МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології
Кафедра екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

**РОМАНЧУК ДІМА ЮРІЙОВИЧ**

# ОЦІНКА ВПЛИВУ КАР'ЄРНОГО ВИДОБУВАННЯ ГАБРО-АНОРТОЗИТІВ НА ДОВКІЛЛЯ (НА ПРИКЛАДІ ТОРЧИНСЬКОГО РОДОВИЩА ЖИТОМИРСЬКОГО РАЙОНУ)

УДК 622.271:504.06

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

101 «Екологія»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавра

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____**Д. Ю. Романчук**
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Науковий керівник:
Піціль А. О.
к.с-г.н., доцент.

Житомир – 2026

# АНОТАЦІЯ

Романчук Д. Ю. Оцінка впливу кар’єрного видобування габро-анортозитів на довкілля (на прикладі Торчинського родовища Житомирського району). – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 101 – екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

У роботі здійснено комплексну оцінку впливу планованої діяльності з кар’єрного видобування габро-анортозитів на навколишнє природне середовище на прикладі Торчинського родовища Житомирського району. Проаналізовано природно-географічні, геологічні та гідрогеологічні умови території, а також технологічні процеси відкритого видобування як джерела техногенного навантаження.

У дослідженні охарактеризовано джерела та обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, виконано порівняльну оцінку середньодобових концентрацій основних забруднювачів із гранично допустимими нормативами. Проведено аналіз водокористування, якості поверхневих вод вище та нижче місця скиду кар’єрних вод, а також впливу розробки родовища на ґрунти й надра. Окрему увагу приділено оцінці шумового навантаження та відповідності прогнозованих рівнів звуку санітарним нормам.

За результатами дослідження встановлено, що прогнозовані показники впливу на атмосферне повітря, водні ресурси та акустичний режим не перевищують встановлених нормативних значень за умови дотримання проєктних рішень і природоохоронних заходів. Обґрунтовано комплекс заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу кар’єрного видобування на довкілля та забезпечення екологічної безпеки планованої діяльності.

**Ключові слова:** кар’єрний видобуток, габро-анортозити, оцінка впливу на довкілля, атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти та надра, шумове навантаження, відходи виробництва, екологічна безпека, рекультивація земель.

## SUMMARY

Romanchuk D. Y. Assessment of the Environmental Impact of Open-Pit Mining of Gabbro-Anorthosites (a Case Study of the Torchynske Deposit, Zhytomyr District)– Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for the bachelor in ecology in specialty 101 Ecology. – Polissya National University, Zhytomyr, 2026.

The study presents a comprehensive assessment of the environmental impact of planned open-pit mining of gabbro-anorthosites using the Torchynske deposit in Zhytomyr district as a case study. The natural, geological, hydrogeological, and technological conditions of the deposit were analyzed, and the main sources of technogenic impact associated with quarry mining were identified.

The research evaluates the composition and volumes of atmospheric pollutant emissions and provides a comparative analysis of average daily concentrations of major pollutants against established environmental standards. Water use characteristics, including abstraction, utilization, and discharge of quarry waters, were assessed, along with changes in surface water quality upstream and downstream of the discharge point. Particular attention was given to the assessment of soil and subsoil disturbance caused by open-pit mining operations. In addition, the study analyzes noise pollution generated by mining equipment and evaluates its compliance with sanitary regulations.

The results indicate that the predicted impacts on atmospheric air, water resources, soils, and the acoustic environment do not exceed regulatory limits provided that the project design solutions and environmental protection measures are properly implemented. A set of mitigation measures aimed at reducing negative environmental effects and ensuring environmental safety of quarry mining activities is substantiated.

The findings of this study can be used in environmental impact assessment documentation, environmental justification of mineral extraction projects, and in the educational process for environmental science programs.

**Keywords:** open-pit mining, gabbro-anorthosites, environmental impact assessment, atmospheric air, water resources, soils and subsoil, noise pollution, mining waste, environmental safety, land reclamation.

**ЗМІСТ**

**ВСТУП** 6

**РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ** 9

**РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРИТОРІЇ, ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ** 14

2.1. Опис місця провадження планової діяльності 14

2.2. Опис характеристик діяльності протягом виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності 16

2.3. Технологічні особливості розробки родовища та організація гірничих робіт 17

**РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ КАР'ЄРНОГО ВИДОБУВАННЯ ГАБРО-АНОРТОЗИТІВ НА ДОВКІЛЛЯ** 21

3.1. Аналіз утворення відходів та екологічна оцінка поводження з ними при розробці Торчинського родовища габро-анортозитів 21

3.2. Оцінка впливу кар'єрного видобування габро-анортозитів на водне середовище 24

3.3. Оцінка за видами та кількістю очікуваного забруднення атмосферного повітря 28

3.4. Аналіз шумового впливу при розробці Торчинського родовища 35

3.5. Оцінка за видами та кількістю очікуваного забруднення ґрунтів та надр 36

**ВИСНОВКИ** 39

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ** 41

# ВСТУП

**Актуальність теми дослідження**. В умовах зростання потреби у мінерально-сировинних ресурсах та активного розвитку будівельної галузі відкритий спосіб видобування корисних копалин залишається одним із найбільш поширених і економічно доцільних. Разом з тим кар'єрна розробка родовищ супроводжується комплексним техногенним впливом на навколишнє природне середовище, зокрема на атмосферне повітря, ґрунти, надра, водні ресурси та акустичний режим прилеглих територій.

Розробка Торчинського родовища габро-анортозитів пов'язана з утворенням викидів забруднюючих речовин від численних стаціонарних і пересувних джерел, формуванням значних обсягів відходів розкривних порід, порушенням ґрунтового покриву та геологічної будови території, а також із впливом шуму та вібрації на довкілля і населення. Навіть за відсутності перевищень гранично допустимих нормативів, сукупна дія цих чинників потребує детального аналізу, наукового обґрунтування та прогнозування можливих екологічних наслідків.

У зв'язку з цим актуальним є проведення комплексної оцінки впливу планованої діяльності з розробки Торчинського родовища на стан навколишнього природного середовища з урахуванням кількісних показників викидів, рівнів шумового навантаження, характеристик водокористування та впливу на ґрунти і надра, а також обґрунтування заходів щодо мінімізації негативного впливу.

**Об'єкт досліджень** – є процеси техногенного впливу на навколишнє природне середовище, що виникають у результаті кар'єрної розробки корисних копалин.

**Предмет досліджень** – є вплив планованої діяльності з розробки Торчинського родовища на атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти, надра та акустичний стан території з урахуванням кількісних показників викидів, скидів і рівнів шуму.

**Мета досліджень** – є комплексна оцінка впливу планованої діяльності з розробки Торчинського родовища на навколишнє природне середовище та

визначення відповідності прогнозованих екологічних показників чинним нормативним вимогам.

**Методи дослідження.**

У роботі використано комплекс загальнонаукових та спеціальних методів дослідження, зокрема: аналіз і узагальнення літературних та нормативно-правових джерел, розрахункові методи оцінки викидів забруднюючих речовин, методи екологічного та санітарного нормування, порівняльний аналіз, графічні методи візуалізації результатів, а також метод прогнозної оцінки впливу на довкілля.

**Основні завдання:**

– проаналізувати природно-географічні та геолого-структурні умови розташування Торчинського родовища;

– охарактеризувати технологічні процеси кар’єрного видобування як джерела техногенного навантаження;

– визначити склад, обсяги та структуру викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

– оцінити рівні середньодобових концентрацій основних забруднюючих речовин у порівнянні з нормативними значеннями;

– проаналізувати водокористування та вплив скиду кар’єрних вод на якість поверхневих вод;

– оцінити вплив планованої діяльності на ґрунти та надра;

– визначити рівні шумового навантаження та їх відповідність санітарним нормам.

**Практичне значення.** Отримані результати можуть бути використані при підготовці матеріалів оцінки впливу на довкілля, екологічному обґрунтуванні проєктів кар’єрної розробки, а також у навчальному процесі під час вивчення дисциплін екологічного та природоохоронного спрямування.

**Апробація результатів дослідження:**

1. Степанюк О. П., Романчук Д. Ю., Піціль А. О. Оцінка джерел водопостачання населення м. Житомира за показниками мікробіологічного

забруднення води // Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки : збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти, м. Рівне, 8–9 травня 2025 року. Рівне : Національний університет водного господарства та природокористування, 2025. С. 299-301 [41].

Романчук Д. Ю. Раціональне використання та охорона земельних ресурсів територіальних громад у контексті сталого розвитку та післявоєнного відновлення (на прикладі гірничодобувних територій) // Управління та раціональне використання земельних ресурсів в територіальних громадах у повоєнний період : матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції, 05 березня 2026 року. Херсон : Херсонський державний аграрно-економічний університет, 2026. С. 255-257 [42].

Структура та обсяг роботи: кваліфікаційна робота включає 44 сторінки друкованого тексту, 15 рисунків та 42 джерела літератури.

# РОЗДІЛ 1
# ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

У наукових і прикладних джерелах атмосферне повітря визначається як один із найбільш чутливих компонентів довкілля до відкритих гірничих робіт. Основними видами впливу є пилове забруднення (зважені частинки різної дисперсності) та газоподібні викиди від спалювання палива мобільною і стаціонарною технікою [1–4]. Галузеві рекомендації Групи Світового банку (IFC EHS) для видобування сировини для будівельних матеріалів підкреслюють, що найбільша частка пилу часто формується неорганізованими джерелами: кар'єрні дороги, фронт робіт, перевантаження матеріалу, відвали та відкриті склади [4].

Окремий пласт літератури присвячений пилу на ґрунтових/щебеневих дорогах. Огляд з проблеми пилопригнічення на неукріплених дорогах систематизує механізми утворення пилу та показує ефективність зрошення, гігроскопічних солей, полімерних і органічних в'яжучих матеріалів, а також організаційних заходів (обмеження швидкості, оптимізація руху) [5]. Для кар'єрних умов такі заходи мають подвійний ефект: зменшення концентрацій пилу в приземному шарі та зниження вторинного запилення від транспорту [5, 6]. Дослідження з контролю пилу на кар'єрних дорогах додатково підтверджують, що швидкість руху, вітрові умови та якість покриття є ключовими факторами пиловиділення [6].

Газоподібні викиди від кар'єрної техніки зазвичай представлені оксидами азоту, оксидом вуглецю та продуктами неповного згоряння, а також $CO_2$ як основним парниковим газом [4]. В українській практиці екологічна оцінка таких впливів спирається на вимоги до охорони атмосферного повітря населених місць, визначені державними санітарними правилами, які використовуються як базова нормативна рамка під час обґрунтування допустимості розміщення та режимів роботи потенційних джерел забруднення [7].

Водний компонент впливу кар'єрів найчастіше описується через три взаємопов'язані механізми: (1) водозабір і споживання води на технологічні потреби (пилопригнічення, господарсько-побутові процеси), (2) водовідлив і скид

кар’єрних/дренажних вод, (3) зміни гідрологічного режиму (перерозподіл поверхневого стоку, формування локальних понижень, підтоплення/осушення) [3, 4, 8]. В IFC EHS окремо наголошено на потребі керування поверхневим стоком через водовідвідні канави, відстійники та контроль мутності/завислих речовин у місцях скиду, оскільки саме твердий стік є одним із найтиповіших водних впливів для кар’єрів [4, 41].

Емпіричні дослідження для кар’єрів і видобування агрегатів демонструють, що у водних об’єктах поруч із зонами видобування часто фіксують зростання показників мутності та концентрацій зважених частинок, тоді як зміни pH і мінералізації можуть бути менш вираженими та залежать від геохімії порід [9, 10]. Для гідрогеологічного блоку важливі роботи, які аналізують наслідки кар’єрів для рівнів ґрунтових вод, турбідності у свердловинах, переривання підземних шляхів водообміну та інші ефекти водовідливу [11].

На рівні санітарного нормування в Україні широко використовуються гігієнічні вимоги до якості питної води (ДСанПіН 2.2.4-171-10), які задають орієнтири для оцінювання потенційних ризиків для населення в контексті якості води, особливо якщо кар’єр розміщений у зоні водозаборів або поруч із джерелами водопостачання [12].

Для кар’єрного видобування ключовими наслідками є механічне порушення ґрунтового покриву, зняття ґрунтово-рослинного шару, ущільнення та руйнування структури ґрунтів, а також формування техногенного рельєфу (виїмка, уступи, внутрішні/зовнішні відвали) [3, 4, 13]. Системні огляди екологічних впливів у добувному секторі підкреслюють, що трансформація ландшафтів і фрагментація біотопів є серед найбільш “стійких” впливів у часі, тому їх потрібно прогнозувати й компенсувати через планування рекультивації ще на етапі проєктування [1, 3].

Для кар’єрів будматеріалів рекомендованими заходами є селективне зняття та окреме складування родючого шару, мінімізація площі порушення, керування ерозією відвалів, укріплення укосів, а також організація поверхневого водовідведення з метою зменшення змиву дрібних фракцій [4]. У сучасних публікаціях також виділяють підхід “відновлення функцій екосистеми”, коли

метою є не лише геометричне планування поверхні, а формування стійких ґрунтово-рослинних комплексів, сумісних із природними умовами регіону [14, 15].

Для кар’єрів кам’яної сировини характерним є домінування інертних відходів (розкривні породи, некондиційний камінь, відсів), які визначають площі відвалів і ландшафтні зміни. Водночас екологічно значущими є локальні небезпечні потоки, що виникають під час експлуатації техніки: відпрацьовані мастила, фільтри, промаслене ганчір’я, тара з-під ПММ тощо [4]. IFC EHS підкреслює необхідність роздільного збирання, тимчасового зберігання на майданчиках із твердим покриттям і передання таких відходів ліцензованим операторам [4].

Окремо виділяють проблему відходів каменепереробки (шлам/суспензії, дрібнодисперсний пил), що є актуальним для сектору “dimension stone”. Сучасні дослідження аналізують склад і властивості шламів на різних стадіях обробки каменю та пропонують підходи до їх повторного використання як вторинної сировини, зменшуючи обсяг захоронення та ризики пиління при висиханні [16–18]. Такі підходи узгоджуються із загальною логікою циркулярної економіки та ресурсоефективності в добувному секторі [18–20].

Нормативна рамка управління відходами в Україні істотно оновилася із набранням чинності Законом України «Про управління відходами», який замінив попередній закон «Про відходи» та змінив підходи до класифікації й обліку відходів, що є важливим для актуального оформлення матеріалів ОВД та екологічної документації підприємств [21, 42].

Шумове навантаження є типовим супутнім фактором кар’єрів через роботу бурового обладнання, компресорів, навантажувачів, екскаваторів і автотранспорту. Міжнародні рекомендації (IFC EHS) розглядають шум як фактор, що потребує інженерних (екрани, вали, кожухи, глушники) та організаційних рішень (режими роботи, обмеження руху, планування логістики), особливо поблизу житлової забудови [4]. Паралельно ВООЗ у настановах щодо екологічного шуму систематизує докази впливу шуму на здоров’я і підкреслює

важливість профілактики шумового навантаження як елемента охорони громадського здоров’я [22, 23].

В українській практиці допустимі рівні шуму в житлових і громадських будівлях та на території житлової забудови регламентуються наказом МОЗ №463 (2019), що є базовим документом для порівняння розрахованих/виміряних рівнів шуму при оцінці впливів кар’єрів [24].

Рекультивація розглядається як ключовий інструмент зменшення довгострокових наслідків кар’єрного видобування. У сучасних працях наголошують, що ефективність рекультивації залежить від поєднання технічного етапу (планування поверхні, стійкість укосів, водовідведення) та біологічного етапу (формування ґрунтового шару, підбір видів рослин, відновлення екосистемних функцій) [14, 15, 25]. Для кар’єрів із можливим затопленням або формуванням водойм важливими є підходи контролю якості води, стабільності берегів і взаємодії ґрунтових вод із насипними матеріалами, зокрема при зворотному засипанні/бекфілінгу [26].

Окремий сучасний тренд – застосування дистанційного моніторингу та БПЛА для контролю відновлення територій: оцінювання стабільності бортів, динаміки ерозії, підтоплення, успішності озеленення, а також виявлення зон ризику. Оглядові статті та приклади з практики демонструють ефективність дронів і комбінованих даних (UAV + супутники) для оперативного екологічного моніторингу на відпрацьованих кар’єрах [27–29].

Методологічна основа оцінки впливу на довкілля базується на законодавчо визначених процедурах та вимогах до обґрунтування, альтернатив, прогнозу впливів і заходів з пом’якшення. В Україні правові та організаційні засади ОВД визначає Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» [30].

У ЄС аналогічну роль відіграє Директива 2011/92/EU (із змінами), яка закріплює принцип попередньої оцінки проєктів, що можуть мати значний вплив на довкілля, та вимоги до змісту оцінки і участі громадськості [31, 32].

У джерелах послідовно підкреслюється, що для кар’єрного видобування кам’яної сировини визначальними є впливи на повітря (пил/викиди), воду

(стік/завислі речовини/водовідлив), ґрунти й ландшафти (порушення/відвали/ерозія), а також шум і відходи. Результативність екологічної політики підприємства найбільше залежить від впровадження пилопригнічення, керування стоком, належного поводження з ПММ і небезпечними відходами, дотримання шумових нормативів, та від якісно спроєктованої рекультивації з подальшим моніторингом [4, 14, 27, 42].

# РОЗДІЛ 2
# ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРИТОРІЇ, ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

## 2.1. Опис місця провадження планової діяльності

Торчинське родовище габро-анортозитів розташоване в межах Коростишівського району Житомирської області, за 0,4 км на захід від села Торчин. Загальна площа родовища в межах ліцензійної ділянки становить 3,8 га. Територія дослідження характеризується відносно високою щільністю заселення та сформованою транспортною інфраструктурою, що зумовлює підвищену екологічну чутливість до техногенного навантаження.

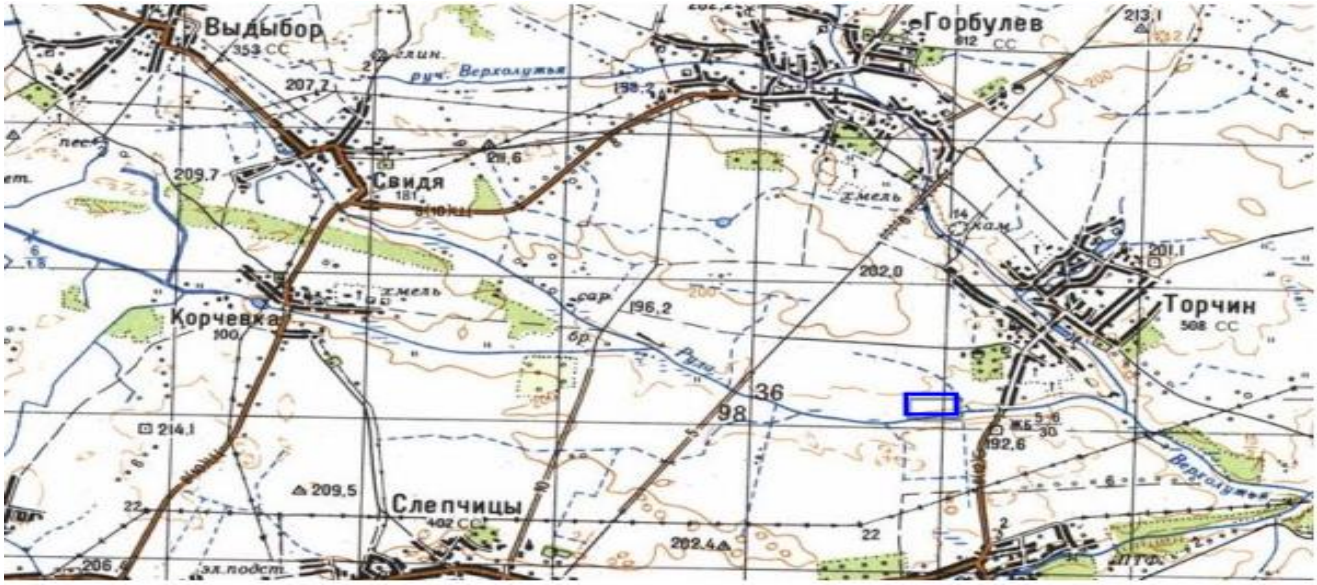
Найближча залізнична станція Коростишів розташована на відстані близько 20 км на південний схід від родовища. Районний центр – місто Коростишів – з'єднаний з родовищем автомобільною дорогою місцевого значення та знаходиться на відстані 29 км від міста Житомир. В економічній структурі району переважає сільськогосподарське виробництво, однак важливу роль також відіграє видобування будівельного та облицювального каменю, що формує осередки локального промислового навантаження на довкілля.

Населені пункти регіону з'єднані між собою переважно ґрунтовими дорогами, частково асфальтованими, та забезпечені електроенергією від місцевих енергосистем. Такий рівень інфраструктурного розвитку створює умови для поширення техногенного впливу кар'єрних робіт за межі безпосередньої виробничої території.

У геоморфологічному відношенні родовище приурочене до південної частини Західноукраїнського Полісся, представленого низовинною рівниною зі слабко розчленованим рельєфом. Поверхня території є горбистою, з підвищеннями висотою 2–5 м, на яких спостерігаються корінні виходи габро-анортозитів. Болота залягають на 2–6 м нижче рівня прилеглих рівнин, що свідчить про локальну неоднорідність гідрологічних умов.

Рельєф району належить до області поширення зандрових рівнин Полісся та має незначний ухил у північному напрямку. Абсолютні відмітки денної поверхні коливаються в межах від +204,5 м у північно-західній частині до +206,8 м у

центральній частині родовища. Гідрографічна мережа території належить до басейну річки Бистріївка, що обумовлює потенційну вразливість поверхневих і підземних вод до впливу кар'єрного водовідливу.




- контур Торчинського родовища




**Умовні позначення:**

- межа земельного відводу;
- житлова забудова
- ставок-відстійник з водовідвідною канавою
- місце скиду кар'єрних вод в струмок Руда
- межі санітарно-захисної зони
- межі депресійної воронки кар'єра ТОВ «ТД Комета»

Рис1. Ситуаційний план Торчинського родовища.

## 2.2. Опис характеристик діяльності протягом виконання підготовчих і будівельних робіт та провадження планованої діяльності

Розробка Торчинського родовища габро-анортозитів здійснюється ТОВ «ТД Комета», яке спеціалізується на добуванні декоративного та будівельного каменю відкритим способом. Основною корисною копалиною родовища є незмінені процесами вивітрювання габро-анортозити, придатні для виготовлення облицювальних виробів, що за своїми фізико-механічними показниками відповідають вимогам чинних нормативних документів у сфері використання природного каменю.

Супутніми корисними копалинами при видобуванні блоків є скельні розкривні породи та окіл, які можуть перероблятися на щебінь або використовуватися як бутовий камінь. Такий підхід дозволяє частково зменшити обсяги відходів гірничих робіт, однак водночас супроводжується формуванням значного техногенного навантаження на ландшафт і ґрунтовий покрив території.

Геологічна вивченість родовища забезпечена результатами детальної розвідки, виконаної у 1979–1985 роках Правобережною геологорозвідувальною експедицією ПГО «Північукргеологія». За результатами проведених робіт затверджено промислові запаси габро-анортозитів, придатних для видобування блоків, у кількості 272,8 тис. м³, зокрема за категоріями А – 110,2 тис. м³ та В – 162,6 тис. м³. У 1988 році було виконано перерахунок запасів, у результаті якого їх обсяг збільшено до 767 тис. м³, що свідчить про високий ресурсний потенціал родовища.

Право користування надрами надано ТОВ «ТД Комета» відповідно до спеціального дозволу №1839 від 19 квітня 1999 року з терміном дії до 08 лютого 2037 року. Ліцензійна площа становить 3,8 га, площа гірничого відводу – 4,64 га, а загальна площа орендованої земельної ділянки – 6,5618 га. Землі належать до категорії земель промисловості, транспорту, зв’язку, енергетики та іншого призначення, що визначає специфіку їх подальшого використання та рекультивації.

На території родовища розміщені кар’єр, відвали скельних порід, виробничі та побутові споруди тимчасового типу, адміністративні будівлі, лінії електропередач і очисні споруди кар’єрних вод. Режим роботи кар’єру передбачає сезонне виконання розкривних робіт протягом 160 днів на рік та здійснення видобувних робіт протягом обмеженого періоду, що обумовлює нерівномірний розподіл техногенного навантаження на довкілля впродовж року.

Запаси корисної копалини, затверджені протоколом ДКЗ України від 08.02.2017 р., становлять 368,8 тис. м³ незмінених габро-анортозитів категорій А і В, а також 7,0 тис. м³ порушених вивітрюванням порід. Мінімальний промисловий вихід товарних блоків із гірничої маси складає 19,11 %, що свідчить про значну частку відходів при видобуванні.

### 2.3. Технологічні особливості розробки родовища та організація гірничих робіт

Розробка Торчинського родовища габро-анортозитів здійснюється відкритим способом з урахуванням гірничо-геологічних умов залягання корисної копалини, її фізико-механічних властивостей, потужності розкривних порід, а також технологічних особливостей видобування блочного каменю. В основу прийнято транспортну систему розробки з зовнішнім розташуванням відвалів розкривних порід, що є типовим рішенням для кар’єрів даного типу, проте водночас зумовлює формування суттєвого техногенного навантаження на земельні ресурси та рельєф території.

Технологічна схема гірничих робіт передбачає видобування товарних блоків за одно- або двостадійною схемою, вибір якої визначається характером тріщинуватості гірського масиву. При одностадійній схемі відділення блоків здійснюється безпосередньо у вибої, тоді як при двостадійній – відбувається попереднє відокремлення монолітів від масиву з подальшим їх перевертанням на підошву уступу та розділенням на блоки необхідних розмірів.

Висота видобувного уступу становить 6,0 м, підступу – 3,0 м, що зумовлено геологічною будовою родовища та ступенем тріщинуватості гірських порід. Для екскавації розкривних порід застосовуються гідравлічні екскаватори з місткістю

ковша 1,5–2,0 м³, а транспортування порід у відвали здійснюється автосамоскидами вантажопідйомністю до 12 т.

Відокремлення монолітів від масиву гірських порід здійснюється алмазно-канатними машинами з попереднім бурінням вертикальних і горизонтальних свердловин. Буріння шпурів малого діаметра виконується ручними пневматичними перфораторами, а забезпечення бурового обладнання стисненим повітрям – компресорними установками. Для завалення монолітів та їх переміщення в межах кар'єру використовується фронтальний колісний навантажувач, а вертикальне транспортування блоків здійснюється гусеничним дизельним краном вантажопідйомністю до 26 т. Розділення монолітів на блоки проводиться із застосуванням невибухових руйнівних засобів та металевих клинів, що дозволяє істотно знизити рівень вібраційного та сейсмічного впливу на довкілля.

До пухких розкривних порід родовища належать ґрунтово-рослинний шар потужністю близько 0,5 м, піщано-глинисті відклади потужністю до 7,0 м та кора вивітрювання кристалічних порід потужністю близько 0,7 м. Середня потужність розкривних порід становить 8,2 м. Їх розробка здійснюється екскаваторним методом з випередженням робіт по корисній копалині на 3–4 місяці. Ґрунтово-рослинний шар знімається селективно та складується в окремий відвал-кагат з метою подальшого використання при рекультивації порушених земель.

Частина пухких розкривних порід використовується для планування кар'єрних і під'їзних доріг, промислового майданчика та формування породного валика по периметру гірничої виробки. Скельні розкривні породи у разі значної потужності потребують попереднього розпушення, яке здійснюється із застосуванням невибухових технологій, що сприяє зменшенню інтенсивності негативного впливу на атмосферне повітря та геологічне середовище.

Корисна копалина на родовищі представлена незміненими вивітрюванням габро-анортозитами потужністю від 0,1 до 36,1 м, а також порушеними вивітрюванням породами потужністю до 3,0 м, які розробляються спільно з

основною корисною копалиною. Розробка родовища здійснюється п’ятьма видобувними уступами з поетапним просуванням гірничих робіт.

Режим роботи кар’єру по видобуванню корисної копалини становить 260 робочих днів на рік при п’ятиденному робочому тижні та одній восьмигодинній зміні. Розкривні роботи мають сезонний характер і виконуються протягом 160 днів на рік, що зумовлює нерівномірність техногенного навантаження на компоненти довкілля впродовж року.

Річна виробнича потужність кар’єру становить:

– по гірничій масі – 15,0 тис. м³;

– по товарних блоках – 3,5 тис. м³;

– по відходах від видобування блоків (окіл) – 11,5 тис. м³;

– по пухкому розкриву – 10,0 тис. м³.

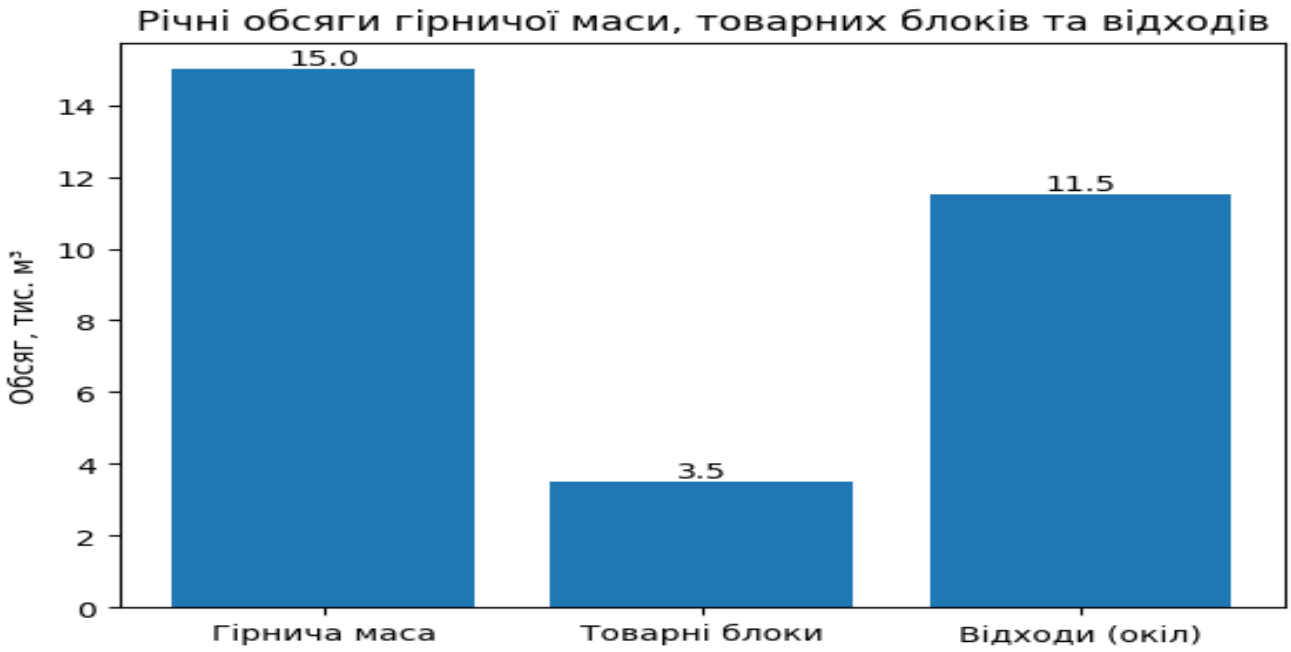



Рис. 2. Річні обсяги гірничої маси, товарних блоків та відходів»)

Аналіз співвідношення обсягів гірничої маси, товарної продукції та відходів свідчить про переважання відходів у структурі видобування, що є характерною особливістю кар’єрної розробки блочного каменю та зумовлює значне навантаження на земельні ресурси і ландшафт.




Рис. 3. Структура використання гірничої маси, %

Технологія розробки Торчинського родовища характеризується високою часткою відходів відносно обсягу товарної продукції, що призводить до істотного порушення земельних ресурсів і трансформації ландшафтної структури території. Водночас застосування невибухових методів руйнування порід та селективне зняття ґрунтово-рослинного шару створюють передумови для зниження інтенсивності негативного впливу на довкілля й підвищення ефективності рекультивації кар’єру після завершення гірничих робіт.

# РОЗДІЛ 3
# ОЦІНКА ВПЛИВІВ ПЛАНОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА НАВКОЛИШНЄ ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

## 3.1. Аналіз утворення відходів та екологічна оцінка поводження з ними при розробці Торчинського родовища габро-анортозитів

Кар’єрний видобуток габро-анортозитів на Торчинському родовищі супроводжується утворенням значних обсягів відходів, що є невід’ємною складовою відкритого способу розробки родовищ будівельного та облицювального каменю. Формування відходів відбувається на всіх етапах виробничого процесу – від зняття розкривних порід і відокремлення монолітів до експлуатації кар’єрної техніки, її технічного обслуговування та функціонування допоміжної інфраструктури. Саме обсяги, структура та характер цих відходів визначають масштаб і тривалість техногенного впливу кар’єру на компоненти довкілля.

Кількісний аналіз показує, що у структурі відходів абсолютну домінуючу частку становлять гірничі відходи, які за своїми властивостями належать до IV класу небезпеки. Річний обсяг відходів від видобування блоків (окіл) сягає близько 34,96 тис. т, а обсяг розкривних порід, що утворюються під час підготовки та ведення гірничих робіт, становить приблизно 28,0 тис. т на рік. Саме ці відходи формують основне порушення земельних ресурсів, зумовлюючи вилучення значних площ із природного та господарського використання, зміну рельєфу й формування відвальних масивів.

Попри те, що гірничі відходи не містять токсичних компонентів, їх екологічний вплив проявляється через фізичне порушення ґрунтового покриву, ущільнення порід, трансформацію ландшафту та зміну природних умов поверхневого стоку. Крім того, відкриті поверхні відвалів і кар’єрних уступів є потенційними джерелами вторинного пилового забруднення атмосферного повітря, особливо в посушливі періоди року.

Окрім масових гірничих відходів, у процесі діяльності підприємства утворюються небезпечні відходи I–III класів небезпеки, пов’язані переважно з

експлуатацією та обслуговуванням кар’єрної техніки. До них належать відпрацьовані акумуляторні батареї, люмінесцентні лампи, мастильні матеріали, фільтри, промаслені обтиральні матеріали, а також зношені шини. Їх сумарні річні обсяги є незначними у порівнянні з гірничими відходами, проте вони характеризуються підвищеним екологічним ризиком.

Зокрема, обсяг відпрацьованих моторних і трансмісійних масел становить близько 0,97 т/рік, а гідравлічних масел – 1,62 т/рік. Відпрацьовані фільтрувальні матеріали та промаслене ганчір’я утворюються в кількостях 0,034 т/рік і 0,04 т/рік відповідно. Обсяг зношених шин сягає 0,669 т/рік, тоді як відпрацьовані акумуляторні батареї становлять 0,112 т/рік. Такі відходи за відсутності належного контролю можуть призводити до локального забруднення ґрунтів і ґрунтових вод нафтопродуктами та важкими металами.

Окрему групу становлять комунальні та допоміжні відходи, пов’язані з перебуванням персоналу на території кар’єру та функціонуванням виробничих приміщень. Річний обсяг змішаних побутових відходів складає близько 2,3 т, тоді як інші малотоннажні відходи (відходи очищення води, абразивні матеріали, текстильні вироби) утворюються у кількостях, що не мають визначального впливу на загальну екологічну ситуацію, але потребують системного обліку та контрольованого поводження.

Аналіз структури утворення відходів свідчить, що понад 99 % їх загального обсягу припадає на гірничі відходи IV класу небезпеки, тоді як частка небезпечних відходів I–III класів не перевищує 1 %. Водночас саме небезпечні відходи формують локальні екологічні ризики, пов’язані з можливим хімічним забрудненням, тоді як гірничі відходи визначають масштаб просторового порушення території.

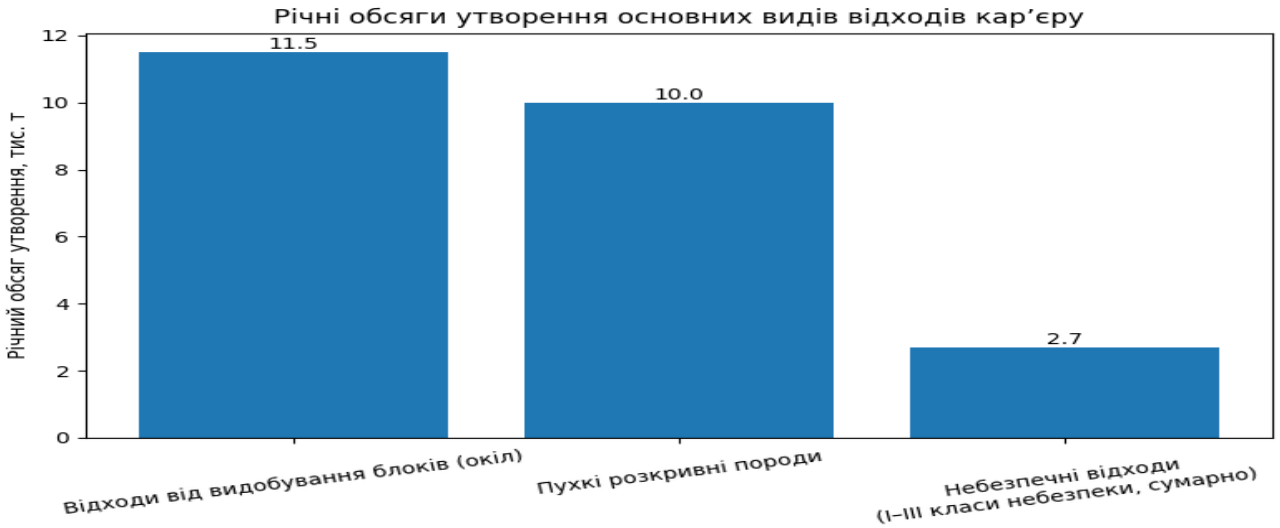



Рис.4. Річні обсяги основних видів відходів кар'єру

Значну екологічну роль відіграє поводження з ґрунтово-рослинним шаром, який знімається селективно та накопичується для подальшого використання при рекультивації. Загальний обсяг ґрунтово-рослинного шару, придатного для рекультиваційних робіт, становить близько 13 тис. м³, що створює реальні передумови для відновлення порушених земель після завершення гірничих робіт.

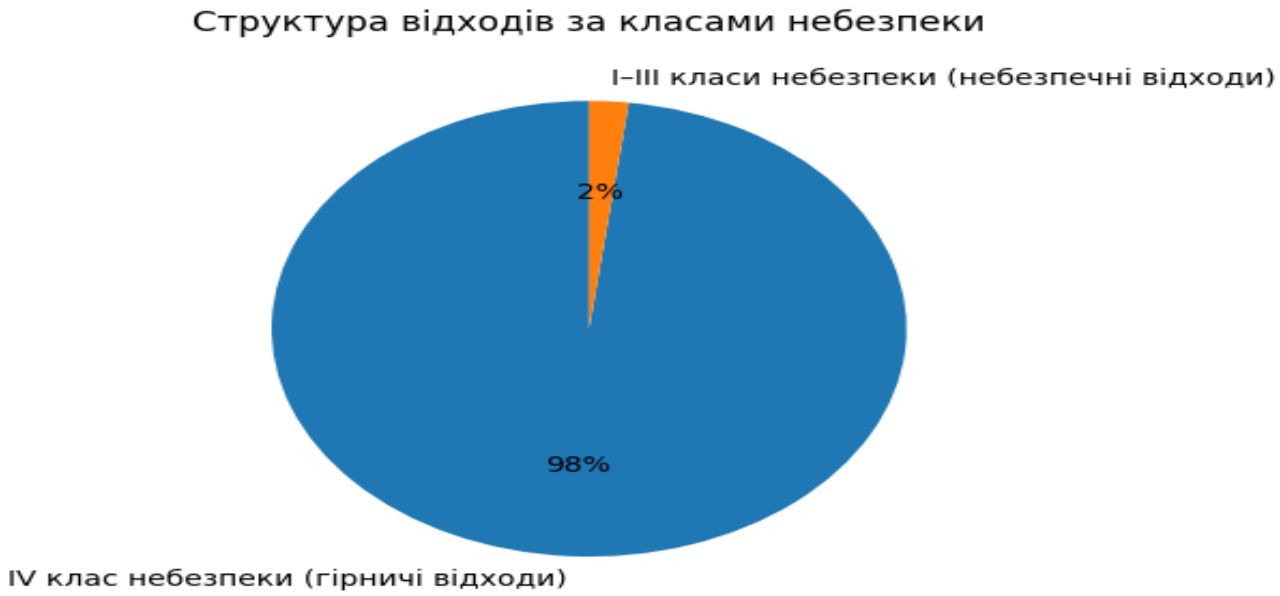



Рис.5. Структура відходів за класами небезпеки

Для наочного відображення масштабів утворення основних видів відходів доцільно застосувати стовпчасту діаграму, яка дозволяє порівняти обсяги гірничих і небезпечних відходів та підкреслити диспропорцію між товарною продукцією і відходами.

Таким чином, екологічна оцінка утворення відходів при розробці Торчинського родовища свідчить, що основний негативний вплив на довкілля зумовлений значними обсягами гірничих відходів, які визначають масштаби порушення земельних ресурсів і трансформації ландшафту. Небезпечні відходи утворюються у відносно малих кількостях, проте потребують суворого дотримання вимог екологічної безпеки через ризик локального забруднення. Наявність достатнього обсягу ґрунтово-рослинного шару та можливість часткового використання розкривних порід створюють передумови для ефективної рекультивації і зменшення довгострокового техногенного навантаження на навколишнє природне середовище.

### 3.2. Оцінка впливу кар’єрного видобування габро-анортозитів на водне середовище

Техногенний вплив на водне середовище при розробці Торчинського родовища габро-анортозитів проявляється з початком ведення відкритих гірничих робіт і пов’язаний із формуванням кар’єрних вод, зміною природних умов дренування, а також організацією водовідведення та водокористування. Гідрологічні та гідрогеологічні умови території визначають характер цього впливу та його просторове поширення.

Торчинське родовище розташоване в межах Житомирського Полісся і належить до басейну річки Бистрівка. Поверхнева гідрографічна мережа представлена малими водотоками, зокрема струмком Руда, який має довжину близько 12 км, ширину в межах 5–8 м та середню глибину до 1,5 м. Найкоротша відстань від меж родовища до струмка становить близько 26 м, що зумовлює підвищену чутливість водного середовища до техногенного навантаження.

Гідрогеологічні умови родовища загалом є сприятливими для розробки відкритим способом. Водовмісні горизонти представлені сучасними алювіальними відкладами, алювіально-льодовиковими товщами, відкладами полтавської світи, а також тріщинуватою зоною кристалічних порід і продуктів їх вивітрювання. Глибина залягання ґрунтових вод змінюється в межах від 0 до 4,5

м, що обумовлює необхідність постійного водовідливу з кар’єру в період активних гірничих робіт.

Хімічний склад підземних і поверхневих вод у межах району родовища характеризується гідрокарбонатно-кальцієвим та кальцієво-магнієвим типом. Мінералізація вод коливається від 0,01 до 2,6 г/дм³ залежно від водоносного горизонту. Води переважно є прісними, без напірних властивостей, що знижує ризик глибинного поширення забруднення, проте підвищує ймовірність локального впливу в межах поверхневих водотоків.

Сумарний водоприток до проектного кар’єру на прикінцевий період його розробки становить від 373,5 до 428,9 м³/добу, що обумовлює необхідність організації системи відведення та очищення кар’єрних вод. Кар’єрні води передбачається використовувати для технічних потреб підприємства та складувати в спеціально облаштованому ставку-відстійнику, розташованому південніше гірничої виробки. Після очищення вода відводиться у струмок Руда, який є притокою річки Бистрівка.

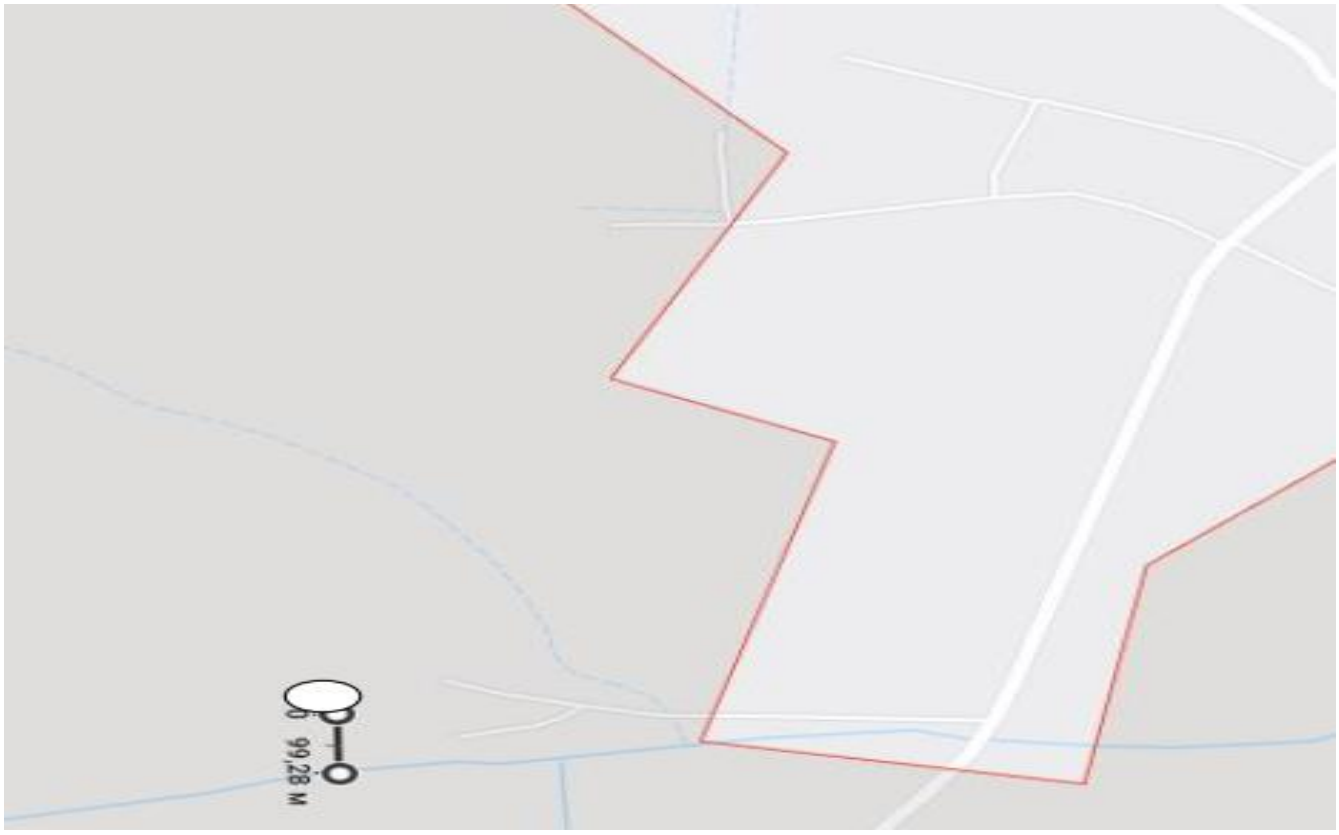



Рис. 6. Схема розташування кар’єру, ставка-відстійника та місця скиду очищених кар’єрних вод)

На схемі доцільно показати просторовий зв’язок між кар’єром, ставком-відстійником та поверхневим водним об’єктом, що дозволяє оцінити потенційні зони впливу.

Очищення кар’єрних вод здійснюється поетапно. На першому етапі відбувається відстоювання води безпосередньо в кар’єрі, що забезпечує зниження вмісту завислих речовин до 90 %. Надалі вода насосним обладнанням подається до ставка-відстійника, де відбувається додаткове очищення від завислих речовин і нафтопродуктів. Ефективність очищення у ставку-відстійнику становить до 85 % для завислих речовин і до 80 % для нафтопродуктів, що дозволяє досягати концентрацій, безпечних для скиду у поверхневі водні об’єкти.

Кар’єрні води використовуються переважно безповоротно. Їх обсяги залежать від фактичної водонасиченості порід та інтенсивності атмосферних опадів. Згідно з нормативними розрахунками, загальний забір води становить 430,5 м³/добу, або 151,2 тис. м³/рік, з яких основна частка формується за рахунок кар’єрного водовідливу. Використання води на власні потреби підприємства складає 44,8 м³/добу, або 12,4 тис. м³/рік, що включає виробничі та санітарно-гігієнічні потреби.

Скидання зворотних вод після очищення становить 388,0 м³/добу, або 139,7 тис. м³/рік, з яких переважна частина надходить у поверхневий водний об’єкт – струмок Руда. Незначна частка вод використовується повторно або втрачається в процесі фільтрації та випаровування.

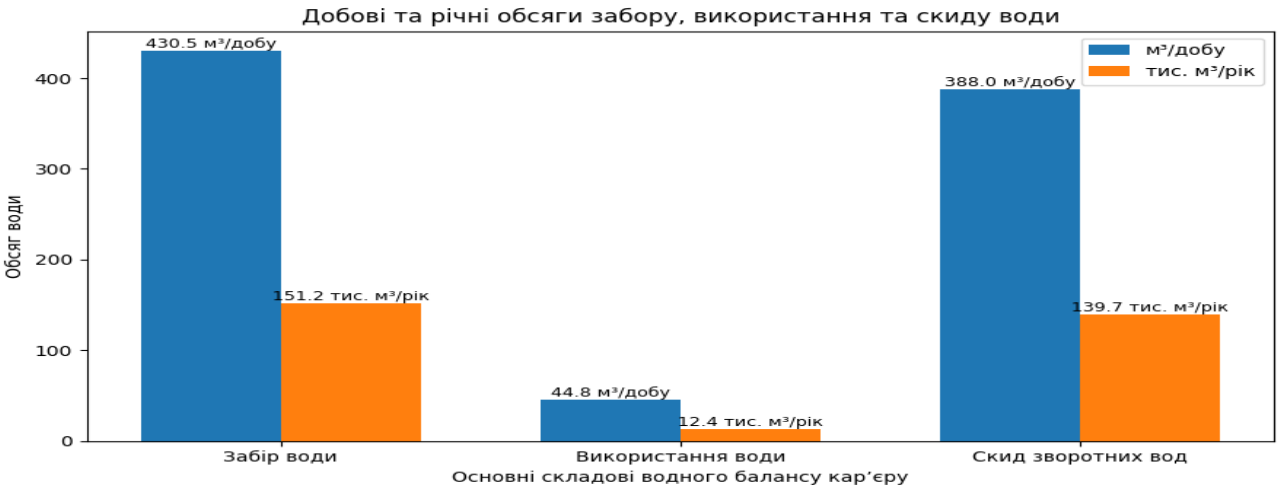



Рис. 7. Добові та річні обсяги забору, використання та скиду води

Діаграма дозволяє наочно порівняти обсяги забору води, її використання на власні потреби та скиду очищених кар'єрних вод у поверхневі водні об'єкти.

Якісний склад кар'єрних і поверхневих вод оцінювався за результатами лабораторних досліджень проб, відібраних у межах кар'єру, а також вище та нижче місця скиду очищених вод у струмок Руда. Результати аналізів свідчать, що значення показників pH, вмісту нітратів, нітритів, амонійного азоту, хлоридів, сульфатів та важких металів перебувають у межах нормативних значень і не демонструють істотного погіршення якості води нижче місця скиду. Це вказує на достатню ефективність системи очищення кар'єрних вод за умови дотримання проектного режиму її експлуатації.

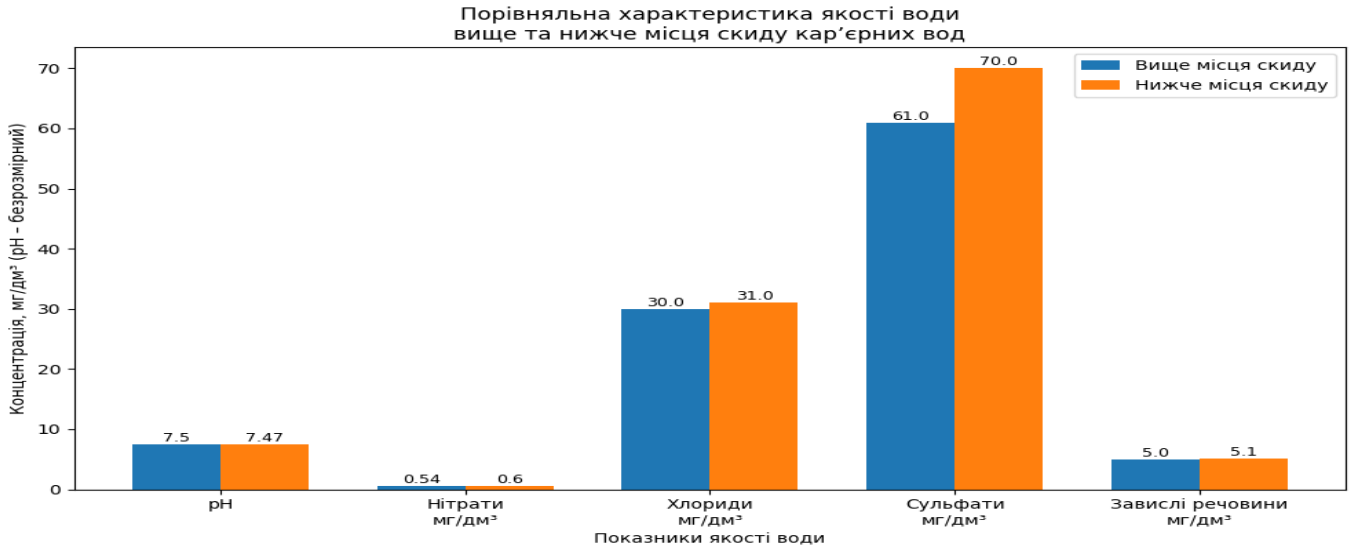



Рис. 8. Порівняльна діаграма якості води вище та нижче місця скиду кар'єрних вод

Отже, аналіз впливу розробки Торчинського родовища на водне середовище свідчить, що основне техногенне навантаження пов'язане з формуванням кар'єрних вод і необхідністю їх постійного водовідведення. За умови функціонування системи очищення кар'єрних вод та дотримання встановлених режимів скиду, негативний вплив на поверхневі та підземні води має локальний характер і не призводить до істотного погіршення їх якісного стану. Разом з тим близькість поверхневих водотоків до кар'єру обумовлює

необхідність постійного моніторингу якості води та технічного стану очисних споруд.

### 3.3. Оцінка за видами та кількістю очікуваного забруднення атмосферного повітря

Негативний вплив на атмосферне повітря під час експлуатації Торчинського родовища габро-анортозитів формується переважно за рахунок викидів забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел у процесі буріння свердловин, навантажувально-розвантажувальних робіт, транспортування гірничої маси, роботи землерийної техніки та допоміжного обладнання. Основну частку в структурі викидів становлять суспендовані тверді частинки мінерального походження, а також газоподібні продукти згоряння палива.

Згідно з розрахунковими даними, середньодобова концентрація завислих речовин у приземному шарі повітря в зоні впливу кар’єру становить 0,15 мг/м³, що є у 3,3 раза нижчим за гранично допустиме нормативне значення 0,5 мг/м³. Це свідчить про локальний характер пилового навантаження та відсутність перевищень санітарних нормативів за умови дотримання технологічного режиму робіт.

Середньодобова концентрація діоксиду азоту, що утворюється переважно внаслідок роботи дизельної техніки, становить 0,04 мг/м³, що у 5 разів менше за нормативне значення 0,2 мг/м³. Аналогічна тенденція спостерігається і для оксиду вуглецю: при розрахунковій середньодобовій концентрації 3,0 мг/м³ допустиме значення 5,0 мг/м³ не перевищується, запас екологічної безпеки становить близько 40 %.

Вміст оксидів заліза в атмосферному повітрі, пов’язаний із механічним руйнуванням гірських порід та вторинним пиловиділенням, оцінюється на рівні 0,04 мг/м³, що є суттєво нижчим за норматив 0,3 мг/м³. Концентрація сполук марганцю, які надходять у повітря в незначних кількостях разом з мінеральним пилом, становить лише 0,001 мг/м³ при гранично допустимому значенні 0,01 мг/м³, тобто у 10 разів нижче допустимого рівня.

Загалом отримані розрахункові значення свідчать, що експлуатація кар’єру за проєктних параметрів не призводить до перевищення гігієнічних нормативів як за пиловими, так і за газоподібними компонентами. Основний екологічний ризик для атмосферного повітря пов’язаний не з концентраційними перевищеннями, а з кумулятивним впливом суспендованих твердих частинок у сухі та вітряні періоди, що потребує застосування пилопригнічувальних заходів.

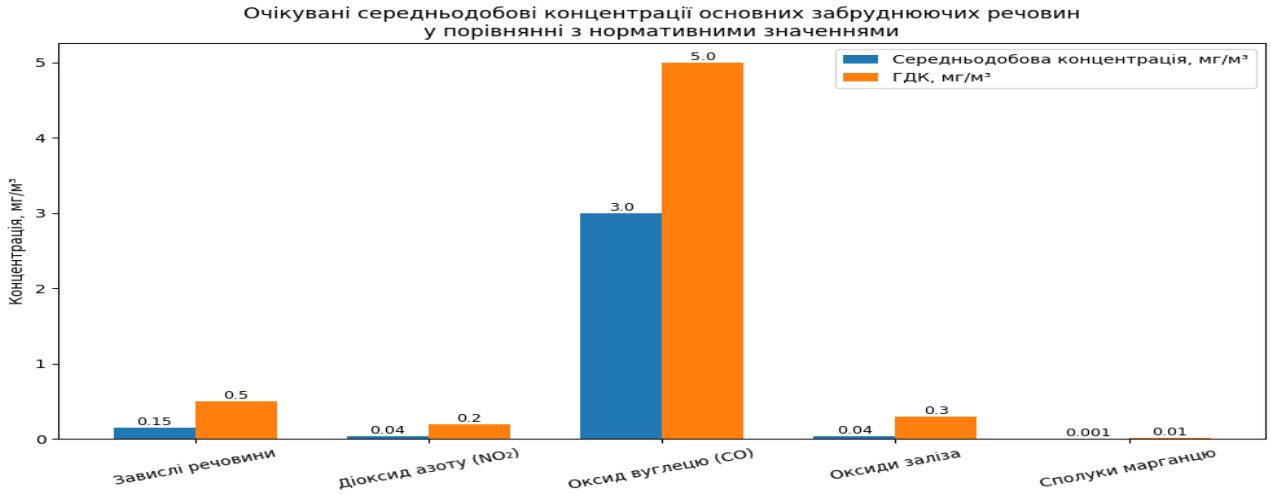



Рис. 9. Очікувані середньодобові концентрації основних забруднюючих речовин у порівнянні з нормативними значеннями»

Аналіз очікуваних викидів у атмосферне повітря показує, що при дотриманні проєктних технологічних рішень рівень забруднення не перевищує встановлені екологічні нормативи. Найбільший внесок у формування антропогенного навантаження має пил мінерального походження, однак навіть для нього забезпечується нормативний запас безпеки. Це дозволяє віднести вплив кар’єру на атмосферне повітря до допустимого за інтенсивністю та локалізованого за просторовим поширенням.

### 3.4. Аналіз джерел забруднення атмосферного повітря при експлуатації кар’єру

Атмосферне повітря в зоні впливу Торчинського родовища зазнає техногенного навантаження внаслідок функціонування комплексу стаціонарних і пересувних джерел викидів, пов’язаних із виконанням гірничих, бурових,

навантажувально-розвантажувальних та допоміжних робіт. За характером організації джерела забруднення поділяються на організовані та неорганізовані, при цьому переважають неорганізовані джерела, що є типовим для кар'єрів відкритого типу.

Основну групу неорганізованих джерел формують бурові та перфораторні роботи, які виконуються протягом 350–700 годин на рік залежно від типу обладнання. У процесі буріння свердловин відбувається інтенсивне утворення суспендованих твердих частинок, що є головним чинником пилового навантаження на атмосферне повітря безпосередньо в межах кар'єру.

Вагомий внесок у формування викидів здійснюють екскаваторні та бульдозерні роботи, тривалість яких становить 150–200 год/рік, а також кар'єрний автотранспорт, який працює близько 400 год/рік. У зазначених процесах джерелами забруднення є як тверді частинки, що утворюються під час пересипання та транспортування гірської маси, так і газоподібні продукти згоряння дизельного палива, зокрема оксид вуглецю та оксиди азоту.

Окрему групу неорганізованих джерел становлять відвали скельних порід і виймально-навантажувальні роботи, площа яких сягає близько 900 м², а сумарна тривалість робіт – до 2000 год/рік. В умовах сухої та вітряної погоди саме ці об'єкти є джерелами вторинного пилiння, що зумовлює просторове поширення твердих частинок за межі робочої зони.

Серед організованих джерел викидів слід виділити опалювальні котли, що працюють на твердому паливі та функціонують до 4000 год/рік. Їхній внесок у забруднення атмосферного повітря пов'язаний з утворенням суспендованих твердих частинок, оксидів азоту, оксиду вуглецю, діоксиду вуглецю, метану та неметанових летких органічних сполук. Водночас, завдяки організованому характеру викидів і розрахунковому режиму роботи, вплив цих джерел має локальний та контрольований характер.

Додатковими, але менш значущими за інтенсивністю, джерелами забруднення є металообробна та зварювальна дільниці, які працюють обмежену кількість годин на рік (до 180 год/рік для зварювання). Вони формують викиди

оксидів металів, марганцю та оксидів азоту, однак їхній сумарний внесок у загальний баланс забруднення атмосферного повітря є незначним.

Аналіз джерел і обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря при експлуатації Торчинського родовища габро-анортозитів свідчить про різну роль окремих технологічних процесів у формуванні загального техногенного навантаження. Для узагальнення отриманих розрахункових даних виконано групування викидів за основними видами забруднюючих речовин та за типами джерел їх утворення.

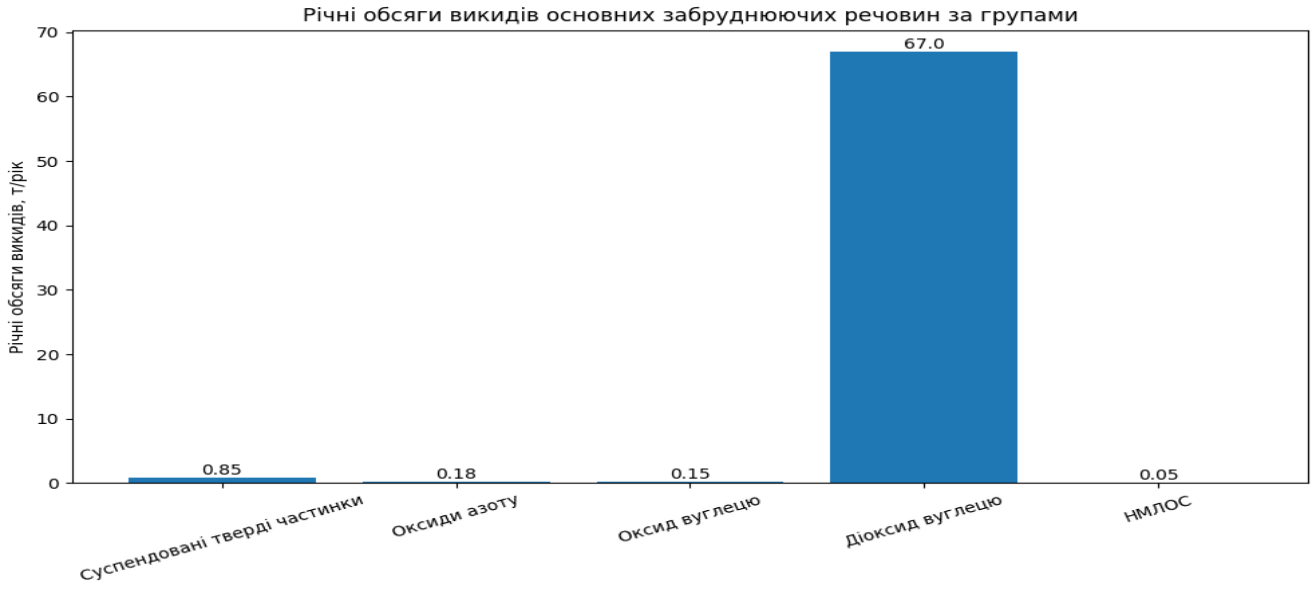



Рис. 10. Річні обсяги викидів основних забруднюючих речовин за групами джерел

На рисунку 9 наведено річні обсяги викидів основних забруднюючих речовин за групами. Як видно з діаграми, переважну частку в структурі атмосферних викидів становить діоксид вуглецю, річний обсяг якого сягає близько 67,0 т/рік. Його утворення пов’язане передусім із роботою котельного обладнання та іншими процесами спалювання палива. Значно меншими є обсяги викидів суспендованих твердих частинок, які складають близько 0,85 т/рік і формуються в основному в результаті бурових, навантажувально-розвантажувальних та транспортних робіт у межах кар’єру.

Викиди оксидів азоту та оксиду вуглецю мають порівняно невеликі річні значення – відповідно близько 0,18 т/рік та 0,15 т/рік, що зумовлено обмеженою кількістю стаціонарних джерел та періодичністю їх роботи. Найменшу частку у

загальній структурі формують неметанові леткі органічні сполуки, річний обсяг яких не перевищує 0,05 т/рік. Таким чином, аналіз групового складу викидів підтверджує, що основне навантаження на атмосферне повітря формується за рахунок газоподібних продуктів згоряння, тоді як пилове забруднення має допоміжний характер.




Рис.11. Порівняльна характеристика річних обсягів викидів від неорганізованих та організованих джерел

Для більш детальної оцінки впливу різних типів джерел викидів виконано порівняльний аналіз річних обсягів викидів від неорганізованих та організованих джерел, результати якого наведено на рисунку 11. З діаграми видно, що організовані джерела (переважно котельні установки) формують основну частину загального обсягу викидів – близько 66,8 т/рік, що становить понад 95 % сумарних атмосферних викидів підприємства.

Водночас неорганізовані джерела, до яких належать бурові установки, перфоратори, екскаватори, бульдозери та кар’єрний автотранспорт, забезпечують сумарний річний обсяг викидів на рівні близько 1,2 т/рік. Основним компонентом цих викидів є суспендовані тверді частинки, що мають локальний характер поширення та найбільш інтенсивно впливають на повітряне середовище безпосередньо в межах кар’єрного простору.

Отримані результати свідчать, що при експлуатації Торчинського родовища основне газове навантаження на атмосферне повітря формується стаціонарними

організованими джерелами, тоді як неорганізовані джерела визначають локальний рівень пилового забруднення. Така структура викидів зумовлює доцільність спрямування природоохоронних заходів, з одного боку, на підвищення ефективності очищення димових газів котельного обладнання, а з іншого – на зниження пиловиділення під час гірничих і транспортних робіт.

Загальні обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел при розробці Торчинського родовища габро-анортозитів визначені на основі зведених розрахункових даних, наведених у таблиці 1.5.5. Сумарний річний обсяг викидів становить 81,35031 т/рік, що дозволяє охарактеризувати структуру атмосферного забруднення як таку, що формується переважно газоподібними продуктами згоряння палива.

Домінуючим компонентом у загальній масі викидів є діоксид вуглецю, річний обсяг якого складає 79,599 т/рік, що становить понад 97 % від сумарних викидів. Такий високий показник зумовлений роботою котельного обладнання, яке використовується для опалення виробничих і допоміжних приміщень, та відображає енергетичну складову техногенного впливу на атмосферне повітря.

Значно меншими є обсяги викидів суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом, які складають 1,3994 т/рік. Формування цього виду забруднення пов’язане з механічними процесами – бурінням, навантаженням, транспортуванням та складуванням гірської маси. Незважаючи на порівняно невелику масову частку, тверді частинки мають підвищене екологічне значення через локальний характер впливу та здатність погіршувати санітарний стан повітря в межах промислового майданчика.

Викиди оксидів азоту складають 0,1562 т/рік, а оксиду вуглецю – 0,1514 т/рік. Їх надходження в атмосферу зумовлене процесами спалювання палива в котельних установках та роботою окремих технологічних агрегатів. Викиди метану становлять 0,0023 т/рік, а оксиду азоту (I) – 0,004 т/рік, що свідчить про їх допоміжну роль у формуванні загального обсягу атмосферного забруднення.

Найменші кількісні значення характерні для оксиду заліза (0,002 т/рік), оксиду марганцю (0,00001 т/рік) та неметанових летких органічних сполук, обсяг

яких становить 0,036 т/рік. Ці речовини утворюються переважно при допоміжних виробничих операціях і не визначають загальний рівень атмосферного навантаження, однак підлягають обов’язковому екологічному контролю.




Рис. 12. Річні обсяги викидів основних забруднюючих речовин»

Для оцінки екологічної значущості отриманих значень виконано порівняння фактичних річних обсягів викидів із пороговими значеннями, встановленими для взяття об’єктів на державний облік. Як показують розрахунки, жоден із забруднюючих компонентів не перевищує відповідні граничні показники. Зокрема, для діоксиду вуглецю порогове значення становить 500 т/рік, тоді як фактичний обсяг складає 79,599 т/рік; для суспендованих твердих частинок – 3,0 т/рік при фактичному значенні 1,3994 т/рік; для оксидів азоту – 1,0 т/рік при фактичному значенні 0,1562 т/рік.

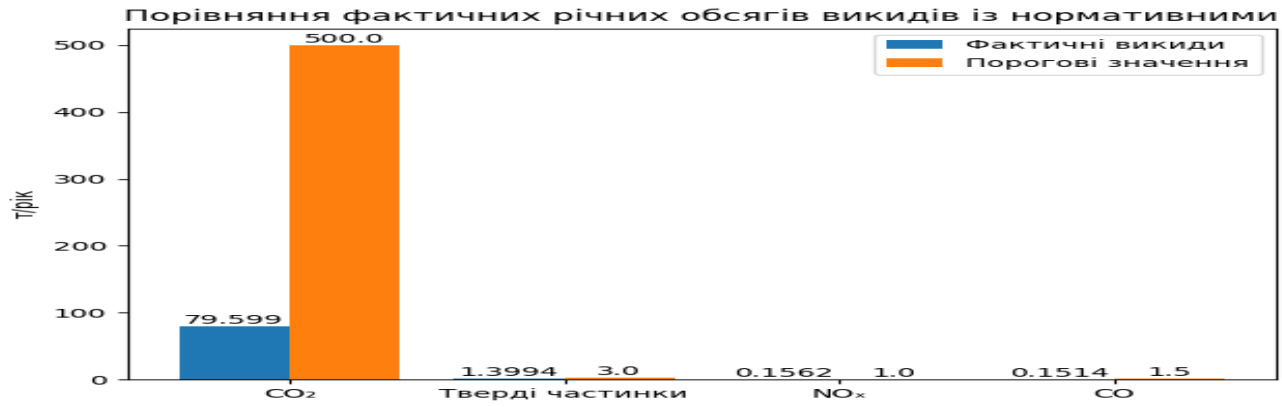



Рис. 13. Стовпчаста діаграма «Порівняння фактичних річних обсягів викидів із пороговими нормативними значеннями»

Діаграма, рис 13 дозволяє візуально оцінити запас екологічної стійкості за кожним видом забруднюючої речовини та підтверджує, що діяльність підприємства не перевищує встановлені нормативи.

Таким чином, аналіз сумарних обсягів викидів свідчить, що атмосферне навантаження від розробки Торчинського родовища має помірний характер і формується переважно за рахунок викидів діоксиду вуглецю. За результатами розрахунків підприємство не підлягає взяттю на державний облік як об’єкт значного негативного впливу на атмосферне повітря, що підтверджує відповідність планованої діяльності чинним екологічним нормативам.

### 3.4. Аналіз шумового впливу при розробці Торчинського родовища

Акустичний вплив при експлуатації Торчинського родовища габро-анортозитів формується внаслідок роботи гірничо-транспортного та допоміжного обладнання. Основними джерелами шуму є перфоратори, бурові установки, компресорні станції, автосамоскиди, екскаватори, бульдозери та навантажувальна техніка, що працюють безперервно протягом робочої зміни. Одночасно в межах кар’єру може функціонувати до 19 одиниць обладнання, що зумовлює формування підвищеного шумового фону безпосередньо в зоні виробничих робіт.

За результатами акустичного розрахунку сумарний рівень звукового тиску в районі кар’єру становить 97 дБА, що є характерним для відкритих гірничих виробок. Водночас просторове заглиблення кар’єру та екранувальний ефект уступів сприяють істотному зниженню шуму з віддаленням від джерел.

На межі санітарно-захисної зони (СЗЗ) на відстані 500 м від кар’єру розрахункове зниження рівня шуму становить 54 дБА, унаслідок чого фактичний рівень звуку зменшується до 43 дБА. Для найближчої житлової забудови, розташованої на відстані 350 м, зниження шуму становить 51 дБА, а розрахунковий рівень звукового тиску дорівнює 46 дБА.

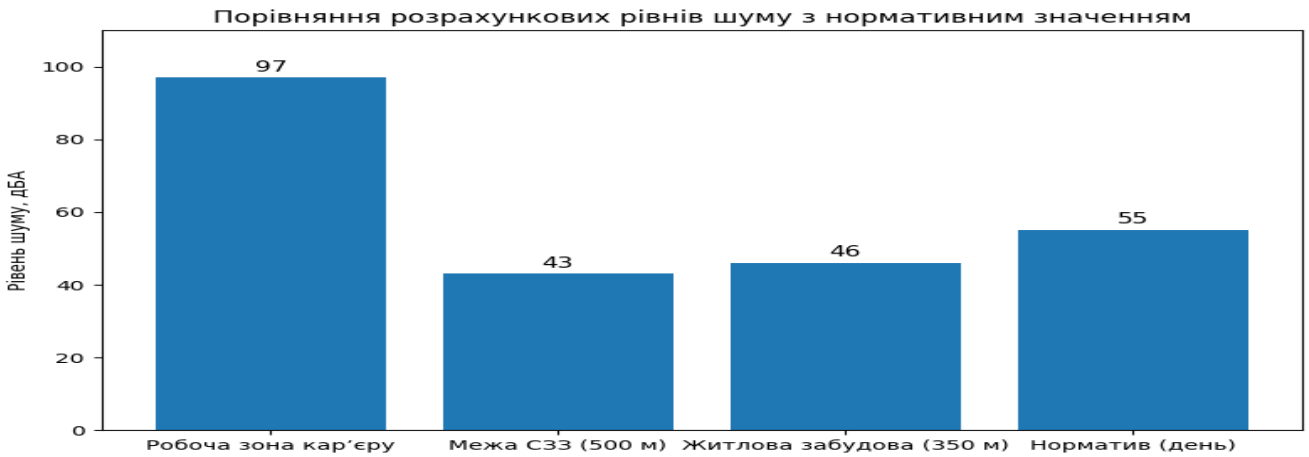



Рис. 14. Порівняння розрахункових рівнів шуму на різних відстанях від кар'єру з нормативним значенням

Відповідно до чинних санітарних норм, допустимий рівень шуму для житлової забудови становить 55 дБА у денний час та 45 дБА у нічний час. Оскільки робота кар'єру передбачена виключно у денний період, зафіксовані та розрахункові значення шуму не перевищують нормативно допустимих рівнів.

Таким чином, незважаючи на високі рівні шуму в межах виробничої зони, шумовий вплив на навколишні території істотно знижується з віддаленням від джерел. На межі санітарно-захисної зони та в зоні житлової забудови рівні звукового тиску не перевищують допустимі нормативні значення. Це свідчить про дотримання санітарних вимог і відсутність необхідності впровадження додаткових шумозахисних заходів для планованої діяльності кар'єру.

### 3.5. Оцінка за видами та кількістю очікуваного забруднення ґрунтів та надр

Торчинське родовище габро-анортозитів розташоване в межах Житомирського Полісся та приурочене до кристалічних порід Володарсько-Волинського масиву. Геологічна будова родовища представлена середньопротерозойськими габро-анортозитами, які перекриваються корою вивітрювання та четвертинними відкладами. Потужність ґрунтово-рослинного шару становить у середньому 0,1–0,15 м, що зумовлює його високу вразливість до техногенного порушення.

Рельєф території слабко розчленований, із незначними абсолютними відмітками поверхні від 204,5 до 206,8 м, що сприяє локальному застою поверхневих вод у межах кар’єрних виїмок та відвалів. Ґрунтовий покрив представлений переважно дерново-середньопідзолистими піщаними і супіщаними ґрунтами, які характеризуються низькою природною родючістю та обмеженою стійкістю до механічного порушення.

Основним фактором негативного впливу на ґрунти та надра є процес відкритої розробки родовища, що супроводжується вилученням гірської маси та формуванням кар’єрної виїмки котлованного типу. У результаті проведення розкривних і видобувних робіт відбувається повне зняття верхнього родючого шару ґрунту, його переміщення та часткове ущільнення, що призводить до втрати природної структури ґрунтів і зниження їх подальшої господарської цінності.

Згідно з розрахунками, експлуатаційні втрати корисної копалини в межах кар’єру становлять близько 0,9 % від загального обсягу видобутку, що свідчить про достатньо раціональне використання надр. Водночас значні обсяги гірничої маси та розкривних порід формують техногенні відвали, які є джерелом вторинного впливу на ґрунтовий покрив через процеси водної та вітрової ерозії.

Порушення ґрунтів також пов’язане з можливим забрудненням піском, гравієм та щебенем у процесі транспортування гірської маси, а також ризиком локального забруднення нафтопродуктами в місцях роботи автотранспорту та техніки. Для мінімізації цих впливів у проекті передбачено організацію руху техніки таким чином, щоб запобігти розливам паливно-мастильних матеріалів та їх потраплянню у ґрунт.

Окрему екологічну загрозу становлять процеси заболочування та підтоплення, що можуть виникати внаслідок порушення природного стоку поверхневих вод і утворення понижень рельєфу у відпрацьованих ділянках кар’єру. З метою зниження цього впливу проектом передбачено облаштування водовідвідних елементів та формування штучної водойми загального користування після завершення гірничих робіт.

Для забезпечення стійкості бортів кар’єру та відвалів у процесі експлуатації по пухких породах прийнято кут відкосу 30°, що дозволяє зменшити ризик осипів і зсувів та обмежити площі вторинного порушення ґрунтового покриву.

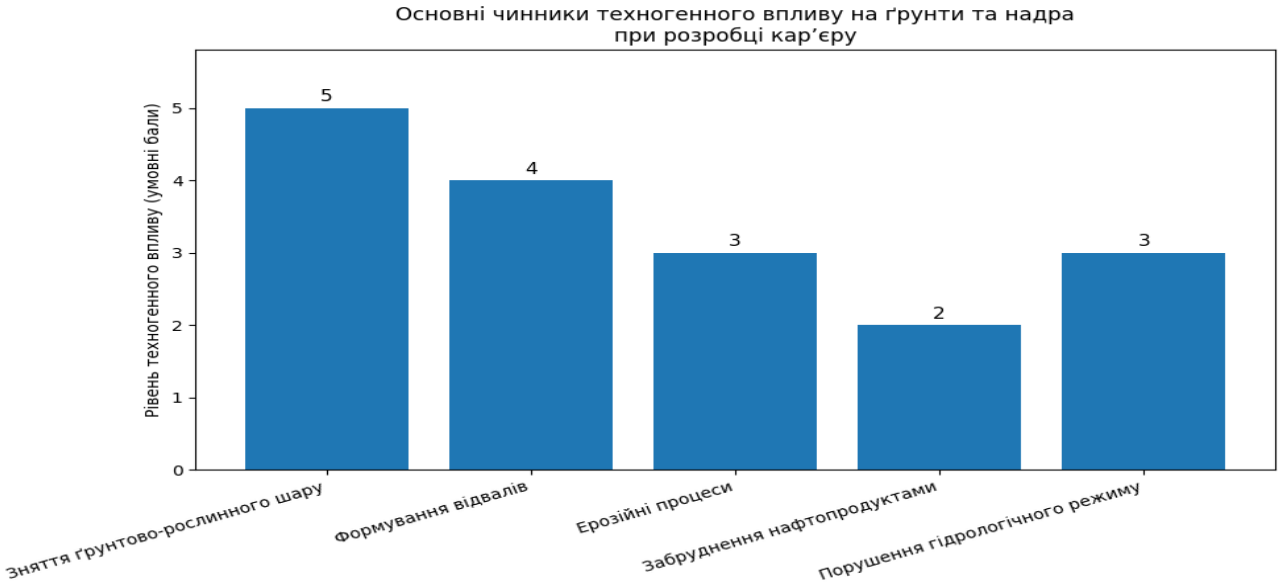



Рис. 15. Основні чинники техногенного впливу на ґрунти та надра при розробці кар’єру

Таким чином, розробка Торчинського родовища габро-анортозитів супроводжується значним механічним порушенням ґрунтів і геологічного середовища, однак рівень експлуатаційних втрат корисної копалини є мінімальним і відповідає вимогам раціонального використання надр. Реалізація заходів із селективного зняття родючого шару, стабілізації бортів кар’єру та подальшої рекультивації порушених земель дозволяє суттєво знизити довгостроковий негативний вплив на ґрунтовий покрив і забезпечити відновлення території після завершення гірничих робіт.

# ВИСНОВКИ

1. У ході оцінки впливу планованої діяльності з розробки Торчинського родовища встановлено, що загальний обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря становить 81,35 т/рік, при цьому домінуючу частку формують діоксид вуглецю – 79,59 т/рік, а також суспендовані тверді частинки – 1,399 т/рік, що зумовлено специфікою гірничих робіт відкритим способом.

2. Аналіз середньодобових концентрацій основних забруднюючих речовин показав, що фактичні значення не перевищують гранично допустимих концентрацій, зокрема для азоту діоксиду середньодобова концентрація становить 0,04 мг/м³, для вуглецю оксиду – 3,0 мг/м³, для суспендованих твердих частинок – 0,15 мг/м³, що відповідає вимогам чинних санітарних нормативів.

3. Основний внесок у формування викидів припадає на неорганізовані джерела, пов’язані з роботою перфораторів, бурових установок, екскаваторів, автосамоскидів та відвалоутворенням, тоді як організовані джерела (котельні установки) забезпечують значно меншу частку забруднення, що підтверджується порівняльним аналізом річних обсягів викидів.

4. У процесі експлуатації кар’єру очікується утворення відходів переважно IV класу небезпеки, зокрема відходів розкривних порід та відвальних мас, при цьому сумарний обсяг небезпечних відходів I–III класів не перевищує 2,7 умовних одиниць, що свідчить про відносно низький рівень екологічної небезпеки поводження з відходами.

5. Оцінка водокористування показала, що річний забір води становить близько 150 тис. м³/рік, а скид зворотних вод – близько 140 тис. м³/рік, при цьому порівняльний аналіз якості води вище та нижче місця скиду не виявив суттєвого погіршення показників за вмістом нітратів, хлоридів, сульфатів та завислих речовин.

6. Акустичні розрахунки встановили, що сумарний рівень шуму в зоні кар’єру становить 97 дБА, однак з урахуванням просторового затухання на межі санітарно-захисної зони рівень шуму знижується до 43 дБА, а на межі найближчої

житлової забудови – до 46 дБА, що не перевищує допустимі нормативи для денного часу.

7. Загальна оцінка техногенного впливу на ґрунти та надра свідчить, що негативний вплив проявляється переважно у знятті родючого шару ґрунту та порушенні геологічної структури, однак запроєктовані заходи рекультивації, включаючи формування стійких бортів кар’єру та створення водойми після відпрацювання, забезпечують мінімізацію довготривалих екологічних наслідків.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрієвський І.Д. Сучасний стан мінерально-сировинного комплексу України. / Зб. Наук.пр. УкрДГРІ. №3-4/2010 С.199-214.

2. Будник А. Ф. Енергетика обладнання термічних цехів і дільниць: навч. посіб. / А. Ф. Будник, В. Б. Юскаєв. - Суми: Вид-во СумДУ, 2010. -246 с. - ISBN 978-966-657-277-9.

3. Положення про проектування гірничодобувних підприємств України та визначення запасів корисних копалин. - Наказ Міністерства промислової політики України № 221 від 07.05.2004 р.

4. Давидова І. В. Екологічна оцінка забруднення водних об'єктів і ґрунтового покриву у процесі проведення вибухових робіт при розробці гранітних кар'єрів на Житомирському Поліссі : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Житомир : Житомир. нац. агроекол. ун-т, 2009.

5. Дейнеко Л. В. Промисловість України перед викликами майбутнього: у пошуках відповідей та рішень : колект. монографія. Київ : НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогноз. НАН України», 2022. 346 с.

6. Дейнеко Л. В. Розвиток промисловості для забезпечення зростання оновлення української економіки : наук.-аналіт. доп. Київ : НАН України, ДУ «Інт екон. та прогнозув. НАН України», 2018. 158 с

7. Клименко М. О., Клименко О. М., Статник І. І. Дослідження зміни якості поверхневих вод у басейні річки Горинь. Вісник НУВГП. 2012. Вип. 4 (60). С. 3–14.

8. Клименко М. О., Клименко О. М., Стецюк Л. М. Дослідження стану водних екосистем з використанням КОСВЕ. Вісник НУВГП. 2012. Вип. 4 (60). С. 95–100.

9. Медвідь О. В. Вплив скиду зворотних вод Жежелівського родовища гранітів на стан якості води річок. Таврійський науковий вісник. Серія: Екологія, іхтіологія та аквакультура. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2025. Вип. 140. С. 550–555.

10. Медвідь О. В., Коцюба І. Ю., Хом’як І. В. Вплив зворотніх вод Жежелівського гранітного кар’єру на формування рослинних угрупувань. Український журнал природничих наук. 2022. Вип. 2. С. 57–68.

11. Пацева І. Г., Алпатова О. М., Демчук Л. І., Кірейцева Г. В., Левицький В. Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах впливу війни. Екологічні науки : науково-практичний журнал. 2022. Вип. 4 (43). С. 19–22.

12. Пацева І. Г., Герасимчук О. Л., Сікач Т. І., Івашкіна О. Л. Формування та реалізація державної екологічної політики. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2023. Вип. 6(143). С. 60–67.

13. Пацева І. Г., Медвідь О. В. Стратегічний аналіз передумов впровадження моніторингових досліджень водних об’єктів з урахуванням видобутку граніту: SWOT та PEST-аналіз. Екологічна безпека та технології захисту довкілля : науковий журнал. 2025. № 7. С. 50–57.

14. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) : Правила; МОЗ України від 09.07.1997 № 201 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.

15. International Finance Corporation. Construction materials extraction: water management and wastewater sections (EHS). 2007.

16. Kheira R. et al. Impact of quarry exploitation on physicochemical quality of surface water (case study). 2016. (PDF/Article). (Case study) Sand and gravel mining impact on the surface water quality. 2014.

17. Minnesota Department of Natural Resources. Hydraulic Impacts of Quarries and Gravel Pits. St. Paul : MN DNR, 2014. (PDF).

18. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) : Наказ; МОЗ України від 12.05.2010 № 400 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/z0452-10 (дата звернення: 21.01.2026).

19. Oggeri C. et al. Large Scale Trials of Waste Mine Burden Backfilling in Pit Lakes: Environmental Concerns and Water Quality. Sustainability. 2023. Vol. 15(9). 7387. (Наукові підходи) Ecological restoration of mined lands: principles and practice.

20. Neves M. A. et al. Dimension Stone Processing Sludge at Different Stages: characterization and reuse potential. Minerals. 2024.

21. Chen (Politecnico di Milano). Environmental alternatives for stone slurry circularity (thesis/report). 2023. (PDF).

22. Stone Mine Waste Management for Sustainable Environmental Protection. 2024. (Article/PDF).

23. Bragina L. L. Current state and prospects of stone mining and stone waste utilization. 2020.

24. Lohar J. et al. Beneficial use of dimensional stone industry wastes in geotechnical fills. Journal of Hazardous Materials / Resources. 2025.

25. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 № 2320-IX. (PDF-версія).

26. World Health Organization. Environmental Noise Guidelines for the European Region. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, 2018. (PDF). Basner M. et al. WHO Environmental Noise Guidelines… systematic review (supporting evidence). 2018.

27. Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови : Наказ; МОЗ України від 22.02.2019 № 463 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/z0281-19 (дата звернення: 21.01.2026).

28. Guidance on mine closure and reclamation planning. Skrzypczak A. et al. Suspended solids reduction in an open pit mine drainage system: effectiveness of sedimentation. 2024.

29. Chand K. Drone technology utilization in open-pit mine reclamation monitoring: a review. Drones. 2025.

30. Tsachouridis S. et al. UAV applications in open-pit mining: monitoring slope stability and reclamation. 2025. (PDF).

31. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 № 2059-VIII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.

32. Бібов І. І. Звіт з оцінки впливу на довкілля діяльності Крюківського кар'єру. Кременчук : Кременчуцька міська рада, 2022. 45 с.

33. Вакуленко Л. М. Рекультивація техногенно порушених земель: сучасні підходи. Харків : ХНАУ, 2019. 188 с.

34. Дьяков О. А. Технології зниження екологічного ризику в гірничодобувній промисловості. Гірничий вісник. 2021. № 2. С. 59–67.

35. Зацерковний В. І., Оберемок Н. В., Кун Ю. В. Застосування геоінформаційних систем та геоінформаційних технологій у дослідженні ландшафтів. Управління розвитком складних систем. 2018. Вип. 34. С. 92–103.

36. Кизим М. О. Аналіз напрямків трансформації гірничо-металургійного комплексу України. Бізнес Інформ. 2024. № 6. С. 217–225.

37. Скиба, Г. В. "Оцінка рівня техногенного впливу Дерибасівського кар’єру по видобутку габро на об’єкти довкілля." Збірник наукових праць Національного гірничого університету 35 (2) (2010): 172-177.

38. Горишнякова, Я. В. "Оцінка інтенсивності впливу кар’єрного відпрацювання Межирічного родовища титанових розсипів на підземні води." Український журнал природничих наук 12 (2025): 332-343.

39. Прокопенко, В. І., А. Ю. Череп, and Д. П. Пілова. "Актуальний еколого-економічний підхід до вибору технології експлуатації родовища." Збірник наукових праць Національного гірничого університету 58 (2019): 94-110.

40. Красовський, Г. Я., et al. "Інформаційні технології моніторингу екологічних наслідків видобутку бурштину в Україні." Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування 2 (2018): 106-116.

41. Степанюк О. П., Романчук Д. Ю., Піціль А. О. Оцінка джерел водопостачання населення м. Житомира за показниками мікробіологічного забруднення води // Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки : збірник

тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти, м. Рівне, 8–9 травня 2025 року. Рівне : Національний університет водного господарства та природокористування, 2025. С. 299-301.

42. Романчук Д. Ю. Раціональне використання та охорона земельних ресурсів територіальних громад у контексті сталого розвитку та післявоєнного відновлення (на прикладі гірничодобувних територій) // Управління та раціональне використання земельних ресурсів в територіальних громадах у повоєнний період : матеріали IX Всеукраїнської науково-практичної конференції, 05 березня 2026 року. Херсон : Херсонський державний аграрно-економічний університет, 2026. С. 255-257.