

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ Міністерства освіти і науки України  
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут суспільних наук, адміністрування та права  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра екології  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

УДК: 628.4.032

## **Пояснювальна записка**

до дипломного проекту (роботи)

магістр  
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

# **ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ ШАХТИ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКА» НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ**

Виконав: ст. 6 курсу, групи ЕК-61м  
напряму підготовки (спеціальності)

101 Екологія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Формусяк А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Ошуркевич-Панківська О.Є.

(прізвище та ініціали)

Рецензент доц. Марутяк С.Б.

(прізвище та ініціали)

Львів - 2025


ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ Міністерства освіти і науки України  
29 березня 2012 року № 384  
Форма № Н-9/01

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення суспільних наук, адміністрування та права  
Кафедра, циклова комісія екології  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Спеціальність 101 Екологія  
(кодифікація)

ЗАТВЕРДЖУЮ

 Завідувач кафедри, голова циклової  
комісії проф.Копій Л.І.

«    »  
20     року

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Формусяку Андрію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Оцінка впливу породного відвалу шахти  
«Червоноградська» на атмосферне повітря

керівник проекту (роботи) Ощуркевич-Панківська О.Є., к.с.-г.н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 15 грудня 2025 р. № 1-940

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 18.12.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Технологічний регламент роботи шахти  
«Червоноградська»; Робочий проект терикону шахти «Червоноградська»

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ; 1. Природно-кліматична характеристика території, на яку має вплив породний відвал шахти «Червоноградська»; 2. Загальна характеристика породного відвалу шахти «Червоноградська»; 3. Методика проведення досліджень та розрахунків; 4. Оцінка породного відвалу шахти «Червоноградська» за видами та кількістю викидів забруднюючих речовин; 5. Оцінка впливу породного відвалу шахти «Червоноградська» на атмосферне повітря; Висновки; Список використаних джерел; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
Таблиці з розрахованими масами забруднюючих речовин з породного відвалу,  
Карти-схеми розсіювання забруднюючих речовин під час експлуатації  
породного відвалу і під час загорання відвалу

6. Дата видачі завдання 4.09.2025

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного Проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Природно-кліматична характеристика території, на яку має вплив породний відвал шахти «Червоноградська»	15.09.25- 21.09.25	<i>Виконано</i>
2	Загальна характеристика породного відвалу шахти «Червоноградська»	22.09.25- 08.10.25	<i>Виконано</i>
3	Методика проведення досліджень та розрахунків	09.10.25- 08.11.25	<i>Виконано</i>
4	Оцінка породного відвалу шахти «Червоноградська» за видами та кількістю викидів забруднюючих речовин	09.11.25- 15.11.25	<i>Виконано</i>
5	Оцінка впливу породного відвалу шахти «Червоноградська» на атмосферне повітря	16.11.25- 30.11.25	<i>Виконано</i>
6	Оформлення пояснювальної записки	01.12.25- 17.12.25	<i>Виконано</i>

Студент

*Формусяк*  
(підпис)

**Формусяк А.В.**  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

*Ошуркевич-Панківська*  
(підпис)

**Ошуркевич-Панківська О.С.**  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Формусяк А.В. Оцінка впливу породного відвалу шахти «Червоноградська» на атмосферне повітря.** Дипломна робота магістра: 101 Екологія / Формусяк Андрій Володимирович. Львів: НЛТУ України, 2025. – 85 с.

У дипломній роботі здійснено оцінку впливу породного відвалу шахти «Червоноградська» на атмосферне повітря. Для цього виконано технологічні розрахунки валових викидів забруднюючих речовин від транспортування породи, перевантажувальних і формувальних операцій та з поверхні діючого відвалу, потенційних викидів під час горіння породного відвалу, розрахунки розсіювання забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від експлуатації породного відвалу та під час самозагорання відвалу.

*Ключові слова:* шахтні породні відвали, викиди забруднюючих речовин, самозагорання відвалів, розсіювання забруднюючих речовин, приземні концентрації речовин.

## ABSTRACT

**Formusyak A.V. Assessment of the impact of the waste heap of the Chervonogradska mine on atmospheric air.** Master's thesis: 101 Ecology / Formusyak Andriy Volodymyrovych. Lviv: NLTU of Ukraine, 2025. – 85 p.

The thesis assesses the impact of the waste heap of the Chervonogradska mine on atmospheric air. For this purpose, technological calculations of gross emissions of pollutants from rock transportation, reloading and forming operations and from the surface of the operating heap, potential emissions during the burning of the waste heap, calculations of the dispersion of pollutants entering the atmospheric air from the operation of the waste heap and during the spontaneous combustion of the heap were performed.

*Keywords:* mine waste heaps, emissions of pollutants, spontaneous combustion of heaps, dispersion of pollutants, surface concentrations of substances.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ, НА ЯКУ МАЄ ВПЛИВ ПОРОДНИЙ ВІДВАЛ ШАХТИ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКА».....	7
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ ШАХТИ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКА».....	13
2.1. Історія розвитку породного відвалу шахти.....	13
2.2. Технологія формування відвалу.....	14
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА РОЗРАХУНКІВ.....	18
3.1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від породних відвалів.....	18
3.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу під час горіння породного відвалу.....	24
РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ ШАХТИ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКА» ЗА ВИДАМИ ТА КІЛЬКІСТЮ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН .....	26
4.1. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від породного відвалу.....	26
4.2. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу під час горіння породного відвалу.....	40
РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ ШАХТИ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКА» НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ.....	52
5.1. Оцінка рівнів і масштабів впливу породного відвалу на атмосферне повітря під час експлуатації.....	52
5.2. Оцінка рівнів і масштабів впливу породного відвалу на атмосферне повітря під час горіння .....	54
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
ДОДАТКИ.....	65

## ВСТУП

Всі сучасні технології видобутку вугілля супроводжуються руйнуванням масиву, транспортуванням вугілля та складуванням на поверхні породи у вигляді відвалів.

Породні відвали гірничодобувних підприємств є великомасштабними об'єктами забруднення довкілля. Займаючи значні площі, відвали стають постійним джерелом надходження пилу та газів у атмосферне повітря.

Значного впливу навколишнє середовище зазнає внаслідок горіння породних відвалів. Порушення рівноваги порід відвалів, що горять, внаслідок зміни сил їх зчеплення через згоряння, приводять до виникнення викидів, які також є значним джерелом надходження забруднюючих речовин в атмосферу.

З огляду на це *актуальними* є роботи присвячені оцінці впливу породних відвалів гірничої промисловості на атмосферне повітря.

**Мета роботи** полягає в оцінці впливу породного відвалу шахти «Червоноградська» на атмосферне повітря.

Досягнення мети забезпечувалось виконанням таких завдань:

- вивчити технологію формування та ознайомитись зі станом породного відвалу;
- виконати інженерно-технічні розрахунки викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від технологічних операцій поводження з породою та потенційних викидів від горіння породного відвалу;
- оцінити рівні та масштаби забруднення атмосферного повітря внаслідок функціонування відвалу.

Отримані в дипломній роботі результати можуть бути використані при організації природоохоронних заходів на шахті «Червоноградська» та на підприємствах вугільної промисловості України.

**РОЗДІЛ 1**  
**ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ, НА**  
**ЯКУ МАЄ ВПЛИВ ПОРОДНИЙ ВІДВАЛ ШАХТИ**  
**«ЧЕРВОНОГРАДСЬКА»**

**Клімат.** Клімат даного району помірний з теплим літом і м'якою зимою. Середньорічна температура повітря  $+7,2^{\circ}\text{C}$ , абсолютний мінімум  $-36^{\circ}\text{C}$ , абсолютний максимум  $+38^{\circ}\text{C}$ . Багатолітня амплітуда коливання температури повітря досягає  $74^{\circ}\text{C}$ .

Характерною особливістю Сокальського району є велика кількість опадів та найнижча температура влітку в порівнянні з іншими містами України, що передовсім спричинено чи не найменшою континентальністю місцевого клімату. Найменше опадів – в січні, найбільше – в липні. З 365 днів в році в середньому 174 дні в місті спостерігаються опади.

Влітку часто проходять грозові зливи і спостерігаються перепади температур. Майже щороку проходять природні стихії, зокрема ураганні вітри, призводять до повалення дерев та обриву ліній електропередач. Осінь помірно тепла і суха. Тривалість вегетаційного періоду – 215 днів [13].

За холодний період року ґрунт промерзає в середньому на 40 см, найбільша глибина промерзання – 84 см. Опадів в даному районі випадає 580-600 мм за рік, в тому числі 85% випадає в теплий період року (III-XI місяці) і 15% в холодний період (XII-II місяці).

*Таблиця 1.1.*

Найбільші швидкості вітру різної забезпеченості

Забезпеченість %	1	5	7	10	20	63
Швидкість вітру м/с	28	26	25	24	23	19

Вітри в даному районі порівняно невеликі, середньорічна швидкість 3,2 м/с. Домінуючим напрямком вітру є західний, південно-західний і північно-

західний. Найбільші швидкості вітру різної забезпеченості зведені в таблиці. 1.1. Відносна вологість повітря: зимою 84%, літом 72%.

**Ґрунти.** У Сокальському районі поширеними є чорноземи опідзолені та сірі опідзолені ґрунти, в низовинній частині – переважно дерново-підзолисті, лучно-болотяні та торфово-болотяні ґрунти, ефективне використання яких вимагає розумної меліорації. Чорноземи та сірі опідзолені ґрунти трапляються на підвищених ділянках рельєфу. Вони є найбільш родючими і зайняті здебільшого під рілля. Незважаючи на досить високу природну родючість ці ґрунти потребують удобрення. На щільних карбонатних породах утворилися чорноземи мало-гумусні і чорноземно-лучні ґрунти. Вони утворилися на продуктах вивітрювання крейдяних порід і багаті на кальцій. Кількість гумусу в них відносно невелика – 3,5–4,2%. Чорноземно-лучні ґрунти поширені на найбільш знижених ділянках рельєфу. Вони утворилися під трав'яною рослинністю в умовах неглибокого залягання підґрунтових вод. Мають добру структуру і високу родючість. Вміст гумусу – 5–6%. Дерново-підзолисті ґрунти характеризуються на Сокальщині найменшою родючістю. Це здебільшого ґрунти, що утворилися на пісках, глинисто-піщаних породах. Наявність у ґрунтовій породі піску обумовлює велику водопроникність цих ґрунтів і рослинам, незважаючи на велику кількість опадів у місцях, де підґрунтові води залягають на глибині понад 2,5 м, не вистачає вологи. Якщо ж підґрунтові води залягають на незначній глибині, не більше 1 м, то рослини отримують надмірну вологу. Слабопідзолисті ґрунти бідні на поживні речовини, менш розорені і на них передусім ростуть соснові ліси (навколо Великих Мостів). Ці ґрунти мають незначну кількість гумусу (0,2–0,5%), тому вони бідні на азот, а вміст фосфатів також недостатній. Отже, систематичне внесення органічних добрив, посіви люпину є важливим чинником підвищення родючості цих ґрунтів, щодо мінеральних добрив значний ефект дають азотні і фосфорні добрива.

Болотяні ґрунти утворилися під болотяною рослинністю в умовах надмірного зволоження. Верхній шар болотяних ґрунтів містить велику кількість органічних речовин (3–5%). Товщина шару торфу може становити 0,5–5 м і більше. Болотяні ґрунти бідні на фосфор і калій, але багаті на азот, мають підвищену кислотність [41].

Основні ґрунти Сокальського району родючі і придатні для вирощування багатьох сільськогосподарських культур ( пшениця, ячмінь, цукрові буряки, льон, капуста, огірки, кукурудза, помідори, морква, цибуля). Для того, щоб отримати високі сталі врожаї, необхідно провести цілу низку заходів, пов'язаних з піднесенням культури землеробства, а саме: вапнування ґрунтів, яке знижує їхню кислотність, що є надмірною, періодичне угноєння їх торф'яно-гнійовими компостами. Серед комплексних заходів вирішальне значення має удобрення достатньою кількістю органічних і мінеральних добрив.

**Геологічне середовище.** На геологічне середовище Шахта «Червоноградська» чинить найбільш значний вплив, тому саме воно являється об'єктом її діяльності.

Шахта видобуває із надр Землі кам'яне вугілля і супутні мінеральні сполуки. Видобуток здійснюється з 1972 року. За цей період видобуто 16134 тис. тон. Списано як недоцільні для відпрацювання 1823 тис. тон, втрати 2472 тис. тон, із них із-за складних гірничо-геологічних умов 1615 тис. тон, експлуатаційних 857 тис. тон. Всі втрати до видобутку становлять 13,3%, експлуатаційні 5%. Проектом шахти для даної системи розробки експлуатаційні втрати передбачені до 14% [42].

Повнота видобутку запасів вугілля контролюється державною інспекцією по охороні надр. За період експлуатації Межирічанського родовища суттєвих зауважень не було.

Крім вугілля видобуваються пісок і глина як інертні матеріали для послойної відсипки породного відвалу (терикону) з ціллю попередження його загорання. Видобуток піску і глини потребує влаштування кар'єрів,

наявність яких негативно відбивається на природному стані земної поверхні і в свою чергу вимагає витрат на відновлення. Видобуток піску і глини виконує спеціалізоване управління по гасінню териконів. Там же ведеться облік об'ємів видобутку глини і піску.

В геологічній будові району приймають участь четвертинні відкладення, які представлені алювіально-флювіогляціальними відкладеннями. Потужність четвертинних відкладень до 10-12 м. Літологічно вони складені рідко зернистими пісками з включенням дрібних валунів, гальки і дресви корінних порід з лінзами і прошарками глин, суглинків, супісків та мулу. На ділянці діючого хвостосховища в товщі четвертинних відкладень виділяється 13 шарів.

Під четвертинним покровом залягають крейдянні відкладення, які складені переважно однорідною мергелисто-крейдяною товщею. Загальна потужність крейдяних відкладень перевищує 500 м. Покрівля мергелисто-крейдяної товщі на глибину 50-100 м вивітрена, тріщинувата, обводнена.

В районі розповсюджені відкладення девонського кам'яновугільного, крейдяного та четвертинного віків. Девонські відкладення залягають на глибині 1000-1400 м, представлені потужною (більш 1000 м) товщею осадових утворень. Кам'яновугільні відкладення представлені турнейським, візейським, надюрським та башкирським ярусами.

Основні вугільні поклади відносяться до візейського і надюрського ярусів. Вугільні пласти мають потужність 1-1,5 м, залягають серед аргілітів, алевролітів, пісковиків, рідше – доломітів та вапняків. Найбільш цінними серед корисних копалин в зоні дії «ЗУВХК», «Укрзахідвугілля» і Шахти «Червоноградська» зокрема, є прісні води питної якості, які віднесені до корисних копалин державного значення.

За літологічним складом породи, що формують породний відвал представлені, в основному, сапропелітом (65–70%) та аргілітом, вуглистим аргілітом (25–30%). Пісковики та алевроліти до 5%.

Червоноградське спецуправління по гасінню, профілактиці породних відвалів (териконів) і рекультивації земель, проводить профілактичні роботи на териконі по попередженню самозагорання шляхом ущільнення гірничої маси за допомогою бульдозерів, утворення ізолюючого шару із інертних матеріалів між ярусами, формування відкосів, їх покриття інертним ізолюючим матеріалом, озеленення.

Розвитку зсувно-змивних явищ і струменевої ерозії на відвалі не відмічається, що запобігає впливу шкідливих речовин в близько розташовані тимчасові водні об'єкти [6].

**Водне середовище.** Гідрографічна мережа в районі досліджень представлена р. Західний Буг та її лівою притокою р. Солокія (водозабір шахти «Червоноградська» розташований в 4000 м на захід від р. Західний Буг та в 2500 м на північ від р. Солокія). Річка Західний Буг бере свій початок на Волино-Подільській височині на відмітці +290 м над рівнем моря. Довжина річки від витoku до м. Червоноград складає близько 180 км. Русло річки прокладено в товщі четвертинних відкладів. Ширина русла в межень складає 25–70 м, глибина – 1,1 – 1,7 м, середня швидкість течії – 0,45–0,85 м/с. Річка Західний Буг є рибогосподарським водоймищем 2 категорії. Річка Солокія – ліва притока р. Західний Буг, бере початок на території Польщі. Від м. Угнів до впадіння в р. Західний Буг у м. Червонограді річка тече в східному напрямку. Загальна довжина річки складає 50 км; водозбірна площа – 93 км<sup>2</sup>, нахил русла незначний. Повільна течія обумовлює формування її в долині заболоченості. Ширина русла в нижній течії – 7–10 м, глибина – 0,58–0,74 м, швидкість течії 0,4 – 0,6 м/с; витрати води – 2,0–3,2 м<sup>3</sup>/с. Модуль поверхневого стоку річки – 4 л/с-км<sup>2</sup>; коефіцієнт стоку – 0,2. Річка Солокія протікає в межах шахт «Степова», «Червоноградська», по границі закритої шахти №1 «Червоноградська» та «Великомостівська». В межиріччі р. Солокії і Західний Буг експлуатується Межирічанський водозабір. В 1 км на схід від водозабору шахти «Червоноградська» розташований Борятинський водозабір.

На полі шахти «Червоноградська» знаходиться Борятинський водозабір, який експлуатується більше 25 років, в режимі постійного водовідбору.

**Тваринний і рослинний світ.** Північна частина Сокальського району знаходиться в зоні Лісостепу, а південна — в зоні Мішаних лісів. Дані території характеризуються як лісостеповою, так і лісовою рослинністю. Її розвитку тут сприяють кліматичні і ґрунтові умови, а також характер рельєфу. Велике значення у формуванні рослинності району належить діяльності людини, яка винищує одні рослини і звільнені площі використовує для культивування інших (наприклад, чагарники, луки використовуються під сади і городи). Загальні площі лісів — понад 25% > території району. Більше їх на Малому Поліссі.

Серед дерев на височині переважають граб, дуб, вільха, береза, липа. На Малому Поліссі — сосна, вільха, береза, ялина, осика. Лучна рослинність майже винищена, оскільки площі майже всі розорені [44].

Найбагатшими на фауну є грабово-дубово-букові ліси. Вони займають великі площі, порівняно менше відвідуються людьми, деревостан їх відносно густий з підростом і чагарниками, рельєф розчленований, що забезпечує для тварин можливість безпечного життя і достатнє харчування протягом усього року. Тут можна зустріти диких свиней, зайців, білок, мишей. Рідше можна побачити лисицю, куницю. Багатою у цих лісах є літаюча фауна – сови, зозулі, дятли строкаті і зелені, синиці, славки. На луках (сінокосах та пасовищах) селяться і живляться багато птахів, травоядних (зайців), гризунів (мишей), землерийних (кротів), землеводних (жаб), плазунів (ящірки). Особливо багатим є тут світ комах і метеликів.

## РОЗДІЛ 2

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ ШАХТИ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКА»

#### 2.1. Історія розвитку породного відвалу шахти

Шахта «Червоноградська» входить до складу ДП «Львіввугілля» і головним завданням якої є видобуток вугілля та реалізація соціальних і економічних інтересів членів трудового колективу.

Шахта введена в експлуатацію в 1971 році з виробничою потужністю 900 тис. тон вугілля в рік. Згідно проекту термін служби розрахований на 52 роки [40].

Площа шахтного поля представляє собою рівнину з стійкими формами рельєфу. Загальна площа виділена шахті складає 88 тис. га.

Прийнята технологія видобутку вугілля передбачає видачу на поверхню до 20% породи. Для складання породи з початку експлуатації шахти закладено породний відвал (терикон).

На початковому етапі подача породи у відвал здійснювалась по канатній підвісній дорозі, а відвал формувався, як хребтовидний. На тому ж початковому етапі у відвалі виникли осередки самозаймання і відвал почав досить інтенсивно горіти. У 70-х роках були розпочаті роботи по гасінню осередків горіння.

У зв'язку з цим у 1987 р. існуючий на той час породний відвал шахта передала спеціалізованому управлінню по гасінню териконів та рекультивації земель, для ведення на ньому робіт по акту. У цей же час було зроблено перехід на формування плоского відвалу в межах затвердженого земельного відводу під терикон.

Формування відвалу велось по проекту шахти, в якому передбачено пошарове формування плоского породного відвалу, ущільнення породи, що поступає на відвал, а також заходи по запобіганню самозапалювання [42].

Шахта видобуває вугілля марки «Г» з зольністю 54,8 %.

Запаси кам'яного вугілля:

- Балансові – 43000 тис. тон
- Промислові - 20590 тис. тон
- Готові до виймання – 202 тис. тон.

Середньодобовий видобуток вугілля за 2005 рік склав 1428 т. при плані 1217 т., а у 2006 році обсяг добутого рядового вугілля збільшився на 10,4%. У 2012 році річний видобуток рядового вугілля становив 340 тис. тон. Шахта видобуває вугілля, яке потребує збагачення. Споживачем рядового вугілля є ВАТ «Львівська вугільна компанія». Товарну продукцію (продукти збагачення) реалізує ВП «Вуглезбут». Споживачами виробленої продукції є теплоелектростанції [23,39, 42].

## 2.2. Технологія формування відвалу

Породний відвал шахти «Червоноградська» ДП «Львіввугілля» за адміністративним районуванням знаходиться на території Сокальського району Львівської області України. На території шахтного поля розташовані села Острів і Борятин. Районний центр м.Сокаль знаходиться в 12 км північніше шахти. Місто Червоноград 2,5 км від шахти на схід.

Згідно проектних даних [42] заплановані такі технологічні параметри породного відвалу:

- Форма відвалу – плоский;
- Максимальна висота – 35 м;
- Площа плоского відвалу – 162194 м<sup>2</sup>;
- Кількість породи, що видається шахтою: на рік – 50000 м<sup>3</sup>;
- Кількість породи, що видається шахтою на добу – 164 м<sup>3</sup>;
- До кінця експлуатації – 1000000 м<sup>3</sup>;
- Висота ярусів: I – 12 м; II – 12 м; III – 12 м.



Рис. 2.1. Породний відвал шахти «Червоноградська»

Роботи по формуванню плоского породного відвалу є продовженням початкового процесу. Фактична висота відсипаної породи I ярусу складає від 7 до 14 м.

Рельєф відсипаної породи по площі земельного відводу під терикон має складний характер. По східному контуру відводу хребтоподібний відвал сплановано у вигляді зрізаної піраміди, з півдня і заходу до цієї фігури прилягають відвали у вигляді зрізаних конусів. Ця частина породного відвалу покрита трав'яним дерном і подекуди деревоподібним чагарником. Маса породи в цих відвалах перегоріла. Кут схилів становить 37–40°. Із заходу до цих фігур прилягає робоча площа плоского відвалу, висота відсипки шарів плоского відвалу – від 7 до 14 м. Породний відвал копальні «Червоноградська» є найбільшим териконом у ЧГПР: об'єм нагромадженої породи у відвалі – 4,1 млн м<sup>3</sup> [42].

Відсипку проектної формуючої площі слід починати з найменших відміток окремих заглиблень типу ям, траншей, мульд шарами 0,5 м спланованої і ущільненої бульдозером породи і подальшою послідовною відсипкою шарів по 0,5 м по вирівненій і спланованій поверхні. При обмеженій площі заглиблень, яка обмежує маневр бульдозера, товщина шару відсипки може бути збільшеною, але не більше 1 м, визначеного пунктом 2.3. «Інструкції із запобігання самозапалюванню, гасіння та розбирання породних відвалів» до п.8.5.6. «Правил безпеки у вугільних шахтах».

Після вирівнювання висотних відміток по всій площі плоского відвалу, виконується системна відсипка ярусів послідовно шар за шаром по всій сформованій площі плоского відвалу. Площа відвалу рахується сформованою, якщо висотні відмітки по контуру відвалу однозначні з однозначним похилом не менше 0,005 до середини відвалу по лінії прилягання до хребтовидного відсипу.

Відсипці шарів по площі має передувати відсипка і ущільнення катками захисного бар'єру по контуру укусу схилів відвалу. Захисний бар'єр відсипається із інертного матеріалу: глини, суглинку, ґрунту, або комбінації їх суміші з відвальною масою у співвідношенні 1:3. Товщина захисного бар'єру не менше 0,8 м. Горизонтальна частина кожного ярусу ізолюється на ширину 12 м від контуру зовнішнього укусу яруса до центру відвалу покриттям із ізолюючого матеріалу товщиною 0,25-0,3 м і ущільнюється катками.

Відсипка ізолюючого бар'єру по контуру укусу породного відвалу проводиться з випередженням по відношенню до відсипки породи у відвал на 1 шар, тобто до формування нового шару влаштовується вал із ізолюючого матеріалу шириною не менше 0,8м по горизонталі по верхньому зрізу перерізу і товщиною по вертикалі не менше товщини нового шару. Ущільнення ізолюючого матеріалу проводиться одночасно з ущільненням породи шару катками.

У випадку виникнення осередків горіння, відсипка має проводитись у найбільш віддалених ділянках від зони осередка горіння, або зони осередка підвищеної температури породи. Відсипка породи на дільницях прилягаючих до зон осередків горіння або підвищених температур допустима тільки після відсипки пожежного бар'єру шириною не менше 5 м, згідно до вимог пункту 2.2. «Інструкції із запобігання самозапильованню, гасіння та розбирання породних відвалів».

Доставку породної маси на відвалі від породного бункера техкомплексу передбачається двома видами транспорту: конвеєрним, лінією стрічкових конвеєрів 1Л-80 і автотранспортом – автосамоскидами. В залежності від погодних або виробничих умов використовується або конвеєрний, або автомобільний вид транспорту. Одночасна робота обох видів транспорту забороняється.

Планування і ущільнення породи по поверхні кожного шару відсипки виконується бульдозерами, ущільнення захисних бар'єрів і профілактичних смуг – катками. Між ярусами відвалу улаштовуються тераси шириною 6 м з поперечним нахилом в бік середини породного відвалу 4-6°.

Закладений кут укосу схилу ярусів відповідає куту природного укосу подрібненої породи в сипучому стані і дорівнює 35-37°.

## РОЗДІЛ 3

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА РОЗРАХУНКІВ

#### 3.1. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від породних відвалів

Викиди твердих частин в атмосферу породними відвалами ( $M_{\text{від}}$ ) в рік визначається як сума викидів при розгрузці породи з транспортного засобу, формуванні породного відвалу та при здуванні твердих частин з запиленої поверхні:

$$M_{\text{від}} = M_n + M_e + M_{\text{сд}}, \text{ т/рік} \quad (3.1)$$

де

$M_n$  – кількість твердих частин, які виділяються при розгрузці породи з транспортного засобу, т/рік;

$M_e$  – кількість твердих частин, які виділяються при формуванні відвалу, т/рік;

$M_{\text{сд}}$  – кількість твердих частин, здутих з і-тої поверхні відвалу, т/рік.

**Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу від перевантажувальних пунктів.** Кількість пилу ( $M_{\text{п}}$ ), який потрапляє в атмосферу за рік відлюбих видів перевантажувальних робіт розраховується за формулою:

$$M_{\text{п}} = q_n * P_r * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * 10^{-6} * (1 - \eta), \text{ т/рік} \quad (3.2)$$

де

$q_n$  – питома виділення твердих частин при розвантаженні (перевантаженні) матеріалу, г/т;

$P_r$  – кількість розвантаженого (перевантаженого) матеріалу, т/рік;

$K_1$  – коефіцієнт, що враховує вологість перевантаженого матеріалу;

$K_2$  – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру;

$K_3$  – коефіцієнт, що враховує висоту пересипання матеріалу;

$K_4$  – коефіцієнт, що враховує ступінь захищеності вузла від зовнішніх впливів;

$\eta$  – ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, част.од.

Максимальний викид пилу при розвантаженні (перевантаженні) розраховується за формулою:

$$M_{\max}^{\pi} = \frac{q_n \cdot P_n \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot (1 - \eta)}{3600} \text{ г/с} \quad (3.3)$$

де

$P_n$  – максимальна кількість розвантаженого (перевантаженого) матеріалу, т/год.

Якщо розвантаження (пересипання) матеріалу складає менше 20 хвилин, викид пилу наводиться до 20-хвилинного інтервалу осереднення за формулою:

$$M_{20}^{\pi} = \frac{q_n \cdot P' \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot (1 - \eta)}{1200}, \text{ г/с} \quad (3.4)$$

де

$P'$  – максимальна кількість розвантаженого (перевантаженого) матеріалу в тонах за час  $t$  менше 20 хвилин.

**Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу при вантажно-розвантажувальних роботах.** Кількість пилу, який викидається в атмосферу при роботі екскаваторів за рік ( $M_E$ ), розраховується за формулою:

$$M_e = \sum_{j=1}^m q_{ej} * V_j * K_1 * K_2 * (1 - \eta) * 10^{-6}, \text{ т/рік} \quad (3.5)$$

де

$m$  – кількість марок екскаваторів, які працюють протягом року;

$q_{ej}$  – питома виділення пилу з 1 м<sup>3</sup> відвантажувального матеріалу екскаватором  $j$ -тої марки, г/м<sup>3</sup>;

$V_j$  – об'єм перевантажувального матеріалу за рік екскаваторами  $j$ -тої марки, м<sup>3</sup>;

$K_1$  – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу;

$K_2$  – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру;

$\eta$  – ефективність засобів пиловловлення, част. од.

Об'єм перевантажувального матеріалу за рік однокішовими екскаваторами  $j$ -тої марки можна розрахувати за формулою:

$$V_j = 3,6 * \frac{E_j * K_H}{t_{uj}} * T_{rj} * 10^3, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (3.6)$$

де

$E_j$  – ємність ковша екскаватора, м<sup>3</sup>;

$K_H$  – коефіцієнт наповнення ковша;

$t_{uj}$  – час циклу екскаватора, с;

$T_{rj}$  – сумарна кількість часу роботи всіх екскаваторів  $j$ -тої марки за рік, год.

Максимальний разовий викид пилу ( $M_{max}^e$ ) при роботі екскаваторів розраховується за формулою:

$$M_{max}^e = \sum_{j=1}^m \frac{q_{ej} * V_{jmax} * K_1 * K_2 * (1 - \eta)}{3600}, \text{ г/с} \quad (3.7)$$

де

$V_{jmax}$  – максимальний об'єм перевантажувального матеріалу за годину екскаваторами  $j$ -тої марки, м<sup>3</sup>/год;

$m$  – кількість марок екскаваторів, працюючих одночасно протягом години.

**Розрахунок кількості твердих частин, що надходять в атмосферу з поверхні породного відвалу.** Кількість твердих частин, що надходять в атмосферу з поверхні породного відвалу розраховується за формулою:

$$M_{cd} = \sum_{i=1}^n 86,4 * q_0 * S_{oi} * \rho * K_1 * K_2 * K_5 * [365 - (T_{cn} + T_{\kappa})] * (1 - \eta), \text{ т/рік} \quad (3.8)$$

де

$n$  – кількість площ з запиленою поверхнею відвалу в залежності від часу його формування;

$q_0$  – питома здуття твердих частин з запиленої поверхні відвалу;

$S_{oi}$  – площа запиленої поверхні відвалу,  $m^2$ , яка для діючого відвалу складається:

$$S_{oi} = S_{o1} + S_{o2} + S_{o3} \quad (3.9)$$

де

$S_{o1}$  – робоча площа поверхні діючого відвалу, де проводяться роботи по його формуванню;

$S_{o2}$  – площа поверхні діючого відвалу, час закінчення робіт на якому не перевищує трьох місяців;

$S_{o3}$  – площа поверхні діючого відвалу, час закінчення робіт на якому складає три і більше місяців;

$\rho$  – коефіцієнт подрібнення гірської маси;

$K_1$  – коефіцієнт, враховуючи вологість породи;

$K_2$  – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру;

$K_5$  – коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих частин;

$T_{cn}$  – кількість днів з стійким сніговим покривом;

$T_{\delta}$  – кількість днів з опадами в вигляді дощу розраховується за формулою:

$$\Gamma = \frac{2 \cdot T_2^0}{24} \quad (3.10)$$

де

$T_2^0$  – тривалість опадів (дощу) в зоні проведення робіт за розглянутий період, годину;

$\eta$  – ефективність засобу пиловловлення, част.од.

Максимальний разовий викид пилу породними відвалами визначається як сума викидів при розвантаженні породи з транспортного засобу, формуванні породного відвалу та при здуванні твердих частин з запиленої поверхні і визначається за формулою:

$$M_{\max}^0 = M_{\max}^n + M_{\max}^e + M_{\max}^{ca}, \text{ г/с} \quad (3.11)$$

де

$M_{\max}^n$  – максимальний разовий викид пилу при розвантаженні транспортного засобу;

$M_{\max}^e$  – максимальний разовий викид пилу при формуванні породного відвалу екскаватором чи бульдозером, г/с;

$M_{\max}^{ca}$  – максимальний разовий викид пилу при здуванні твердих частин з запиленої поверхні відвалу, г/с, та розраховується за формулою:

$$M_{\max}^{ca} = \sum_{i=1}^n q_0 \cdot S_{oi} \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot (1 - \eta) \cdot 10^3, \text{ г/с} \quad (3.12)$$

**Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу при транспортуванні гірської маси.** Кількість забруднюючих речовин (оксиду вуглецю, оксидів азоту, сажі), які викидаються в атмосферу при роботі двигунів автомобілів чи тепловозів, в рік розраховується за формулою:

$$M_{\tau 1} = \sum_{j=1}^m q_{cpij} * T_j * k_k * k_{mc} * 10^{-3}, \text{ т/рік} \quad (3.13)$$

де

$m$  – число марок автомобілів (тепловозів);

$T_j$  – сумарна кількість годин роботи автомобілів (тепловозів)  $j$ -тої марки рік, год;

$k_k$  – коефіцієнт впливу кліматичних умов роботи;

$k_{mc}$  – коефіцієнт, який залежить від віку і технічного стану парку транспортних засобів;

$q_{cpij}$  – питомий усереднений викид  $i$ -тої забруднюючої речовини автомобілем (тепловозом)  $j$ -тої марки з урахуванням різноманітних режимів двигунів:

$$q_{cpij} = \sum_{k=1}^n q_{ijk} * \tau_k, \text{ кг/год} \quad (3.14)$$

де

$n$  – число режимів роботи двигунів автомобіля чи тепловозу  $j$ -тої марки;

$q_{ijk}$  – питомий викид  $i$ -тої забруднюючої речовини при  $k$ -тому режимі роботи двигуна автомобіля чи тепловоза, кг/год;

$\tau_k$  – частка часу роботи двигуна на  $k$ -тому режимі, част.од.

Кількість пилу, який потрапляє в атмосферу за рік при русі автомобілів на автодорогах, розраховується за формулою:

$$M_{\pi} = \sum_{j=1}^m 2(q_e * K_c * L_{ep} + q_{cm} * K_c * L_{cm}) * n_j * (365 - T_{cm})(1 - \eta) * 10^{-3}, \text{ т/рік} \quad (3.15)$$

де

$m$  – кількість марок автомобілів;

$q_e, q_{cm}$  – питома виділення пилу при проходженні одним автомобілем  $j$ -тої марки 1 км тимчасової чи стаціонарної дороги відповідно, кг/км;

$K_c$  – коефіцієнт, що враховує середню швидкість руху автосамоскидів в кар'єрі;

$L_{ep}$ ,  $L_{cm}$  – довжина тимчасових чи стаціонарних доріг в межах території підприємства (кар'єру) відповідно, км;

$n_j$  – сумарна кількість рейсів самоскидів  $j$ -тої марки за добу;

$T_{cn}$  – кількість днів зі сніговим покривом за аналізований період;

$\eta$  – ефективність застосовуваного засобу пиловловлення, част.од.

Максимальна кількість пилу ( $M_{max}^n$ ), який потрапляє в атмосферу при русі автомобіля по автодорогам, розраховується за формулою:

$$M_{max}^n = \sum_{j=1}^m \frac{2 \cdot (q_c \cdot K_c \cdot L_{ep} + q_c \cdot K_c \cdot L_{cm}) \cdot n_j \cdot (1 - \eta)}{3,6}, \text{ г/с} \quad (3.16)$$

де

$n_j$  – число рейсів самоскидів  $j$ -тої марки за годину [47].

### 3.2. Розрахунок викидів забруднюючих речовин в атмосферу під час горіння породного відвалу

Кількість забруднюючих речовин, які виділяються одним  $j$ -тим палаючим породним відвалом шахти ( $M_{ij}^m$ ), розраховується за формулою:

$$M_{ij}^m = 1,1 \cdot \delta_i \cdot V_{nj} \cdot \alpha_i \cdot d_i \cdot K_r \cdot K_s \cdot 10^{-4}, \text{ т/рік} \quad (3.17)$$

де

1,1 – коефіцієнт, що враховує утворення забруднюючих речовин з палаючої маси чистої породи (вуглистих аргілітів);

$\delta_i$  – кількість  $i$ -тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси, т/т;

$V_{nj}$  – кількість породи, яка потрапляє на  $j$ -відвал шахти, т/рік;

$\alpha_{ij}$  – вміст і-того компонента в вугіллі, яке добувають, % розраховується за формулою:

$$\alpha_{ij} = f_i * k_{yj} * 10^{-2}, \% \quad (3.18)$$

де

$f_i$  – вміст і-того компонента (вуглецю ( $C^P$ ), сірки ( $S^P$ ), водню ( $H^P$ ), азоту ( $N^P$ )) в вугіллі, яке добувають, %;

$k_{yj}$  – вміст вугілля в породній масі відвалу, %;

$d_i$  – середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин, %;

$K_r$  – коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу:

$K_r = 1$  – для діючих відвалів,

$K_r = 0,5$  – в перший рік після закінчення експлуатації

$K_r = 0,3$  – в другий рік після закінчення експлуатації

$K_r = 0,1$  – в третій і наступні роки після закінчення експлуатації;

$K_e$  – коефіцієнт, що враховує тривалість горіння відвалу протягом року, розраховується за формулою:

$$K_e = \frac{\tau_r}{365}, \quad (3.19)$$

де

$K_e$  – тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння, днів [47].

## РОЗДІЛ 4

### ОЦІНКА ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ ШАХТИ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКА» ЗА ВИДАМИ ТА КІЛЬКІСТЮ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

#### 4.1. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від породного відвалу

Для оцінки впливу породного відвалу шахти «Червоноградська» на атмосферне середовище виконано розрахунки валових викидів забруднюючих речовин від технологічних операцій транспортування породи до відвалу, розвантаження з транспортного засобу, формування породного відвалу та при здуванні твердих частин з поверхні відвалу.

**Викиди забруднюючих речовин в атмосферу при транспортуванні гірської маси.** Транспортування гірської маси супроводжується викидами забруднюючих речовин в атмосферу при роботі двигунів внутрішнього згоряння, при русі автомобіля по дорогам і здування пилу з поверхні транспортованого матеріалу.

Кількість вуглецю (CO), який викидається в атмосферу при роботі двигунів автомобілів (тепловозів), в рік. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість марок автомобілів (тепловозів), m	1	
Сумарна кількість годин роботи автомобілів (тепловозів) j-тої марки рік, T <sub>j</sub>	16	год
Коефіцієнт, який залежить від віку і технічного стану парку транспортних засобів, k <sub>mc</sub>	1,2	
Коефіцієнт впливу кліматичних умов роботи, k <sub>k</sub>	1	
Питомий усереднений викид i-тої забруднюючої речовини автомобілем (тепловозом) j-тої марки з урахуванням різноманітних режимів двигунів, q <sub>срj</sub>	0,339	кг/год

$$M_{\text{H}} = 0,339 * 16 * 1 * 1,2 * 10^{-3} = 0,0065, \text{ т/рік}$$

Кількість оксиду азоту ( $\text{NO}_x$ ), який викидається в атмосферу при роботі двигунів автомобілів (тепловозів), в рік. Вихідні дані:

Кількість марок автомобілів (тепловозів), m	1	
Сумарна кількість годин роботи автомобілів (тепловозів) j-тої марки рік, $T_j$	16	год
Коефіцієнт, який залежить від віку і технічного стану парку транспортних засобів, $k_{\text{мс}}$	1,2	
Коефіцієнт впливу кліматичних умов роботи, $k_k$	1	
Питомий усереднений викид i-тої забруднюючої речовини автомобілем (тепловозом) j-тої марки з урахуванням різноманітних режимів двигунів, $q_{\text{срj}}$	1,018	кг/год

$$M_{\text{H}} = 1,018 * 16 * 1 * 1,2 * 10^{-3} = 0,0195, \text{ т/рік}$$

Кількість вуглеводнів ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ), який викидається в атмосферу при роботі двигунів автомобілів (тепловозів), в рік. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість марок автомобілів (тепловозів), m	1	
Сумарна кількість годин роботи автомобілів (тепловозів) j-тої марки рік, $T_j$	16	год
Коефіцієнт, який залежить від віку і технічного стану парку транспортних засобів, $k_{\text{мс}}$	1,2	
Коефіцієнт впливу кліматичних умов роботи, $k_k$	1	
Питомий усереднений викид i-тої забруднюючої речовини автомобілем (тепловозом) j-тої марки з урахуванням різноманітних режимів двигунів, $q_{\text{срj}}$	0,106	кг/год

$$M_{\text{H}} = 0,106 * 16 * 1 * 1,2 * 10^{-3} = 0,002, \text{ т/рік}$$

Кількість сажі (С), який викидається в атмосферу при роботі двигунів автомобілів (тепловозів), в рік. Вихідні дані:

Кількість марок автомобілів (тепловозів), m	1	
Сумарна кількість годин роботи автомобілів (тепловозів) j-тої марки рік, T <sub>j</sub>	16	год
Коефіцієнт, який залежить від віку і технічного стану парку транспортних засобів, k <sub>мс</sub>	1,2	
Коефіцієнт впливу кліматичних умов роботи, k <sub>к</sub>	1	
Питомий усереднений викид i-тої забруднюючої речовини автомобілем (тепловозом) j-тої марки з урахуванням різноманітних режимів двигунів, q <sub>срj</sub>	0,030	кг/год

$$M_{\text{п}} = 0,030 * 16 * 1 * 1,2 * 10^{-3} = 0,00058 \text{ , т/рік}$$

Кількість пилу, який потрапляє в атмосферу за рік при русі автомобілів на автодорогах. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість марок автомобілів, m	1	
Питоме виділення пилу при проходженні одним автомобілем j- тої марки 1 км тимчасової чи стаціонарної дороги відповідно, q <sub>e</sub> , q <sub>см</sub>	0,71	кг/км
Коефіцієнт, що враховує середню швидкість руху автосамоскидів в кар'єрі, K <sub>с</sub>	2,0	
Довжина тимчасових чи стаціонарних доріг в межах території підприємства (кар'єру) відповідно, L <sub>ер</sub> , L <sub>см</sub>	3	км
Сумарна кількість рейсів самоскидів j-тої марки за добу, n <sub>j</sub>	3	
Кількість днів зі сніговим покривом за аналізований період, T <sub>сн</sub>	55	
Ефективність застосовуваного засобу пиловловлення, η	0	част.од

$$M_{\text{п}} = 2 * (0,71 * 2 * 3 + 0,71 * 2 * 3) * 3 * (365 - 55) * (1 - 0) * 10^{-3} = 15,85 \text{ т/рік}$$

Максимальна кількість пилу, який потрапляє в атмосферу при русі автомобіля по автодорогам. Вихідні дані:

Кількість марок автомобілів, m	1	
Питоме виділення пилу при проходженні одним автомобілем j- тої марки 1 км тимчасової чи стаціонарної дороги відповідно, $q_e, q_{cm}$	0,71	кг/км
Коефіцієнт, що враховує середню швидкість руху автосамоскидів в кар'єрі, $K_c$	2,0	
Довжина тимчасових чи стаціонарних доріг в межах території підприємства (кар'єру) відповідно, $L_{ep}, L_{cm}$	3	км
Число рейсів самоскидів j-тої марки за годину, $n_j$	0,375	
Ефективність застосовуваного засобу пиловловлення, $\eta$	0	част.од

$$M_{max}^{\pi} = \frac{2 \cdot (0,71 \cdot 2 \cdot 3 + 0,71 \cdot 2 \cdot 3) \cdot 3 \cdot (1 - 0)}{3,6} = 14,2 \text{ , г/с}$$

**Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від перевантажувальних пунктів.** Викид пилу в атмосферу відбувається при перевантажуванні матеріалу з конвеєра на конвеєр, розгрузці автосамоскидів в відвал, склад чи бункер, розвантажуванні вагонів в бункер чи прямою екскаватора на відвалі тощо.

Кількість пилу, який потрапляє в атмосферу за рік від перевантажувальних робіт. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Питоме виділення твердих частин при розвантаженні (перевантаженні) матеріалу, $q_n$	0,32	г/т
Кількість розвантаженого (перевантаженого) матеріалу, $P_r$	94365	т/рік
Коефіцієнт, що враховує вологість перевантаженого матеріалу, $K_1$	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_2$	1,0	
Коефіцієнт, що враховує висоту пересипання матеріалу, $K_3$	2,5	
Коефіцієнт, що враховує ступінь захищеності вузла від зовнішніх впливів, $K_4$	0,005	

Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення,  $\eta$  0 част.од

$$M_{\eta} = 0,32 * 94365 * 1,2 * 1 * 2,5 * 0,005 * 10^{-6} * 1 = 0,000453, \text{ т/рік}$$

Параметри, які необхідні для розрахунку максимального викиду пилу при розвантаженні (перевантаженні):

Питоме виділення твердих частин при розвантаженні (перевантаженні) матеріалу, $q_n$	0,32	г/т
Максимальна кількість розвантаженого (перевантаженого) матеріалу, $\Pi_{\text{ч}}$	45,897	т/год
Коефіцієнт, що враховує вологість перевантаженого матеріалу, $K_1$	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_2$	1,0	
Коефіцієнт, що враховує висоту пересипання матеріалу, $K_3$	2,5	
Коефіцієнт, що враховує ступінь захищеності вузла від зовнішніх впливів, $K_4$	0,005	
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, $\eta$	0	част.од

$$M_{\text{max}}^{\eta} = \frac{0,32 * 45,897 * 1,2 * 1 * 2,5 * 0,005 * (1 - 0)}{3600} = 0,0000612, \text{ г/с.}$$

Якщо розвантаження (пересипання) матеріалу складає менше 20 хвилин, викид пилу наводиться до 20-хвилинного інтервалу осереднення.

Вихідні дані:

Питоме виділення твердих частин при розвантаженні (перевантаженні) матеріалу, $q_n$	0,32	г/т
Максимальна кількість розвантаженого (перевантаженого) матеріалу в тонах за час $t$ менше 20 хвилин, $\Pi$	15,299	
Коефіцієнт, що враховує вологість перевантаженого матеріалу, $K_1$	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_2$	1,0	
Коефіцієнт, що враховує висоту пересипання матеріалу, $K_3$	2,5	

Коефіцієнт, що враховує ступінь захищеності вузла від зовнішніх впливів, $K_4$	0,005
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, $\eta$	0 част.од.

$$M_{20}^{\pi} = \frac{0,32 - 45,897 \cdot 1,2 - 1 \cdot 2,5 - 0,005 - (1 - 0)}{3600} = 0,0000612, \text{ г/с}$$

**Викиди забруднюючих речовин в атмосферу при вантажно-розвантажувальних роботах.** Екскаватори являються основним обладнанням на видобувних, розкривних та відвальних роботах. За допомогою екскаваторів здійснюються: завантаження розкривних порід та вугілля в забої, переекскавація навалів породи, завантаження вугілля та породи на складах і дробильно-перевантажувальних пунктах тощо.

Кількість пилу, який викидається в атмосферу при роботі екскаваторів за рік. Вихідні дані:

Кількість марок екскаваторів, які працюють протягом року, $m$	1
Питоме виділення пилу з 1 м <sup>3</sup> відвантажувального матеріалу екскаватором $j$ -тої марки, $q_{ej}$	4,4 г/м <sup>3</sup>
Об'єм перевантажувального матеріалу за рік екскаваторами $j$ -тої марки, $V_j$	94365 м <sup>3</sup>
Коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, $K_1$	1,2
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_2$	1
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, $\eta$	0 част.од.

$$M_e = 4,4 \cdot 94365 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (1 - 0) \cdot 10^{-6} = 0,498, \text{ т/рік}$$

Максимальний разовий викид пилу при роботі екскаваторів.

Параметри, необхідні для розрахунку:

Питоме виділення пилу з 1 м <sup>3</sup> відвантажувального матеріалу екскаватором $j$ -тої марки, $q_{ej}$	4,4 г/м <sup>3</sup>
---	----------------------

Максимальний об'єм перевантажувального матеріалу за

годину екскаваторами j-тої марки, $V_{jmax}$	45,897	м <sup>3</sup> /год
Коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, $K_1$	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_2$	1	
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, $\eta$	0	част.од.
Кількість марок екскаваторів, працюючих одночасно протягом години, $m$	1	

$$M_{max}^e = \frac{4,4 \cdot 45,897 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (1-0)}{3600} = 0,067, \text{ г/с}$$

**Кількість твердих частинок, що надходять в атмосферу з поверхні породного відвалу.** Кількість твердих частин, що здуваються з поверхні породних відвалів, залежить від захищеності поверхні відвалу, вологості та ступеня подрібнення гірської маси, кліматичних особливостей району та ефективності пилозатримуючих заходів.

Таблиця 4.1.

Категорії поверхонь на території породного відвалу

№ з/п	Категорія поверхонь	Площа	
		%	м <sup>2</sup>
1.	Робоча поверхня діючого відвалу, де проходять роботи по його формуванню ( $S_{o1}$ ) та поверхня де час закінчення робіт не перевищує трьох місяців ( $S_{o2}$ )	3	4865,82
2.	Поверхня діючого відвалу, час закінчення робіт на якому складає три і більше місяців ( $S_{o3}$ )	36	58389,85
3.	Поверхня діючого відвалу, в перші три роки після закінчення експлуатації ( $S_{o4}$ )	26	42170,45
4.	Поверхня діючого відвалу, в наступні роки до повного озеленення відвалу ( $S_{o5}$ )	35	56767,91

Для розрахунку кількості пилу з породного відвалу всю його площу поділили на категорії, у залежності від ступеня заростання та часу, що минув після експлуатації (табл. 4.1). Розрахунок масових викидів пилу розраховували окремо для кожної категорії.

Кількість твердих частинок, що надходять в атмосферу з робочої площі діючого відвалу, де проводяться роботи по його формуванню та час закінчення робіт на якому не перевищує трьох місяців. Вихідні дані:

Кількість площ з запиленою поверхнею відвалу в залежності від часу його формування, n	4	
Питоме здуття твердих частинок з запиленої поверхні відвалу, q <sub>0</sub>	0,1*10 <sup>-6</sup>	
Площа запиленої поверхні відвалу, S <sub>oi</sub>	4865,82	м <sup>2</sup>
Коефіцієнт подрібнення гірської маси, ρ	0,1	
Коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, K <sub>1</sub>	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, K <sub>2</sub>	1	
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, η	0	ч.од.
Коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих частинок, K <sub>5</sub>	1	

$$M_{cd} = 86,4 * 0,1 * 10^{-6} * 4865,8209 * 0,1 * 1,2 * 1 * 1 * (365 - 174) * (1 - 0) = 0,9636 \text{ т/рік}$$

Кількість твердих частинок, що надходять в атмосферу з поверхні площі діючого відвалу, час закінчення робіт на якому складає три і більше місяців.

Параметри, необхідні для розрахунку:

Кількість площ з запиленою поверхнею відвалу в залежності від часу його формування, n	4	
Питоме здуття твердих частинок з запиленої поверхні відвалу, q <sub>0</sub>	0,1*10 <sup>-6</sup>	
Площа запиленої поверхні відвалу, S <sub>oi</sub>	58389,9	м <sup>2</sup>
Коефіцієнт подрібнення гірської маси, ρ	0,1	
Коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, K <sub>1</sub>	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, K <sub>2</sub>	1	

Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, $\eta$	0	ч.од.
Коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих частин, $K_5$	0,6	

$$M_{cd} = 86,4 * 0,1 * 10^{-6} * 58389,851 * 0,1 * 1,2 * 0,6 * (365 - 174) * (1 - 0) = 6,9377 \text{ т/рік}$$

Кількість твердих частин, що надходять в атмосферу з поверхні площі діючого відвалу, в перші три роки після закінчення експлуатації. Вихідні дані:

Кількість площ з запиленою поверхнею відвалу в залежності від часу його формування, $n$	4	
Питоме здуття твердих частин з запиленої поверхні відвалу, $q_0$	$0,1 * 10^{-6}$	
Площа запиленої поверхні відвалу, $S_{oi}$	42170,448	$m^2$
Коефіцієнт подрібнення гірської маси, $\rho$	0,1	
Коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, $K_1$	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_2$	1	
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, $\eta$	0	част.од.
Коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих частин, $K_5$	0,2	

$$M_{cd} = 86,4 * 0,1 * 10^{-6} * 42170,448 * 0,1 * 1,2 * 1 * 0,2 * (365 - 174) * (1 - 0) = 1,6702 \text{ т/рік}$$

Кількість твердих частин, що надходять в атмосферу з поверхні площі діючого відвалу, в наступні роки до повного його озеленення, т/рік.

Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість площ з запиленою поверхнею відвалу в залежності від часу його формування, $n$	4	
Питоме здуття твердих частин з запиленої поверхні відвалу, $q_0$	$0,1 * 10^{-6}$	
Площа запиленої поверхні відвалу, $S_{oi}$	56767,911	$m^2$

Коефіцієнт подрібнення гірської маси, $\rho$	0,1	
Коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, $K_1$	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_2$	1	
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, $\eta$	0	част.од.
Коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих частин, $K_5$	0,1	

$$M_{сд} = 86,4 * 0,1 * 10^{-6} * 56767,911 * 0,1 * 1,2 * 1 * 0,1 * (365 - 174) * (1 - 0) = 1,1242, \text{ т/рік}$$

$$\Sigma M_{сд} = 0,9636 + 6,9377 + 1,6702 + 1,1242 = 10,696, \text{ т/рік}$$

Максимальний разовий викид пилу з робочої площі діючого відвалу, де проводяться роботи по його формуванню та час закінчення робіт на якому не перевищує трьох місяців. Вихідні дані:

Кількість площ з запиленою поверхнею відвалу в залежності від часу його формування, $n$	4	
Питоме здуття твердих частин з запиленої поверхні відвалу, $q_0$	$0,1 * 10^{-6}$	
Площа запиленої поверхні відвалу, $S_{oi}$	4865,8209	$\text{м}^2$
Коефіцієнт подрібнення гірської маси, $\rho$	0,1	
Коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, $K_1$	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_2$	1	
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, $\eta$	0	част.од.
Коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих частин, $K_5$	1	

$$M_{\text{max}}^{сд} = 0,1 * 10^{-6} * 4865,8209 * 0,1 * 1,2 * 1 * 1 * (1 - 0) * 10^3 = 0,058, \text{ г/с}$$

Максимальний разовий викид пилу з поверхні площі діючого відвалу, час закінчення робіт на якому складає три і більше місяців. Параметри, необхідні для розрахунку:

Кількість площ з запиленою поверхнею відвалу в залежності від часу його формування, n	4	
Питоме здуття твердих частин з запиленої поверхні відвалу, q <sub>0</sub>	0,1*10 <sup>-6</sup>	
Площа запиленої поверхні відвалу, S <sub>oi</sub>	58389,851	м <sup>2</sup>
Коефіцієнт подрібнення гірської маси, ρ	0,1	
Коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, K <sub>1</sub>	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, K <sub>2</sub>	1	
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, η	0	част.од.
Коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих частин, K <sub>5</sub>	0,6	

$$M_{max}^{CA} = 0,1 * 10^{-6} * 58389,851 * 0,1 * 1,2 * 1 * 0,6 * (1 - 0) * 10^3 = 0,420 \text{ , Г/с}$$

Максимальний разовий викид пилу з поверхні площі діючого відвалу, в перші три роки після закінчення експлуатації. Вихідні дані:

Кількість площ з запиленою поверхнею відвалу в залежності від часу його формування, n	4	
Питоме здуття твердих частин з запиленої поверхні відвалу, q <sub>0</sub>	0,1*10 <sup>-6</sup>	
Площа запиленої поверхні відвалу, S <sub>oi</sub>	42170,448	м <sup>2</sup>
Коефіцієнт подрібнення гірської маси, ρ	0,1	
Коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, K <sub>1</sub>	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, K <sub>2</sub>	1	
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, η	0	част.од.
Коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих частин, K <sub>5</sub>	0,2	

$$M_{max}^{CA} = 0,1 * 10^{-6} * 42170,448 * 0,1 * 1,2 * 1 * 0,2 * (1 - 0) * 10^3 = 0,101 \text{ , Г/с}$$

Максимальний разовий викид пилу з поверхні площі діючого відвалу, в наступні роки до повного його озеленення. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість площ з запиленою поверхнею відвалу в залежності від часу його формування, n	4	
Питоме здуття твердих частин з запиленої поверхні відвалу, q <sub>0</sub>	0,1*10 <sup>-6</sup>	
Площа запиленої поверхні відвалу, S <sub>oi</sub>	56767,9	м <sup>2</sup>
Коефіцієнт подрібнення гірської маси, ρ	0,1	
Коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу, K <sub>1</sub>	1,2	
Коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, K <sub>2</sub>	1	
Ефективність застосовуваних засобів пиловловлення, η	0	ч.од.
Коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих частин, K <sub>5</sub>	0,1	

$$M_{\max}^{\text{CA}} = 0,1 * 10^{-6} * 56767,911 * 0,1 * 1,2 * 1 * 0,1 * (1 - 0) * 10^3 = 0,068 \text{ , Г/с}$$

$$\Sigma M_{\max}^{\text{CA}} = 0,058 + 0,420 + 0,101 + 0,068 = 0,648 \text{ , Г/с}$$

Максимальний разовий викид пилу породними відвалами визначається як сума викидів при розвантаженні породи з транспортного засобу, формуванні породного відвалу та при здуванні твердих частин з запиленої поверхні. Вихідні дані:

Максимальний разовий викид пилу при розвантаженні транспортного засобу	0,0000612	г/с
Максимальний разовий викид пилу при формуванні породного відвалу екскаватором чи бульдозером	0,067	г/с
Максимальний разовий викид пилу при здуванні твердих частин з запиленої поверхні відвалу	0,648	г/с

$$M_{\max}^{\text{P}} = 0,0000612 + 0,067 + 0,648 = 0,715 \text{ , Г/с}$$

Викиди твердих частин в атмосферу породними відвалами в рік, параметри, необхідні для розрахунку:

Кількість твердих частин, які виділяються при розгрузці породи з транспортного засобу, $M_n$	0,000453	т/рік
Кількість твердих частин, які виділяються при формуванні відвалу, $M_e$	0,498	т/рік
Кількість твердих частин, здутих з і-тої поверхні відвалу, $M_{cd}$	10,696	т/рік

$$M_{вд} = 0,000453 + 0,498 + 10,696 = 11,194, \text{ т/рік}$$

**Аналіз масових викидів від породного відвалу.** Викиди забруднюючих речовин від породного відвалу занесені у таблицю 4.2. Як бачимо, найбільше забруднюючих речовин надходить у атмосферне повітря під час транспортування гірської маси до відвалу, а також внаслідок здування пилу з території відвалу. Основною забруднюючою речовиною, що викидаються в атмосферу є пил. Викиди пилу від транспортування у 1,5 рази перевищують кількість пилу, що здувається з поверхні відвалу.

Викиди оксиду вуглецю, оксидів азоту, вуглеводнів та сажі, що утворюються при роботі автотранспорту є порівняно незначними.

Сумарні викиди пилу, що здувається з породного відвалу складаються з пиловиділень від поверхні, де проводяться роботи по його формуванню -  $S_{o1}$ , поверхні, на якій час закінчення робіт не перевищує трьох місяців -  $S_{o2}$ , поверхні, де роботи закінчилися три місяці тому -  $S_{o3}$ , поверхні в перші три роки після закінчення експлуатації -  $S_{o4}$  та поверхні у наступні роки до повного озеленення відвалу  $S_{o5}$ .

Результати розрахунків масових викидів пилу окремо для кожної категорії поверхонь подані в таблиці 4.3.

Таблиця 4.2.

Валові викиди забруднюючих речовин, що надходять в атмосферу від складування пустої породи у відвалі, т/рік

Речовини	Технологічні операції			Здування пилу з поверхні відвалу	Разом
	Транспортування гірської маси до відвалу	Перевантажувальні роботи на відвалі	Технічні роботи на відвалі		
Оксид вуглецю	0,0065				<b>0,0065</b>
Оксиди азоту	0,0195				<b>0,0195</b>
Вуглеводні	0,002				<b>0,002</b>
Сажа	0,00058				<b>0,00058</b>
Пил	15,85	0,000453	0,498	10,696	<b>27,04445</b>

Таблиця 4.3.

Викиди пилу, що здуваються з поверхні породного відвалу

№ з/п	Категорія поверхні	Площа, м <sup>2</sup>	Викиди пилу	
			т/рік	г/с
1.	Робоча поверхня діючого відвалу, де проходять роботи по його формуванню ( $S_{o1}$ ) та площа де час закінчення робіт не перевищує трьох місяців ( $S_{o2}$ )	4865,82	0,9636	0,058
2.	Поверхня діючого відвалу, час закінчення робіт на якому складає три і більше місяців ( $S_{o3}$ )	58389,85	<b>6,9377</b>	<b>0,42</b>
3.	Поверхня діючого відвалу, в перші три роки після закінчення експлуатації ( $S_{o4}$ )	42170,45	<b>1,6702</b>	<b>0,101</b>
4.	Поверхня діючого відвалу, в наступні роки до повного озеленення відвалу ( $S_{o5}$ )	56767,91	1,1242	0,068
	Разом	162194,0	10,69	0,65

Сумарні викиди кам'яновугільного пилу становлять 10,69 т/рік, основна частка якого здувається з найбільшої за площею (36 % території відвалу) зони відвалу, де час закінчення робіт коливається від трьох місяців до трьох років. Кількість пилу, що здувається з поверхні відвалу у перші три роки після закінчення експлуатації та з поверхні відвалу у наступні роки до повного озеленення відвалу є значно менші – 1,67 і 1,12 т/рік, відповідно. З частини відвалу, де проходять роботи по його формуванню та час закінчення робіт не перевищує трьох місяців здувається відносно невелика кількість пилу – 0,96 т/рік, проте, ця територія відвалу найменша за площею.

Загалом викиди пилу залежать від ступеня захищеності та ущільнення породи, тому поверхні ( $S_{01}$ )- і ( $S_{02}$ )-категорій характеризуються найвищим пиловиділенням – 198,03 г/рік·м<sup>2</sup>, а поверхня ( $S_{05}$ ) - категорії найнижчим – 19,803 г/рік·м<sup>2</sup>.

Для зменшення викидів пилу від породного відвалу доцільно:

- систематично проводити зволоження шляхів транспортування породи;
- роботи по формуванню поверхні терикону проводити за сприятливих метеорологічних умов: дощова безвітряна погода;
- проводити роботи з рекультивації ділянок після їх експлуатації.

#### **4.2. Викиди забруднюючих речовин в атмосферу під час горіння породного відвалу**

Однією з найбільш небезпечних проблем вугільної промисловості є проблема загорання породних відвалів. Незважаючи на те, що в останні роки кількість випадків згорання відвалів незначно знизилась, що пов'язано з закладанням плоских відвалів і зі збільшенням обсягу робіт по гасінню породних відвалів, вони і надалі залишаються одним з основних джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферу від вугледобувної промисловості. Адже при горінні породи у атмосферу виділяються гази з

високою концентрацією шкідливих та отруйних речовин, таких як оксид вуглецю, діоксид сірки, сірководень та оксиди азоту.

На території породного відвалу шахти «Червоноградська» систематично проводяться заходи по запобіганню самозаймання згідно «Інструкції із запобігання самозапалюванню, гасіння та розбирання породних відвалів». Проте, згідно [13] при розробці та оформленні матеріалів «Оцінка впливу на навколишнє середовище» обов'язково проводиться оцінка забруднення навколишнього природного середовища при можливих аварійних ситуаціях. Тому, з метою оцінки можливого забруднення атмосферного повітря при загоранні відвалу виконано технологічні розрахунки масових викидів продуктів горіння породи.

Кількість забруднюючих речовин, що будуть надходити в атмосферу під час загорання залежить від захищеності поверхні відвалу, вологості, вмісту вугілля у породній масі відвалу та кількості вуглецю у вугіллі.

Для розрахунку кількості забруднюючих речовин, що виділятиметься з поверхні всю його площу поділили на категорії, у залежності від ступеня заростання та часу, що минув після експлуатації (див. табл. 4.1). Розрахунок масових викидів забруднюючих речовин розраховували окремо для кожної категорії.

Кількість вуглецю ( $C^P$ ), в вугіллі, яке добувають. Вихідні дані:

Вміст і-того компонента (вуглецю ( $C^P$ )) в вугіллі, яке добувають	55,2	%
Вміст вугілля в породній масі відвалу	33,3	%

$$\alpha_{ij} = 55,2 * 33,3 * 10^{-2} = 18,38, \%$$

Кількість сірки ( $S^P$ ), в вугіллі, яке добувають.

Параметри, які необхідні для розрахунку:

Вміст і-того компонента (сірки ( $S^P$ )), в вугіллі, яке добувають	3,1	%
Вміст вугілля в породній масі відвалу	33,3	%

$$\alpha_{H^p} = 3,1 + 33,3 \cdot 10^{-2} = 1,03, \%$$

Кількість водню ( $H^p$ ), в вугіллі, яке добувають. Вихідні дані:

Вміст і-того компоненту (водню ( $H^p$ )), в вугіллі, яке добувають	3,8	%
Вміст вугілля в породній масі відвалу	33,3	%

$$\alpha_{H^p} = 3,8 + 33,3 \cdot 10^{-2} = 1,27, \%$$

Кількість азоту ( $N^p$ ), в вугіллі, яке добувають.

Параметри, які необхідні для розрахунку:

Вміст і-того компоненту (азоту ( $N^p$ )), в вугіллі, яке добувають	1,0	%
Вміст вугілля в породній масі відвалу	33,3	%

$$\alpha_{N^p} = 1,0 + 33,3 \cdot 10^{-2} = 0,33, \%$$

Кількість оксиду вуглецю (CO), який виділяється з площі поверхні діючого палаючого породного відвалу шахти. Вихідні дані:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси горючих елементів відвальної маси	2,33	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компоненту в вугіллі, яке добувають	18,38	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	4,62	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	1	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{CO} = 1,1 \cdot 2,33 \cdot 15000 \cdot 18,38 \cdot 4,62 \cdot 1 \cdot 191 \cdot 10^{-4} = 62351,8, \text{ т/рік}$$

Кількість оксиду вуглецю (CO), який виділяється з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в перший рік після закінчення експлуатації.

Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси горючих елементів відвальної маси	2,33	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компонента в вугіллі, яке добувають	18,38	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	4,62	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,5	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{CO} = 1,1 * 2,33 * 15000 * 18,38 * 4,62 * 0,5 * 191 * 10^{-4} = 31176,93, \text{ т/рік}$$

Кількість оксиду вуглецю (CO), який виділяється з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в другий рік після закінчення експлуатації. Вихідні дані:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	2,33	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компонента в вугіллі, яке добувають	18,38	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	4,62	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,3	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{CO} = 1,1 * 2,33 * 15000 * 18,38 * 4,62 * 0,3 * 191 * 10^{-4} = 18706,16, \text{ т/рік}$$

Кількість оксиду вуглецю (CO), який виділяється з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в третій та наступні роки після завершення експлуатації.

Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	2,33	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компонента в вугіллі, яке добувають	18,38	%

Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	4,62	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,1	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{CO} = 1,1 * 2,33 * 15000 * 18,38 * 4,62 * 0,1 * 191 * 10^{-4} = 6235,39, \text{ т/рік}$$

Кількість діоксиду сірки (SO<sub>2</sub>), який виділяється з площі поверхні діючого палаючого породного відвалу шахти. Вихідні дані:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	2,0	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компонента в вугіллі, яке добувають	1,03	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	7,48	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	1	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{SO_2} = 1,1 * 2,0 * 15000 * 1,03 * 7,48 * 1 * 191 * 10^{-4} = 4856,08, \text{ т/рік}$$

Кількість діоксиду сірки (SO<sub>2</sub>), який виділяється з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в перший рік після закінчення експлуатації. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	2,0	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти,	15000	т/рік
Вміст і-того компонента в вугіллі, яке добувають	1,03	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	7,48	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,5	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{SO_2} = 1,1 * 2,0 * 15000 * 1,03 * 7,48 * 0,5 * 191 * 10^{-4} = 2428,04, \text{ т/рік}$$

Кількість діоксиду сірки (SO<sub>2</sub>), який виділяється з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в другий рік після закінчення експлуатації. Вихідні дані:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	2,0	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компоненту в вугіллі, яке добувають	1,03	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	7,48	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,3	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{SO_2} = 1,1 * 2,0 * 15000 * 1,03 * 7,48 * 0,3 * 191 * 10^{-4} = 1456,83, \text{ т/рік}$$

Кількість діоксиду сірки (SO<sub>2</sub>), який виділяється з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в третій та наступні роки після завершення експлуатації. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	2,0	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компоненту в вугіллі, яке добувають	1,03	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	7,48	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,1	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{SO_2} = 1,1 * 2,0 * 15000 * 1,03 * 7,48 * 0,1 * 191 * 10^{-4} = 485,61, \text{ т/рік}$$

Кількість сірководню (H<sub>2</sub>S), який виділяється з площі поверхні діючого палаючого породного відвалу шахти. Вихідні дані:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	1,06	т/т
---	------	-----

Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст i-того компоненту в вугіллі, яке добувають	1,27	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	3,76	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	1	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{H_2S} = 1,1 * 1,06 * 15000 * 1,27 * 3,76 * 1 * 191 * 10^{-4} = 1595,2, \text{ т/рік}$$

Кількість сірководню ( $H_2S$ ), який виділяється з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в перший рік після закінчення експлуатації. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість i-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	1,06	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст i-того компоненту в вугіллі, яке добувають	1,27	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	3,76	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,5	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{H_2S} = 1,1 * 1,06 * 15000 * 1,27 * 3,76 * 0,5 * 191 * 10^{-4} = 797,6, \text{ т/рік}$$

Кількість сірководню ( $H_2S$ ), який виділяється з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в другий рік після закінчення експлуатації. Вихідні дані:

Кількість i-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	1,06	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст i-того компоненту в вугіллі, яке добувають	1,27	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	3,76	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,3	

Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до 191 днів повного його гасіння

$$M_{H_2S} = 1,1 * 1,06 * 15000 * 1,27 * 3,76 * 0,3 * 191 * 10^{-4} = 478,6 \text{ , т/рік}$$

Кількість сірководню ( $H_2S$ ), який виділяється з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в третій та наступні роки після завершення експлуатації. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	1,06	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компоненту в вугіллі, яке добувають	1,27	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	3,76	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,1	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{H_2S} = 1,1 * 1,06 * 15000 * 1,27 * 3,76 * 0,1 * 191 * 10^{-4} = 159,52 \text{ , т/рік}$$

Кількість оксидів азоту ( $N_xO_y$ ), які виділяються з площі поверхні діючого палаючого породного відвалу шахти. Вихідні дані:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	2,71	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компоненту в вугіллі, яке добувають	0,33	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	0,0035	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	1	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{N_xO_y} = 1,1 * 2,71 * 15000 * 0,33 * 0,0035 * 1 * 191 * 10^{-4} = 0,99 \text{ т/рік}$$

Кількість оксидів азоту ( $N_xO_y$ ), які виділяються з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в перший рік після закінчення експлуатації. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	2,71	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компонента в вугіллі, яке добувають	0,33	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	0,0035	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,5	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{N_xO_y} = 1,1 * 2,71 * 15000 * 0,33 * 0,0035 * 0,5 * 191 * 10^{-4} = 0,49, \text{ т/рік}$$

Кількість оксидів азоту ( $N_xO_y$ ), які виділяються з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в другий рік після закінчення експлуатації. Вихідні дані:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	2,71	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компонента в вугіллі, яке добувають	0,33	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	0,0035	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,3	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{N_xO_y} = 1,1 * 2,71 * 15000 * 0,33 * 0,0035 * 0,3 * 191 * 10^{-4} = 0,30, \text{ т/рік}$$

Кількість оксидів азоту ( $N_xO_y$ ), які виділяються з площі поверхні палаючого породного відвалу шахти, в третій та наступні роки після завершення експлуатації. Параметри, які необхідні для розрахунку:

Кількість і-тої забруднюючої речовини, яка утворюється при згоранні одиниці маси палаючих елементів відвальної маси	2,71	т/т
Кількість породи, яка потрапляє на j-відвал шахти	15000	т/рік
Вміст і-того компонента в вугіллі, яке добувають,	0,33	%
Середня витрата горючих елементів на утворення газоподібних забруднюючих речовин	0,0035	%
Коефіцієнт, що враховує зниження викидів забруднюючих речовин після закінчення експлуатації відвалу	0,1	
Тривалість горіння відвалу протягом останнього року до повного його гасіння	191	днів

$$M_{N,O_2} = 1,1 * 2,71 * 15000 * 0,33 * 0,0035 * 0,1 * 191 * 10^{-4} = 0,099, \text{ т/рік}$$

Сумарні викиди забруднюючих речовин, що можуть виділятися під час горіння з породного відвалу складаються з викидів від поверхні, де проводяться роботи по його формуванню -  $S_{o1}$ , поверхні, на якій час закінчення робіт не перевищує трьох місяців -  $S_{o2}$ , поверхні, де роботи закінчилися три місяці тому -  $S_{o3}$ , поверхні в перші три роки після закінчення експлуатації -  $S_{o4}$  та поверхні у наступні роки до повного озеленення відвалу  $S_{o5}$ .

Результати розрахунків потенційних масових викидів забруднюючих речовин окремо для кожної категорії поверхонь подані в таблиці 4.5.

Основними забруднюючими речовинами, що виділятимуться під час горіння породи є оксид вуглецю, діоксид сірки, сірководень та оксиди азоту. Найбільша масова частка продуктів горіння припадає на оксид вуглецю – 91,2 %, а найменша на оксиди азоту – 0,001 %. Наявність у продуктах горіння великої кількості оксиду карбону і сірководню свідчить про те, що процес горіння породи відбувається при нестачі кисню.

Таблиця 4.5.

## Потенційні викиди забруднюючих речовин під час горіння породного відвалу

Категорія поверхні	Площа, м <sup>2</sup>	Валові викиди, т/рік				Миттєві викиди, г/с			
		CO	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>
Робоча поверхня діючого відвалу, де проходять роботи по його формуванню ( $S_{o1}$ ) та площа де час закінчення робіт не перевищує трьох місяців ( $S_{o2}$ )	4865,82	62351,8	4856,08	1595,2	0,99	377,83	29,43	9,67	0,01
Поверхня діючого відвалу, час закінчення робіт на якому складає три і більше місяців ( $S_{o3}$ )	58389,85	31176,93	2428,04	797,6	0,49	188,92	14,71	4,83	0,003
Поверхня діючого відвалу, в перші три роки після закінчення експлуатації ( $S_{o4}$ )	42170,45	18706,16	1456,83	478,6	0,30	113,35	8,83	2,90	0,002
Поверхня діючого відвалу, в наступні роки до повного озеленення відвалу ( $S_{o5}$ )	56767,91	6235,39	485,61	159,52	0,099	37,78	2,94	0,97	0,001
<b>Разом</b>	162194	<b>118470,3</b>	<b>9226,56</b>	<b>3030,92</b>	<b>1,879</b>	<b>717,9</b>	<b>55,9</b>	<b>18,4</b>	<b>0,01</b>

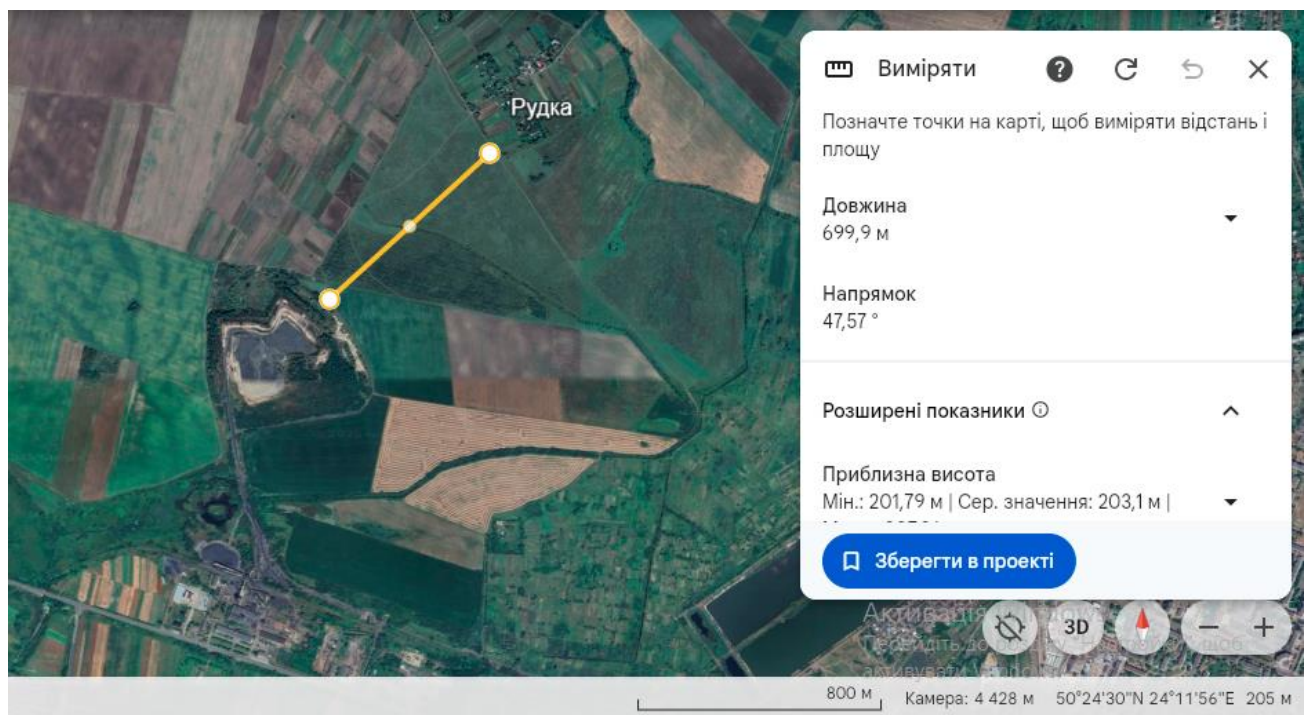
Максимальна кількість забруднюючих речовин може надходити в атмосферу під час загорання поверхня діючого відвалу, де проходять роботи по його формуванню та площа, де час закінчення робіт не перевищує трьох місяців - 68804 т/рік (52,6 % від усіх викидів), хоча площа цієї зони найменша. Загалом, маси забруднюючих речовин - продуктів горіння зменшується зі збільшенням терміну після припинення експлуатації поверхні відвалу, внаслідок заростання відвалу, зменшення кількості кисню у породі за рахунок її ущільнення, а також зменшення горючих компонентів у породі.

## РОЗДІЛ 5

### ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ ШАХТИ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКА» НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

#### 5.1. Оцінка рівнів і масштабів впливу породного відвалу на атмосферне повітря під час експлуатації

З метою оцінки рівнів і масштабів впливу на атмосферне повітря стаціонарних джерел забруднення – породного відвалу, на основі розрахованих масових викидів забруднюючих речовин, що здуваються з його поверхні (див.табл.4.3) виконано розрахунки розсіювання викидів забруднюючих речовин від породного відвалу, за допомогою програми ЕОЛ-2000 (h) v.4.0. В основі цієї програми лежить «Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, що містяться у викидах об'єктів господарювання» (ОНД-86) [29].



5.1. Відстань від меж породного відвалу до житлової забудови

У використаній розрахунковій моделі, відвал розглядали як стаціонарне площинне джерело викидів. Відповідно до вимог «Державних санітарних правила планування та забудови населених пунктів» [14] нормативна ширина санітарно-захисної зони для породних відвалів становить 500 м. Найближча житлова забудова (с.Рудка) знаходиться на відстані 700 м у північно-східному напрямку (рис.5.1).

Розрахунок розсіювання пилу від операцій транспортування, перевантаження та проведення технічних робіт не проводили, оскільки вони не є стаціонарними джерелами викидів. Вихідні дані та проміжні результати розрахунків подані у Додатку А, а кінцеві на рисунку 5.2.

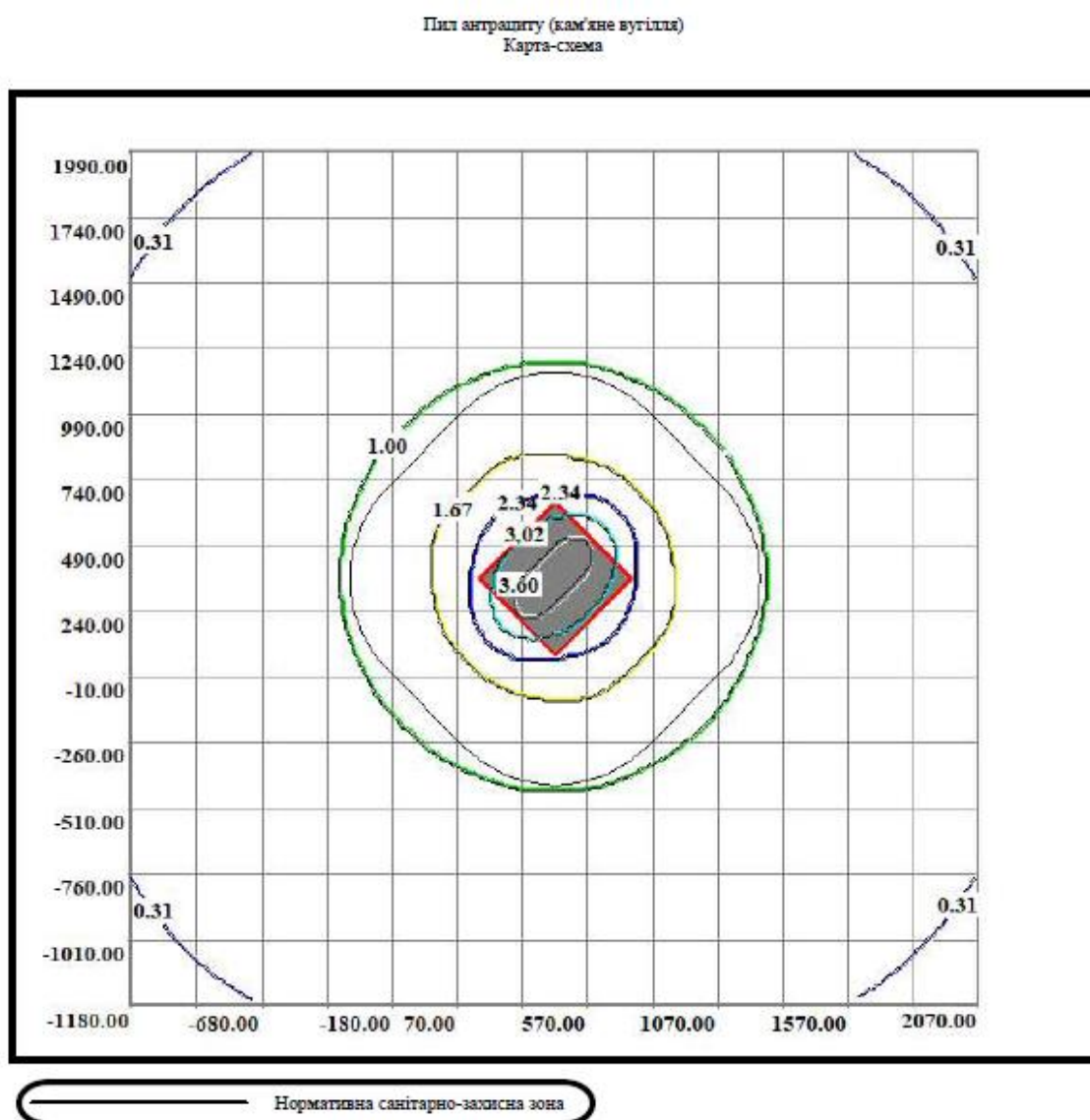


Рис. 5.2. Карта-схема приземних концентрацій пилу (у частках ГДК)

Як бачимо, концентрація пилу на межі нормативної СЗЗ (500 м) незначно, проте перевищує гранично-допустиму концентрацію. Повне розсіювання пилу (коли концентрація дорівнює 1,0 ГДК) відбувається на відстані 560-600 м від меж породного відвалу, тобто за межами санітарно-захисної зони

Операції з транспортування, перевантаження та проведення технічних робіт на відвалі періодично (в робочі години) створюватимуть додаткове пилове забруднення, збільшуючи рівні та зону впливу пилового забруднення атмосфери.

## **5.2. Оцінка рівнів і масштабів впливу породного відвалу на атмосферне повітря під час горіння**

З метою оцінки рівнів і масштабів впливу самозагорання породного відвалу провели розрахунки розсіювання викидів забруднюючих речовин від відвалу під час горіння, за допомогою програми ЕОЛ-2000 (h) v.4.0, в основі якої лежить «Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, що містяться у викидах об'єктів господарювання» (ОНД-86), розглядаючи площу загорання як площинне джерело викидів.

Вихідні дані та проміжні результати розрахунків подані у Додатку Б, а кінцеві на рисунках 5.3 – 5.6.

Бачимо, що під час самозаймання відвалу гірської породи викиди більшості забруднюючих речовин – продуктів горіння створюватимуть на межі санітарно-захисної зони концентрації, що в декілька десятків, а то й сотень разів перевищують ГДК. Так, концентрація диоксиду сульфуру може становити 16 ГДК, монооксиду карбону – 21 ГДК, а сірководню – аж 332 ГДК. Лише викиди диоксиду нітрогену повністю розсіюватимуться в межах санітарно-захисної зони.

Азоту діоксид  
Карта-схема

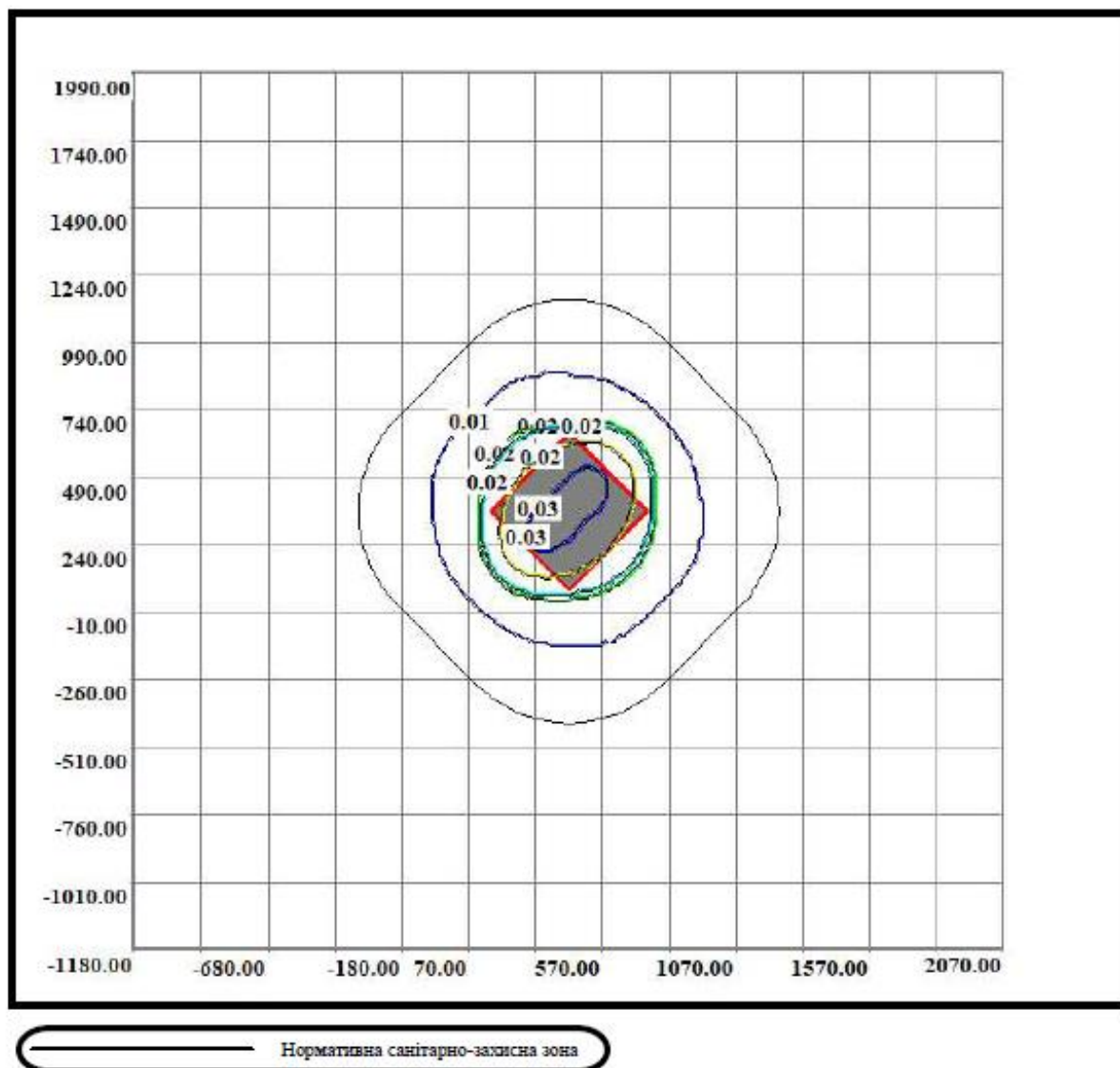


Рис. 5.3. Карта-схема приземних концентрацій азоту діоксиду під час горіння відвалу (у частках ГДК)

Ангідрид сірчистий  
Карта-схема

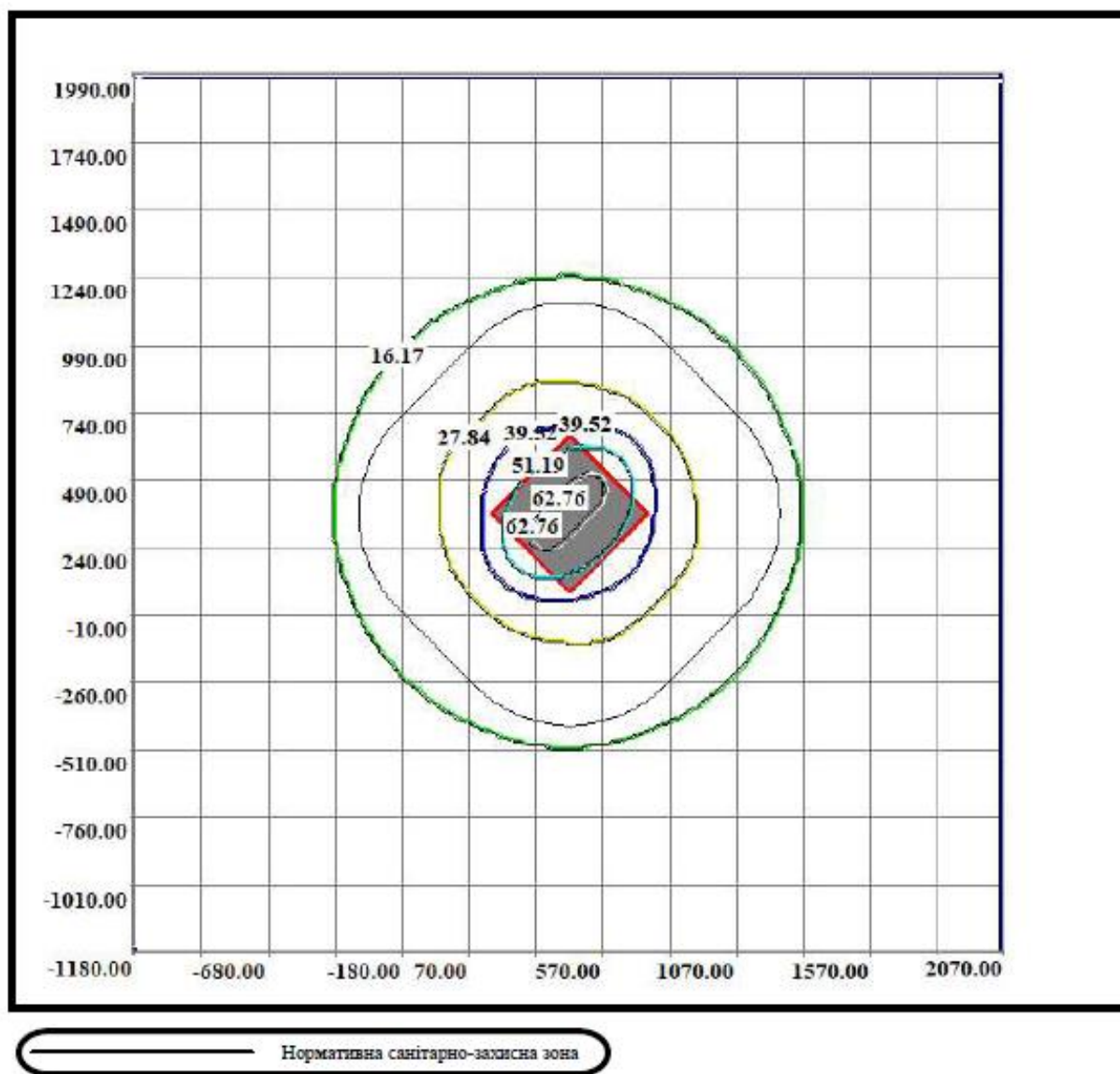


Рис. 5.4. Карта-схема приземних концентрацій діоксиду сульфуру під час горіння відвалу (у частках ГДК)

Сірководень  
Карта-схема

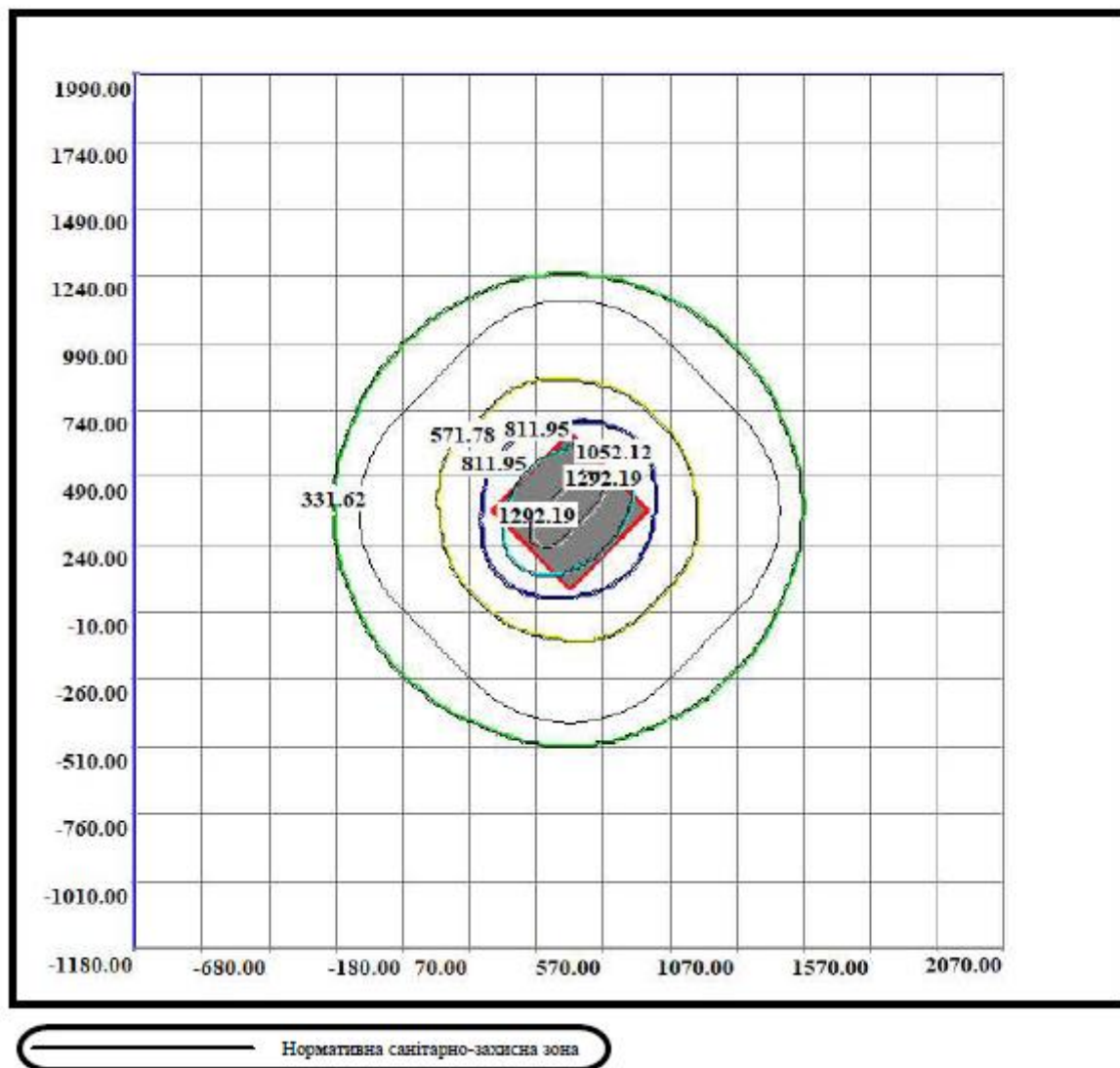


Рис. 5.5. Карта-схема приземних концентрацій сірководню під час горіння відвалу (у частках ГДК)

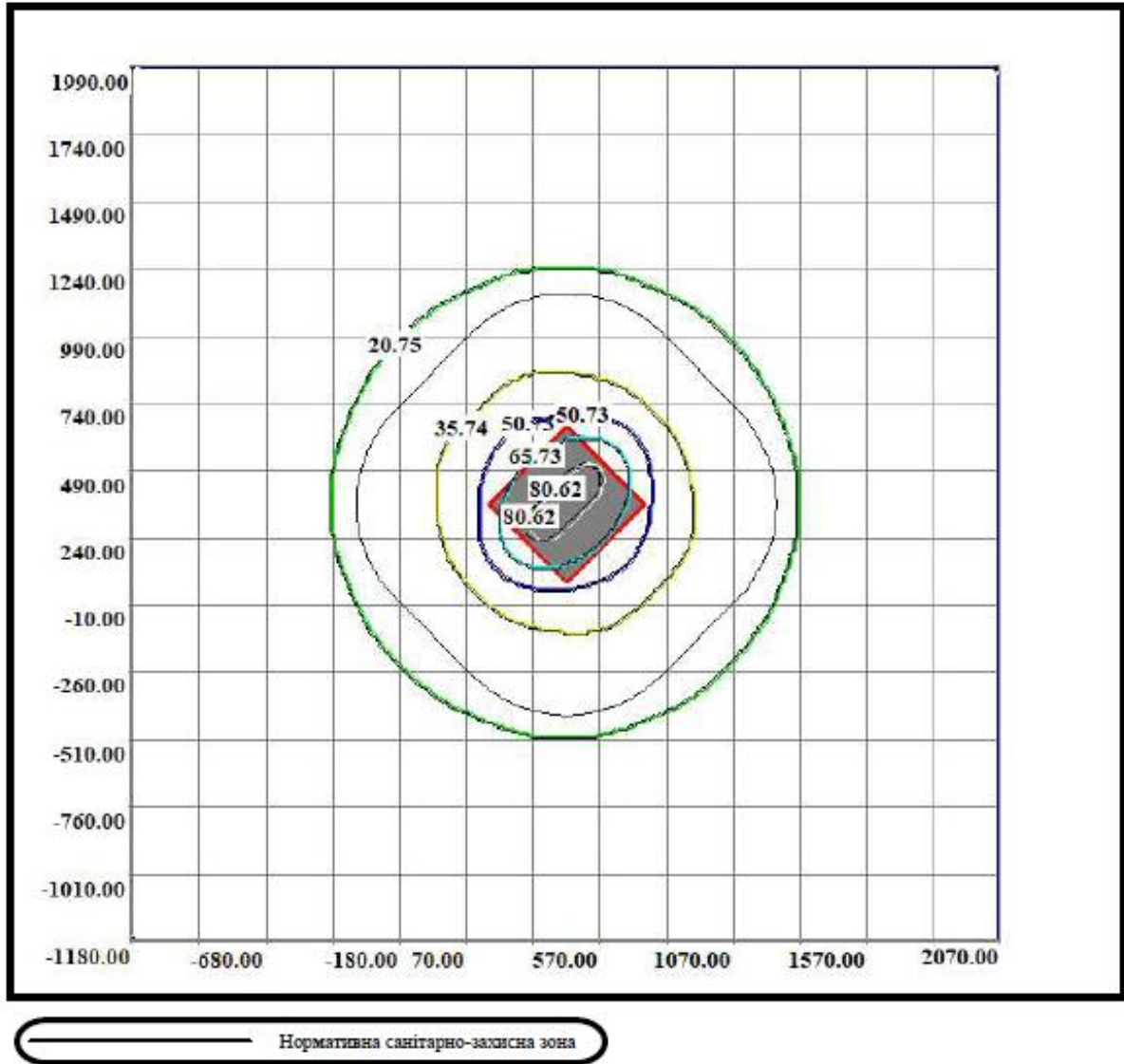
Вуглець оксид  
Карта-схема

Рис. 5.6. Карта-схема приземних концентрацій оксиду вуглецю під час горіння відвалу (у частках ГДК)

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі здійснено оцінку впливу породного відвалу шахти «Червоноградська» на атмосферне повітря. Для цього виконано технологічні розрахунки валових викидів забруднюючих речовин від транспортування породи, перевантажувальних і формувальних операцій та з поверхні діючого відвалу, потенційних викидів під час горіння породного відвалу, розрахунки розсіювання забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від експлуатації породного відвалу та під час самозагорання відвалу.

Головні висновки полягають у тому, що:

- основною забруднюючою речовиною, що викидається в атмосферу з поверхні породного відвалу є пил, найбільше якого виділяється під час транспортування гірської маси, а також внаслідок здування пилу з поверхні відвалу;
- концентрація в атмосферному повітрі пилу, що здувається з поверхні відвалу за несприятливих для розсіювання умов на межі санітарно-захисної зони незначно перевищує  $ГДК_{\text{мр}}$ ;
- найвищими потенційними питомими викидами продуктів горіння породи характеризуються робоча поверхня діючого відвалу та поверхня, де час після закінчення робіт не перевищує трьох місяців; основна частка валових викидів продуктів горіння будуть надходити саме з цих поверхонь, незважаючи на те, що їхня площа становить лише 3 % від загальної площі відвалу;
- у випадку самозаймання терикону викиди більшості забруднюючих речовин не в змозі розсіюватися в межах санітарно-захисної зони, що становитиме загрозу для жителів довколишніх населених пунктів с.Рудка, с.Добрячин, с. Острів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баранов В. І. Хіміко-мінералогічний склад порід відвалу вугільних шахт ЦЗФ «Львівсистеменерго» та їх вплив на проростання насіння / В. І. Баранов, І. Б. Книш // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку / Матеріали V міжнар. наук. конф. Донецьк, 2007. С. 36.
2. Бабаджанова О. Ф. Чинники пожежної небезпеки породних відвалів вугледобування / О. Ф. Бабаджанова, Ю. Г. Сукач, Р. Ю. Сукач // Збірник наукових праць ЛДУ БЖД, 2012. №20. С. 137-143.
3. Звіт про стратегічну екологічну оцінку генерального плану м.Червоноград. – Львів: ТОВ «Технічно-стандартизаційний інститут», 2021. 133 с.
4. Башуцька У. Б. Сукцесії рослинності породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району: Монографія / У.Б. Башуцька. Львів: РВВ НЛТУ України, 2006. 180 с.
5. Брик Д., Гвоздевич О., Кульчицька-Жигайло Л., Подольський М., Техногенні вуглевмісні об'єкти Червоноградського гірничопромислового району та деякі технічні рішення їхнього використання. Геологія і геохімія горючих копалин. № 4 (181) 2019. С.45-65.
6. Галушка В. П. Екологічні проблеми шахтарського краю / В. П. Галушка, П. Р. Третяк // Лісівнича академія наук України: Наукові праці, 2007. Вип. 5. С. 98-102.
7. Геник Я.В. Рекультивация: оцінка та розрахунок робіт / Я.В. Геник, А.П. Дида. Львів: Відродження, 1998. – 46 с.
8. Геренчук К.І. Природа Львівської області. Геологічна будова і корисні копалини / Геренчук К.І. – Л.: Світ, 2003. – 207 с.
9. Горова А. І. Оцінка стану довкілля Червоноградського гірничопромислового регіону за санітарно-гігієнічними показниками / А. І. Горова, А. В. Павличенко, С. Л. Кулина // Матеріали Міжнар.конференції «Форум гірників – 2011». – С. 101-111.

10. Генік Я. В. Лісовідновлення складних техногенних екосистем Львівщини / Я. В. Генік // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету: зб. наук. праць.–Дніпропетровськ: Вид-во ДДАУ. – 2012. – №. 1. – С. 117-120.
11. Генік Я. В. Сукцесії рослинності на посттехногенних територіях зони діяльності Яворівського ДГХП "Сірка" / Я. В. Генік, В. Я. Заячук // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.16. – С. 93-99.
12. Генік Я.В. Ревіталізація антропогенно порушених екосистем: методологічні та технологічні аспекти / Я. В. Генік // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2016. – Вип. 26.8. С. 180-185.
13. Загальні методичні рекомендації щодо змісту та порядку складання звіту з оцінки впливу на довкілля. Затверджено Наказ Міністерства захисту довкілля і природних ресурсів України № 193 від 15 березня 2021 року. URL: <https://mepr.gov.ua/documents/pro-zatverdzhennya-zagalnyh-metodychnyh-rekomendatsij-shhodo-zmistu-ta-poryadku-skladannya-zvitiv-z-otsinky-vplyvu-na-dovkillya/>
14. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Затверджено наказом МОЗУ від 19.06.96 №173. Київ: Світ, 1996. 25 с.
15. Война І. М. Особливості ландшафтного різноманіття гірничопромислових ландшафтів у зв'язку з їх висотною диференціацією / І. М. Война // Наукові записки Вінницького педуніверситету, 2013. Вип. 25. С. 40-47.
16. Карабин В. В. Чинники просідання та підтоплення територій вуглевидобутку Червоноградського гірничо-промислового району / В. В. Карабин // Мінеральні ресурси України, 2018. №3. С. 32-36.
17. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», №1264-ХІІ, від 25.06.1991.
17. Зверковський В.М. Фітомеліорація шахтних відвалів в Західному Донбасі / В.М. Зверковський // Український ботанічний журнал : науковий журнал НАН

- України, Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 1997. – В. 54, № 5. С. 474-481.
19. Заставний Ф.Д. Львівсько-Волинський вугільний басейн / Заставний Ф.Д. – Львів, 1956 – 182 с.
21. Зубик С.В. Техноекологія. Джерела забруднення і захист навколишнього середовища / Зубик С.В. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2004. – 452 с.
22. Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій: Монографія / Євген Іванов. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 334 с.
23. Іванов Є. Особливості ландшафтної структури гірничопромислових геокмплексів / Є. Іванов // Вісн. Львів. ун-ту. Серія географ., 2004. – Вип.31. С. 106-113.
23. Кучерявий В.П. Фітомеліорація. Львів: Світ, 2003. – 540 с.
24. Кузик І. М. Вплив породних відвалів шахт на компоненти довкілля та визначення можливостей щодо його зменшення / І. М. Кузик // Екологія і природокористування, 2012. Вип. 15. С. 23-37.
25. Манько А. Деякі проблеми функціонування депресивних гірничодобувних районів України (на прикладі Львівсько-Волинського вугільного басейну) / А.Манько // Вісн. Львів.ун-ту. Сер.: геогр., 2004. Вип. 30. С. 184-187.
26. Мовчан М.І. Використання шахтних відвальних порід Львівсько-Волинського вугільного басейну у дорожньому будівництві / М.І. Мовчан, Д.М. Акімов // Теорія і практика будівництва: Вісник НУ «ЛП». Львів, 2011. №697. С.75-78.
27. Манько А. Деякі економіко-географічні аспекти розвитку вуглепромислових районів України / А.Манько // Географія і сучасність: Зб. наук. пр. Нац. пед. ун-ту ім. М. Драгоманова Вип.13. К., 2005. . С. 146-153.
28. Мандрик В. О. Фітомеліорація земель, порушених гірничодобувною галуззю, у Львівсько-Волинському вугільному басейні / В. О. Мандрик // Заповідна справа в Галичині, на Поділлі та Волині. Львів: Науковий вісник, 2004. Вип. 14.8. С. 412-416.

29. «Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, що містяться у викидах об'єктів господарювання». – Л.: Гідрометеоіздат, 1986 р. URL: <https://sfund.kyiv.ua/down/ond86.pdf>
30. Офіційний сайт Сокоальської РДА : <http://sokal-rda.gov.ua/main.html>
- 31 Панас Р.М. Рекультивация земель : навч. посібн. / Р.М. Панас. – Львів : Новий світ- 2000, 2005. 224 с.
32. Павличенко А. В. Дослідження екологічних наслідків розміщення вугледобувних підприємств у навколишньому середовищі / А. В. Павличенко, А. А Коваленко // Розробка родовищ: Збірник наукових праць, 2014. Т. 8. С. 498-507.
33. Паспорт породного відвалу ДП «Львіввугілля» ВП «Шахта Червоноградська». – Червоноград, 2011. – 5 с.
121. Попович В. В. Фітомеліорація затухаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну / В. В. Попович // Автореф. дис. ... канд. с/г наук: спец. 06.03.01 «Лісові культури та фітомеліорація». Львів, 2011. 22 с.
35. Попович В. В. Характеристика осередків самозаймання породних відвалів вугільних шахт Нововолинського гірничопромислового регіону / В. В. Попович // Наук. вісник Нац. лісотех. ун-ту України: зб. наук.-техн. праць. – 2009. Вип. 19. С. 77-82.
36. Попович В. В., Піндер В. Ф. Горіння териконів як ландшафтно-трансформуючий чинник зростання регіональної екологічної небезпеки. Збірник наукових праць «Пожежна безпека». 2016. №29. С. 116-124.
37. Робочий проект терикону // ДП «Львіввугілля» ВП Шахта «Червоноградська», Червоноград: Державне управління екології та природних ресурсів у Львівській області, 2019. 20 с.
38. Сокальська рада URL: [http://www.sokal-rda.gov.ua/text-heohrafiia\\_pryrodni\\_umovy.html](http://www.sokal-rda.gov.ua/text-heohrafiia_pryrodni_umovy.html)
39. Стасюк І.І. Сокальщина. Природа і господарство / Стасюк І.І. – Л.: ВТНЛ, 1999. – 52 с.

40. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року. URL: [https://www.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP\\_Strategy\\_v06-optimized.pdf](https://www.undp.org/content/dam/ukraine/docs/SDGreports/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf)
41. Терещук О. Вплив відвалів гірничодобувної промисловості на навколишнє середовище Нововолинського гірничопромислового району. Вісник Львівського університету. Сер.: Географічна, 2007. С. 279-285.
42. Технологічний регламент роботи шахти «Червоноградська». – Червоноград, 2010. – 34 с.
43. Флора на землях гірничодобувних підприємств (на прикладі шахт Червоноградського гірничопромислового району) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://biologia/flora\\_na\\_zemljakh\\_girnichodobuvnikh\\_pidpriemstv\\_na\\_prikladi\\_shakht\\_chervonogradskogo\\_girnichopromislovogo\\_rajonu/10-1-0-25627](http://biologia/flora_na_zemljakh_girnichodobuvnikh_pidpriemstv_na_prikladi_shakht_chervonogradskogo_girnichopromislovogo_rajonu/10-1-0-25627)
44. Форум Національної академії державного управління [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.academy.gov.ua/forum/mijnar\\_spivrob/mizhnar\\_proekt/pdf/REOP\\_rezult/Chervonohrad.pdf](http://www.academy.gov.ua/forum/mijnar_spivrob/mizhnar_proekt/pdf/REOP_rezult/Chervonohrad.pdf)
45. Форум: шахта Червоноградська. URL: <http://explorer.lviv.ua/forum/index.php?topic=4324.0>
46. Чухно Ф.І. Стан навколишнього природного середовища Червоноградського гірничо-промислового району та впровадження природоохоронних програм / Ф.І. Чухно, Я.І. Дикий. – Львів: Каменяр, – 2003. – 215 с.
47. Яковенко М.Є. Галузева методика розрахунку кількості забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу вугледобувними підприємствами – П., 2003. 126 с.