивних і алмазних дисків. Камінь потребує постійного зволоження.
2. Полірування - створює дзеркальну поверхню за допомогою абразивних засобів.
3. Лощіння - робить поверхню матовою й оксамитовою, розкриваючи малюнок каменю.
4. Термообробка - надає грубуватого вигляду, формуючи декоративний рельєф до 2 мм під дією струменя з температурою понад 1000 °С.
5. Пиляння - здійснюється на спеціальних верстатах із використанням ультразвукової технології.
6. Бучардування - виконується молотком-бучардою з зірочками на робочій поверхні.

7. Сколювання - застосовується для створення рельєфу з глибокими перепадами понад 200 мм.

1.3. Екологічні проблеми, пов'язані з гірничою діяльністю

Вплив на ґрунти та земельні ресурси.

Розробка відкритих кар'єрів призводить до деградації земель і зниження їх родючості.

Видобуток корисних копалин, особливо відкритим способом (кар'єрний видобуток), призводить до втрати родючого шару ґрунту. Це є критичною проблемою, адже родючі землі Вінницької області мають важливе сільськогосподарське значення.

Відсутність належних заходів з рекультивації призводить до ерозії, зсувів ґрунту, що може погіршувати стан прилеглих територій.

Також видобуток супроводжується створенням великих обсягів пустих порід, які відкладаються на поверхні у вигляді відвалів. Вони порушують природний ландшафт і можуть негативно впливати на якість ґрунтів через вимивання шкідливих речовин.

Забруднення водних ресурсів.

При видобутку корисних копалин, особливо граніту та піску, у воду потрапляють дрібні частинки породи, що збільшує каламутність річок та водойм. Це негативно впливає на екосистеми річок, таких як Південний Буг та Дністер, які протікають територією області.

При використанні хімічних реагентів під час обробки руди та інших корисних копалин може призводити до забруднення ґрунтових вод важкими металами, такими як свинець, кадмій та ртуть.

Через інтенсивне відкачування води з кар'єрів знижується рівень ґрунтових вод, що може викликати дефіцит води в прилеглих населених пунктах, особливо під час літніх посух.

Забруднення атмосферного повітря.

Видобуток і транспортування корисних копалин супроводжуються значним пилоутворенням. Особливо це стосується видобутку граніту та піску, коли дрібні частинки піднімаються в повітря, забруднюючи атмосферу.

Використання важкої техніки та експлуатація кар'єрів призводять до викидів парникових газів, таких як CO_2 та NO_x . Це сприяє забрудненню повітря та збільшує викиди вуглекислого газу.

Розробка кар'єрів супроводжується високим рівнем шуму, що негативно впливає на здоров'я мешканців прилеглих територій та диких тварин.

Вплив на біорізноманіття.

Видобуток корисних копалин потребує значних площ землі, що може призводити до втрати природних середовищ існування для багатьох видів рослин і тварин.

Відкачування води та порушення природного ландшафту можуть змінювати водний баланс регіону, що впливає на рослинність та водну фауну.

Втрата природних місць існування може сприяти зменшенню чисельності рідкісних і зникаючих видів рослин та тварин, зокрема тих, що охороняються Червоною книгою України.

Багато кар'єрів після завершення видобутку залишаються без належних заходів з відновлення. Це призводить до утворення відкритих кар'єрних ям, які стають джерелами забруднення та небезпеки для людей і тварин.

Для рекультивації необхідна значна кількість коштів, проте через низький рівень фінансування підприємства часто не можуть провести всі необхідні роботи з відновлення територій.

Соціальні та економічні наслідки розробки родовищ.

Через забруднення повітря та вод, також шумове забруднення і зниження рівня ґрунтових вод негативно впливають на здоров'я мешканців регіону.

Втрачаються рекреаційні зони, тому що території, які раніше використовувалися для відпочинку та туризму, стають непридатними через розвиток гірничого видобутку.

Зростає соціальна напруга. Місцеві громади часто виступають проти видобуткових проєктів через їхній негативний вплив на довкілля та здоров'я людей.

Отже для зменшення негативного впливу гірничого видобутку на довкілля у Вінницькій області можна рекомендувати:

Впровадження сучасних екологічних безпечних технологій видобутку та переробки. Це допоможе зменшити пилове та хімічне забруднення.

Розробка та реалізація програм рекультивації земель після видобування. Це дозволить відновлювати природний ландшафт після завершення видобутку копалин.

Підвищення контролю за дотримання екологічних стандартів та норм. Регулярний контроль за станом повітря, води та ґрунтів дозволить своєчасно виявляти і вирішувати проблеми.

Залучення місцевих громад до процесу прийняття рішень. Це зменшить соціальну напругу і сприятиме врахуванню інтересів місцевих жителів.

2 ОЦІНКА ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ ВИДОБУВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

2.1 Загальні екологічні ризики видобутку корисних копалин

Видобуток корисних копалин має значний вплив на навколишнє середовище, викликаючи різноманітні екологічні ризики. Ці ризики можна класифікувати за впливом на повітря, воду, ґрунти, біорізноманіття та клімат.

2.1.1 Вплив видобувної діяльності на атмосферне повітря: аналіз викидів та їх характеристика

Видобувна діяльність суттєво впливає на якість атмосферного повітря через викиди різних речовин. Цей вплив можна поділити на кілька основних категорій, які залежать від типу видобувної діяльності, використовуваного обладнання, транспортних засобів і технологій.

При вибухових роботах, транспортуванні матеріалів, завантаженні-розвантаженні та переміщенні кар'єрної техніки у атмосферу викидається дрібнодисперсний пил, що містить частинки різного розміру, які мають високий рівень проникнення в легені людини та негативно впливають на здоров'я.

Утворюються пилові хмари, знижується видимість, збільшується ризик респіраторних та серцево-судинних захворювань у працівників та жителів прилеглих населених пунктів.

При роботі важкої техніки на дизельному паливі, енергетичних установок та спалюванні вибухових матеріалів у атмосферу викидається велика кількість парникових газів.

Забруднюючі речовини, які утворюються під час спалювання палива в двигунах внутрішнього згоряння транспорту: оксид вуглецю, Вуглеводні

насичені C12-C19 (розчинник РПК-26611 і ін.) у перерахунку на сумарний органічний вуглець, оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту, сажа, діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки)

Вплив від викиду в атмосферу парникових газів: підвищення глобальної температури, зміна клімату, погіршення якості повітря.

2.1.2 Оцінка ризиків утворення пилу під час роботи обладнання та транспортування матеріалів

Розрахунок викидів пилу в повітря при роботі автотранспорту:

Корисна копалина у межах кар'єру та покривних порід у відвали перевозиться автосамоскидом.

Загальну кількість пилу Q_1 , визначають за формулою:

$$Q_1 = \frac{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_6 \cdot C_7 \cdot N \cdot L \cdot g_1}{3600} + C_4 \cdot C_5 \cdot C_6 \cdot g_2 \cdot F \cdot n, \text{ г/с} \quad (2.1)$$

де: $C_1 = 1,1$ – коефіцієнт, що позначає середню вантажопідйомність автосамоскида; $C_2 = 0,3$ – коефіцієнт, що позначає середню швидкість пересування транспорту в кар'єрі;

$$V_{cp} = \frac{N \cdot L}{n}, \text{ км/год} \quad (2.2)$$

де :

$L = 0,5 \text{ км}$. – середня протяжність однієї ходки в межах кар'єру;

$N = 3$ ходки – максимальна кількість ходок за годину для транспортування покривних порід і корисної копалини;

$n = 1$ шт. – кількість машин, працюючих в кар'єрі;

$C_3 = 0,5$ – коефіцієнт, який враховує стан шляхів;

$C_4 = 1,1$ – коефіцієнт, що позначає профіль поверхні матеріалу на платформі;

$C_5 = 1,15$ – коефіцієнт, швидкості обдуву матеріалу;

$C_6 = 0,6$ – коефіцієнт, який враховує вологість поверхневого шару матеріалу;

$g_1 = 1450$ г – пиловиділення в атмосферу на 1 км. пробігу;

$g_2 = 0,002$ г/м² – пиловиділення з одиниці фактичної поверхні матеріалу на платформі;

$F = 8$ м² – середня площа платформи;

$C_7 = 0,01$ – коефіцієнт, який враховує частку пилу, яка потрапляє в атмосферу;

Кількість пилу, який виділяється автосамоскидами (за формулою (2.1)).

$$Q_1 = (1,1 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,01 \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 1450) / 3600 + (1,1 \cdot 1,15 \cdot 0,6 \cdot 0,002 \cdot 8 \cdot 1) = 0,0127, \text{ г/с}$$

Валові викиди пилу становлять:

$$0,0127 \text{ г/с} \cdot 3600 \text{ с} \cdot 1280 \text{ год/рік} / 10^6 = 0,0585, \text{ т/рік}$$

Кількість пилу, який виділяється автосамоскидами – 0,0127 г/с, валові викиди пилу на рік – 0,0585, т/рік.

Розрахунок пиловиносу з породних відвалів.

Пиловиніс з породних відвалів розраховується за формулою:

$$Q_2 = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot B \cdot G \cdot 10^6 / 3600 + K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot S \cdot g, \text{ г/с} \quad (2.3)$$

де K_1 – масова доля пиловидної фракції, в матеріалі;

K_2 – доля пилу, яка переходить в аерозоль;

K_3 – враховує метеорологічні умови;

K_4 – враховує захищеність вузла, умови пилоутворення;

K_5 – враховує вологість матеріалу; K_7 – залежить від крупності матеріалу;

B – враховує висоту пересипки; G – продуктивність вузла, т/год.;

K_6 – профіль поверхні матеріалу, яка складається;

S – площа відвалу, м²; g – виніс пилу з 1 м² поверхні;

F – річний фонд роботи, год/рік; $K_1 = 0,05$; $K_2 = 0,03$; $K_3 = 1,2$;

$K_4 = 0,3$ (зберігання та завантажування в конус);

$K_4 = 0,1$ (завантажування у транспорт); $K_5 = 0,4$; $K_7 = 0,7$; $K_6 = 1,3$; $B = 0,4$;

$S = 2500 \text{ м}^2$; $g = 0,002 \text{ г/м}^2$;

при завантажуванні в конус $G = 5 \text{ т/год}$;

при завантажуванні в транспорт $G = 10 \text{ т/год}$.

Загальний фонд завантажувальних робіт відвалу пісковики в конус – 1000 год/рік.

Загальний фонд завантажувальних робіт відвалу пісковики в автотранспорт – 280 год/рік.

Загальний фонд зберігання відвалу – 8760 год/рік.

Викиди пилу становлять (за формулою (2.3)):

$$Q_2 = 0,05 \cdot 0,03 \cdot 1,2 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 5 \cdot 10^6 / 3600 + \\ + 0,04 \cdot 0,02 \cdot 1,2 \cdot 0,1 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot 10^6 / 3600 + \\ + 1,2 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 1,3 \cdot 0,7 \cdot 2500 \cdot 0,002 = 0,084 + 0,0299 + 0,06552 = 0,7691 \text{ г/с}.$$

Валові викиди пилу становлять:

$$(0,084 \cdot 1000 + 0,0299 \cdot 280 + 0,06552 \cdot 8760) \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = \\ = (84 + 8,37 + 5740) \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 20,9965 \text{ т/рік}$$

Викиди пилу становлять 0,7691 г/с, валові викиди пилу на рік – 20,9965 тонн.

Розрахунок викидів пилу при вантажно-виймальних роботах.

Об'єм виділення пилу Q_3 при екскаваторному навантаженні м'яких порід визначається за формулою:

$$Q_3 = \frac{P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5 \cdot C \cdot 10^6 \cdot B}{3600} \quad (2.4)$$

де: $P_1 = 0,02$ – частка пилу в породі;

$P_2 = 0,01$ – частка летючого пилу, який переходить в аерозоль, з розміром частинок 0-50 мкм по відношенню до всього пилу в матеріалі;

$P_3 = 1,7$ – коефіцієнт, який враховує швидкість вітру в робочій зоні (10 м/с); $P_4 = 0,6$ – коефіцієнт вологості матеріалу; $P_5 = 0,1$ – коефіцієнт крупності матеріалу; $C = 11,06$ т/год – кількість породи, яка переробляється екскаватором за годину на родовищі глини;

$B = 0,6$ – коефіцієнт, який враховує висоту пересипання матеріалу.

Таким чином, об'єм виділення пилу при виймально-навантажувальних роботах складає (за формулою (2.4)):

$$Q_3 = (0,02 \cdot 0,01 \cdot 1,7 \cdot 0,6 \cdot 0,1 \cdot 11,06 \cdot 10^6 \cdot 0,6) / 3600 = 0,0376 \text{ г/с.}$$

Валові викиди пилу становлять:

$$0,0376 \text{ г/с} \cdot 3600 \text{ с} \cdot 1280 \text{ год/рік} / 10^6 = 0,1733 \text{ т/рік.}$$

Об'єм виділеного пилу при виймально-навантажувальних роботах – 0,0376 г/с, валові викиди на рік – 0,1733 тонн.

Розрахунок викидів пилу при відсіпці відвалу.

При відсіпці відвалу при розвантаженні автосамоскидів виділяється пил Q_4 , який розраховується за формулою:

$$Q_4 = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot B \cdot G \cdot 10^6}{3600} \quad (2.5)$$

де: $K_1 = 0,02$ – вагова частка пиловатої фракції в матеріалі;

$K_2 = 0,01$ – частка пилу(від всієї маси пилу), що переходить у аерозоль;

$K_3 = 1,7$ – коефіцієнт, який враховує місцеві метеорологічні умови;

$K_4 = 1$ – коефіцієнт місцевих умов пилоутворення;

$K_6 = 0,6$ – коефіцієнт вологості матеріалу; $K_7 = 0,1$ – коефіцієнт крупності матеріалу; $B = 0,6$ – коефіцієнт, який враховує висоту пересипання матеріалу.

$G = 2,46$ т/год – кількість матеріалу, який відсипається у відвал.

$$Q_4 = (0,02 \cdot 0,01 \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 0,1 \cdot 0,6 \cdot 2,46 \cdot 10^6) / 3600 = 0,0084 \text{ г/с}$$

Валові викиди пилу становлять:

$$0,026 \text{ г/с} \cdot 3600 \text{ с} \cdot 1280 \text{ год/рік} / 10^6 = 0,0119 \text{ т/рік.}$$

Кількість пилу при відсіпці відвалу при розвантаженні автосамоскидів – 0,0084 г/с, валові викиди на рік – 0,0119 тонн.

Розрахунок сумарного викиду пилу з кар'єру.

Сумарний викид пилу під час роботи кар'єру складає:

$$Q_{\text{сум}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{сум}} = 0,0187 + 0,1328 + 0,117 + 0,026 = 0,2945 \text{ г/с}$$

Річний максимальний викид пилу складає:

$$0,086 + 10,4647 + 0,081 + 0,0119 = 10,6507 \text{ т/рік.}$$

Сумарний викид пилу становить 0,2945 г/с, річний максимальний викид пилу – 10,6507 т/рік.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин при роботі кар'єрного обладнання.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин від автотранспорту проводився згідно Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами. 1999 Донецьк [3].

Маса викиду j -ї шкідливої речовини визначається за формулою:

$$M_j^t = \sum_{i=1}^n g_{jyi} \times G_i^t \times K_t \times 10^{-3} \quad (2.7)$$

g_{jyi} – усереднений питомий викид j -ї шкідливої речовини з одиниці палива, що споживається автомобілями k -го типу, кг/т. Ці питомі викиди визначені з урахуванням найбільш вірогідного для даних умов експлуатації розподілу витрати палива.

G_i^t – витрата палива автомобілями k -го типу, т – визначається згідно звітності за формами N 1-TP, N 1авт, N 2авт. Решта величин – ті ж, що у формулі (2.7).

K_t – коефіцієнт, що враховує вплив технічного стану автомобілів на

величину питомих викидів оксиду вуглецю CO , вуглеводнів C_mH_n , оксидів азоту No_x і сажі C . Для діоксиду сірки SO_2 і сполук свинцю Pb цей коефіцієнт дорівнює 1,0

Розрахунок секундного викиду проводиться з урахуванням одночасної роботи 1 одиниці техніки на дизельному паливі (за формулою (2.7)).

Результати розрахунку наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Результати розрахунку при роботі автотранспорту на ДП

Забруднююча речовина	Кт	Значення усереднених питомих викидів шкідливих речовини g, кг/т	Орієнтов на витрапа палива, ДП, т	Максимальн о разові викиди,г/с	Валові викиди, т
	ДП	ДП		ДП	ДП
Оксид вуглецю	1.5	32	50	0,0044	2,4
Вуглеводні насичені $\text{C}_{12}\text{-C}_{19}$ (розчинник РПК-26611 і ін.) у перерахунку на сумарний органічний вуглець	1.4	5.65	50	0,0072	0,3955
Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	0.95	32.8	50	0,0028	1,558
Сажа	1.8	3.85	50	0,0063	0,3465
Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	-	5.0	50	0,00046	0,25

За результатами виконаних розрахунків, вплив на оточуючий повітряний басейн в процесі експлуатації кар'єру за показниками викидів в атмосферу забруднюючих речовин незначний.

2.1.3 Вплив видобувних технологій на якість повітря та ризики для здоров'я населення

Масові вибухи, які є невід'ємною частиною технологічного процесу із застосуванням вибухових речовин (ВР) різного хімічного складу, спричиняють значне забруднення атмосферного повітря. Основними факторами небезпеки вибухових робіт є прямий контакт працівників із вибуховими матеріалами, висока трудомісткість операцій, пов'язаних із бурінням свердловин, заряджанням та підриванням. Водночас практично відсутні ефективні розробки, спрямовані на створення безпечних і нешкідливих умов праці для працівників.

У багатьох сучасних дослідженнях приділяється увага вивченню стану здоров'я працівників гірничорудної промисловості, у тому числі підричників, які поряд із впливом компонентів ВР зазнають дії підвищеної запиленості та 48 загазованості повітря робочої зони, шуму, несприятливого мікроклімату, важкості та напруженості праці та вирішенню проблеми його збереження [4].

Перевищення рівня забруднюючих речовин у робочій зоні кар'єру створює серйозну загрозу для безпеки та гігієни праці.

Щорічно на гірничо-збагачувальних комбінатах (далі - ГЗК) в межах видобувної області в атмосферу викидається більш ніж 612 тис. тонн шкідливих речовин (оксид вуглецю, оксиди азоту, сірчистий газ, сірководень, пил та інші) [5]. У працівників ГЗК шкідливі речовини призводять до небезпечних професійних захворювань – пневмоконіози, силікози тощо.

Видобуток корисних копалин відкритим способом здійснюється відповідно до НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час ведення відкритих гірничих робіт» та затверджених проектів [6]. Підприємства зобов'язані отримати геолого-маркшейдерську документацію, план гірничих робіт, затверджений технічним наглядом і погоджений з місцевим органом Держпраці, а також спеціальний дозвіл (ліцензію) на експлуатацію родовища.

Роботи на відвалах у кар'єрах, шахтах і збагачувальних фабриках повинні проводитися відповідно до спеціально розроблених проектів.

Міжнародний досвід використання вибухових речовин при видобутку корисних копалин відкритим способом показав, що вибухові роботи є менш небезпечними, ніж інші роботи в кар'єрах, за умови дотримання правил безпеки. Однак, якщо вимоги безпеки не виконуються або культура використання ВМ є недостатньою, вони можуть стати джерелом серйозного ризику у країнах СНД рівень нещасних випадків під час вибухових робіт становить від 1,5 до 9 відсотків. Основними причинами травматизму є уламки гірських порід, неправильне використання запалювального обладнання, неналежне обладнання місць безпеки в небезпечних зонах, завантаження стволів, усунення несправностей, неправильна утилізація вибухових речовин і помилки при проектуванні, які збільшують радіус небезпеки вибуху.

Щоб уникнути цих ситуацій, під час проведення вибухових робіт необхідно суворо дотримуватися єдиних правил безпеки. Підприємства, які проводять вибухові роботи і використовують вибухові речовини в промислових цілях (виробництво, транспортування, зберігання, проектування робіт, виготовлення обладнання та механізмів), повинні отримати дозвіл Державного управління праці.

Для виконання робіт можуть використовуватися тільки засоби індивідуального захисту, механізації та обладнання, які відповідають державним стандартам і мають дозвіл Держпраці. Перелік дозволених вибухових речовин регулярно оновлюється і публікується. Усі вибухові речовини повинні бути перевірені на придатність до зберігання та використання, особливо якщо є сумніви щодо їхньої якості або якщо закінчився термін придатності. Якщо вибухові речовини отримані від виробника в придатній для використання тарі, додаткове тестування не потрібне.

Всі промислові ВМ відносяться до 1 класу і діляться на 5 груп в залежності від ступеня небезпеки (табл. 2.2)

Вибухові матеріали різних груп сумісності зберігають і перевозять окремо. Допускається спільне зберігання димного та бездимного пороху за умови дотримання вимог для більш чутливого матеріалу. Разом можна зберігати вогнепровідний шнур, засоби запалювання, сигнальні та порохові патрони, ракети, а також ВМ груп В, С, D. Детонуючий шнур і хвилеводи дозволяється зберігати спільно з капсулами-детонаторами, електродетонаторами та піротехнічними реле. Усі ящики та мішки з ВМ на заводах-виробниках повинні бути опломбовані, а всередині має бути вкладено інструкцію з використання матеріалів. Відкритий вогонь дозволяється лише на відстані не менше 100 метрів від ВМ.

Таблиця 2.2 - Групи сумісності вибухових матеріалів

Група сумісності (небезпеки)	Найменування вибухових речовин (ВР), виробів
В	Вироби, що містять ініціюючі ВР
С	Метальні ВР та інші дефлоруючі ВР або вироби, що їх містять
D	Вторинні детонуючі ВР, вироби, що містять детонуючі ВР без засобів ініціювання і металевих зарядів
F	Вироби, що містять вторинні детонуючі ВР, засоби ініціювання і металеві заряди або без металевих зарядів
G	Піротехнічні речовини і вироби, що їх містять

Замерзлі вибухові речовини (ВР), які містять понад 15% рідких нітроефірів, не дозволяється видавати зі складу [6].

Під час роботи з порохом працівники повинні носити взуття без металевих деталей на підошві.

Злежані аміачно-селітрові ВР дозволяється розминати вручну або за допомогою неіскроутворюючих предметів, зберігаючи цілісність їх оболонок.

Підприємство зобов'язане забезпечувати підривників спеціальним одягом, годинником і необхідним обладнанням. Спецодяг повинен бути антистатичним і не викликати електризації.

Усі промислові ВР класифікуються за умовами використання на 8 класів і 4 групи (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Класифікація вибухових речовин відповідно до умов їх використання

Клас ВР	Група ВР	Вид ВР та умови їх використання	Колір розпізнавальної смуги або оболонки
1	2	3	4
I	-	Незапобіжні ВР для підривання тільки на земній поверхні	білий
II		Незапобіжні вибухові речовини використовуються для підричних робіт як на поверхні, так і в підземних виробках, де немає виділення горючих газів або вибухонебезпечного пилу, або ж застосовується інертизація привибійного простору.	синій
III	-	Запобіжні ВР застосовуються виключно для підричних робіт по породі та руді у виробках, де відбувається виділення горючих газів, але відсутній вибухонебезпечний пил	жовтий
IV	-	Запобіжні ВР призначені для підривання вугілля та породи у виробках, небезпечних через вибухонебезпечний пил, але без виділення горючих газів, а також для струсного підривання у виробках вугільних шахт	жовтий
V		Робочі вибухові роботи з підвищеним виділенням горючих газів безпечні вибухові речовини для вугілля або породи, коли виключений бічний контакт свердловини з газоповітряною сумішшю	жовтий
VI		Запобіжні вибухові речовини призначені для підричних робіт у вугільних і породних виробках з підвищеним рівнем виділення горючих газів, де є ймовірність контакту бокової поверхні шпурів з газоповітряною сумішшю.	жовтий
VII		Запобіжні вибухові речовини та вироби класів VI–VII застосовуються для виконання спеціальних підричних робіт у виробках, де можлива поява вибухонебезпечних концентрацій газів і пилу.	жовтий
Спеціальний (C)		Незапобіжні та запобіжні вибухові речовини, а також вироби на їх основі використовуються для спеціальних підричних робіт за винятком підземних виробок, у яких може утворюватися вибухонебезпечна концентрація горючих газів і пилу.	
	1	Підричні роботи на відкритій поверхні: оброблення металів, контурне вибухове формування, руйнування замерзлих ґрунтів, дроблення великих кусків, проведення сейсмічних досліджень тощо.	білий

Клас ВР	Група ВР	Вид ВР та умови їх використання	Колір розпізнавальної смуги або оболонки
1	2	3	4
	2	Підривні роботи у підземних виробках, що є безпечними щодо газу і пилу, дроблення великих кусків породи, виконання контурного підривання.	червоний
	3	Прострільно-підривні операції у розвідувальних, нафтових та газових свердловинах.	чорний
	4	Підривні роботи в шахтах, де видобувають сірку, нафту та інші корисні копалини, з ризиком вибуху через наявність сірчаного пилу, водню або парів важких вуглеводнів.	зелений

2.2. Аналіз впливу на водні екосистеми та гідрологічні процеси

Кар'єри можуть порушувати існуючий рух поверхневих та підземних вод та негативно впливати на їх склад.

Видобування корисних копалин у кар'єрах має значний вплив на водні екосистеми та гідрологічні процеси. Основні аспекти цього впливу можна поділити на фізичні, хімічні, біологічні та гідрологічні зміни [7].

Під час фізичних змін відбувається руйнування природних водних об'єктів, порушення ґрунтових вод та відбувається замулення водойм.

Руйнування водних об'єктів відбувається при розробці кар'єрів, що може призводити до знищення озер, струмків або боліт, що слугували середовищем існування для водних організмів.

Видобуток впливає на гідрогеологічний баланс, знижуючи рівень ґрунтових вод або викликаючи їх засолення.

Пил, що утворюється в процесі видобування, потрапляє у водойми, погіршуючи якість води, зменшуючи прозорість і погіршуючи умови для водної флори і фауни.

Хімічне забруднення водойм відбувається при розчиненні токсичних речовин - кар'єри, особливо ті, де видобуваються метали чи вугілля, часто спричиняють утворення кислих дренажів. Це пов'язано з окисленням

сульфідів, що виділяють кислоту та розчиняють токсичні метали (залізо, мідь, кадмій тощо).

Процес видобутку може спричинити витік шкідливих речовин у ґрунтові води, що робить їх непридатними для пиття.

Внесення хімікатів: Використання вибухових речовин та хімічних реагентів у процесі видобування сприяє забрудненню вод токсичними компонентами.

Біологічний вплив відбувається знищенням біорізноманіттям, зміні структури харчових ланцюгів та появі інвазивних видів.

Видобування корисних копалин призводить до втрати середовищ існування для багатьох водних і навіколоводних організмів.

Забруднення та фізичні зміни водних екосистем впливають на життєвий цикл водних видів, таких як риби, безхребетні та водорості.

Порушення природного середовища може створити умови для поширення чужорідних видів, які витісняють місцеву флору і фауну.

Соціально-економічні наслідки:

Забруднення вод, що використовуються для пиття або зрошення, може спричинити захворювання серед населення.

Забруднені води можуть негативно впливати на зрошувальні системи, знижуючи врожайність.

Для гірничих підприємств характерне значне переважання об'єму стічних вод над об'ємом вод, що використовуються для забезпечення технологічних процесів [8].

Дренажні води, що стікають із поверхні відвалів, не можуть бути використані у гірничому виробничому циклі без попередньої підготовки та очищення. У разі відсутності очисних споруд, поверхневі води забруднюються неякісними стічними водами, що містять завислі частинки, паливно-мастильні матеріали, глинисті домішки, підігріту воду та породний мінеральний пил.

Питна вода доставляється з артезіанських свердловин, а технічна вода для виробничих потреб забезпечується за рахунок кар'єрних вод. Кар'єрні

води утворюються внаслідок атмосферних опадів, танення снігу та перетину підземних водоносних горизонтів під час розробки родовищ. Це спричиняє підтоплення кар'єрів, що робить необхідним їх регулярне відкачування.

Відкачування кар'єрних вод здійснюється ерліфтною установкою за схемою «з низу вверх» (рис. 2.1).

Відкачана вода спрямовується в спеціальні ставки-відстійники, де вона проходить очищення від завислих часток і нафтопродуктів шляхом природного відстоювання. Після очищення вода може скидатися у ставки, річки чи інші водні об'єкти відповідно до екологічних норм (табл. 2.4).

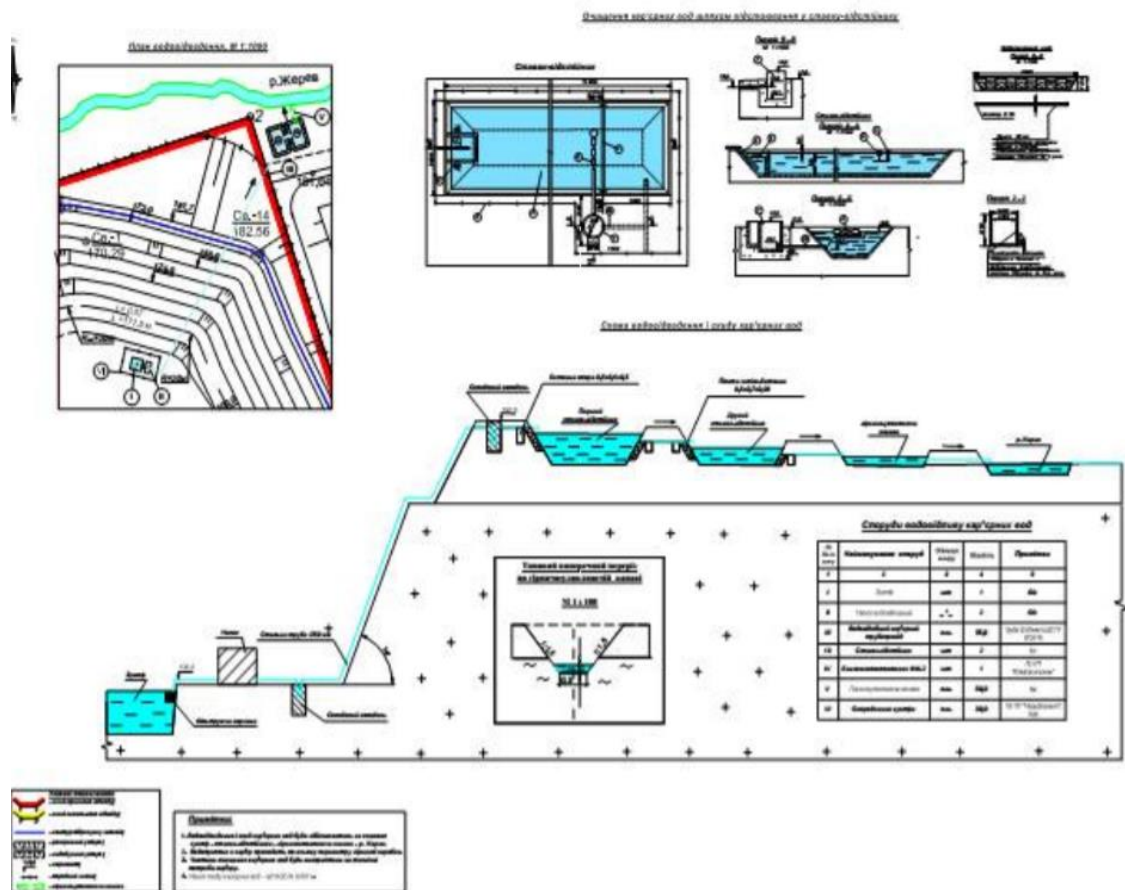


Рисунок 2.1 – Схема водовідведення кар'єрних вод

Для запобігання потраплянню зливових вод до кар'єру по його периметру облаштовуються водовідвідні канали і виконуються обвалування з розкривних порід, що дозволяє ефективно регулювати водний баланс та захищати виробничі ділянки від підтоплення.

Таблиця 2.4 – Забруднюючі речовини, що скидаються у водні об'єкти

Забруднюючі речовини, скидання яких нормується	Фактична концентрація, мг/м ³	Фактичний скид, г/год	ГДК, мг/м ³	ГАС, г/год	ГАС перерахований у т/рік
Завислі речовини	6,30	2,2050	6,30	11,9700	0,06665
БСК ₅	8,30	2,9050	8,30	15,7700	0,08781
ХСК	36,2	12,6700	36,2	68,7800	0,38296
Сульфати	82,9	29,0150	82,9	157,5100	0,87700
Хлориди	99,7	34,8950	99,7	189,4300	1,05473
Азот амонійний	1,48	0,5180	1,48	2,8120	0,01566
Нітрити	0,08	0,02800	0,08	0,1520	0,00085
Нітрати	8,14	2,8490	8,14	15,4660	0,08611
Фосфати	1,80	0,6300	1,80	3,4200	0,01904
Нафтопродукти	0,06	0,0210	0,06	0,1140	0,00063
Загальне залізо	0,21	0,0735	0,21	0,3990	0,00222

Гранично допустимий скид ГДС забруднюючих речовин, які містяться у стічних водах та викидаються у водні об'єкти (табл.2.5).

Таблиця 2.5 – ГДС забруднюючих речовин

Забруднюючі речовини	г/год	т/рік
Завислі речовини	6409,000	25,738
БСК ₅	850,737	3,417
ХСК	572,000	22,777
Сульфати	84308,000	338,58 1
Хлориди	36865,000	148,051
Азот амонійний	113,432	0,45554
Нітрити	56,716	0,22777
Нітрати	5360,000	21,524
Фосфати	113,432	0,45554
Нафтопродукти	56,716	0,22777
Залізо загальне	170,147	0,68331

Рекомендації для зменшення впливу:

- Встановлення водоохоронних зон: Навколо кар'єрів необхідно створювати буферні зони для захисту водойм.
- Системи очищення води: Використання очисних споруд для нейтралізації кислих дренажів і вилучення токсичних речовин.

- Рекультивація територій: Відновлення екосистем після завершення видобувних робіт шляхом озеленення, створення штучних водойм або лісів.
- Раціональне використання ресурсів: Мінімізація водозабору і впровадження технологій замкнутого водообороту.

Комплексний підхід до планування та управління видобувними роботами дозволить зменшити негативний вплив на водні екосистеми та зберегти гідрологічний баланс.

2.2.1 Забруднення поверхневих та підземних вод: джерела і механізми впливу

За умови відкритої розробки корисних копалин у безпосередній близькості до водотоків і поверхневих водойм, відбувається механічне забруднення водного басейну, зміна характеру і зовнішнього вигляду берегової та прибережної зони. За межі кар'єрного поля води відкачуються і відводяться з використанням пристроїв водовідведення і водовідливу [9].

Забруднення поверхневих і підземних вод через видобування корисних копалин є значною екологічною проблемою. Цей вплив зумовлений різноманітними джерелами забруднень і складними механізмами взаємодії між водними ресурсами та видобувними процесами.

Джерелами забруднення вод під час видобування корисних копалин є відкриті кар'єри та шахти; відвали порід та хвостосховища; гідротехнічні споруди; промислові аварії.

Відкриті кар'єри та шахти:

- Потрапляння твердих часток (пил, ґрунт, гірські породи) у поверхневі води через стік.
- Окислення сульфідних порід, що утворює кислі дренажні води, насичені токсичними металами.

- Змив мастил, палива та інших технічних рідин з поверхні видобувних майданчиків.

Відвали порід та хвостосховища:

- Витік токсичних компонентів, таких як важкі метали (ртуть, мідь, цинк) або радіоактивні речовини, у воду.

- Інфільтрація забруднюючих речовин у ґрунтові води через недосконалу ізоляцію відвалів.

Гідротехнічні споруди:

- Промивання порід та технологічні стоки забруднюють води реактивами (наприклад, ціанідами під час видобутку золота).

- Використання великої кількості води для вилуговування або флотації призводить до забруднення поверхневих та підземних вод залишковими хімікатами.

Промислові аварії:

- Руїнування дамб хвостосховищ, що спричиняє масштабне вивільнення токсичних матеріалів у водні об'єкти.

- Викиди забруднюючих речовин через розгерметизацію трубопроводів або резервуарів.

Механізмами впливу на поверхневі води є замулення водойм, забруднення токсичними речовинами та зміна гідрологічного режиму.

Пил, на рівні з хімічним забрудненням, є одним з головних чинників замулення малих річок, озер і їх підземних джерел живлення. За даними дослідників потужність щорічного мулу у малих річках сягає 4 см. Джерелом пилу, поза міськими зонами і автомобільними трасами, є: орні землі; відсів, відвали та вскриша порід поблизу кар'єрів; покинуті ділянки незаконного видобутку бурштину; локації видобутку торфу; ільменітові родовища та гірничозбагачувальні комбінати (ГЗК) тощо; наслідки вибухового дроблення кам'яного масиву Пил переноситься у різний спосіб. Вітер силою 40 км/год переносить дрібні частки (діаметром 0,15-0,30 мм і більше). Такий матеріал не піднімається вітром високо, а переміщується поверхнею ковзання чи

стрибками (процес сальції) на відстань до 1 км. Тонкий пил (діаметром до 0,06 мм) переміщується значно краще. Слабкий вітер (силою 5-8 м/сек) піднімає його у повітря і розносить на відстань до 20 км [10].

Потрапляння кислотних або лужних дренажів змінює хімічний баланс води, що впливає на біорізноманіття. Накопичення важких металів у воді, які токсичні для живих організмів і людей.

Зміна гідрологічного режиму полягає у порушенні природного рельєфу змінює траєкторію і швидкість водного стоку, збільшуючи ризик підтоплень або, навпаки, осушення окремих ділянок.

Механізмами впливу на підземні води є інфільтрація забруднень, виснаження підземних вод та зміна хімічного складу.

Інфільтрація забруднень:

- Токсичні речовини з хвостосховищ або відвалів проникають у водоносні горизонти, що забруднює питну воду.

- Використання хімічних речовин для видобування (наприклад, ціанідів або кислот) сприяє забрудненню підземних вод.

Інтенсивний забір води для технологічних потреб видобувних підприємств знижує рівень ґрунтових вод, що може призводити до їх засолення або висихання.

Окислення сульфідних порід викликає підвищення кислотності вод, що розчиняє токсичні компоненти з гірських порід і переносить їх у водоносні горизонти.

Раціональне планування та екологічно відповідальне управління видобуванням корисних копалин дозволять мінімізувати негативний вплив на водні ресурси та забезпечити їх збереження для майбутніх поколінь.

2.2.2 Самоочищення водних ресурсів та ефективність природних фільтраційних процесів

Пилова хмара яка утворюється під час вибуху переноситься вітром, забруднює ґрунтовий покрив, рослинність і водні об'єкти.

Поверхневі та підземні води також суттєво зазнають шкоди. Майже всі продукти вибуху (сульфур, оксид нітрогену, карбон та ін.) розчиняються у воді і можуть реагувати з водою з утворенням відповідних кислот і солей [7]. Ґрунтові води руйнують скельні породи, а саме вимиваються розчинні мінерали та сполуки, які містяться у корисних копалин.

За рахунок вибухівок в яких міститься аміачна селітра забруднюються кар'єрні води сполуками Нітрогену, особливо нітратами та солями амонію. Аміачна селітра є нестійка до дії води та розчиняється в ній. Таким чином, згідно з NTU, розчинення нітрату амонію в свердловині становить до 30% для грамоніту 50/50, та до 50 % для грамоніту 79/21, що становить близько 6 – 25 тонн водорозчинних компонентів за 1 вибух для гранітного кар'єру [11].

Після вибуху у воді відбувається незначне підвищення вмісту важких металів (кобальт, нікель, мідь та цинк). У воду іони металів потрапляють у воду через ґрунтовий покрив.

У воді змінюється вміст іонів магнію (40%) і кальцію (50 %), вони вимиваються ґрунтовими водами з розтріскої породи. В результаті цього збільшується жорсткість води на 60% (рис.2.1). Вода самоочищається від магнію та кальцію досить швидко. Через 8 днів після вибуху показники повертаються до попереднього вмісту цих елементів [12].

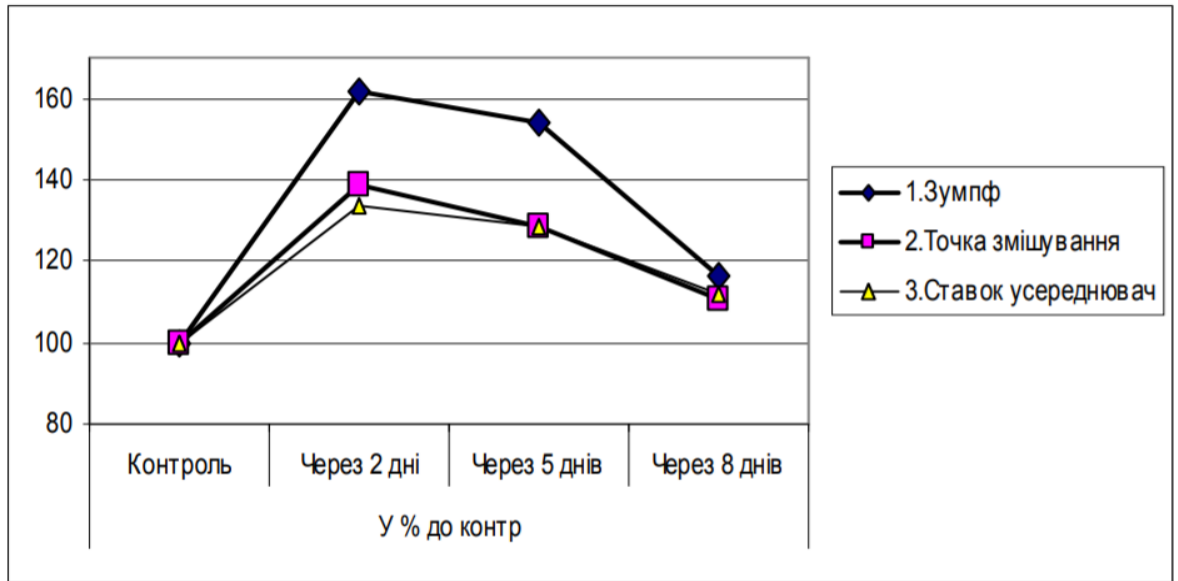


Рисунок 2.1 – Динаміка жорсткості води після вибуху

Збільшується концентрація нітрогенвмісних речовин, як нітрити, нітрати та сольовий амоній. Через 2 дні після вибуху вміст нітратів у кар'єрних водах зростає більше, ніж у двічі, а вміст амонійної солі – у 5 разів (рис. 2.2).

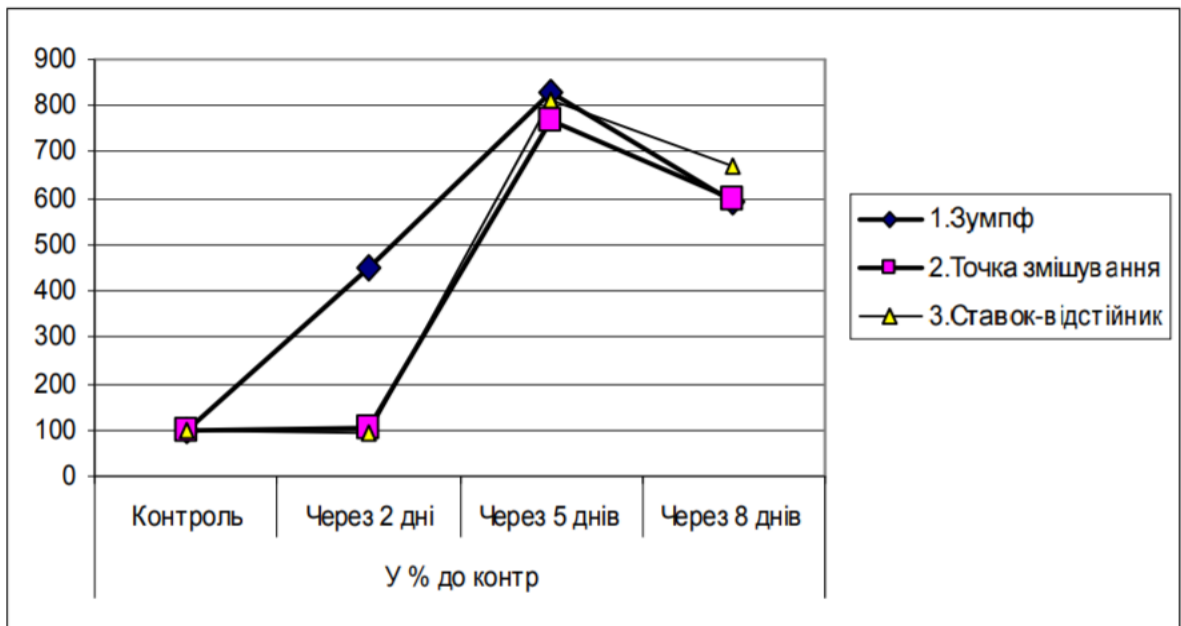


Рисунок 2.2 – Динаміка вмісту сольового амонію після вибуху

Через 5 діб вилюговування з тріщинуватої породи збільшує вміст цих сполук у 3-10 разів порівняно з вмістом у воді до вибуху. Усі ці речовини є

продуктами розкладання вибухових речовин, і їх кількість безпосередньо залежить від кількості та типу вибухових речовин, використаних для детонації [13].

Від вибухів також збільшується концентрація хлоридів (до 80 %) та сульфатів (до 20 %) у кар'єрній воді. Підвищення вмісту солей призводить підвищення кислотності кар'єрних водах.

Завислі речовини у кар'єрних водах, які утворюються під час видобування граніту. Воду із завислими речовинами зливають у ставки-відстійники у яких ці речовини осідають на дно. Після цього воду скидають у водні об'єкти через решітку.

Отже, вибухові роботи у гранітних кар'єрах суттєво впливають на якісний склад кар'єрних вод, підвищуючи концентрацію нітратів, амонійних солей, сульфатів і важких металів, а також змінюючи їх жорсткість та кислотність. Процеси самоочищення кар'єрних вод забезпечують поступове зниження концентрацій забруднюючих речовин, зокрема нормалізацію вмісту магнію та кальцію протягом 8 днів після вибуху.

Результати дослідження свідчать про необхідність системного моніторингу складу кар'єрних вод і впровадження додаткових технологій очищення для зменшення негативного впливу на довкілля.

2.2.3 Оцінка впливу від скидів виробничих вод та відходів на якість води

Гідромеханізований видобуток корисних копалин є одним з найважливіших факторів забруднення гідросфери, оскільки всі гідромеханізовані технології пов'язані з використанням води, її затопленням і поверненням води в забруднених умовах в загальну гідрологічну мережу.

Коли річки та водосховища забруднюються каламутною водою, що утворюється при гідромеханізованому видобутку корисних копалин, риба

залишає водойму, важливі ділянки водойми виключаються з нерестовищ, а втрачені заплавні ділянки відновлюються для нересту приблизно через 10-15 років після закінчення розвитку.

Технологія захисту річок від забруднення залежить від вмісту глини в гірських породах, методів розробки і продуктивності гірничодобувних підприємств.

Основними причинами забруднення є стічні води з промивних установок, гідравлічний транспорт під час розкривних робіт і процеси відтавання води [14]. До цього додаються не тільки продукти розкладання вибухових речовин, використовуваних для розпушення мерзлих порід, а й змив відходів, проникнення паливно-мастильних матеріалів. Ерозія води ще більше сприяє забрудненню водойм. На кожен кубометр видобутої породи витрачається 0,3-0,6 літра дизельного палива і 7-10% мастильного матеріалу з відпрацьованого палива [15]. Значна частина цих матеріалів може потрапити у воду через неконтрольований викид відпрацьованого масла, витік при заправці обладнання, неправильне зберігання паливних баків і чищення обладнання.

Транспортування екскаватором рекомендується на низинних ділянках, де приплив ґрунтових і дощових вод незначний. У цьому випадку воду з майданчика з невеликою кількістю зважених речовин можна перекачувати в низинні ділянки або річки, не забруднюючи істотно водопостачання. У процесі розробки родовищ корисних копалин створюються великі штучні водойми, в яких плавають земснаряди для видобутку та збагачення корисних копалин. Такі водосховища часто спричиняють підтоплення місцевості, а на крутих схилах можуть відбуватися зсуви. Утворення водосховищ також змінює температурний режим і активізує процеси вічної мерзлоти.

Висока вартість збагачення та транспортування піску призводить до того, що родовища не переробляються в достатній мірі, залишаючи породи з низьким вмістом корисних компонентів. Розробка таких порід знижує продуктивність і збільшує собівартість видобутку. Вскришні роботи можуть збільшити забруднення стічних вод на очисних спорудах, особливо якщо вміст

глини в піску високий, але цей ефект зазвичай мінімальний завдяки дотриманню технічних стандартів.

Видалення піску в шарах відходів або глинистих порід є небажаним, оскільки такі породи ускладнюють очищення, зменшують вилучення корисних копалин і знижують якість очищення стічних вод.

2.3 Техногенний вплив на ґрунтовий покрив та екосистеми

Видобування корисних копалин має значний техногенний вплив на ґрунтовий покрив і екосистеми, особливо в регіонах із високою інтенсивністю гірничої діяльності

При розробці кар'єрів порушується ґрунтовий покрив, а саме відбувається механічне руйнування. Видобуток корисних копалин часто повністю змінює поверхню землі. В результаті знищуються природні ландшафти, а разом із ними – екосистеми, які раніше існували. Родючий шар ґрунту, який формувався століттями, стає непридатним для сільського господарства чи відновлення [15] (рис. 2.3).

Під час роботи кар'єру відбувається зміна рельєфу. Кар'єрні відвали створюють штучні пагорби та ями, що можуть змінити напрямок стоку вод і сприяти заболоченню або пересиханню сусідніх ділянок.

Відкриті ділянки без рослинного покриву стають вразливими до водної ерозії під час дощів, що може призводити до формування ярів. Вітрова ерозія поширює дрібні частинки пилу на значні відстані, забруднюючи прилеглі території.

Хімічне забруднення ґрунту.

Викиди пилу, збагаченого оксидами металів, сульфатами чи іншими хімічними сполуками, осідають на поверхню ґрунту, роблячи його непридатним для вирощування рослин. Це також може призвести до

біологічної деградації ґрунту, оскільки гинуть мікроорганізми, які забезпечують його родючість.

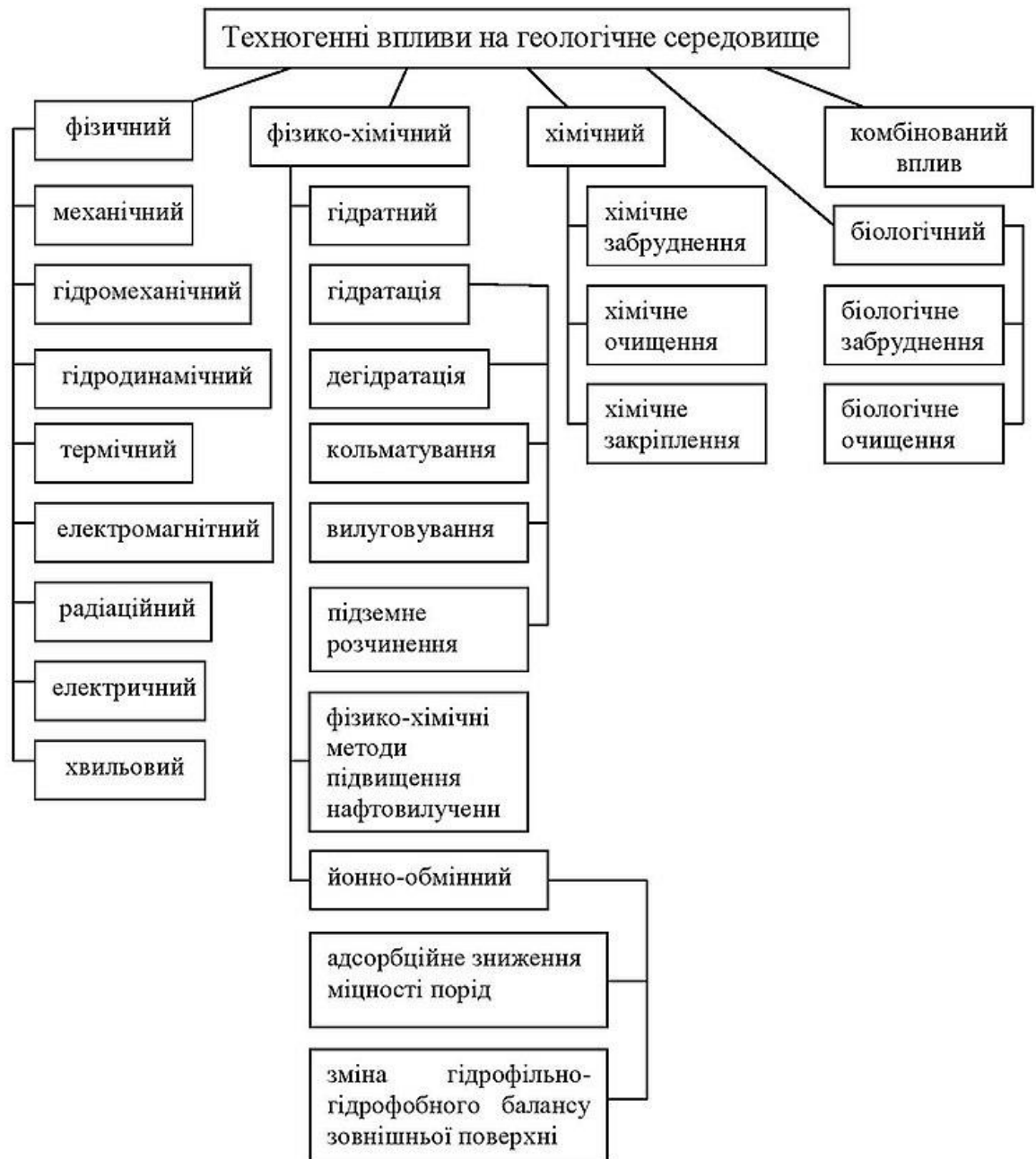


Рисунок 2.3 – Схема техногенного впливу на геологічне середовище

У результаті руйнування порід виділяються сульфати, які при взаємодії з водою утворюють сірчану кислоту. Такі води не лише забруднюють ґрунт, але й можуть поширюватися через підземні горизонти, завдаючи шкоди значно ширшій території.

Наприклад, гранітні родовища у Жмеринському районі залишають після себе великі порожнини, які поступово заповнюються дощовою або підземною водою. Проте ці озера часто мають високий вміст токсичних речовин, що робить їх непридатними для використання.

У радіусі кількох кілометрів від видобувних підприємств спостерігається деградація ґрунтів, а пил від транспортування матеріалів осідає на сільськогосподарські угіддя, знижуючи врожайність.

2.3.1 Забруднення ґрунтів важкими металами та токсичними речовинами

Термін «важкі» застосовують для металів, питома вага яких перевищує 5 г/см^3 , або атомний номер більше 20, хоча існує й інше визначення, за яким до важких металів належить понад 40 хімічних елементів із атомною масою вище 50 ат. од. [16].

Важкі метали є токсичними і перешкоджають активності мікрофлори ґрунту. Їх концентрація у ґрунті може зберігатися впродовж десятиліть і навіть століть. Зменшення обсягів викидів важких металів – найбільш доступний спосіб обмежити їх вплив на ґрунти [17].

Важкі метали в природі присутні в ґрунті як складові домішки, однак їхнє значне підвищення концентрації здебільшого пов'язане з людською діяльністю. Протягом останніх десятиліть, на тлі стрімкого розвитку промисловості, спостерігається помітне зростання рівня цих елементів у біосфері, атмосфері та гідросфері. Через це важкі метали сьогодні вважаються одним із ключових забруднювачів земельних ресурсів. За умов посиленого антропогенного впливу надходження важких металів до агроєкосистем перевищує їхню здатність до самозахисту (буферну функцію), що призводить до падіння врожайності та зниження якості рослинницької продукції. Внаслідок цього вона стає небезпечною для здоров'я людей і тварин.

Забруднення ґрунтів важкими металами при видобуванні корисних копалин відкритим способом є однією з серйозних екологічних проблем.

Причини забруднення важкими металами є розкривні роботи, відвали порід, кар'єрні води, робота транспорту та механізмів.

Під час розкриву порід на поверхню вивільняються гірські маси, які можуть містити важкі метали, такі як свинець, кадмій, мідь, нікель та інші.

Вивітрювання мінералів і руйнування порід сприяє вивільненню цих металів у ґрунт і воду.

Відвали, що формуються в процесі видобування, містять залишки порід із високою концентрацією металів. Під дією дощів і ґрунтових вод ці метали можуть вимиватися і забруднювати прилеглі території.

Вода, яка відкачується з кар'єрів або накопичується в них, часто має підвищену концентрацію важких металів. Ця вода потрапляє до поверхневих водойм або проникає у ґрунт.

Використання важкої техніки, зокрема бурового і транспортного обладнання, може призводити до локального забруднення ґрунту мастилами та іншими технічними рідинами, що містять токсичні метали.

Важкі метали накопичуються у верхніх шарах ґрунту, що робить його непридатним для сільськогосподарського використання. Свинець і кадмій можуть проникати глибше у ґрунт, забруднюючи підземні водоносні горизонти.

Високі концентрації металів знижують природну родючість ґрунту. Порушується баланс мікроелементів, що негативно впливає на рослини. Важкі метали токсичні для багатьох ґрунтових організмів, які беруть участь у розкладанні органічних речовин і підтримують екосистему ґрунту. Через харчовий ланцюг забруднення може поширюватися до тварин і людей.

Поблизу гранітних кар'єрів Жмеринського та Барського районів у ґрунтах часто реєструють підвищений рівень свинцю, марганцю та міді, що пов'язано з природними властивостями гранітних порід. Вивітрювання і змив з відвалів сприяють забрудненню прилеглих сільськогосподарських земель.

В районах пісочних та щебневих кар'єрів побічне забруднення важкими металами менш виражене, але все одно присутнє через використання техніки і локальне накопичення техногенних відходів.

Наслідками для здоров'я населення є:

- Споживання продуктів, вирощених на забруднених ґрунтах, може призвести до накопичення важких металів у людському організмі, викликаючи хронічні захворювання.
- Забруднення підземних вод збільшує ризики інтоксикації населення через питну воду.

2.3.2 Вплив гірничих робіт на ерозійні процеси та деградацію ґрунтів

Видобуток корисних копалин, особливо відкритим способом, значно впливає на ерозійні процеси та деградацію ґрунтів. Це проявляється як у зміні фізичних, так і хімічних властивостей ґрунту, що посилює його вразливість до зовнішніх впливів.

При розкривних роботах видаляється верхній шар родючого ґрунту внаслідок розкриття гірських порід повністю знищує структуру ґрунту. Це робить ділянку беззахисною перед водною і вітровою ерозією.

Гірничі відвали, які часто залишаються після видобувних робіт, не мають сформованого ґрунтового профілю. Їх поверхня нестабільна і легко руйнується дощами та вітрами.

Ерозія ґрунтів є одним із найбільш деструктивних наслідків гірничої діяльності. Вона значно посилюється через порушення природного покриву, зміну рельєфу та відсутність рослинності, яка раніше стабілізувала ґрунт.

Водна ерозія виникає через змив частинок ґрунту потоками води. Вона найбільш поширена в районах з інтенсивними опадами та значними схилами, де поверхневий стік стає сильним.

Причини посилення водної ерозії через гірничі роботи:

1. Видалення рослинного покриву - Рослинність затримує потоки води та захищає ґрунт від розмивання. Після зняття родючого шару ґрунт стає відкритим і вразливим до опадів.

2. Формування схилів і відвалів - Відвали мають нестабільну структуру і часто круті схили, які сприяють швидкому стіканню води.

3. Порушення водного балансу - Зміна природного рельєфу впливає на напрямки потоків, що спричиняє локальне зосередження води і створює умови для утворення ярів.

Наслідками водної ерозії є яружно-балкові утворення, втрата родючого шару та забруднення водойм.

Заходи протидії водній ерозії:

- Створення терасованих схилів для зниження швидкості поверхневого стоку.
- Використання гідропосіву (посів трав і чагарників) на схилах та відвалах.
- Установлення дренажних систем для контролю потоків води.

Вітрова ерозія – це перенесення частинок ґрунту вітром. Вона посилюється у відкритих, сухих умовах, особливо на територіях з піщаними або пилуватими ґрунтами.

Кар'єри, відвали та зняті ґрунтові ділянки створюють великі відкриті простори, де вітер може легко переносити частинки ґрунту.

Гірничі відвали є джерелом пилу, який розноситься вітром, особливо у посушливий період.

Вітрова ерозія забирає легкі частинки, залишаючи оголені, важкі ґрунти, які більше піддаються водній ерозії. З іншого боку, водна ерозія змиває ґрунтову структуру, роблячи її легкодоступною для вітру.

Поєднання обох видів ерозії спричиняє швидке опустелювання територій, ускладнюючи їхнє відновлення.

Водна та вітрова ерозія є серйозними проблемами у гірничодобувних регіонах, таких як Вінниччина. Для боротьби з цими явищами необхідно

впроваджувати комплексні заходи, зокрема рекультивацію земель, відновлення рослинного покриву та інженерні рішення для стабілізації ґрунтів. Це допоможе зменшити ерозійні процеси та покращити екологічний стан порушених територій.

Гірничі роботи порушують природний баланс поживних речовин у ґрунті. Забруднення важкими металами, сульфатами або іншими хімічними сполуками робить ґрунти токсичними для рослин.

Використання важкої техніки ущільнює ґрунт, знижуючи його аерацію та водопроникність. Це ускладнює ріст рослин і знижує біологічну активність ґрунтових мікроорганізмів.

Внаслідок окислення сульфідних порід (наприклад, піриту) утворюється сірчана кислота, що знижує рН ґрунту і робить його непридатним для більшості рослин.

На території Вінниччини, де активно здійснюється видобуток гранітів, вапняків і пісковиків:

- а) Часто формуються яри через посилений поверхневий стік.
- б) На ділянках поблизу кар'єрів спостерігається значна вітрова ерозія через нестабільність гірських відвалів і значний пиловий потік.
- в) На ділянках поблизу кар'єрів спостерігається значна вітрова ерозія через нестабільність гірських відвалів і значний пиловий потік.
- г) Деградація ґрунтів посилюється через змішування родючого шару з порожніми породами, що робить їх непридатними для сільськогосподарського використання.

Гірничі роботи значно змінюють природний стан ґрунтів, але їхній негативний вплив можна мінімізувати за умови дотримання сучасних екологічних стандартів та відновлення порушених територій.

2.4 Оцінка шумового, вібраційного, світлового та теплового забруднень від видобувних процесів

У кар'єрах обладнання, яке використовується для видобутку, транспортування та обробки корисних копалин, є постійним джерелом виробничого шуму та вібрації – екскаватор, бульдозер, бурова машина[18,19,20].

2.4.1 Аналіз впливу вібраційного забруднення на місцеві екосистеми

Вібраційне забруднення, що виникає через діяльність у сфері видобутку корисних копалин, має значний вплив на природне середовище. Воно спричиняє як прямі, так і непрямі зміни у функціонуванні екосистем, впливаючи на ґрунти, рослинність, тваринний світ та гідрологічний режим.

Джерела вібраційного забруднення:

Вибухові роботи: Використання вибухів для розкриття порід створює сильні локальні вібрації, які розповсюджуються через ґрунти.

Робота важкої техніки: Екскаватори, бульдозери, бурові установки та конвеєри є постійними джерелами вібрацій.

Транспорт: Вантажні автомобілі та залізничні перевезення корисних копалин спричиняють тривалі та періодичні вібрації

Вплив на місцеві екосистеми.

При вібрації можливе порушення структури ґрунтів. Постійні вібрації змінюють механічні властивості ґрунтів, зокрема їхню щільність та здатність утримувати вологу. Розриви капілярних зв'язків у ґрунті знижують водоутримуючі властивості, що погіршує умови для рослин.

Вібрації посилюють схильність ґрунту до зсувів та утворення тріщин, що сприяє водній і вітровій ерозії.

Порушення структури ґрунту знижує доступність поживних речовин і води для рослин, що уповільнює їхній ріст. Вібрації можуть пошкоджувати кореневі системи, особливо в дерев і чагарників, що призводить до загибелі рослин.

Постійні вібрації викликають стрес у тварин, змінюючи їхні міграційні маршрути, репродуктивні цикли та звички харчування. Вібрації можуть заважати комунікації тварин, особливо тих, які використовують акустичні сигнали (наприклад, комах, птахів, ссавців).

Тварини, які не здатні адаптуватися до вібраційного впливу, покидають території, що призводить до втрати біорізноманіття.

Вібрації можуть сприяти розриву природних водоносних шарів, що змінює напрямок руху ґрунтових вод і може викликати пересихання джерел чим порушує гідрологічний режим.

Негативно впливає на водну фауну. Вібрації у воді створюють акустичні хвилі, які дезорієнтують водну фауну, особливо риб і земноводних. Це ускладнює їхню здатність орієнтуватися у просторі, знаходити їжу або уникати хижаків. Постійний вібраційний вплив може негативно впливати на нерестовища, де риби відкладають ікру. Вібрації змінюють мікросередовище нересту, знижуючи виживаність ікри.

Деякі види риб, наприклад, лососеві, які орієнтуються за підводними сигналами, можуть змінювати маршрути міграції або зовсім залишати уражені зони.

Вібрації можуть бути смертельними для бентосних (донних) організмів, які є важливою частиною харчових ланцюгів. Їх загибель спричиняє каскадні наслідки для інших видів, що залежать від них.

Постійний вплив вібрацій у довгостроковій перспективі може спричиняти порушення екологічної рівноваги у водних екосистемах, зменшуючи популяції чутливих видів та змінюючи біорізноманіття водойм.

Ці наслідки можуть істотно змінити структуру і функціонування водних екосистем, особливо в районах із високою концентрацією видобувних процесів.

Методи оцінки вібраційного впливу:

Моніторинг вібрацій - Використання сейсмографів і віброметрів для визначення амплітуди, частоти та тривалості вібрацій у зонах впливу.

Оцінка стану ґрунтів - Лабораторні дослідження на стабільність структури, проникність і ущільненість ґрунтів.

Аналіз біорізноманіття - Вивчення змін у чисельності та поведінці ключових видів рослин і тварин.

Вібраційне забруднення є серйозною загрозою для місцевих екосистем, впливаючи на всі компоненти довкілля. Для мінімізації негативного впливу необхідно впроваджувати ефективні технології, проводити моніторинг і впроваджувати екологічно спрямовані заходи. Це дозволить зберегти природне середовище та забезпечити його стійкість до техногенного навантаження.

2.4.2 Шумове забруднення: джерела, наслідки та способи зменшення

Шумове забруднення є поширеним наслідком видобувної діяльності. Воно виникає через використання важкої техніки, транспортування сировини та проведення вибухових робіт. Надмірний шум впливає на здоров'я людини, поведінку тварин і загальну екологічну рівновагу.

Основним джерелом шуму при видобутку корисних копалин є кар'єрне обладнання, а саме:

Робота важкої техніки - екскаватори, бурові установки, дробарки та конвеєри створюють постійний шум високої інтенсивності.

Вибухові роботи - вибухи для розкриття гірських порід є короткочасним, але дуже потужним джерелом шуму.

Транспортні засоби - рух вантажівок, локомотивів і спеціального транспорту на території видобутку.

Допоміжне обладнання - робота компресорів, генераторів, вентиляційних систем також створює тривалий шумовий фон.

Шум понад 70–90 дБ викликає втому, головний біль, погіршення слуху та підвищує ризик серцево-судинних захворювань. Постійний шум призводить до стресу, зниження працездатності, тривожності та порушення сну.

Шум порушує природні звички тварин, включаючи харчування, спілкування та міграцію. Підвищений рівень шуму викликає у тварин стрес, що впливає на їхнє розмноження та виживання. Деякі види змушені залишати території, що призводить до втрати біорізноманіття.

Шум порушує зв'язки між компонентами екосистеми, наприклад, між хижаками та їхньою здобиччю, або між запилювачами та рослинами.

Загальний максимальний рівень шумового впливу визначається як сума рівнів звукової потужності кожного джерела шуму за такою формулою:

$$L_{\text{шум}} = 10 \lg \sum N_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \quad (2.8)$$

де L шум – рівень шуму від будівельних машин та автотранспорту на підприємстві, дБА;

N_i – кількість обладнання;

L_i – рівень звукового тиску в даній октавній смузі частот джерела шуму, дБ.

Рівні шуму від кар'єрних механізмів:

- екскаватора $L_{\text{екс}} - 90$ дБА; $N - 1$;

- бульдозер $L_{\text{бул}} - 95$ дБА; $N - 1$;

- автомобіль $L_{\text{авт}} - 85$ дБА; $N - 1$;

- Буровий верстат– 109 дБа; $N - 1$.

$$L_{\text{шум}} = 10 \lg (1 \cdot 10^{0,1 \cdot 90} + 1 \cdot 10^{0,1 \cdot 95} + 1 \cdot 10^{0,1 \cdot 85} + 1 \cdot 10^{0,1 \cdot 109}) = 109,22 \text{ дБА}$$

Рівень звукового тиску, що створюється на межі найближчої житлової забудови джерелами шуму від провадження планованої діяльності, визначаємо за формулою:

$$L = L_{\text{шум}} - 20 \lg r + 10 \lg \Phi - 1000 - 10 \lg \Omega \quad (2.10)$$

де $L_{\text{шум}}$ – сумарний рівень звукової потужності, що випромінюється джерелами шуму, дБ;

r – відстань від джерела шуму до найближчої житлової забудови – 1630м;

Φ – фактор направленості джерела шуму ($\Phi = 1$);

Ωr – Відстань від акустичного центру джерела шуму до розрахункового центру шуму точка, м (якщо точне розташування акустичного центру невідоме, то приймається за геометричним центром) - тілесний кут генерування шуму. береться 2π ;

β_a – затухання звуку в атмосфері, дБ/км, табличне значення - 5,2.

Таким чином, рівні звукового тиску, створюваного в районах житлової забудови джерелами шуму під час розробки кар'єру, становлять (за формулою (10)):

$$L = 109,22 - 20 \cdot \lg 350 + 10 \lg 1 - 5,2 \cdot (350/1000) - 10 \cdot \lg(2 \cdot 3,14) = 48,55 \text{ дБА}$$

Допустимі рівні шуму (дБА) для житлових територій (територій, що безпосередньо прилягають до житлових будинків) в залежності від часу доби:

- вдень: еквівалентний 55, максимальний 70;
- вночі: еквівалентний 45, максимальний 60[21].

Максимальний вплив шуму лише вдень. Підприємство працює за восьмигодинним робочим днем в одну зміну.

Аналіз акустичного впливу показав, що розрахунковий максимальний рівень шуму від одночасної роботи шумоутворюючих пристроїв по периметру житлового приміщення не перевищує граничних норм, встановлених державними санітарними нормами. Обладнання, яке є джерелом шуму в зоні планованої діяльності, не створює істотних додаткових рівнів звукового тиску.

2.4.3 Вплив світлового та теплового випромінювання на флору і фауну регіону

Світлове та теплове випромінювання, яке генерується в результаті видобувних процесів, може мати негативний вплив на екосистеми. Підвищений рівень освітлення та теплового випромінювання змінює природні умови проживання рослин і тварин, впливаючи на їхню поведінку, фізіологію та популяційні взаємозв'язки.

Джерелами світлового випромінювання є освітлення кар'єрів, об'єктів інфраструктури та робочих майданчиків у нічний час, потужні прожектори для безпеки та контролю робіт та викиди світла від палаючих факелів, пов'язаних із добуванням і переробкою газів.

Вплив на флору.

Неприродне освітлення вночі може змінити природний цикл фотосинтезу рослин, викликаючи стрес і зниження продуктивності. Нестабільний рівень світла порушує синхронізацію циклів росту і цвітіння, що впливає на популяції запилювачів і плодоутворення.

Вплив на фауну.

Нічне світло порушує міграційні маршрути птахів, кажанів та комах, які орієнтуються за природними джерелами світла. Неприродне освітлення змушує тварин змінювати звичний режим активності, що збільшує їхню витрату енергії та знижує виживаність. Освітлення полегшує пошук здобичі для хижаків, що може змінити баланс екосистеми.

Джерелами теплового випромінювання є робота важкої техніки, яка генерує тепло (двигуни, генератори); накопичення тепла від великих відкритих поверхонь, таких як кар'єри та відвали порід; теплові викиди при переробці корисних копалин.

Вплив на флору.

Підвищення температури ґрунту і повітря негативно впливає на чутливі види рослин, викликаючи втрату вологи та зниження життєздатності. Постійне прогрівання ґрунту може руйнувати мікрофлору та змінювати умови для розвитку корневих систем.

Постійне прогрівання ґрунту може руйнувати мікрофлору та змінювати умови для розвитку корневих систем.

Вплив на фауну.

Надмірне теплове випромінювання ускладнює терморегуляцію, особливо у дрібних тварин, що мешкають на відкритих просторах. Перегрів середовища змушує тварин мігрувати в інші зони, порушуючи локальні екосистеми. Нагрівання води у водоймах через теплове випромінювання знижує рівень розчиненого кисню, що негативно позначається на водній фауні.

Сумарний вплив на екосистему.

Зміни температурного режиму та освітлення порушують сезонні цикли рослин і тварин, включаючи розмноження, цвітіння та міграцію. Деякі види, які не здатні адаптуватися до змінених умов, втрачають свої ареали або зникають повністю. Вплив теплового та світлового випромінювання призводить до зниження продуктивності екосистем, втрати біорізноманіття та загальної стійкості до зовнішніх факторів.

Отже, світлове та теплове випромінювання є значними екологічними стресорами для регіональної флори і фауни. Для мінімізації їхнього впливу необхідно застосовувати сучасні технології, проводити постійний моніторинг та впроваджувати природоохоронні заходи, зокрема рекультивацію та створення буферних зон. Це сприятиме збереженню природного балансу та сталого розвитку територій.

2.5 Кліматичний вплив гірничодобувної діяльності та зміни локальних кліматичних умов

Гірничодобувна діяльність суттєво впливає на локальний клімат і екосистеми. Видобуток корисних копалин супроводжується масштабними змінами ландшафту: вирубкою лісів, порушенням ґрунтового покриву та створенням відвалів, що призводить до зміни теплового балансу місцевості. Наприклад, зменшення рослинного покриву погіршення збільшення температури поверхні, зниження вологості та зміни локального мікроклімату.

Безперервно, ці пилові та газові викиди з кар'єрів і шахт впливають на якість повітря, сприяючи формуванню парникових газів та забруднюючих часток, що погіршує кліматичні умови. Наприклад, виділення метану під час вуглевидобування посилює парниковий ефект, який сприяє глобальному потеплінню.

Зміни в рельєфі також можуть впливати на режим опадів, спричиняючи локальні посухи або великі опади. Таким чином, гірничодобувна діяльність не тільки руйнує екосистеми, а й суттєво змінює мікрокліматичні умови, що може негативно вплинути на сільське господарство та місцеві громади.

3. РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВИДОБУТКУ

3.1 Оцінка ризиків для здоров'я населення та довкілля

За умов дотримання встановлених норм і правил, гірнича діяльність у кар'єрах не призводить до перевищення санітарних стандартів щодо концентрації забруднюючих речовин у повітрі населених пунктів, рівня забруднення поверхневих водних об'єктів, а також шумового, електромагнітного, радіаційного та іншого впливу на навколишнє середовище.

3.1.1 Вплив забруднення повітря на здоров'я місцевих жителів

Оцінка ризику впливу видобування корисних копалин відкритим типом на здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Розрахунки виконуються для компонентів, які вважаються корисними для розрахунку дифузії забруднюючих речовин в атмосфері. Ризик розвитку неканцерогенних ефектів визначається шляхом розрахунку індексу небезпеки (НІ) за формулою[22]:

$$HI = \sum HQ_i \quad (3.1)$$

де: HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих речовин, які здійснюють вплив розраховуються за формулою та становлять:

$$HQ_i = C_i / RfC \quad (3.2)$$

де C_i – рівень впливу, мг/м³;

RfC – безпечний рівень впливу[18]. Еквівалентом використовують гранично допустимі концентрації речовини (ГДК).

Критерії оцінки та характеристики коефіцієнтів небезпеки наведенні в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Критерії оцінки та характеристики коефіцієнтів небезпеки

№	Назва забруднюючої речовини	Коефіцієнти небезпеки для окремих речовин HQ_i
1	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікро-частинки та волокна) на межі СЗЗ (50 м)	0,129
2	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікро-частинки та волокна) на межі житлової забудови (350 м)	0,214

3.1.2 Аналіз потенційних надзвичайних ситуацій та їх наслідків

Корисні копалини та розкривні породи, що видобуваються відкритим способом, характеризуються відсутністю горючості, токсичності та вибухонебезпечності. Технологія видобутку та переробки не передбачає використання небезпечних речовин, здатних викликати надзвичайні ситуації чи аварії.

Транспортні засоби, що використовуються в кар'єрах, обладнані двигунами внутрішнього згорання з низьким рівнем витрати паливно-мастильних матеріалів. Таким чином, ризики виникнення надзвичайних ситуацій залишаються мінімальними.

Проте компанії повинні мати алгоритми реагування на випадок надзвичайних ситуацій або аварій техногенного та природного характеру, які передбачають: призупинення технічних процесів та негайне повідомлення персоналу і керівництва підприємства; евакуацію людей, техніки та документів з території підприємства, виклик пожежно-рятувальних і медичних служб, а також перевірку території для виявлення постраждалих.

Для ефективного реагування керівництво підприємства повинно призначити відповідальну особу, яка:

- Встановлює порядок виявлення і ліквідації аварій, адаптує заходи відповідно до ситуації.

- Координує дії персоналу та екстрених служб під час ліквідації наслідків.

- Контролює виконання поставлених завдань та розпоряджень.

- Визначає розміри потенційно небезпечної зони.

Ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, які можуть поширитися за межі кар'єру, є незначною. У разі їх виникнення завжди передбачається локалізація і ліквідація ситуації в межах підприємства.

3.2 Кумулятивний ефект при видобуванні корисних копалин на навколишнє середовище

Більшість кар'єрів розташовані у віддалених сільських районах, далеко від промислових центрів і житлової забудови.

В районі впливу джерел кар'єру, інші промислові об'єкти, які могли б чинити кумулятивний вплив у сукупності з видобутком корисних копалин, як правило не розташовуються.

Враховуючи незначні викиди та відстань, яка на порядок перевищує розміри санітарно-захисної зони відсіку, негативний вплив від сукупного впливу інших існуючих об'єктів планованої діяльності відсутній.

3.3 Вплив видобутку на локальні кліматичні умови

Забруднення поверхневого шару повітря в районі кар'єру викидами обладнання, що працює на кар'єрі, значною мірою залежить від погодних умов. Концентрація забруднюючих речовин в атмосфері може різко зростати в певні періоди, коли погодні умови сприяють накопиченню забруднюючих речовин на поверхні атмосфери.

Для видобування корисних копалин застосовують гірниче та допоміжне обладнання, а також технологічного транспорту, які працюють на дизельному

паливі. Згоряння палива в ДВЗ обладнання і техніки супроводжується викидами в атмосферне повітря парникових газів: вуглецю діоксиду (вуглекислий газ), метану і азоту оксиду (оксид діазоту) [23].

До парникових газів відносяться гази, що володіють високою прозорістю у видимому діапазоні і високою поглинаючою здатністю в інфрачервоному діапазоні. Присутність таких газів в атмосфері призводить до парникового ефекту планети. Парникові гази не підлягають регулюванню через відсутність санітарних норм.

3.4 Аналіз екологічних ризиків, пов'язаних із технологічними процесами

Для розробки відкладень використовуються гірничотранспортні системи із завантаженням екскаваторів і транспортуванням перевантажень на полігони. Перевантаження здійснюється за допомогою бульдозерів, гусеничних екскаваторів.

Пісковик розробляється бульдозерами з розпушувачами з використанням сили рук.

Для відділення блоку від масиву використовуються невибухові руйнівні речовини (лужний порошкоподібний матеріал на основі оксиду кальцію, змішаний з водою), який є екологічно чистим.

При видобутку і переробці корисних копалин відбувається викид забруднюючих речовин в атмосферу, велика частина яких знаходиться у вигляді зважених речовин. Максимальна приземна концентрація забруднюючих речовин на кордонах санітарно-захисних зон не повинна перевищувати встановлених санітарних норм для всіх забруднюючих речовин з урахуванням фонові концентрації. [21].

У процесі виробництва не використовуються будь-які специфічні речовини. Тому можливі наслідки використання матеріалу оцінюються як незначні і прийнятні.

4 ЗАХОДИ З МІНІМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ВИДОБУВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Комплексний підхід до запобігання негативним екологічним наслідкам

Видобування корисних копалин супроводжується значним впливом на навколишнє середовище, тому важливим є застосування комплексного підходу для мінімізації негативних екологічних наслідків. Цей підхід охоплює інтеграцію технологічних, організаційних, правових і соціально-економічних заходів.

Екологічне планування та оцінка впливу на довкілля є основними складовими стратегічного підходу до мінімізації екологічних наслідків видобувної діяльності. Ці заходи дозволяють виявити потенційні ризики, розробити ефективні запобіжні заходи та інтегрувати екологічні аспекти у процес прийняття рішень ще на ранніх етапах проектування.

Метою оцінки впливу на довкілля (ОВД) [24] є - зменшення негативного впливу видобувної діяльності на природні ресурси, біорізноманіття та здоров'я людей передбачає оптимізацію використання земель, водних і енергетичних ресурсів, забезпечення відповідності проектів законодавчим вимогам та екологічним стандартам, а також планування рекультиваційних заходів для відновлення територій після завершення видобутку.

При розробці Звіту з ОВД здійснюється попередній аналіз, моделювання впливу та соціальний аспект.

Попередній аналіз:

- Розробка базового сценарію: які зміни у природному середовищі можуть відбутися через видобувну діяльність[24].

- Виявлення джерел забруднення (пил, викиди, шум, стічні води).

Моделювання впливу:

- Використання спеціалізованих програм для прогнозування поширення забруднюючих речовин;
- Аналіз впливу на ґрунти, водні ресурси, флору, фауну та кліматичні умови.

Соціальний аспект:

- Вивчення впливу на населення (здоров'я, доступ до природних ресурсів, робочі місця).

Для мінімізації втрат корисних копалин, раціонального використання та охорони надр необхідно дотримуватися низки технологічних, екологічних та організаційних заходів. Зокрема:

Оптимальне розташування промислових майданчиків і відвалів. Це дозволяє ефективно використовувати площу кар'єру, зменшувати вплив на довкілля та оптимізувати транспортні витрати.

Вибіркове вилучення корисних копалин та розкривних порід, що сприяє зменшенню втрат матеріалів і підвищенню рентабельності виробництва.

Раціональне використання розкривних порід, наприклад, для будівництва і ремонту доріг, що зменшує обсяг відвалів і навантаження на природні ландшафти.

Розробка кар'єру з дотриманням стійких кутів укосів. Такий підхід забезпечує максимальне вилучення корисних копалин, безпеку робіт та зменшує ризики зсувів.

Запобігання підтоплення кар'єру кар'єрними водами. Для цього облаштовуються водовідвідні канали, зумпфи та насосні установки, що дозволяє зберігати стабільність видобувних процесів та захищати надра.

Геологічне вивчення надр на всіх етапах експлуатації кар'єру, ведення геологічної та маркшейдерської документації для забезпечення точності й ефективності робіт.

Для відновлення земель, порушених гірничими роботами, після завершення видобутку необхідна гірничо-технічна та біологічна рекультивация. Це включає формування стійкого рельєфу, нанесення родючого

шару ґрунту та висадку рослинності. На рисунку 4.1 наведено схему рекультивації кар'єру на Писарівському родовищі гранітів.

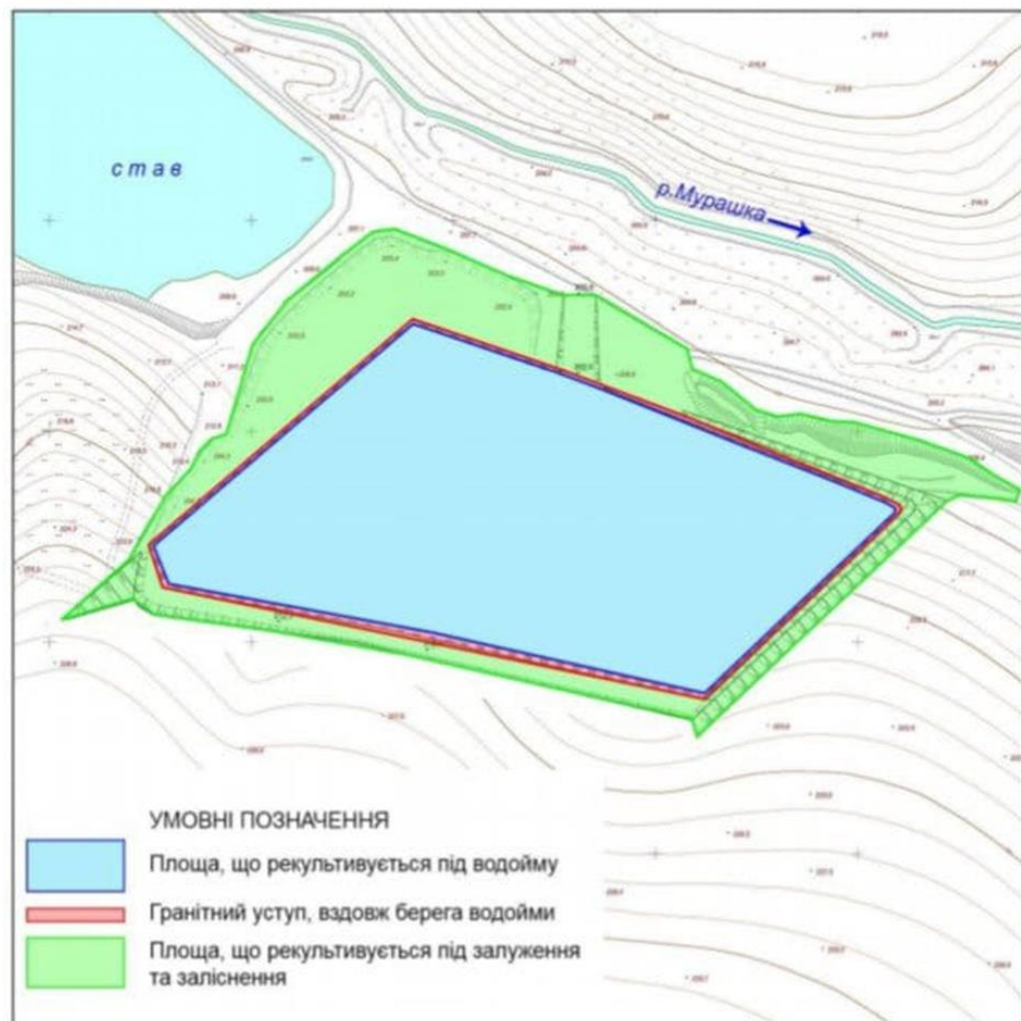


Рисунок 4.1 – Схема рекультивації кар'єру на Писарівському родовищі гранітів.

4.2 Заходи з покращення якості води та зменшення її забруднення

Для збереження водних ресурсів і зменшення рівня їх забруднення необхідно впроваджувати комплексні заходи, спрямовані на запобігання негативному впливу видобувної діяльності на водні об'єкти.

Щоб уникнути забруднення та вичерпання водних ресурсів:

- Встановлюють водоохоронні зони вздовж річок і водойм. Наприклад, згідно зі статтею 88 Водного кодексу України, прибережні захисні смуги для потічків повинні мати ширину 25 метрів від урізу води у меженний період [25].

- Охороняють прибережні території, які виконують природоохоронну функцію, зокрема, запобігають ерозії ґрунтів і забрудненню водойм.

Для зменшення забруднення ґрунтів і водних об'єктів необхідно:

- Проводити технічне обслуговування техніки на спеціальних майданчиках із твердим покриттям або з використанням піддонів для збору паливно-мастильних матеріалів (ПММ).

- Забезпечити збір і зберігання відходів із подальшою передачею їх спеціалізованим підприємствам згідно з укладеними договорами.

4.3 Сучасні технології управління промисловими відходами

Діяльність гірничозбагачувальних підприємств супроводжується утворенням значної кількості промислових відходів, основну частину яких становлять відходи, що виникають у процесі видобутку та збагачення руди. Масштабне накопичення цих відходів призводить до посилення економічних, екологічних і соціальних проблем, що потребує термінового впровадження заходів для їх вирішення [26].

Для значного зменшення обсягів відходів на гірничозбагачувальних комбінатах необхідно впровадити комплексний підхід до вирішення цієї проблеми. Важливо враховувати, що такі відходи можуть слугувати заміном природних ресурсів, проте водночас вони становлять загрозу для навколишнього середовища.

На сьогодні на гірничих підприємствах відходи виробництва практично не враховуються з економічної точки зору: вони не відображаються у фінансовій звітності та не впливають на показники господарської діяльності. Це створює замкнене коло, коли відходи не обліковуються через економічну

невигідність, а економічна невивагдність зумовлена відсутністю обліку. Для розв'язання цієї проблеми необхідно розробити й упровадити ефективну систему управління операціями з відходами виробництва, яка базуватиметься на створенні інформаційної основи, що ґрунтується на екологічно орієнтованому обліку.

Для ефективного управління промисловими відходами необхідно дослідити їх економічну сутність з урахуванням специфіки гірничих підприємств, а також визначити критерії, за якими такі відходи можуть вважатися об'єктами обліку. Включення терміна «відходи виробництва» як економічної категорії у виробничу практику сприятиме створенню спеціалізованої інформаційної бази, побудованої на принципах екологічно орієнтованого обліку, що дозволить ефективніше управляти відходами гірничо-промислового комплексу [26].

Вирішення питання економічної сутності виробничих відходів гірничого виробництва значною мірою було забезпечено завдяки нормативно-правовим документам [27, 28]. Однак організація обліку таких відходів і операцій з ними залишається недостатньо вивченою і є вкрай актуальною для гірничих підприємств України.

Згідно з довідковою літературою, термін «відходи» означає залишки сировини, непридатні для подальшого використання в певному виробництві, невикористані продукти або речовини, що виникають у технологічних процесах (тверді, рідкі, газоподібні), а також енергію, які не підлягають утилізації в цьому ж виробництві. Водночас такі відходи можуть стати сировиною для інших виробничих процесів. У контексті гірничого виробництва відходи – це невикористані продукти видобутку й переробки мінеральної сировини, які виділяються під час розробки родовищ, збагачення або хімічної та металургійної обробки [29].

З економічної точки зору відходи представляють сировину, матеріали, напівфабрикати, теплоносії або інші ресурси, що втратили частково чи повністю свої споживчі властивості у процесі виробництва. Використання

таких відходів зазвичай супроводжується підвищенням витрат і зниженням виходу продукції або повним припиненням їх використання за прямим призначенням. Вартість цих відходів включається до загальних витрат на матеріальні ресурси [30].

У гірничій галузі поняття «відходи» можна вважати умовним, оскільки їх утворення часто пов'язане з недосконалістю технологічних процесів. З цієї точки зору відходи можуть розглядатися як незавершені продукти виробництва або напівфабрикати. З розвитком науки і техніки кількість ресурсів, які раніше вважалися відходами, поступово зменшується, оскільки з'являються нові технології, що дозволяють використовувати накопичені відходи як вторинні матеріальні ресурси [31].

Для мінімізації негативного впливу виробничих відходів на навколишнє середовище необхідно класифікувати їх за рівнем шкоди, яку вони можуть завдати природі. Такий підхід дозволяє визначити пріоритетність переробки відходів. На практиці гірничі підприємства потребують групування відходів за потенційним економічним ефектом від їх повторного використання та за ступенем впливу на довкілля.

Для подальшої інтеграції у виробничі цикли підприємств промислові відходи поділяються на зворотні та незворотні. Зворотні відходи мають визначену ресурсну цінність і можуть використовуватися в промисловості як на підприємстві, де вони утворилися, так і на інших підприємствах або в інших галузях. Незворотні відходи, навпаки, є вторинними матеріалами, що не мають практичної цінності, оскільки їх переробка є технологічно неможливою або економічно недоцільною. Незворотні відходи часто асоціюються з прямими втратами ресурсів і матеріалів [32].

Методичні рекомендації з формування собівартості продукції визначають зворотні відходи як залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, теплоносіїв та інших ресурсів, які утворилися під час виробництва і частково чи повністю втратили свої споживчі властивості. Їх використання супроводжується підвищеними витратами або зниженням

виходу продукції. При цьому до зворотних відходів не належать залишки, які передаються в інші підрозділи як повноцінна сировина, а також супутні продукти, отримані одночасно з основною продукцією в технологічному процесі [28].

Ефективне управління відходами гірничого виробництва передбачає реалізацію таких напрямів: створення організованої системи обліку утворення, збору, переробки та розміщення відходів; впровадження контролю за матеріальним балансом у виробничих процесах, що стимулює перехід до маловідходних і безвідходних технологій; запровадження системи моніторингу утворення та використання відходів на всіх етапах виробництва.

Переважна частина відходів гірничих підприємств є нетоксичними й утворюється у виробничих циклах, таких як видобуток мінеральної сировини, збагачення та агломераційні процеси. Для розподілу відходів на зворотні та незворотні необхідно враховувати можливість їх подальшого використання як сировини, для інших цілей чи необхідність їх складування.

4.4 Механізми зниження впливу шуму, вібрацій та інших видів забруднень

Для мінімізації негативного впливу видобувної діяльності на навколишнє середовище важливо впроваджувати комплексні заходи, спрямовані на зниження шумового, вібраційного, світлового, теплового та інших видів забруднень.

Для контролю рівня шуму від виробничого обладнання необхідно:

- Використовувати сучасне обладнання з низьким рівнем шуму.
- Використовувати установки глушників шуму на двигунах техніки.
- Облаштування шумоізоляційних бар'єрів, таких як земляні вали, шумозахисні екрани.

- Проводити періодичні заміри рівня шуму (щонайменше раз на рік) на межі житлових зон після початку експлуатації кар'єру.

- Дотримуватися санітарних норм ДСН 3.3.6.037-99, які регламентують допустимі рівні виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

Додатково рекомендується впроваджувати сучасні технології моніторингу та управління впливом на довкілля, включаючи автоматизовані системи контролю викидів, використання електричних або гібридних транспортних засобів і вдосконалення заходів рекультивації для збереження екологічного балансу регіону.

Технічні заходи для зменшення вібраційного забруднення:

- Використання обладнання з антивібраційними системами (гумові амортизатори, демпфери).

- Оптимізація технологічних процесів для зменшення частоти вібрацій.

- Використання автоматизованих і дистанційних методів керування.

- Створення захисних зон між джерелами вібрації та житловими районами.

Для зменшення впливу світлового забруднення необхідно:

- Використання світлового обладнання з направленим світлом для зменшення розсіювання.

- Використання ламп із низьким рівнем яскравості, екологічних LED-технологій.

- Встановлення світлових екранів і щитів для обмеження поширення світла.

- Робота освітлювального обладнання лише в нічний час та лише на робочих ділянках.

- Створення буферних зон між кар'єром і прилеглими екосистемами.

Також при видобуванні копалин відбувається теплове забруднення. Для мінімізації теплового забруднення слід використовувати наступні заходи:

- Використання енергоефективного обладнання, яке генерує менше тепла.

- Обладнання робочих зон системами охолодження або ізоляції джерел тепла.
- Встановлення теплових екранів для обмеження поширення теплового випромінювання.
- Планування технологічних процесів у зонах з меншим впливом на довкілля.
- Рекultyвація територій, яка знижує тепловий вплив на ґрунт і біорізноманіття.

Комплексні заходи для мінімізації негативного впливу видобувної діяльності на навколишнє середовище:

- Розробка інтегрованих систем моніторингу шуму, вібрацій та інших видів забруднень.
- Підготовка персоналу до роботи в умовах мінімізації шкідливих впливів.
- Використання рекultyваційних заходів для зниження залишкового впливу забруднень.

Застосування зазначених механізмів дозволяє суттєво зменшити вплив видобувної діяльності на екосистеми та здоров'я населення, забезпечуючи відповідність нормам екологічної безпеки та сталий розвиток територій.

4.5 Використання «зелених» технологій для покращення екологічної ситуації

«Зелені» технології забезпечують стійкий розвиток і мінімізацію негативного впливу видобувної діяльності на навколишнє середовище. Їх впровадження є ключовим у вирішенні екологічних проблем, спричинених експлуатацією природних ресурсів.

Основні напрями застосування «зелених» технологій включають: енергозберігаючі технології, управління відходами, очищення водних

ресурсів, зменшення забруднення атмосфери, рекультивація та відновлення екосистем, автоматизація та цифровізація.

Енергозберігаючі технології. Впровадження відновлюваних джерел енергії: Використання сонячних панелей, вітрових турбін та геотермальних установок для забезпечення енергопотреб видобувних підприємств.

Використання «зелених» технологій дає змогу зменшити екологічні ризики, сприяє раціональному використанню ресурсів і відновленню довкілля. Інтеграція цих технологій у видобувну галузь — це крок до сталого розвитку та збереження екосистем для майбутніх поколінь.

Повторне використання відходів: Використання відвалів і розкривних порід у будівництві доріг та рекультиваційних заходах.

Переробка та утилізація відходів: Встановлення систем для очищення кар'єрних вод, які забезпечують їх повторне використання у технологічному циклі; Запровадження технологій сортування та переробки твердих відходів, включаючи метали та полімери.

Очищення водних ресурсів. Використання біологічних фільтрів для видалення забруднень. Облаштування очисних споруд для відстоювання та фільтрації кар'єрних вод перед їх скиданням у водні об'єкти.

Рециклінг води зменшує потребу у свіжій воді та попереджає забруднення водою.

Зменшення забруднення атмосфери:

Використання електротранспорту та техніки з низьким рівнем викидів CO₂. Обприскування ділянок водою або екологічними розчинами для зменшення пилоутворення. Використання систем контролю викидів шкідливих речовин в атмосферу для дотримання екологічних норм [24].

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ

5.1 Аналіз економічної доцільності екологічних рішень

Аналіз економічної доцільності екологічних рішень показав, що використання відвалів і розкривних порід у будівництві та рекультивації є одним із ефективних способів зменшення витрат на управління відходами гірничих підприємств. Цей підхід дозволяє зменшити екологічний тиск на території, оптимізувати виробничі процеси та отримати економічну вигоду [31].

Економічні вигоди від використання відходів.

Зменшення витрат на утилізацію:

- Відходи не потребують складної переробки чи тривалого зберігання у відвалах.

- Знижується потреба у будівництві нових полігонів для відходів.

Економія на закупівлі сировини:

- Використання розкривних порід у будівництві скорочує обсяги видобутку додаткових матеріалів (щебеню, глини, піску).

Оптимізація транспортування:

- Породи, розташовані поблизу місця видобутку, можуть бути використані локально, що знижує витрати на транспортування матеріалів з інших регіонів.

Скорочення витрат на рекультивацію:

- Використання власних порід для відновлення територій значно здешевлює рекультиваційні роботи.

Практичні приклади вище зазначених рішень.

Вугільні розрізи Донбасу – використання розкривних порід для будівництва місцевих доріг і насипів.

Гранітні кар'єри – відходи від видобутку та переробки використовуються, як щебінь у будівництві доріг.

Рекультивация териконів - у регіонах із тривалим видобутком вугілля терикони використовуються для формування нових ландшафтів та благоустрою територій.

Системи очищення води дозволяють повторно використовувати до 70-90% кар'єрних вод, скорочуючи витрати на забори свіжої води.

Отже, застосування розкривних порід і відвалів у будівництві та рекультивції є ефективним кроком до сталого розвитку гірничих підприємств. Це дозволяє не лише скоротити витрати, а й знизити екологічний вплив, сприяючи економічній і екологічній вигоді.

5.2 Розрахунок витрат на реалізацію запропонованих заходів

Розрахунок витрат на реалізацію заходів, пов'язаних із використанням розкривних порід для рекультивції кар'єру та будівництва доріг.

Використання розкривних порід для рекультивції кар'єру.

Площа території для рекультивції: 10 га.

Необхідний обсяг порід для формування рельєфу: 150 000 м³.

Транспортні витрати: 20 грн/м³ на перевезення порід (середня відстань — 5 км).

Вартість сортування та підготовки порід: 10 грн/м³.

Витрати на нанесення родючого шару ґрунту: 50 грн/м² (товщина 0,5 м).

Розрахунок витрат:

Перевезення порід:

$$V_{\text{п}} \times G_{\text{п}} = 150\,000 \text{ м}^3 \times 20 \text{ грн/м}^3 = 3\,000\,000 \text{ грн} \quad (5.1)$$

Де:

$V_{\text{п}}$ – об'єм порід, що перевозять;

$G_{\text{п}}$ - Вартість перевезення за 1 м³.

Сортування та підготовка порід:

$$V_{\pi} \times G_c = 150\,000\, \text{м}^3 \times 10\, \text{грн/м}^3 = 1\,500\,000\, \text{грн}. \quad (5.2)$$

Де:

V_{π} – об'єм порід, що перевозять;

G_c – Вартість сортування за $1\, \text{м}^3$.

Нанесення родючого шару:

$$S \times G_n = 100\,000\, \text{м}^2 \times 50\, \text{грн/м}^2 = 5\,000\,000\, \text{грн} \quad (5.3)$$

Де:

S – Площа території рекультивації

G_n - Вартість нанесення ґрунту за $1\, \text{м}^2$.

Загальні витрати на рекультивацію:

$$3\,000\,000\, \text{грн} + 1\,500\,000\, \text{грн} + 5\,000\,000\, \text{грн} = 9\,500\,000\, \text{грн}.$$

Отже на рекультивацію кар'єра загальною площею $10\, \text{га}$ необхідно $9\,500\,000\, \text{грн}$.

Використання розкритих порід для будівництва доріг.

Протяжність дороги (l) – $2\, \text{км}$.

Ширина дороги (b) – $10\, \text{м}$.

Товщина шару порід (h) – $0,5\, \text{м}$.

Об'єм порід : $l * b * h = 2\, \text{км} \times 10\, \text{м} \times 0,5\, \text{м} = 10\,000\, \text{м}^3$

Транспортні витрати – $15\, \text{грн/м}^3$ (середня відстань — $3\, \text{км}$).

Підготовка та укладання порід – $25\, \text{грн/м}^3$

Розрахунок витрат:

$$V_{\pi} \times G_{\pi} = 10000\, \text{м}^3 \times 15\, \text{грн/м}^3 = 150000\, \text{грн}. \quad (5.4)$$

Де:

V_{π} – об'єм порід, що перевозять;

G_{π} - Вартість перевезення за $1\, \text{м}^3$.

Підготовка та укладання порід:

$$V_n \times G_n = 10000\, \text{м}^3 \times 25\, \text{грн/м}^3 = 250000\, \text{грн}. \quad (5.5)$$

Де:

$V_{\text{п}}$ – об'єм порід;

$G_{\text{п}}$ - Вартість підготовки за 1 м³.

Загальні витрати на будівництво дороги.

$$150000 \text{ грн} + 250000 \text{ грн} = 400000 \text{ грн.}$$

Отже, вартість будівництва дороги довжиною 2 км з використанням розкривних дорівнює 400000 грн.

Порівняння з альтернативними витратами:

У разі придбання нового ґрунту або щебеню для цих цілей, вартість становила б близько 80 грн/м³.

Витрати на рекультивацію у разі придбання нового ґрунту:

$$150000 \text{ м}^3 \times 80 \text{ грн/м}^3 = 12000000 \text{ грн}$$

Використання розкривних порід дозволило зекономити 2,5 млн грн (12 млн грн – 9,5 млн грн).

5.3 Прогнозування позитивних соціально-економічних ефектів

Економічні ефекти прогнозуються у зниження витрат підприємств, стимулювання розвитку локального бізнесу та збільшенні податкових надходжень.

Зниження витрат підприємств:

1. Скорочення витрат на придбання нових матеріалів – використання розкривних порід у будівництві та рекультивації замінює щебінь, гравій та ґрунт, економлячи до 20–30% витрат на матеріали.

2. Економія на утилізації відходів – зменшується обсяг утилізованих відходів, що скорочує витрати на зберігання та перевезення на полігони.

3. Покращення енергоефективності – вторинне використання порід зменшує споживання енергії на їх видобуток і транспортування.

Стимулювання розвитку локального бізнесу.

Залучення місцевих компаній (підрядних організацій) для виконання робіт із перевезення, сортування та використання розкривних порід.

Розширення сфери послуг. Підвищується попит на технічне обслуговування та логістичні послуги.

Збільшення податкових надходжень. Вищий рівень економічної активності підвищує податкові надходження до місцевих бюджетів, що може бути використано для соціальних програм та інфраструктурних проєктів.

Соціальні ефекти прогнозуються у створенні нових робочих місць, додаткових можливостей для малого та середнього бізнесу, поліпшенні умов життя населення та підвищенні якості інфраструктури.

Створення нових робочих місць - залучення працівників для рекультиваційних і будівельних робіт та стимулювання розвитку підприємств, пов'язаних із переробкою та повторним використанням відходів.

Додаткові можливості для малого та середнього бізнесу. Локальні підприємства отримують можливість надавати послуги в рамках реалізації екологічних проєктів.

Поліпшення умов життя населення:

- Скорочення площ, зайнятих відвалами, покращує екологічну ситуацію, що позитивно впливає на здоров'я місцевих жителів;

- Відновлення ландшафтів створює умови для розвитку нових зон відпочинку або сільськогосподарського використання земель.

Підвищення якості інфраструктури полягає у будівництві доріг та інвестиції в інфраструктуру. Оскільки, зростання економічної активності стимулює розвиток інженерних мереж, об'єктів соціальної сфери та житлового будівництва.

При провадженні запропонованих екологічних заходів прогнозується покращення екологічного стану та підвищення соціального добробуту.

Покращення екологічного стану відбувається за рахунок зменшення забруднення довкілля у результаті скорочення масштабів накопичення відходів

та їх впливу на ґрунти, водні ресурси та атмосферу. Також прогнозується покращення екологічного стану відновленням різноманіття. Рекультивація сприяє відновленню природних екосистем і поверненню дикої фауни та флори.

Підвищення соціального добробуту.

Естетичне покращення ландшафтів. Відновлені території створюють сприятливі умови для розвитку рекреаційних зон.

Зміцнення зв'язків із громадськістю. Підприємства, які впроваджують екологічні рішення, отримують кращу репутацію серед місцевих громад, що сприяє довірі та підтримці. Прогнозовані результати наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Прогнозовані результати від впровадження заходів із використання розкривних порід і відвалів.

Показник	До впровадження	Після впровадження	Ефект
Зайнятість у регіоні	5–7%	10–12%	+5% робочих місць
Податкові надходження	10 млн грн/рік	15 млн грн/рік	+5 млн грн/рік
Обсяг площ, зайнятих відвалами	100 га	70 га	-30 га
Довжина покращених доріг	0 км	10 км	Нові дороги
Відновлені території	0 га	50 га	Зростання рекультивації

Отже, впровадження заходів із використання розкривних порід і відвалів дозволяє досягти значних соціально-економічних ефектів, включаючи: економічну вигоду, соціальні переваги та екологічну стійкість. Такий підхід сприяє сталому розвитку регіонів і створює умови для поліпшення якості життя населення.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі було здійснено наступне:

У першому розділі досліджено екологічні аспекти видобутку корисних копалин у Вінницькій області характеризуються значним техногенним впливом, що зумовлюється інтенсивністю гірничих робіт, методами видобування та недостатньою увагою до екологічних наслідків. Ідентифіковано основні екологічні проблеми, серед яких забруднення повітря, води та ґрунтів, а також деградація земельних і природних екосистем.

У другому розділі оцінка техногенного впливу видобувної діяльності показала, що найбільший негативний ефект спостерігається у сфері забруднення водних ресурсів, ґрунтів і атмосферного повітря. Визначено, що основними джерелами забруднення є пил, викиди техніки, стічні води та накопичення відходів. Виявлено також значний вплив шуму, вібраційного та теплового забруднень, які погіршують умови проживання населення і стан локальних екосистем.

Третьому розділі в результаті аналізу механізмів забезпечення екологічної безпеки запропоновано низку інноваційних підходів для мінімізації екологічного впливу. Серед них – впровадження систем моніторингу якості повітря і води, використання сучасних очисних технологій, зменшення викидів через модернізацію техніки та підвищення ефективності виробничих процесів.

У четвертому розділі розроблено комплекс заходів для мінімізації негативного впливу гірничодобувної діяльності, які включають:

- раціональне управління промисловими відходами із застосуванням технологій переробки;
- заходи зі зменшення забруднення водних об'єктів та оптимізацію водоспоживання через впровадження систем рециклінгу води;
- використання шумоізоляційних бар'єрів і глушників для зменшення шумового навантаження;

- впровадження «зелених» технологій, зокрема відновлюваних джерел енергії та екологічних транспортних засобів.

У п'ятому розділі магістерської роботи проведено детальний аналіз економічної доцільності впровадження екологічних рішень у видобувній діяльності, розраховано витрати на реалізацію запропонованих заходів та спрогнозовано їх соціально-економічні ефекти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Берлянд М.Е. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометиздат, 1983. – 328 с.
2. ОНД–86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометиздат, 1987. – 93с.
3. Методики розрахунку викидів забруднюючих речовин пересувними джерелами. 1999 Донецьк.
4. Звіт з оцінки впливу на довкілля центральної частини подолівської ділянки Подолівського родовища пісків у Кіровоградському районі Сумської області / Суми – 2021. – С. 54–55.
5. Звіт з оцінки впливу на довкілля планової діяльності з розробки правобережної ділянки Капустинського родовища гранітів в Новоукраїнському районі Кіровоградської області / Кіровоград – 2018. – 44с.
6. Л. А. Сербінова, А. О. Водяник, О. В. Петренко. ВПЛИВ СКЛАДУ ВИБУХОВОЇ РЕЧОВИНИ НА ЗАБРУДНЕННЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ ПРИ МАСОВИХ ВИБУХАХ НА ГРАНІТНИХ КАР'ЄРАХ / Київ – 2018. – С. 46-57.
7. Резнікова А.А., Мулиновска Е.П., Соколов Н.Ю. Методи аналізу природних вод. – 3 вид. – М., 1970. – 488с.
8. Шадура В.О., Кравченко Н.В. Водопостачання та водовідведення: навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2018. 343с.
9. Распутна Т.А. Дослідження закономірностей впливу гірничих розробок на водний басейн. Вісник ЖДТУ. Серія" Технічні науки", 2011. №3 (58). С. 184-188.
10. Ткачук О.А, Шадура В.О. Водопровідні мережі: - Рівне. НУВГП, 2010. 146с.
11. Гопанюк Д.Г., Швець В.Ю., Стрілець О.П. Підвищення екологічної безпеки здійснення масових підривних робіт для потреб гірничо-видобувного виробництва. Проблеми природокористування, сталого розвитку та

техногенної безпеки регіонів // Матеріали Другої Міжнародної науковопрактичної конференції; м. Дніпропетровськ, 2003. – С. 183–184.

12. Самойлова, О. Л. Оцінка забруднення атмосферного повітря при видобуванні граніту. Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету, 2022. Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/35224>

13. Давидова І.В., Левицька О.К. Дослідження динаміки процесів самоочищення кар'єрних вод після проведення масових вибухів та їх вплив на забруднення природних водойм // Житомирський державний технологічний університет; Житомир – 2006. – 151с.

14. Бакка М.Т. Екологія гірничого виробництва: Навчальний посібник/ М.Т.Бакка, І.Л.Гуменюк, В.С.Редчиць.- Житомир: ЖДТУ, 2004.- 307с.

15. Распутна Т.А. Методичні вказівки до теоретичного вивчення та самостійної роботи з дисципліни «Порушення земної поверхні шахтними і кар'єрними розробками, оцінка населених пунктів на підроблюваних площах» для студентів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» . – Житомир: 2015. – 12с.

16. С. П. Ковальова, І. А. Можарівська. Концентрація важких метлів у ґрунті при вирощуванні енергетичних культур на території радіоактивного забруднення

17. Аверченко В.І. Ґрунтознавство: навч. пос. / В. І. Аверченко, Н. М. Самойленко. – Харків : Мачулін, 2018. – 118 с.

18. ДБН В.1.1-31:2013 «Захист території, будинків і споруд від шуму».

19. ДСТУ-НБВ.1.1.-33:2013 «Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій».

20. ДСТУ-Н Б В.1.1.-35:2013 «Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях».

21. Звіт з оцінки впливу на довкілля Робочого проекту розробки та гірничотехнічної рекультивації Писарівського-2 родовища пісковика у Могилів-Подільському (Ямпільському) районі Вінницької області/Вінниця

2021 – 111с.

22. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» затверджені наказом МОЗ України № 184 від 13.04.2007 р.

23. Звіт з оцінки впливу на довкілля Видобування корисних копалин Болтишського родовища гнейсо-гранітів, придатного для виробництва облицювальних виробів /Дніпро -2019 -481с.

24. Закон України Про оцінку впливу на довкілля № 2059-VIII від 23.05.2017.

25. Водний кодекс України Стаття 88. Прибережні захисні смуги від 06.06.1995 № 213/95-ВР.

26. Руденко О. В. Відходи гірничо-збагачувального виробництва: особливості при визначенні їх об'єктом обліку. Європейський вектор економічного розвитку. 2011. № 1(10). С. 202–207.

27. Про відходи : Закон України від 4 березня 1998 р. УК № 77–78. Відомості Верховної Ради України. 1998. № 36–37. Ст. 242.

28. Методичні рекомендації з формування собівартості продукції (робіт, послуг) у промисловості, затв. Наказом Міністерства промислової політики України від 09.07.2007 р. № 373.

29. Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

30. Зубрик С. В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища: навч. посібник. Львів: Оріяла – Нова, 2007. 400 с.

31. Кержаков В. І. Економіка використання вторинних ресурсів. К.:1986. 224 с.

32. Сергєєв П. В., Білецький В. С. Полігонні і промислові випробування технологій селективної флокуляції вугільних шламів. Збагачення корисних копалин: наук.-техн. зб. 2008. №35 (76). С. 124–131.

ДОДАТОК А

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: « Розробка заходів екологічної безпеки гірничого видобутку
Вінницької області»

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ екології, хімії та технологій захисту довкілля

Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 82% Схожість 18%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Матусяк М.В.

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи

Автор роботи

Керівник роботи




Самойлова О.Л.

Петрук Р.В.

ДОДАТОК Б. ВИХІДНІ ДАНІ

Таблиця Б.1 – Забруднюючі речовини, що скидаються у водні об'єкти

Забруднюючі речовини, скидання яких нормується	Фактична концентрація, мг/м ³	Фактичний скид, г/год	ГДК, мг/м ³	ГАС, г/год	ГАС перерахований у т/рік
Завислі речовини	6,30	2,2050	6,30	11,9700	0,06665
БСК ₅	8,30	2,9050	8,30	15,7700	0,08781
ХСК	36,2	12,6700	36,2	68,7800	0,38296
Сульфати	82,9	29,0150	82,9	157,5100	0,87700
Хлориди	99,7	34,8950	99,7	189,4300	1,05473
Азот амонійний	1,48	0,5180	1,48	2,8120	0,01566
Нітрити	0,08	0,02800	0,08	0,1520	0,00085
Нітрати	8,14	2,8490	8,14	15,4660	0,08611
Фосфати	1,80	0,6300	1,80	3,4200	0,01904
Нафтопродукти	0,06	0,0210	0,06	0,1140	0,00063
Загальне залізо	0,21	0,0735	0,21	0,3990	0,00222

Таблиця Б.2 – ГДС забруднюючих речовин

Забруднюючі речовини	г/год	т/рік
Завислі речовини	6409,000	25,738
БСК ₅	850,737	3,417
ХСК	572,000	22,777
Сульфати	84308,000	338,58 1
Хлориди	36865,000	148,051
Азот амонійний	113,432	0,45554
Нітрити	56,716	0,22777
Нітрати	5360,000	21,524
Фосфати	113,432	0,45554
Нафтопродукти	56,716	0,22777
Залізо загальне	170,147	0,68331

ДОДАТОК В. ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

«РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ГІРНИЧОГО ВИДОБУТКУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ»

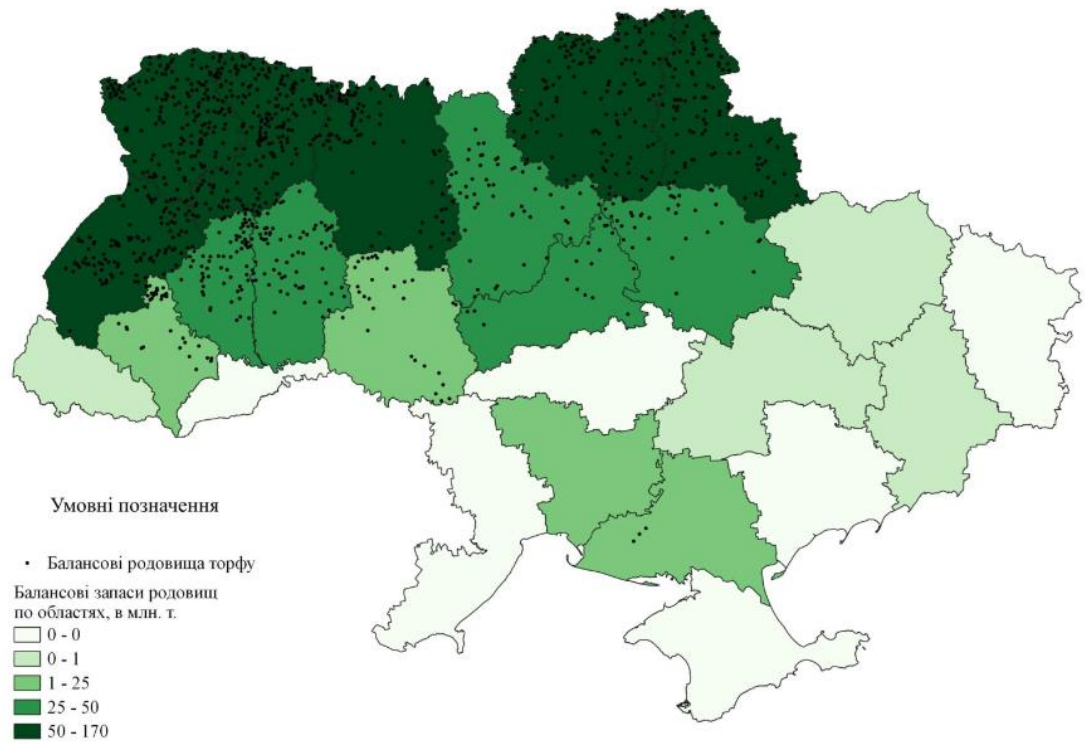


Рисунок В.1 – Торфові родовища по Україні



Рисунок В.2 – Видобування вугілля у шахті

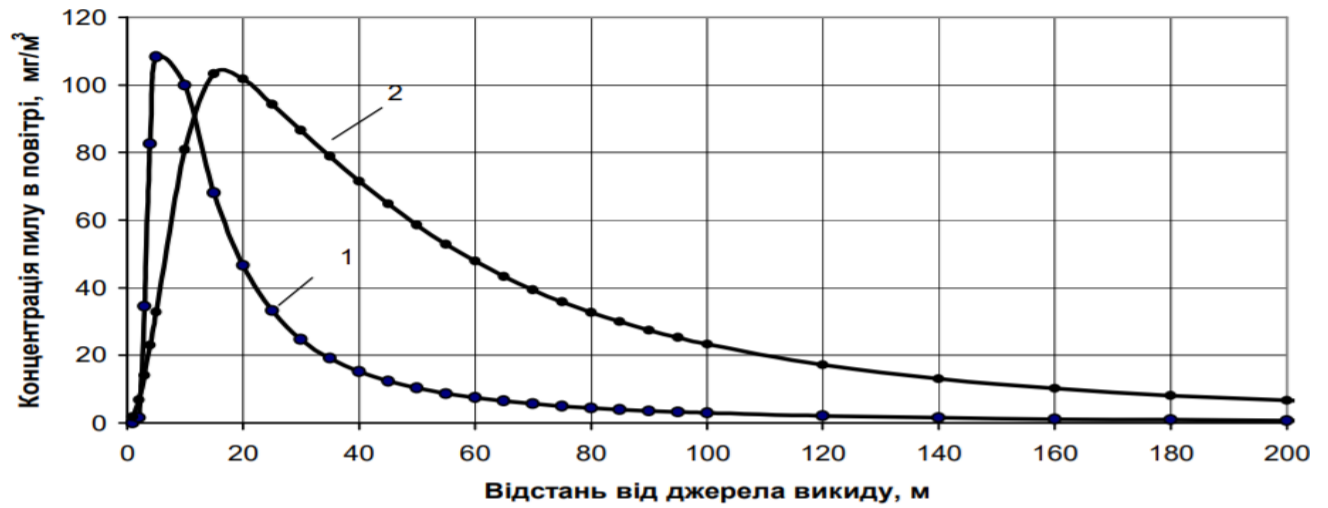


Рисунок В.3 – Залежності концентрацій пилу від відстані при бурових роботах. 1 – розрахунок, за методом, що базується на моделі Гауса;

2 – за методикою ОНД-86

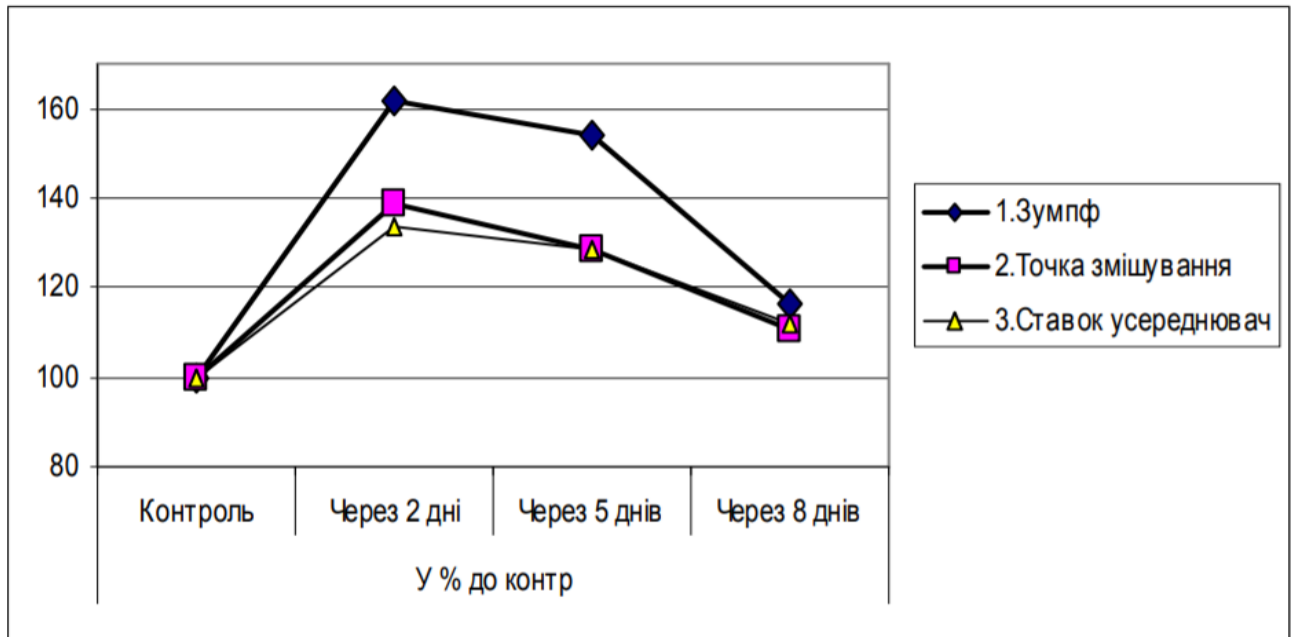


Рисунок В.4 – Динаміка жорсткості води після вибуху

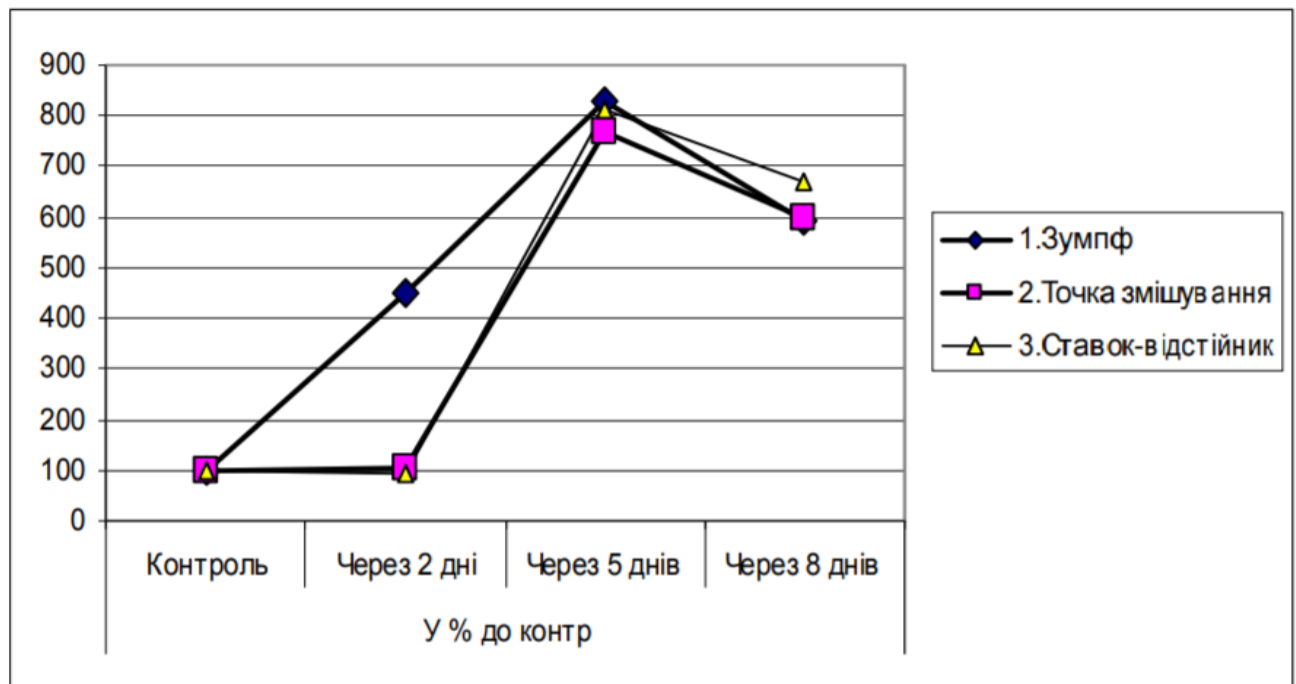


Рисунок В.5 – Динаміка вмісту соляного амонію після вибуху

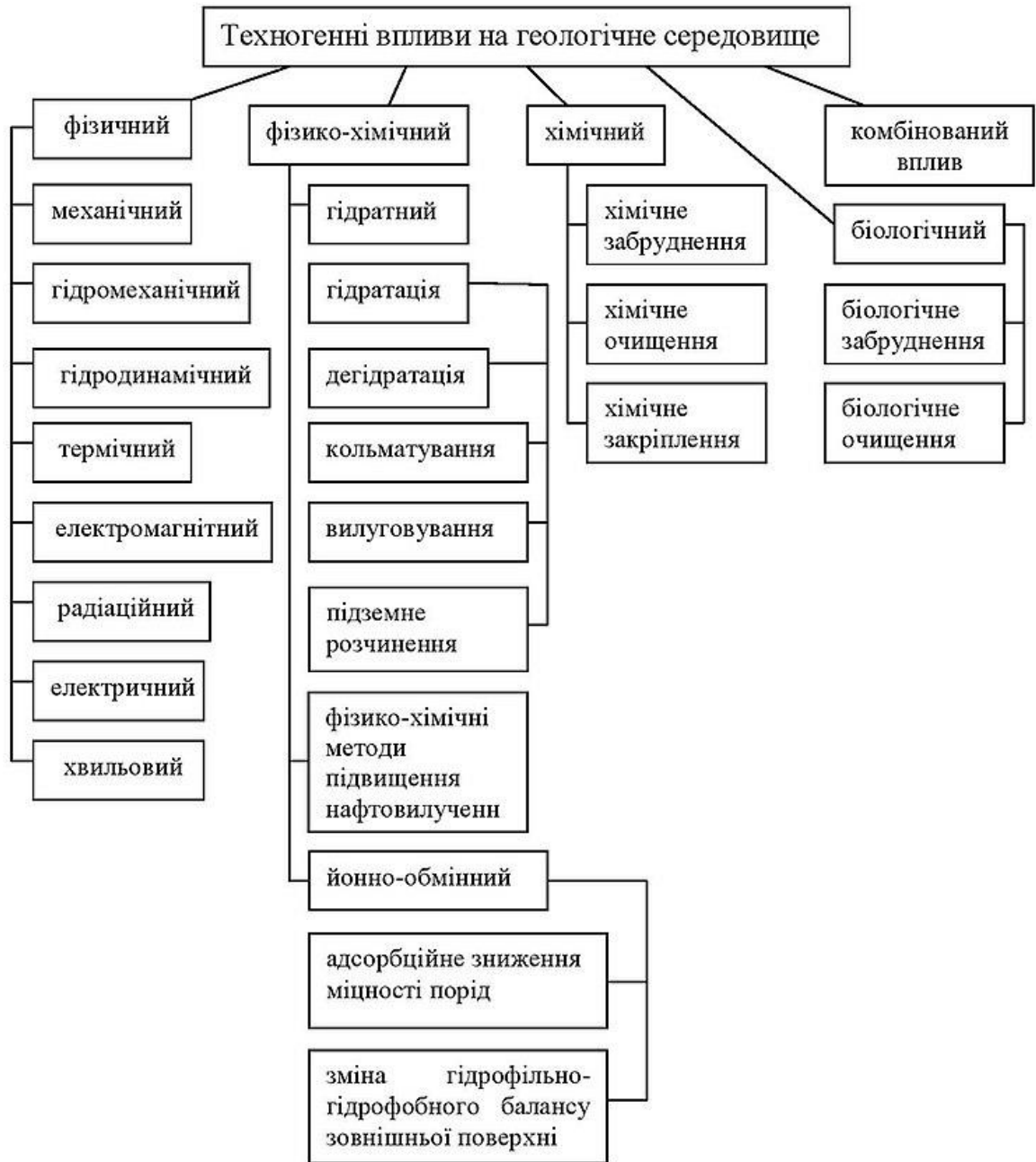


Рисунок В.6 – Схема техногенного впливу на геологічне середовище