

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

ННІ/факультет	<u>Навчально-науковий технологічний інститут</u>
Кафедра	<u>хімічних технологій та інженерії</u>
Спеціальність	<u>184 Гірництво</u>
Форма навчання	денна

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Князь Вадима Миколайовича (гр. ГР -23ск)

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему
Розробка родовища залізних руд Першотравневим
кар'єром з вибором структури комплексної механізації
на ПрАТ «ПівнГЗК»

за матеріалами
(повна назва теми)
ПрАТ «ПівнГЗК»

(повна назва бази дослідження)

Науковий керівник	д.т.н., проф.	_____	Темченко О.А._____
	<i>(наук. ступінь, вчене звання)</i>	<i>(підпис)</i>	<i>(прізвище, ініціали)</i>

Робота допущена до захисту в ЕК
Протокол засідання кафедри ХТІ
від _____ 20__р. № ____
Завідувач кафедри _____
(підпис)

Наук. ступінь, вчене звання Ініціали, прізвище

Рівень вищої освіти бакалавр _____
Спеціальність 184 Гірництво
(шифр і назва)

ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНЖЕНЕРІЇ

(посада, вчене звання ,
прізвище ініціали)

« » 20 рокы

(прізвище, ім'я, по батькові)

- ## Розробка родовища залізних руд Першотравневим кар'єром з вибором структури комплексної механізації на ПрАТ «ПівнГЗК»

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «06» 04. 2026 р. № 229ст

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної бакалаврської роботи до кафедри хімічних технологій та інженерії 30.05.2026

- ### 3. Вихідні дані до кваліфікаційної бакалаврської роботи

Річні звіти про управління та техніко-економічні показники діяльності ПрАТ «ПівніЗК» за 2022-2024 роки.

Проект розробки родовища, яке експлуатується *Першотравневим кар'єром*
 ПрАТ «ПівніГЗК»

Звіт про виконання виробничої програми по гірничим роботам в
Першотравневому кар'єрі за 2022-2024 роки

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

- #### 4.1. Аналітична частина

- ## 4.2. Основна частина

- #### 4.3. Екологічні аспекти, охорона праці та цивільний захист

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
(за необхідності)

6. Консультанти розділів кваліфікаційної бакалаврської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітична частина	Проф. Темченко О.А.		
Основна частина	Проф. Темченко О.А.		
Екологічні аспекти, охорона праці та цивільний захист	Проф. Темченко О.А.		

7. Дата видачі завдання «06» 04 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної бакалаврської роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної бакалаврської роботи	Примітка
1.	Аналітична частина	12.05.2026	
2.	Основна частина	26.05.2026	
3.	Екологічні аспекти, охорона праці та цивільний захист	30.05.2026	
4.	Оформлення пояснювальної записки	01.06.2026	
5.	Виконання графічної частини (за необхідності)		
6.	Подання роботи до кафедри ХТІ з попередньою оцінкою відсотка схожості матеріалів дослідження	03.06.2026	
7.	Захист роботи в ЕК	18.06.2026	

Здобувач

(підпис)

Князь В.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної
бакалаврської роботи

(підпис)

Темченко О.А.

(прізвище та ініціали)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	К-сть.	№ екз	Примітка
			<u>Документація загальна</u>			
1	A4	ННТІ. 184. КРБ. ПЗ	Пояснювальна записка	13		

					ННТІ. 184 КРБ						
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата							
Розробив	Князь В.М.				Відомість кваліфікаційної бакалаврської		Літ.		Лист	Листів	
Керівник	Темченко О.А.			КР			Т	1	1		
Консульт.	Темченко О.А.			ННТІ ДУЕТ							
Н.контр.	Тіхлівель С.В.			Каф. ХТІ							
Затв.	Шмельцер К.О.			гр 35В, 33ск							

АНОТАЦІЯ

Князь В.М. *Розробка родовища залізних руд Першотравневим кар'єром з вибором структури комплексної механізації на ПрАТ «ПівнГЗК». Пояснювальна записка до кваліфікаційної бакалаврської роботи за ОПГірництво :133 стор., 13 рис., 16 табл., 65 літ. джер.*

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності відкритих гірничих робіт за рахунок впровадження комплексної механізації на залізрудних кар'єрах, зниження собівартості видобутку корисних копалин в складних умовах господарювання, а також мінімізації негативного впливу на довкілля згідно вимог цілей сталого розвитку України до 2030 року. Кваліфікаційна бакалаврська робота присвячена також дослідженню та розрахунку технологічних параметрів умовного кар'єру при відкритій розробці родовищ корисних копалин.

Мета роботи – обґрунтувати технологічні параметри розробки залізрудного родовища Першотравневим кар'єром ПрАТ «ПівнГЗК» та розробити раціональну структуру комплексної механізації гірничих робіт на період 2022–2026 років. *Основні завдання роботи:* проаналізувати гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови експлуатації Першотравневого кар'єру; дослідити сучасний стан озробки родовища та структуру застосовуваної техніки; обґрунтувати параметри системи відкритої розробки родовища; визначити раціональні параметри буро-вибухових робіт; підібрати комплекси екскаваторно-навантажувального та транспортного обладнання; розробити структуру комплексної механізації гірничих робіт; виконати техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень; оцінити ефективність запропонованої технологічної схеми видобутку залізних руд в кар'єрі Першотравневий в період 2022–2026 років; розглянути екологічні питання, політику охорони праці та забезпечення промислової безпеки при подальшій експлуатації кар'єра. *Об'єкт дослідження* – процес відкритої розробки залізрудного родовища Першотравневим кар'єром ПрАТ «ПівнГЗК» у Криворізькому залізрудному басейні. *Предмет дослідження* – технологічні параметри гірничих робіт та структура комплексної механізації, що забезпечують ефективну розробку залізистих кварцитів у кар'єрі в умовах зростаючої глибини та інтенсивності гірничого виробництва.

В *аналітичній частині* розглянуто сучасний стан відкритих гірничих робіт, охарактеризовано основні технології видобутку руди, виробництва розкриття та транспортування гірничої маси в глибоких кар'єрах, визначено основні проблеми та перспективи розвитку галузі. Наведено геологічну будову обраного родовища Криворізького залізрудного басейну, фізико-механічні властивості гірських порід, гідрогеологічні та кліматичні умови, а також гірничо-технічні показники експлуатації Першотравневого кар'єру. У результаті виконаних розрахунків здійснено підбір екскаваторно-навантажувального та транспортного обладнання для умов Першотравневого кар'єру. Обґрунтовано доцільність використання високопродуктивних екскаваторів у поєднанні з великовантажними автосамоскидами, що забезпечують безперервність технологічного процесу та оптимізацію транспортних потоків. Запропонований склад обладнання дозволяє підвищити продуктивність гірничих робіт, скоротити простої техніки та забезпечити стабільне виконання планових показників видобутку залізної руди. Запропонована структура комплексної механізації характеризується високим рівнем узгодженості продуктивності окремих ланок технологічного комплексу видобутку руди, що дозволяє підвищити ефективність функціонування Першотравневого кар'єру в цілому. Наведені розрахунки показали, що впровадження запропонованої структури комплексної механізації забезпечує зниження собівартості видобутку руди, підвищення продуктивності праці і покращення техніко-економічних показників діяльності ПрАТ «ПівнГЗК».

В *основній частині* виконано розрахунок технологічних параметрів умовного кар'єру: обґрунтовано способи розкриття та систему розробки родовища, підготовку порід до виймання, організацію виймально-навантажувальних робіт і транспортування гірничої маси. Розглянуто питання відвалоутворення розкритих порід та наведено загальні підходи до рекультивації порушених земель.

У *розділі з екологічних аспектів, охорони праці та цивільного захисту* проаналізовано основні небезпечні та шкідливі фактори ВГР, визначено пріоритетні організаційно-управлінські заходи з мінімізації впливу на навколишнє середовище, а також розроблено практичні рекомендації щодо забезпечення безпеки праці, протипожежного захисту та пожежної безпеки в Першотравневому кар'єрі ПрАТ «ПівнГЗК».

У *висновках* узагальнено результати дослідження та наведено основні рекомендації щодо підвищення ефективності використання комплексної механізації в глибоких залізрудних кар'єрах та подальшого застосування відкритих гірничих робіт на вітчизняних гірничозбагачувальних підприємствах в складних умовах господарювання та збереження негативних тенденцій впливу воєнного стану і невизначеності на ринках мінеральної сировини.

Ключові слова: відкриті гірничі роботи, кар'єр, гірнича маса, технологія видобутку, комплексна

механізація, транспорт, рекультивація, охорона праці, екологія.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

КБР- кваліфікаційна бакалаврська робота

ВГР – відкриті гірничі роботи

БВР- буровибухові роботи

ВРРКК – розробка родовищ корисних копалин (відкритим способом)

ГЗК – гірничо-збагачувальний комбінат

ПрАТ – приватне акціонерне товариство (ПівнГЗК)

ПАТ – публічне акціонерне товариство

ЦПТ – циклічно-потокова технологія

ЗРС -залізородна сировина

ОВНС- Оцінка впливу на навколишнє середовище

ВР (М) – вибухова речовина (матеріали)

НМУ - несприятливі метеорологічні умови

ПП - перевантажувальні пункти

ГДК -гранично допустимі концентрації

ІТЗ ЦЗ -інженерно-технічні заходи цивільного захисту

ГРШ- ґрунтово-рослинний шар

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
<i>Актуальність теми. Мета і завдання роботи. Об'єкт і предмет дослідження. Методи дослідження.</i>	
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	10
1.1 Сучасний стан відкритих гірничих робіт в Україні та світі.....	10
1.2 Характеристика технологій видобутку та транспортування гірничої маси в сучасних кар'єрах	12
1.3 Проблеми та тенденції розвитку відкритих гірничих робіт з аналізом сучасних фахових джерел за обраною науковою проблематикою. Інформація про характеристику гірничозбагачувального підприємства ПрАТ «ПівнГЗК».....	14
1.4 Геологічна будова обраного родовища корисних копалин.....	24
1.5 Фізико-механічні властивості гірських порід.....	35
1.6 Гідрогеологічні та кліматичні умови розробки родовища.....	40
1.7 Гірничо-технічна характеристика (запаси, потужність пластів/рудних тіл, розкриття та система розробка родовища).....	42
2. ОСНОВНА ЧАСТИНА «Розрахунок технологічних параметрів умовного кар'єру згідно даних свого варіанту».....	67
<i>Вступ.....</i>	
1.1 Загальна організація відкритих гірничих робіт.....	70
1.2 Розкриття та система розробки умовного родовища.....	73
1.3 Підготовка гірських порід до виймання.....	86
1.4 Виймально-навантажувальні роботи.....	94
1.5 Транспортування кар'єрних вантажів.....	95
1.6 Відваловідтворення розкритих порід.....	99
1.7 Рекультивація земель, порушених гірничими роботами (загальна інформація)	100
3. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	102
3.1. ОЦІНКА ВПЛИВІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	102
3.2 ОХОРОНА ПРАЦІ. ПРОТИАВАРІЙНИЙ ЗАХИСТ, БЕЗПЕКА ВЕДЕННЯ РОБІТ. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА.....	106
3.3 ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ.....	121
3.4 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХОДІВ ОХОРОНИ ОБ'ЄКТІВ ПОВЕРХНІ В УМОВАХ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ ГІРНИЧИХ РОБІТ.....	128
ВИСНОВКИ.....	130
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	134
ДОДАТКИ.....	142
<i>Креслення (план гірничих робіт, розрізи, робочі майданчики, транспортні схеми) Розрахункові формули, пояснення, таблиці, графіки</i>	

ВСТУП

Залізорудна промисловість України є стратегічною складовою гірничо-металургійного комплексу та відіграє ключову роль у забезпеченні металургійних підприємств сировиною для виробництва чавуну і сталі. Особливе місце в галузі займає ПрАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» (ПівнГЗК), який є одним із найбільших виробників залізовмісткої продукції в Україні та Східній Європі. Період 2022–2026 років характеризується ускладненням гірничо-геологічних умов розробки залізорудних родовищ у Криворізькому басейні, зокрема збільшенням глибини кар'єрів, зростанням обсягів розкривних робіт та підвищенням вимог до ефективності використання гірничого обладнання з урахуванням негативного впливу після введення воєнного стану в країні. У цих умовах особливої актуальності набуває питання удосконалення технології відкритої розробки залізорудних родовищ та вибору оптимальної структури комплексної механізації в кар'єрах регіону. Першотравневий кар'єр ПрАТ «ПівнГЗК» є одним із ключових об'єктів відкритої розробки залізистих кварцитів, де спостерігається необхідність підвищення продуктивності гірничих робіт, зниження собівартості видобутку та оптимізації роботи технологічних ланок виробництва в складних умовах господарювання. Таким чином, тема роботи є актуальною, оскільки спрямована на підвищення ефективності відкритої розробки залізорудного родовища в умовах невизначеності та сучасних економічних і технологічних викликів.

Мета роботи – обґрунтувати технологічні параметри розробки залізорудного родовища Першотравневим кар'єром ПрАТ «ПівнГЗК» та розробити раціональну структуру комплексної механізації гірничих робіт на період 2022–2026 років.

Основні завдання роботи: проаналізувати гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови експлуатації Першотравневого кар'єру; дослідити сучасний стан розробки родовища та структуру застосовуваної техніки; обґрунтувати параметри системи відкритої розробки родовища; визначити раціональні параметри буро-вибухових робіт; підібрати комплекси екскавційно-

навантажувального та транспортного обладнання; розробити структуру комплексної механізації гірничих робіт; виконати техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень; оцінити ефективність запропонованої технологічної схеми видобутку залізних руд в кар'єрі Першотравневий в період 2022–2026 років; розглянути екологічні питання, політику охорони праці та забезпечення промислової безпеки при подальшій експлуатації кар'єра.

Об'єкт дослідження – процес відкритої розробки залізорудного родовища Першотравневим кар'єром ПрАТ «ПівнГЗК» у Криворізькому залізорудному басейні.

Предмет дослідження – технологічні параметри гірничих робіт та структура комплексної механізації, що забезпечують ефективну розробку залізістих кварцитів у кар'єрі в умовах зростаючої глибини та інтенсивності гірничого виробництва.

Методи дослідження. У роботі використано комплекс сучасних науково-технічних і аналітичних методів, а саме: аналітичний метод – для дослідження фахових літературних джерел, нормативної бази та сучасного стану розробки родовищ Криворізького басейну; гірничо-геологічний аналіз – для оцінки умов залягання залізістих кварцитів і параметрів глибокого кар'єру; технологічне моделювання – для формування структури комплексної механізації та взаємодії технологічних процесів; розрахункові методи – для визначення продуктивності технологічного обладнання, обсягів гірничої маси та потреби в техніці; порівняльний метод – для вибору застосування оптимальних варіантів гірничого обладнання; техніко-економічний аналіз – для оцінки ефективності запропонованих технологічних та управлінських рішень щодо вибору оптимальної структури комплексної механізації на гірничозбагачувальному підприємстві у період 2022–2026 років.

Практична цінність роботи полягає в обґрунтуванні параметрів системи відкритої розробки родовища, визначенні ефективних параметрів буро-вибухових робіт, а також у підборі сучасних комплексів екскавційно-навантажувального та транспортного обладнання для забезпечення подальшої ефективної розробки

Першотравневого родовища. Запропоновані організаційно-управлінські рішення дозволяють забезпечити безперервність технологічного процесу, підвищити коефіцієнт використання техніки та оптимізувати транспортні потоки в межах Першотравневого кар'єру в контексті формування раціональної структури комплексної механізації в складних умовах господарювання.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох основних розділів, висновків та списку використаних джерел, додатків.

У першому розділі наведено аналітичний огляд сучасного стану ВГР, характеристику гірничозбагачувального підприємства ПрАТ «ПівнГЗК», геологічні та гірничо-технічні умови розробки родовища.

У другому розділі виконано розрахунок технологічних параметрів умовного кар'єру, розглянуто процеси підготовки порід до виймання, навантаження, транспортування, відвалоутворення, рекультивації.

У третьому розділі досліджено екологічні аспекти відкритої розробки залізрудного родовища, заходи з охорони праці, техніки безпеки, цивільного захисту та охорони навколишнього середовища.

У висновках наведено основні результати проведеного дослідження та практичні рекомендації щодо вибору раціональної структури комплексної механізації в кар'єрі на ПрАТ «ПівнГЗК» при подальшій розробці крутоспадного родовища залізних руд.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1. СУЧАСНИЙ СТАН ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

Загальна характеристика розвитку відкритої розробки родовищ. Відкритий спосіб розробки родовищ корисних копалин є домінуючим у світовій гірничій промисловості для видобутку руд чорних і кольорових металів, вугілля та будівельної сировини. Його частка у світовому видобутку залізної руди перевищує 85–90 %, що зумовлено високою продуктивністю, відносно низькою собівартістю та можливістю механізації всіх основних процесів. Сучасні відкриті гірничі роботи (ВГР) характеризуються переходом до: застосування глибоких кар'єрів (300–600 м і більше); високопродуктивної великогабаритної техніки; комплексної автоматизації виробничих процесів; цифрового управління гірничим виробництвом з урахуванням дотримання вимог діючої нормативно-законодавчої бази [1-9].

Світові тенденції розвитку відкритих гірничих робіт. У провідних гірничодобувних країнах (Австралія, Бразилія, Канада, США, ПАР) ВГР розвиваються за такими напрямками:

Збільшення масштабів виробництва. Сучасні кар'єри світового рівня забезпечують видобуток: 50–300 млн т руди на рік; з використанням високопродуктивних технологічних комплексів.

Використання великогабаритної техніки. Типові параметри технологічного обладнання: екскаватори з ковшем 20–55 м³; автосамоскиди вантажопідйомністю 180–450 т; бурові станки діаметром 250–400 мм.

Автоматизація та цифровізація. Провідні гірничі компанії впроваджують: автономні кар'єрні самоскиди; системи GPS-контролю техніки; цифрові моделі родовищ (Mine Planning 3D); диспетчеризацію в реальному часі.

Екологізація виробництва. Основні напрямки: зменшення пилогазових викидів; рекультивація земель; повторне використання відходів збагачення.

Стан відкритих гірничих робіт в Україні. Україна має потужну базу відкритої розробки залізних руд, зосереджену в Криворізькому залізорудному басейні. Основними підприємствами є: ПрАТ «Північний ГЗК»; ПрАТ «Центральний ГЗК»;

ПрАТ «Інгулецький ГЗК» (до 1.07.2024 року); АТ «Південний ГЗК». *Особливості вітчизняних залізрудних кар'єрів*: глибина кар'єрів до 400–450 м; значна частка розкривних робіт; високий ступінь зношеності техніки (60–80 % парку); обмежене впровадження автоматизації гірничого виробництва порівняно зі світовими лідерами (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 Порівняльний аналіз показників вітчизняних та світових кар'єрів

Показник	Світові кар'єри	Україна (Кривбас)
Річна продуктивність	50–300 млн т	10–40 млн т
Автосамоскиди	220–450 т	130–220 т
Автоматизація	висока	середня/низька
Середній вік техніки	5–10 років	10–25 років
Цифрові технології	широко впроваджені	частково впроваджені

Основні проблеми галузі: застарілий парк екскаваторів і самоскидів; висока енергоємність гірничого виробництва; недостатній рівень цифровізації; зростання собівартості видобутку сирової руди в глибоких кар'єрах; складні гірничо-геологічні умови.

1.4. Особливості розвитку Першотравневого кар'єру ПрАТ «ПівнГЗК». ПрАТ «ПівнГЗК» є одним із найбільших виробників залізрудного концентрату в Україні. Першотравневий кар'єр - один з найбільших кар'єрів в Україні. Першотравневий кар'єр відіграє важливу роль у загальній структурі видобутку гірничозбагачувального підприємства. Проектна глибина кар'єру 650 метрів. В даний час кар'єр простягається вширину на 2,5 тис. м, у довжину більше, ніж на 3 тис. м. Глибина кар'єра понад 400 м. Нижній його горизонт знаходиться на позначці - (285) м. Станом на 2022–2026 роки для залізрудного кар'єру характерні: поступове збільшення глибини розробки родовища; ускладнення умов транспортування гірничої маси; необхідність оновлення структури комплексної механізації; підвищені вимоги до продуктивності технологічного обладнання. Аналіз матеріалів офіційних сайтів промислових компаній показує, що вітчизняні гірничі підприємства мають потенціал для підвищення ефективності виробництва шляхом модернізації техніки та впровадження цифрових систем управління.

1. Відкритий спосіб розробки є основним у світовій залізорудній промисловості та продовжує активно розвиватися.

2. Світові кар'єри характеризуються високим рівнем автоматизації, великогабаритною технікою та цифровим управлінням.

3. В Україні ВГР мають значний потенціал, але обмежені застарілою технікою з значним коефіцієнтом спрацювання та недостатньою цифровізацією.

4. Першотравневий кар'єр ПрАТ «ПівнГЗК» потребує удосконалення структури комплексної механізації для забезпечення конкурентоспроможності у 2022–2026 роках.

5. Подальший розвиток галузі в Україні пов'язаний із модернізацією та оновленням технічного парку та впровадженням сучасних енерго та ресурсозберігаючих гірничих технологій.

1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИДОБУТКУ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ГІРНИЧОЇ МАСИ В СУЧАСНИХ КАР'ЄРАХ

Загальна характеристика технологічного процесу. У сучасних ВГР технологічний процес видобутку корисних копалин являє собою безперервний ланцюг взаємопов'язаних операцій, який включає: підготовку гірських порід до виймання (буро-вибухові роботи); виймально-навантажувальні роботи; транспортування гірничої маси; складування руди та розкривних порід; первинне дроблення (за потреби). Ефективність кар'єрної розробки значною мірою залежить від узгодженості роботи всіх ланок та рівня механізації процесів.

Буро-вибухова підготовка гірських порід. У більшості сучасних кар'єрів основним методом підготовки міцних гірських порід є свердловинний спосіб вибухового руйнування. Основні технологічні параметри: діаметр свердловин: 200–400 мм; глибина свердловин: 10–25 м; сітка буріння: 5×6 м, 6×7 м (залежно від міцності порід); тип вибухових речовин: емульсійні та гранульовані ВР; система ініціювання: неелектрична або електронна. Сучасні тенденції включають

застосування: електронних детонаторів; точного моделювання вибуху (blast design software); зменшення сейсмічного впливу та фрагментації порід.

Виймально-навантажувальні роботи. Виймання гірничої маси здійснюється переважно одноківшовими екскаваторами циклічної дії. Найпоширеніші типи техніки: електричні екскаватори типу ЕКГ (8–20 м³); гідравлічні екскаватори (10–25 м³); у великих кар'єрах – екскаватори до 40–55 м³.

Основні переваги сучасних екскаваторів: висока продуктивність; можливість роботи у важких умовах; автоматизовані системи керування ковшем; підвищена надійність. Тенденцією є перехід до *екскаваторно-автомобільних комплексів значної потужності*, де продуктивність екскаватора узгоджується з вантажністю автосамоскидів.

Технології транспортування гірничої маси. Транспортування є найбільш енергоємною ланкою кар'єрного виробництва, що може становити до 50–60 % загальних витрат видобутку сирової руди.

1. Автомобільний транспорт. Найпоширеніший у сучасних кар'єрах. Характеристики: автосамоскиди вантажопідйомністю 90–450 т; гнучкість маршрутів; можливість роботи в складному рельєфі. Переваги: висока маневреність; швидке введення в експлуатацію; адаптивність до зміни гірничих умов. Недоліки: високі експлуатаційні витрати; значні витрати палива; зношування шин та доріг.

2. Конвеєрний транспорт. Застосовується при великих і стабільних потоках гірничої маси. Переваги: низька собівартість транспортування; безперервність процесу; висока продуктивність. Недоліки: обмежена гнучкість; висока вартість монтажу; складність зміни траси.

3. Залізничний транспорт. Використовується у великих кар'єрах зі стабільними маршрутами. Характеристики: висока вантажопідйомність; низька собівартість перевезення на великих відстанях; потреба в розвиненій інфраструктурі.

4. Комбіновані транспортні системи. Сучасною тенденцією є використання *гібридних схем*: автомобільно-конвеєрні; автомобільно-залізничні; автомобільно-

дробильно-конвеєрні комплекси. Такі системи дозволяють: зменшити витрати на транспортування; підвищити продуктивність; скоротити час доставки руди до збагачення.

Сучасні тенденції розвитку технологій у кар'єрах. Сучасні ВГР характеризуються такими напрямками розвитку: впровадження автономного кар'єрного транспорту; використання GPS/GLONASS систем контролю техніки; цифрове моделювання гірничих процесів; перехід до інтелектуальних систем управління кар'єром (*Mine Dispatching Systems*); застосування енергоефективних технологій; зменшення екологічного навантаження.

1. Сучасний технологічний процес відкритої розробки є комплексною системою взаємопов'язаних операцій.

2. Основною тенденцією є збільшення потужності обладнання та рівня механізації всіх процесів.

3. Найпоширенішим видом транспорту в кар'єрах залишається автомобільний, однак активно розвиваються конвеєрні та комбіновані системи.

4. Перспективним напрямом є цифровізація та автоматизація гірничих процесів.

5. Для умов Першотравневого кар'єру ПрАТ «ПівнГЗК» найбільш доцільною є комплексна автомобільно-екскаваторна система з елементами конвеєрного транспортування на перспективу після 2026 року.

1.3. ПРОБЛЕМИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБІТ З АНАЛІЗОМ СУЧАСНИХ НАУКОВИХ ДЖЕРЕЛ ТА ХАРАКТЕРИСТИКОЮ ПІДПРИЄМСТВА ПРАТ «ПІВНГЗК»

1.3.1. Основні проблеми розвитку ВГР. Сучасний етап розвитку відкритої розробки родовищ залізних руд характеризується низкою системних проблем, які притаманні як світовій гірничій галузі, так і гірничозбагачувальним підприємствам України: 1) Поглиблення кар'єрів. Збільшення глибини розробки (понад 300–450 м у Кривбасі) призводить до: зростання транспортних витрат; ускладнення умов

підйому гірничої маси; необхідності переходу до комбінованих систем транспорту. 2) Зростання собівартості видобутку. Основні фактори: подорожчання пального та електроенергії, особливо імпортного виробництва; зношеність гірничої техніки; збільшення обсягів розкривних робіт; 3) Обмежена цифровізація гірничого виробництва. На багатьох гірничозбагачувальних підприємствах України недостатньо впроваджені системи Mine Dispatching (*Система диспетчеризації гірничого транспорту*); обмежене використання автономного транспорту; часткова автоматизація БВР і екскавації; 4) Екологічні обмеження: пилове навантаження; порушення земель; необхідність рекультивації.

1.3.2. Сучасні тенденції розвитку ВГР. Світова гірнича промисловість розвивається у напрямі підвищення ефективності та цифровізації: 1) Автоматизація та роботизація- автономні автосамоскиди (АHS-системи (*Система диспетчеризації гірничого транспорту*)); автоматизоване буріння; дистанційне керування екскаваторами; 2) Цифрові кар'єри (Smart Mine)- 3D-моделювання родовищ; цифрові двійники кар'єрів; системи GPS/IoT моніторингу транспорту та техніки; 3) Енергоефективність- перехід на електричні та гібридні самоскиди; оптимізація маршрутів транспорту; зниження витрат пального до 15–25 %; 4) Комбіновані транспортні системи: автомобільно-конвеєрні комплекси; циклічно-потоківі технології; дробильно-конвеєрні установки у кар'єрі.

1.3.3. Аналіз сучасних наукових джерел за темою дослідження в КБР. У процесі дослідження використано підхід аналізу сучасних наукових публікацій, що відображають розвиток ВГР. Фахові джерела за 2021-2026 роки охоплюють: відкриту розробку залізрудних родовищ; комплексну механізацію кар'єрів; системи «екскаватор–автосамоскид»; ІРСС-технології (використання циклічно-потоківі технології в кар'єрі); автоматизацію та оптимізацію кар'єрного транспорту; екологічні аспекти ВГР. Зокрема, у статті [10] розглянуто оптимізацію структури транспортно-екскаваторного комплексу сучасного кар'єру з урахуванням продуктивності та екологічних показників. Особливу увагу приділено розподілу автосамоскидів між екскаваторами. В дослідженні [11] проведено аналіз сучасних технологій циклічно-потоківі технології (ІРСС) у відкритих кар'єрах;

розглядаються переваги конвеєрного транспорту порівняно з автомобільним. Стаття [12] присвячена моделюванню роботи екскаваторів у кар'єрах із напівмобільними дробильно-конвеєрними комплексами; наведено методику оптимального розподілу навантажувальної техніки. У [13] розглянуто математичні моделі оптимізації календарного планування ВГР. Автори пропонують алгоритм підвищення продуктивності кар'єру та ефективності використання техніки. У роботі [14] досліджується оперативне планування змінної роботи кар'єру з урахуванням якості руди та продуктивності обладнання; практичне значення статті полягає у можливості підвищення ефективності транспортно-екскаваторних комплексів. У дослідженні [15] розглядається методика оцінки викидів від кар'єрної техніки під час видобутку залізної руди відкритим способом. У роботі [16] досліджуються сучасні системи автоматизації та штучного інтелекту у відкритих гірничих роботах. Описано тенденції розвитку автономного кар'єрного транспорту та цифрового управління кар'єрами. Стаття [17] присвячена впровадженню автономного кар'єрного транспорту у відкритих рудниках; розглянуто цифрові сценарії управління технікою та підвищення безпеки робіт. У [18] досліджено взаємодію навантажувального обладнання з гірничим середовищем на основі аналізу великих масивів даних; робота корисна для оцінки ефективності роботи екскаваторів у кар'єрі. У [19] надано огляд поточного та потенційного використання ШІ в гірничодобувному секторі та представлено деякі етичні міркування щодо його використання в галузі; окреслено шлях до більш етичного та сталого підходу до використання ШІ в гірничодобувному секторі шляхом багатоцільової оптимізації; також детально описані впровадження та можливості штучного інтелекту в аналізі безпеки та аварій у гірничодобувних операціях; крім того, розглядається комп'ютерний зір та аналіз просторових зображень як останні досягнення глибокого навчання та розпізнавання образів; інші пов'язані з гірничодобувною промисловістю впровадження інтелектуальних систем включають аналіз фрагментів руд, інтелектуальну вентиляцію, спрощення обробки корисних копалин на місці, цифрові двійники, розвідку корисних копалин, прогнозування цін на корисні копалини, вибір гірничодобувного обладнання,

рекультивацію земель після видобутку та планування; також зазначаються детальні перешкоди для впровадження інтелектуальних систем у гірничодобувній галузі промисловості. У [20] вперше розроблено математичну модель ймовірностей знаходження дизель-тролейвозу в різних технологічних станах, застосовану для визначення відповідних ймовірностей при зміні довжин трас руху та частуки в них тролейної ділянки. Встановлені закономірності дозволяють визначати прогнозну надійність роботи, ймовірність знаходження машин в кожному зі станів та продуктивність використання дизель-тролейвозів у порівнянні з автосамоскидами аналогічної вантажопідйомності в заданих умовах експлуатації. Використання дизель-тролейвозів може підвищити продуктивність кар'єрних автомобільних перевезень, причому найкращі результати спостерігаються на трасах максимальної довжини з найбільшою довжиною тролейної ділянки. У [21] розглянуто порівняння енергоефективності та викидів CO₂ в контексті застосування альтернативних рішень для силових агрегатів гірничодобувних самоскидів з використанням інтегрованого проектування та оптимізації управління. У [22] наведено моделювання їздового циклу електричних акумуляторних великогабаритних самоскидів для відкритих гірничих робіт з електричними дорогами. У [23] проведено дослідження ключових рушійних сил переходу на екологічно чисте водневе транспортне паливо. У [24] розглянуті прогнозні стратегії управління енергією для кар'єрних самоскидів. У дослідженні [25] проведена оцінка загальної ефективності обладнання (ОЕЕ) для гірничодобувної техніки (екскаватора-самоскида): приклад кар'єру в Маніса-Сома (Туреччина). У [26] розглянуто вплив рівня дороги на витрату палива самоскидом. У [27] проведено дослідження методу комплексної оцінки поведінки водіїв гірничих самоскидів у відкритих кар'єрах. У [28] здійснено аналіз часу циклу самоскидів для відкритих гірничих робіт. У [29] розглянута комплексна оптимізація планування виробництва та маршрутів транспортування на відкритих кар'єрах. У дослідженні [30] зазначено сучасні альтернативи електрифікації для перевезень відкритим способом у кар'єрах. У статті [31] досягнуто скорочення загального часу циклу видобутку за рахунок оптимізації часу навантаження мережі транспортних доріг, підвищення

продуктивності та часу розвантаження і повернення автосамоскидів на основі обробки результатів аналітичних розрахунків та фактичних спостережень. У [32] розглянуто прогнозування видобутку на відкритих кар'єрах за допомогою методів машинного навчання. У [33] наведено методи машинного навчання для відкритого видобутку корисних копалин: систематичний огляд. У [34] запропонована система підтримки рішень для оптимізації ВГР з урахуванням динамічної невизначеності та паралельного ремонту на основі графічних процесорів. У дослідженні [35] підкреслено особливості застосування обладнання циклічно-потоккової технології видобутку руд на борту кар'єру складної будови. У [36] проведена оптимізація параметрів циклічно-потоккової технології в умовах розробки залізрудних родовищ Кривбасу. У [37] розглянута оптимізація моделювання системи екскаватор-самоскид на відкритих кар'єрах з урахуванням параметрів гірничої маси. У [38] деталізована роль цифрової трансформації в гірничодобувній промисловості: підвищення ефективності, безпеки та сталого розвитку. У [39] наведено автономні системи перевезень у гірничодобувній промисловості: з урахуванням проблем та викликів кібербезпеки, комунікації та безпеки. У дослідженні [40] наведена характеристика ЗАЛІЗНОРУДНОЇ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ У ГЛОБАЛЬНОМУ КОНТЕКСТІ. У [41] здійснено визначення безпечної відстані для роботи гірничодобувного обладнання під час формування внутрішнього відвалу в глибокому кар'єрі. У [42] запропоновано відновлення рослинності та відновлення екосистем після видобутку корисних копалин: шлях до сталого видобутку корисних копалин. У статті [43] систематизовано оновлення інформації про використання земель у світі для видобутку корисних копалин. У [44] проведено обґрунтування оптимальних параметрів елементів уступу та укосів залізрудних кар'єрів. У дослідженні [45] розглянуті цифрові технології моделювання в гірничій індустрії: ефективність та перспективи цифровізації відкритих гірничих підприємств. У [46] деталізована цифровізація гірничодобувних підприємств у контексті розвитку Індустрії 4.0. У [47] запропоновано оцифрування даних у галузі відкритого видобутку корисних копалин: огляд обсягу робіт. У [48] проведена цифрова трансформація та екологічна

стійкість: огляд та програма досліджень. У дослідженні [49] розглянутий сталий розумний видобуток корисних копалин: безпечний, економічний, екологічно чистий, цифровий. У [50] запропоновано цифрове моделювання системи організації ВГР. У статті [51] Здійснена оцінка ключових соціально-економічних та екологічних проблем у гірничодобувній промисловості: наслідки для політики ресурсів у країнах, що розвиваються; стале виробництво та споживання. У [52] розглянуті технології та інструменти, що сприяють розвитку цифрового двійника. У [53] наведено потенціал підвищення ефективності процесів проектування видобутку родовищ твердих корисних копалин на основі цифровізації та передової аналітики. У статті [54] запропоновано застосування штучного інтелекту для підвищення ефективності використання ресурсів у виробничих компаніях – комплексний огляд. У дослідженні [55] наведена структура замкнутого циклу для кооперативної кіберфізичної системи з використанням людини для гірничодобувної промисловості, що базується на віртуальній та доповненій реальності: МНCPS. У [56] розглянуті перспективи розвитку гірничодобувної промисловості в умовах цифровізації національної економіки. У статті [57] наведені особливості диспетчеризації вантажівок у режимі реального часу на відкритих кар'єрах. У [58] зазначено диспетчеризація парку обладнання на основі навчання з підкріпленням для скорочення викидів парникових газів у ВГР. У [59] розглянута багатоетапна оптимізаційна структура для задачі прийняття рішень щодо видобутку самоскидів у режимі реального часу на відкритих кар'єрах: тематичне дослідження мідного рудника Сунгун. У статті [60] запропонована оптимізація розподілу екскаваторів на відкритих кар'єрах, невизначеність: підхід до програмування цілей з обмеженими шансами. У [61] наведена багатоцільова модель для графіка розподілу парку на відкритих кар'єрах з урахуванням впливу пріоритетності цілей на продуктивність транспортної системи. У [62] розглянуто моделі оптимізації, що застосовуються до задач заміни обладнання: огляд та тенденції. У статті [63] розглянута розробка економічної моделі часу заміни гірничодобувного обладнання: тематичне дослідження. У [64] наведено обґрунтування оптимальних параметрів елементів уступу та укосів залізородних кар'єрів. У дослідженні [65] доведено, що

споживання енергії у ВГР залежить від зниження споживання енергії на транспортування за допомогою кар'єрних дробарних систем.

Узагальнення літературного аналізу. Аналіз сучасних джерел дозволяє зробити висновок, що ключовими напрямками розвитку ВГР є: автоматизація виробничих процесів; цифрове управління кар'єрами в контексті впровадження концепції «цифрового кар'єру» та інтеграцію IoT у гірниче виробництво; впровадження автономного транспорту; оптимізація технологічних потоків в глибоких кар'єрах із використанням імітаційного моделювання.

1.3.4. Характеристика ПрАТ «ПівнічЗК». ПрАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» є одним із найбільших підприємств залізорудної галузі України, розташованим у Криворізькому басейні.

ПРАТ „ПВНГЗК” – діюче гірничорудне підприємство, сировинною базою якого є Первомайське родовище залізистих кварцитів, розташоване в Терновському районі м. Кривий Ріг, і Ганнівське родовище залізистих кварцитів, розташоване в північній частині Криворізького залізорудного басейну.

До складу ПРАТ „ПВНГЗК” входять: Першотравневий кар'єр з відвалами, Ганнівський кар'єр з відвалами, центральний промисловий майданчик, хвостосховище, будівельна база, зовнішні залізничні колії, автомобільні дороги та ін. На центральному виробничому майданчику розміщені:

- дробильний комплекс;
- збагачувальні фабрики № 1 і № 2;
- фабрики огрудкування № 1, № 2 і № 3;
- управління залізничного транспорту;
- гірничотранспортні цехи Першотравневого і Ганнівського кар'єрів;
- цех мереж і підстанцій;
- цех технічного водопостачання і шламового господарства;
- цех технологічної диспетчеризації;
- цех по виробництву будівельних матеріалів;
- загальна технологічна лабораторія;
- цех по ремонту технологічного устаткування та інші цехи і служби.

Основні характеристики підприємства: тип виробництва: повний цикл (видобуток – збагачення); основна продукція: залізорудний концентрат і окатки; вид розробки: відкритий (кар'єрний); ключові кар'єри: Першотравневий, Ганнівський. Первомайське родовище залізистих кварцитів розташоване в північній частині Криворізького залізорудного басейну, представленого численними промисловими підприємствами. Адміністративно належить до території Тернівського району міста Кривого Рогу Дніпропетровської області. Межею родовища на півночі є гірничий відвід родовища багатих залізних руд та залізистих кварцитів колишнього ПЗРК, на півдні – виклинення рудного покладу. Загальна протяжність родовища складає 3,0 км. Площа території родовища складає близько 6,5 км².

Район родовища є горбистою степовою рівниною з абсолютними відмітками 105-120 м, що має ухил на південний схід до річки Саксагань, і прорізана балками Грядковата та Північна Червона. Шосейними і залізними дорогами родовище пов'язане з містами Кривий Ріг і П'ятихатки.

Район розміщення родовища ускладнений зонами обвалення, кар'єрами, відвалами та іншими штучними новоутвореннями. Клімат району родовища континентальний з сухим жарким літом і малосніжною, з частими відлигами, зимою. Середньорічна кількість опадів коливається від 430 до 450 мм. Максимальна глибина промерзання ґрунту 1 м. Переважають східні і північно-східні вітри зі швидкістю до 6 м/с, іноді до 20-30 м/с.

Енергопостачання здійснюється Криворізькою теплоелектростанцією (КРЕС-1, КРЕС-2), яка закріплена в єдину систему „Дніпроенерго” з гідроелектростанціями Дніпровського каскаду. Водопостачання підприємств і населення міста забезпечується від р. Інгулець (Карачунівське водосховище) і р. Саксагань (Кресівське водосховище), а також з Південного водосховища (канал Дніпро – Кривий Ріг).

Особливості Першотравневого кар'єру: значна глибина розробки (понад 400 м); великі обсяги розкривних порід; застосування великотоннажної техніки; складні гірничо-геологічні умови; необхідність постійного оновлення структури механізації.

В теперішній час прийнято рішення про необхідність опрацювання варіанту подальшої розробки Першотравневого родовища з урахуванням вибору раціональної структури комплексної механізації в кар'єрі на основі визначення оптимального напрямку розвитку гірничих робіт на період 2022-2037 рр. і розробки технічних рішень для досягнення проектної потужності Першотравневого кар'єру по видобутку сирової руди та подальшої її підтримки на рівні 23 млн. т на рік в частині: – розвитку ЦПТ: передбачити розвиток комплексу ЦПТ (після ліквідації існуючого) шляхом перенесення приймальних пристроїв на глибші горизонти в кар'єрі; – цільової продуктивності з видобутку сирової руди: календарний план видобутку розрахувати на підставі показників скорегованої „Технологічної стратегії” комбінату, визначити коефіцієнт розкриву, що забезпечує реалізацію технічної стратегії; – оптимізації кінцевих контурів кар'єру: розробити план кар'єру у відпрацьованому виді, з урахуванням існуючого положення кар'єрної виїмки і нових технологічних рішень з розвитку ЦПТ.

У межах проекту подальшого освоєння залізорудноо родовища обґрунтовано та прийнято комплекс ключових технічних рішень. Зокрема, встановлено проєктні межі Першотравневого кар'єру, що забезпечують максимально можливе вилучення балансових запасів корисної копалини з урахуванням поточного стану гірничих робіт. Проведений аналіз підтвердив доцільність розміщення комплексу циклічно-потоквої технології (ЦПТ) у відкрито-підземному виконанні на західному борту кар'єру із залученням частини наявних підземних виробок комплексу ЦПТ горизонту –193 м та дробильної фабрики ДФ-3. Також визначено місце розташування концентраційного горизонту нового комплексу ЦПТ на позначці –265 м із введенням його в експлуатацію до завершення 2035 року.

Проєктними рішеннями передбачено можливість подальшого поглиблення комплексу ЦПТ до горизонту –415 м, що створює умови для перспективного розвитку гірничих робіт. Водночас наявність внутрішнього відвалу та відвалу «Західний» на західному борту кар'єру обмежує темпи їх демонтажу і підготовки території під будівництво об'єктів ЦПТ. У зв'язку з цим повне вилучення порід із

внутрішнього відвалу «Південно-західний» та часткове розбирання відвалу «Західний» необхідно завершити не пізніше 2028–2030 років.

У роботі обґрунтовано послідовність відпрацювання запасів родовища та розроблено календарний графік можливого ведення гірничих робіт за окремими періодами, що дозволяє досягти проєктного рівня видобутку руди в обсязі 23 млн т на рік уже в 2027 році. Підготовлено комплект графічних матеріалів, зокрема плани розвитку гірничих робіт, аналіз яких дав змогу визначити необхідний рівень коефіцієнта розкриття для забезпечення запланованої продуктивності підприємства.

Окрему увагу приділено модернізації транспортної інфраструктури кар'єру. Для цього розроблено оновлену транспортну схему, визначено напрямки та обсяги вантажопотоків, а також розраховано основні техніко-економічні показники функціонування автомобільного і залізничного транспорту. Крім того, складено календарний план розвитку відвального господарства та виконано оцінку потреб у відвальних місткостях на найближчу перспективу. Результати розрахунків показали наявність дефіциту площ для складування розкритих порід до завершення відпрацювання затверджених запасів, у зв'язку з чим запропоновано можливі напрями формування додаткових відвальних потужностей.

Загалом реконструкція кар'єру та існуючих відвалів передбачає коригування їх геометричних параметрів, удосконалення технологічних процесів ведення гірничих робіт, оновлення парку обладнання та підвищення ефективності його використання. Реалізація зазначених організаційно-управлінських заходів сприятиме покращенню техніко-економічних показників роботи гірничозбагачувального підприємства та забезпечить стабільне функціонування кар'єру в умовах нарощування виробничої потужності навіть в тривалих складних умовах господарювання.

Основні проблеми гірничозбагачувального підприємства: зношеність частини парку гірничої техніки; високі витрати на транспортування; потреба в цифровізації процесів; ускладнення логістики при зростанні глибини кар'єру.

1. ВГР у світі та Україні розвиваються в напрямі цифровізації, автоматизації та укрупнення гірничого виробництва.

2. Основними проблемами є зростання глибини кар'єрів, витрат на транспортування гірничої маси і обмежена модернізація техніки в Україні.

3. Наукові дослідження підтверджують ефективність автономних систем та цифрових технологій у гірництві.

4. ПрАТ «ПівнГЗК» є ключовим підприємством галузі, але потребує подальшої модернізації структури комплексної механізації, особливо в Першотравневому кар'єрі в період 2022–2026 років.

1.4. ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ОБРАНОГО РОДОВИЩА КОРИСНИХ КОПАЛИН

Геологічна характеристика Першотравневого родовища

Першотравневе родовище залізистих кварцитів розташоване в межах Криворізького залізрудного басейну, який належить до найбільших світових центрів концентрації залізрудних ресурсів. Геологічна еволюція району пов'язана з формуванням структур Українського щита, де широко поширені докембрійські метаморфічні утворення. Геологічний фундамент родовища представлений комплексом залізистих кварцитів, кристалічних сланців, амфіболітів, гнейсів та інших метаморфізованих осадових порід.

Стратиграфічна будова території сформована породами Криворізької серії, до складу якої входять Новокриворізька, Скелюватська, Саксаганська та Гданцівська світи. Давні кристалічні утворення перекриваються відкладами кайнозойської ери різного генетичного походження.

Новокриворізька світа представлена переважно амфіболітами, що чергуються з кварц-біотитовими, а місцями й кварц-хлоритовими сланцями. У її розрізі розрізняють дві підсвіти — нижню та верхню. Загальна потужність комплексу становить близько 400–500 м.

Скелюватська світа залягає на ерозійно перетвореній поверхні амфіболітів і складена аркозовими пісковиками, кварц-слюдянистими та тальк-карбонатними сланцями. Потужність цієї товщі варіює від 150 до 460 м.

Найважливіше промислове значення має Саксаганська світа, яка є основним рудоносним горизонтом родовища. У її межах виділяються декілька залізистих та сланцевих горизонтів сумарною потужністю близько 1200 м. Основні промислові запаси зосереджені в межах п'ятого та шостого залізистих горизонтів.

Перший сланцевий горизонт поширений локально в окремих структурних блоках південно-східної частини родовища. Він сформований хлорит-біотитовими сланцями з домішками гранату, серициту, графіту та кумінгтоніту. Потужність горизонту змінюється від 20 до 120 м при середньому значенні близько 80 м.

Перший залізистий горизонт представлений некондиційними магнетит-кумінгтонітовими кварцитами. Середній вміст загального заліза досягає 27,5 %, а магнетитового — близько 15 %. Потужність рудоносної товщі становить від 20 до 40 м.

Другий сланцевий горизонт складений переважно хлорит-серицит-біотитовими сланцями та простежується в межах окремих тектонічних блоків східної частини родовища. Його потужність коливається від 80 до 200 м.

Другий залізистий горизонт локалізований уздовж східної межі родовища та представлений кумінгтоніт-магнетитовими і магнетит-кумінгтонітовими кварцитами. Середній вміст загального заліза становить 31,58 %, а магнетитового — 15,54 %. Потужність горизонту змінюється в межах 20–80 м.

Третій–п'ятий сланцеві горизонти розвинені на північних, східних та південно-східних флангах кар'єрного поля. Вони складені графіт-хлорит-біотит-серицитовими та біотит-кварц-кумінгтонітовими сланцями. Максимальна потужність досягає 110 м, середня становить близько 60 м.

П'ятий залізистий горизонт приурочений до окремих тектонічних блоків північно-східної частини родовища. Основну частину його об'єму складають магнетитові джеспілітоподібні кварцити, частка яких перевищує 90 %. Середній вміст загального заліза становить 39,01 %, а магнетитового — 32,9 %. У межах окремих блоків потужність горизонту сягає 150 м.

Шостий залізистий горизонт є найбільш поширеним рудним утворенням кар'єрного поля. Переважаючими породами виступають магнетитові кварцити,

частка яких перевищує половину загального об'єму. Крім них, поширені гематит-магнетитові та силікат-магнетитові різновиди. На контактах із сьомим сланцевим горизонтом формуються перехідні магнетит-силікатні зони. Середній вміст загального заліза складає 36,34 %, а магнетитового — 28,05 %. Потужність горизонту переважно змінюється від 100 до 360 м, хоча на окремих ділянках може перевищувати 500 м.

Шостий сланцевий горизонт представлений магнетит-біотит-кумінгтонітовими та магнетит-біотит-магнезіорибекітовими кварцитами. Його потужність зазвичай не перевищує 40 м.

Сьомий сланцевий горизонт поширений переважно в центральній та південно-західній частинах родовища. Він складений силікат-магнетитовими і магнетит-силікатними кварцитами із середнім вмістом загального заліза 25,14 % та магнетитового 12,97 %. Частина порід цього горизонту за своїми якісними характеристиками може відповідати промисловим кондиціям, однак остаточне оконтурювання придатних для розробки ділянок можливе лише під час експлуатаційної розвідки та технологічних випробувань.

Сьомий залізистий горизонт простежується переважно в західній частині родовища та представлений магнетит-силікатними кварцитами, які поступово переходять у кристалічні сланці. Вміст загального заліза характеризується значною мінливістю та в середньому становить 25,58 %, тоді як середній вміст магнетитового заліза дорівнює 10,9 %. Потужність горизонту змінюється від 80 до 400 м.

Гданцівська світа перекриває рудоносні товщі Саксаганської світи із західного боку родовища. Вона представлена безрудними кварцитами та кристалічними сланцями різного мінералогічного складу. Потужність світи становить від 40 до 260 м.

У приповерхневій зоні поширена кора вивітрювання, глибина розвитку якої змінюється від 25 до 95 м. Значне місце в геологічній будові займають також брекчії змішаного складу. За результатами аналізу кернового матеріалу частка кондиційних руд складає близько 40 %, тоді як некондиційні різновиди переважають. Точне

визначення меж продуктивних зон можливе лише під час ведення гірничих робіт та випробування буропідливних свердловин.

Кайнозойський покрив представлений відкладами палеогенового, неогенового та четвертинного віку. Палеогенові утворення мають обмежене поширення та представлені лінзоподібними тілами з уламкового матеріалу мартитових кварцитів. Неогенові відклади сформовані переважно строкатозабарвленими пісками та глинами, які місцями переходять у бентонітоподібні різновиди. Четвертинні відклади представлені лесоподібними суглинками та сучасним ґрунтовим покривом. Загальна потужність кайнозойських відкладів у межах родовища змінюється від 2 до 50 м.

Гірничо-геологічні умови залягання родовища. Під час проведення геологорозвідувальних досліджень і подальшої експлуатації Першотравневого родовища в його межах виділяють три основні рудні тіла. Крім цього, для зручності подальшого ведення гірничих робіт територію кар'єрного поля умовно поділяють на окремі ділянки, що характеризуються специфічними геологічними та структурними особливостями. Рудні тіла являють собою сукупність взаємопов'язаних тектонічних блоків, для яких характерне близьке просторове положення та подібні умови залягання. Вони відрізняються між собою геометричними параметрами, мінералогічним складом кварцитів, морфологією покладів і ступенем прояву метасоматичних процесів.

Рудне тіло 1. Перше рудне тіло розташоване у східній частині кар'єрного поля та простягається від південного флангу до зони тектонічного порушення в районі базисів IV–V. У структурному відношенні воно є продовженням Саксаганської синклінальної структури. Від другого рудного тіла воно відокремлюється блоком малорудних кварцитів сьомого сланцевого горизонту та тектонічною зоною, потужність якої місцями досягає 40 м. Товщина розділювального прошарку некондиційних кварцитів у верхній частині розрізу змінюється від 40 до 100 м і поступово зменшується з глибиною.

Протяжність розвіданої частини покладу перевищує 1,2 км. У південному секторі простягання має субмеридіональний напрямок із азимутом 10–20° та

західним падінням під кутами 60–85°. У північній частині напрямок змінюється до 30–50°, при цьому кути падіння зменшуються до 30–50°, що супроводжується збільшенням горизонтальної потужності. Якщо на півдні вона не перевищує 150 м, то на півночі досягає 400 м. Будова рудного тіла ускладнена системою поперечних субширотних порушень, які розділяють його на окремі блоки. Площини зміщення переважно занурюються у південно-східному напрямку під кутами 75–85°.

Основу покладу складають кварцити шостого та частково п'ятого залізистих горизонтів. У мінералогічній структурі переважають магнетитові різновиди (54,8 %). Частка гематит-магнетитових кварцитів становить 20,4 %, силікат-магнетитових — 17,5 %, а магнетит-силікатних — 7,3 %. Останні формують перехідні зони між кондиційними рудами шостого залізистого горизонту та малорудними породами сьомого сланцевого горизонту. Потужність таких зон змінюється від 10 до 40 м.

Середній вміст загального заліза у межах рудного тіла складає 35,52 %, а магнетитового — 27,46 %. Для кварцитів характерний розвиток процесів метасоматичного перетворення. У межах шостого залізистого горизонту спостерігається рибекітизація, тоді як у контактних зонах п'ятого горизонту зі сланцями поширена кумінгтонізація.

Рудне тіло 2. Друге рудне тіло займає північну частину кар'єрного поля та простягається від тектонічної зони поблизу базисів IV–V до ділянки повного виклинювання поблизу базису I. Його довжина перевищує 1400 м. Для цього покладу характерна складна внутрішня будова, що обумовлена значною кількістю тектонічних порушень різного напрямку. Розривні структури супроводжуються зонами інтенсивного брекчіювання, внаслідок чого тіло являє собою систему блоків різної форми, розмірів і просторової орієнтації. Рудне тіло сформоване переважно кварцитами шостого залізистого горизонту з локальним розвитком порід п'ятого горизонту. Серед кондиційних руд домінують магнетитові кварцити, частка яких становить 64,29 %. Гематит-магнетитові різновиди займають 23,21 %, силікат-магнетитові — 10,03 %, а магнетит-силікатні — 2,47 %. Середній вміст загального заліза досягає 36,87 %, а магнетитового — 29,32 %. У межах покладу трапляються

окремі блоки малорудних кварцитів сьомого сланцевого горизонту та кристалічних сланців третього–п'ятого сланцевих горизонтів.

Важливою особливістю другого рудного тіла є значний розвиток метасоматично змінених порід. Найбільш поширеними є егірин-магнетитові, кумінгтоніт-магнетитові та магнетит-кумінгтонітові кварцити.

Рудне тіло 3. Третє, або західне, рудне тіло простежується від південного флангу кар'єрного поля до району базису III. Горизонтальна потужність покладу істотно змінюється по простяганню: від 20 м у південній частині до 300–400 м на півночі. Породи характеризуються західним падінням під кутами 65–75°. Основу рудного тіла складають кварцити шостого залізистого горизонту. За мінералогічним складом переважають магнетитові різновиди (40,70 %), частка гематит-магнетитових кварцитів становить 38,75 %, силікат-магнетитових — 16,17 %, а магнетит-силікатних — 4,38 %.

Магнетит-силікатні різновиди локалізуються переважно в контактних і перехідних зонах між рудними та вміщуючими породами. Середній вміст загального заліза складає 35,28 %, а магнетитового — 26,32 %.

Тектонічна будова покладу характеризується наявністю поперечних субширотних порушень, які поділяють його на окремі блоки зі зміщенням один відносно одного. У межах зон порушень місцями розвинуті брекчіювані породи.

Із східного боку рудне тіло контактує з некондиційними кварцитами сьомого сланцевого горизонту, тоді як із західного боку його обмежують кристалічні сланці та малорудні кварцити сьомого залізистого горизонту. Для кварцитів характерний помірний розвиток процесів рибекітизації.

Поділ родовища на ділянки. У межах Першотравневого родовища виділяють декілька експлуатаційних ділянок, межі яких мають умовний характер. Південна та південно-східна ділянки відповідають простяганню першого рудного тіла. Північно-східна ділянка охоплює частину другого рудного тіла, розташовану північніше базису V. Північна та північно-західна ділянки пов'язані з основною частиною другого рудного тіла, тоді як західна ділянка відповідає межах третього рудного тіла. Аналіз якісних показників руд свідчить, що для п'ятого та шостого

залізистих горизонтів середній вміст загального заліза становить 36,16 %, а магнетитового — 28,14 %. Середньоквадратичні відхилення цих показників дорівнюють відповідно 5,22 % та 5,83 %, що характеризує відносно стабільну якість залізорудної сировини в межах промислово значущих покладів родовища.

Ділянки, що виділяються на родовищі, не мають чітких меж:— південна і південно-східна ділянки охоплюють рудне тіло 1;— північно-східна ділянка охоплює частину рудного тіла 2 на північ від базису V і обмежена із заходу тектонічними розривами;— північна і північно-західна ділянки охоплюють північну і західну частини рудного тіла 2;— західна ділянка охоплює рудне тіло 3.

Якісна характеристика залізистих кварцитів по стратиграфічних горизонтах і рудних тілах, наведена в таблиці 1.2. Загалом по п'ятому і шостому залізистих горизонтах середній вміст $Fe_{\text{заг.}}$ дорівнює 36,16 %, а вміст $Fe_{\text{магн.}}$ складає 28,14% при середньоквадратичних відхиленнях відповідно 5,22 і 5,83%.

Гідрогеологічні умови. Гідрогеологічна ситуація характеризується наявністю: підземних вод у тріщинуватих зонах; локальних водоносних горизонтів у розкривних породах; необхідністю постійного водовідливу з кар'єру. *Рівень обводнення:* слабкий у верхніх горизонтах; помірний у глибинних зонах розробки. Це потребує: насосних систем водовідливу; дренажних заходів; контролю стійкості укосів.

Інженерно-геологічні особливості. Гірські породи Першотравневого залізорудного родовища характеризуються: високою міцністю залізистих кварцитів ($\sigma_c = 80\text{--}180$ МПа); середньою тріщинуватістю масиву; неоднорідністю структури рудних тіл; підвищеною абразивністю порід. Це безпосередньо впливає на: вибір бурового обладнання; параметри вибухових робіт; знос екскаваторної техніки в кар'єрі.

Вплив геологічних умов на технологію розробки родовища. Особливості геологічної будови Першотравневого родовища безпосередньо впливають на вибір технологічних рішень під час його подальшої відкритої розробки. Значна міцність залізистих кварцитів, складна тектонічна структура та значні масштаби кар'єрного

поля обумовлюють необхідність застосування високопродуктивних технічних засобів на всіх етапах гірничого виробництва.

Таблиця 1.2 – Якісна характеристика залізистих кварцитів по стратиграфічних горизонтах і рудних тілах

Мінералогічні різновиди	Проби		Вміст, %			
	Всього	Співвідно- шення, %	Fe _{заг.}		Fe _{магн.}	
			середнє	квадратичне відхилення	середнє	квадратичне відхилення
Горизонт PR _{15x} ^{5f}						
Магнетитові	813	89,83	39,05	2,80	33,72	3,21
Гематит-магнетитові	89	9,83	39,01	2,84	26,21	2,76
Силікат-магнетитові	4	0,44	31,22	—	22,11	—
Всього	906	100,0	39,01	3,16	32,90	4,81
Горизонт PR _{15x} ^{6f}						
Магнетитові	6019	53,76	37,57	3,30	31,57	3,12
Гематит-магнетитові	3038	27,13	37,66	2,94	25,02	3,52
Силікат-магнетитові	1630	14,56	29,67	3,20	22,51	3,12
Магнетит-силікатні	509	4,55	26,38	3,01	15,92	2,63
Всього	11196	100,0	36,34	5,02	28,05	5,16
Горизонти PR _{15x} ^{5+6f}						
Магнетитові	6832	56,46	37,74	4,16	31,83	4,56
Гематит-магнетитові	3129	25,84	37,71	3,80	25,03	5,19
Силікат-магнетитові	1630	13,53	29,67	3,20	22,51	3,18
Магнетит-силікатні	510	4,17	26,38	3,40	15,92	3,78
Всього	12101	100,0	36,16	5,22	28,14	5,83
Рудне тіло 1						
Магнетитові	1831	54,79	37,66	3,08	31,58	3,81
Гематит-магнетитові	681	20,38	37,78	2,81	24,83	3,01
Силікат-магнетитові	587	17,56	29,78	3,11	22,35	2,13
Магнетит-силікатні	243	7,27	26,51	3,12	16,19	2,99
Всього	3342	100,0	35,52	4,93	27,46	4,56
Рудне тіло 2						
Магнетитові	3914	64,29	38,04	2,89	32,35	3,07
Гематит-магнетитові	1413	23,21	38,06	2,09	25,17	4,80
Силікат-магнетитові	611	10,03	29,35	2,36	22,77	2,82
Магнетит-силікатні	150	2,47	25,90	1,22	15,73	2,60
Всього	6088	100,0	36,87	4,17	29,32	5,11
Рудне тіло 3						
Магнетитові	1087	40,70	36,74	4,10	30,41	3,14
Гематит-магнетитові	1035	38,75	37,16	3,10	25,02	3,07
Силікат-магнетитові	432	16,17	29,90	2,29	22,36	2,23
Магнетит-силікатні	117	4,38	26,89	2,89	15,71	2,81
Всього	2671	100,0	35,28	4,74	26,32	4,69

Якісна характеристика рудних тіл родовища обумовлена переважно співвідношенням природних різновидів залізистих кварцитів. Хімічний та

мінеральний склад залізистих кварцитів горизонту PR_{1sx}^{5f} і PR_{1sx}^{6f} наведено в таблиці 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.3 – Хімічний та мінеральний склад залізистих кварцитів горизонту PR_{1sx}^{5f}

Компоненти, %	по горизонту			у тому числі за вмістом, %				
	від	до	середнє	гематиту		силікатів		
				менше 10	більше 10	менше 10	10-20	більше 20
Хімічний склад								
FeO	12,03	22,58	17,22	17,75	14,38	15,73	17,84	20,48
Fe ₂ O ₃	27,74	49,18	37,926	37,109	42,200	40,815	36,641	31,955
SiO ₂	32,34	42,50	37,66	37,64	37,75	37,35	37,90	37,80
P ₂ O ₅	0,014	0,184	0,118	0,125	0,081	0,095	0,140	0,110
S	0,011	0,340	0,118	0,124	0,088	0,083	0,136	0,180
Al ₂ O ₃	0,19	1,10	0,54	0,54	0,58	0,48	0,60	0,51
CaO	0,12	3,19	1,43	1,47	1,25	1,28	1,49	1,79
MgO	0,55	4,16	1,96	2,03	1,62	1,63	2,06	2,86
CO ₂	0,18	5,0	2,27	2,39	1,64	1,72	2,63	2,81
MnO	0,032	0,136	0,080	0,084	0,054	0,063	0,096	0,092
Na ₂ O+K ₂ O	0,12	1,29	0,39	0,42	0,22	0,31	0,42	0,51
TiO ₂	0,006	0,184	0,040	0,040	0,039	0,031	0,054	0,027
H ₂ O	0,0	2,92	0,252	0,493	0,225	0,302	0,472	0,868
Σ	—	—	100,0	100,0	100,0	99,889	100,0	99,992
Fe _{заг.}	35,10	43,75	39,91	39,76	40,69	40,81	39,47	38,26
Fe _{магн.}	25,05	40,20	32,13	32,83	28,48	33,09	31,73	30,07
Співвідношення			100,0	84,0	16,0	42,0	48,0	10,0
Мінеральний склад								
Магнетит	34,65	55,70	44,378	45,345	39,337	45,704	43,825	41,533
Гематит	0,88	34,33	6,526	4,901	14,680	8,696	5,409	2,170
Карбонат залізнстий	0,0	8,058	0,919	1,069	0,121	0,244	1,297	1,927
Карбонат нерудний	0,04	9,13	3,636	3,711	3,244	3,356	3,738	4,322
Силікати	3,23	26,03	12,276	13,147	9,285	7,860	14,510	22,215
Кварц	24,41	39,52	31,877	31,628	33,190	33,707	31,283	27,049
Апатит	0,032	0,541	0,244	0,255	0,186	0,220	0,260	0,267
Інші	0,017	0,520	0,389	0,159	0,057	0,213	0,178	0,517
Σ	—	—	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Підготовка скельних порід до виймання здійснюється переважно шляхом буропідричних робіт із використанням свердловин великого діаметра. Такий підхід забезпечує необхідний ступінь дроблення гірського масиву та створює сприятливі умови для подальшої екскавації.

Висока міцність і щільність рудних порід визначають доцільність використання потужних кар'єрних екскаваторів із ковшами великої місткості. Для транспортування значних обсягів гірничої маси застосовуються автосамоскиди підвищеної вантажопідйомності, здатні працювати в умовах великих навантажень та значної глибини залізородного кар'єру.

**Таблиця 1.4 – Хімічний та мінеральний склад залізистих кварцитів
горизонту PR_{15x}^{6f}**

Компоненти, %	Магнетитові кварцити тонкослоїсті	Залізисті кварцити середньо і грубослоїсті	у тому числі		Кварцити силікат-магнети-тові	Кварцити магнетит-силікатні
			магнетитові	гематит-магнети-тові		
Хімічний склад						
FeO	15,97	15,21	15,88	13,41	15,65	15,31
Fe ₂ O ₃	36,553	35,81	34,44	39,48	25,54	20,89
SiO ₂	39,05	40,27	40,73	39,10	46,55	49,55
P ₂ O ₅	0,098	0,085	0,086	0,084	0,105	0,092
S	0,106	0,099	0,106	0,082	0,271	0,333
Al ₂ O ₃	0,58	0,48	0,51	0,41	1,01	1,35
CaO	1,50	1,84	1,87	1,78	2,12	2,15
MgO	2,28	2,17	2,27	1,89	2,96	3,75
CO ₂	2,12	2,64	2,76	2,49	3,95	4,28
MnO	0,084	0,079	0,084	0,069	0,116	0,137
Na ₂ O+K ₂ O	0,73	0,56	0,57	0,54	0,72	0,79
TiO ₂	0,026	0,035	0,039	0,027	0,050	0,081
H ₂ O	0,662	0,523	0,552	0,447	0,816	1,495
Σ	99,724	99,801	99,897	99,809	99,858	99,918
Fe _{заг.}	38,01	36,84	36,65	37,35	29,48	26,83
Fe _{магн.}	31,63	29,01	30,11	26,09	22,34	15,75
Мінеральний склад						
Магнетит	43,687	40,069	41,588	36,035	30,856	21,75
Гематит	5,552	7,55	5,489	13,060	3,363	4,433
Карбонат залізистий	0,378	0,636	0,738	0,401	2,440	3,232
Карбонат нерудний	4,027	3,927	5,247	4,866	6,260	6,321
Силікати	12,609	12,566	12,014	9,769	18,556	26,718
Кварц	33,046	34,720	34,474	35,379	37,820	36,878
Апатит	0,225	0,206	0,211	0,193	0,242	0,212
Інші	0,200	0,127	0,136	0,106	0,321	0,374
Σ	99,724	99,801	99,897	99,809	99,858	99,918

Зі збільшенням глибини гірничих робіт суттєво зростають витрати на транспортування корисної копалини та розкривних порід. У зв'язку з цим перспективним напрямом удосконалення технологічної схеми є впровадження гібридних комбінованих транспортних систем, що поєднують автомобільний, конвеєрний або залізничний транспорт.

Аналіз геологічних особливостей родовища дозволяє зробити такі висновки:

- Першотравневе родовище характеризується складною геологічною будовою та значним поширенням докембрійських залізистих кварцитів;
- наявність численних тектонічних порушень і високі показники міцності порід істотно ускладнюють процес ведення відкритих гірничих робіт;
- ефективне освоєння запасів корисних копалин можливе лише за умови використання сучасних високопродуктивних комплексів гірничого обладнання;

– збільшення глибини кар'єру та зростання коефіцієнта розкриття потребують удосконалення транспортної інфраструктури й підвищення продуктивності екскаваторної техніки;

– результати геологічного аналізу є основою для обґрунтування раціональної структури комплексної механізації Першотравневого кар'єру ПрАТ «ПівніГЗК» на перспективний період його експлуатації.

Технологічні властивості залізистих кварцитів Першотравневого родовища

Технологічна цінність залізистих кварцитів визначається насамперед показниками загального та магнетитового заліза, які безпосередньо впливають на вихід залізорудного концентрату та рівень вилучення корисного компонента під час магнітного збагачення. Вказані параметри встановлювалися за результатами детальної та експлуатаційної розвідки, а також на підставі лабораторних досліджень технологічних проб.

Основну частину запасів Першотравневого залізорудного родовища складають магнетитові кварцити. Для цієї групи руд середній вміст заліза у концентраті після подрібнення до крупності 95 % класу менше 0,05 мм становить 65,48 %. Значення середньоквадратичного відхилення дорівнює 2,46 %, що свідчить про відносно стабільну якість концентрату. Більшість магнетитових кварцитів належить до категорії легко- та середньозбагачуваних порід. Разом із тим окремі ділянки представлені важкозбагачувальними різновидами або породами, які практично не піддаються ефективному збагаченню.

Окрему групу формують гематит-магнетитові кварцити, для яких характерний вміст гематиту понад 10 %. Середній вміст заліза в концентраті для цієї категорії досягає 65,91 %, а переважна частина руд також належить до легко- та середньозбагачуваних.

Залежно від вмісту силікатних мінералів виділяють силікат-магнетитові та магнетит-силікатні різновиди кварцитів. Силікат-магнетитові кварцити характеризуються середнім вмістом заліза в концентраті на рівні 63,8 %, проте відзначаються значною мінливістю технологічних показників. Для магнетит-

силікатних кварцитів цей показник знижується до 59,46 %, що обумовлено підвищеним вмістом нерудних компонентів та складністю процесу збагачення.

За наявності карбонатів у кількості понад 10 % кварцити відносять до карбонат-магнетитових різновидів. Ці породи мають специфічні технологічні характеристики, які необхідно враховувати під час вибору режимів дроблення та збагачення залізорудної сировини. Узагальнення результатів технологічних досліджень свідчить, що переважна частина залізистих кварцитів Першотравневого родовища є придатною для ефективного магнітного збагачення та забезпечує отримання концентрату з високим вмістом заліза. Систематизовані дані по технологічній характеристиці залізистих кварцитів Першотравневого родовища наведені в таблиці 1.5.

1.5. ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Першотравневе родовище характеризується складною складчасто-блоковою будовою, яка сформувалася під впливом численних тектонічних процесів. Значного поширення набули розривні порушення зсувного типу, потужність яких варіює від кількох сантиметрів до десятків метрів. Більшість таких зон заповнена брекчіюваним матеріалом, що суттєво впливає на стійкість уступів та умови ефективного ведення гірничих робіт. Інженерно-геологічні дослідження виконувалися протягом усього періоду вивчення та освоєння залізорудного родовища. Отримані результати свідчать про значну неоднорідність фізико-механічних характеристик порід, обумовлену складною геологічною будовою та різним ступенем тектонічної порушеності масиву. Фізико-механічні властивості порід мають визначальне значення під час вибору параметрів буропідливних робіт, продуктивності екскаваторної техніки та організації транспортних процесів. Основними літологічними різновидами порід у межах кар'єрного поля є:– залізисті кварцити, які формують основні рудні поклади;– амфіболіти та кристалічні сланці, що виступають вміщуючими породами;– четвертинні піщано-глинисті відклади, представлені переважно розкритими породами.

Таблиця 1.5 – Технологічна характеристика залізистих кварцитів Першотравневого родовища

Горизонт	Різновиди	Масова частка, %			Показники збагачення, %					Розподіл за сортами, %					
		Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{магн.} / Fe _{заг.}	залізо у концентраті		вихід	Fe _{хв.}	виплучення	>68	66-68	64-66	62-64	60-62	<60
					середнє	квадрат. відхилення									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PR _{1SX} ^{5-6f}	М	36,40	30,18	0,829	65,48	2,46	47,66	9,92	85,73	13,18	33,92	28,94	15,58	6,33	2,05
	ГМ	36,50	24,89	0,681	65,91	2,37	40,00	16,89	72,23	21,30	33,58	24,18	13,00	7,22	0,72
	СМ	29,57	22,29	0,753	63,80	2,94	35,83	10,46	77,30	3,25	19,51	34,96	17,96	13,01	11,38
	МС	24,72	14,70	0,594	59,46	4,70	25,62	12,75	61,62	5,62	17,98	14,61	23,59	12,36	25,84
	у т. ч.: Fe >16%	26,86	18,28	0,680	62,49	3,67	30,23	11,42	70,33	–	–	–	–	–	–
	Fe <16%	21,98	10,11	0,459	55,67	5,52	18,31	14,45	46,29	–	–	–	–	–	–
PR _{1SX} ^{7s}	Усього	24,14	13,11	0,543	51,51	7,03	24,85	15,09	53,02	–	1,01	2,43	3,04	4,45	89,07
	СМ	28,65	21,40	0,746	57,57	–	37,67	11,17	75,69	–	–	–	–	–	–
	у т. ч.: Fe >16%	26,48	18,07	0,682	55,67	6,48	33,06	12,06	69,50	–	–	–	–	–	–
	Fe <16%	23,46	11,67	0,497	50,37	7,19	21,57	16,06	46,31	–	–	–	–	–	–
PR _{1SX} ^{7f}	Усього	25,16	12,00	0,476	64,21	2,94	18,80	16,12	47,98	6,71	23,49	30,21	18,79	12,08	8,72
	СМ	29,05	21,35	0,734	65,93	–	32,89	10,97	74,64	–	–	–	–	–	–
	у т. ч.: Fe >16%	27,53	18,44	0,669	65,07	2,98	28,21	12,78	66,88	–	–	–	–	–	–
	Fe <16%	24,46	10,09	0,412	63,96	2,93	15,69	17,11	41,03	–	–	–	–	–	–
PR _{1SX} ^{2f}	Усього	33,44	24,11	0,721	67,54	1,49	37,67	12,83	76,08	47,37	39,47	10,53	2,63	–	–
	у т. ч.: Fe >32%	36,62	29,64	0,809	67,37	–	45,70	10,74	84,07	–	–	–	–	–	–
	Fe <32%	27,99	14,64	0,523	67,81	–	22,53	16,41	54,58	–	–	–	–	–	–
	Fe >16%	25,26	27,23	0,772	67,45	–	42,18	11,78	80,69	–	–	–	–	–	–
	Fe < 16%	25,36	10,33	0,407	67,90	–	15,64	17,47	41,87	–	–	–	–	–	–

М – магнетитові; ГМ – гематит-магнетитові; СМ – силікат-магнетитові; МС – магнетит-силікатні кварцити

Важливим показником є щільність гірських порід, яка безпосередньо впливає на продуктивність транспортного та екскаваторного обладнання в кар'єрі. Для залізистих кварцитів значення щільності знаходяться в межах 3,2–3,6 т/м³, для сланців — 2,6–3,0 т/м³, а для пухких розкривних порід — 1,8–2,2 т/м³. Підвищена щільність рудної маси призводить до збільшення навантажень на транспортні засоби та потребує застосування високопродуктивних автосамоскидів великої вантажопідйомності, що забезпечують ефективне транспортування корисної копалини з робочих горизонтів кар'єру. Основні фізико-механічні властивості скельних і четвертинних порід наведені в таблицях 1.6 та 1.7 відповідно.

Абразивність порід. Абразивність є важливим показником зношування гірничого обладнання- залізисті кварцити: дуже висока абразивність (індекс 8–10); сланці: середня абразивність (4–7); розкривні породи: низька (1–3).

Таблиця 1.6 – Фізико-механічні властивості скельних порід Першотравневого кар'єру

Назва порід	Стратиграфічний горизонт	Показники					
		Щільність, т/м ³	Питома вага, т/м ³	Вологість, %	Пористість, %	Робота руйнування кг/см ²	Коефіцієнт міцності порід за шкалою М.М. Протод'яконова
Кварцити силікат-магнетитові	PR _{1SX} ^{5f}	3,51	3,74	0,18	5,31	6,2-15,2	12-18
Кварцити силікат-магнетитові	PR _{1SX} ^{6f}	3,44	3,61	0,12	5,46	5,5-14,6	8-18
Кварцити магнетит - силікатні кондиційні	PR _{1SX} ^{6f}	3,18	3,39	0,13	6,26	5,5-13,2	8-14
Кварцити магнетит - силікатні некондиційні	PR _{1SX} ^{6f}	2,98	3,18	0,23	6,39	6,0-11,2	10-16
Сланці	PR _{1SX} ^{3-5s}	2,92	3,03	0,18	3,68	1,4-4,9	3-8
Кварцити магнетит - силікатні	PR _{1SX} ^{7f}	2,93	3,23	0,33	9,3	6,5-10,7	10-16
Кварцити магнетит - силікатні	PR _{1SX} ^{7sf}	3,07	3,31	0,22	6,5	5,6-12,3	10-16
Кварцити, кварц-карбонатні породи	PR _{1gd}	2,5-3,1	—	—	0,2-9,6	3,7-8,2	4-12
Кварцити лімонітові	PR _{1SX} ^{7sf}	2,5-3,0	—	—	7,8-16,6	2,0-3,6	3-8
Кварцити мартитові	PR _{1SX} ^{5-6f}	2,9-3,4	—	—	6,2-14,5	6,3-15,9	8-18
Кварцити мартитові	PR _{1SX} ^{5-6f}	2,9-3,4	—	—	6,2-14,5	6,3-15,9	8-18

Висока абразивність призводить до: інтенсивного зношування ковшів екскаваторів; зменшення ресурсу автосамоскидів; підвищення витрат на ремонт. *Тріщинуватість і структура масиву.* Гірський масив родовища характеризується: середньою та локально високою тріщинуватістю; наявністю тектонічних зон дроблення; неоднорідністю рудних тіл. Це позитивно впливає на: зменшення енерговитрат буро-вибухових робіт; але водночас: ускладнює стабільність укосів кар'єру. *Вологість і водонасичення.* Вологість порід коливається: залізисті кварцити: 0,5–2 %; сланці: 1–5 %; розкривні породи: до 10–15 %. Вплив: збільшення липкості порід; ускладнення навантаження в дощові періоди; підвищене навантаження на транспортні дороги.

Буримість і вибуховість порід. Показники буримості визначають параметри буро-вибухових робіт: кварцити: III–IV категорія буримості (важкобуримі породи); сланці: II–III категорія; розкрив: I–II категорія. Особливості: необхідність застосування шарошкового буріння; використання потужних вибухових речовин; оптимізація сітки свердловин для зменшення витрат.

Вплив фізико-механічних властивостей на вибір технології. Отримані характеристики порід безпосередньо визначають: необхідність застосування екскаваторів великої місткості ковша (12–20 м³); використання автосамоскидів високої вантажопідйомності (130–220 т); обов'язкове застосування свердловинного буро-вибухового способу; підвищені вимоги до міцності гірничого обладнання; доцільність комплексної механізації виробництва. Отже, породи Першотравневого залізрудного родовища характеризуються високою міцністю та значною абразивністю; залізисті кварцити є найміцнішим і найскладнішим для розробки типом гірських порід; фізико-механічні властивості зумовлюють необхідність використання потужної буро-вибухової підготовки та великогабаритного обладнання; висока щільність і абразивність порід підвищують вимоги до транспортних систем і екскаваційної техніки; отримані дані є базою для формування раціональної структури комплексної механізації Першотравневого кар'єру ПрАТ «ПівніГЗК» у період 2022–2026 років та найближчу перспективу.

1.6 ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ТА КЛІМАТИЧНІ УМОВИ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА

Гідрогеологічні умови родовища нескладні. Вони вивчені режимними спостереженнями за притоками підземних вод в кар'єр та спеціальними гідрогеологічними роботами при розвідці і дорозвідках родовища. При виконанні робіт досліджувалися фільтраційні властивості порід продуктивної та вміщуючої товщі, дебіти свердловин та хімічний склад підземних вод.

Водоносний горизонт осадових відкладень, підземні води якого беруть участь в обводненні Першотравневого кар'єру, приурочений до потужної товщі київських пісків палеогену. Коефіцієнти фільтрації київських пісків від 0,8 до 4,0 м/доб. Покрівля палеогенових відкладень залягає на глибинах 26-41 м, підшва відкладень фіксується на глибинах 61-70 м. Загальна потужність відкладень коливається в межах 22-27 м. Середня мінералізація підземних вод склала 2,5 г/дм³, загальна жорсткість - 28,0 мг-екв/дм³. Радіоактивні елементи (уран, радій, стронцій) в пробах води зі свердловин відсутні. У верхній частині товщі кристалічних порід відмічений розвиток площадкової кори вивітрювання. Потужність кори вивітрювання в породах Саксаганської світи складає від 5 до 60 м. Кора вивітрювання є акумулятором інфільтраційних вод осадових відкладень, які поступають в нижні частини геологічного розрізу по зонах тріщинуватих порід. За результатами дослідних робіт, коефіцієнти фільтрації порід та дебіти свердловин складають:

залістих кварцитів шостого	00063-0,0032 м/доб,	0011 - 0,28 м ³ /г;
лізистого горизонту		
ьомого сланцевого горизонту	0012-0,0019 м/доб,	017 - 0,02 м ³ /г;
ьомого залістистого горизонту	0004-0,004 м/доб,	007 - 0,03 м ³ /г;
Гданцевської світи	00017-0,00085 м/доб,	0027 - 0,0012 м ³ .

Прогнозні водопритоки в Першотравневий кар'єр наведені в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 - Водопритоки в Першотравневий кар'єр по періодах відпрацювання

Періоди відпрацювання	2022-2025 рр. (дно мінус 415 м)	2026-2030 рр. (дно мінус 460 м)	2031-2035 рр. (дно мінус 505 м)	2036-2037 рр. (дно мінус 520 м)
Притоки, м ³ /г	320	330	340	340
Злива, м ³	200000			

Кліматичні умови району. Першотравневе родовище розташоване в зоні помірно континентального клімату, характерного для Криворізького регіону.

Основні кліматичні показники: середньорічна температура: +8...+10 °С; середня температура січня: –5...–7 °С; середня температура липня: +22...+24 °С; річна кількість опадів: 400–500 мм.

Сезонні особливості. Зимовий період: зниження температури до –20 °С; можливе промерзання гірських порід; ускладнення роботи транспорту; підвищене споживання палива. Літній період: високі температури до +35 °С; підвищене пиловиділення; інтенсивне випаровування вологи. Перехідні періоди: нестабільні погодні умови; підвищена вологість; погіршення стану технологічних доріг.

Вплив клімату на технологічні процеси. Кліматичні умови безпосередньо впливають на: буро-вибухові роботи (вологість ВР, температура ініціювання); екскавацію (злипання гірської маси у вологий період); транспорт (ковзання, зношення доріг); продуктивність техніки (зниження ефективності взимку до 10–20 %). *Заходи з адаптації до гідрогеологічних і кліматичних умов.* Для забезпечення стабільної роботи кар'єру передбачаються: постійне вдосконалення системи водовідливу; укріплення бортів кар'єру; будівництво та обслуговування технологічних доріг; використання зимових і літніх режимів експлуатації техніки; застосування спеціальних мастильних матеріалів та паливних сумішей; пилопригнічення (зрошення доріг, реагенти). Отже, гідрогеологічні умови Першотравневого кар'єру характеризуються помірним рівнем обводнення з локальними водонасиченими зонами; основний вплив на водний режим мають атмосферні опади та тріщинуватість масиву; клімат регіону є помірно континентальним із значними сезонними коливаннями температур; гідрогеологічні та кліматичні фактори суттєво впливають на ефективність буріння, екскавації та транспортування гірничої маси; для стабільної роботи Першотравневого кар'єру ПрАТ «ПівнГЗК» необхідне постійне вдосконалення системи водовідливу та адаптація техніки до сезонних умов у період 2022–2026 років та в подальшій діяльності організації гірничого виробництва.

1.7. ГІРНИЧО-ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОДОВИЩА

(запаси, потужність рудних тіл, розкриття та система розробки)

Загальна характеристика гірничо-технічних умов. Першотравневе родовище залізних руд ПрАТ «ПівнГЗК» є типовим представником Криворізького залізорудного басейну, що характеризується значними запасами залізістих кварцитів, складною геологічною будовою та значною глибиною перспективної розробки. Гірничо-технічні умови родовища визначаються: значною потужністю рудних тіл; великими обсягами розкривних порід; високою міцністю залізістих кварцитів; необхідністю переходу до глибоких горизонтів розробки (300–450 м).

Існуючий стан гірничих робіт в кар'єрі

Першотравневий кар'єр в плані має форму, близьку до кола, з двома в'їзними траншеями – Північною і Південною, пройденими з ухилом 30 ‰. Довжина кар'єру по верху 3050 м, ширина – 2470 м. Позначки денної поверхні північного борту коливаються на рівні +115 м, південного – на рівні +102 м.

Наразі частина Першотравневого кар'єру сформована тимчасово неробочими бортами. Таке положення є наслідком систематичного недовиконання розкривних робіт. У погашеному стані знаходяться північний і північно-західний борти, що є наслідком видобутку руди на південному, східному і південно-східному бортах. На північному і західному бортах, у зв'язку з великим коефіцієнтом розкриву і гіршими якостями руди, відбувалася консервація борту, з розташуванням на ньому ПП і транспортних комунікацій. Це привело до істотного погіршення гірничотехнічних умов в кар'єрі: зменшенню протяжності активного фронту гірничих робіт і ширини робочих майданчиків. Тому комбінатом, відповідно до проектних рішень, щорічно виконуються роботи з приведення елементів кар'єру в нормативне положення.

Розробка Першотравневого родовища здійснюється за транспортною системою відкритих гірничих робіт із використанням комбінованих схем переміщення гірничої маси. На гірничозбагачувальному підприємстві впроваджено поєднання автомобільного, залізничного та конвеєрного транспорту, а складування розкривних порід виконується як на зовнішніх, так і на внутрішніх відвалах.

Відпрацювання скельних порід проводиться уступами висотою 15 м, тоді як для пухких розкривних наносів і зон вивітрювання прийнята висота уступу 12 м. Така схема забезпечує безпечне ведення робіт та ефективне використання гірничого технологічного обладнання.

Для виконання виймально-навантажувальних операцій у робочих вибоях і на перевантажувальних пунктах застосовуються кар'єрні екскаватори ЕКГ-8І, ЕКГ-10, ЕКГ-12К та гідравлічні екскаватори Hitachi EX-3600-6. На відвальних роботах використовується переважно устаткування типу ЕКГ-8І та ЕКГ-10. Значна частина екскаваторного парку експлуатується понад 15 років, що враховується під час визначення виробничих показників через коефіцієнт спрацювання технологічного обладнання, який становить 0,55.

Розробка міцних скельних порід здійснюється після їх попереднього руйнування буровибуховим способом. Для буріння вибухових свердловин використовуються верстати шарошкового буріння СБШ-250, Ferdinand та Atlas Copco DM75. Формування остаточного профілю бортів кар'єру та заоткошування уступів на кінцевому контурі виконується буровим комплексом FlexiROC D60.

Транспортування гірничої маси в межах кар'єру забезпечується великовантажними автосамоскидами БілАЗ-75131 вантажопідйомністю 130 т та Caterpillar 789 вантажопідйомністю 180 т. Рух технологічного автотранспорту організовано по стаціонарній автомобільній дорозі, прокладеній уздовж східного борту кар'єру.

Залізничне господарство гірничозбагачувального підприємства представлене тепловозами серії ТЕ10М і тяговими агрегатами ОПЕ1А, які працюють у комплексі з думпкерами 2ВС-105 вантажопідйомністю 105 т. Залізничні колії заведені до кар'єру до горизонту мінус 25 м, що забезпечує можливість перевезення значних обсягів гірничої маси.

На південному борту кар'єру, на концентраційному горизонті –193 м, розташований комплекс ЦПТ. До його складу входять два паралельні похилі конвеєри відкрито-підземного типу із сумарною пропускною здатністю до 40 млн т руди на рік. Комплекс виконує функцію сполучної ланки між автомобільним і

залізничним транспортом та забезпечує підйом рудної маси з горизонтів Першотравневого кар'єру на поверхню.

Доставка руди до дробильно-збагачувальної фабрики здійснюється декількома технологічними маршрутами. Основний обсяг корисної копалини автомобільним транспортом подається до приймальних пунктів комплексу ЦПТ, звідки після дроблення та конвеєрного транспортування надходить на поверхню для подальшого перевезення до дробильно-збагачувальної фабрики. Частина рудної маси транспортується автосамоскидами до рудного перевантажувального пункту, де перевантажується у залізничний транспорт і направляється на переробку.

Для забезпечення безперервності виробничого процесу в кар'єрі створено внутрішні буферні склади руди. Їх використання дозволяє підтримувати стабільну роботу збагачувального виробництва під час аварійних зупинок екскаваторного обладнання або виникнення відхилень від затверджених графіків гірничих робіт.

Таким чином, транспортна схема Першотравневого кар'єру базується на раціональному поєднанні автомобільного, залізничного та конвеєрного транспорту, що забезпечує ефективне переміщення гірничої маси та створює умови для підтримання високих виробничих показників гірничозбагачувального підприємства навіть в складних умовах господарювання.

Розкриті породи доставляються в зовнішні і внутрішні відвали: – залізничним транспортом з верхніх горизонтів по прямому вивезенню із вибоїв в зовнішні відвали; – комбінованим транспортом – автомобільним із вибоїв до скельних ПП, з подальшою доставкою залізничним транспортом у зовнішні відвали; – комбінованим транспортом – автомобільним із вибоїв до приймальних облаштувань комплексу ЦПТ, з подальшою доставкою залізничним транспортом у зовнішні відвали; – автомобільним транспортом у відвал „Західний”.

Скельний розкрит із Першотравневого кар'єру використовується для виробництва щебеню на власному щебеневому комплексі, розташованому поблизу Південної траншеї.

За початкове для розробки основних технічних рішень на період 2022-2037 рр. прийнято очікуване положення гірничих робіт на кінець 2021 року (на

01.01.2022), що характеризується:– плановані річні обсяги видобутку руди у 2021 р. складають 22293 тис.т з коефіцієнтом розкриву 0,70 м³/т;– кар'єр працює із застосуванням циклічно-потокової технології (ЦПТ горизонт мінус 193 м) і транспортної системи розробки (комбінований транспорт автомобільно-залізничний і автомобільно-конвеєрний);– верхні горизонти відпрацьовуються безпосередньо на залізничний транспорт, інші - на автотранспорт з переміщенням пустих порід на автомобільно-залізничні ПП і комплекс ЦПТ;– розробка в кар'єрі здійснюється чергами, згідно раніше сформованих етапів в результаті ліквідації ПП № 2 і ПП № 4 південно-східного борту кар'єру, ПП №3 і ПП №11 північно-західного борту кар'єру;– на південно-східному борту формується тимчасова система автоз'їздів до горизонту мінус 145 м;– північний і північно-західний борти відпрацьовуються двома хвилями: верхня – в межах горизонтів мінус 10 - мінус 55 м, нижня – горизонтів мінус 55 - мінус 145 м;– у центральній частині кар'єру посувається комплекс горизонтів у позначках мінус 235 - мінус 325 м;– розширюється дно на горизонті мінус 370 м та розкривається горизонт мінус 385 м;– на кінець поточного року очікується погашення недовиконаного розкриву обсягом 600 тис.м³.

Межі відпрацювання Первомайського родовища кар'єром

У контурах Першотравневого кар'єру в розробку залучається руда Первомайського родовища з бортовим вмістом заліза магнетитового 16 %, мінімальною горизонтальною потужністю рудного тіла – 10 м і максимальною потужністю внутрішньорудного прошарку некондиційних руд і пустих порід– 10 м. Границі Першотравневого кар'єру на кінець розробки визначені на максимальне виймання балансових запасів руди у межах РКК.

Межі кар'єру по денній поверхні враховують існуючу санітарно-захисну зону (СЗЗ). Існуюча СЗЗ для Першотравневого кар'єру та відвалів, відповідно до Протоколу державної санітарно-епідеміологічної експертизи №1032 від 23.06.2016, встановлена за напрямками у розмірі:– у південному, південно-західному, західному та частково північно-західному напрямках від Першотравневих відвалів розкривних порід – 300 м; – у південному напрямку від межі зони ведення

вибухових робіт у Першотравневому кар'єрі – 675 м до житлової забудови;– у східному напрямку від верхнього контуру Першотравневого кар'єру – по межі землевідводу – 1025 м до житлової забудови;– у північному напрямку від межі зони ведення вибухових робіт Першотравневого кар'єру – 675 м до житлової забудови;– в тих місцях, де нормативні СЗЗ об'єктів знаходяться всередині межі землевідводу – по межі землевідводу.

За результатами аналізу кар'єру на кінець відпрацювання, розробленого в минулих проектах, встановлено, що план задовольняє сучасним вимогам тільки по верхньому контуру (по денній поверхні) і глибині відпрацювання, інші рішення (розташування ЦПТ, глибоке заведення залізничного транспорту, розташування транспортних берм, ПП, конфігурація бортів та ін.) – вже неактуальні і в дійсному проекті не впроваджуються.

У дійсному проекті розробки Першотравневого родовища конфігурація бортів кар'єрної виїмки на кінець відпрацювання визначилася за результатами впровадження розроблених технологічних рішень по розвитку кар'єру:– розвиток комплексу ЦПТ шляхом переносу приймальних пристроїв на більш глибокі горизонти західного борту – на горизонт мінус 265 м і далі на горизонт мінус 415 м; – відсутність глибокого заведення залізничного транспорту (нижче горизонту мінус 25 м) і максимальне відпрацювання багатой руди східного борту кар'єру;– розміщення транспортних комунікацій і ПП переважно в зоні з найгіршими гірничотехнічними показниками - на західному борту кар'єру;– максимальне виймання запасів руди до глибини 700 м;– збільшення сировинної бази за рахунок оптимізації транспортних комунікацій, доробки запасів руди в ціликах під комплексами ЦПТ (ліквідація ціликів), що в перспективі вимагає уточнення за результатами експлуатаційної розвідки на Першотравневому РКК.

Стійкість укосів уступів і бортів кар'єру забезпечується постійним провадженням заходів щодо забезпечення надійності і конструктивної безпеки виробок: використання спеціальної технології БВР, зміцнення поверхонь укосів уступів з використанням набризгу бетону на металеву сітку, пригруження скельним розкритом уступів з м'яких порід тощо.

Проектні обсяги гірничої маси в кінцевих контурах кар'єру за станом на 01.01.2022 (таблиця 1.9) складають: руда – 762325 тис.т, розкриті породи – 433405 тис.м³.

Таблиця 1.9 – Проектні обсяги гірничої маси в кінцевих контурах кар'єру станом на 01.01.2022

Позначка горизонту, м	Обсяги виймання порід з розрахунку в цілику									
	Руда		Розкритві породи						Гірничa маса	
	<i>горизонти</i> <i>PR_{ISX}</i> ^{(5+6) f}		м'які		скельні		всього			
	тис.м ₃	тис.т	тис.м ³	тис.т	тис.м ³	тис.т	тис.м ³	тис.т	тис.м ³	тис.т
	□ =3,38 т/м ³	□ =2,0 т/м ³	□ =2,98 т/м ³							
+115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+89	—	—	3085	6170	180	536	3265	6706	3265	6706
+77	—	—	2415	4830	3040	9059	5455	13889	5455	13889
+65	—	—	2940	5880	6160	18357	9100	24237	9100	24237
+53	—	—	3775	7550	7510	22380	11285	29930	11285	29930
+41	145	490	—	—	12260	36535	12260	36535	12405	37025
+29	295	997	—	—	12725	37921	12725	37921	13020	38918
+17	215	727	—	—	12360	36833	12360	36833	12575	37560
+5	240	811	—	—	11725	34941	11725	34941	11965	35752
-10	375	1268	—	—	13940	41541	13940	41541	14315	42809
-25	555	1876	—	—	14205	42331	14205	42331	14760	44207
-40	910	3076	—	—	11785	35119	11785	35119	12695	38195
-55	1105	3735	—	—	13100	39038	13100	39038	14205	42773
-70	1395	4715	—	—	14040	41839	14040	41839	15435	46554
-85	2065	6980	—	—	12920	38502	12920	38502	14985	45481
-100	2445	8264	—	—	12065	35954	12065	35954	14510	44218
-115	2755	9312	—	—	12220	36416	12220	36416	14975	45728
-130	2855	9650	—	—	11995	35745	11995	35745	14850	45395
-145	3460	11695	—	—	13010	38770	13010	38770	16470	50465
-160	4530	15311	—	—	13500	40230	13500	40230	18030	55541
-175	4860	16427	—	—	13665	40722	13665	40722	18525	57149
-190	4935	16680	—	—	12955	38606	12955	38606	17890	55286
-205	5385	18201	—	—	13475	40156	13475	40156	18860	58357
-220	5760	19469	—	—	12820	38204	12820	38204	18580	57672
-235	5895	19925	—	—	12820	38204	12820	38204	18715	58129
-250	5975	20196	—	—	12215	36401	12215	36401	18190	56596
-265	6235	21074	—	—	12200	36356	12200	36356	18435	57430
-280	7110	24032	—	—	11570	34479	11570	34479	18680	58510
-295	7975	26956	—	—	11565	34464	11565	34464	19540	61419
-310	8090	27344	—	—	10660	31767	10660	31767	18750	59111
-325	8640	29203	—	—	10265	30590	10265	30590	18905	59793
-340	8545	28882	—	—	9855	29368	9855	29368	18400	58250
-355	8635	29186	—	—	9705	28921	9705	28921	18340	58107
-370	8710	29440	—	—	9040	26939	9040	26939	17750	56379

-385	9370	31671	—	—	8135	24242	8135	24242	17505	55913
-400	9090	30724	—	—	7370	21963	7370	21963	16460	52687
-415	8800	29744	—	—	7085	21113	7085	21113	15885	50857
-430	8870	29981	—	—	5465	16286	5465	16286	14335	46266
-445	8685	29355	—	—	5095	15183	5095	15183	13780	44538
-460	8260	27919	—	—	4375	13038	4375	13038	12635	40956
-475	8765	29626	—	—	3220	9596	3220	9596	11985	39221
-490	8195	27699	—	—	2595	7733	2595	7733	10790	35432
-505	7920	26770	—	—	2200	6556	2200	6556	10120	33326
-520	7585	25637	—	—	1390	4142	1390	4142	8975	29780
-535	7295	24657	—	—	1175	3502	1175	3502	8470	28159
-550	6470	21869	—	—	815	2429	815	2429	7285	24297
-565	6140	20753	—	—	720	2146	720	2146	6860	22899
Всього	225540	762325	12215	24430	421190	1255146	433405	1279576	658945	2041901
Кр. сере дній	м ³ /т						0,57			
	т/т						1,68			

Частина балансових запасів руди законсервована у ціликах за контурами проектного кар'єру. Для захисту бортів Першотравневого кар'єру були залишені охоронні цілики від виробок шахтного поля, що утворилися в процесі повного або часткового відпрацювання підземним способом покладів багатих руд, та від зон можливих небезпечних зрушень і провалів. Відпрацювання руди у ціликах планується за спеціальною технологією за межами проектного періоду (після 2037 р.), після проведення низки робіт по ідентифікації пустот у надрах та інших небезпечних зон, розробки рекомендацій спеціалізованою організацією щодо параметрів стійких укосів бортів та щодо безпечних умов технологічних процесів. Основні проектні показники Першотравневого кар'єру наведені в таблиці 1.10.

Збільшити сировинну базу можливо шляхом запровадження майбутніх передових технологій по збільшенню результуючих кутів нахилу бортів на кінцевому контурі, що дозволило б додатково відпрацювати декілька нижніх горизонтів. В довгостроковій перспективі збільшення сировинної бази можливо при розширенні кінцевих контурів кар'єру в північному й східному напрямках. При розширенні в північному напрямку Першотравневий кар'єр впритул підійде до житлової забудови мікрорайону Терни, що спонукає до відселення частини його жителів.

Таблиця 1.10 – Основні проектні показники кар'єру у відпрацьованому виді

Найменування параметру		Одиниця виміру	Значення
Площа кар'єру по поверхні		га	740,0
Площа кар'єру по дну		га	45,4
Проектна глибина кар'єру		м	700
Висота одиночного уступу у м'яких породах		м	12-13
Висота одиночного уступу у скельних породах		м	15
Висота здвоєного уступу у скельних породах		м	30
Ширина запобіжних берм	у м'яких породах	м	12-15
	у скельних породах через 15 м по вертикалі		5-10
	у скельних породах через 30 м по вертикалі		10
Кути укосів уступів у м'яких і вивітрених породах		град.	35-50
Кут погашення уступів у скельних породах		град.	60-70
Щільність м'якого розкриву в надрах (середня)		т/м ³	2,00
Щільність скельного розкриву в надрах (середня)		т/м ³	2,98
Щільність руди в надрах (середня)		т/м ³	3,38
Експлуатаційні запаси руди в контурі проєктованого кар'єру за станом на 01.01.2022		тис. т	762325
Кількість розкривних порід у контурі проєктованого кар'єру за станом на 01.01.2022		тис. м ³	433405
Коефіцієнт розкриву у проєктному контурі кар'єру станом на 01.01.2022	середній	м ³ /т	0,57
	експлуатаційний		0,60

Розширення в східному напрямку неможливе без відселення частини житлових будинків селища Веселі Терни, корегування східного контуру спричинить реконструкцію залізничного господарства на денній поверхні та у Південній траншеї. Перспективне розширення контурів відкритої розробки Першотравневого родовища необхідно погоджувати з генеральним планом м. Кривий Ріг, обмеживши розміщення на земельних ділянках, межуючих з кар'єром, нових промислових і цивільних споруджень. Після досягнення Першотравневим кар'єром кінцевих контурів стане актуальним питання розробки запасів, розташованих нижче дна кар'єру.

Перспективи розвитку гірничих робіт та реконструкція транспортної інфраструктури Першотравневого кар'єру. Відповідно до перспективного плану розвитку кар'єру на 2026–2037 роки передбачається реалізація комплексу технологічних заходів, спрямованих на забезпечення подальшого розширення

гірничих робіт, модернізацію транспортної системи та будівництво нового комплексу ЦПТ.

У період 2026–2030 рр. виникає необхідність перенесення існуючих ПП, які потрапляють до зони активного ведення гірничих робіт. Одним із першочергових завдань є розширення північно-західного борту кар'єру, що передбачає ліквідацію ПП № 19. Крім того, подальше просування робіт у західному та південно-західному напрямках обмежується розташуванням діючих ПП і комплексу ЦПТ. У зв'язку з цим до 2030 року планується демонтаж ПП № 14, № 16 та № 17 для підготовки території під спорудження нового комплексу ЦПТ. Для компенсації вибуття існуючих перевантажувальних потужностей передбачається будівництво нових об'єктів транспортної інфраструктури. Після повної ліквідації відвалу «Південно-західний» західний борт кар'єру буде сформований у тимчасово неробочому стані до горизонту +53 м. На зазначеній відмітці планується розміщення подвійного ПП +53/+65 м. Подача залізничного транспорту до нового об'єкта здійснюватиметься через Північну траншею. Додатково проектується внутрішньокар'єрний ПП на горизонтах –22 та –10 м. Його розташування обране таким чином, щоб не створювати перешкод для активного розкриття та підготовки до відпрацювання південно-західного борту кар'єру. Залізничне сполучення з даним пунктом передбачається через Південну траншею. У 2026–2030 роках очікується істотне зростання експлуатаційного коефіцієнта розкриття, що пов'язано зі значними обсягами повторної розробки раніше складованих розкривних порід. Для забезпечення рівномірного навантаження на бурове, екскаваторне та транспортне обладнання виконано усереднення експлуатаційного коефіцієнта розкриття в кар'єрі до рівня 0,82 м³/т.

Досягнення зазначеного показника передбачається за рахунок двох основних факторів. По-перше, виконуватиметься повторна розробка розкривних порід під час ліквідації відвалу «Південно-західний» та часткового демонтажу відвалу «Західний». По-друге, значні обсяги розкривних робіт будуть пов'язані з інтенсивною розконсервацією західного борту кар'єру, складеного переважно породами розкриття. Попри збільшення обсягів розкривних робіт, у 2026–2030 роках

планується забезпечити стабільний видобуток сирової руди за поточного коефіцієнта розкриву $0,67 \text{ м}^3/\text{т}$ із поглибленням кар'єру до горизонту -460 м .

Наступний етап розвитку охоплює 2031–2035 роки. У цей період повторна розробка розкривних порід завершуватиметься, а поточний та експлуатаційний коефіцієнти розкриву стабілізуються на рівні $0,82 \text{ м}^3/\text{т}$. Саме цей часовий проміжок розглядається як найбільш складний з технічної точки зору, оскільки одночасно виконуватимуться масштабні гірничокапітальні роботи та будівництво нового комплексу ЦПТ.

Для своєчасного виконання запланованих організаційно-управлінських заходів на західному напрямку передбачається концентрація найбільш продуктивного гірничого обладнання. Основними роботами цього періоду є: – реконструкція автомобільного заїзду до кар'єру та облаштування будівельного майданчика в районі СП № 1П; – спорудження нових внутрішньокар'єрних перевантажувальних пунктів на горизонтах -25 та -13 м ; – підготовка західного борту для розміщення відкритого конвеєрного тракту нового комплексу ЦПТ; – будівництво розвантажувального майданчика на концентраційному горизонті -265 м ; – забезпечення безперервної роботи діючого комплексу ЦПТ на горизонті -193 м до моменту введення в експлуатацію нового об'єкта; – завершення будівництва та введення в дію проектного комплексу циклічно-поточної технології на горизонті -265 м наприкінці 2035 року або на початку 2036 року. За результатами реалізації зазначених заходів глибина кар'єру наприкінці 2035 року досягне приблизно -505 м . У 2036–2037 роках підтримання річної продуктивності з видобутку руди на рівні 23 млн т забезпечуватиметься шляхом відпрацювання охоронного цілика, розташованого під існуючим комплексом ЦПТ горизонту -193 м , а також подальшого поглиблення кар'єру до горизонту -520 м .

Виймання запасів цілика передбачається здійснювати поетапно зверху вниз із використанням тимчасової системи автомобільних з'їздів, розташованих на східному борту кар'єру. Після завершення робіт борт буде сформований відповідно до проектного кінцевого контуру залізрудного кар'єру.

Таким чином, перспективний розвиток Першотравневого кар'єру

пов'язаний із масштабною реконструкцією транспортної інфраструктури, будівництвом нового комплексу ЦПТ та поглибленням гірничих робіт до горизонтів понад 500 м, що дозволить забезпечити стабільний рівень видобутку руди у довгостроковій перспективі навіть в несприятливих умовах на ринках залізовмісткої продукції.

1.7.1. Запаси корисної копалини. Запаси залізистих кварцитів Першотравневого родовища, відпрацювання яких передбачено відкритим способом, затверджені ДКЗ України, Підрахунок та затвердження запасів було зроблено відповідно до діючих кондицій, якими передбачається:– бортовий вміст заліза магнетитового – 16 %;– мінімальний промисловий вміст заліза магнетитового в підрахунковому блоці – 19,4 %;– мінімальна потужність рудного тіла, що включається до підрахунку – 10 м;– максимальна потужність внутрішніх прошарків некондиційних руд та пустих порід, які включаються в підрахунок запасів – 10 м;– підрахунок запасів виконати у межах ліцензійної ділянки окремо: в проектному контурі кар'єру та за його межами до глибини 700 м;– запаси залізистих кварцитів, підраховані за межами проектного контуру кар'єру віднести до таких, промислове значення яких не визначене. Запаси підраховані при щільності залізистих кварцитів 3,38 т/м³. Запаси залізистих кварцитів Першотравневого родовища, згідно з протоколом затвердження, станом на 01.06.2019 наведені в таблиці 1.11. Запаси залізистих кварцитів станом на 01.01.2021, згідно спеціального дозволу на користування надрами № 1118 від 21.10.1997, з внесеними змінами в спеціальний дозвіл № 1118 (внесення змін) від 26.04.2021, та угодою про умови користування ділянкою надрами № 1118 від 17.06.2021, склали: балансові – 793978 тис.т (В–159987, С₁– 602648, С₂– 31343); з невизначеним промисловим значенням (поза межами контуру кар'єру) – 618980 тис.т. Запаси залізистих кварцитів і об'єми розкривних порід в контурі кар'єру станом на 01.01.2022 складають: залізисті кварцити – 762325 тис.т, у тому числі по категоріях: В – 152507, С₁ – 587835, С₂ – 31343; породи розкриву – 433,4 млн.м³, у тому числі: м'якого – 12,21 млн.м³, скельного – 421,19 млн.м³. Промислові запаси складуть 731832 тис.т,

експлуатаційні – 762325 тис.т. За проектним контуром кар'єру запаси категорії C_1 в кількості 9360 тис.т законсервовані у ціликах від виробок шахтного поля.

Таблиця 1.11 Запаси залізистих кварцитів Першотравневого родовища

Код класу запасів				
			Fe _{заг.}	Fe _{магн.}
Балансові запаси у контурі кар'єру				
111	B	172 107	35,60	28,06
	C ₁	623 720	35,64	27,66
	B+C ₁	795 827	35,63	27,75
122	C ₂	31 343	37,30	30,20
Разом		827 170	35,69	27,84
З невизначеним промисловим значенням (поза межами контуру кар'єра)				
332	C ₂	618 980	34,52	26,13

Також треба зазначити наявність запасів з непідтвердженим вмістом корисного компонента (заліза магнітного) поза межами контуру кар'єру категорії C_2 у кількості 618980 тис.т. Коефіцієнт вилучення запасів (k_n) на кінець відпрацювання складе 0,98. Під час розробки запасів ділянки надр залізних руд Першотравневого родовища необхідно проводити дорозвідку недостатньо вивчених його частин, а також випереджувальну та супроводжувальну експлуатаційну розвідку з метою підготовки до розробки запасів залізистих кварцитів промислового значення яких невизначене.

1.7.2. Потужність рудних тіл. Рудні тіла представлені залізистими кварцитами, що залягають у вигляді потужних пластовидібних і лінзоподібних структур. Основні параметри: потужність рудних тіл: 50–300 м; кут падіння: 45–70°; простягання: сотні метрів до кількох кілометрів; морфологія: складна, з чергуванням рудних і безрудних прошарків. Значна потужність рудних тіл дозволяє застосовувати високопродуктивні системи відкритої розробки з великими уступами.

1.7.3. Розкриття родовища. Розкриття Першотравневого родовища виконано двома зовнішніми залізничними капітальними траншеями: Південна траншея (східний борт кар'єру) розкриває родовище до горизонту +53 м, Північна (західний борт кар'єру) – до горизонту +65 м. Наразі кар'єр розкритий до горизонту мінус 385 м. Транспортний зв'язок ПП з місцями доставки порід на денну поверхню здійснюється через зовнішні траншеї. Розвиток автомобільних доріг у кар'єрі здійснюється відповідно до календарного плану в міру його заглиблення й

розширення. У кар'єрі використовується ЦПТ із майданчиком перевантаження на концентраційному горизонті мінус 193 м, що оптимізує відстані транспортування гірничої маси автотранспортом аж до 2035 р. Проектом передбачається заглиблення ЦПТ до горизонту мінус 265 м і далі - до мінус 415 м.

1.7.4. Система розробки родовища. Параметри системи розробки наведені в *Додатках Р-Ф КБР*. Для планомірної розробки порід і раціонального використання обладнання кар'єрне поле розділено на окремі горизонтальні виїмкові шари – горизонти, що відпрацьовуються згори донизу, за результатами чого формуються уступи. Наразі на більшій частині кар'єру наноси вже відпрацьовані, ту частину, що залишилася (на західному, південно-західному, північному й північно-західному бортах кар'єру), передбачається відпрацьовувати на залізничний транспорт, невеликий обсяг – на автомобільний транспорт. Кути укосів робочих уступів становлять у м'яких породах – 35-50°, у породах середньої міцності – 60-70°, у міцних скельних породах – до 80°. У перші роки проектного періоду, враховуючи перспективу недостатності спеціальних бурових верстатів для формування здвоєних уступів (за фактором недостатності фінансування), уступи на кінцевому контурі деяких ділянок не здвоюються. У 2016 р. для оцінки поточного стану уступів і бортів Першотравневого кар'єру ТОВ „КАІ” виконало НДР „Створення моделі геомеханічного стану гірничого масиву в проектних контурах відпрацювання ПрАТ „ПівнГЗК”. Оцінка поточного стану стійкості тимчасово неробочих уступів виконана геомеханічним методом розрахунку багатокутника сил (векторного додавання сил), з використанням модуля програмного комплексу „K-MINE”. У результаті розрахунків стійкості укосів висотою від 63 до 378 м і кутами нахилу від 34,2 до 46,4° було визначено, що розрахункові значення коефіцієнта запасу стійкості знаходяться в межах 1,58-3,05 при нормативному 1,25 для бортів із терміном служби від 3 до 10 років. Проведений гірничо-геометричний аналіз дозволив зробити висновок про можливість ведення гірничих робіт із широким застосуванням тимчасово неробочих бортів, яке дозволяє при стабільному видобутку руди частину розкривних робіт віднести на більш пізній період, що обґрунтовано економічною доцільністю. Гранично допустимі розміри робочих

майданчиків (площадок) у кар'єрі, що забезпечують безпечне розміщення устаткування, споруджень і комунікацій, без обліку готових до виймання запасів, розраховані відповідно до „Норм технологічного проектування”. Мінімальна ширина робочих майданчиків складає:– при відпрацьовуванні скельних порід на автотранспорт – 33,3 м;– при відпрацьовуванні м'яких порід на автотранспорт – 40,0 м;– при відпрацьовуванні скельних порід на електрифікований залізничний транспорт – 32,2 м;– при відпрацьовуванні м'яких порід на залізничний транспорт з тепловозною тягою – 32,1 м.

Переваги системи розробки Першотравневого РКК: висока продуктивність; можливість використання великогабаритної техніки (*основні показники застосування технологічного устаткування на Першотравневому кар'єрі за 2022-2024 роки наведено в Додатку А*); відносна простота організації робіт; адаптація до змін гірничо-геологічних умов.

Недоліки: значні обсяги розкривних робіт; збільшення транспортних витрат із глибиною; необхідність постійної реконструкції транспортної схеми.

1.7.5. Вплив гірничо-технічних умов на вибір механізації. Гірничі роботи у зонах впливу підземних гірничих виробок (південно-західний, північно-східний борти кар'єру) необхідно проводити за особливою технологією на основі забезпечення механізації виробничих процесів (*Додаток В-М*). При здійсненні гірничих робіт у зоні виходу ділянок провалів від відпрацьовування шахти „Червоний партизан” на західному борту кар'єру застосовується особлива технологія ведення виймально-навантажувальних робіт – з тимчасовим залишенням ціликів, зниженням рівня води й наступним відпрацюванням зацілених ділянок. Також, відповідно до рекомендацій, роботи на ділянках західного борту зі зсувними деформаціями через просочування ґрунтової води, необхідно проводити з пригруженням зсувних ділянок скельними породами на висоту не менше 1/3 висоти уступу й організацією дренажних каналів. Кар'єр працює за циклічно-потоковою технологією з використанням комбінованого автомобільно-конвеєрного транспорту, прямого вивезення розкривних порід засобами залізничного транспорту та з використанням автомобільно-залізничного транспорту на ПП, яка в кар'єрі конструктивно –

відкритого типу, призначені для перевантаження гірничої маси, що доставляється автотранспортом, у думпкери, з подальшим транспортуванням до пунктів призначення через Південну й Північну траншеї. ПП ділиться на три зони: зона розвантаження, зона навантаження й зона розділу. У зоні розвантаження здійснюється розвантаження автосамоскидів, у зоні навантаження – навантаження екскаватором гірничої маси у думпкери, зона розділу забезпечує безпечні умови робіт у зонах навантаження й розвантаження. Виймально-навантажувальні роботи у вибоях здійснюються екскаваторами циклічної дії. Розроблювальні м'які породи відносяться до I-III категорії за труднощами екскавації, скельні – до IV-V категорії. Частина наявного парку виймально-навантажувального устаткування характеризується значним терміном служби – більше 15 років, що відповідає коефіцієнту старіння (Кст.) 0,55, застосовуваному при розрахунку річної продуктивності устаткування. У проекті передбачається оновлення парку й додаткове придбання екскаваторів. З урахуванням реальних перспектив, в кар'єрі заміщення зношеного існуючого екскаваторного парку розраховане на умовно прийнятий екскаватор ЕКГ-12К, на відвалах – на нові ЕКГ-10. Їх продуктивність, щоб уникнути необґрунтовано завищених показників, скорегована із застосуванням поправочних коефіцієнтів для усереднених за період умов - на тупикові з'їзди, на підвищені труднощі екскавації, на нерівномірність видачі гірничої маси з кар'єру та ін., а також на вікову структуру в проектний період (прийнятий середній віковий показник $K_{ст.} = 0,85$).

Транспортування розкривних порід з верхніх горизонтів здійснюється залізничним транспортом безпосередньо в зовнішні відвали №1 і №2. На ділянці розробки розкриву по прямому вивезенню залізничним транспортом у відвали застосовуються екскаватори з $K_{ст.} = 0,55$, які поступово замінюються на високопродуктивні ЕКГ-12К. Парк залізничного транспорту представлений тепловозами 2ТЕ10М, тяговими агрегатами ОПЕ1А, думпкерами 2ВС-105. Ділянка роботи на автотранспорт включає видобуток руди й розробку розкриву. Для транспортування гірничої маси застосовуються великовантажні автосамоскиди БілАЗ-75131 вантажопідйомністю 130 т, також у наявності на комбінаті три

автосамоскиди САТ-789С вантажопідйомністю 180 т. Обліковий парк автотранспорту на початок поточного року включає 50 автосамоскидів. Рухомий склад на 94% сформований самоскидами БілАЗ-75131, які добре поєднуються з існуючим парком виймально-навантажувального устаткування. Руда з вибоїв обсягом до 20000 тис.т транспортується автосамоскидами до приймальних пристроїв комплексу ЦПТ, далі конвеєрним транспортом доставляється на денну поверхню, перевантажується в залізничний транспорт і через станції „Кар'єрна”, „Рудна” й „Сировинна” доставляється на збагачувальну фабрику. Інший обсяг руди, переважно з верхніх горизонтів, доставляється на рудний ПП. Протягом проектного періоду 2022-2037 рр. достатньо одного рудного ПП із екскаватором ЕКГ-8І існуючого парку, через малий обсяг робіт. Частка скельного розкриву обсягом до 6711 тис.м³ транспортується автосамоскидами до приймальних пристроїв комплексу ЦПТ, далі стрічковими конвеєрами доставляється на денну поверхню, перевантажується в залізничний транспорт і транспортується у відвал. Для обсягу розкриву, що залишився, в період до 2030 р. необхідно тримати 3 перевантажувальних пункти, в період 2031-2037 рр. – 5, враховуючи один ПП для повторного розкриву (за умови поступового заміщення старих екскаваторів на більш високопродуктивні або нові). Так, у 2022-2030 рр. на перевантаженнях розкриву справляються ЕКГ-10, з 2030 р. на ПП залучаються 2 одиниці ЕКГ-12К існуючого парку. На залізничних відвалах існуючий парк екскаваторів ЕКГ-8І значно зношений (коефіцієнт спрацювання 0,55). Для можливості розташування потрібної кількості залізничних тупиків проектом передбачається поступове заміщення старого парку на нові екскаватори ЕКГ-10 або на інші високопотужні. Заоткошення уступів на кінцевому контурі здійснюється верстатом EPIROC FLEXIROC D 60. Існуючий парк бурових верстатів на початок 2022 р. складе 11 одиниць, за відліком чотирьох списаних протягом 2021 р. станків типу СБШ (зі зношенням 75-100%). Надалі парк поповнюється станками типу Atlas Copco DM 75 або аналогами. Підривні роботи виконуються підрядною організацією ПАТ ПВП „Кривбасвибхпром”. Параметри БВР прийняті відповідно до „Норм технологічного проектування” і „Типового проекту” (Таблиця 1.12).

Таблиця 1.12 - Параметри буровибухових робіт

Найменування порід	Висота уступу, м	Діаметр свердловини, мм	Глибина свердловини з урахуванням перебуру, м	Відстань між свердловинами в ряду, м	Відстань між рядами, м	Об'єм відпрацювання однією свердловиною, м ³	Вихід гірничої маси з 1 п. м свердловини, м ³
Неокислені кварцити (руда)	15	250	18	6,5	6,5	634	36
Скельні розкривні породи	15	250	18	6,5	6,5	634	37

Для вибухових робіт у Першотравневому кар'єрі у якості ВР здебільшого використовуються Емоніт-Н і Україніт, з середньою питомою витратою ВР на 1 м³ гірничої маси - 1,11 кг/м³ та 0,84 кг/м³ відповідно.

Основний блок підривають відповідно розрахункових параметрів буропідривних робіт.

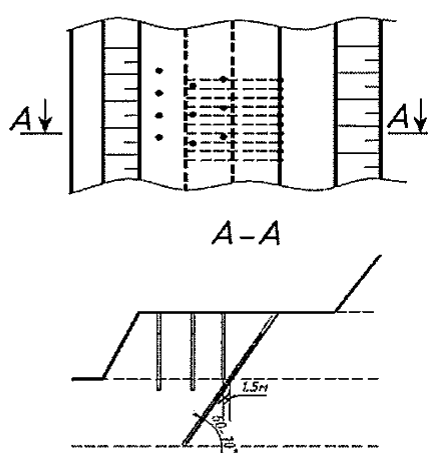


Рис. 1.1 1-й етап постановки уступу на контур із застосуванням „ощадного” і контурного підривання

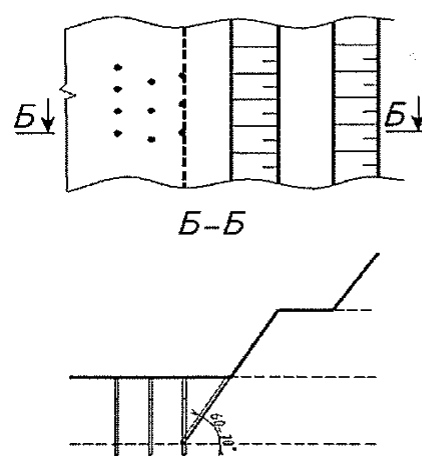


Рис. 1.2 2-й етап постановки уступу на контур із застосуванням „ощадного” і контурного підривання

Перелік гірничого устаткування з розділенням по технологічних процесах на проектний період експлуатації Першотравневого кар'єру і відвалів приведений в таблиці 1.13.

Отже, система розкриття базується на поступовому поглибленні залізорудного кар'єру з розвитком внутрішніх транспортних комунікацій. Найбільш доцільною є погоризонтна система розробки з поздовжнім фронтом робіт. Гірничо-технічні умови родовища обумовлюють необхідність застосування високопродуктивної комплексної механізації в межах Першотравневого кар'єру ПрАТ «ПівнГЗК» з урахуванням забезпечення раціонального відвалоутворення (рис. 1.3) у період 2022–2026 років та на найближчу перспективу.

Таблиця 1.13 - Перелік гірничого устаткування за процесами в Першотравневому кар'єрі

Тип і марка устаткування	Парк обладнання за періодами експлуатації Першотравневого кар'єру													
	2022 р.		2023 р.		2024 р.		2025 р.		Середньорічні показники за період 2026-2030 рр.		Середньорічні показники за період 2031-2035 рр.		Середньорічні показники за період 2036-2037 рр.	
	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.
	Розробка розкривних порід з навантаженням у залізничний транспорт													
Екскаватор ЕКГ-10	2	2	2	2					2	2	1	1		
Екскаватор ЕКГ-12К											1	1	2	2
Бульдозер гусеничний типу CAT D8T, CAT-D9R, Komatsu D-275, D-355	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1
Бульдозер колісний типу К-700А-БК, Білаз-78231	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1
СБШ-250МНА-32, КСБШ-250МНА-32, Ferdinand, Atlas Copco DM 75, EPIROC FLEXIROC D 60	1	1	1	1					1	1	2	2	1	1
	Розробка повторного розкриття (відпрацювання відвалів) з навантаженням у залізничний або автомобільний транспорт													
Екскаватор ЕКГ-12К (або аналог)									2	2			1	1
Бульдозер гусеничний типу CAT D8T, CAT-D9R, Komatsu D-275, D-355									1	1			1	1
Бульдозер колісний типу К-700А-БК, Білаз-78231									1*	1*			1*	1*
	Розробка руди й розкривних порід з навантаженням в автотранспорт в/п 130 і 180 т													
Екскаватор ЕКГ-10 (або аналог)	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	6	6	6	6
Бульдозер гусеничний типу CAT-D9R, Komatsu D-275, D-355									1	1			1	1

Продовження таблиці 1.13

Тип і марка устаткування	Парк обладнання за періодами експлуатації Першотравневого кар'єру													
	2022 р.		2023 р.		2024 р.		2025 р.		Середньорічні показники за період 2026-2030 рр.		Середньорічні показники за період 2031-2035 рр.		Середньорічні показники за період 2036-2037 рр.	
	роб .	інв .	роб .	інв .	роб.	інв.	роб .	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.
	Перевантаження основного розкриву з автомобільного на залізничний транспорт													
Екскаватор ЕКГ-10 (або аналог)	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	2	2
Екскаватор ЕКГ-12К (або аналог)											2	2	2	2
Бульдозер гусеничний типу CAT-D9R, Komatsu D-275, D-355	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	5	7	4	5
	Відвалоутворення на залізничних відвалах													
Екскаватор ЕКГ-6,3 (або аналог)	1	1	1	1	1	1	1	1						
Екскаватор ЕКГ-8І (або аналог)	6	7	5	5	4	4	3	3	3	3				
Екскаватор ЕКГ-10 (або аналог)	2	2	3	3	4	4	5	5	6	7	10	11	10	11
Бульдозер гусеничний типу CAT-D9R, Komatsu D-275, D-355	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Відвалоутворення на автовідвалі „Західний”													
Бульдозер гусеничний типу CAT-D9R, Komatsu D-275, D-355	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				

Закінчення таблиці 1.13

Тип і марка устаткування	Парк обладнання за періодами експлуатації Першотравневого кар'єру													
	2022 р.		2023 р.		2024 р.		2025 р.		Середньорічні показники за період 2026-2030 рр.		Середньорічні показники за період 2031-2035 рр.		Середньорічні показники за період 2036-2037 рр.	
	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.	роб.	інв.
	Всього устаткування на основних процесах													
Екскаватор ЕКГ-6,3	1	1	1	1	1	1	1	1						
Екскаватор ЕКГ-8І (або аналог)	7	8	6	6	5	5	4	4	4	4	1	1	1	1
Екскаватор ЕКГ-10 (або аналог)	12	13	13	14	12	14	13	15	17	19	20	22	19	20
Екскаватор ЕКГ-12К (або аналог)	5	6	5	6	6	7	7	7	8	8	10	10	11	11
Екскаватор Hitachi EX-3600-6 E	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Бульдозер гусеничний типу CAT D8T, CAT-D9R, Komatsu D-275, D-355	13	15	13	15	13	15	13	15	16	18	14	18	15	17
Бульдозер колісний типу К-700А-БК, БілаЗ-78231	4	5	4	5	4	5	4	5	5	6	5	6	5	6
СБШ-250МНА-32, КСБШ-250МНА-32, Ferdinand, Atlas Copco DM 75, EPIROC FLEXIROC D 60	13	13	13	13	13	14	13	14	13	13	14	15	13	13
	Допоміжне устаткування													
Гідромолот для дроблення негабариту механічним способом (бутобій) KOMATSU або аналог	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Автопідіймач АП-22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Спецзасоби для місцевого провітрювання	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
* Бульдозери враховані на іншій ділянці														

Існуюче положення транспортної схеми Першотравневого кар'єру і відвалів

Характеристика транспортної системи Першотравневого кар'єру

На сучасному етапі експлуатації Першотравневого кар'єру транспортування гірничої маси здійснюється із застосуванням комбінованої транспортної схеми, яка включає автомобільний, залізничний та конвеєрний види транспорту. Поєднання зазначених способів перевезення забезпечує ефективне переміщення як рудної сировини, так і розкривних порід залежно від глибини розробки та просторового розташування гірничих робіт.

Провідна роль у транспортній системі кар'єру належить автомобільному транспорту, який забезпечує оперативне перевезення гірничої маси від екскавацийних вибоїв до пунктів подальшого перероблення або перевантаження. Автомобільний парк представлений великовантажними кар'єрними самоскидами моделей БілАЗ-75131 вантажопідйомністю 130 т та САТ-789 вантажопідйомністю 180 т. Загальна кількість автосамоскидів становить 50 одиниць, з яких 47 машин належать до типу БілАЗ-75131, а 3 одиниці представлені самоскидами САТ-789.

У межах чинної транспортної схеми автомобільний транспорт використовується для доставки гірничої маси від місць її видобування до приймальних пристроїв комплексу циклічно-потокової технології (ЦПТ) на концентраційному горизонті –193 м, внутрішньокар'єрних перевантажувальних пунктів, а також до автомобільних відвалів, розташованих у західній частині гірничозбагачувального підприємства.

Залізничний транспорт виконує функцію магістрального перевезення значних обсягів гірничої маси на великі відстані. Для здійснення транспортних операцій використовуються тягові агрегати ОПЕ1А та ОПЕ1АМ, а також тепловози серії ТЕ10М у комплекті з думпками типу 2ВС-105 вантажопідйомністю 105 т. Інфраструктура залізничного транспорту забезпечує подачу колій безпосередньо до горизонту –25 м.

Обліковий парк залізничної техніки включає 20 тягових агрегатів та 45 тепловозів. Водночас значна частина рухомого складу характеризується високим

ступенем фізичного зносу, що обумовлює необхідність проведення капітальних ремонтів і поетапного оновлення технологічного обладнання.

Розкривні породи з верхніх горизонтів кар'єру транспортуються залізничним транспортом безпосередньо до зовнішніх відвалів. Для нижніх горизонтів застосовується комбінована схема перевезення: спочатку розкривна маса доставляється до внутрішньокар'єрних перевантажувальних пунктів або приймальних пристроїв комплексу ЦПТ, після чого залізничним транспортом переміщується до місць складування.

Окремим напрямом використання скельних порід є їх перероблення на дробильно-щебеневому комплексі. Отриманий щебінь застосовується під час будівництва та ремонту автомобільних і залізничних шляхів, а також для наросування та обвалування дамб хвостосховищ, що дозволяє більш раціонально використовувати супутню гірничу продукцію. Важливою складовою транспортної інфраструктури кар'єру є комплекс ЦПТ, розташований у центральній частині південного борту кар'єру на концентраційному горизонті –193 м. До складу комплексу входять окремі конвеєрні лінії для транспортування руди та розкривних порід, кожна з яких має проєктну продуктивність 20 млн т на рік. Функціональне призначення комплексу ЦПТ полягає у забезпеченні безперервного транспортування рудної маси та скельних порід із внутрішньокар'єрного простору на поверхню. Таким чином, комплекс виконує роль інтегруючої ланки між автомобільним і залізничним транспортом, підвищуючи ефективність логістичних процесів та зменшуючи транспортні витрати під час розробки залізрудного родовища.

Отже, система транспортування Першотравневого кар'єру базується на комплексному використанні автомобільного, залізничного та конвеєрного транспорту. Така організація перевезень забезпечує ефективне освоєння значних обсягів гірничої маси, раціональне використання виробничих потужностей та створює передумови для подальшого розвитку кар'єру на більших глибинах.

До складу існуючого комплексу ЦПТ входять наступні основні технологічні об'єкти:– корпус крупного дроблення рудного тракту, розташований усередині

кар'єру на горизонті мінус 195 м;— корпус крупного дроблення породного тракту, розташований усередині кар'єру на горизонті мінус 195 м;— розкривний навантажувальний комплекс з екскаваторним складом і корпусом навантаження в думпкари;— станції приводів, галереї стрічкових конвеєрів, навантажувальні залізничні колії станції „Відвальна”, будівлі і спорудження допоміжного призначення.

Таблиця 1.14 – Розрахункові параметри кар'єрних автомобільних доріг

Найменування параметра	Од. вим.	Марка автомобіля							
		CAT-789				БілАЗ-75131			
		I-к	II-к	III-к	IV-к	I-к	II-к	III-к	IV-к
Число смуг руху		2				2			
Ширина проїжджої частини	м	24	23	22	21,5	21,5	20,5	19,5	19
Ширина узбіччя у вантажному напрямі	м	2,5				2,5			
Ширина узбіччя в порожньому напрямі	м	1,5				1,5			
Ширина кювету в скельних ґрунтах	м	1,2				1,2			
Висота ґрунтового валу	м	2,0				1,6			
Ширина ґрунтового валу низом	м	4,5				4,0			
Поперечний ухил проїжджої частини	‰	30				30			
Поперечний ухил узбіч	‰	40				40			
Найменший радіус кривих в плані	м	28				26			

Найбільші подовжні ухили автодоріг в кар'єрі прийняті 80‰. На тимчасових автомобільних з'їздах (категорія автодороги ІІІ-к) найбільший повздовжній ухил прийнятий 80‰. Для доріг, розташованих на спусках у вантажному напрямі, найбільший повздовжній ухил складає 70‰. За даними ГТЦ-1, існуючий (станом на 2021 р.) парк технологічного автотранспорту Першотравневого кар'єру представлений наступними автосамоскидами:

БілАЗ-75131 В/П 130 Т – 47 од.

CAT-789 В/П 180 Т – 3 од.

Всього технологічного автотранспорту: – 50 од.

Для доставки сирової руди на ДФ-1 використовується залізничний транспорт з тягою тепловоза. Розкривні породи вивозяться з кар'єру у відвал за допомогою залізничного транспорту на електротязі. Колійна схема кар'єру і відвалів

складається із станцій і постів, розташованих як усередині, так і на денній поверхні, залізничних перегонів, постійних і пересувних колій в кар'єрі і на відвалах.

В якості залізничного рухомого складу в кар'єрі і на відвалах застосовується тяга електровоза і тепловоза - тягові агрегати ОПЕ1А (ОПЕ1АМ) і тепловози ТЕ10М у зчепленні з думпками 2ВС-105 вантажопідйомністю 105 т. Існуючий обліковий парк тягових агрегатів налічує 20 одиниць, тепловозів – 45 од., значна частина яких потребує капітального ремонту. Для виконання запланованих обсягів перевезень планується додаткове придбання тягових агрегатів, наявний парк тепловозів та думпкарів у достатній кількості.

Таблиця 1.15 - Відомість придбання рухомого складу залізничного транспорту

Парк рухомого складу залізничного транспорту		Періоди експлуатації						
		2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	2026-2030 рр.	2031-2035 рр.	2036-2037 рр.
Тепловози	робочий парк	8	8	8	8	8	9	9
	інвентарний парк	11	11	11	11	11	11	11
Думпкари	робочий парк	210	210	210	210	260	340	347
	інвентарний парк	248	247	244	244	304	403	416
Тягові агрегати	робочий парк	13	13	13	13	18	25	27
	інвентарний парк	17	16	17	17	24	31	32
	Придбання					4	7	1

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА «Розрахунок технологічних параметрів умовного кар'єру згідно даних свого варіанту

Вступ

1. Загальна організація відкритих гірничих робіт
2. Розкриття та система розробки умовного родовища
3. Підготовка гірських порід до виймання
4. Виймально-навантажувальні роботи
5. Транспортування кар'єрних вантажів
6. Відвалоутворення розкривних порід
7. Рекультивація земель, порушених гірничими роботами

ВСТУП

ВГР являють собою комплекс виробничих процесів, що виконуються безпосередньо з поверхні землі з метою видобування корисних копалин, а також створення необхідних виїмок, траншей, котлованів та інших гірничих виробок. Технологія освоєння РКК, що базується на виконанні таких робіт, отримала назву відкритого способу розробки.

На сучасному етапі розвитку гірничодобувної галузі відкритий спосіб видобування корисних копалин займає провідне місце завдяки високій економічній ефективності, широким можливостям механізації виробничих процесів та значним запасам мінеральної сировини, що залягає на відносно невеликих глибинах. Саме цим способом у більшості країн світу здійснюється видобуток залізних і кольорових руд, вугілля, нерудної сировини, будівельних матеріалів та інших видів корисних копалин.

Досвід вітчизняних і зарубіжних гірничодобувних підприємств свідчить, що впровадження сучасних технологій, високопродуктивного обладнання та прогресивних організаційних рішень дозволяє забезпечити конкурентні переваги відкритої розробки порівняно з підземним способом освоєння родовищ у межах економічно доцільних глибин. Розвиток кар'єрного транспорту, буропідливних технологій, екскаваційної техніки та автоматизованих систем керування значно підвищив ефективність ведення ВГР.

Однією з ключових переваг відкритого способу є можливість використання потужних гірничих машин і транспортних комплексів, що забезпечують високий рівень механізації та автоматизації виробничих процесів. Це створює умови для зростання продуктивності праці, зниження собівартості видобутку та підвищення рівня безпеки виконання робіт.

У зв'язку з цим сучасний гірничий інженер повинен володіти знаннями щодо технології відкритої розробки родовищ, закономірностей формування кар'єрного простору, особливостей гірничо-геологічних умов та принципів вибору ефективного гірничо-транспортного обладнання. Важливим завданням фахівця є

також формування раціональних технологічних комплексів, здатних забезпечити необхідну виробничу потужність гірничодобувного підприємства за мінімальних витрат ресурсів.

Мета роботи. Метою даної роботи є закріплення теоретичних знань і набуття практичних навичок щодо вирішення актуальних інженерних завдань у сфері ВРРКК, а також удосконалення вмінь працювати з нормативною, довідковою та науково-технічною літературою.

Завдання роботи. Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких основних завдань:

- визначення параметрів елементів системи відкритої розробки умовного родовища;
- обґрунтування та вибір найбільш раціональної схеми розкриття запасів корисної копалини;
- підбір комплексу гірничого та транспортного обладнання з розрахунком його необхідної кількості відповідно до заданої виробничої потужності підприємства;
- розроблення графічної частини роботи, що включає побудову плану кар'єру згідно з вихідними даними та прийнятими технологічними рішеннями.

Отримані результати можуть бути використані для оцінки ефективності прийнятих технологічних рішень і формування практичних навичок проектування ВГР.

Родовище має форму круто спадаючого покладу з постійною нормальною потужністю ($m_n=220$, м), падінням ($\alpha=70^\circ$), протяжністю ($L=1910$, м). Відмітка денної поверхні в межах кар'єрного поля ($X=+25$ м). Рельєф поверхні – рівнинний. Будова товщі гірських порід в межах кар'єрного поля наступна:

- корисна копалина однорідної будови представлена породами міцністю ($f_{kk}=14$) та густиною ($\rho_{kk}=3,3$, т/м³), які залягають на глибині $h=30$, м від поверхні;
- розкриті породи однорідної будови мають міцність ($f_{pn}=14$) та густину ($\rho_{pn}=2,9$, т/м³).

Ширина дна кар'єру ($B_d= m_z$, м) дорівнює горизонтальній потужності

покладу КК ($m_c=234,1$ м), довжина дна кар'єру ($L_d=L$, м) дорівнює довжині родовища КК за простяганням ($L=1910$, м); усереднений кут укосу неробочих бортів кар'єру ($\beta_n=42^\circ$).

Проектна потужність кар'єру дорівнює ($A_{KK}=2$, млн.т/рік) при проектних втратах корисної копалини ($K_n=3$, %). (Додаток Н-П)

РОЗДІЛ 1. Загальна організація відкритих гірничих робіт

Для розрахунку показників ВГР необхідно визначити оптимальний режим роботи кар'єру. При безперервному режимі роботи підприємства виробничий процес у кар'єрі зупиняється лише в святкові дні або за кліматичними умовами.

1) Для умовного кар'єру приймаємо цілодобову роботу, тобто кількість робочих діб на рік $N_{p.d.}=365$.

2) В залежності від планування робочого дня працівників виробничі дільниці кар'єру можуть працювати: у $N_{зм}=3$ зміни по $T_{зм}=8$ годин;

Визначаємо відсутні в заданих умовах параметри кар'єру, що необхідні для виконання подальших розрахунків.

3) Знаходимо кінцеву глибину кар'єру за наближеним розрахунком (рис. 2.1):

$$H_k = \frac{-P + \sqrt{P^2 - 4\pi[S - m_c L_d(1 + K_{ep})]}}{2\pi \cdot \text{ctg}\beta_n}, \text{ м}, \quad (2.1.1)$$

$$\frac{H_k = -4626 + \sqrt{P^2 - 4 \cdot 3,14[723620 - 373 \cdot 1940(1 + 3,7)]}}{2 \cdot 3,14 \cdot \text{ctg}41} = 156,8 \text{ м};$$

де $m_c = \frac{m_n}{\sin \alpha}$, м – горизонтальна потужність покладу;

$$m_n = \frac{360}{\sin 75} = 373 \text{ м};$$

$$P = 2(L_d + Ш_d), \text{ м} – \text{периметр дна кар'єру} \quad (2.1.2)$$

$$P = 2(1940 + 373) = 4626 \text{ м};$$

(за умови, що $L_d=L=1940$ м; $S=L_d \cdot Ш_d = 1940 \cdot 373 = 723620 \text{ м}^2$ – площа дна кар'єру.

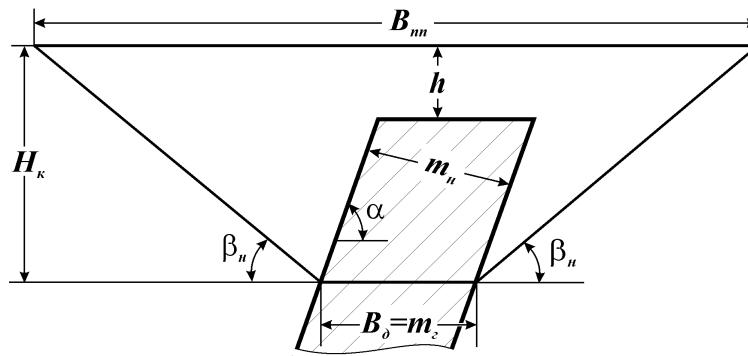


Рис. 2.1. Схема до визначення параметрів кар'єру

4) Оскільки умовне родовище корисних копалин представлено крутоспадаючим покладом постійної потужності, який на поперечному перерізі має форму паралелограму та повністю знаходиться в межах кар'єрного поля (рис. 2.1), обсяг запасів корисної копалини у проектних контурах кар'єру:

$$V_{\text{КК}} = m_{\text{д}} \cdot L \cdot (H_{\text{к}} - h), \text{ м}^3. \quad (2.1.3)$$

$$V_{\text{КК}} = 373 \cdot 1940 \cdot (156,8 - 30) = 91759036,1 \text{ м}^3$$

5) Величина балансових запасів корисної копалини в контурах кар'єру:

$$З_{\text{б}} = V_{\text{КК}} \cdot \rho_{\text{КК}}, \text{ т.} \quad (2.1.4)$$

$$З_{\text{б}} = 91759036,1 \cdot 3,3 = 302804819 \text{ т}$$

6) Розміри по верхньому контуру кар'єру (розміри по поверхні) залежать від розмірів по дну, кінцевої глибини кар'єру та кутів відкосів його неробочих бортів. При розташуванні кар'єру у рівнинній місцевості, довжина та ширина кар'єру по поверхні складатиме:

$$L_{\text{пп}} = L_{\text{д}} + 2 \cdot H_{\text{к}} \cdot \text{ctg} \beta_{\text{н}}, \text{ м}; \quad B_{\text{пп}} = B_{\text{д}} + 2 \cdot H_{\text{к}} \cdot \text{ctg} \beta_{\text{н}}, \text{ м.} \quad (2.1.5-2.1.6)$$

$$L_{\text{пп}} = 1940 + 2 \cdot 156,8 \cdot 1,15 = 2300,6 \text{ м}; \quad B_{\text{пп}} = 373 + 2 \cdot 156,8 \cdot 1,15 = 733,64 \text{ м};$$

7) Промислові запаси корисної копалини:

$$З_{\text{п}} = \frac{З_{\text{б}} \cdot (100 - K_{\text{втр}})}{100}, \text{ т.} \quad (2.1.7)$$

$$З_{\text{п}} = \frac{302804819(100-5)}{100} = 287664578;$$

8) Об'єм гірничої маси в контурах кар'єру:

$$V_{\text{зм}} = S \cdot H_{\text{к}} + \frac{1}{2} \cdot P \cdot H_{\text{к}}^2 \cdot \text{ctg} \beta_{\text{н}} + \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H_{\text{к}}^3 \cdot \text{ctg}^2 \beta_{\text{н}}, \text{ м}^3 \quad (2.1.8)$$

$$V_{ГМ}=723620 \cdot 156,8 + \frac{1}{2} \cdot 4626 \cdot 156,8^2 \cdot \operatorname{ctg} 41 + \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 156,8^3 \cdot \operatorname{ctg}^2 41 =$$

$$184187916 \text{ м}^3;$$

9) Об'єм розкриву в кінцевих контурах кар'єру:

$$V_p = V_{\Sigma M} - V_{KK}, \text{ м}^3. \quad (2.1.9)$$

$$V_p = 184187916 - 91759036,1 = 92428879,7 \text{ м}^3;$$

10) Середній коефіцієнт розкриву:

$$K_{p.сep.} = \frac{V_p}{3_o}, \text{ м}^3/\text{т}. \quad (2.1.10)$$

$$K_{p.сep.} = \frac{92428879,7}{302804819} = 0,3 \text{ м}^3/\text{т}$$

11) Визначаємо орієнтовний термін експлуатації кар'єру з виробничою потужністю по корисній копалині, що дорівнює проектній:

$$T_e = \frac{3_n}{A_{KK}}, \text{ років}. \quad (2.1.11)$$

$$T_e = \frac{287664578}{5000000} = 57,5 \text{ років}$$

12) Річна продуктивність кар'єру по розкривних породах відповідно складе:

$$A_p = K_{p.сep.} \cdot A_{KK}, \text{ млн.т/рік} \quad (2.1.12);$$

$$A_p = 0,3 \cdot 5 = 1,5 \text{ млн.т/рік}$$

13) Для зручності подальших розрахунків переводимо річну продуктивність кар'єру по корисній копалині та розкривних породах в м³:

$$Q_{KK} = \frac{A_{KK}}{\rho_{KK}}, \text{ м}^3/\text{рік}; \quad Q_p = \frac{A_p}{\rho_p}, \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (2.1.13 - 2.1.14)$$

$$Q_{KK} = \frac{5000000}{3,3} = 1515151,5 \text{ м}^3/\text{рік}; \quad Q_p = \frac{1500000}{2,9} = 517241,3 \text{ м}^3/\text{рік};$$

14) Визначаємо місячну, добову та змінну продуктивність роботи кар'єру по корисній копалині та розкривних породах:

$$Q_{KK.міс} = \frac{Q_{KK}}{12}, \text{ м}^3/\text{міс}; \quad Q_{p.міс} = \frac{Q_p}{12}, \text{ м}^3/\text{міс} \quad (2.1.15-2.1.16);$$

$$Q_{KK.міс} = \frac{1515151,5}{12} = 126262,6 \text{ м}^3/\text{міс}; \quad Q_{p.міс} = \frac{517241,3}{12} = 43103,4 \text{ м}^3/\text{міс};$$

$$Q_{\text{кк.доб}} = \frac{Q_{\text{кк.міс}}}{30}, \text{ м}^3 / \text{добу}; \quad Q_{\text{р.доб}} = \frac{Q_{\text{р.міс}}}{30}, \text{ м}^3 / \text{добу}$$

$$Q_{\text{кк.доб}} = \frac{126262,6}{30} = 4208,7 \text{ м}^3 / \text{добу}; \quad Q_{\text{р.доб}} = \frac{43103,4}{30} = 1436,7 \text{ м}^3 / \text{добу};$$

$$Q_{\text{кк.зм}} = \frac{Q_{\text{кк.доб}}}{N_{\text{зм}}}, \text{ м}^3 / \text{зміну}; \quad Q_{\text{р.зм}} = \frac{Q_{\text{р.доб}}}{N_{\text{зм}}}, \text{ м}^3 / \text{зміну}$$

$$Q_{\text{кк.зм}} = \frac{4208,7}{3} = 1402,9 \text{ м}^3 / \text{зміну}; \quad Q_{\text{р.зм}} = \frac{1436,7}{3} = 478,9 \text{ м}^3 / \text{зміну};$$

РОЗДІЛ 2. Розкриття та система розробки умовного родовища

Сутність розкриття родовища (кар'єрного поля) при відкритій розробці полягає у встановленні вантажотransпортного зв'язку робочих горизонтів кар'єра з пунктами прийому гірничої маси на поверхні (відвали, рудні склади, збагачувальні фабрики та ін.), яке здійснюється шляхом проведення відповідних розкривних виробок. Розрізняють спосіб, схему та систему розкриття:

– *спосіб розкриття* характеризується типом розкривних виробок (капітальні та розрізні траншеї; шахтні стволи та штольні; комбінація відкритих та підземних гірничих виробок);

– *схема розкриття*, це сукупність всіх розкривних виробок, які забезпечують в даний період часу вантажотransпортний зв'язок робочих горизонтів кар'єру з горизонтами доставки гірничої маси. Вона характеризується типом, кількістю та просторовим положенням розкривних виробок при фактичному положенні гірничих робіт;

– *система розкриття*, це послідовність зміни схем розкриття за весь термін існування кар'єра.

2.1. Вибір способу розкриття родовища

При виборі *способу розкриття* враховують: елементи залягання родовища; інженерно-геологічні умови; гірничотехнічні умови.

Елементи залягання родовища, а саме: глибина, кут падіння та форма покладу суттєво впливають на спосіб розкриття родовища. Горизонтальні та похилі пласти з неглибоким заляганням звичайно розкривають зовнішніми траншеями, які

розташовуються за межами контуру кар'єру, тоді як похилі та круті поклади корисних копалин з великою глибиною залягання розкривають внутрішніми траншеями, розташованими на бортах кар'єру.

Інженерно-геологічні умови під час вибору способу розкриття родовища впливають головним чином на розташування капітальних траншей. Їх розташовують в найбільш стійких породах з найменшою обводненістю. При цьому розташування розкривних виробок на неробочих бортах кар'єру називають *стаціонарним*, тобто таким, що існує весь термін розробки РКК. При розміщенні розкривних виробок на робочому борті кар'єру, їх положення поступово змінюється по мірі розвитку гірничих робіт на горизонтах і тому таке розташування називається *тимчасовим або ковзним*. До *гірничотехнічних умов*, які впливають на розкриття кар'єрного поля, відносять: прийняту систему розробки та її параметри, обсяги переміщуваних вантажів та інше.

Особливостями сучасних кар'єрів, що розробляють похилі та крутоспадаючі родовища є значна кінцева глибина (від 100-150 м до 450 м та більше), поступове збільшення поточної глибини кар'єра та кількості уступів, залучених до розробки, переміщення великих обсягів гірничої маси за межі кар'єрного поля, а також наявність міцних скельних та напівскельних порід, які забезпечують високу стійкість бортів кар'єру. Такі РКК, як правило, розкривають системою загальних або групових капітальних траншей внутрішнього закладення (або їх комбінацією з підземними виробками).

Отже, раціональним способом розкриття для умов, що розглядаються в роботі, пропонується вважати: *розкриття загальними внутрішніми капітальними траншеями, стаціонарно розташованими на неробочому борті кар'єру та орієнтованими вздовж простягання родовища.*

2.2. Вибір схеми розкриття родовища.

Вибір та обґрунтування раціональної *схеми розкриття* умовного родовища є одним із основних завдань даної роботи. Для його виконання необхідно

визначитись з *типом, кількістю та просторовим положенням* розкривних виробок, а також визначити їх параметри для виконання графічної частини завдання. Параметри розкривних виробок повинні відповідати технічним можливостям кар'єрного транспорту з врахуванням інтенсивності його руху та фізико-технічних властивостей гірських порід. Враховуючи порівняно невеликі розміри та продуктивність умовного кар'єру у даній роботі пропонується обрати у якості основного **автомобільний кар'єрний транспорт**, який, порівняно із залізничним, має значно кращу маневреність та прохідність; долає крутіші підйоми, що дає змогу скоротити довжину похилих розкривних виробок; має значно менші радіуси розвороту.

2.2.1. Параметри розкривних виробок. Основними параметрами *капітальної траншеї* є її поздовжній похил, довжина та ширина знизу, кути укосів бортів та об'єм (рис. 2.2).

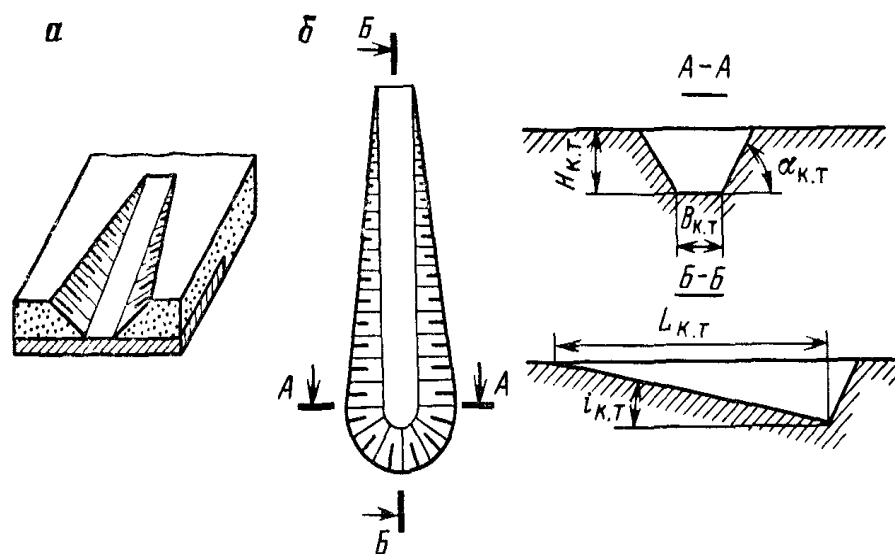


Рис. 2.2. Загальний вигляд (а) та план (б) капітальної траншеї

При переміщенні гірських порід з кар'єру **автомобільним транспортом** поздовжній похил траншей може досягати 100-120%. Великий похил дозволяє значно скоротити обсяги гірничих робіт, але при цьому знижується безпека та швидкість руху машин. Для сучасних типів автосамоскидів (колісна формула 4x2) керівний похил з цих міркувань приймається в межах 70-80%. Довжина капітальної траншеї L_m визначається її кінцевою глибиною (в нашому випадку – висотою уступу) та величиною керівного похилу:

$$L_m = 1000 \frac{H}{i_k}, \text{ м}, \quad (2.2.1)$$

$$L_T = 1000 \frac{15}{80} = 187,5 \text{ м};$$

де **H** — кінцева глибина капітальної траншеї, яка відповідає висоті уступу (H_y), м; i_k — керівний похил транспортної комунікації, %.

Ширина траншеї по дну визначається з урахуванням прийнятого виду транспорту, кількості транспортних смуг, організації руху транспортних засобів у зоні навантаження, а також технічних характеристик прохідницького обладнання та способу проведення гірничої виробки. Під час спорудження траншей із застосуванням механічних лопат, що працюють за схемою нижнього навантаження, найбільш ефективним вважається використання автомобільного транспорту. Це пояснюється високою маневреністю кар'єрних автосамоскидів, яка забезпечує скорочення допоміжних операцій та підвищення продуктивності екскаваторного обладнання. Залежно від гірничотехнічних умов і прийнятої організації робіт подача автосамоскидів під навантаження може здійснюватися за різними схемами, що відрізняються траєкторією руху транспортних засобів, умовами їх маневрування та тривалістю робочого циклу. Основні варіанти подачі автосамоскидів до екскаватора наведено на рис. 2.3.

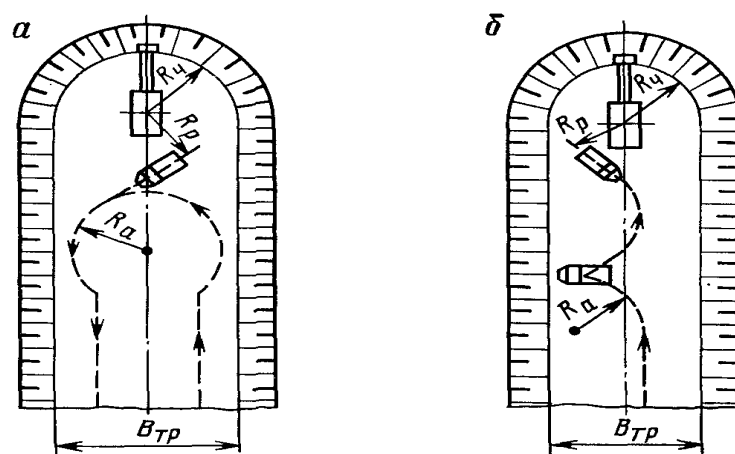


Рис. 2.3. Рекомендовані для роботи схеми подання автотранспорту під навантаження при проведенні траншей

Ширина траншеї по підшві у цьому випадку складе:

$B_{mp} = 2(R_a + C) + B_a, м$ (2.2.2) – при кільцевій схемі розвороту автосамоскидів (рис. 2.3а); $V_{тр} = 2(12+2) + 13,95 = 41,95 м$;

$B_{mp} = 2C + 0,5(B_a + L_a) + B_a, м$ (2.2.3) – при тупиковій схемі подання автосамоскидів під навантаження (рис. 2.3б), де L_a та B_a – відповідно довжина та ширина автосамоскида, м; R_a – радіус його розвороту, м; C – зазор між автосамоскидом та бортом траншеї (2-3 м).

За умови ефективного використання виймального обладнання ширина траншеї по підосві повинна бути не меншою за два радіуси черпання (на горизонті установки) прийнятого екскаватора. Кути укосів бортів капітальних траншей приймають в залежності від терміну служби траншей та властивостей гірських порід. Для умов роботи вважатимемо, що гірські породи достатньо стійкі, щоб витримати заданий кут укосу уступу α_y .

Об'єм капітальної (в'їзної) траншеї визначається за формулою:

$$V_{в.тр} = 1000 \frac{H_y^2}{i_k} \left(\frac{B_{mp}}{2} + \frac{H_y}{3 \operatorname{tg} \alpha_y} \right), м^3, \quad (2.2.4)$$

$$V_{в.тр} = 1000 \frac{15^2}{80} \left[\frac{41,95}{2} + \frac{15}{3 \operatorname{tg} 70} \right] = 63900 м^3,$$

Розрізна траншея є продовженням капітальної траншеї (рис. 2.4).

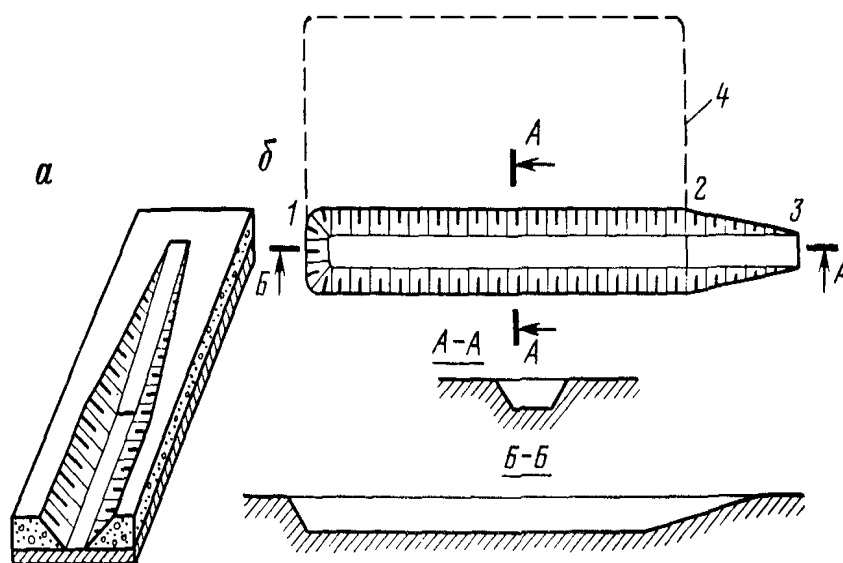


Рис. 2.4. Загальний вигляд (а) та розріз (б) капітальної та розрізної траншеї:

1-2 – розрізна траншея; 2-3 – капітальна траншея; 4 – контур кар'єрного поля

Розрізна траншея проходиться на кожному робочому горизонті з метою формування початкового фронту гірничих робіт і забезпечення умов для подальшої розробки уступу. Після завершення її проведення один або обидва борти траншеї поступово відпрацьовуються, унаслідок чого в процесі просування фронту робіт вона втрачає своє самостійне значення як окрема гірнича виробка.

Зазвичай розрізні траншеї споруджують у горизонтальному положенні або з незначним поздовжнім похилом, який забезпечує природне відведення поверхневих і підземних вод. Глибина траншеї приймається рівною висоті уступу, що підлягає підготовці до виїмки. Її довжина визначається розмірами фронту робіт на відповідному горизонті або параметрами екскаваторного блоку. Ширина по дну встановлюється залежно від габаритів прохідницького обладнання та прийнятої технології проведення виробки. Кути укосу бортів траншеї, як правило, відповідають кутам укосу робочого уступу. Для визначення обсягу гірничої маси, що підлягає виїмці під час проведення розрізної траншеї, її геометричну форму умовно розглядають як пряму призму, основою якої є трапеція. У такому випадку об'єм траншеї розраховується за відповідною геометричною залежністю:

$$V_{p.mp.} = (B_{mp} + H_y \cdot \operatorname{ctg} \alpha_y) \cdot H_y \cdot L_{p.mp.}, \text{ м}^3, \quad (2.2.5)$$

$$V_{p.tr.} = (41,95 + 15 \times \operatorname{ctg} 70) \times 15 \times 250 = 177731,25 \text{ м}^3,$$

де $L_{p.mp.}$ — довжина траншеї, м. Для умов роботи, з врахуванням прийнятого в якості основного автомобільного транспорту, рекомендована довжина розрізної траншеї $L_{p.mp.} = 250$ м.

2.2.2. Траса капітальних траншей

План траси капітальних траншей, це проекція поздовжньої вісі траси на горизонтальну площину. Він може складатися з прямолінійних та криволінійних ділянок. Його побудова є одним із основних завдань графічної частини роботи.

За формою в плані траси капітальних траншей поділяють на прості і складні (рис. 2.5). Це є можливим при розробці неглибоких кар'єрів, які складаються з

кількох уступів або при дуже великій протяжності родовища, та, відповідно, дуже великій довжині кар'єрного поля.

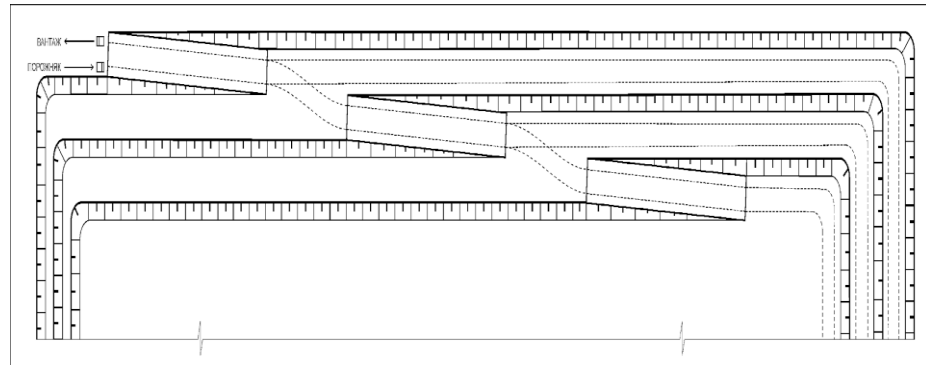


Рис. 2.5. План траси капітальних траншей простої форми

Складна форма траси може складатися з двох або кількох ділянок різного напрямку, з'єднаних петлями (рис. 2.6), кривими або тупиками.

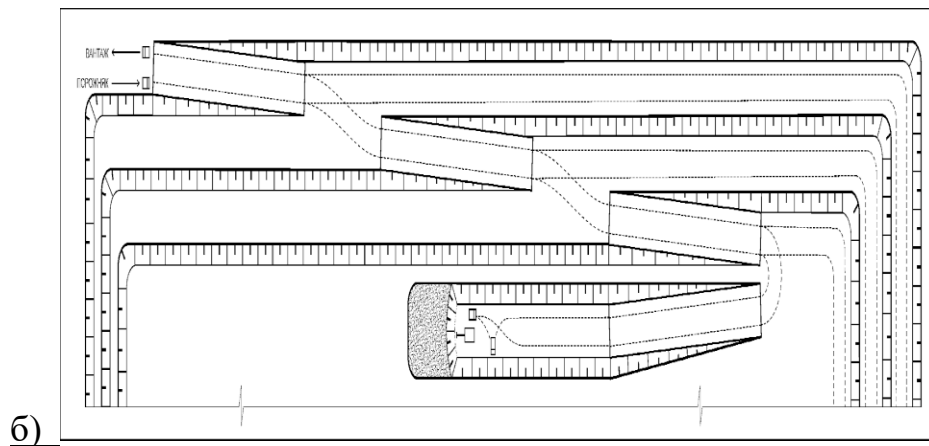
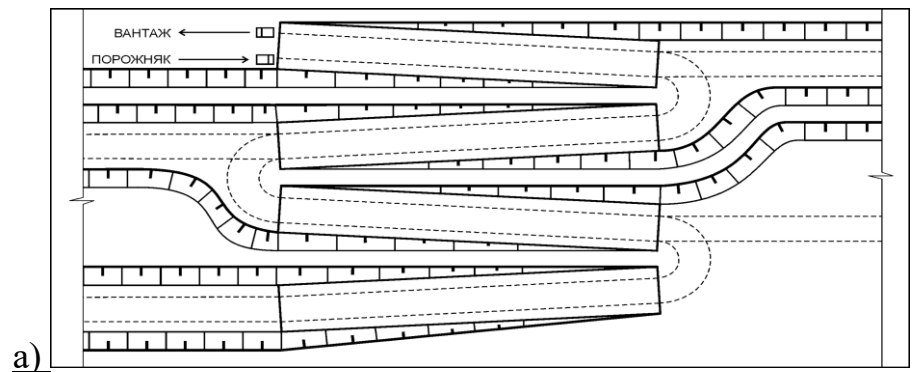


Рис. 2.6. План траси капітальних траншей складної форми з петльовими з'єднаннями та зміною напрямку траси: а) на кожному горизонті; б) через кожні кілька уступів.

Петльове з'єднання похилих ділянок траси дозволяє покращити перепускную здатність траси та забезпечити безперервність руху транспортних засобів незалежно від зміни її напрямку (на відміну від тупикового з'єднання). Необхідною умовою петльового з'єднання є створення поворотної (маневрової) площадки з

радіусом, який складає 15-30 м при автомобільному транспорті та 120-200 м при залізничному і є залежним від радіусу розвороту транспортного засобу R_a (Рис. 2.7).

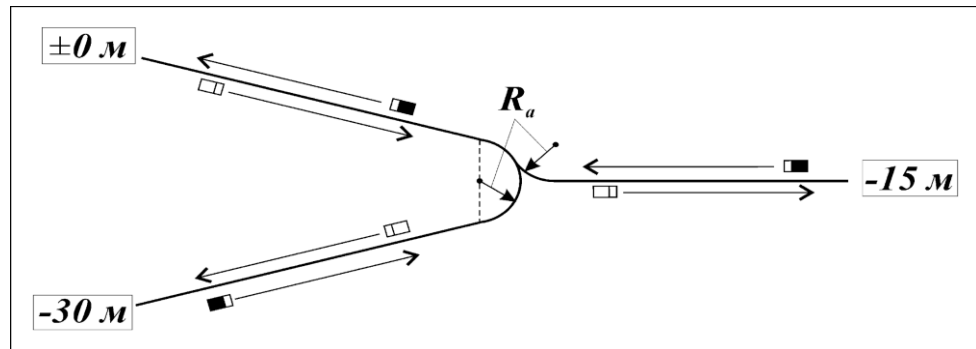


Рис. 2.7. Петльова форма траси капітальних траншей (показано ділянку, на якій змінюється напрямок траси)

При залізничному транспорті використовувати цей вид з'єднань доцільно лише в окремих випадках – при сприятливій конфігурації родовища корисних копалин. При використанні ж автомобільного транспорту радіуси розвороту значно менші, отже й розміри маневрових площадок відносно невеликі.

Поздовжній профіль траси являє собою проекцію траси на вертикальну площину. Пункти примикання, в свою чергу можуть бути на керівному підйомі (без пом'якшення), пом'якшеному підйомі ($0,5 \div 0,6$) i_k , ‰ або на горизонтальних площадках.

Примикання *на горизонтальних площадках* має найбільше поширення, оскільки воно найбільш зручне в експлуатації та простіше інших варіантів при підготовці нових горизонтів, тому для подальшої роботи приймаємо саме його.

За умови, що в графічній частині роботи необхідно виконати розкриття чотирьох горизонтів умовного кар'єру, розглянемо варіанти поздовжніх профілів траси в залежності від взаємного розташування траншей у просторі:

- а) проста форма траси – при переході з уступу на уступ напрямок руху транспортних засобів не змінюється (рис. 2.8, а);
- б) тупикова (петльова) форма траси – напрямок руху транспортних засобів при розкритті суміжних горизонтів змінюється на протилежний (рис. 2.8, б);

в) комбінована форма траси – напрямок руху транспорту змінюється на протилежний не на кожному горизонті, а через кілька горизонтів або уступів (рис. 2.8, в).

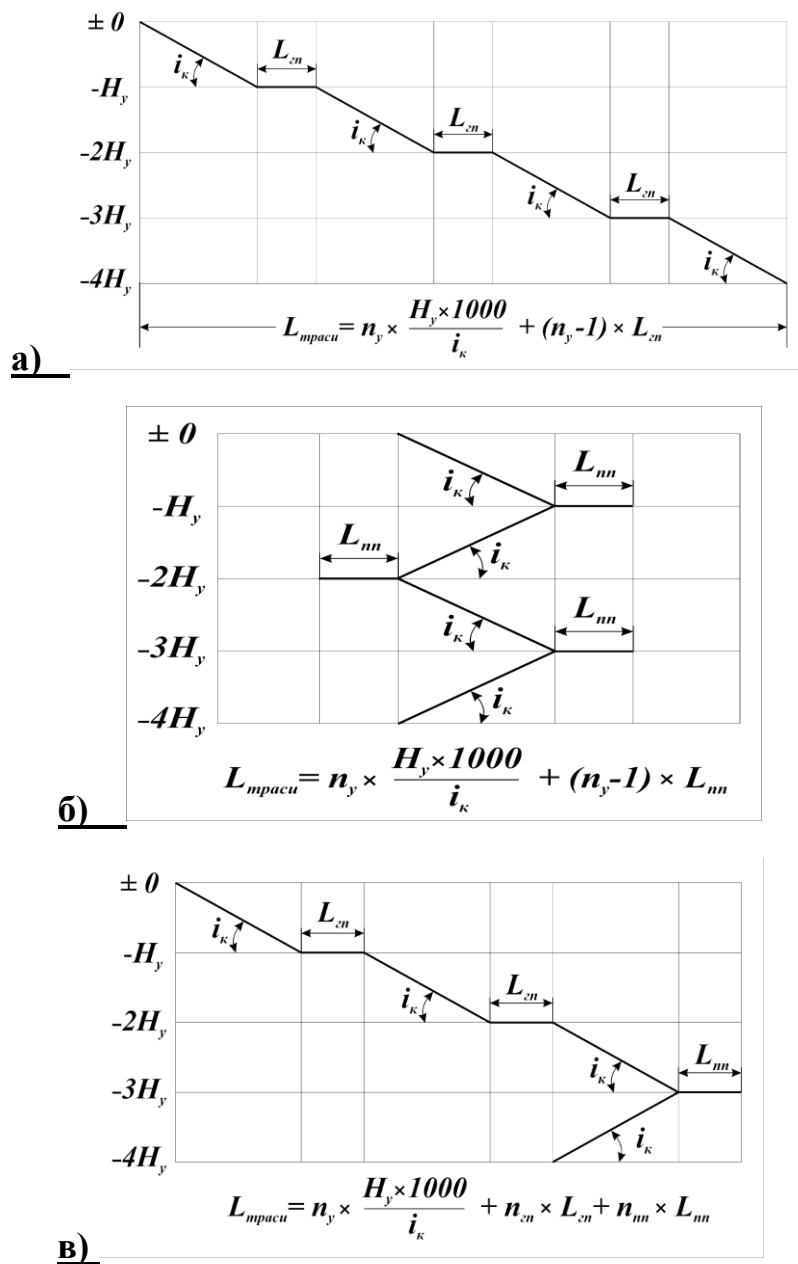


Рис. 2.8. Поздовжні профілі траси капітальних траншей для: а) простої; б) тупикової (петльової); в) комбінованої форми траси

Теоретична довжина траси розраховується за формулою:

$$L_{\text{теор.}} = \frac{1000 \cdot n_y \cdot H_y}{i_\kappa}, \quad \text{М,} \quad (2.2.6)$$

$$L_{\text{теор.}} = \frac{1000 \times 10 \times 15}{80} = 1875 \text{ м;}$$

де H_y – висота уступу (кінцева глибина капітальної траншеї на кожному горизонті), м; n_y – кількість горизонтів (уступів), які розкриваються трасою капітальних траншей. Для виконання графічної частини роботи $n_y = 4$; для розрахунків траси капітальних траншей, які розкривають весь кар’єр $n_y = H_k / H_y$

Дійсна довжина траси з горизонтальним примиканням до робочих горизонтів розраховується наступним чином:

а) для простої форми траси

$$L_{\text{дійсн.}} = \frac{1000 \cdot n_y \cdot H_y}{i_k} + (n_y - 1) \cdot L_{\text{гп}}, \quad \text{м}, \quad (2.2.7)$$

де $L_{\text{гп}}$ – довжина горизонтальної ділянки примикання з’їздів до робочих горизонтів. Для автомобільного транспорту приймаємо 50-70 м.

б) для тупикової (петльової) форми траси

$$L_{\text{дійсн.}} = \frac{1000 \cdot n_y \cdot H_y}{i_k} + (n_y - 1) \cdot L_{\text{пн}}, \quad \text{м}, \quad (2.2.8)$$

де $L_{\text{пн}}$ – довжина петльової маневрової ділянки примикання з’їздів до робочих горизонтів. Для умов, наведених на рис 2.7 і 2.8 та прийнятого автомобільного транспорту $L_{\text{пн}} = \pi \cdot R_a$. $L_{\text{пн}} = 3,14 \times 12 = 37,68$ м.

в) для комбінованої форми траси

$$L_{\text{дійсн.}} = \frac{1000 \cdot n_y \cdot H_y}{i_k} + n_{\text{гп}} \cdot L_{\text{гп}} + n_{\text{пн}} \cdot L_{\text{пн}}, \quad \text{м}, \quad (2.2.9)$$

$$L_{\text{дійсн.}} = \frac{1000 \times 10 \times 15}{80} + 10 \times 50 + 11 \times 37,68 = 2339,5 \text{ м},$$

де $n_{\text{гп}}$ та $n_{\text{пн}}$ – відповідно, кількість горизонтальних та петльових ділянок примикання, які входять до складу траси капітальних траншей.

Коефіцієнт подовження траси:

$$K_{\text{под}} = \frac{L_{\text{дійсн.}}}{L_{\text{теор.}}}. \quad (2.2.10)$$

$$K_{\text{под}} = \frac{2339,5}{1875} = 1,24.$$

2.2.3. Параметри горизонтальних площадок на неробочих бортах кар’єру.

При використанні автомобільного транспорту (одно- та двохсмуговий шлях), *ширина транспортної берми* складе (рис. 2.9):

$$B_T = a + s + z + \text{Ша} + b_o + b_k + d, \text{ м}, \quad (2.2.11)$$

$$B_T = 1,95 + 2,5 + 0,5 + 17 + 2,5 + 1,3 + 0,5 = 26,25 \text{ м},$$

де a – ширина призми обрушення уступу, м. Для заданих порід визначаємо як $(0,1 \div 0,15) \cdot h_y$, приймаємо $0,13 \cdot h_y$;

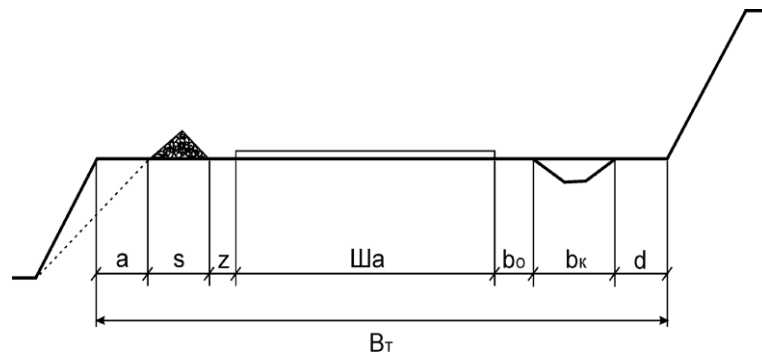


Рис. 2.9. Будова транспортної берми умовного кар'єру при використанні автомобільного транспорту

s – ширина орієнтувального валу гірської породи, яка повинна бути рівній трикратній його висоті при відсіпанні з м'яких і напівскельних порід і 2,5-кратній – при відсіпанні зі скельних порід. Отже, при висоті валу в 1 м для скельної породи вона складе 2,5 м, а для м'яких порід – 3 м; z – відстань від підосви ґрунтового вала до межі проїзної частини повинна бути не менше 0,5 м. Приймаємо $z = 0,5$ м; Ша – ширина проїзної частини автошляху.

Залежить від категорії шляху і габаритів рухомого складу автотранспорту. Так, наприклад, якщо прийняти у якості транспортного засобу для переміщення гірських порід автосамоскиди вантажопідйомністю 80 т, то Ша для односмугового шляху складе 7,5 м, а для двохсмугового руху по шляху II-ї категорії $\text{Ша} = 17,0$ м;

b_o – ширина узбіччя (обочини) автошляху. Для односмугових шляхів b_o повинно бути не менше 2,0 м, для двохсмугових – не менше 2,5 м.

b_k – ширина кювету по верху, м. Приймаємо $b_k = 1,3$ м.

d – відстань від бровки кювету до нижньої бровки уступу, м. Приймаємо 0,5 м.

Запобіжні берми призначені для затримання уламків гірських порід, що обсипаються з верхніх уступів, а також для дотримання необхідного за умов

стійкості кута відкосу неробочого борту кар'єру. *Ширину запобіжних берм* $V_{\min}$ за умовами стійкості наближено визначаємо, як третину висоти уступу з округленням до 0,5 м. Наприклад, при уступах висотою 15 м, $V_{\min} = 5$ м, а при висоті уступів 17 м, відповідно $V_{\min} = 5,5$ м.

2.3. Параметри елементів системи розробки умовного родовища відкритим способом. Для умов даної роботи, зважаючи на те, що умовний кар'єр має достатньо велику глибину, пропонується прийняти *поглиблювальну транспортну систему розробки з використанням автомобільного транспорту*.

Отже, для визначення висоти уступу, спочатку необхідно прийняти виймально-навантажувальне обладнання для відпрацювання уступів, щоб визначитись з його робочими параметрами. Розраховану висоту уступів округлюємо у менший бік до цілого значення метрів.

Мінімальна ширина робочого майданчика при розробці порід, які потребують буровибухової підготовки, із застосуванням автомобільного транспорту (рис. 2.10):

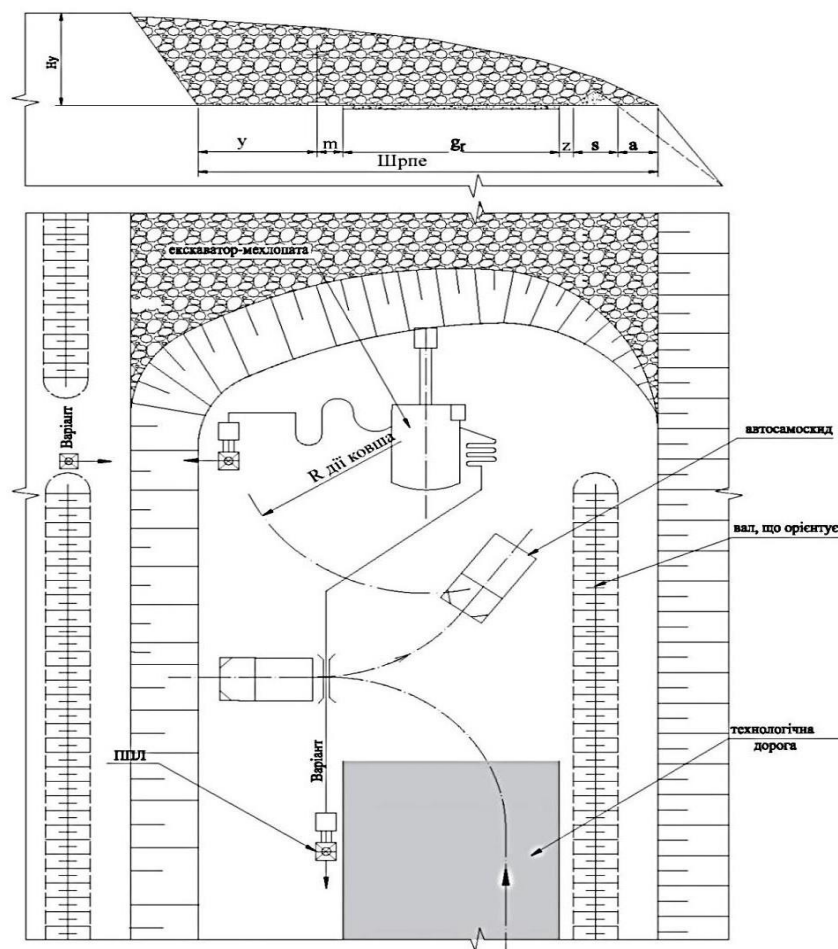


Рис. 2.10. *Схема до визначення мінімальної ширини робочого майданчика*

$$Ш_{pne} = y + m + g_r + z + s + a, \text{ м}, \quad (2.3.1)$$

$$Ш_{pne}=3+2,5+17+0,5+3+1,95=27,95 \text{ м},$$

де $y = 3\text{м}$ – відстань від вісі опори ППЛ (переносної повітряної лінії електропередач) до нижньої брівки верхнього уступу; $m = 2,5\text{м}$ – відстань від краю проїзної частини автомобільної дороги до осі опори ППЛ; $g_r = Ш_a$ – ширина проїзної частини технологічної автомобільної дороги, м ($Ш_a$ приймалася при визначенні ширини транспортної берми); $z = 0,5\text{м}$ – відстань від підосви ґрунтового вала до краю проїзної частини автодороги; $s = 3\text{м}$ – ширина ґрунтового вала, що орієнтує; a – ширина призми обрушення уступу, м (для умов роботи приймаємо $a=0,13 \cdot H_y$).

Нормальна ширина робочого майданчика повинна забезпечувати заданий резерв запасів готових до виймання і може бути визначена за формулою:

$$Ш_n = Ш_{pne} + \frac{\mu \cdot A}{L \cdot H_y}, \text{ м} \quad (2.3.2)$$

$$Ш_{н.кк}=27,95+\frac{0,125 \times 5000000}{986,4 \times 15}=70,2 \text{ м};$$

$$Ш_{н.р}=27,95+\frac{0,125 \times 1500000}{336,7 \times 15}=65 \text{ м};$$

де A – продуктивність кар'єру за відповідними видами порід, $\text{м}^3/\text{рік}$ (визначалася раніше як $Q_{кк}$ та Q_p);

L – довжина фронту робіт по цих породах, м. Для умов, наведених в роботі можна вважати, що:

$$L_{кк} = \frac{Q_{кк} \cdot \mu}{H_y \cdot X_{кк}}, \text{ м}; \quad L_p = \frac{Q_p \cdot \mu}{H_y \cdot X_p}, \text{ м}, \quad (2.3.3-2.3.4)$$

$$L_{кк}=\frac{5000000 \times 0,125}{15 \times 12,8}=984,4 \text{ м};$$

$$L_p=\frac{1500000 \times 0,125}{15 \times 12,8}=336,7 \text{ м};$$

де $X_{\text{кк}}$ та X_p – ширина смуги готових до виймання запасів, відповідно, корисної копалини та пустих порід (для умов роботи доцільно прийняти $X=0,5 \cdot A_z$, м, $X=12,8$ м); μ – нормативний коефіцієнт готових до виймання запасів гірничої маси.

РОЗДІЛ 3. Підготовка гірських порід до виймання

Гірські породи з невисокими показниками міцності часто можуть відпрацьовуватися без попередньої підготовки до виймання. Їх розробка здійснюється безпосередньо з масиву із застосуванням механічних лопат або драглайнів. Однак за умов впливу від’ємних температур виникає необхідність проведення заходів щодо запобігання промерзанню гірничої маси або її попереднього відтаювання.

Для підготовки до виймання напівскельних і скельних порід середньої та високої міцності переважно застосовують буропідрильний спосіб розпушення. Використання буропідрильних робіт забезпечує необхідний ступінь дроблення масиву та створює сприятливі умови для подальшого навантаження й транспортування гірничої маси.

У сучасній практиці ВРР найбільшого поширення набув метод підривання вертикальних свердловинних зарядів, частка якого становить близько 95 % від загального обсягу буропідрильних робіт на сучасних кар’єрах. Зважаючи на його високу ефективність і широке виробниче використання, зазначений метод доцільно прийняти як основний під час виконання розрахунків основного розділу.

Для визначення параметрів буропідрильних робіт рекомендується використовувати методичні положення, наведені у навчальному посібнику А.В. Шапуріна «Расчет параметров буровзрывных работ» (Київ: УМК ВО, 1990). Застосування цієї методики дозволяє обґрунтувати вибір бурового обладнання, тип вибухової речовини, а також параметри та схему ініціювання вибухової мережі.

Тип бурового устаткування і характеристика бурового інструменту є основними факторами, що визначають діаметр свердловини та, відповідно, діаметр заряду вибухової речовини, від яких залежать основні параметри вибухового руйнування гірського масиву.

Вид бурового устаткування та інструмента дозволяють визначити діаметр заряду

$$d_3 = k_p \cdot d_d, \text{ м}, \quad (2.3.1)$$

$$d_3 = 1,03 \times 0,270 = 0,278 \text{ м}; d_3 = 1,018 \times 0,270 = 0,274 \text{ м};$$

де k_p - коефіцієнт розширення свердловини, що залежить від міцності й ступеня тріщинуватості гірських порід; d_d - діаметр долота, коронки або різця обраного бурового обладнання, 0,270 м (СБШ-250 МНА-32КП).

$$k_p = 1,06 - (f - 2) \cdot 0,003, \quad (2.3.2)$$

$$k_p = 1,06 - (12 - 2) \times 0,003 = 1,03; k_p = 1,06 - (16 - 2) \times 0,003 = 1,018;$$

де f – коефіцієнт міцності порід за шкалою М.М. Протодьяконова.

Отриманий результат дозволяє визначити значення опору по підшві W_2 для наступних рядів свердловин, що переборює заряд данного діаметра з досягненням крупності дроблення, яка забезпечує раціональні режими роботи вантажно-транспортного комплексу, по формулі:

$$W_2 = 1,05 \cdot d_3^4 \sqrt[4]{\frac{\Delta \cdot Q}{f}}, \text{ м}, \quad (2.3.3)$$

$$W_2 = 1,05 \times 0,278^4 \sqrt[4]{\frac{1250 \times 2970,64}{12}} = 6,8 \text{ м}; W_2 = 1,05 \times 0,274^4 \sqrt[4]{\frac{1250 \times 2970,64}{16}} = 6,3 \text{ м};$$

де Δ – щільність заряджання, визначається обраною ВР, 1250 кг/м³; Q - теплота вибуху обраної ВР 2970,64 кДж/кг.

Обчислена величина, може бути опором по підшві для зарядів першого ряду, однак у цьому випадку обчислюють також значення опору по підшві (ОПП), що відповідає безпечним умовам роботи бурового обладнання на уступі:

$$W_{TB} = H_y \cdot \text{ctg} \alpha_y + C, \text{ м}, \quad (2.3.4)$$

$$W_{TB} = 15 \times \text{ctg} 70 + 2 = 7,4 \text{ м};$$

Де H_y - висота уступу, м; α_y - кут укосу уступу, град; C – мінімальна безпечна відстань від верхньої бровки уступу до першого ряду свердловин, $C = 2-3$ м.

Для подальших розрахунків W_2 та W_{TB} порівнюють, більше з них приймають за W_1 .

Питома витрата - кількість ВР, що доводиться на одиницю об'єму гірських порід, забезпечує досягнення технологічної мети – розпушування порід перед екскавацією:

$$q = 12 \cdot \sqrt[4]{\frac{f^3 \cdot \Delta}{Q^3}}, \text{ кг/м}^3. \quad (2.3.5)$$

$$q = 12 \cdot \sqrt[4]{\frac{12^3 \times 1250}{2970,64^3}} = 1,14 \text{ кг/м}^3 \quad q = 12 \cdot \sqrt[4]{\frac{16^3 \times 1250}{2970,64^3}} = 1,4 \text{ кг/м}^3$$

Довжина вертикальних свердловин на кар'єрах більше висоти уступу на величину перебуру:

$$l_c = H_y + l_{\text{пер}}, \text{ м, де } l_{\text{пер}} = 0,15H_y + 0,1f - 5d_3, \text{ м.} \quad (2.3.6)$$

$$l_c = 15 + 2,06 = 17,06 \text{ м; } l_{\text{пер}} = 0,15 \times 15 + 0,1 \times 12 - 5 \times 0,278 = 2,06 \text{ м;}$$

$$l_c = 15 + 2,5 = 17,5 \text{ м; } l_{\text{пер}} = 0,15 \times 15 + 0,1 \times 16 - 5 \times 0,274 = 2,5 \text{ м;}$$

Практикою встановлено, що застосування перебурів глибиною більше 3,0 м не приводить до помітного поліпшення якості пророблення підшви уступу в цілому, але в той же час значно порушує масив порід у місці розташування свердловин, ускладнюючи забурювання свердловин при виконанні робіт на горизонті, який розташовано нижче. Тому довжину перебуру варто приймати не більше 3,0 м, а звичайно 1,5 - 2,5 м.

Відомі глибина й діаметр свердловини дозволяють визначити заряд у ній при відомій місткості одного метра свердловини за формулою:

$$P = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot \Delta. \quad (2.3.7)$$

$$P = \frac{3,14 \times 0,278^2}{4} \times 1250 = 75,8; \quad P = \frac{3,14 \times 0,274^2}{4} \times 1250 = 73,6;$$

Довжина забивки визначиться, як різниця між визначеною глибиною свердловини й довжиною заряду:

$$l_{3AB} = l_{CB} - \frac{W_2^2 \cdot H_y \cdot q}{P}, \text{ м.} \quad (2.3.8)$$

$$l_{3AB} = 17,06 - \frac{6,8^2 \times 15 \times 11,4}{75,8} = 6,6 \text{ м; } l_{3AB} = 17,5 - \frac{6,3^2 \times 15 \times 1,4}{73,6} = 6,2 \text{ м;}$$

Виконані обчислення дозволяють визначити відстань між свердловинами в першому рядуіа₁, що задовольняє двом умовам: достатності заряду для якісного руйнування порід перед першим рядом свердловини місткості заряду в свердловині розрахованого діаметра:

$$a_1 = \frac{(l_{CB} - l_{3AB}) \cdot P}{W_1 \cdot H_y \cdot q}, \text{ м.} \quad (2.3.9)$$

$$a_1 = \frac{(17,06 - 6,6) \times 75,8}{7,4 \times 15 \times 1,14} = 6,2 \text{ м; } a_1 = \frac{(17,5 - 6,2) \times 73,6}{7,4 \times 15 \times 1,4} = 5,3 \text{ м;}$$

Отриману величину порівнюють з лінією опору по підшві уступу для першого ряду W₁, визначають коефіцієнт зближення зарядів у першому рядуі:

$$m_1 = \frac{a_1}{W_1} \quad (2.3.10)$$

$$m_1 = \frac{6,2}{7,4} = 0,8; \quad m_1 = \frac{5,3}{7,4} = 0,7.$$

Якщо значення коефіцієнта зближення зарядів (m₁) перевищує 0,65, співвідношення між лінією опору по підшві для свердловин першого ряду та відстанню між ними вважається прийнятним. У такому випадку руйнування масиву відбувається ефективно без застосування додаткових технологічних заходів для забезпечення необхідного ступеня дроблення порід.

Коли коефіцієнт зближення зарядів має дещо менше значення (наприклад, (m₁ = 0,6)), підвищення ефективності вибуху може бути досягнуте шляхом скорочення довжини забійки у свердловинах першого ряду на 1–1,5 м порівняно з наступними рядами. Таке рішення сприяє збільшенню маси вибухової речовини в зарядах першого ряду, що забезпечує руйнування більшого об'єму порід та дозволяє збільшити відстань між свердловинами (a₁). У результаті зменшується невідповідність між кроком свердловин і величиною лінії опору по підшві.

Більш результативним способом підвищення коефіцієнта зближення зарядів є використання парних свердловин у першому ряду. Під час вибуху такі свердловини функціонують як єдиний заряд більшого діаметра, що покращує умови руйнування масиву в приконтурній зоні. Відстань між свердловинами в парі при незмінному значенні лінії опору по підшві (W_1) визначають таким чином, щоб обсяг гірничої маси, який припадає на одну пару свердловин першого ряду, відповідав обсягу порід, що припадає на дві окремі свердловини наступних рядів:

$$a_{1сп} = \frac{(l_{CB} - l_{3AB})2P}{W_y \cdot H_y \cdot q} \quad (2.3.11)$$

$$a_{1сп} = \frac{(17,06 - 6,8) \times 2 \times 75,8}{7,4 \times 15 \times 1,14} = 12,5; \quad a_{1сп} = \frac{(17,5 - 6,2) \times 2 \times 73,6}{7,4 \times 15 \times 1,4} = 11;$$

У цьому випадку також необхідно порівняти значення коефіцієнта зближення зарядів для спарених свердловин із припустимим значенням (0,65):

$$m_{1сп} = \frac{a_{1сп}}{W_1} \quad (2.3.12)$$

$$m_{1сп} = \frac{12,5}{7,4} = 1,7; \quad m_{1сп} = \frac{11}{7,4} = 1,5;$$

Визначення раціональної чисельності бурових верстатів можна визначити за формулою:

$$V = \frac{[W_1 + W_2(n-1)]H_y}{\left(\frac{1}{a_1} + \frac{n-1}{W_2}\right) \cdot l_c}, \text{ м}^3, \quad (2.3.13)$$

$$V = \frac{[7,4 + 6,8(4-1)] \times 15}{\left(\frac{1}{6,2} + \frac{4-1}{6,8}\right) \times 17,06} = 40,6 \text{ м}^3; \quad V = \frac{[7,4 + 6,3(4-1)] \times 15}{\left(\frac{1}{5,3} + \frac{4-1}{6,3}\right) \times 17,5} = 34,7 \text{ м}^3;$$

де n – кількість рядів свердловин у блоці, шт.

$$V = \frac{[7,4 + 6,8(4-1)] \times 15}{\left(\frac{2}{12,5} + \frac{4-1}{6,8}\right) \times 17,06} = 40,6 \text{ м}^3; \quad V = \frac{[7,4 + 6,3(4-1)] \times 15}{\left(\frac{2}{11} + \frac{4-1}{6,3}\right) \times 17,5} = 34,7 \text{ м}^3;$$

Відоме значення виходу гірничої маси з 1 м свердловини дозволяє визначити сумарну кількість метрів свердловин, необхідну для забезпечення річної продуктивності кар'єру:

$$\sum l = \frac{A}{V} k_{BTP}, \text{ м}, \quad (2.3.14)$$

$$\sum l_c = \frac{5000000}{40,6} \times 1,07 = 126847,3 \text{ м}; \quad \sum l_c = \frac{1500000}{34,7} \times 1,07 = 46253,6 \text{ м};$$

де k_{BTP} – коефіцієнт втрат свердловин, що у середньому можна прийняти рівним 1,07.

Потрібна кількість бурових верстатів визначається за формулою:

$$N_C = \frac{\sum l_c}{P_{3M} \cdot N_{3M} \cdot N_{PD}}, \text{ шт.} \quad (2.3.15)$$

$$N_C = \frac{126847,3}{66,9 \times 3 \times 357} = 2 \text{ шт}; \quad N_C = \frac{46253,6}{66,9 \times 3 \times 357} = 1 \text{ шт};$$

де P_{3M} – змінна продуктивність бурового верстата, м/змін (розрахувати згідно обраної моделі бурового верстата за відомою методикою); N_{3M} – кількість змін роботи бурового устаткування на добу, змін.; $N_{р.д.}$ – кількість робочих днів у році (режим роботи кар'єра визначався у розділі 1, п.1).

Розрахована кількість верстатів дозволяє визначити інвентарну кількість бурових верстатів:

$$N_{\text{верст.инв.}} = \sum N_{\text{верст.}} \cdot k_p \quad (2.3.16)$$

$$N_{\text{верст.инв.}} = 2 \times 1,2 = 2,4;$$

$$N_{\text{верст.инв.}} = 1 \times 1,2 = 1,2, \text{ шт, де } k_p - \text{коефіцієнт резерву, } k_p = 1,2.$$

Визначення необхідної кількості засобів механізації заряджання, забивки свердловин і чисельності штату підричників

Потреба гірничодобувного підприємства у зарядному обладнанні визначається сукупністю технологічних та організаційних факторів, зокрема річною витратою вибухових речовин (ВР), періодичністю проведення масових вибухів, тривалістю підготовчих операцій до підривання, а також змінною продуктивністю зарядних машин.

Річна витрата вибухових речовин формується на основі їх питомих витрат та обсягів гірничої маси, що підлягає підриванню. Вона є вихідною величиною для

подальшого розрахунку необхідної кількості зарядної техніки та визначення організації зарядних робіт.

$$Q_P = (A_{KK} \cdot q_{KK} + A_P \cdot q_P) \cdot 0.001, \text{ т/рік}, \quad (2.3.17)$$

$$Q_P = (5000000 \times 1,4 + 1500000 \times 1,14) \times 0,001 = 8710 \text{ т/рік}$$

Для випадку спарених свердловин у першому ряді формула для визначення виходу гірничої маси прийме вид:

$$V = \frac{[W_1 + W_2(n-1)]H_V}{\left(\frac{2}{a_{1CP}} + \frac{n-1}{W_2} \right) \cdot l_C}, \text{ м}^3 \quad (2.3.18)$$

Де A_{KK} , A_P – річна продуктивність кар'єру по різновидах скельних гірських порід, м^3 ; q_{KK} , q_P – питомі витрати ВР у відповідних гірських породах, кг/м^3 .

За практикою провідних гірничодобувних підприємств країни частота проведення масових вибухів: $N_{\text{мас}} = 2$ рази/міс (або раз у два тижні).

Вибравши частоту проведення підривних робіт, приймаємо обсяг середнього блока, що підривається, який дорівнює середній місячній продуктивності екскаватора на скельних породах $Q_{\text{міс}}$ (визначається в розділі 4). У цьому випадку кількість ВР у середньому блоці:

$$Q_{\text{БЛ}} = \frac{Q_{\text{міс}} \cdot q}{1000}, \text{ т.} \quad (2.3.19)$$

$$Q_{\text{БЛ}} = \frac{399772,8 \times 1,14}{1000} = 455,7 \text{ т}; \quad Q_{\text{БЛ}} = \frac{399772,8 \times 1,4}{1000} = 559,7 \text{ т};$$

Визначимо кількість блоків, що підриваються за один масовий вибух,

$$N_{\text{БЛ}} = \frac{Q_P}{Q_{\text{БЛ}} \cdot N_{\text{МАС}} \cdot 12}, \text{ шт.} \quad (2.3.20)$$

$$N_{\text{БЛ}} = \frac{8710}{455,7 \times 2 \times 12} = 1 \text{ шт}; \quad N_{\text{БЛ}} = \frac{8710}{559,7 \times 2 \times 12} = 1 \text{ шт};$$

При дробовому значенні округляємо в більшу сторону.

Необхідна кількість зарядних машин для підготовки цих блоків визначиться за формулою:

$$N_{3M} = \frac{N_{БЛ} \cdot Q_{БЛ}}{P_{3M} \cdot N_n}, \text{ шт.}, \quad (2.3.21)$$

$$N_{3M} = \frac{1 \times 455,7}{60 \times 2} = 3,8 = 4 \text{ шт.}; N_{3M} = \frac{1 \times 559,7}{60 \times 2} = 4,6 = 5 \text{ шт.};$$

де P_{3M} - середня змінна продуктивність зарядної машини, яка залежно від обраної моделі змінюється від 25 до 60 т/зм.;

N_n - кількість змін на підготовку вибуху, $N_n = 2 - 4$ зміни.

Інвентарну кількість зарядних машин визначаємо з урахуванням резерву:

$$N_{3M.інв.} = (1,15 \div 1,25) \cdot N_{3M}, \text{ шт.}$$

$$N_{3M.інв.} = 1,2 \times 4 = 5 \text{ шт.}$$

$$N_{3M.інв.} = 1,2 \times 5 = 6 \text{ шт.}$$

$$\text{Необхідна кількість забивних машин } N_{ЗАБ} = A / Q_3, \text{ шт.}, \quad (2.3.22)$$

$$N_{ЗАБ} = 5000000 / 4000000 = 1,25 \text{ шт.};$$

$$N_{ЗАБ} = 1500000 / 4000000 = 0,4 \text{ шт.}$$

5. де $Q_3 = 4000000 \text{ м}^3/\text{рік}$ – середня річна продуктивність забивної машини (Шапурин А.В. Расчет параметров буровзрывных работ. Учебное пособие, Київ УМК ВО, 1990);

A – річна продуктивність кар'єра по різновидах порід (розраховуємо $N_{ЗАБ}$ окремо по розкритті A_p та корисній копалині $A_{кк}$), м^3 .

Необхідна кількість підривників для виконання робіт із заряджання та забивки свердловин, монтажу підривної мережі при підготовці вибуху:

$$N_{підр.} = \frac{A}{Q_{підр.}}, \text{ осіб.}, \quad (2.3.23)$$

$$N_{підр.} = \frac{5000000}{600000} = 8 \text{ осіб.};$$

$$N_{підр.} = \frac{1500000}{600000} = 3 \text{ осіб.}$$

де $Q_{підр.} = 600000 \text{ м}^3$ – досягнута річна продуктивність підривників на діючих кар'єрах щодо підривної підготовки гірничої маси до виймання при повній механізації зарядних робіт.

РОЗДІЛ 4. Виймально-навантажувальні роботи.

1) Технічна продуктивність екскаватора враховує умови роботи у вибої і є максимально можливою для даної моделі при безупинній роботі в конкретних умовах.

$$Q_T = \frac{3600 \cdot E \cdot k_n}{T_u \cdot k_p}, \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (2.4.1)$$

$$Q_T = \frac{3600 \times 12,5 \times 1,1}{32 \times 1,2} = 1289,1 \text{ м}^3 / \text{Год};$$

Коефіцієнти розпушення порід у ковші екскаватора (k_p) і коефіцієнт наповнення ковша (k_n) приймаються з урахуванням різновидів порід, що відпрацьовуються. Для умов роботи приймаємо $k_p = 1,2$; $k_n = 1,1$.

2) Експлуатаційна продуктивність екскаватора враховує не лише конкретні умови, але й організацію процесу виймально-навантажувальних робіт за допомогою коефіцієнта використання екскаватора в часі робочої зміни:

$$Q_{\text{з}} = \frac{3600 \cdot E \cdot k_n}{T_u \cdot k_p} \cdot k_{\text{вик.}} \cdot T_{\text{зм}}, \text{ м}^3 / \text{зміну} \quad (2.4.2)$$

$$Q_{\text{зм}} = \frac{3600 \times 12,5 \times 1,1}{32 \times 1,2} \times 0,7 \times 8 = 7275,5 \text{ м}^3 / \text{зм};$$

де $k_{\text{вик.}}$ – коефіцієнт використання екскаватора у змінному часі без врахування простоїв. Значення даного коефіцієнта залежить від виду застосовуваного транспорту і прийнятої схеми подачі його під навантаження і може бути взяте з технологічних довідників, або зі звітів технічних служб діючого підприємства.

Для умов роботи приймаємо $k_{\text{вик.}} = 0,7$; $T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, годин.

3) Добов $Q_{\text{доб.}}$, місячна $Q_{\text{міс.}}$ і річна $Q_{\text{річ.}}$ Експлуатаційні продуктивності екскаватора визначаються з врахуванням режиму роботи кар'єру:

$$\begin{aligned} Q_{\text{доб.}} &= Q_{\text{зм.}} \cdot n_{\text{зм.}}, \text{ м}^3 / \text{добу}; & Q_{\text{доб.}} &= 7275,5 \times 3 = 21826,5 \text{ м}^3 / \text{добу}; \\ Q_{\text{міс.}} &= Q_{\text{доб.}} \cdot 30, \text{ м}^3 / \text{місяць}; & Q_{\text{міс.}} &= 21826,5 \times 3 = 654795 \text{ м}^3 / \text{місяць}; \\ Q_{\text{річ.}} &= Q_{\text{доб.}} \cdot N_{\text{рр}}, \text{ м}^3 / \text{рік} & Q_{\text{річ.}} &= 21826,5 \times 360 = 7857540 \text{ м}^3 / \text{рік}; \end{aligned} \quad (2.4.3)$$

4) Ґрунтуючись на вихідних даних річної продуктивності кар'єру за різними різновидами порід, визначаємо необхідну кількість виймально-навантажувального устаткування для виконання даних робіт:

$$N_{\text{кк}} = \frac{A_{\text{кк}}}{Q_{\text{річ.кк.}}}, \text{ шт.}; N_p = \frac{A_p}{Q_{\text{річ.р}}}, \text{ шт.} \quad (2.4.4)$$

$$N_{\text{кк}} = \frac{5000000}{1515151,5} = 3,3 \text{ шт.};$$

$$N_p = \frac{1500000}{517241,3} = 3 \text{ шт.};$$

де $A_{\text{кк}}$, A_p – річна виробнича потужність кар'єру відповідно по корисній копалині та розкривних породах, м^3 ;

$Q_{\text{річ.кк.}}$, $Q_{\text{річ.р}}$ – експлуатаційна річна продуктивність екскаватора відповідно по корисній копалині та розкривних породах, $\text{м}^3/\text{рік}$.

5) Інвентарний парк екскаваторів визначається з урахуванням коефіцієнта резерву за формулою: $N_{\text{інв.}} = N_{\text{екс.}} \cdot k_{\text{рез.}}$, де $k_{\text{рез.}}$ – коефіцієнт резерву ($k_{\text{рез.}} = 1,2$). (2.4.5)

$$N_{\text{інв.}} = 3 \times 1,2 = 4 \text{ од.}$$

РОЗДІЛ 5. Транспортування кар'єрних вантажів

Число автосамоскидів, що може ефективно використовуватися в комплексі з одним екскаватором, визначається за формулою:

$$N_p = \frac{T_p}{t_n}, \text{ шт, де } T_p - \text{ час рейсу, хв;} \quad (2.5.1)$$

$$T_p = t_n + t_{\text{рух.}} + t_p + t_m, \text{ хв,} \quad (2.5.2)$$

$$T_p = 2,12 + 27 + 1,5 + 0,4 = 31 \text{ хв.};$$

де t_n , $t_{\text{рух.}}$, t_p , t_m – час відповідно навантаження, руху, розвантаження і маневрів, хв.

$$N_p = \frac{t_n + t_{\text{рух.}} + t_p + t_m}{t_n}, \text{ шт.} \quad (2.5.3)$$

$$N_p = \frac{2,12 + 27 + 1,5 + 0,4}{2,12} = 15 \text{ шт.};$$

$$\text{Час навантаження } t_n = n_k \cdot t_u, \text{ хв,} \quad (2.5.4)$$

$$t_n = 4 \times 0,53 = 2,12 \text{ хв.};$$

де n_k – кількість ковшів, що розвантажуються у кузов автосамоскида;

t_u – тривалість робочого циклу екскаватора, хв.

У залежності від співвідношення густини ρ_n переміщеної гірської породи, вантажопідйомності q_a автосамоскида, ємності V_a його кузова, число n_k ковшів може обмежуватися ємністю кузова або вантажопідйомністю автосамоскиду. У той же час потрібно не забувати про раціональне співвідношення місткості ковша екскаватора та ємності кузова обраного автосамоскида, яке за досвідом діючих підприємств складає 3-5. При іншому співвідношенні імовірно слід прийняти модель автосамоскида з іншими параметрами.

Кількість ковшів, що вантажаться до автосамоскиду:

$$n_{k.v} = \frac{V_a \cdot k_{zop.}}{E \cdot k_n} \quad \text{або} \quad n_{k.q} = \frac{q_a \cdot k_p}{E \cdot k_n \cdot \rho_n}, \quad (2.5.5)$$

$$n_{k.v} = \frac{48,5 \times 1,1}{12,5 \times 1,1} = 4;$$

$$n_{k.q} = \frac{120 \times 1,2}{12,5 \times 1,1 \times 2,9} = 4;$$

де E – ємність ковша, m^3 ;

k_p – коефіцієнт розпушення породи в ковші екскаватора; k_n – коефіцієнт наповнення ковша екскаватора;

$k_{гор.} = 1,1 - 1,15$ – коефіцієнт, що враховує наповнення кузова автосамоскида з горою.

Розраховуємо n_k за обома умовами, округлюємо з точністю до 0,5 ковша та приймаємо менше з двохзначень (яке задовольнятиме обом умовам).

Час руху автосамоскида визначається за формулою:

$$t_{рух.} = T_{ван.} + T_{пор.} = 60 \left(\frac{L_{ван}}{v_{ван}} + \frac{L_{пор}}{v_{пор}} \right), \text{ хв.}, \quad (2.5.6)$$

$$t_{рух.} = 60 \left(\frac{3,376}{12} + \frac{3,376}{20} \right) = 27 \text{ хв.},$$

де $T_{ван.}$, $T_{пор.}$ – час руху автосамоскида відповідно з вантажем і без вантажу, хв;

$L_{ван.}$, $L_{пор.}$ – довжина, відповідно, ділянок руху у вантажному та апорожняковому напрямках, км. Для умов роботи вважатимемо, що усереднене значення

$$L_{ван} = L_{пор} = L_{пп} + 3 = 0,376 + 3 = 3,376 \text{ км.}$$

$v_{ван.}$, $v_{пор.}$ – швидкості руху автосамоскида на цих ділянках, км/год.

Для умов роботи вважатимемо, що $v_{\text{ван}} = 12$ км/год; $v_{\text{пор}} = 20$ км/год.

Час розвантаження авто самоскида t_p включає час підйому кузова і час його опускання. Для автосамоскидів вантажопідйомністю до 40 тон він складає 60 секунд, при більшій вантажопідйомності – 70 – 90 секунд.

Час маневрів t_m при навантаженні автосамоскида залежить в основному від схеми під'їзду і знаходиться в межах 0-10, 20-25, 50-60 секунд відповідно до наскрізної, петльової та тупикової схеми.

Знаючи число автосамоскидів для обслуговування одного екскаватора, визначається число працюючих автосамоскидів для забезпечення роботи n –ї кількості екскаваторів за формулою:

$$N_{n.a.} = \sum_{i=1}^n N_i, \text{ шт.} \quad (2.5.7)$$

Число працюючих автосамоскидів можна також визначити за формулою:

$$N_{n.a.} = \frac{k_{\text{нер.}} \cdot W_{\text{доб}}}{\Pi_{a.зм.} \cdot n_{зм.}}, \text{ шт.}, \quad (2.5.8)$$

$$N_{п.а.} = \frac{1,1 \times 18055,5}{1505,8 \times 3} = 4 \text{ шт.};$$

де $k_{\text{нер.}} = 1,1 - 1,15$ – коефіцієнт нерівномірності роботи;

$$W_{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{кк.доб.}}}{\rho_{\text{кк}}} + \frac{Q_{\text{р.доб.}}}{\rho_{\text{р}}}, \quad (2.5.9)$$

$$W_{\text{доб}} = \frac{5000000}{360} + \frac{1500000}{360} = 18055,5 - \text{добовий вантажообіг кар'єру, т.};$$

$Q_{a.зм.}$ – змінна експлуатаційна продуктивність автосамоскида, т;

$$Q_{a.зм.} = q_a \cdot k_q \cdot \frac{T_{зм.}}{T_p} \cdot k_{в.а.}, m; \quad (2.5.10)$$

$$Q_{a.зм.} = 120 \times 1 \times \frac{8}{0,51} \times 0,8 = 1505,8 \text{ т}$$

$$k_q = \frac{n_{\kappa}}{n_{\kappa,q}} \quad (2.5.11)$$

k_q – коефіцієнт використання вантажопідйомності автосамоскида;

$$k_a = \frac{4}{4} = 1;$$

$T_{зм.}$ – тривалість зміни, година;

T_p – час рейса, год;

$k_{в.а.} = 0,7 - 0,8$ – коефіцієнт використання автосамоскида в часі.

Частина автосамоскидів постійно знаходиться в ремонті і проходить технічне обслуговування, тому інвентарне число автосамоскидів складе:

$$N_{i.a.} = \frac{N_{p.a.}}{k_z}, \text{ шт,} \quad (2.5.12)$$

$$N_{i.a.} = \frac{4}{0,8} = 5 \text{ шт;}$$

де $k_z = 0,7 - 0,8$ – коефіцієнт технічної готовності парку.

Перепускна здатність автошляху (N) – це максимально можливе число автосамоскидів, що можуть пройти через визначену ділянку в одиницю часу. Вона залежить в основному від швидкості руху і кількості транспортних смуг. Під час руху автосамоскидів в одному напрямку година пропускна здатність автодороги складе:

$$N = \frac{60}{t_m} = \frac{1000 \cdot v}{k_{нер.} \cdot L_{без}}, \quad (2.5.13)$$

$$N = \frac{1000 \times 25}{0,8 \times 56} = 558;$$

де t_m – інтервал часу між машинами, хв;

v – швидкість руху, км/годину; $L_{без}$ – безпечна відстань між автосамоскидами, м; $k_{нер.} = 0,8$ – коефіцієнт нерівномірності руху.

Якщо швидкість руху у вантажному та порожняковому напрямках відрізняється, потрібно визначати перепускну здатність окремо для кожного напрямку. Безпечна відстань між автосамоскидами складається з довжини гальмового шляху і довжини автосамоскида і повина бути не менш 50 м.

На горизонтальних прямолінійних ділянках ця відстань визначається за формулою: $L = v + 0.04v^2 + 6$, м. (2.5.14)

$$L=25+0,04 \times 25^2+6=56 \text{ м,}$$

Провізна здатність автошляху визначається за формулою:

$$M = N \cdot q_{\phi}, \text{ т/Год,} \quad (2.5.15)$$

$$M=558 \times 120=66960 \text{ т/Год;}$$

$$\text{де } q_{\phi} = q_a \cdot k_q, \quad (2.5.16)$$

$q_{\phi}=120 \times 1=120$ — фактична маса вантажу, перевезеного автосамоскидом, т.

РОЗДІЛ 6. Відвалоутворення розкривних порід

При доставці розкривних порід на відвали автомобільним транспортом частіше за все використовують бульдозерні відвали. Необхідна площа під відвал:

$$S_{\phi} = \frac{V_p \cdot K_{p.\phi}}{H_{\phi} \cdot K_{\text{вик.}\phi}}, \text{ м}^2, \quad (2.6.1)$$

$$S_{\phi} = \frac{92428879,7 \times 1,1}{30 \times 0,7} = 4841512,7 \text{ м}^2;$$

де V_p — об'єм розкривних порід, що підлягає розміщенню у відвал, м^3 ;

$K_{p.\phi}$ — коефіцієнт залишкового розпушення породи у відвалі (1,1-1,3);

H_{ϕ} — висота відвалу, м (для одного ярусу 10-20 м; для двох ярусів 20-40 м);

$K_{\text{вик.}\phi}$ — коефіцієнт використання площі відвалу: при одному ярусі 0,8-0,9; при двох ярусах 0,6-0,7.

Кількість автосамоскидів, що одночасно розвантажуються:

$$N_a = \frac{Q_{p.\text{год}} \cdot K_{\text{нер}} \cdot t_{pm}}{60 \cdot V_a}, \text{ шт,} \quad (2.6.2)$$

$$N_a = \frac{59,4 \times 1,3 \times 90}{60 \times 48,5} = 6949,8 \text{ шт;}$$

де $Q_{p.\text{год}}$ — година продуктивність кар'єру по розкривних породах, $\text{м}^3/\text{Год}$;

$K_{\text{нер}}$ — коефіцієнт нерівномірності роботи кар'єру (1,25-1,5);

V_a — об'єм розкривної породи, що перевозить автосамоскид з а один рейс, м^3 .

Довжина фронту розвантаження:

$$L_{\phi p} = N_a \cdot L_n, \text{ м,} \quad (2.6.3)$$

$$L_{\phi p} = 6949,8 \times 20 = 138996 \text{ м;}$$

де L_{Π} – ширина фронту відвалу, що обслуговується одним автосамоскидом, м (18-20 м).

Довжина відвального фронту, який складається з ділянок розвантаження, бульдозерного планування та резерву:

$$L_{\phi\phi} = 3 \cdot L_{\phi p}, \text{ м.} \quad (2.6.4)$$

$$L_{\phi\phi} = 3 \times 138996 = 416988 \text{ м};$$

Кількість бульдозерів, що обслуговує відвал:

$$n_B = \frac{Q_{p.зм}}{Q_{б.зм}} \cdot k_{рез.}, \quad (2.6.5)$$

$$n_B = \frac{478,9}{1000} \times 1,25 = 1 \text{ шт}$$

де $Q_{p.зм}$ – обсяг розкриття, що вивозиться з кар'єру протягом зміни, м³;

$Q_{б.зм}$ – змінна продуктивність бульдозера, що працює на відвалі;

$k_{рез.}$ – коефіцієнт резерву (1,1 - 1,25).

Для бульдозерів потужністю 75–200 кВт $Q_{б.зм} = 800–1300 \text{ м}^3/\text{зміну}$.

РОЗДІЛ 7. Рекультивація земель, порушених гірничими роботами

Інтенсивний розвиток відкритого способу видобування корисних копалин зумовив формування значних площ техногенно порушених земель. У районах функціонування гірничорудної галузі промисловості це призводить до суттєвих змін природних ландшафтів і формування високого рівня антропогенного навантаження на довкілля. Кар'єрні виробки можуть займати території площею до 2,5–3,0 тис. га при глибині розробки залізрудного родовища, що досягає від 100–200 м і більше. Такі процеси супроводжуються повним або частковим руйнуванням рослинного покриву, деградацією ґрунтового шару, порушенням гідрологічного режиму територій та зниженням рівня підземних вод. Додатково відбувається інтенсивне пилоутворення, що впливає на якість атмосферного повітря і водних ресурсів. У результаті техногенне навантаження поширюється на значно більші території, ніж безпосередньо зайняті гірничими виробками, і може перевищувати їх площу приблизно у десять разів. Одним із ключових напрямів мінімізації

негативних наслідків є рекультивація порушених земель. Її ефективність значною мірою залежить від своєчасного зняття та збереження родючого шару ґрунту. Практикою передбачено видалення верхнього гумусового горизонту потужністю 45–50 см у південних регіонах та до 55–60 см у зонах поширення типових чорноземів. Подальше відновлення територій передбачає нанесення збереженого ґрунту на попередньо підготовлені поверхні відвалів. Знятий родючий шар доцільно складувати у тимчасові бурти або штабелі висотою до 5–15 м, які при тривалому зберіганні рекомендується засівати багаторічними бобовими культурами для збереження агрофізичних властивостей. Оптимальною вважається товщина нанесеного рекультиваційного шару в межах 40–60 см, що забезпечує можливість формування продуктивних агроценозів із рівнем урожайності, наближеним до природних чорноземів. Ефективність відновлення ґрунтової родючості значною мірою визначається літологічним складом підстилаючих порід. Найбільш сприятливими є лесові та лесоподібні суглинки, а також червоно-бурі та піщано-глинисті відклади. Натомість щільні карбонатні та скельні породи (вапняки, крейда, мергель) мають негативний вплив на процес ґрунтоутворення. Для родовищ із малою глибиною залягання (15–30 м) доцільно застосовувати селективну двоярусну систему розробки, яка дозволяє розділяти родючі та неродючі породи з подальшим раціональним складуванням останніх у нижніх шарах відвалів.

На рекультивованих землях використовують спеціально сформовані сівозміни — парозернопросапні та трав'яно-зернопросапні, вибір яких залежить від потужності нанесеного родючого шару та властивостей підстилаючих порід. У таких умовах доцільним є збільшення норм внесення органічних і мінеральних добрив на 20–30 % порівняно з традиційними орними землями.

Перспективним напрямом є також створення спеціалізованих агроценозів лікарських і багаторічних культур, а на окремих ділянках — формування садових насаджень із використанням локального поліпшення ґрунтових умов у посадкових ямах і траншеях. Для стабілізації водного режиму ґрунтів рекомендується створення водоупорних горизонтів на глибині 100–120 см, що сприяє накопиченню вологи.

3. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

3.1. ОЦІНКА ВПЛИВІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) виконується з метою визначення екологічної допустимості запланованої діяльності, а також аналізу ефективності технічних, організаційних і санітарних рішень, передбачених проєктною документацією для забезпечення екологічної безпеки території. Розділ «ОВНС» є складовою частиною проєкту розробки Першотравневого родовища і містить обґрунтування комплексу природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу гірничих робіт на компоненти довкілля відповідно до вимог чинного екологічного та санітарного законодавства. Проєктом передбачено впровадження системи організаційно-управлінських заходів, що забезпечують попередження та обмеження негативного впливу виробничої діяльності на атмосферне повітря, ґрунтовий покрив, водні ресурси та прилеглі території.

3.1.1. Заходи щодо охорони атмосферного повітря

З метою зниження викидів забруднюючих речовин у атмосферу на гірничозбагачувальному підприємстві передбачено комплекс технологічних та організаційних заходів. Під час роботи гірничотранспортного обладнання (екскаваторів, бульдозерів, скреперів) передбачається зволоження гірничої маси, що дозволяє знизити пилоутворення до 90 %, а на ділянках рекультивації — до 75 %. Під час бурових робіт і роботи гідромолотів застосовується водне зрошення робочої зони з ефективністю пилопригнічення до 95 %.

При транспортуванні гірничої маси автомобільними шляхами передбачено регулярне зволоження дорожнього полотна (у т.ч. розчином бішофіту), що забезпечує зменшення пилових викидів приблизно на 90 %. Під час проведення масових вибухів здійснюється попереднє зрошення вибухових блоків і прилеглої території, що дозволяє знизити запиленість до 75 %. Додатково передбачено низку організаційно-технологічних обмежень, зокрема: регламентація максимальної маси вибухових речовин у блоці; застосування неелектричних систем ініціювання;

використання безтритилових вибухових речовин (типу «Емоніт-Н», «Україніт»); зволоження забійки та використання гідрозабійки у сухих свердловинах; заборона проведення вибухових робіт при несприятливому напрямку вітру щодо житлової забудови. Регулювання викидів у періоди несприятливих метеорологічних умов (НМУ) здійснюється відповідно до діючих нормативних документів. Контроль стану атмосферного повітря виконується санітарно-виробничою лабораторією гірничозбагачувального підприємства. У разі отримання попереджень про НМУ першого ступеня впроваджуються обмежувальні заходи, зокрема: призупинення масових вибухів; контроль дотримання технологічних режимів; заборона роботи технологічного обладнання у форсованих режимах; забезпечення безперервної роботи пилогазоочисних систем; посилене зволоження матеріалів і доріг.

Зазначені заходи дозволяють знизити загальний рівень викидів приблизно на 20 %. При НМУ другого та третього ступенів додатково передбачається скорочення обсягів гірничих робіт на 30 % і 50 % відповідно, що забезпечує зменшення викидів до 40–60 %.

3.1.2. Заходи щодо відновлення порушених земель

Під час ВРР відбувається вилучення значних площ земель під кар'єрні роботи та відвалоутворення, що призводить до порушення природного стану територій. З метою зменшення негативного впливу передбачено обов'язкове зняття родючого шару ґрунту та потенційно родючих порід із подальшим їх складуванням у спеціально відведених місцях. Надалі цей матеріал використовується для проведення рекультиваційних робіт на відпрацьованих ділянках. Для виконання операцій зі зняття, транспортування та складування ґрунтів застосовується комплекс гірничотранспортної техніки, включаючи бульдозери, скрепери, екскаватори та автосамоскиди. На даний час родючий шар ґрунту знято з основних площ кар'єру та відвалів розкривних порід. Узагальнені показники площ і обсягів порушених земель наведені в таблиці 3.1. У зв'язку з тим, що у проектний період (2022-2037 рр.) борти Першотравневого кар'єру знаходяться у безперервній експлуатації, рекультивація по відновленню порушених земель на цьому об'єкті до 2037 р. не передбачається.

Таблиця 3.1 – Загальні відомості по площах і обсягам порушених земель

Найменування показників	Од. виміру	На 01.01.2021
Площа порушених гірничими роботами земель, в тому числі	га	1419,86
кар'єрами	га	722,00
відвалами	га	697,86
Заскладовано родючого ґрунту	тис.м ³	1158,9

У проектний період передбачаються роботи з рекультивації:– на відвалах № 1 і №2 в рамках підготовки нової території передбачаються роботи зі зняття ґрунтового-рослинного шару (ГРШ), його транспортування, складування та збереження для подальшого використання; – у 2023-2026 роках за окремим проектом передбачається біологічна рекультивація ділянки воронки шахти Першотравнева на північному борту кар'єру. Рекультивація відпрацьованих земель виконується за відповідним робочим проектом.

3.1.3 Заходи щодо охорони ґрунтових і підземних вод

У сучасних умовах система інженерного захисту Першотравневого кар'єру від впливу підземних вод та поверхневого стоку функціонує на достатньо ефективному рівні. Основну роль у забезпеченні водного режиму відіграє кар'єрний водовідлив, який підтримує стабілізацію рівня підземних вод поблизу дна гірничої виробки. Водонасичення блоків кристалічних порід у межах кар'єру зумовлюється сукупністю природних факторів, серед яких основними є розвантаження підземних вод із тріщинуватих водоносних зон кристалічного масиву, перетікання вод із водоносних горизонтів пухких і слабкоміцних порід, а також надходження поверхневих зливових вод. Для мінімізації негативного впливу водопритоків передбачається комплекс гідротехнічних і організаційних заходів. Зокрема, організовується збирання та контрольований відвід фільтраційних вод, що надходять на укоси кар'єру, із застосуванням систем відкритих дренажних каналів. Також передбачається регулярне проведення гідрогеологічного моніторингу з метою уточнення зон інтенсивного водопритоку та коригування захисних заходів.

Важливим елементом є інженерне планування робочих уступів із забезпеченням організованого відведення води та недопущення її накопичення на робочих майданчиках Першотравневого кар'єру. У разі необхідності здійснюється

перетікання дренажних вод між уступами за допомогою лоткових систем або трубопроводів.

Подальший розвиток гірничих робіт, а також формування відвальних масивів супроводжується систематичним контролем гідрогеологічних параметрів. До основних контрольованих показників належать обсяги водопритоків у кар'єр, хімічний склад вод у різних зонах гірничої виробки та стан режиму підземних і ґрунтових вод. Оцінка водопритоків та відбір проб здійснюються в межах планових інженерно-геологічних і гідрогеологічних обстежень Першотравневого кар'єру та прилеглих територій. Інформаційна база щодо рівнів підземних вод формується на основі спостережень у свердловинах, а також фіксації місць природного виходу води в гірничі виробки, що забезпечує оперативний контроль гідрогеологічної ситуації.

3.2 ОХОРОНА ПРАЦІ. ПРОТИАВАРІЙНИЙ ЗАХИСТ, БЕЗПЕКА ВЕДЕННЯ РОБІТ. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

3.2.1 Основні нормативні документи

Розділ виконано відповідно до вимог чинного законодавства України, нормативно-правових актів Кабінету Міністрів України, державних будівельних норм, стандартів і правил у сфері охорони праці, промислової безпеки та охорони навколишнього середовища. Нормативною базою для розробки розділу є положення Законів України «Про охорону праці», «Гірничий закон України», «Кодекс цивільного захисту України», а також Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

У проекти розробки Першотравневого залізорудного родовища враховано вимоги низки державних стандартів і будівельних норм, зокрема ДСТУ 3273-95, ДБН, що регламентують питання безпеки промислових підприємств, захисту від шуму, пожежної безпеки та інженерного облаштування об'єктів. Крім того, застосовано галузеві нормативні документи (НПАОП, НАПБ, ДСН), які встановлюють правила безпечної експлуатації електроустановок, гірничого

обладнання, транспортних систем, а також вимоги щодо проведення вибухових робіт, навчання персоналу та організації охорони праці на ВГР.

Додатково враховано СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 та СОУ-Н МПП 73.020-078-2:2008 як базові норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств відкритого способу РКК, а також «Інструкцію зі складання планів ліквідації аварій...», затверджену профільним міністерством промислової політики.

3.2.2 Загальні вимоги безпеки

Система протиаварійного захисту та безпеки ведення гірничих робіт включає комплекс взаємопов'язаних елементів, а саме: нормативно-правове та технічне забезпечення безпеки гірничих робіт; організаційні й технічні заходи, спрямовані на запобігання виникненню аварійних ситуацій і катастроф; план ліквідації аварій; систему оповіщення про аварійні події; порядок взаємодії з державними та регіональними аварійно-рятувальними службами; а також комплекс відповідних управлінських заходів з організації аварійно-рятувальних робіт. ПрАТ «ПівнГЗК» обслуговується державними воєнізованими аварійно-рятувальними формуваннями відповідно до вимог Гірничого закону України. На гірничозбагачувальному підприємстві розроблено та затверджено план ліквідації аварій, складений згідно з вимогами «Інструкції зі складання планів ліквідації аварій для кар'єрів (розрізів) та збагачувальних (брикетних) фабрик». У разі зміни гірничотехнічних умов, що призводять до коригування шляхів евакуації персоналу або розташування технологічного обладнання, а також за інших змін, які впливають на порядок ліквідації аварій, до плану вносяться відповідні зміни, що затверджуються головним інженером кар'єру. У випадку зміни складу посадових осіб, залучених до ліквідації аварій, оновлений план доводиться до їх відома під підпис.

Відповідальний керівник робіт з ліквідації аварії зобов'язаний забезпечити ознайомлення всіх залучених осіб із чинним планом ліквідації аварій. Документ зберігається у головного інженера або іншої уповноваженої особи, відповідальної за організацію аварійно-рятувальних робіт.

Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій здійснюються відповідно до чинного законодавства України з питань державного нагляду за додержанням законодавства про працю. Першотравневий кар'єр і відвали є структурними підрозділами ПрАТ «ПівнГЗК», діяльність яких здійснюється відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці. Доставка працівників до місця роботи здійснюється транспортом загального користування, а також транспортом підприємства. У випадках, коли відстань до робочих місць перевищує 1 км, використовується спеціалізований транспорт.

Для забезпечення належних санітарно-гігієнічних і безпечних умов праці передбачено адміністративно-побутові комплекси, які включають необхідні побутові, медичні та профілактичні приміщення. Медичне обслуговування працівників здійснюється у медичному пункті побутового комбінату та у спеціалізованих медичних закладах регіону.

Проектом експлуатації Першотравневого кар'єру, відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» та «Правил охорони праці під час РРКК відкритим способом» (НПАОП 0.00-1.24-10), передбачено комплекс спеціальних заходів з охорони праці, зокрема:– проведення обов'язкових медичних оглядів працівників;– забезпечення персоналу спеціальним одягом, взуттям та засобами індивідуального і колективного захисту;– механізація важких і трудомістких виробничих процесів;– допуск до керування гірничо-транспортним обладнанням лише кваліфікованого персоналу, який пройшов навчання з охорони праці відповідно до НПАОП 0.00-4.12-05;– визначення та затвердження переліку робіт підвищеної небезпеки, що виконуються за нарядом-допуском;– систематичний контроль за дотриманням технологічної дисципліни та вимог охорони праці;– організація навчання та інструктажів з питань охорони праці;– зниження рівнів шуму та вібрації у виробничих процесах;– контроль технічного стану обладнання, автомобільних доріг і залізничних колій та своєчасне проведення ремонтних робіт.

Ремонт гірничого обладнання здійснюється службою головного механіка кар'єру із залученням ремонтних підрозділів виробничих ділянок. Частина ремонтних робіт передана на аутсорсинг спеціалізованій організації ТОВ

«Кривбасремонт». Для підтвердження технічної справності гірничого обладнання щорічно формуються графіки експертного обстеження. Експлуатація гірничого, транспортного, конвеєрного та електротехнічного обладнання здійснюється за наявності відповідних дозволів, виданих уповноваженими органами Державної служби України з питань праці.

Санітарно-захисна зона Першотравневого кар'єру та відвалів встановлена відповідно до протоколу державної санітарно-епідеміологічної експертизи. У зв'язку з перспективним розвитком гірничих робіт можливе її коригування на основі розрахунків розсіювання забруднюючих речовин та рівнів шумового впливу.

Для забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних показників передбачено:– дотримання встановлених лімітів використання вибухових речовин;– контроль рівнів шуму та викидів пилогазових сумішей;– постійний моніторинг стану атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони;– озеленення території санітарно-захисної зони.

3.2.3 Протиаварійний захист і безпека ведення робіт

Усі види гірничих робіт в кар'єрі повинні виконуватися відповідно до затверджених технологічних інструкцій (паспортів, технологічних карт), які затверджуються керівництвом гірничозбагачувального підприємства. Ведення робіт з розробки уступів, відсипання відвалів, проходки траншей, а також виконання перевантажувальних і транспортних операцій здійснюється згідно з паспортами, що встановлюють допустимі параметри робочих майданчиків, бERM, кутів укосу, висоти уступів, мінімальні відстані від гірничого і транспортного обладнання до брівок уступів і відвалів, а також взаємне розташування елементів робочої зони Першотравневого кар'єру. Зазначена документація зберігається безпосередньо на гірничо-транспортних машинах (екскаваторах, бульдозерах, автосамоскидах тощо). Всі посадові особи, відповідальні за контроль безпеки, а також працівники підприємства повинні бути ознайомлені з відповідними паспортами під особистий підпис.

Гірниче та транспортне обладнання, транспортні комунікації, а також мережі електропостачання і зв'язку повинні розміщуватися на робочих майданчиках поза

межами зони можливого обвалення уступів кар'єру та ярусів відвалів. Параметри призми можливого обвалення визначаються геологічною та маркшейдерською службами підприємства або спеціалізованими організаціями, що мають відповідні дозвільні документи, з урахуванням фізико-механічних властивостей гірських порід і навантажень від експлуатаційного обладнання.

Вимоги безпеки під час виконання екскаваторних робіт

Екскаваторні роботи повинні забезпечувати стійкість гірничих виробок шляхом дотримання проєктних гірничотехнічних параметрів кар'єру та відвалів, зокрема висоти уступів і ярусів, що визначається фізико-механічними властивостями порід і технічними характеристиками виймального обладнання, а також стійких кутів укосів і нормативної ширини запобіжних берм. У зв'язку з наявністю на окремих ділянках бортів кар'єру зон несприятливої тріщинуватості та потенційною можливістю розвитку деформацій укосів, проєктом передбачено систематичний маркшейдерський і гідрогеологічний контроль їх стану. Моніторинг здійснюється спеціалізованою службою контролю стійкості бортів. Існуюча система спостережень, що включає маркшейдерські та гідрогеологічні пункти контролю, у поєднанні з візуальними та інструментальними спостереженнями, забезпечує достатній рівень інформативності для своєчасного виявлення зон розвитку деформаційних процесів. У разі фіксації ознак зсуву гірських порід роботи повинні бути негайно припинені, а подальше ведення гірничих робіт здійснюється відповідно до спеціально розробленого проєкту безпечного виконання робіт. Передбачається регулярне обслуговування запобіжних берм, що включає очищення поверхонь, усунення нависаючих порід («козирків»), видалення валунів, снігу та льоду, а також ліквідацію заколів. Небезпечні ділянки гірничих виробок, зокрема зони можливого падіння людей, провали, зумпфи та інші вертикальні й похилі виробки, повинні бути позначені попереджувальними знаками та за необхідності огорожені; у темний час доби вони підлягають освітленню. Дренажні свердловини та недіючі вертикальні виробки підлягають надійному перекриттю.

Вимоги безпеки під час роботи одноківшевих екскаваторів

Експлуатація одноківшевих екскаваторів здійснюється відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.24-10 (розділи V, VII). Екскаватори повинні встановлюватися на уступах або відвалах на міцній вирівняній основі з ухилом, що не перевищує значень, передбачених технічною документацією. Мінімальна відстань між бортом уступу (відвалу), транспортними засобами та противагою екскаватора повинна становити не менше 1 м. Під час роботи на суміжних по вертикалі уступах горизонтальна відстань між робочими зонами повинна бути не меншою ніж 1,5 максимального радіуса черпання. Під час навантаження у залізничний або автомобільний транспорт оператор екскаватора зобов'язаний подавати встановлені сигнали відповідно до діючих інструкцій гірничозбагачувального підприємства, що досліджується. Зона роботи екскаватора повинна бути забезпечена попереджувальними табличками із сигналами безпеки. Перебування персоналу в межах зони дії ковша під час роботи екскаватора не допускається. У разі виникнення загрози обвалення уступу або виявлення непідірваних ВМ робота екскаватора негайно припиняється з відведенням машини у безпечну зону.

Вимоги безпеки під час буровибухових робіт

БВР виконуються відповідно до затвердженого «Типового проекту ведення буровибухових робіт у Першотравневому кар'єрі ПрАТ „ПівніГЗК”», погодженого та експертно перевіреного у встановленому порядку. Підривні роботи здійснюються спеціалізованою підрядною організацією, що має відповідну ліцензію, із застосуванням сертифікованих ВМ.

Дотримання вимог безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами забезпечується відповідно до НПАОП 0.00-1.66-13. Розрахунок небезпечної зони за розльотом кусків породи під час масових вибухів свердловинних зарядів виконується відповідно до вимог чинних нормативних документів для умов Першотравневого кар'єру.

Основні вимоги безпеки під час роботи бурових верстатів

Відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.24-10 (розділи V, VII), експлуатація бурових верстатів повинна здійснюватися з дотриманням таких положень. Бурове обладнання розміщують на попередньо підготовлених і вирівняних майданчиках

уступу, поза межами призми можливого обвалення. Під час буріння першого ряду свердловин установлення верстата виконується з орієнтацією, близькою до перпендикулярної щодо бровки уступу. При монтажі шарошкових бурових верстатів на першому ряду свердловин керування процесом буріння доцільно здійснювати дистанційно, що підвищує рівень безпеки персоналу Першотравневого кар'єру. Під час перегону бурового обладнання необхідно опускати щоглу, демонтувати або надійно фіксувати буровий інструмент. Переміщення верстата з піднятою щоглою допускається виключно в межах підготовленого та спланованого горизонту в межах бурового блоку. Експлуатація бурових верстатів обертального та шарошкового типу не допускається у разі несправності систем обмеження перепідйому бурового снаряда, гальмівних пристроїв лебідки або системи пилопригнічення. Виконання робіт на висоті або на укосах уступів із кутом нахилу понад 35° потребує обов'язкового використання запобіжних поясів і страхувальних канатів, закріплених до надійних опорних конструкцій в кар'єрі. Підйомний канат бурового верстата повинен мати запас міцності не менше ніж у п'ять разів відносно максимального робочого навантаження. Його вибір здійснюється згідно з паспортними даними та заводською сертифікацією. Додатково передбачено щотижневий візуальний огляд стану каната машиністом установки.

Вимоги безпеки на перевантажувальних пунктах

Організація робіт на перевантажувальних пунктах (ПП) відповідно до НПАОП 0.00-1.24-10 (розділи V, VII) повинна забезпечувати чітке зонування території та контроль за технологічними операціями. ПП поділяється на дві функціональні зони: зону роботи екскаватора та зону маневрування і розвантаження транспорту. Межі цих зон підлягають обов'язковому маркуванню попереджувальними знаками. Висота уступу в межах ПП не повинна перевищувати максимальну висоту черпання застосовуваного екскаватора. Розвантажувальний майданчик облаштовується вздовж усього фронту робіт із забезпеченням поперечного ухилу не менше 3° , спрямованого у бік від бровки. Також передбачається наявність захисного породного валу, висота якого має становити не

менше половини діаметра колеса найбільшого автосамоскида. Породний вал формується поза межами призми можливого обвалення укосу. На ділянках зі спланованими укосами його розташовують на відстані не менше 5 м від бровки уступу. Місця розвантаження та руху транспорту обов'язково позначаються сигнальними знаками встановленого кольору. Відстань між транспортними засобами під час одночасного розвантаження або руху вздовж фронту повинна становити не менше 5 м. Під час маневрування транспортні засоби зупиняються на безпечній відстані: не ближче 5 м справа та 10 м зліва від автомобіля, що виконує розвантаження. Залізничні приймальні тупики облаштовуються вище рівня стоянки екскаватора щонайменше на 1,5 м для забезпечення безпечних умов роботи. Рух стороннього транспорту через територію ПП в кар'єрі, який не задіяний у технологічному процесі, суворо забороняється.

Вимоги безпеки на залізничному та автомобільному транспорті

Проектування автомобільних доріг і залізничних колій виконано на основі чинних нормативних документів, зокрема СОУ-Н МПП 73.020-078-2:2008 та СНиП 2.05.07-91, з урахуванням вимог безпечної експлуатації транспортної інфраструктури кар'єрів. Геометричні параметри автомобільних доріг визначаються виходячи з габаритів і маневрових характеристик автосамоскидів максимальної вантажопідйомності, що застосовуються для перевезення гірничої маси. В умовах обмеженого простору внутрішньокар'єрних і відвальних доріг радіуси кривих у плані приймаються не меншими ніж подвоєний конструктивний радіус повороту транспортного засобу по передньому зовнішньому колесу.

З боку відпрацьованого простору на узбіччях технологічних доріг та з'їздів передбачають улаштування захисних насипів (валів), що виконують функцію бар'єра від виходу техніки в зону можливого обвалення. Висота таких споруд приймається не менше половини діаметра колеса автотранспорту вантажопідйомністю понад 100 т. На ділянках із значними поздовжніми ухилами проектом передбачено влаштування горизонтальних площадок із мінімальним ухилом (не більше 0,02) і довжиною не менше 50 м, розміщених через кожні 600 м траси. Максимальний поздовжній ухил кар'єрних автомобільних доріг прийнято на

рівні 80%. Елементи залізничної інфраструктури (земляне полотно, колійна будова, штучні споруди) повинні забезпечувати стійку та безпечну експлуатацію рухомого складу протягом усього періоду роботи в Першотравневому кар'єрі.

Загальні вимоги безпеки на транспорті

Безпечна експлуатація транспортної системи кар'єру базується на підтриманні справного стану рухомого складу, колій, автомобільних доріг, стрілочних переводів, систем сигналізації, зв'язку та автоблокування, що забезпечує безперервність технологічного процесу. Обов'язковим є виконання графіків планово-попереджувальних ремонтів, а також регулярне навчання та інструктаж персоналу, включаючи перевірку знань правил технічної експлуатації, сигналізації та руху. Технологічні дороги та залізничні колії необхідно систематично очищати від розсипаних матеріалів, снігу та інших перешкод, а також періодично контролювати їх відповідність проектним параметрам. Схема транспортних комунікацій повинна підтримуватися в актуальному стані на планах гірничих робіт із щомісячним оновленням. Водії та машиністи проходять обов'язкові передрейсові медичні огляди. Перед початком руху транспортного засобу оператор зобов'язаний переконатися у відсутності перешкод у зоні руху та подати встановлені світлові й звукові сигнали. Будь-який незрозумілий сигнал розглядається як команда «Стоп».

Тупикові та вибійні залізничні колії обладнуються запобіжними упорами та сигнальними засобами, які повинні бути добре видимими у будь-який час доби. Перехід через залізничні колії дозволяється виключно у спеціально визначених місцях. Для забезпечення безпеки руху в темний час доби передбачається належне освітлення робочих зон, доріг та пішохідних переходів в кар'єрі. Рухомий склад оснащується справними гальмівними системами, сигналізацією, засобами пожежогасіння, приладами контролю швидкості, освітленням та комплектом аварійного обладнання. На технологічних дорогах рух регулюється системою дорожніх знаків. Автомобілі очікують навантаження поза зоною дії екскаватора та під'їжджають лише після сигналу машиніста. Мінімальна дистанція між транспортними засобами під час очікування становить 5 м.

Вимоги безпеки на конвеєрному транспорті ЦПТ

Експлуатація конвеєрних систем циклічно-потокової технології здійснюється відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.24-10 та НПАОП 0.00-1.79-17. Конвеєрні лінії оснащуються системами світлової та звукової сигналізації по всій довжині траси, а також аварійними вимикачами, доступними з будь-якої точки обслуговування. Передбачаються пристрої автоматичного відключення приводу при обриві стрічки, пробуксовуванні, перевантаженні або заклинюванні матеріалу.

Рухомі частини механізмів підлягають обов'язковому огороженню суцільними або сітчастими захисними конструкціями, що виключають доступ персоналу під час роботи технологічного обладнання. Для переходу через конвеєрні лінії облаштовуються містки з перилами, а в місцях проходу під конвеєрами встановлюються захисні настили від можливого падіння матеріалу. Пиловиділення на ділянках транспортування матеріалів зменшується шляхом застосування систем зрошення та аспірації. Прибирання просипів виконується механізованим способом або гідрозмивом. Приміщення обладнуються засобами пожежогасіння, сигналізацією та інструктивними матеріалами. Обслуговуючий персонал здійснює регулярні огляди обладнання кожну зміну, а технічний контроль проводиться щоденно.

Вимоги безпеки у відвальному господарстві

Відвальне господарство кар'єру включає автомобільні та залізничні відвали, експлуатація яких здійснюється з дотриманням вимог стійкості та безпеки. Складування снігу у відвали не допускається. У разі виявлення ознак деформацій або зсувів роботи негайно припиняються до розроблення спеціальних заходів безпеки. Параметри залізничних відвальних колій (відстані, рівні рейок, упори) приймаються з урахуванням вимог стійкості та безпечного маневрування рухомого складу. Розвантажувальні тупики обладнуються упорами та сигнальними пристроями з обов'язковим нічним освітленням або світловідбивними елементами.

Подача складів на розвантаження виконується виключно вагонами вперед. Використання екскаваторів для примусового прискорення розвантаження забороняється. Бульдозерні майданчики формуються з поперечним ухилом, що

забезпечує відведення матеріалу від бровки укусу. Під'їзд до краю відвалу здійснюється тільки переднім робочим органом бульдозера.

Вимоги безпеки в електротехнічному господарстві

Експлуатація електроустановок виконується відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.24-10, НПАОП 40.1-1.21-98 та НПАОП 0.00-1.58-12. Електрообладнання допускається до роботи лише за умови застосування справних засобів захисту, включаючи діелектричні рукавиці, інструмент з ізоляцією та засоби індивідуального захисту персоналу. Пересувні установки оснащуються пристроями захисного відключення при витокі струму. Працівники, які виконують оперативні перемикання, повинні мати відповідну групу допуску з електробезпеки. Усі електроустановки супроводжуються схемами, інструкціями та попереджувальними знаками. Під повітряними лініями електропередач забороняється складування матеріалів. У зоні проведення вибухових робіт електромережі підлягають відключенню. Металеві частини обладнання підлягають обов'язковому заземленню. У кар'єрі формується єдина система заземлення, що включає центральний заземлювач і магістральні лінії. Освітлювальні мережі виконуються з дотриманням норм напруги та вимог безпеки. Усі роботи з електрообладнанням проводяться за нарядом-допуском із періодичним технічним контролем.

3.2.4 Заходи по зниженню шумів і вібрації

Заходи щодо зниження рівнів шуму і вібрації розроблено відповідно до вимог ДБН В.1.1-31:2013, ДСН 3.3.6.037-99, ДСН 3.3.6.039-99, ДСН 3.3.6.042-99 та інших чинних нормативно-правових актів у сфері гігієни праці. Основними джерелами шумового навантаження є гірничо-транспортне та технологічне обладнання, зокрема екскаватори, бурові верстати, автомобільний і залізничний транспорт, бульдозери, грейдери, а також допоміжна та обслуговуюча техніка. Шум характеризується як широкосмуговий, непостійний, змінний у часі та залежний від режимів роботи технологічного обладнання протягом зміни. Імпульсні складові шуму відсутні. Рівні шуму на робочих місцях не повинні перевищувати гранично допустимих значень, установлених нормативними документами.

З метою зниження шумового впливу передбачається застосування комплексу технічних і організаційних заходів, зокрема:– використання звукоізоляційних багатошарових огорожувальних конструкцій;– герметизація віконних і дверних прорізів шляхом ущільнення притворів;– облаштування стаціонарних робочих місць у звукоізованих кабінах операторів;– встановлення вентиляційного обладнання на віброізольованих основах у разі перевищення рівня шуму 60 дБ.

Житлова забудова розташована поза межами санітарно-захисної зони кар'єру, що забезпечує достатню віддаленість від основних джерел шумового впливу. Додатково зменшенню поширення шуму сприяють природні та техногенні екрани (борти кар'єру, відвали, рослинний покрив і сніговий покрив). У зв'язку з цим спеціальні шумозахисні екрани не передбачаються.

Джерелами вібраційного впливу є гірничо-транспортне та технологічне обладнання. Вібрація класифікується як загальна, що передається через опорні поверхні на тіло оператора, та поділяється на транспортну (під час роботи бульдозерів у русі) і транспортно-технологічну (під час роботи екскаваторів і бурових верстатів). За часовими характеристиками вібрація є непостійною, переривчастою. З метою зниження рівнів вібрації передбачаються такі організаційно-технічні заходи в Першотравневому кар'єрі:– застосування вібро- та шумопоглинальних прокладок у конструкції робочих місць операторів;– використання індивідуальних засобів захисту (спеціального взуття, амортизуючих килимків);– встановлення віброобладнання на окремі фундаменти із застосуванням віброізольованих елементів;– використання серійного обладнання, що відповідає нормативним вимогам щодо шуму та вібрації;– контроль паспортних шумових і вібраційних характеристик під час введення в експлуатацію нового гірничого обладнання;– своєчасне проведення планово-попереджувальних ремонтів із подальшим контролем технічного стану застосованого устаткування в кар'єрі.

Контроль рівнів шуму та вібрації здійснюється відповідно до затверджених графіків вимірювань. За результатами моніторингу на робочих місцях із підвищеними рівнями впливу забезпечується своєчасне застосування засобів індивідуального захисту працівників. Фінансування заходів здійснюється в межах

експлуатаційних витрат гірничозбагачувального підприємства. Реалізація зазначених заходів забезпечує дотримання нормативних рівнів шуму і вібрації без необхідності розроблення окремої проєктної документації.

3.2.5 Провітрювання кар'єру

Повітря на робочих місцях у кар'єрі повинно відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 42. Якість атмосферного повітря в умовах кар'єрних розробок визначається наявністю пилового та газового забруднення. Основними джерелами газових викидів є буропідривні роботи та експлуатація двигунів внутрішнього згоряння, тоді як пилоутворення виникає під час буріння вибухових свердловин, навантажувально-розвантажувальних операцій, транспортування гірничої маси та відвалоутворення. Основні вимоги до провітрювання кар'єру передбачають:— систематичний відбір проб повітря на робочих місцях з подальшим лабораторним аналізом на вміст шкідливих газів та пилу; -у разі перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) впровадження оперативних заходів щодо нормалізації умов праці;— організацію штучного провітрювання застійних та слабopровітрюваних зон кар'єру із застосуванням вентиляційних установок або аналогічних технічних засобів;— застосування зрошення підірваної гірничої маси водою або пило- та газопригнічувальними розчинами у теплий період року;— використання пилогазопригнічення під час проведення масових вибухів;— регулярне зволоження кар'єрних автодоріг з метою зниження вторинного пилоутворення;— герметизацію та укріплення джерел пиловиділення на дробильно-перевантажувальних установках і в місцях перевантаження гірничої маси на конвеєр;— систематичний контроль за складом вихлопних газів техніки з двигунами внутрішнього згоряння.

З метою зниження концентрації пилу та шкідливих газів у робочій зоні кар'єру передбачається комплекс організаційно-технічних заходів. Зокрема, застосовується зрошення гірничої маси під час виймально-навантажувальних робіт із періодичністю у сухий та спекотний період до двох разів на добу, в інші періоди

— один раз на добу, з нормативною витратою води 30–40 $\text{дм}^3/\text{м}^3$. Для зменшення пиловиділення на технологічних автодорогах передбачається їх зволоження водою або водними розчинами пилов'язувальних реагентів (бішофітом) із витратою 3–4 $\text{дм}^3/\text{м}^2$. Додатково застосовуються наступні організаційно-технологічні заходи:– пилопригнічення при бурінні свердловин повітряно-водяною сумішшю;– використання гідрозабійки або полімерних рукавів під час масових вибухів;– герметизація кабін операторів гірничо-транспортного обладнання та їх оснащення системами кондиціонування повітря;– застосування аспіраційних систем у зонах інтенсивного пилоутворення на об'єктах ЦПТ;– укриття вузлів перевантаження конвеєрного транспорту;– закріплення поверхонь відвалів та хвостосховищ водними розчинами зв'язувальних речовин для зменшення дефляції дрібнодисперсних фракцій.

Підривні роботи характеризуються періодичністю та відносно швидким розсіюванням газопилової хмари, однак у міру збільшення глибини кар'єру можливе формування зон локальної загазованості, особливо за несприятливих метеорологічних умов (низька швидкість вітру, інверсійні явища). Такі зони мають тимчасовий характер і, як правило, обмежені нижніми горизонтами кар'єру та ділянками скупчення техніки.

Для мінімізації негативного впливу передбачається виконання буропідривних робіт у періоди найбільш інтенсивної природної аерації, а також застосування засобів локального провітрювання робочих зон на нижніх горизонтах. Ефективність природного провітрювання знижується із збільшенням глибини кар'єру, тому в проєктних рішеннях передбачено впровадження заходів щодо інтенсифікації повітрообміну в локальних зонах підвищеного забруднення.

Контроль стану повітряного середовища в Першотравневому кар'єрі здійснюється на основі затверджених графіків виробничого моніторингу. Додатково передбачається планове технічне обслуговування гірничого обладнання з перевіркою герметичності кабін та систем пилопригнічення, а також регулярне очищення робочих місць від пилових відкладень. При закупівлі нового гірничо-

транспортного обладнання обов'язковою умовою є наявність сертифікованих систем пилозахисту та кондиціонування повітря.

3.2.6 Пожежна безпека

Пожежна безпека на підприємстві забезпечується відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні», а також інших чинних нормативно-правових актів у сфері пожежної безпеки.

Усі виробничі об'єкти та гірничо-транспортне обладнання забезпечуються необхідною кількістю первинних засобів пожежогасіння, призначених для оперативної ліквідації загорянь на початковій стадії їх розвитку. Гірничо-транспортна техніка, що експлуатується у кар'єрі та на відвалах, оснащується вуглекислотними або порошковими вогнегасниками, а на великовантажних автосамоскидах і тягових агрегатах передбачено встановлення автоматичних або комбінованих систем пожежогасіння.

Передбачається застосування виключно сертифікованих засобів протипожежного призначення, зокрема вогнегасників, установок автоматичної пожежної сигналізації, вогнегасних та вогнезахисних речовин і матеріалів, а також протипожежного обладнання, що відповідає встановленим стандартам якості та безпеки. Відповідно до вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», для своєчасного виявлення та оповіщення про пожежу на об'єктах підприємства впроваджуються системи пожежної сигналізації та оповіщення, які включають пожежні сповіщувачі, пульти керування, сигнальні пристрої світлового та звукового типу. Передбачається також передача сигналів тривоги на пульт централізованого спостереження. Під'їзні шляхи, внутрішньооб'єктові дороги та пожежні гідранти утримуються у справному стані, забезпечуються вільний доступ для пожежної техніки та належне освітлення у нічний час. На території підприємства ПрАТ «ПівнГЗКа» передбачено встановлення схем евакуації та маршрутів руху персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Всі виробничі, адміністративно-побутові та допоміжні будівлі обладнуються необхідною кількістю внутрішніх і зовнішніх евакуаційних виходів, які відповідають нормативним вимогам щодо ширини та кутів нахилу. Відкриті

майданчики, естакади, галереї, сходи, прямки та інші потенційно небезпечні елементи оснащуються нормативними огороженнями встановленої висоти.

З метою підвищення рівня пожежної безпеки на гірничозбагачувальному підприємстві організовуються навчальні та інструктажні заходи для працівників. Для цього створюються спеціальні навчальні кабінети, оснащені наочними матеріалами, стендами та інструкціями, що забезпечують формування необхідних знань і практичних навичок з дій у разі виникнення пожежі та ліквідації її осередків на робочих місцях.

3.3 ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Проектні рішення щодо інженерно-технічних заходів цивільного захисту (ІТЗ ЦЗ) передбачають реалізацію комплексу організаційних та технічних заходів відповідно до вимог ДБН В.1.2-4:2006 «Система надійності та безпеки в будівництві» та ДБН Б.1.1-5:2007 «Система містобудівної документації. Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту у містобудівній документації». Заходи цивільного захисту спрямовані на забезпечення захисту населення і територій, зниження матеріальних збитків у разі виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, а також мінімізацію наслідків небезпек, пов'язаних із воєнними діями або терористичними актами.

Основні проектні рішення ІТЗ ЦЗ

1. Територіальне розміщення об'єкта

Передбачається обґрунтування розміщення об'єкта з урахуванням вимог цивільного захисту щодо віддалення від потенційно небезпечних гірничозбагачувальних підприємств та об'єктів, а також населених пунктів відповідних категорій. Першотравневий кар'єр з відвалами розташований у межах м. Кривий Ріг, яке віднесено до категорії міст із цивільного захисту відповідно до чинної нормативної класифікації. Об'єкт знаходиться у промислово сформованій зоні, поблизу гірничовидобувних підприємств, зокрема Ганнівського кар'єру ПрАТ «ПівнГЗК», при мінімальній відстані між об'єктами близько 0,2 км.

2. Забезпечення безаварійної зупинки технологічних процесів

Проектом розробки Першотравневого родовища передбачається впровадження організаційно-технічних заходів щодо безаварійної (планової або аварійної) зупинки технологічного обладнання в залізорудному кар'єрі з метою недопущення виникнення вторинних небезпечних факторів. Безаварійна зупинка технологічних процесів здійснюється персоналом відповідно до затверджених інструкцій експлуатації та планів ліквідації аварійних ситуацій, із забезпеченням вимог охорони праці та промислової безпеки. У межах відповідних заходів в кар'єрі передбачається: визначення відповідальних осіб за відключення енергоносіїв та технологічного обладнання за сигналами оповіщення; переведення окремих технологічних процесів, які не можуть бути зупинені, у режим мінімального навантаження; забезпечення контролю за роботою обладнання призначеними відповідальними працівниками; регламентація дій персоналу в умовах надзвичайних ситуацій у складі планів ліквідації аварій та аварійних ситуацій. Процедури безаварійної зупинки та відновлення роботи технологічних процесів конкретизуються у внутрішніх інструкціях гірничозбагачувального підприємства. Для визначення умов тимчасової консервації технологічного обладнання та режиму його утримання на період зупинки створюється спеціальна комісія, яка визначає необхідність додаткових захисних заходів. Остаточне оформлення зупинки або виведення об'єкта з експлуатації здійснюється актом, який підписується членами комісії у встановленому порядку.

Проектні рішення у сфері цивільного захисту

Заходи по цивільному захисту включають: 1. *Обґрунтування віддалення об'єкта від суб'єктів господарювання, віднесених до категорій з цивільного захисту, та міст, віднесених до відповідних груп з цивільного захисту.* Об'єкт – Першотравневий кар'єр з відвалами розташований на території м. Кривий Ріг, що віднесено до I категорії міст по цивільному захисту відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 25.02.2015 №87-2. Об'єкт розташований у достатній близькості від території Ганнівського кар'єру з відвалами ПРАТ „ПВНГЗК”, мінімальна відстань складає 0,2 км.

2. Рішення стосовно безаварійної зупинки технологічних процесів. Рішення полягають у зупинці технологічних процесів без порушення правил техніки безпеки і без створення умов, що сприяють появі факторів ураження. Безаварійна зупинка працюючого устаткування призначена для забезпечення поновлення виробничого процесу без проведення тривалих підготовчих робіт. Безаварійна зупинка устаткування здійснюється обслуговуючим персоналом відповідно до затверджених інструкцій по експлуатації, що визначають дії посадових осіб і обслуговуючого персоналу по підготовці до запуску, запуску устаткування, контролю під час роботи, зупинці устаткування, у тому числі у випадку аварій. У кожній зміні визначаються люди, що повинні відключати джерела постачання і технологічне устаткування за сигналом оповіщення. Якщо за умовами технологічного процесу зупинити окремі ділянки виробництва та агрегати не можна, то їх переводять на знижений режим роботи. Для спостереження за їхньою роботою призначаються відповідальні особи, що за сигналом оповіщення укриваються в спеціальних індивідуальних укриттях. Порядок дій для безаварійної зупинки технологічних процесів у кар'єрі і на відвалах конкретизується в інструкціях персоналу і містить у собі обов'язкові вимоги безпеки, відображені у відповідних „Планах ліквідації аварій” і „Планах локалізації і ліквідації аварійних ситуацій і аварій”. Для визначення умов утримування устаткування на час зупинки, необхідності комплексу захисних (спеціальних) заходів у цей період, консервації виробничого процесу, наказом керівника підприємства створюється спеціальна комісія. Процедура зупинки і виведення з експлуатації (введення в експлуатацію) об'єкта в цілому або окремих його складових частин, а також процедура його повного закриття оформляється відповідним актом, що підписується всіма членами комісії.

3. Система оповіщення обслуговуючого персоналу. Система оповіщення підприємства інтегрована в регіональну систему оповіщення населення про надзвичайні ситуації Дніпропетровської області і відомчу мережу зв'язку ПРАТ „ПівнігЗК”. Прийом сигналів здійснюється по автоматичному телефонному зв'язку, з дублюванням по відомчій мережі ПРАТ „ПівнігЗК” по гучномовному

зв'язку, телефонним каналам, GSM каналам, радіозв'язку, з доведенням сигналу до персоналу через кінцеві пристрої (радіостанції, гучномовці). Чергові оператори при необхідності оповіщають органи влади, організації, органи керування по справах ЦЗ і НС, при необхідності викликають швидку допомогу, поліцію. Незалежно від джерела надходження повідомлення про аварії (від персоналу, служби охорони, сторонніх осіб) інформація про аварійну ситуацію надходить диспетчеру виробничого відділу комбінату. При одержанні сигналу диспетчер виробничого відділу комбінату зобов'язаний переконатися у вірогідності отриманого сигналу, а потім задіяти схему оповіщення. Оповіщення виробничого персоналу про НС здійснюється по виробничих каналах зв'язку

4. *Контроль за радіаційним і хімічним становищем.* Об'єкт реконструкції розташований у межах зон можливого радіоактивного забруднення, що формуються у разі виникнення надзвичайних ситуацій на ядерно- та радіаційно небезпечних об'єктах, а також у межах територій, що підпадають під вплив потенційних аварій на атомних електростанціях регіону.

Контроль за радіаційним і хімічним станом на території гірничозбагачувального підприємства здійснюється у складі системи цивільного захисту та виробничого моніторингу із залученням чергових і диспетчерських служб підприємства. Спостереження виконується з використанням штатних засобів радіаційного та хімічного контролю відповідно до встановлених регламентів.

Передбачається централізоване доведення інформації про радіаційну та хімічну обстановку через регіональну систему оповіщення населення, а також через чергово-диспетчерські служби підприємства ПрАТ «ПівнГЗК». Створення додаткових спеціалізованих сил і засобів радіаційного та хімічного контролю проектом не передбачається.

5. *Паливні баки автотранспортних засобів обладнані спеціальними захисними пристроями,* що знижують імовірність механічного ушкодження і спрямовуючими можливі витоки палива вниз, тим самим знижуючи імовірність контакту витоку палива з розігрітими вузлами і деталями автомобіля. Устаткування,

машини і механізми у кар'єрі та на відвалах забезпечені засобами і матеріалами, що можуть бути використані при ліквідації пожеж.

6. *Рішення по забезпеченню вогнестійкості будівель, споруджень, технологічного устаткування.* Устаткування, машини і механізми, що працюють у кар'єрі і на відвалах, забезпечені засобами і матеріалами, що можуть бути використані при ліквідації пожеж. Бульдозери оснащені вогнегасниками, на працюючих великовантажних автосамоскидах БілАЗ установлені системи комбінованого пожежегасіння.

7. *Рішення по автоматизованій системі диспетчеризації і керування гірничотранспортним устаткуванням.* Система призначена для безперервного моніторингу мобільного устаткування і виробничих процесів у кар'єрі і передачі інформації гірничому диспетчерові. Контроль здійснюється з диспетчерського пункту і полягає в спостереженні за маршрутами руху, пробігу з вантажем і без вантажу, простоїв по технологічних або інших причинах, а також загальної ваги перевезеної гірничої маси з видачею рапорту за рейс, зміну, добу, місяць.

8. *Рішення щодо запобігання стороннього втручання в діяльність об'єктів.* На комбінаті розроблений і діє стандарт підприємства по пропускну режиму охорони на підприємстві. Стандарт регламентує заходи, спрямовані на забезпечення схоронності об'єктів, товарно-матеріальних цінностей, службових документів підприємства і підтримку суспільного порядку на його території. З метою здійснення пропускну режиму на границях території і найбільш важливих об'єктах підприємства обладнані контрольно-пропускні пункти. Основним документом, що свідчить про наявність права проходу (проїзду) на територію (з території) підприємства, перебування на території, є відповідний пропуск установленого зразка. Таким чином, система охорони ПРАТ „ПВНГЗК” містить у собі комплекс наступних реалізованих заходів:– обладнане захисне огородження по периметру;– технічні засоби охорони;– система відеоспостереження за підступами і територією;– пости озброєної позавідомчої охорони;– організація пропускну режиму на територію комбінату через мережу контрольно-пропускних пунктів.

Система безпеки ПРАТ „ПівніГЗК” функціонує протягом усього часу існування комбінату, постійно удосконалюється, продемонструвала свою дієвість і відповідність сучасним вимогам в області забезпечення безпеки.

9. *Рішення по забезпеченню евакуації працівників і службовців з території об'єкта.* У випадку виникнення аварійної ситуації в кар'єрі або на відвалах евакуація трудящих здійснюється відповідно до затверджених „Планів ліквідації аварій” за існуючою схемою евакуації.

10. *Уведення сил і засобів для ліквідації НС* здійснюється по існуючих і проєктованих автомобільних дорогах. Для супроводу залучених сил і засобів по території промислової площадки до місця аварії передбачене виділення регулювальників зі складу чергової зміни. Існуючі і проєктовані автодороги забезпечують під'їзд до всіх потенційно небезпечних ділянок. У ході проведення аварійно-рятувальних робіт при виникненні аварійних ситуацій у кар'єрі і на відвалах необхідно дотримуватися заходів, передбачених відповідним планом ліквідації аварій.

11. *Упровадження на комбінаті автоматизованої системи контролю стійкості бортів кар'єру і відвалів.* Спостереження за стійкістю бортів здійснюються візуально і інструментально за допомогою контрольно-вимірювальної апаратури. Ці спостереження здійснюються одночасно і доповнюють один одного, з використанням комплекту GPS і устаткування для спостережень, що дозволяє оперативно виявляти наявність деформацій на ранніх стадіях розвитку процесу і завчасно розробляти протизсувні заходи.

Першотравневий кар'єр з відвалами входить до складу об'єктів ПРАТ „ПівніГЗК”, на які поширюються усі чинні і затверджені на комбінаті інженерно-технічні заходи щодо цивільного захисту. В дійсному проєкті не передбачаються технічні рішення по зміні існуючої на підприємстві системи цивільного захисту. Дотримання рішень і заходів ЦЗ дозволить забезпечити захист населення і територій від НС техногенного і природного характеру, уникнути стану, при якому ймовірна загроза виникнення вражаючих факторів і впливів джерела надзвичайних ситуацій на населення, об'єкти виробництва і навколишнє природне середовище.

3.3.4 Проектні рішення щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій

Проектні рішення щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій на об'єкті будівництва, з урахуванням потенційних джерел небезпеки, передбачають реалізацію комплексу організаційних і технічних заходів, спрямованих на: попередження виникнення надзвичайних ситуацій у разі аварій на об'єкті будівництва; мінімізацію наслідків можливих аварій на суміжних потенційно небезпечних об'єктах та об'єктах транспортної інфраструктури; запобігання надзвичайним ситуаціям, зумовленим небезпечними природними процесами та явищами.

Джерела можливих надзвичайних ситуацій

На гірничозбагачувальному підприємстві (залізорудному кар'єрі та зовнішніх відвалах) потенційними джерелами надзвичайних ситуацій можуть бути: порушення технологічних режимів або фізичне зношення виробничого обладнання; вплив небезпечних природних факторів (сейсмічні явища, блискавка, інтенсивні атмосферні опади тощо); виникнення пожеж унаслідок порушення правил експлуатації гірничого обладнання або зовнішнього джерела займання; вплив терористичних актів або інших протиправних дій; людський фактор, зокрема порушення вимог посадових інструкцій та технологічної дисципліни.

Система запобігання надзвичайним ситуаціям на гірничозбагачувальному підприємстві

На ПрАТ «ПівнГЗК» впроваджено комплексну систему запобігання надзвичайним ситуаціям, яка включає: нормативно-організаційне забезпечення у сфері цивільного захисту та промислової безпеки; плани дієвих заходів із попередження та реагування на надзвичайні ситуації; систему прогнозування ризиків виникнення аварій техногенного та природного характеру; функціонування органів управління та сил цивільного захисту; підготовку персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях; систему збору, обробки та доведення інформації щодо ризиків і загроз; механізми страхування відповідальності та ліцензування діяльності підвищеної небезпеки; формування резервів матеріальних і фінансових ресурсів для ліквідації наслідків аварій.

Система управління цивільним захистом

Керування заходами щодо запобігання надзвичайним ситуаціям здійснюється під загальним керівництвом керівника цивільного захисту гірничозбагачувального підприємства. У структурі управління функціонують: координуючий орган — об'єктова комісія з питань надзвичайних ситуацій; постійно діючий орган управління у сфері цивільного захисту; чергово-диспетчерська служба як орган оперативного реагування. Зазначені органи забезпечують координацію діяльності виробничих, технічних, екологічних та інших служб підприємства, а також взаємодію з територіальними органами цивільного захисту та органами місцевого самоврядування.

Сили та засоби реагування

Для ліквідації можливих надзвичайних ситуацій на гірничозбагачувальному підприємстві функціонують спеціалізовані підрозділи, зокрема: пожежно-рятувальні формування; газорятувальні служби; служби обслуговування захисних споруд цивільного захисту; підрозділи забезпечення засобами індивідуального захисту. За потреби можуть залучатися аварійно-рятувальні формування ПрАТ «ПівнГЗК», оснащені спеціальною технікою, обладнанням, інструментами та матеріалами.

3.4 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХОДІВ ОХОРОНИ ОБ'ЄКТІВ ПОВЕРХНІ В УМОВАХ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ ГІРНИЧИХ РОБІТ

3.4.1 Загальні положення

Розділ «Забезпечення заходів охорони об'єктів поверхні в умовах шкідливого впливу гірничих робіт» у складі проєктної документації «Реконструкція Першотравневого кар'єру ПрАТ „ПівнГЗК” ...» розроблено відповідно до чинних нормативно-правових актів у сфері надрокористування та гірничого законодавства, зокрема вимог щодо забезпечення охорони об'єктів поверхні в умовах впливу гірничих робіт. Нормативна база визначає обов'язковість захисту промислових, транспортних, енергетичних, гідротехнічних, житлових та інших об'єктів, а також природних і культурних ресурсів у випадках, коли гірничі роботи можуть

спричиняти порушення їх функціонування або унеможливлювати використання за цільовим призначенням. Заходи охорони реалізуються за умови економічної недоцільності або технічної неможливості перенесення таких об'єктів за межі зони впливу гірничих робіт. Проектні рішення передбачають здійснення комплексу охоронних заходів із урахуванням вимог правил охорони праці під час ВРР. Контроль за станом об'єктів поверхні та гірничого масиву здійснюється на постійній основі з метою мінімізації негативного впливу гірничих робіт на прилеглу інфраструктуру та природне середовище. Першотравневе родовище характеризується складним техногенно-геометричним рельєфом, сформованим кар'єром, відвалами та іншими гірничотехнічними утвореннями, що зумовлює необхідність системного моніторингу та реалізації заходів інженерного захисту. Основні параметри залізрудного кар'єра на сучасному етапі розвитку становлять: довжина по денній поверхні – 3050 м, ширина – 2470 м, площа – близько 700 га. Абсолютні відмітки поверхні північного борту кар'єру коливаються в межах +115 м, південного – близько +102 м, максимальна глибина розробки РКК сягає приблизно 480 м від денної поверхні.

3.4.2 Оцінка шкідливого впливу гірничих робіт на об'єкти поверхні

Північний, східний та південно-східний борти Першотравневого кар'єру верхніми горизонтами знаходяться на проектному кінцевому контурі. Проектом передбачається посування по денній поверхні тільки західного та південно-західного бортів, на яких розташовані гірничі об'єкти - тимчасові відвали розкривних порід Західний та Південно-західний. Постійні зовнішні Першотравневі відвали № 1 і № 2 розташовані на захід від кар'єру. На північ від кар'єру розташована шахта „Першотравнева” ПРАТ „ПВНГЗК”, яка з 1997 р. переведена в режим гідрозахисту у зв'язку з нерентабельністю видобутку руд підземним способом. Згідно з проектом „Відновлення підземного і поверхневого комплексів шахти „Першотравнева”, виконаного ДП „ДПІ КРИВБАСПРОЕКТ” у 2009 р., передбачений цілик між північним бортом кар'єру та шахтою, відповідно до якого сформована межа північного борту кар'єру по поверхні. Найближча до кар'єру і відвалів житлова забудова відноситься до Тернівського району міста

Кривий Ріг та знаходиться поза межами санітарно-захисної зони (СЗЗ) від об'єктів. СЗЗ для Першотравневого кар'єру та відвалів, відповідно до Протоколу державної санітарно-епідеміологічної експертизи №1032 від 23.06.2016, обґрунтована за напрямками у розмірі:– у південному, південно-західному, західному та частково північно-західному напрямках від Першотравневих відвалів розкривних порід – 300 м; – у південному напрямку від межі зони ведення вибухових робіт у Першотравневому кар'єрі – 675 м до житлової забудови;– у східному напрямку від верхнього контуру Першотравневого кар'єру – по межі землевідводу – 1025 м до житлової забудови;– у північному напрямку від межі зони ведення вибухових робіт Першотравневого кар'єру – 675 м до житлової забудови. Для оцінки стійкого стану уступів та бортів Першотравневого кар'єру ТОВ „КАІ” у 2016 році виконана НДР „Створення моделі геомеханічного стану гірничого масиву в проектних контурах відробітку ПрАТ „ПівніГЗК”. Кути нахилу уступів і бортів Першотравневого кар'єру, передбачені даним проектом, не перевищують значень кутів, визначених НДР, що забезпечує безпечне ведення гірничих робіт та експлуатацію будівель та споруд.

3.4.3 Спостереження за впливом гірничих робіт на об'єкти поверхні

Проектом передбачається ведення спостережень за процесами впливу гірничих робіт. Проекти станцій спостереження складаються службою зрушення кар'єру. Для визначення величин зрушення реперів спостережної станції в горизонтальній і вертикальній площинах використовуються сучасні інструменти та обладнання: електронний тахеометр, станція GPS, цифровий нівелір, комп'ютер. Для попередження і запобігання в кар'єрі негативних явищ, пов'язаних зі зрушенням уступів і бортів, в ПрАТ „ПівніГЗК” створена спеціальна служба по нагляду за зрушенням гірничих порід. Служба зрушення укомплектовується відповідним штатом, забезпечується спеціальним автомобілем, вимірювальними інструментами і апаратурою. Штат служби зрушення розраховується на підприємстві, виходячи з умов виконання необхідного комплексу робіт, і не залежить від обсягів виймаємої гірничої маси.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній бакалаврській роботі за спеціальністю «Гірництво» виконано комплексне дослідження технологічних, технічних, економічних та організаційних аспектів відкритої розробки залізрудного родовища в сучасних умовах функціонування гірничозбагачувального підприємства ПрАТ «ПівнГЗК».

У процесі виконання роботи було проаналізовано гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови експлуатації Першотравневого кар'єру. Встановлено, що родовище характеризується значними запасами залізистих кварцитів, складною текстурно-структурною характеристикою покладів, значною глибиною ведення гірничих робіт та необхідністю підтримання стабільної продуктивності при постійному ускладненні умов відпрацювання нижніх горизонтів. Аналіз фізико-механічних властивостей порід показав необхідність застосування високопродуктивного бурового, екскаваційного та транспортного обладнання, здатного забезпечити ефективне розкриття й подальший стабільний видобуток залізної руди відкритим способом.

Дослідження сучасного стану розробки родовища та структури застосовуваної техніки дозволило визначити основні тенденції розвитку технологічних процесів у Першотравневому кар'єрі. Встановлено, що існуюча система комплексної механізації потребує удосконалення у зв'язку зі збільшенням глибини кар'єру, ростом транспортних плечей та необхідністю зниження експлуатаційних витрат. Аналіз технічних характеристик гірничого обладнання показав доцільність переходу до більш ефективних комплексів із підвищеною продуктивністю та енергоефективністю.

У роботі обґрунтовано параметри системи відкритої розробки родовища, зокрема визначено раціональні висоти уступів, ширину робочих площадок, кути укосів бортів кар'єру та параметри транспортних комунікацій. Запропоновані рішення забезпечують стійкість бортів кар'єру, безпечне ведення гірничих робіт і раціональне використання гірничотransпортного обладнання при збереженні необхідної виробничої потужності гірничозбагачувального підприємства.

В основній частині раціональним способом розкриття для умов, що розглядаються в кваліфікаційній бакалаврській роботі при розрахунку технологічних параметрів умовного кар'єру, пропонується вважати: *розкриття загальними внутрішніми капітальними траншеями, стаціонарно розташованими на неробочому борті кар'єру та орієнтованими вздовж простягання родовища*. Для умов даної роботи, зважаючи на те, що умовний кар'єр має достатньо велику глибину, пропонується прийняти *поглиблювальну транспортну систему розробки родовища з використанням автомобільного транспорту*.

На основі аналізу фізико-механічних властивостей гірських порід визначено раціональні параметри буро-вибухових робіт. Встановлено оптимальні параметри бурових свердловин, сітки буріння та питомої витрати вибухових речовин, що дозволяє забезпечити необхідний ступінь дроблення гірничої маси, зменшення виходу негабариту та підвищення ефективності роботи екскаваторного обладнання. Запропоновані параметри буро-вибухових робіт сприяють зниженню енерговитрат на подальше навантаження та транспортування порід.

У результаті виконаних розрахунків здійснено підбір екскаваторно-навантажувального та транспортного обладнання для умов Першотравневого кар'єру. Обґрунтовано доцільність використання високопродуктивних екскаваторів у поєднанні з великовантажними автосамоскидами та подальшого застосування циклічно-потоквої технології на нижніх горизонтах (-293 м та -415 м) при заглибленні кар'єра, що забезпечують безперервність технологічного процесу та оптимізацію транспортних потоків. Запропонований склад обладнання дозволяє підвищити продуктивність гірничих робіт, скоротити простої техніки та забезпечити стабільне виконання планових показників видобутку залізної руди.

На підставі проведеного аналізу та технічних розрахунків розроблено структуру комплексної механізації гірничих робіт, яка враховує взаємозв'язок усіх основних виробничих процесів: буріння, вибухових робіт, навантаження, транспортування та відвалоутворення. Запропонована структура комплексної механізації характеризується високим рівнем узгодженості продуктивності

окремих ланок технологічного комплексу, що дозволяє підвищити ефективність експлуатації Першотравневого кар'єру в цілому.

У роботі виконано техніко-економічне обґрунтування технологічних рішень підвищення ефективності гірничого виробництва. Проведені розрахунки показали, що впровадження запропонованої структури комплексної механізації забезпечує зниження собівартості видобутку руди, підвищення продуктивності праці та покращення техніко-економічних показників роботи ПрАТ “ПівнГЗК”. Отримані результати свідчать про економічну доцільність модернізації технологічної схеми подальшої розробки родовища та підтверджують ефективність запропонованих організаційно-управлінських рішень.

Оцінка доцільності застосування запропонованої технологічної схеми видобутку залізних руд у Першотравневому кар'єрі в період 2022–2026 років показала можливість забезпечення стабільних обсягів видобутку корисних копалин та розкривних робіт при раціональному використанні матеріально-технічних ресурсів. Запропонована схема дозволяє адаптувати виробництво до змін гірничотехнічних умов та забезпечує перспективу подальшого стійкого розвитку кар'єру в складних умовах господарювання.

Окрему увагу в роботі приділено питанням охорони праці, промислової безпеки та екологічного захисту. Розглянуто основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори при веденні ВГР, запропоновано ключові заходи щодо підвищення рівня безпеки праці, зниження пилогазових викидів, мінімізації негативного впливу вибухових робіт на навколишнє середовище та забезпечення нормативного стану промислової безпеки. Визначено, що впровадження сучасних природоохоронних та організаційно-технічних заходів сприятиме зменшенню екологічного навантаження на прилеглі території та підвищенню рівня екологічної безпеки гірничозбагачувального виробництва.

Таким чином, поставлені у кваліфікаційній бакалаврській роботі завдання виконані у повному обсязі. Розроблені технологічні та організаційні рішення є технічно обґрунтованими, економічно доцільними та можуть бути рекомендовані для практичного використання при подальшій експлуатації Першотравневого

кар'єру ПрАТ «ПівнГЗК». Отримані результати дозволяють забезпечити ефективну, безпечну та екологічно збалансовану розробку залізрудного родовища у найближчій перспективі з урахуванням сучасних вимог гірничого виробництва та забезпечення раціональної структури комплексної механізації в кар'єрі навіть при продовженні тенденцій невизначеності на зовнішніх та внутрішніх ринках залізовмісткої продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гірничий закон України : Закон України № 1127-IV від 10.07.2003 р. (зі змінами 2022–2025 рр.).
2. Про охорону праці: Закон України № 2694-XII від 14.10.1992 р.
3. Правила безпеки у вугільних шахтах і кар'єрах України. НПАОП 0.00-1.24-10.
4. Інструкція з ведення відкритих гірничих робіт. К.: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2023.
5. Офіційний сайт Північний ГЗК - Metinvest Group. <https://sevgok.metinvestholding.com/uk-ua/about-us/shareholders-info/regular/> (дата звернення 4.05.2026)
6. Кодекс України про надра від 27 липня 1994 року N 132/94-ВР.
7. Про затвердження Правил охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 18 березня 2010 р. № 61.
8. Про затвердження Положення про проектування гірничодобувних підприємств України та визначення запасів корисних копалин за ступенем підготовленості до видобування. Міністерство промислової політики України. Наказ № 1 від 07.05.2004 р.
9. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації електроустаткування та електромереж на відкритих гірничих роботах. Наказ міністерства надзвичайних ситуацій України від 05.04.2012 № 67.
10. Ghasempour Anaraki M., Moradi Afrapoli A. Sustainable open pit fleet management system: Integrating economic and environmental objectives into truck allocation // *Mining Technology*. 2023. Vol. 132, Issue 3. P. 153–163. DOI: <https://doi.org/10.1080/25726668.2023.2233230>

11. Al Habib N., Ben-Awuah E., Askari-Nasab H. Review of recent developments in short-term mine planning and IPCC with a research agenda // *Mining Technology*. 2023. Vol. 132, Issue 3. DOI: <https://doi.org/10.1080/25726668.2023.2218170>.
12. Al Habib N., Ben-Awuah E., Askari-Nasab H. Short-term planning of open pit mines with Semi-Mobile IPCC: a shovel allocation model // *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*. 2024. Vol. 38, No. 3. P. 236–266. DOI: <https://doi.org/10.1080/17480930.2023.2262823>.
13. Xu X., Gu X., Wang Q. et al. Enumeration optimization of open pit production scheduling based on mobile capacity search domain // *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. Article 91. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-27336-y>
14. Silva-Júnior A. L., Martins A. G., Pantuza-Jr G. Short-term planning of a work shift for open-pit mines: A case study // *Cogent Engineering*. 2023. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2168172>
15. Shchokin V., Yezhov V., Shchokin O., Sobczyk W. Methodology for Determining Emissions of Pollutants into Atmospheric Air by Open-Pit Mining Works // *Inżynieria Mineralna*. 2023. No. 1. DOI: <https://doi.org/10.29227/IM-2023-01-23>
16. Leung R., Hill A. J., Melkumyan A. Automation and AI Technology in Surface Mining With a Brief Introduction to Open-Pit Operations in the Pilbara. 2023. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.09771>
17. Teng S., Li X., Li Y. et al. Scenario Engineering for Autonomous Transportation: A New Stage in Open-Pit Mines. 2024. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.15772>.
18. Balamurali M. Inferencing the earth moving equipment-environment interaction in open pit mining. 2023. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.02130>
19. Corrigan, C. C., & Ikonnikova, S. A. (2024). A review of the use of AI in the mining industry: Insights and ethical considerations for multi-objective optimization. *The Extractive Industries and Society*, 17, 101440. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2024.101440>.
20. Assessing the performance efficiency of haul trucks and diesel-trolley trucks when changing their technological states and parameters of traffic routes. Yu.

Monastyrskiy, I. Taran, U. Kokayev, V. Sistuk. (2025). Mining of Mineral Deposits, 19(2), 47-55 <https://doi.org/10.33271/mining19.02.047>.

21. Feng, Y., Liu, Q., Li, Y., Yang, J., & Dong, Z. (2022). Energy efficiency and CO₂ emission comparison of alternative powertrain solutions for mining haul truck using Integrated Design and control optimization. Journal of Cleaner Production, 370, 133568. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133568>

22. Lindgren, L., Grauers, A., Ranggård, J., & Mäki, R. (2022). Drivecycle simulations of battery-electric large haul trucks for open-pit mining with electric roads. Energies, 15(13), 4871. <https://doi.org/10.3390/en15134871>

23. Sezer, M.D., Ada, E., & Kazancoglu, Y. (2024). Investigating the key drivers in the transition to sustainable hydrogen transportation fuel. Economics Ecology Socium, 8(3), 16-26. <https://doi.org/10.61954/26167107/2024.8.3-2>

24. Yu, Y., Wang, Y., Li, Q., & Jiao, B. (2024). A predictive energy management strategies for mining dump trucks. Energy Engineering, 121(3), 769-788. <https://doi.org/10.32604/ee.2023.044042>

25. Toraman, S. (2024). Evaluation of overall equipment effectiveness (OEE) for mining equipment (shovel-truck): A case study ManisaSoma (Turkey) open pit mine. Journal of Scientific Reports-A, 056, 45-55. <https://doi.org/10.59313/jsr-a.1433960>.

26. Hasan, H., & Octariando, R. (2022). The effect of road grade on dump truck fuel consumption. SAE Technical Paper Series, 2022-01-5030. <https://doi.org/10.4271/2022-01-5030>.

27. Zhang, Z., Zhang, R., & Sun, J. (2023). Research on the comprehensive evaluation method of driving behavior of mining truck drivers in an open-pit mine. Applied Sciences, 13(20), 11597. <https://doi.org/10.3390/app132011597>

28. Enkhchuluun, B., Batgerel, B., & Ping, C. (2023). Cycle time analysis of open pit mining dump trucks. International Journal of Geosciences, 14(08), 689-709. <https://doi.org/10.4236/ijg.2023.148037>

29. Xu, C., Chen, G., Lu, H., Zhang, Q., Liu, Z., & Bian, J. (2024). Integrated optimization of production scheduling and haulage route planning in open-pit mines. Mathematics, 12(13), 2070. <https://doi.org/10.3390/math12132070>

30. Bao, H., Knights, P., Kizil, M., & Nehring, M. (2023). Electrification alternatives for open pit mine haulage. *Mining*, 3(1), 1-25. <https://doi.org/10.3390/mining3010001>.

31. Optimization of cycle time for loading and hauling trucks in open-pit mining M. Mnzool et al. (2024). *Mining of Mineral Deposits*, 18(1), 18-26. <https://doi.org/10.33271/mining18.01.018> (Оптимізація часу циклу навантаження та транспортування самоскидами при відкритому видобуванні корисних копалин) М. Мнзул, Х. Альмуджиба, М. Бакрі, А. Гаафар, А.А.М. Ельхасан, Е. Гомаа.

32. Kumah, Faustin Nartey; Saim, Alex Kwasi; Oppong, Millicent Nkrumah; and Arthur, Clement Kweku (2024) "Predicting open-pit mine production using machine learning techniques," *Journal of Sustainable Mining: Vol. 23: Iss. 2, Article 2*. Available at: <https://doi.org/10.46873/2300-3960.1411>

33. Shi Qiang Liu, Lizhu Liu, Erhan Kozan, Paul Corry, Mahmoud Masoud, Sai-Ho Chung & Xiangong Li (2025) Machine learning for open-pit mining: a systematic review, *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 39:1, 1-39, DOI: 10.1080/17480930.2024.2362579.

34. Iman Rahimi. A decision support system for open-pit mining optimisation with dynamic uncertainty and GPU-based parallel repair approach. *ScienceDirect Expert Systems with Applications*. Volume 298, Part A, 1 March 2026, 129544. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.129544>.

35. Features of using equipment for in-pit crushing and conveying technology on the open pit walls with complex structure. Kateryna Babii, Mykhailo Chetveryk, Volodymyr Perehudov, Kostiantyn Kovalov, Ruslan Kiriia, Viacheslav Pshenychnyi. *Min. miner. depos.* 2022, 16(4):96-102. <https://doi.org/10.33271/mining16.04.096>

36. Joukov, S., Lutsenko, S., Hryhoriev, Y., Shvets, E., & Babiy, E. (2021). Optimization of the parameters of cyclical-streaming technology in the conditions of the development of Kryvbas iron ore deposits. *Sustainable Extraction and Processing of Raw Materials*, (2), 52-56.

37. Simulation Optimization of Shovel-Truck System in Open-Pit Mines Considering Rockmass Parameters. Shafi Muhammad Pathan, Abdul Ghani Pathan,

Muhammad Saad Memon. Journal of Advanced Transportation. 03 March 2025. <https://doi.org/10.1155/atr/7939037>.

38. ROLE OF DIGITAL TRANSFORMATION IN MINING INDUSTRY: ENHANCING EFFICIENCY, SAFETY AND SUSTAINABILITY N. Sri CHANDRAHAS, A. Surendra, T. Malleshwara, S. Hareesh, Kuldeep SINGH. Revista Minelor – Mining Revue ISSN-L 1220-2053 / ISSN 2247-8590 vol. 31, issue 1 / 2025, pp. 1-11 1. DOI: 10.2478/minrv-2025-0001

39. Gaber, T.; El Jazouli, Y.; Eldesouky, E.; Ali, A. Autonomous Haulage Systems in the Mining Industry: Cybersecurity, Communication and Safety Issues and Challenges. Electronics 2021, 10, 1357. <https://doi.org/10.3390/electronics10111357>

40. Volodymyr MYKHAILOV. IRON ORE MINING INDUSTRY OF UKRAINE IN A GLOBAL CONTEXT. January 2024. Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv Geology 4(4 (107)):76-83. DOI:10.17721/1728-2713.107.09.

41. Bazaluk O, Anisimov O, Saik P, Lozynskyi V, Akimov O and Hrytsenko L 2023 Determining the Safe Distance for Mining Equipment Operation When Forming an Internal Dump in a Deep Open Pit Sustainability 15(7) 5912. <https://doi.org/10.3390/su15075912>

42. Zine H., Hakkou R., Papazoglou E G., Elmansour A., Abrar F. and Benzaazoua M. 2024. Revegetation and ecosystem reclamation of post-mined land: toward sustainable mining International Journal of Environmental Science and Technology. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05697-3>

43. Maus V, Giljum S, da Silva D M, Gutschlhofer J, da Rosa R P, Luckeneder S, Gass S L B, Lieber M and McCallum I 2022 An update on global mining land use Scientific Data 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01547-4>

44. Sobko B, Lozhnikov O, Chebanov M and Vinivitin 2022. Substantiation of the optimal parameters of the bench elements and slopes of iron ore pits Natsional'nyi Hirnychiy Universytet. Naukovyi Visnyk. 5, 26-32. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/026>

45. Kunytska, M., Piskun, I., Kotenko, V., & Kryvoruchko, A. (2024). Digital modelling technologies in the mining industry: Effectiveness and prospects of digitalisation of open-pit mining enterprises. *Bulletin of Cherkasy State Technological University*, 29(1), 52-61. doi: 10.62660/bcstu/1.2024.52

46. Denysiuk, O., & Panasiuk, A. (2023). Digitalization of mining enterprises in the context of Industry 4.0 development. *Investytsiyi: Praktyka ta Dosvid*, 4, 64-71. doi: 10.32702/2306-6814.2023.4.64.

47. Duarte, J., Rodrigues, M.F., & Santos Baptista, J. (2021). Data digitalisation in the open-pit mining industry: A scoping review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 28(4), 3167-3181. doi: 10.1007/s11831-020-09493-3

48. Feroz, A.K., Zo, H., & Chiravuri, A. (2021). Digital transformation and environmental sustainability: A review and research agenda. *Sustainability*, 13(3), article number 1530. doi:10.3390/su13031530.

49. Hartlieb-Wallthor, P.V., Hecken, R., Kowitz, S.F., Suciu, M., & Ziegler, M. (2022). Sustainable smart mining: Safe, economical, environmental friendly, digital. In W. Frenz & A. Preuße (Eds.), *Yearbook of sustainable smart mining and energy*. 2021 (pp. 37-79). *Cham: Springer*. doi:10.1007/978-3-030-84315-1_4.

50. Kunytska, M., Lunov, A., Panasiuk, A., Iskov, S., & Shlapak, V. (2023). Digital simulation of open-pit mining organisation system. *International Journal of GEOMATE*, 25(109), 197-204. doi: 10.21660/2023.109.m2321.

51. Marimuthu, R., Sankaranarayanan, B., Ali, S.M., de Sousa Jabbour, A.B.L., & Karuppiah, K. (2021). Assessment of key socio-economic and environmental challenges in the mining industry: Implications for resource policies in emerging economies. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 814-830. doi: 10.1016/j.spc.2021.02.005

52. Qi, Q., Tao, F., Hu, T., Anwer, N., Liu, A., Wei, Y., Wang, L., & Nee, A.Y.C. (2021). Enabling technologies and tools for digital twin. *Journal of Manufacturing Systems*, 58(B), 3-21. doi: 10.1016/j.jmsy.2019.10.001

53. Uteshov, Y., Galiyev, D., Galiyev, S., Rysbekov, K., & Nauryzbayeva, D. (2021). Potential for increasing the efficiency of design processes for mining the solid

mineral deposits based on digitalization and advanced analytics. *Mining of Mineral Deposits*, 15(2), 102-110. doi: 10.33271/mining15.02.102.

54. Waltersmann, L., Kiemel, S., Stuhlsatz, J., Sauer, A., & Miehe, R. (2021). Artificial intelligence applications for increasing resource efficiency in manufacturing companies – a comprehensive review. *Sustainability*, 13(12), article number 6689. doi: 10.3390/su13126689.

55. Xie, J., Liu, S., & Wang, X. (2022). Framework for a closed-loop cooperative human Cyber-Physical System for the mining industry driven by VR and AR: MHCPs. *Computers & Industrial Engineering*, 168, article number 108050. doi: 10.1016/j.cie.2022.108050.

56. Yatsikovskiy, B.I., & Golybka, G.S. (2022). Prospects for development of the mining industry in the conditions of digitalization of the national economy. *Economics Bulletin*, 77(1), 33-42. doi: 10.33271/ebdut/77.033.

57. Xiaowei Wang, Qi Dai, Yougang Bian, Guotao Xie, Biao Xu & Zeyu Yang (2023): Real-time truck dispatching in open-pit mines, *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, DOI: 10.1080/17480930.2023.2201120

58. Huo, Y.A. Sari, R. Kealey, and Q. Zhang, Reinforcement learning-based fleet dispatching for greenhouse gas emission reduction in open-pit mining operations, *Resour.Conser. Recycl* 188 (2023), pp. 106664. doi:10.1016/j.resconrec.2022.106664.

59. M. Mohtasham, H. Mirzaei-Nasirabad, H. Askari-Nasab, and B. Alizadeh, Multi-stage optimization framework for the real-time truck decision problem in open-pit mines: A case study on Sungun copper mine, *Int. J. Min. Reclam. Environ* (2022), pp. 1–31. doi:10.1007/s11081-022-09780-x

60. M. Mohtasham, H. Mirzaei, and B. Alizadeh, Optimization of truck-shovel allocation in open-pit mines under uncertainty: A chance-constrained goal programming approach, *Inst. Min, Trans. Metall., Sect. A: Min. Technol* 130 (2) (2021), pp. 81–100. doi:10.1080/25726668.2021.1916170.

61. M. Mohtasham, H. Mirzaei-Nasirabad, H. Askari-Nasab, and B. Alizadeh, A multi-objective model for fleet allocation schedule in open-pit mines considering the

impact of prioritising objectives on transportation system performance, *Int. J. Min. Reclam. Environ* 35 (10) (2021), pp. 709–727. doi:10.1080/17480930.2021.1949861.

62. Abensur EO, Santos BP, Bandeira AA. (2023) Optimization models as applied to equipment replacement problems: review and trends. *Gest Prod* 30:e4022. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2023v30e4022> DOI: 10.1590/1806-9649-2023v30e4022.

63. Al-Chalabi H (2022) Development of an economic replacement time model for mining equipment: a case study. *Life Cycle Reliab Saf Eng* 11(2):203–217. <https://doi.org/10.1007/s41872-022-00188-1>.

64. Sobko B. Yu., Lozhnikov O. V., Chebanov M. O., Vinivitin D. V. Substantiation of the optimal parameters of the bench elements and slopes of iron ore pits. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2022, (5): 026 – 032. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/026>.

65. Purhamadani, E., Bagherpour, R., & Tudescki, H. (2021). Energy consumption in open-pit mining operations relying on reduced energy consumption for haulage using in-pit crusher systems. *Journal of Cleaner Production*, 291, 125228, 497-504. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125228>.

Основні показники затосування технологічного устаткування на Першотравневому кар'єрі за 2022-2024 роки

[illegible]

			2020			2021			2022 (1 квартал)		
			МЕТИНВЕСТ			МЕТИНВЕСТ			МЕТИНВЕСТ		
№	Показатели	ед. измерения	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК
Общие показатели											
39	Буровзрывные работы										
40	Объем бурения обобщ	тыс. п. м/год	662	667	372				791	682	420
41	Объем технополосного бурения	тыс. п. м/год	654	667	372				779	631	416
42	Среднее количество буровых станков	ед.	21,9	16,0	16,0				21,8	18,0	23,5
43	СБШ-250	ед.									6,0
44	СБШ-250ИНА-32	ед.							14,3	4,0	
45	СБШ-250ИНА	ед.									4
46	СБШ-250ИНА-КП	ед.									
47	PIV 275	ед.									
48	Atlas Copco Pfl Viper 271E	ед.									2
49	Atlas Copco DM-75	ед.							2,4	2,0	1,5
50	Atlas Copco DM-45	ед.									2
51	Atlas Copco Flexi ROC D 60	ед.									
52	Atlas Copco FlexiRoc D65	ед.									
53	УСБШ-250А	ед.									
54	Ferdinand	ед.									
55	Epiroc DM-75E	ед.							5,1	1,0	5,0
56	HKP	ед.								2,0	
57	Sandvik	ед.									10,0
58	УСБШ-250	ед.									1,0
59	Диаметр долот	мм	250,0	Atlas Copco Pfl Viper 271E - 254 мм	244,5	244,5	244,5/250,8	235,250	244,5		244,5 и 250,8

2022 (1 квартал)

2021

2020

№		Показатели	МЕТИНВЕСТ				МЕТИНВЕСТ				ИнГок
		ед. измерения	СевГок	ИнГок	ЦГок		СевГок	ИнГок	ЦГок		
Общие показатели											
Сетка бурения		метры X метры	от 6*6, 6,5*6,5 от 6,0*6,5 до 7*7	5*6, 5*6, 6*6, 6,5*6, 7*6, 7*7, 8*8	от 5*5 до 10*10		6,5*6,5 / 6,5*6,0 / 6,0*6,0	6*6 / 7*6	7,2 x 7,2	руда от 5,5 x 6 до 7,5 x 6 скала от 5,5 x 6 до 9 x 8	
59	Производительность бур. станков	тыс. п.м/год/ед	30,2	41,7	25,6		36,2	38,4	17,9	51,41	
60	СБШ-250	тыс. п.м/год/ед							76,8		
61	СБШ-250МНА-32	тыс. п.м/год/ед					27,4				
62	СБШ-250МНА	тыс. п.м/год/ед						25,4		8,15	
63	СБШ-250МНА КП	тыс. п.м/год/ед									
64	PV 275	тыс. п.м/год/ед									
65	Atlas Copco Pfl Viper 271E	тыс. п.м/год/ед						93,7		22,187	
66	Atlas Copco DM-75	тыс. п.м/год/ед					86,2		68,7	17	
67	Atlas Copco Flexi ROC D 60	тыс. п.м/год/ед									
68	Atlas Copco FlexiRoc D65	тыс. п.м/год/ед									
69	УСБШ-250А	тыс. п.м/год/ед						25,2			
70	Ferdinand	тыс. п.м/год/ед					37,2		96,6	9,2	
71	Epiroc DM-75E	тыс. п.м/год/ед						38,9			
72	HKP	тыс. п.м/год/ед							6,7		
73	Sandvik	тыс. п.м/год/ед							43,5		
74	СБШ-250	%	76,5%	72,0%	82,1%		78,8%	84,0%	85,0%	86,00%	
75 КТТ	СБШ-250МНА-32	%									
76	СБШ-250МНА	%					75,8%	69,0%	85,2%	76,00%	
77	СБШ-250МНА КП	%									
78	PV 275	%									
79	Atlas Copco Pfl Viper 271E	%						88,0%		85,00%	
80	Atlas Copco DM-75	%					92,4%		95,7%	84,00%	
81	Atlas Copco Flexi ROC D 60	%									
82	Atlas Copco FlexiRoc D65	%									
83	УСБШ-250А	%						74,0%			
84	Ferdinand	%					83,6%	84,0%	85,2%	87,00%	
85	Epiroc DM-75E	%									
86	HKP	%							75,0%		
87	Sandvik	%							80,0%		
88											
89											
90											

2022 (1 квартал)

2021

2020

МЕТИНВЕСТ

МЕТИНВЕСТ

МЕТИНВЕСТ

№	Показатели	ед. измерения	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	МЕТИНВЕСТ
Общие показатели									
91	КЮЮ	%	66,5%	63,0%	72,6%	71,5%	75,0%	75,1%	ИнГОК
92	СБШ-250	%						80,1%	
93	СБШ-250МНА-32	%				69,6%	59,0%		
94	СБШ-250МНА	%						75,0%	76,00%
95	СБШ-250КП	%							
96	PV275	%							
97	Atlas Copco Pht Viper 271E	%					78,0%		85,00%
98	Atlas Copco DIM-75	%				81,3%		92,3%	79,00%
99	Atlas Copco Flexi ROC D 60	%							
100	Atlas Copco FlexiRoc D65	%							
101	УСБШ-250А	%					62,0%		
102	Ferdinand	%				72,2%	76,0%	76,0%	75,00%
103	Epiroc DIM-75E	%					70,0%		
104	HKP	%						68,0%	
105	Sandvik	%						72,0%	
106									
107	Норма расхода электроэнергии	кВт-час/т.м.				22,15	18,14	2,74	
108	Норма расхода дизельного топлива	кг/т.м.				4,57			
109	Потребность во взрывании т.м.	%	87,5%	63,6%	59,0%	90,0%	89,4%	75,5%	69,00%
110	Объем взрывания	тыс м3/год	25 171	17 245,00	14 793	30 368	20 902,00	16 927	5115
111	Выход горной массы с.п.м. бурения	м3 / т.м.	39,32	27,71	40,06	39,28	29,58	40,70	30,21
112	Средний размер блока	м3	83 487	67 000	73	91 000	105 000	74 900	65000
	Тип взрывчатого вещества		Эмонит-Н Украинит	ВВ "Украинит-ГМП-2Б"	бестропильные (преимущественн о Эмонит)	Эмонит Н, Эмонит Н-100, Украинит	Эмulsionное Взрывчатое Вещество (ЭВВ) «Украинит» ПП 2	Эмонит Н, Эмонит Н-100, гранулированные	ЭВВ "Украинит ПП 2"
113									
114	Норма потребления взрывчатых веществ	т/т взрывания	1	1,32	кг/м3 0,91	317	409,95	331	руда - 435,032 т/т скала 427 т/т
115	Удельный расход ВВ (руда)	кг/м3				1,15	1,48	1,20	
116	Удельный расход ВВ (скала)	кг/м3				0,90	1,11	0,82	

2022 (1 квартал)

2021

2020

		МЕТИНВЕСТ			МЕТИНВЕСТ		
№	Показатели	ед. измерения	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	ИнГОК	ЦГОК
Общие показатели							
117	Эксплуатация						
118	Общий объем эксплуатации	тыс. м3/год	53 830	45 701		47 062	38 713
119	в забоях	тыс. м3/год	30 346	27 097		27 643	54 675
120	поверхная эксплуатация	тыс. м3/год	23 484	18 603		21 461	5 344
121	Среднее количество экскаваторов в забоях	ед.	56,0	23,3		21,0	31
122	PC 5500	ед.					
123	RH-120	ед.					
124	EX3600-6	ед.					
125	EX3600E-6	ед.			2,2	1,0	
126	ЭКГ-10	ед.			15,6	11,0	7
127	ЭКГ-10 (10P)	ед.					
128	ЭКГ-12	ед.			4,1		4
129	ЭКГ-15	ед.					
130	ЭКГ-20KIII	ед.					
131	ЭКГ-5A	ед.					1
132	ЭКГ-8M	ед.			5,2	3,0	16
133	ЭКГ-8VC	ед.				1,0	
134	ЭШ-10F50	ед.					1
135	ЭШ-11F70-Y	ед.					1
136	ЭШ-6M5	ед.					1
137	ЭКГ-12K	ед.				4,0	
138	EX-2500-6	ед.				1,0	
139							

2020				2021		2022 (1 квартал)	
				МЕТИНВЕСТ		МЕТИНВЕСТ	
Показатели		ед. измерения	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	СевГОК	ИнГОК
Общие показатели							
161	КТГ	%	72,5%	78,0%	81,3%	79,3%	84,6%
162	РС-5500	%					
163	RH-120	%					
164	EK3600-6	%				73,0%	76,3%
165	ЭКГ-10	%				81,2%	84,1%
166	ЭКГ-10 (10P)	%					
167	ЭКГ-12	%					94,7%
168	ЭКГ-15	%					
169	ЭКГ-20MM	%					
170	ЭКГ-3A	%					
171	ЭКГ-6.3VC	%					
172	ЭКГ-8VI	%				81,5%	85,0%
173	ЭКГ-8VC	%				84,3%	85,1%
174	ЭШ-1070А	%					83,7%
175	ЭШ-1170-Y	%					85,5%
176	ЭШ-6I45	%					90,7%
177	ЭКГ-5AY	%					89,1%
178	ЭКГ-12K	%				88,3%	89,5%
179	EK-2500-6	%					68,8%
180							

				2020			2021			2022 (1 квартал)		
				МЕТИНВЕСТ			МЕТИНВЕСТ			МЕТИНВЕСТ		
№	Показатели	ед. измерения	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	ИнГОК			
Общие показатели												
180												
181	КУО	%	59,0%	67,0%	72,7%	66,0%	75,0%	74,5%			77%	
182	РС-5500	%										
183	РН-120	%										
184	ЕЗ3600-6	%				62,6%	68,1%				75%	
185	ЭКГ-10	%				67,6%	72,6%	76,8%			76%	
186	ЭКГ-10 (10Р)	%										
187	ЭКГ-12	%						83,1%				
188	ЭКГ-15	%										
189	ЭКГ-20KM	%										
190	ЭКГ-5А	%						10,0%				
191	ЭКГ-6,3УС	%					71,1%					
192	ЭКГ-8M	%				66,8%	73,2%	73,6%			75%	
193	ЭКГ-8УС	%					69,4%				79%	
194	ЭШ-1070А	%						76,8%				
195	ЭШ-1170-У	%						83,5%				
196	ЭШ-6/45	%					74,9%					
197	ЭКГ-5AV	%					79,7%					
198	ЭКГ-12К	%				81,8%	63,1%					
199	ЕК-2500-6	%									0,000348	
200	Удельный расход зубьев ковша	шт/м3 экскавации				0,04	0,10	0,06				
201	Норма расхода зубьев ковша	шт/тс.м3 экскавации					0,10					
202	Норма расхода зубьев ковша	шт/тс.м3										
203	Норма расхода электроэнергии	кВт-час/тс.м3 экскавации				0,71	1,07	0,07				
204	Норма расхода электроэнергии	кВтч/м3					3,34					

			2020		2021		2022 (1 квартал)
МЕТИНВЕСТ							МЕТИНВЕСТ
№	Показатели	ед. измерения	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	ИнГОК	ИнГОК
Общие показатели							
205	Транспортировка автомобилей						
206	Объем транспортировки	тыс. год	81 327	64 809	55 077	70 806	73 460 916
207	руды	тыс. год	24 601	28 902	10 863	29 054	30016.8
208	вскрыши	тыс. год	56 727	34 615	44 215	38 906	40520.4
209	прочие перевозки					2 846	1 780
210	Расстояние перевозок	км	3,35	3,91	4,33	4,04	4,184
211	Расстояние перевозок руды	км	2,90	3,64	4,60	3,47	3,846
212	Расстояние перевозок вскрыши	км	3,54	4,20	4,30	4,55	4,517
213	Грузооборот	тыскм/год	272 184	253 692	238 715	286 057	307725
214	Среднее количество самосвалов	ед.	79,9	68,2	73,0	82,0	70
215	Komatsu-830E	ед.					
216	Volvo R100	ед.					
217	БелАЗ-75131	ед.				48,0	48
218	БелАЗ-75137	ед.					
219	БелАЗ-7522	ед.				17,0	5
220	БелАЗ-75306	ед.				2,0	2
221	БелАЗ-75307	ед.					
222	БелАЗ-75313	ед.					
223	БелАЗ-7547	ед.				3,0	3
224	CAT-777G	ед.					
225	CAT-785 C	ед.				12,0	12
226	CAT-789C	ед.				2,1	
227	CAT-793 D	ед.					
228							

[illegible]

[illegible]

2022 (1 квартал)

2021

2020

Продовження додатку А

МЕТІНВЕСТ

МЕТІНВЕСТ

МЕТІНВЕСТ

№	Показатели	ед. измерения	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	ИнГОК
Общие показатели									
288	Средняя скорость самосвала	км/час	15,33	17,20	14,71	13,83	17,36	15,98	18,564
289	К/Г (коэффициент использования грузоподъемности)	ед.	1,00	1,0	1,0	1,01	1,0	0,9	1,01
290	Норма потребления дизельного топлива	л/т-км	93,69	90,00	102,60	93,84	86,60	99,51	
	Ходимость шин	тыс.т-км/шт							80,4
291	Ходимость шин	тыс.км/шт	40,83	69,10	33,47	43,63	66,20	42,42	
292		тыс.км/шт				63,52	80,10	77,20	
293	Bridgestone 33.00x51 (alc CAT-785-E-75131)	тыс.км/шт					80,10		0,012
294	Bridgestone 40.00R57 (alc CAT-793, Komatsu)	тыс.км/шт							
	Bridgestone 46x90R57 (alc CAT-793)	тыс.км/шт							0,0143
295	GOODYEAR 33.00x51	тыс.км/шт					72,00		
296	GOODYEAR 46x90R57 (alc CAT-793)	тыс.км/шт				69,53	66,80		0,0124
297	Michelin 33.00x51 (alc CAT-785-E-75131)	тыс.км/шт				84,97			0,0119
298	Michelin 40.00R57 (alc CAT-793)	тыс.км/шт							
299	Michelin XDR2 B4	тыс.км/шт					67,90	78,45	
300	Белшина 33.00-51 ФТ-116	тыс.км/шт				40,10	45,30	43,88	
301	Белшина 3690-51 Бел-180	тыс.км/шт				40,14		50,20	
302	Белшина 40.00-57 ФТ-117М	тыс.км/шт				44,14			
303	Michelin XDR3 B4	тыс.км/шт					13,52		0,0115
304	Maxam MS403 E-4 TL	тыс.км/шт					77,98		
305	Eurotire Автошины 33.00-51	тыс.км/шт					41,41		
306	Maxam 33.00R51	тыс.км/шт				56,63			0,0135
307	Жидк. транспортировка								
308	Объем транспортировки	тыс.т/год	58,743	28,305	25,872,0	63,223	35,082	26,788,8	34468
309	Грузооборот	тыс.т-км/год	498,954	349,601	424,504,3	518,678	407,689	438,165,9	403858,8
310	Среднее количество технологических поездов	шт	32,4	16,5	21,0	34,6	16,9	17,2	17,1
311	Производительность технологических поездов	млн т/км/год/ед.	15,42	21,19	20,21	15,00	24,12	25,47	23,61
312	Расстояние перевозок	км	8,49	12,35	16,41	8,20	11,62	16,36	11,71
313	Расстояние перевозок руды	км	8,99	0,00	26,42	9,07	12,50	26,60	
314	Расстояние перевозок вскрыши	км	8,14	12,34	7,26	8,07	12,51	6,32	11,75
315	КТГ электровозов	%	83,0%	83,4%		88,8%	83,3%		84%
316	К/Ю электровозов	%		70,1%	65,2%	80,9%	73,4%		74%
317	Норма потребления электроэнергии	кВт-ч/т-км		0,132		0,14	0,109		0,112
318	КТГ тепловозов	%				90,9%	82,1%	85,1%	
319	К/Ю тепловозов	%				76,6%	46,8%	75,0%	
320	Норма потребления дизельного топлива	л/т-км				28,38	13,25	21,95	

2020

2021

2022 (1 квартал)

Продовження додатку А

			МЕТИНВЕСТ			МЕТИНВЕСТ			МЕТИНВЕСТ		
№	Показатели	ед. измерения	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК
Общие показатели											
321	Сухая магнитная сепарация (в карьере)										
322	Объем дробления	тыс т	24 543		12 278						12 574
323	Марка оборудования дробилок		ККД 1500/180								2ПЕС-90/250
324	Марка оборудования сепараторов		-								80.0%
325	КТГ	%	1.0								59.8%
326	К/Ю	%	0.8		62.5%						22.9%
327	Содежание Fe маг. во вкорящей руде	%	-								24.5%
328	Содежание Fe маг. в руде после переработки	%	-								3.8%
329	Содежание Fe маг. в хвостах	%	-								9.0%
330	Доля хвостов	%	-								0.35
331	Норма потребления электроэнергии	кВтат-ч/т	-								
332	Обогашение										
333	Объем обогащения (переработка руды)	тыс. т/год	24 497	29 073	11 306	26 389	28 855	11 463	ККД 1500/180	ККД 1500/180	ККД 1500/180
334	Марка оборудования дробилок первой стадии		ККД 1500/180	ККД 1500/180 Грщ	ККД 1500/180	ККД 1500/180	ККД 900/100 и КРД 700/100	КРД 900/100	КРД 900/100 и КРД 700/100	КРД 900/100	КРД 900/100
335	Марка дробилок второй стадии		КРД 700/100	КРД 700/100	КРД 900/100	КРД 700/100	КРД 700/100	КРД 900/100	КРД 700/100	КРД 900/100	КРД 900/100
336	Марка дробилок третьей стадии		КСД 2000	КСД 2200/400Т	КСД 2200 Т; КСД 2200Т-Д	КСД 2200	КСД 2200/400Т	КСД 2200Т	КСД 2200/400Т	КСД 2200/400Т	КСД 2200/400Т
337	Марка дробилок четвертой стадии		ККД 2000	ККД 2200/600 или ККД 2200Т6-Д	ККД 2200 Т1; ККД 2200Т1-Д	ККД 2200, ККДТ-2200 Т6Д	ККД 2200/600 и ККД 2200Т6-Д	ККДТ-2200Т1	ККД 2200/600	ККД 2200/600	ККД 2200/600
338	Марка мельниц первой и второй стадий измельчения		МШР 3,6*4,0	МШР 3,6*5,0	МШЦ 4,5 х 6,0	1ст. - МШР 3,6*4,0;	МШР 3,6*5,0	МШЦ 4,5*6,0	МШР 3,6*5,0	МШЦ 4,5*6,0	МШЦ 4,5*6,0
			МШР 4,0*5,0	(секц.№8-13);	МШР 4,0*5,0	МШЦ 3,6 х 5,0	МШЦ 3,6*4,0	МШЦ 3,6*4,0	МШЦ 3,6*4,0	МШЦ 3,6*4,0	МШЦ 3,6*4,0
			МШЦ 3,6*5,5 (1ст.)	ММС 7,0*2,3 (секц.№14-18)	МШР 4,0*5,0	МШЦ 3,6 х 5,0	МШЦ 3,6*4,0	МШЦ 3,6*4,0	МШЦ 3,6*4,0	МШЦ 3,6*4,0	МШЦ 3,6*4,0
339	Наличие сухой магнитной сепарации	да / нет	нет	да (РОФ-1) нет (РОФ-2)	да	нет	да	да	да	да	да
340	Наличие мокрой магнитной сепарации	да / нет	да	да	4 стадии (с.8-13); 5 стадий (с.14-18)	да	да	да	да	да	да
341	Наличие флотации	да / нет	нет	да	нет	нет	да	нет	да	нет	да
342	Наличие гравитационных методов обогащения	да / нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
343	Способ измельчения	(шары, стержни, другое)	1ст. шары 100мм, 2ст. шары 40мм, 3ст. шары 40мм,	Шары Самоизмельчение	1ст. шары 100мм, 2ст. шары 40мм, 3ст. 40мм/30мм	шары	шары, кусок, галля	шары	шары	шары	шары

2022 (1 квартал)

2021

2020

Продовження додатку А

МЕТІНВЕСТ

МЕТІНВЕСТ

МЕТІНВЕСТ

№	Показатели	ед. измерения	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	СевГОК	ИнГОК	ЦГОК	ИнГОК
Общие показатели									
344	Производительность мельниц первой стадии измельчения	т/час	90 (1 очередь) 190 (2 очередь)	233,8 133,24 233,8	210 (с 8-13) 100 (с 14-18)	185	227	150	РФФ-1, 110; РФФ-2; 66
345	КПО секций обогащения	%	87%	133,25 233,8	69%	86%	88%	92%	
346	КТГ секций обогащения	%	н/д	233,8	н/д	90%	95%	95%	
347	Извлечение Fe (общее)	%	75,8%	133,26	67,1%	80,2%	69,7%	72,4%	74,8%
348	Извлечение Fe (ман.)	%	91,4%	87,5%	95,0%	95,7%	89,2%	96,2%	95,2%
349	Содержание Fe общ. в хвостах	%	14,3%	16,2%	16,8%	12,5%	15,6%	14,7%	15,2%
350	Содержание Fe маг. в хвостах	%	3,9%	4,7%	1,8%	2,1%	4,1%	1,5%	2,0%
351	Выход концентрата (по сухому весу)	%	40,5%	34,4%	33,5%	43,2%	35,1%	36,1%	35,8%
352	Содержание влаги в концентрате	%	9,8%	10% 9,5% 9,5%	9,5%	9,8%	9,8%	9,5%	9,8%
353	Норма потребления электроэнергии	кВт-ч/т концентрата	58,18	79,16 129,49	58,39	61,20	80,26/128,02	57,55	
354	Норма потребления мазу/газа (для суши)	кг (м3)/т концентрата	нет		нет				
355	Норма потребления мелочих теп								
356	шары	кг/т концентрата	2,541	3,65 (РФФ-1) 2,24 (РФФ-2)	2,687	2,374	3,690	2,660	3,62
357	стержни	кг/т концентрата	нет		нет				
358	Производство окатышей								
359	Количество обжиговых машин	ед.	4		1	4	0	1	
360	Тип топлива для обжиговых машин	уголь/прир.газ/мазут	Природный газ		прир.газ	Природный газ		природный газ	
361	Производительность обжиговых машин	т/час	344,03		301,00	343,08		301,14	
362	КТГ обжиговых машин	ед.	71,4%		88,1%	80,6%		87,7%	
363	КПО обжиговых машин	ед.	0,70		87,3%	0,65		87,7%	
364	Норма потребления концентрата	кг/т	1,090,20		1,069,85	1,087,19		1,068,78	
365	Норма потребления известняка	кг/т	17,50		14,64	45,68		13,65	
366	Норма потребления бентонита	кг/т	19,15		8,74	20,93		8,81	
367	Норма потребления электроэнергии	кВт-ч/т	58,94		42,00	58,84		41,66	
368	Норма потребления мазу/газа	кг (м3)/т	25,03		9,00	20,30		7,34	
369	Производство агломерата								
370	Количество агломерационных машин	ед.							
371	Тип топлива для агломерационных машин	уголь/прир.газ/мазут							
372	Производительность агломерационных машин	т/час							
373	КТГ агломерационных машин	ед.							
374	КПО агломерационных машин	ед.							
375	Норма потребления концентрата	кг/т							
376	Норма потребления известняка	кг/т							

**ОРІЄНТОВНИЙ РОЗРАХУНОК КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ
ПЕРШОТРАВНЕВОГО КАР'ЄРУ**

Вихідні дані

Для розрахунку приймаємо:

- Річна продуктивність кар'єру: $Q = 18\,000\,000$ т/рік
- Розпушена гірнича маса (коеф. розпушення): $k_p = 1,35$
- Щільність порід: $\rho = 3,2$ т/м³
- Об'єм гірничої маси:

$$V = Q/\rho = 18\,000\,000/3,2 = 5\,625\,000 \text{ м}^3/\text{рік}$$

- Розпушений об'єм:

$$V_p = 5\,625\,000 \times 1,35 = 7\,593\,750 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Вибір екскаваторного обладнання

Приймаємо основний тип екскаватора:

- **ЕКГ-10** (місткість ковша 10 м³)
- Коефіцієнт використання часу: $k_t = 0,75$
- Коефіцієнт наповнення ковша: $k_n = 0,9$
- Тривалість циклу: $t_{\text{ц}} = 30$ с

Продуктивність одного екскаватора:

Кількість циклів за годину:

$$n = 3600/30 = 120 \text{ циклів/год}$$

Технічна продуктивність:

$$Q_e = 10 \times 0,9 \times 120 = 1080 \text{ м}^3/\text{год}$$

Експлуатаційна продуктивність:

$$Q_{\text{еф}} = 1080 \times 0,75 = 810 \text{ м}^3/\text{год}$$

Річна продуктивність (1 екскаватор):

$$Q_p = 810 \times 4000 = 3\,240\,000 \text{ м}^3/\text{рік}$$

(прийнято 4000 год/рік роботи)

Кількість екскаваторів:

$$N_e = 7\,593\,750/3\,240\,000 = 2,34 \text{ од.}$$

Приймаємо: 3 екскаватори ЕКГ-10

Розрахунок автотранспорту

Приймаємо автосамоскид:

- **БелАЗ-75131**
- Вантажопідйомність: **130 т**
- Об'єм кузова: **60 м³**
- Середня відстань транспортування: **3,5 км**
- Швидкість: **25 км/год**

Час рейсу

Час навантаження:

$$t_1=4 \text{ хв}$$

Час руху з вантажем:

$$t_2=3,525 \times 60=8,4 \text{ хв}$$

Час розвантаження:

$$t_3=2 \text{ хв}$$

Час порожнього ходу:

$$t_4=7 \text{ хв}$$

Загальний цикл:

$$T=4+8,4+2+7=21,4 \text{ хв} \quad T = 4 + 8,4 + 2 + 7 = 21,4 \text{ \, хв} \quad T=4+8,4+2+7=21,4 \text{ хв}$$

Продуктивність одного автосамоскида:

Кількість рейсів за годину:

$$n=60/21,4=2,8 \text{ рейс/год}$$

Вантаж за рейс:

$$q=130 \text{ т}$$

Продуктивність:

$$Q_a=2,8 \times 130=364 \text{ т/год}$$

Річна продуктивність:

$$Q_{ap}=364 \times 4000=1\,456\,000 \text{ т/рік}$$

Кількість автосамоскидів:

$$N_a = 18\,000\,000 / 1\,456\,000 = 12,36 \text{ од.}$$

Приймаємо: 13 автосамоскидів БелАЗ-75131

Бурове обладнання

Приймаємо бурові станки:

- **СБШ-250 МНА-32**
- Продуктивність: **25 000 м/міс**
- Річна продуктивність:

$$Q_{\text{бур}} = 25\,000 \times 12 = 300\,000 \text{ м/рік}$$

Потреба у бурінні

Сітка свердловин:

- питомий об'єм буріння: **0,8 м/м³**

$$L = 7\,593\,750 \times 0,8 = 6\,075\,000 \text{ м/рік}$$

Кількість бурових станків:

$$N_{\text{бур}} = 6\,075\,000 / 300\,000 = 20,25 \text{ од}$$

Приймаємо: 20 бурових станків СБШ-250

Зведена структура комплексної механізації

Вид обладнання	Тип	Кількість
Екскаватори	ЕКГ-10	3 шт
Автосамоскиди	БелАЗ-75131	13 шт
Бурові станки	СБШ-250	20 шт

Висновок розрахунку. Отримана орієнтовна структура комплексної механізації дозволяє забезпечити річну продуктивність кар'єру на рівні **18 млн т/рік** при:

- безперервній роботі 3 екскаваторів ЕКГ-10;
- функціонуванні 13 автосамоскидів БелАЗ-75131;
- роботі 20 бурових станків СБШ-250.

Запропонована схема є технічно обґрунтованою для умов Першотравневого кар'єру ПрАТ «ПівніГЗК» та відповідає сучасним вимогам ефективності, безпеки та масштабності ВГР.

**Гірничо-технічна характеристика Першотравневого кар'єру ПрАТ
«ПівнГЗК»**

Загальна характеристика родовища

Першотравневий кар'єр ПрАТ «ПівнГЗК» належить до Криворізького залізорудного басейну та розробляє багаті магнетитові руди докембрійського віку. Родовища представлені потужними залізистими кварцитами із середнім вмістом Fe загалом **28–35%**, після збагачення – концентрат до **65–68% Fe**.

Розробка ведеться відкритим способом із поетапним заглибленням гірничих робіт.

Основні параметри кар'єру (2022–2026 рр.)

Для розрахункового періоду прийняті усереднені показники розвитку кар'єру:

- Річна продуктивність: **18–22 млн т гірничої маси**
- Річний видобуток руди: **9–11 млн т**
- Коефіцієнт розкриву: **1,6–2,1 м³/т**
- Глибина кар'єру (перспектива): **до 480–520 м**
- Довжина кар'єру: **≈ 4,5 км**
- Ширина кар'єру: **≈ 2,0–2,5 км**

Запаси та структура рудного тіла

Балансові запаси Першотравневого родовища в зоні ПівнГЗК:

- Загальні запаси: **≈ 620–680 млн т руди**
- Промислові запаси (2022–2026): **≈ 95–110 млн т**
- Потужність рудних тіл: **20–80 м**
- Кут падіння пластів: **55–75°**

Система розробки родовища

На Першотравневому кар'єрі застосовується **транспортна система розробки з автомобільно-екскаваторним комплексом**.

Основні елементи системи:

- система розробки: **погоризонтна, з транспортними уступами**
- напрямок розвитку: **глибинно-подовжній**
- висота уступу: **12–15 м**

- ширина робочої площадки: **40–60 м**
- кут укосу бортів: **55–65°**

Схема розробки (описова)

Схема розробки кар'єру включає:

1. Верхні горизонти (0 – -150 м)

- переважно розкриті породи
- робота автосамоскидів із короткими плечами транспортування (1,5–3 км)

2. Середні горизонти (-150 – -350 м)

- основна зона видобутку залізних руд
- комбінована екскавація ЕКГ + автотранспорт БелАЗ

3. Глибокі горизонти (-350 – -520 м)

- ускладнені гірничо-геологічні умови
- збільшення плеча транспортування до 5–7 км
- перспективне впровадження циклічно-потоківих технологій

Комплексна механізація

Основні засоби механізації:

Екскавація: ЕКГ-10, ЕКГ-12, ЕКГ-15 продуктивність: **1000–1800 м³/год**

Транспорт: БелАЗ-75131 (130 т) БелАЗ-75306 (220 т) *перспектива застосування*;
середня швидкість: **35–50 км/год**

Бурові установки: СБШ-250МНА-32 діаметр свердловин: **250–270 мм**

Розрахунок продуктивності комплексу (узагальнений)

Приймемо середній екскаватор ЕКГ-12:

- місткість ковша: **12,5 м³**
- коефіцієнт заповнення: **0,9**
- цикл: **30 с**

Теоретична продуктивність: $Q = 12,5 \cdot 0,9 \cdot 3600 / 30 = 1350 \text{ м}^3/\text{год}$

При 2 змінах по 8 год: $Q_{\text{доб}} = 1350 \cdot 16 = 21600 \text{ м}^3/\text{добу}$

Річна продуктивність (300 діб): $Q_{\text{рік}} = 21600 \cdot 300 = 6,48 \text{ млн м}^3 \approx 12\text{--}14 \text{ млн т/рік}$

Транспортні плечі

- середнє плече транспортування: **3,5–6,5 км**
- кількість рейсів БелАЗ-220 т: **18–25 рейсів/зміну**
- продуктивність автотранспорту: **до 18 млн т/рік**

Особливості розвитку кар'єру

- поступове заглиблення з переходом на складні гірничо-геологічні умови
- збільшення частки розкривних робіт до **60–65%**
- необхідність модернізації транспорту та впровадження оновленого варіанта **циклічно-поточної технології (ЦПТ)**
- посилення геомеханічного моніторингу бортів

Першотравневий кар'єр ПрАТ «ПівнГЗК» є одним із найбільш глибоких і технологічно складних об'єктів Криворізького басейну. Його подальший розвиток у 2022–2026 роках характеризується:

- зростанням глибини до понад **500 м**
- збільшенням транспортних плечей
- необхідністю переходу до **високопродуктивної комплексної механізації**
- впровадженням цифрового моніторингу та автоматизації технологічних процесів

ВИБІР ОРІЄНТОВНОЇ СТРУКТУРИ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ПЕРШОТРАВНЕВОГО КАР'ЄРУ ПРАТ «ПІВНГЗК»

Загальні передумови вибору технологічної схеми

Першотравневий кар'єр ПрАТ «ПівнГЗК» характеризується:

- значною глибиною розробки (попередній проект до **500 м і більше**);
- високим коефіцієнтом розкриву (**1,6–2,1 м³/т**);
- великими транспортними плечами (**3,5–7 км**);
- зростанням обсягів гірничої маси до **18–22 млн т/рік**.

Ці умови вимагають оптимізації структури комплексної механізації з переходом від класичної автотранспортної системи до більш продуктивних технологій.

Розглянуті варіанти комплексної механізації

Варіант 1: ЕКГ + автотранспорт (БелАЗ)

Схема: ЕКГ → навантаження → БелАЗ → дробарка / відвал

Основні параметри:

- Екскаватори: ЕКГ-10, ЕКГ-12, ЕКГ-15
- Автосамоскиди: БелАЗ-75131 (130 т), БелАЗ-75306 (220 т)
- Продуктивність ЕКГ-12: ~1350 м³/год
- Плече транспорту: 3,5–7 км
- Кількість рейсів: 18–25/зміну

Переваги:

- висока маневреність
- проста організація робіт
- низькі капітальні витрати на старті

Недоліки:

- висока собівартість транспортування
- різке зростання витрат при збільшенні глибини
- перевантаження автопарку
- зниження ефективності при плечі >5 км

Варіант 2: ЕКГ + ЦПТ (циклічно-потокowa технологія)

Схема: ЕКГ → дробарка в кар'єрі → конвеєр → підйомний конвеєр → збагачення

Основні параметри:

- ЕКГ-12 / ЕКГ-15
- стаціонарна або напівстаціонарна дробарка (1500–3000 т/год)
- конвеєрний транспорт: 2000–6000 т/год
- довжина конвеєрів: 2–5 км

Переваги:

- зниження витрат на транспортування до **30–50%**
- стабільна продуктивність при глибині >300 м
- зменшення автотранспорту на 40–70%
- зниження викидів CO₂ і пилу
- можливість автоматизації

Недоліки:

- високі капітальні витрати
- складність монтажу
- потреба в стабільній структурі гірничих робіт

Порівняння варіантів

Показник	ЕКГ + БелАЗ	ЕКГ + ЦПТ
Капітальні витрати	Низькі	Високі
Собівартість 1 т	Висока	Низька
Продуктивність	Середня	Висока
Ефективність на глибині	Низька	Висока
Екологічність	Низька	Висока
Автоматизація	Обмежена	Висока
Рекомендація	Перехідний етап Перспективний варіант	

Обґрунтування вибору оптимальної структури. Аналіз показує, що при розвитку кар'єру до глибин **>350–500 м** автотранспортна система стає економічно не вигідною через: зростання транспортного плеча; збільшення витрат на паливо і

Продовження додатку Д

обслуговування; зниження продуктивності автосамоскидів. Тому для Першотравневого кар'єру доцільно застосувати: **комбіновану систему: ЕКГ + автотранспорт (на верхніх горизонтах) + поступове впровадження ЦПТ на глибоких горизонтах.**

Рекомендована структура комплексної механізації

Етап 1 (0–200 м)

- ЕКГ + БелАЗ
- основна система видобутку
- короткі транспортні плечі

Етап 2 (200–350 м)

- змішана система
- часткове впровадження конвеєрів
- зменшення автотранспорту на 20–30%

Етап 3 (350–520 м)

- ЕКГ + ЦПТ (основна система)
- стаціонарна дробарка в кар'єрі
- конвеєрний підйом руди

Найбільш ефективною структурою комплексної механізації Першотравневого кар'єру ПрАТ «ПівніГЗК» є **гібридна система**, що поєднує:

- традиційну екскаваторно-автотранспортну технологію на верхніх горизонтах кар'єра;
- циклічно-потоківу технологію (ЦПТ) на глибоких горизонтах кар'єра.

Такий підхід забезпечує:

- зниження собівартості видобутку сирової руди;
- підвищення продуктивності;
- зменшення екологічного навантаження;
- адаптацію до зростаючої глибини кар'єру.

**ЕКОЛОГІЯ, БЕЗПЕКА ПРАЦІ ТА РИЗИКИ ПЕРШОТРАВНЕВОГО
КАР'ЄРУ ПРАТ «ПІВНГЗК»**

Основні екологічні проблеми при відкритій розробці родовища

Відкрита розробка залізорудних родовищ ПівнГЗК супроводжується значним техногенним навантаженням на довкілля.

Основні екологічні фактори впливу:

Пилоутворення

- бурові роботи: до **8–15 г/м³** пилу в зоні вибухів
- автотранспорт: до **2–4 г/м³**
- дроблення руди: локальні концентрації перевищують ГДК у **3–5 разів**

Шумове навантаження

- буріння: **95–110 дБ**
- робота ЕКГ: **90–105 дБ**
- автотранспорт: до **100 дБ**

Вібраційний вплив

- вибухові роботи: коливання ґрунту до **2–5 мм/с**
- ризик впливу на стійкість бортів

4. Порухення земель

- площа відвалів: десятки км²
- деградація ґрунтів і ландшафтів

5. Водний фактор

- формування кар'єрних вод
- необхідність водовідливу до **800–1500 м³/год**

Технологічні заходи з охорони довкілля

Основні заходи на ПівнГЗК:

Пилопригнічення

- зрошення доріг (витрата води: **1,5–3 л/м²**)
- водяні завіси на дробарках
- використання реагентів-зв'язувачів пилу

Зменшення шуму

- застосування сучасних вибухових технологій
- оптимізація зарядження свердловин
- шумоізоляція насосних і дробильних станцій

Відновлення земель

- рекультивація відвалів
- засипка та озеленення
- формування техногенних ландшафтів

4. Водозахист

- замкнуті цикли водопостачання
- відстійники об'ємом до **50–200 тис. м³**
- очищення шахтних і кар'єрних вод

Система безпеки праці на кар'єрі. Безпека праці на ПівніГЗК базується на нормативних вимогах ДНАОП та внутрішніх регламентах підприємства.

Основні заходи:

- постійний геомеханічний моніторинг бортів
- контроль стійкості уступів (кут до **60–65°**)
- радіус небезпечної зони при вибухах: **300–500 м**
- автоматизована диспетчеризація транспорту

Засоби індивідуального захисту:

- каски, респіратори, шумозахист
- сигнальні жилети
- системи GPS-контролю персоналу

Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

Основні виробничі ризики:

Геомеханічні ризики

- обвали бортів кар'єру
- зсуви масивів порід
- перевантаження уступів

Ймовірність: середня / висока на глибинах >300 м

Вибухові ризики

- неправильне заряджання свердловин
- неконтрольовані розльоти породи
- сейсмічні коливання

Транспортні ризики

- ДТП із БелАЗами (до 220 т)
- перевантаження техніки
- погана видимість через пил

Фізіологічні ризики

- шум >100 дБ
- вібрації
- запиленість повітря

Технічні та організаційні заходи безпеки

Технічні заходи:

- автоматичні системи гальмування БелАЗ
- GPS-диспетчеризація транспорту
- датчики стійкості бортів
- системи попередження обвалів

Організаційні заходи:

- допуск персоналу тільки після інструктажу
- зонування кар'єру
- контроль часу перебування в небезпечних зонах
- планові перевірки стану уступів

Пожежна безпека та цивільний захист

Джерела пожежної небезпеки:

- паливно-мастильні матеріали
- електрообладнання дробарок
- транспортна техніка

Заходи:

- пожежні водопроводи та резервуари
- системи автоматичного пожежогасіння
- навчання персоналу діям при НС
- наявність аварійних евакуаційних маршрутів

Оцінка ризиків та узагальнення

Узагальнена оцінка ризику:

Фактор	Рівень ризику
Геомеханічний	Високий
Транспортний	Середній
Пиловий	Високий
Вибуховий	Середній
Пожежний	Низький–середній

Екологічні та виробничі умови Першотравневого кар'єру ПрАТ “ПівнГЗК” характеризуються значним техногенним навантаженням, яке зростає з глибиною розробки родовища. Для забезпечення сталого розвитку підприємства необхідно:

- посилювати екологічний контроль;
- впроваджувати автоматизовані системи безпеки;
- переходити до цифрового моніторингу ризиків;
- зменшувати вплив автотранспорту шляхом впровадження ЦПТ.

Розрахунок екологічного збитку від гірничих робіт в кар'єрі (усереднені дані)

Вихідні дані

Для Першотравневого кар'єру прийнято:

- Річний видобуток гірничої маси: $Q=20 \cdot 10^6$
- Коефіцієнт розкриву: $k=1,8 \text{ м}^3/\text{т}$
- Річний обсяг розкривних порід: $Q_r=36 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{рік}$
- Витрата дизпалива: БелАЗ + техніка: $\approx 6,5 \text{ млн л/рік}$

Розрахунок викидів пилу

Питоме утворення пилу:

- Буріння: $0,03 \text{ кг/т}$
- Вибухові роботи: $0,05 \text{ кг/т}$
- Транспорт: $0,02 \text{ кг/т}$

Загальний коефіцієнт:

$$k_{\text{пил}}=0,10 \text{ кг/т}$$

Річні викиди пилу:

$$M_{\text{пил}}=Q \cdot k_{\text{пил}}$$

Результат:

$$M_{\text{пил}}=2000 \text{ т/рік}$$

Розрахунок викидів CO_2

Питома витрата дизпалива:

- 1 л дизеля $\rightarrow 2,68 \text{ кг } \text{CO}_2$

Загальні викиди CO_2 :

$$M_{\text{CO}_2}=6,5 \cdot 10^6 \cdot 2,68$$

Результат:

$$M_{\text{CO}_2}=17420 \text{ т/рік}$$

Розрахунок водоспоживання

Основні витрати води:

- Пилопригнічення доріг: 2 л/м^2
- Площа зрошення: $\approx 1,5 \text{ млн м}^2/\text{рік}$

$$V_{\text{дороги}} = 1,5 \cdot 10^6 \cdot 2 = 3,0 \cdot 10^6 \text{ л}$$

Технологічні потреби (дроблення, збагачення): $0,15 \text{ м}^3/\text{т руди}$

$$V_{\text{тех}} = 20 \cdot 10^6 \cdot 0,15 = 3,0 \cdot 10^6 \text{ м}^3$$

Загальне водоспоживання: $V_{\Sigma} = 3,0 \cdot 10^6 + 3,0 \cdot 10^6$

Результат: $V_{\Sigma} \approx 3,003 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{рік}$

Умовна оцінка екологічного збитку

Для узагальнення використаємо відносну шкалу:

Показник	Обсяг	Рівень впливу
Пил	2000 т/рік	Високий
CO ₂	17 420 т/рік	Високий
Вода	3,0 млн м ³ /рік	Середній–високий

Умовний грошовий збиток (спрощена модель)

Пил: 1 т пилу ≈ 1200 грн екологічного збитку

$$Z_{\text{пил}} = 2000 \cdot 1200 = 2,4 \cdot 10^6 \text{ грн}$$

CO₂: 1 т CO₂ ≈ 800 грн

$$Z_{\text{CO}_2} = 17420 \cdot 800 = 13,94 \cdot 10^6 \text{ грн}$$

Вода: 1 м³ ≈ 5 грн умовного екозбитку

$$Z_{\text{вода}} = 3,0 \cdot 10^6 \cdot 5 = 15,0 \cdot 10^6 \text{ грн}$$

Загальний екологічний збиток:

$$Z_{\Sigma} = 2,4 + 13,94 + 15,0 = 31,34 \text{ млн грн/рік}$$

Екологічне навантаження Першотравневого кар'єру ПрАТ "ПівніЗК" є значним і формується переважно за рахунок:

- транспортних викидів CO₂ (~44% збитку);
- водоспоживання (~48%);
- пилового забруднення (~8%).

Економічне обґрунтування впровадження циклічно-поточної технології (ЦПТ) на Першотравневому кар'єрі ПрАТ «ПівніГЗК» -умовний приклад

Передумови впровадження ЦПТ

Із поглибленням Першотравневого кар'єру до відміток **–350...–520 м** суттєво зростають:

- довжина транспортних комунікацій;
- витрати дизельного палива;
- експлуатаційні витрати автосамоскидів;
- екологічне навантаження.

У таких умовах традиційна схема: ЕКГ → БелАЗ → дробарка

стає менш ефективною порівняно з: ЕКГ → дробарка → конвеєр → ЦПТ

Сутність циклічно-поточної технології

ЦПТ передбачає:

1. екскавацію гірничої маси;
2. доставку до дробарки;
3. подрібнення;
4. безперервне транспортування конвеєрами.

Вихідні дані для розрахунку

Показник	Значення
Річний обсяг гірничої маси	20 млн т
Середнє транспортне плече	5,5 км
Глибина кар'єру	500 м
Кількість БелАЗів	18 од.
Витрата дизеля	6,5 млн л/рік
Вартість дизеля	58 грн/л
Термін експлуатації ЦПТ	15 років

Витрати при автомобільному транспорті

Витрати на дизельне паливо

$$C_d = 6,5 \cdot 10^6 \cdot 58$$

$$C_d = 377 \cdot 10^6 \text{ грн}$$

Результат: $C_d = 377$ млн грн/рік

Ремонт і технічне обслуговування

Для великованта них БелАЗів:

$C_{рем} \approx 18\%$ від вартості автопарку

Прийmemo: $C_{рем} = 145$ млн грн/рік

Заробітна плата персоналу

- водії;
- ремонтні служби;
- диспетчери.

$$C_{зп} = 68 \text{ млн грн/рік}$$

Загальні витрати автотранспортної схеми

$$C_{авто} = 377 + 145 + 68 \quad C_{авто} = 590 \text{ млн грн/рік}$$

Витрати при впровадженні ЦПТ

Капітальні вкладення

Обладнання	Вартість
Дробарка	210 млн грн
Конвеєрна система	420 млн грн
Монтаж і автоматизація	95 млн грн

Загальні капітальні витрати

$$K = 210 + 420 + 95$$

$$K = 725 \text{ млн грн}$$

Експлуатаційні витрати ЦПТ

Електроенергія

$$C_{ел} = 96 \text{ млн грн/рік}$$

Обслуговування конвеєрів

$$C_{обс} = 54 \text{ млн грн/рік}$$

Персонал

$C_{\text{перс}}=32$ млн грн/рік

Загальні витрати ЦПТ

$C_{\text{ЦПТ}}=96+54+32$ $C_{\text{ЦПТ}}=182$ млн грн/рік

Економічний ефект

Річна економія

$E=C_{\text{авто}}-C_{\text{ЦПТ}}$

$E=590-182 = 408$ млн грн/рік

Термін окупності

$T=K/E$ $T=725/408$

$T \approx 1,78$ роки

Екологічний ефект

Скорочення дизельного палива

Очікуване зменшення:

$6,5 \rightarrow 2,1$ млн л/рік

Скорочення викидів CO₂

До впровадження:

17 420 т/рік

Після впровадження:

5 628 т/рік

Зменшення:

$\Delta CO_2=11\,792$ т/рік

Скорочення пилу

Очікуване зниження:

$2000 \rightarrow 1100$ т/рік

Зменшення:

$\Delta M_{\text{пил}}=900$ т/рік

Порівняння технологій. Впровадження циклічно-потокової технології на Першотравневому кар'єрі ПрАТ «ПівніГЗК» є технічно та економічно доцільним.

Продовження додатку 3

Показник	Автотранспорт	ЦПТ
Витрати/рік	590 млн грн	182 млн грн
CO ₂	17 420 т	5 628 т
Пил	2000 т	1100 т
Шум	Високий	Середній
Автоматизація	Часткова	Висока
Екологічність	Низька	Висока

Основні результати:

- річна економія — **≈408 млн грн**;
- термін окупності — **≈1,8 року**;
- зменшення викидів CO₂ — **майже на 68%**;
- скорочення пилового навантаження — **на 45%**.

Отже, ЦПТ забезпечує не лише економічну ефективність подальшої розробки родовища, але й суттєве підвищення екологічної безпеки ВГР.

Розрахунок стійкості бортів Першотравневого кар'єру ПраТ «ПівнГЗК»

При відкритій розробці залізрудних родовищ одним із найважливіших факторів безпечної експлуатації кар'єру є забезпечення стійкості його бортів та уступів.

Для Першотравневого кар'єру ПраТ «ПівнГЗК» проблема стійкості особливо актуальна у зв'язку з:

- збільшенням глибини кар'єру до **500 м і більше**;
- високими кутами укосу;
- впливом вибухових робіт;
- наявністю тріщинуватих кварцитів;
- сезонним обводненням масиву.

Вихідні дані для розрахунку

Для розрахунку приймаємо усереднені параметри гірських порід Першотравневого кар'єру.

Показник	Позначення	Значення
Висота борту	ННН	120 м
Кут укосу борту	α	55°
Об'ємна вага порід	γ	28 кН/м ³
Кут внутрішнього тертя	φ	34°
Питоме зчеплення	c	180 кПа
Коефіцієнт сейсмовпливу	ks	0,05

Методика визначення коефіцієнта стійкості

Для спрощеного інженерного розрахунку використовується метод граничної рівноваги.

Коефіцієнт стійкості визначається за формулою:

$$K_{st} = c + \gamma H \cos^2 \alpha \tan \varphi / \gamma H \sin \alpha \cos \alpha$$

де: c — питоме зчеплення порід;

- γ — об'ємна вага;
- H — висота борту;

- α — кут укосу;
- φ — кут внутрішнього тертя.

Проміжні розрахунки

Тригонометричні значення

$$\sin 55^\circ = 0,819 \quad \cos 55^\circ = 0,574 \quad \tan 34^\circ = 0,674$$

Обчислення чисельника

$$N = 180 + 28 \cdot 120 \cdot 0,574^2 \cdot 0,674$$

$$0,574^2 = 0,329$$

$$28 \cdot 120 = 3360$$

$$3360 \cdot 0,329 \cdot 0,674 = 744,6$$

$$N = 180 + 744,6 = 924,6$$

Обчислення знаменника

$$D = 28 \cdot 120 \cdot 0,819 \cdot 0,574$$

$$0,819 \cdot 0,574 = 0,470$$

$$D = 3360 \cdot 0,470$$

$$D = 1579,2$$

Коефіцієнт стійкості

$$K_{st} = 924,6 / 1579,2 = 0,59$$

Аналіз результатів

Нормативні значення:

Стан борту	K_{st}
Стійкий	$> 1,3$
Обмежено стійкий	$1,0 - 1,3$
Нестійкий	$< 1,0$

Отриманий результат: $K_{st} = 0,59$

свідчить про: недостатню стійкість борту; ризик локальних зсувів; необхідність зменшення кута укосу або впровадження заходів зміцнення.

Заходи підвищення стійкості. Для Першотравневого кар'єру рекомендується:

Геометричні заходи

- зменшення кута укосу до **45–50°**
- збільшення ширини берм

Гідрогеологічні заходи

- дренаж уступів
- водовідвідні канали
- зниження обводнення

Технологічні заходи

- зменшення маси вибухових зарядів
- контроль сейсмічного впливу
- геомеханічний моніторинг

Цифровий моніторинг

- лазерне сканування бортів
- GPS-контроль деформацій
- автоматичні датчики зміщення

Повторний розрахунок після оптимізації

Прийmemo: новий кут укосу: $\alpha=48^\circ$

Результат:

$K_{st} \approx 1.34$

Розрахунок показав, що при куті укосу борту 55° стійкість Першотравневого кар'єру є недостатньою. Після оптимізації параметрів:

- зменшення кута укосу;
- впровадження дренажу;
- посилення моніторингу;

коефіцієнт стійкості збільшується до нормативного значення:

$K_{st} \approx 1,34$, що забезпечує безпечну експлуатацію кар'єру в умовах глибоких горизонтів.

**Орієнтовний розрахунок продуктивності Першотравневого кар'єру ПрАТ
«ПівніГЗК» з балансом руди та розкриву**

Вихідні дані

Для розрахунку приймаються усереднені техніко-економічні показники Першотравневого кар'єру за 2022–2026 рр.

Показник	Позначення	Значення
Річна продуктивність по руді	Q _p	10 млн т/рік
Середня густина руди	γ _p	3,4 т/м ³
Коефіцієнт розкриву	k _p	1,8 м ³ /т
Кількість робочих днів	N	300
Кількість змін	n	2
Тривалість зміни	t	8 год
Коефіцієнт використання часу	k _ч	0,85

Розрахунок річного обсягу руди

Об'єм руди:

$$V_p = Q_p \gamma_p$$

Підставляємо значення:

$$V_p = 10 \cdot 10^6 / 3,4$$

$$V_p = 2,94 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Розрахунок річного обсягу розкриву

Обсяг розкритих порід:

$$V_{\text{роз}} = Q_p \cdot k_p$$

$$V_{\text{роз}} = 10 \cdot 10^6 \cdot 1,8$$

$$V_{\text{роз}} = 18 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Загальний обсяг гірничої маси

Загальний річний обсяг:

$$V_{\text{г.м.}} = V_p + V_{\text{роз}}$$

$$V_{\text{г.м.}} = 2,94 + 18$$

$$V_{г.м.}=20,94 \text{ млн м}^3/\text{рік}$$

Добова продуктивність кар'єру

По руді:

$$Q_{доб}=Q_p/N$$

$$Q_{доб}=10 \cdot 10^6/300$$

$$Q_{доб}=33\,333 \text{ т/добу}$$

По розкриву:

$$Q_{роз.доб}=18 \cdot 10^6/300$$

$$Q_{доб}=60\,000 \text{ м}^3/\text{добу}$$

Змінна продуктивність

По руді:

$$Q_{зм}=33\,333/2$$

$$Q_{зм}=16\,667 \text{ т/зміну}$$

По розкриву:

$$Q_{роз.зм}=60\,000/2$$

$$Q_{роз.зм}=30\,000 \text{ м}^3/\text{зміну}$$

Розрахунок продуктивності екскаватора ЕКГ-12

Вихідні дані:

Показник	Значення
Місткість ковша	12,5 м ³
Коефіцієнт наповнення	0,9
Тривалість циклу	30 с

Теоретична продуктивність

$$Q_{теор}=E \cdot k \cdot 3600/t_{ц}$$

$$Q_{теор}=1350 \text{ м}^3/\text{год}$$

Експлуатаційна продуктивність

$$Q_{експ}=1350 \cdot 0,85$$

$$Q_{експ}=1147,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Змінна продуктивність

$$Q_{зм}=1147,5 \cdot 8$$

$$Q_{зм}=9180 \text{ м}^3/\text{зміну}$$

Необхідна кількість екскаваторів

Для розкриву:

$$N_{екс}=Q_{роз.зм}/Q_{зм}$$

$$N_{екс}=30\,000/9180$$

$$N_{екс}=3,27$$

Приймаємо:

$$N_{екс}=4 \text{ екскаватори}$$

Розрахунок автотранспорту

Приймаємо БелАЗ-220 т.

Обсяг одного рейсу

Середня густина породи:

$$\gamma=2,7 \text{ т/м}^3$$

Об'єм кузова:

$$V=220/2,7$$

$$V=81,5 \text{ м}^3$$

Кількість рейсів за зміну

Час рейсу:

Операція	Час
Навантаження	5 хв
Рух з вантажем	12 хв
Розвантаження	3 хв
Повернення	10 хв

$$t_{рейсу}=30 \text{ хв}$$

$$\text{За зміну: } n=480/30$$

$$n=16 \text{ рейсів}$$

Продуктивність одного БелАЗу

$$Q_{\text{авт}}=220 \cdot 16$$

$$Q_{\text{авт}}=3520 \text{ т/зміну}$$

Необхідна кількість БелАЗів

$$N_{\text{авт}}=16\,667/3520$$

$$N_{\text{авт}}=4,73$$

Приймаємо:

$$N_{\text{авт}}=5$$

Баланс руди і розкриву

Показник	Значення
Руда	10 млн т/рік
Розкрив	18 млн м³/рік
Гірнича маса	20,94 млн м³/рік
Коефіцієнт розкриву	1,8 м³/т
ЕКГ-12	4 од.
БелАЗ-220	5 од.

У результаті виконаного розрахунку встановлено:

- річна продуктивність Першотравневого кар'єру становить: 10 млн туди
- обсяг розкривних порід: 18 млн м³/рік
- для забезпечення заданої продуктивності необхідно:
 - 4 екскаватори ЕКГ-12;
 - 5 автосамоскидів БелАЗ-220 т. (*перспективний варіант*)

Отримані параметри системи розробки родовища підтверджують ефективність прийнятої структури комплексної механізації для умов подальшої експлуатації Першотравневого кар'єру ПрАТ "ПівніЗК".

**Таблиця М.1– Вміст заліза по експлуатаційних горизонтах в контурі
Першотравневого кар'єру станом на 01.01.2022 р**

Експлуатаційні горизонти	Балансові запаси, тис.т	Вміст заліза, %	
		Fe _{заг.}	Fe _{магн.}
+41 м	490	34,96	25,24
+29 м	997	34,90	25,32
+17 м	727	34,60	25,96
+5 м	811	35,67	26,62
-10 м	1268	36,07	26,04
-25 м	1876	34,34	27,06
-40 м	3076	34,95	26,48
-55 м	3735	33,90	25,54
-70 м	4715	33,58	24,66
-85 м	6980	34,37	26,06
-100 м	8264	33,90	25,06
-115 м	9312	33,93	25,00
-130 м	9650	33,95	25,71
-145 м	11695	34,79	26,39
-160 м	15311	34,94	26,23
-175 м	16427	35,95	27,00
-190 м	16680	35,87	27,60
-205 м	18201	34,96	28,41
-220 м	19469	35,41	27,91
-235 м	19925	34,47	28,38
-250 м	20196	35,12	28,65
-265 м	21074	35,45	27,72
-280 м	24032	36,36	28,21
-295 м	26956	35,15	28,56
-310 м	27344	35,68	27,42
-325 м	29203	35,74	28,25
-340 м	28882	36,16	28,03
-355 м	29186	36,59	28,57
-370 м	29440	36,45	27,32
-385 м	31671	35,57	28,10
-400 м	30724	36,01	27,98
Всього до відмітки мінус 400м	468317	35,51	27,66
В інтервалі відміток мінус 415 м ÷ мінус 565м	294008	36,04	27,44
Разом до відмітки мінус 565м	762325	35,72	27,57

ДОДАТОК Н

Перелік вихідних даних для розрахунку технологічних параметрів умовного кар'єру основної (спеціальної) частини КБР

Варіанти 1-10

№ з/п	Вихідні дані	Варіант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$m_n, \text{М}$	300	220	330	350	400	360	315	365	255	325
2	$L, \text{М}$	1800	1910	2000	1700	1670	1940	1850	1720	1960	1780
3	$\alpha, ^\circ$	65	70	75	80	85	75	65	60	75	85
4	$h, \text{М}$	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30
5	$X_{\text{М}}$	+15	+25	+10	± 0	+25	+45	+15	+5	+10	+40
6	$\rho_{\text{СК}}, \text{Т/М}^3$	2.8	2.9	3	2.7	2.9	2.9	3	2.7	2.9	2.9
7	$\rho_{\text{КК}}, \text{Т/М}^3$	3.4	3.3	3.3	3.1	3.2	3.3	3.4	3	3.2	3.3
8	$f_{\text{СК}}$	14	14	12	11	13	12	10	12	11	12
9	$f_{\text{КК}}$	15	14	14	15	15	16	14	16	14	14
10	$\beta_n, ^\circ$	40	42	37	38	39	41	40	42	37	38
11	$K_{\text{ср}}$	3	5.3	5.2	6.2	4.1	3.7	4.8	3.7	6.6	3.6
12	$\alpha_y, ^\circ$	70									
13	$K_n, \%$	5	3	5	3	4	5	3	4	5	4
14	$A_{\text{КК}}$	3	2	4	3	4	5	3	4	3	3
15	$i_K, \%$	70	75	72	74	78	80	75	72	74	78

Варіанти 11-20

№ з/п	Вихідні дані	Варіант									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	$m_n, \text{М}$	280	330	285	390	305	350	290	270	360	285
2	$L, \text{М}$	1950	1530	1920	1850	1750	1600	2200	1890	1390	1830
3	$\alpha, ^\circ$	65	70	75	80	85	75	65	60	75	85
4	$h, \text{М}$	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30
5	$X_{\text{М}}$	+60	+85	+30	+40	+35	+20	+15	+25	+15	+5
6	$\rho_{\text{СК}}, \text{Т/М}^3$	2.8	2.9	3	2.7	2.9	2.9	3	3	2.7	2.9
7	$\rho_{\text{КК}}, \text{Т/М}^3$	3.4	3.3	3.3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.3	3.1	3.2
8	$f_{\text{СК}}$	12	11	13	12	14	12	11	13	12	11
9	$f_{\text{КК}}$	14	15	15	16	14	14	15	15	14	15
10	$\beta_n, ^\circ$	42	38	46	45	39	37	41	44	39	45
11	$K_{\text{ср}}$	3.9	6.6	4.4	2.9	5.7	3.9	4.4	3.9	4.3	4.9
12	$\alpha_y, ^\circ$	70									
13	$K_n, \%$	5	4	3	4	4	3	5	3	4	5
14	$A_{\text{КК}}$	4	4	3	5	4	3	5	4	3	4
15	$i_K, \%$	75	77	72	74	75	80	72	74	78	76

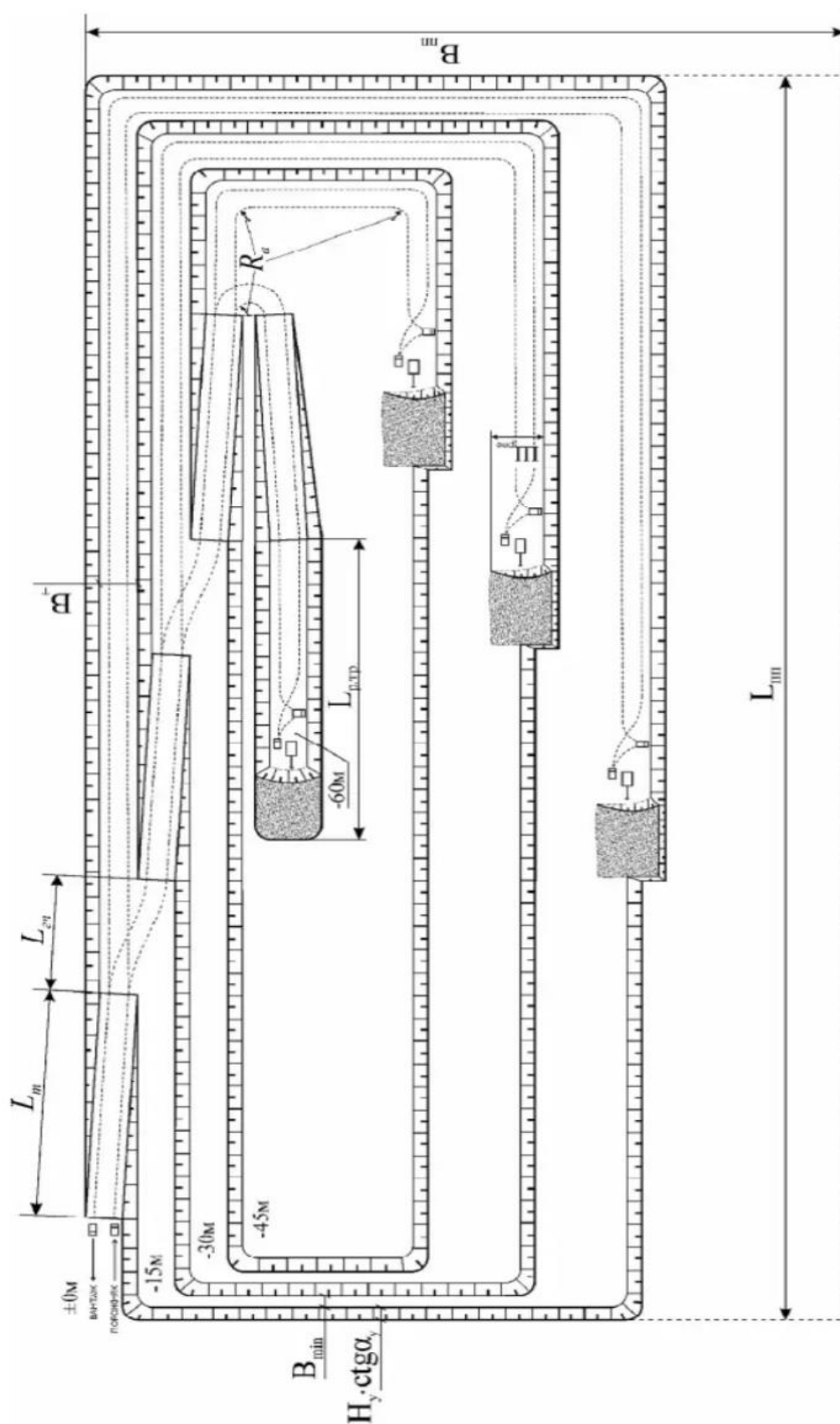


Рис. О.1 Схема до виконання основної частини КБР (комбінована форма траси)

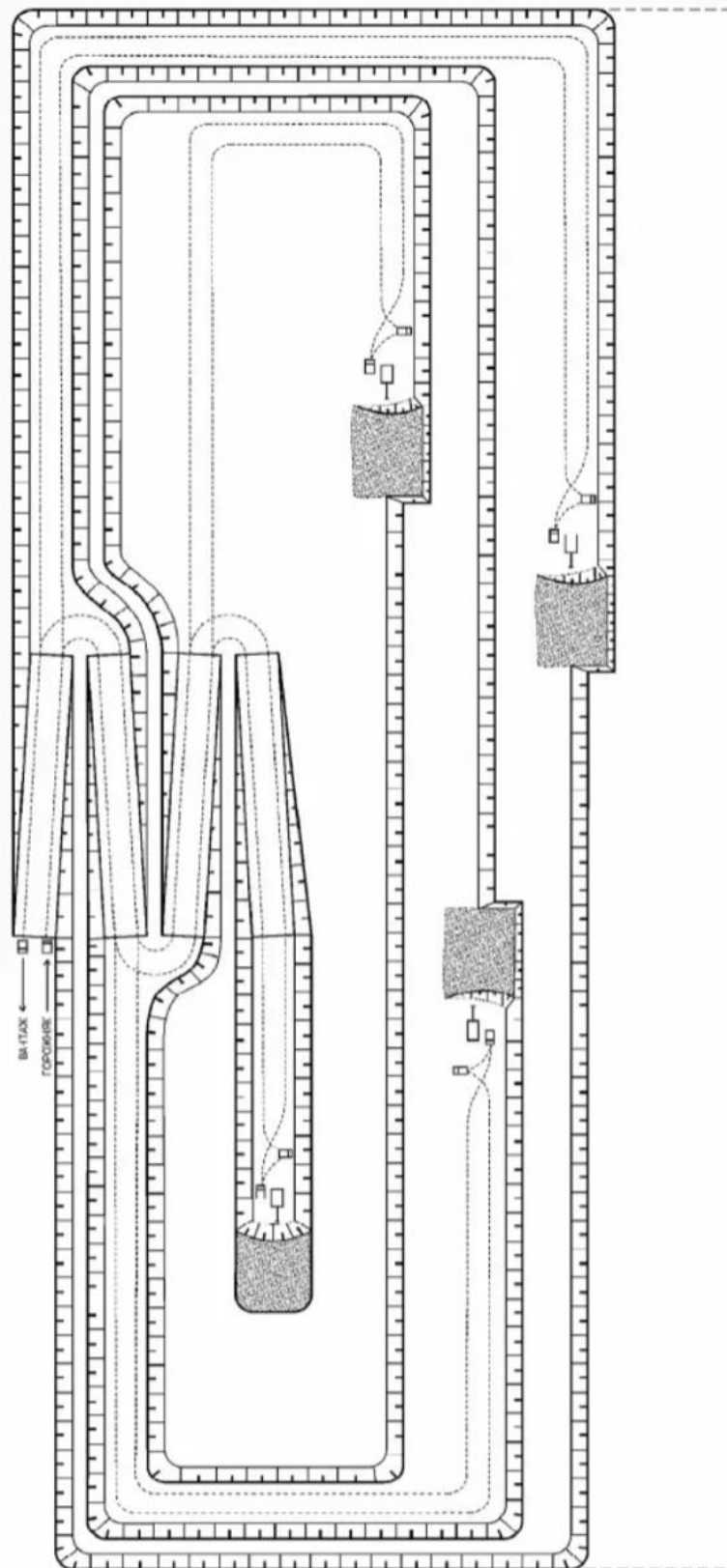


Рис. О.2 Схема до виконання основної частини роботи (петльова та тупікова форма траси).
Основні розміри аналогічні попередній схемі додатку О

**Вихідні дані для розрахунку умовного прикладу основної (спеціальної) частини
кваліфікаційної бакалаврської роботи**

Родовище має форму крутоспадаючого покладу із наступними параметрами:

1. нормальна потужність - $m_{H,M}$;
2. довжина за простяганням $-L = Ld$, м;
3. кути падіння висячого та лежачого боків родовища $-\alpha$, $^{\circ}$;
4. глибина залягання родовища h , м;
5. відмітка денної поверхні X м;
6. густина розкритих порід ρ_{CK} , T/M^3 ;
7. густина корисної копалини ρ_{KK} , T/m^3 ;
8. коефіцієнт міцності розкритих порід f_{CK} ;
9. коефіцієнт міцності корисної копалини f_{KK} .

На базі даного родовища проектується кар'єр, задані параметри якого:

10. кути укосів неробочих бортів кар'єру - β_{μ} , $^{\circ}$;
11. об'ємний граничний коефіцієнт розкриття - K_{zp} ;
12. кути укосу уступів - α_y , $^{\circ}$;
13. проектні втрати корисної копалини - K_n , %;
14. продуктивність кар'єру по корисній копалині - A_{KK} , млн.т/рік;
15. керівний похил, i_k , %.

Розглянуті вище вихідні дані надаються у табличному вигляді на наступній сторінці та приймаються здобувачем до виконання згідно варіанту. Додаткові вихідні дані та значення коефіцієнтів приймаються здобувачем самостійно, керуючись довідковою або нормативною літературою, з обґрунтуванням у тексті пояснювальної записки.

Графічна частина основної (розрахункової) частини являє собою креслення плану гірничих робіт у кар'єрі на базі умовного родовища, при розкритих чотирьох робочих горизонтах. При цьому, якщо чотири заданих горизонти неможливо розкрити простою формою траси, то для побудови плану кар'єру:

- *непарний номер* варіанту приймає петльову (тупікову) форму траси (зі зміною напрямку руху на кожному горизонті);
- *парний номер* варіанту приймає комбіновану форму траси (зі зміною напрямку руху через 2-3 горизонти).

**Розрахунковий вміст заліза в рудах, що плануються до відпрацювання
на період 2022–2037 років**

Плановані до відпрацювання на період 2022-2037 років балансові запаси залізистих кварцитів розташовані в проектних контурах кар'єру до відмітки мінус 520 м. Розрахунок якісних показників залізистих кварцитів виконаний за даними геологорозвідувальних робіт, з урахуванням експлуатаційної розвідки та даних експлуатації.

Вміст заліза в рудах, планованих до відпрацювання, розраховано за наступною методикою:– в контурі кар'єру по експлуатаційних горизонтах вміст заліза визначено середньоарифметичним способом за 15 метровими інтервалами випробовування свердловин; – розрахунок вмісту заліза по роках експлуатації зроблений середньозваженим способом по обсягам і якості руд на експлуатаційних горизонтах, що увійшли в даний рік експлуатації.

Відповідно до розрахунку нормовані втрати при видобутку прийняті 4,0%, засмічення руд порожніми породами 4,0%. Розрахункові значення втрат та засмічення руд відповідають показникам раніше затвердженого проекту розробки Первомайського родовища (ВАТ „Укргіпроруда”, 2016 р.).

Середній вміст заліза загального та пов'язаного з магнетитом у породах, що засмічують, прийнято відповідно 21,20 % та 14,5 %.

У таблиці Р.1 наведені результати розрахунку вмісту заліза в надрах та з урахуванням разубожування при видобутку.

**Таблиця Р.1 – Розрахунковий вміст заліза в рудах, планованих до відправки на
збагачувальну фабрику у 2022÷2037 роках (з урахування втрат та засмічення)**

Показ- ники	Роки та періоди відпрацювання							
	2022	2023	2024	2025	2026-2030	2031-2035	2036-2037	2022- 2037
Балансові запаси, що погашаються								
тис.т	22600	22600	22600	22600	114600	115000	46000	366000
Fe _{заг.} , %	35,31	35,27	35,41	35,28	35,35	35,38	35,40	35,36
Fe _{магн.} , %	27,49	27,37	27,45	27,40	27,46	27,42	27,39	27,43
Руди, плановані до відправлення на збагачувальну фабрику								
тис.т	22600	22600	22600	22600	114600	115000	46000	366000
Fe _{заг.} , %	34,75	34,71	34,84	34,72	34,78	34,81	34,83	34,79
Fe _{магн.} , %	26,77	26,66	26,73	26,68	26,74	26,70	26,67	26,71

У руді, що планується до подання на збагачувальну фабрику, середній розрахунковий вміст заліза загального складе 34,79 %, при змінах по роках та періодах експлуатації від 34,71 до 34,84 %, заліза, пов'язаного з магнетитом, – 26,71 % при змінах від 26,66 до 26,77 %. Вологість руди, що направляється на збагачувальну фабрику, становить 3,0%.

Згідно з наведеними підсумками розрахунку (таблиця Р.1) на період 2022-2030 років по Першотравневому кар'єру проектом прийнято наступний вміст заліза в руді, що видобувається:– заліза загального – 34,79 %; – заліза, пов'язаного з магнетитом, – 26,71 %.

У таблицях Р.2–Р.5 наведені якісні показники залізистих кварцитів та показники збагачення по експлуатаційних горизонтах за періодами відпрацювання (без урахування втрат та засмічення).

Продовження додатку Р

Таблиця Р.2 – Розрахунковий вміст заліза по експлуатаційних горизонтах Першотравневого кар'єру на 2022 рік

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м ³	тис.т	Масова частка, %											
	g =3,38 т/м ³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
+41	145	490	—	—	—	145	34,85	24,33	—	—	—	34,85	24,33	65,78
+29	165	558	—	—	—	165	33,89	24,29	—	—	—	33,89	24,29	65,82
+17	70	237	—	—	—	70	34,09	25,66	—	—	—	34,09	25,66	65,52
+5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-40	130	439	—	—	—	124	34,37	26,04	6	33,82	23,72	34,34	25,93	65,82
-55	135	456	—	—	—	135	34,79	26,21	—	—	—	34,79	26,21	65,96
-70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-130	160	541	—	—	—	160	33,81	25,64	—	—	—	33,81	25,64	65,45
-145	364	1230	—	—	—	364	34,46	26,76	—	—	—	34,46	26,76	65,35
-160	715	2417	66	33,36	26,51	548	34,61	26,35	101	32,13	25,74	34,14	26,28	66,46
-175	795	2687	—	—	—	710	35,82	26,57	85	33,15	24,76	35,53	26,38	65,90
-190	275	930	—	—	—	275	35,62	27,68	—	—	—	35,62	27,68	66,34
-205	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-235	85	287	—	—	—	85	34,21	27,11	—	—	—	34,21	27,11	65,95
-250	205	692	—	—	—	205	35,81	28,96	—	—	—	35,81	28,96	65,75
-265	380	1285	—	—	—	380	36,48	28,54	—	—	—	36,48	28,54	66,23
-280	695	2349	—	—	—	695	35,94	28,41	—	—	—	35,94	28,41	66,00
-295	839	2836	—	—	—	839	36,15	29,11	—	—	—	36,15	29,11	65,97
-310	819	2768	96	34,87	26,64	723	35,38	28,66	—	—	—	35,32	28,48	66,79
-325	709	2397	—	—	—	709	35,47	27,92	—	—	—	35,47	27,92	66,08
Разом	6686	22600	162	34,25	26,59	6332	35,42	27,58	192	32,63	25,24	35,31	27,49	66,09

Продовження додатку Р

Таблиця Р.3 – Розрахунковий вміст заліза по експлуатаційних горизонтах на 2023 рік

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м³	тис.т	Масова частка, %											
	g =3,38 т/м³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
+29	50	169	—	—	—	50	34,91	24,31	—	—	—	34,91	24,31	65,52
+17	110	372	—	—	—	130	34,78	25,62	—	—	—	34,78	25,62	65,33
+5	80	270	—	—	—	60	33,07	25,37	—	—	—	33,07	25,37	65,27
-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-55	10	34	—	—	—	—	—	—	10	32,73	23,66	32,73	23,66	65,22
-70	20	68	—	—	—	—	—	—	20	31,81	23,27	31,81	23,27	65,43
-85	110	372	—	—	—	110	34,39	26,43	—	—	—	34,39	26,43	65,73
-100	130	439	—	—	—	130	34,13	26,71	—	—	—	34,13	26,71	65,86
-115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-145	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-175	105	355	105	33,72	25,87	—	—	—	—	—	—	33,72	25,87	65,99
-190	621	2099	85	34,25	26,23	463	34,22	27,86	73	32,86	24,80	34,06	27,28	65,76
-205	920	3110	67	34,31	26,05	753	35,49	27,23	100	33,31	23,70	35,17	26,76	65,47
-220	567	1917	—	—	—	567	34,48	27,26	—	—	—	34,48	27,26	65,91
-235	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-265	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-295	80	270	—	—	—	80	36,34	27,21	—	—	—	36,34	27,21	66,33
-310	491	1660	—	—	—	491	35,73	27,35	—	—	—	35,73	27,35	65,93
-325	1061	3586	—	—	—	1061	35,65	28,16	—	—	—	35,65	28,16	66,58
-340	1251	4229	158	33,78	25,84	1093	36,18	27,42	—	—	—	35,88	27,22	66,94
-355	945	3194	153	33,67	26,35	792	36,32	28,77	—	—	—	35,89	28,38	65,50
-370	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-385	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-400	135	456	—	—	—	135	35,22	27,89	—	—	—	35,22	27,89	65,18
Разом	6686	22600	568	33,87	26,07	5915	35,49	27,61	203	32,97	24,05	35,27	27,37	66,04

Продовження додатку Р

Таблиця Р.4 – Розрахунковий вміст заліза по експлуатаційних горизонтах на 2024 рік

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м ³	тис.т	Масова частка, %											
	g =3,38 т/м ³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
+17	25	85	—	—	—	25	34,59	24,65	—	—	—	34,59	24,65	65,62
+5	140	473	—	—	—	140	35,93	25,63	—	—	—	35,93	25,63	65,76
-10	280	946	—	—	—	280	34,23	26,61	—	—	—	34,23	26,61	65,88
-25	210	710	—	—	—	185	35,31	26,83	25	33,19	24,52	35,06	26,56	65,84
-40	265	896	—	—	—	235	35,22	26,74	30	33,04	23,73	34,97	26,40	66,05
-55	140	473	—	—	—	95	35,68	26,82	45	32,17	23,07	34,55	25,61	66,23
-70	30	101	—	—	—	30	35,76	27,03	—	—	—	35,76	27,03	65,82
-85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-115	210	710	—	—	—	150	35,03	26,87	60	32,46	25,65	34,30	26,52	66,23
-130	210	710	—	—	—	140	34,33	27,26	70	33,56	26,91	34,07	27,14	65,75
-145	210	710	—	—	—	130	35,23	27,67	80	33,28	26,33	34,49	27,16	65,93
-160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-205	95	321	95	34,00	26,03	—	—	—	—	—	—	34,00	26,03	65,85
-220	440	1487	152	33,53	25,52	257	35,34	27,98	31	33,12	25,87	34,56	26,98	64,84
-235	851	2877	220	34,22	26,21	611	35,42	27,88	20	34,21	26,40	35,08	27,41	66,04
-250	850	2873	213	34,54	25,94	637	36,72	28,76	—	—	—	36,17	28,05	65,65
-265	383	1295	167	34,32	26,19	216	35,25	27,67	—	—	—	34,84	27,02	66,05
-280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-295	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-325	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-340	251	849	—	—	—	251	36,42	28,78	—	—	—	36,42	28,78	66,48
-355	580	1960	60	34,57	25,66	520	35,32	28,38	—	—	—	35,24	28,10	66,49
-370	1071	3620	164	33,43	25,54	907	36,75	27,62	—	—	—	36,24	27,30	66,17
-385	445	1504	—	—	—	445	36,73	29,83	—	—	—	36,73	29,83	65,98
Разом	6686	22600	1071	34,08	25,91	5254	35,84	27,89	361	33,07	25,55	35,41	27,45	65,96

Продовження додатку Р

Таблиця Р.5 – Розрахунковий вміст заліза по експлуатаційних горизонтах на 2025 рік

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м ³	тис.т	Масова частка, %											
	g =3,38 т/м ³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
-70	15	51	—	—	—	—	—	—	15	33,94	24,63	33,94	24,63	65,72
-85	195	659	—	—	—	115	34,65	25,32	80	34,67	25,21	34,66	25,27	65,11
-100	380	1285	—	—	—	110	34,51	26,23	270	34,23	24,81	34,31	25,22	66,32
-115	355	1200	—	—	—	150	35,77	26,42	205	33,58	26,21	34,51	26,30	66,00
-130	259	875	—	—	—	117	35,04	25,38	142	34,06	25,84	34,50	25,63	65,07
-145	351	1186	—	—	—	177	35,75	26,52	174	34,56	26,47	35,16	26,50	65,75
-160	465	1572	—	—	—	270	34,36	26,38	195	35,07	26,51	34,66	26,43	65,85
-175	385	1301	—	—	—	199	33,96	27,45	186	34,46	26,28	34,20	26,88	65,38
-190	274	926	—	—	—	124	35,18	27,26	150	35,24	26,33	35,21	26,75	66,10
-205	158	534	—	—	—	33	35,58	26,24	125	33,22	25,87	33,71	25,95	65,70
-220	64	216	—	—	—	23	35,57	25,33	41	33,41	27,36	34,19	26,63	64,87
-235	225	761	—	—	—	153	35,43	27,31	72	34,07	28,74	34,99	27,77	65,57
-250	336	1136	—	—	—	238	36,54	27,57	98	34,12	28,31	35,83	27,79	66,18
-265	800	2704	—	—	—	800	35,65	28,38	—	—	—	35,65	28,38	65,92
-280	724	2447	104	34,32	26,27	620	36,28	29,29	—	—	—	36,00	28,86	65,73
-295	154	521	71	33,82	27,66	84	34,22	27,52	—	—	—	34,04	27,58	65,72
-310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-325	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-355	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-370	199	673	—	—	—	199	35,31	27,77	—	—	—	35,31	27,77	65,57
-385	445	1504	89	34,87	25,70	356	36,59	28,72	—	—	—	36,25	28,12	66,73
-400	688	2326	50	34,04	26,88	638	36,84	28,65	—	—	—	36,64	28,52	66,63
-415	214	723	—	—	—	214	35,10	28,89	—	—	—	35,10	28,89	67,06
Разом	6686	22600	314	34,32	26,52	4619	35,72	27,91	1753	34,29	26,21	35,28	27,40	65,97

Продовження додатку Р

Таблиця Р.6 – Розрахунковий вміст заліза по експлуатаційних горизонтах на період 2026-2030 роки

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м ³	тис.т	Масова частка, %											
	g = 3,38 т/м ³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
+29	80	270	80	32,82	25,30	—	—	—	—	—	—	32,82	25,30	65,49
+17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+5	5	17	5	33,38	25,08	—	—	—	—	—	—	33,38	25,08	65,77
-10	30	101	30	33,20	25,70	—	—	—	—	—	—	33,20	25,70	65,45
-25	120	406	59	34,37	25,33	—	—	—	61	32,53	25,37	33,43	25,35	65,25
-40	205	693	142	33,89	25,33	—	—	—	63	33,25	24,84	33,69	25,18	66,42
-55	400	1352	223	33,48	24,53	—	—	—	117	34,47	24,26	33,92	24,41	65,99
-70	730	2467	383	34,73	25,57	—	—	—	347	33,52	25,06	34,16	25,33	65,09
-85	730	2467	203	34,32	25,04	—	—	—	527	34,01	24,21	34,10	24,44	65,67
-100	910	3076	157	34,87	24,73	—	—	—	753	33,71	24,08	33,91	24,19	65,40
-115	915	3093	109	33,59	26,57	—	—	—	806	33,61	24,41	33,61	24,67	65,29
-130	850	2873	46	34,77	25,81	—	—	—	804	34,65	25,74	34,66	25,74	65,79
-145	875	2958	112	33,67	24,91	—	—	—	763	34,79	25,67	34,65	25,57	65,50
-160	249	842	—	—	—	249	34,16	25,48	—	—	—	34,16	25,48	65,33
-175	860	2907	—	—	—	252	35,67	26,47	608	34,26	26,16	34,67	26,25	65,17
-190	685	2315	—	—	—	579	33,87	27,74	106	34,14	26,35	33,91	27,53	66,18
-205	645	2180	—	—	—	586	34,89	27,02	59	35,65	25,61	34,96	26,89	65,52
-220	635	2146	—	—	—	602	35,74	26,81	33	34,51	24,26	35,68	26,68	66,53
-235	670	2265	38	34,14	27,61	528	34,27	27,52	104	35,26	25,61	34,42	27,23	65,26
-250	425	1437	—	—	—	362	35,38	28,33	63	33,92	24,97	35,16	27,83	66,40
-265	340	1149	—	—	—	340	35,94	26,96	—	—	—	35,94	26,96	66,62
-280	580	1960	38	33,64	26,57	537	35,53	28,54	6	34,99	24,29	35,40	28,37	65,83
-295	1470	4969	4	35,14	27,61	1466	35,80	27,33	—	—	—	35,80	27,33	66,93
-310	2235	7554	439	34,58	26,33	1796	34,63	26,21	—	—	—	34,62	26,23	65,13
-325	2585	8737	516	35,19	26,57	2069	35,71	27,39	—	—	—	35,61	27,23	65,48
-340	2525	8535	451	35,27	26,59	2074	36,31	28,37	—	—	—	36,12	28,05	66,50
-355	2440	8247	485	35,02	27,41	1955	35,37	28,43	—	—	—	35,30	28,23	65,64
-370	2490	8416	499	34,31	27,73	2020	35,72	29,51	—	—	—	35,44	29,15	66,65

Продовження додатку Р

Закінчення таблиці Р.6

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м ³	тис.т	Масова частка, %											
	g =3,38 т/м ³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
-385	2815	9515	588	35,51	26,78	2227	36,47	28,17	—	—	—	36,27	27,88	66,19
-400	2785	9414	519	35,57	27,33	2266	35,51	29,57	—	—	—	35,52	29,15	66,21
-415	2200	7436	58	34,92	26,51	2142	36,78	29,39	—	—	—	36,73	29,31	66,85
-430	790	2670	—	—	—	790	37,00	29,63	—	—	—	37,00	29,63	66,39
-445	520	1758	—	—	—	520	36,41	28,74	—	—	—	36,41	28,74	65,58
-460	111	375	—	—	—	111	35,39	28,89	—	—	—	35,39	28,89	66,81
Разом	33905	114600	5183	34,78	26,46	23441	35,75	28,22	5281	34,15	25,06	35,35	27,46	65,99

Додаток С

Відомість існуючого (на 2021р.) облікового парку основного гірничого устаткування в
Першотравневому кар'єрі та на відвалах наведена в таблиці С.1.

Таблиця С.1 – Відомість існуючого облікового парку основного гірничого устаткування

№ з/п	Найменування основних засобів	Інв. №	Дата введення	Первинна вартість, грн.	Залишкова вартість, грн.	% зносу
Екскаваторно-автомобільний комплекс						
1	ЕКГ-10 госп. №2	61801	01.05.2006	53 861 777	38 600 940	28%
2	ЕКГ-10 госп. №4	62391	28.02.2007	11 029 000	9 650 375	12%
3	ЕКГ-10 госп. №10	61973	31.10.2006	11 029 000	9 374 650	15%
4	ЕКГ-10 госп. №12	64540	31.05.2008	80 939 921	62 053 940	23%
5	ЕКГ-10 госп. №16	55620	01.12.1990	11 029 000	7 720 300	30%
6	Hitachi EX3600-6 госп. №24	65240	30.10.2009	2 428 839	1 983 551	18%
7	Hitachi EX3600-6 госп. №25	65299	30.04.2010	19 484 000	12 664 600	35%
8	ЕКГ-10 госп. №38	65640	31.10.2011	14 181 000	12 456 284	12%
9	ЕКГ-12К госп. №39	4810000188	28.02.2018	119 810 000	112 321 875	6%
10	ЕКГ-12К госп. №40	4810000250	31.12.2018	125 273 000	117 443 438	6%
11	ЕКГ-12К госп. №41	4810000443	30.11.2019	119 575 557	112 102 085	6%
12	ЕКГ-12К госп. №43	4810000521	31.07.2020	119 257 253	115 778 917	3%
13	ЕКГ-12К госп. №45	4810000560	30.11.2020	131 391 338	129 748 947	1%
14	ЕКГ-12К госп. №50	4810000532	31.08.2020	129 704 308	129 163 873	0%
15	ЕКГ-12К (новий)		жовтень 2021р.			0%
Відвантаження розкриву на залізничний транспорт						
1	ЕКГ-8І госп. №18	45670	01.02.1982	1 875 431	0	100%
2	ЕКГ-10 госп. №17	63830	31.07.2007	14 181 000	9 926 700	30%
Перевантаження розкривних порід та відвантаження руди						
1	ЕКГ-5А госп. №28	46846	01.12.1982	366 000	0	100% (списання)
2	ЕКГ-10 госп. №3	55452	01.06.1990	14 181 000	10 192 594	28%
3	ЕКГ-10 госп. №31	56054	01.02.1992	11 029 000	5 514 500	50%
4	ЕКГ-8І госп. №34	51570	01.10.1986	18 340 000	12 838 000	30%
5	ЕКГ-8І госп. №44	55056	01.11.1989	20 632 000	5 158 000	75%
6	ЕКГ-10 госп. №1	61721	01.03.2006	12 605 000	10 714 250	15%
7	ЕКГ-10 госп. №37	64781	31.10.2008	12 605 000	11 344 500	10%
8	Hitachi EX3600-6. госп. №29	65368	30.09.2010	43 144 699	30 920 367	28%
9	ЕКГ-5А госп. №36	4810000071	31.01.2017	3 822 000	3 450 130	10%
10	ЕКГ-5А (новий) *		жовтень 2021р.			0%
11	ЕКГ-5А (новий) *		вересень 2021р.			0%
12	ЕКГ-8І госп. №11	51824	01.12.1986	20 632 000	10 316 000	50%
13	ЕКГ-10 госп. №16	55620	01.12.1990	11 029 000	7 720 300	30%
14	ЕКГ-10 госп. №38	65640	31.10.2011	14 181 000	12 456 284	12%

Продовження таблиці С.1

№ з/п	Найменування основних засобів	Інв. №	Дата введення	Первинна вартість, грн.	Остат. вартість, грн	% зносу
Залізничний відвал						
1	ЕКГ-8І госп. №6	50723	28.02.1986	20 632 000	12 895 000	37%
2	ЕКГ-6.3 госп. №7	54051	30.10.1988	148 933	148 933	0%
3	ЕКГ-8І госп. №19	38524	01.11.1977	4 861 000	2 430 500	50%
4	ЕКГ-8І госп. №20	43283	01.12.1980	3 180 000	2 226 000	30%
5	ЕКГ-8І госп. №21	43284	01.12.1980	16 047 000	11 232 900	30%
6	ЕКГ-8І госп. №22	45378	01.12.1981	18 340 000	0	100% (списання)
7	ЕКГ-8І госп. №23	51102	01.06.1986	29 721 125	22 786 196	23%
8	ЕКГ-8І госп. №30	53669	01.03.1988	20 632 000	12 895 000	37%
8	ЕКГ-8І госп. №44	55056	01.11.1989	20 632 000	5 158 000	75%
Бурове обладнання						
1	Atlas Copco DM 75E госп. №6	4810000134	31.10.2017	31 170 000	19 481 250	37%
2	Atlas Copco DM 75D госп. №8	4810000128	30.09.2017	30 025 000	18 765 625	37%
3	Atlas Copco DM 75E госп. №19	4810000372	30.09.2019	31 201 136	26 780 975	14%
4	Ferdinand. госп. №9	65617	30.09.2011	1 609 340	402 335	75%
5	Ferdinand госп. №10	65413	30.06.2019	13 994 000	8 746 250	37%
6	Ferdinand.госп. №11	66000	31.07.2013	5 766 485	2 883 243	50%
7	СБШ-250 МНА-32 госп. №15	63832	31.07.2007	997 000	249 250	75%
8	СБШ-250 МНА-32 госп. №16	64622	31.08.2008	3 142 000	1 571 000	50%
9	СБШ-250 МНА-32 госп. №17	64662	31.08.2008	3 142 000	1 571 000	50%
10	СБШ-250 МНА-32 госп. №2	64539	31.05.2008	1	0	100% (списання)
11	СБШ-250 МНА-32 госп. №4	61720	01.03.2006	1	0	100% (списання)
12	СБШ-250 МНА-32 госп. №14	61939	31.08.2006	255 298	255298,33	0%
13	СБШ-250 МНА-32 госп. №12	63442	30.03.2007	5 485 052	4 875 602	11%
14	КСБШ-250 МНА-32 госп. №18	66094	31.05.2014	4 175 000	2 087 500	50%
15	ЕPIROC FLEXIROC D 60 (новий) або аналог		червень 2021р.			
* - або замість двох ЕКГ-5А (нових) 1 гідравлічний екскаватор						

Додаток Т

У таблицях Т.1–Т.5 наведені якісні показники залізистих кварцитів та показники збагачення по експлуатаційних горизонтах за періодами відпрацювання (без урахування втрат та засмічення).

Таблиця Т.1 – Розрахунковий вміст заліза по експлуатаційних горизонтах на 2022 рік

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м ³	тис.т	Масова частка, %											
	g = 3,38 т/м ³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
+41	145	490	—	—	—	145	34,85	24,33	—	—	—	34,85	24,33	65,78
+29	165	558	—	—	—	165	33,89	24,29	—	—	—	33,89	24,29	65,82
+17	70	237	—	—	—	70	34,09	25,66	—	—	—	34,09	25,66	65,52
+5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-40	130	439	—	—	—	124	34,37	26,04	6	33,82	23,72	34,34	25,93	65,82
-55	135	456	—	—	—	135	34,79	26,21	—	—	—	34,79	26,21	65,96
-70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-130	160	541	—	—	—	160	33,81	25,64	—	—	—	33,81	25,64	65,45
-145	364	1230	—	—	—	364	34,46	26,76	—	—	—	34,46	26,76	65,35
-160	715	2417	66	33,36	26,51	548	34,61	26,35	101	32,13	25,74	34,14	26,28	66,46
-175	795	2687	—	—	—	710	35,82	26,57	85	33,15	24,76	35,53	26,38	65,90
-190	275	930	—	—	—	275	35,62	27,68	—	—	—	35,62	27,68	66,34
-205	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-235	85	287	—	—	—	85	34,21	27,11	—	—	—	34,21	27,11	65,95
-250	205	692	—	—	—	205	35,81	28,96	—	—	—	35,81	28,96	65,75
-265	380	1285	—	—	—	380	36,48	28,54	—	—	—	36,48	28,54	66,23
-280	695	2349	—	—	—	695	35,94	28,41	—	—	—	35,94	28,41	66,00
-295	839	2836	—	—	—	839	36,15	29,11	—	—	—	36,15	29,11	65,97
-310	819	2768	96	34,87	26,64	723	35,38	28,66	—	—	—	35,32	28,48	66,79
-325	709	2397	—	—	—	709	35,47	27,92	—	—	—	35,47	27,92	66,08
Разом	6686	22600	162	34,25	26,59	6332	35,42	27,58	192	32,63	25,24	35,31	27,49	66,09

Таблиця Т.2 – Розрахунковий вміст заліза по експлуатаційних горизонтах на 2023 рік

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м ³	тис.т	Масова частка, %											
	g = 3,38 т/м ³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
+29	50	169	—	—	—	50	34,91	24,31	—	—	—	34,91	24,31	65,52
+17	110	372	—	—	—	130	34,78	25,62	—	—	—	34,78	25,62	65,33
+5	80	270	—	—	—	60	33,07	25,37	—	—	—	33,07	25,37	65,27
-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-55	10	34	—	—	—	—	—	—	10	32,73	23,66	32,73	23,66	65,22
-70	20	68	—	—	—	—	—	—	20	31,81	23,27	31,81	23,27	65,43
-85	110	372	—	—	—	110	34,39	26,43	—	—	—	34,39	26,43	65,73
-100	130	439	—	—	—	130	34,13	26,71	—	—	—	34,13	26,71	65,86
-115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-145	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-175	105	355	105	33,72	25,87	—	—	—	—	—	—	33,72	25,87	65,99
-190	621	2099	85	34,25	26,23	463	34,22	27,86	73	32,86	24,80	34,06	27,28	65,76
-205	920	3110	67	34,31	26,05	753	35,49	27,23	100	33,31	23,70	35,17	26,76	65,47
-220	567	1917	—	—	—	567	34,48	27,26	—	—	—	34,48	27,26	65,91
-235	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-265	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-295	80	270	—	—	—	80	36,34	27,21	—	—	—	36,34	27,21	66,33
-310	491	1660	—	—	—	491	35,73	27,35	—	—	—	35,73	27,35	65,93
-325	1061	3586	—	—	—	1061	35,65	28,16	—	—	—	35,65	28,16	66,58
-340	1251	4229	158	33,78	25,84	1093	36,18	27,42	—	—	—	35,88	27,22	66,94
-355	945	3194	153	33,67	26,35	792	36,32	28,77	—	—	—	35,89	28,38	65,50
-370	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-385	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-400	135	456	—	—	—	135	35,22	27,89	—	—	—	35,22	27,89	65,18
Разом	6686	22600	568	33,87	26,07	5915	35,49	27,61	203	32,97	24,05	35,27	27,37	66,04

Таблиця Т.3 – Розрахунковий вміст заліза по експлуатаційних горизонтах на 2024 рік

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м ³	тис.т	Масова частка, %											
	g = 3,38 т/м ³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
+17	25	85	—	—	—	25	34,59	24,65	—	—	—	34,59	24,65	65,62
+5	140	473	—	—	—	140	35,93	25,63	—	—	—	35,93	25,63	65,76
-10	280	946	—	—	—	280	34,23	26,61	—	—	—	34,23	26,61	65,88
-25	210	710	—	—	—	185	35,31	26,83	25	33,19	24,52	35,06	26,56	65,84
-40	265	896	—	—	—	235	35,22	26,74	30	33,04	23,73	34,97	26,40	66,05
-55	140	473	—	—	—	95	35,68	26,82	45	32,17	23,07	34,55	25,61	66,23
-70	30	101	—	—	—	30	35,76	27,03	—	—	—	35,76	27,03	65,82
-85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-115	210	710	—	—	—	150	35,03	26,87	60	32,46	25,65	34,30	26,52	66,23
-130	210	710	—	—	—	140	34,33	27,26	70	33,56	26,91	34,07	27,14	65,75
-145	210	710	—	—	—	130	35,23	27,67	80	33,28	26,33	34,49	27,16	65,93
-160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-175	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-205	95	321	95	34,00	26,03	—	—	—	—	—	—	34,00	26,03	65,85
-220	440	1487	152	33,53	25,52	257	35,34	27,98	31	33,12	25,87	34,56	26,98	64,84
-235	851	2877	220	34,22	26,21	611	35,42	27,88	20	34,21	26,40	35,08	27,41	66,04
-250	850	2873	213	34,54	25,94	637	36,72	28,76	—	—	—	36,17	28,05	65,65
-265	383	1295	167	34,32	26,19	216	35,25	27,67	—	—	—	34,84	27,02	66,05
-280	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-295	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-325	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-340	251	849	—	—	—	251	36,42	28,78	—	—	—	36,42	28,78	66,48
-355	580	1960	60	34,57	25,66	520	35,32	28,38	—	—	—	35,24	28,10	66,49
-370	1071	3620	164	33,43	25,54	907	36,75	27,62	—	—	—	36,24	27,30	66,17
-385	445	1504	—	—	—	445	36,73	29,83	—	—	—	36,73	29,83	65,98
Разом	6686	22600	1071	34,08	25,91	5254	35,84	27,89	361	33,07	25,55	35,41	27,45	65,96

Таблиця Т.4 – Розрахунковий вміст заліза по експлуатаційних горизонтах на 2025 рік

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м ³	тис.т	Масова частка, %											
	g = 3,38 т/м ³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
-70	15	51	—	—	—	—	—	—	15	33,94	24,63	33,94	24,63	65,72
-85	195	659	—	—	—	115	34,65	25,32	80	34,67	25,21	34,66	25,27	65,11
-100	380	1285	—	—	—	110	34,51	26,23	270	34,23	24,81	34,31	25,22	66,32
-115	355	1200	—	—	—	150	35,77	26,42	205	33,58	26,21	34,51	26,30	66,00
-130	259	875	—	—	—	117	35,04	25,38	142	34,06	25,84	34,50	25,63	65,07
-145	351	1186	—	—	—	177	35,75	26,52	174	34,56	26,47	35,16	26,50	65,75
-160	465	1572	—	—	—	270	34,36	26,38	195	35,07	26,51	34,66	26,43	65,85
-175	385	1301	—	—	—	199	33,96	27,45	186	34,46	26,28	34,20	26,88	65,38
-190	274	926	—	—	—	124	35,18	27,26	150	35,24	26,33	35,21	26,75	66,10
-205	158	534	—	—	—	33	35,58	26,24	125	33,22	25,87	33,71	25,95	65,70
-220	64	216	—	—	—	23	35,57	25,33	41	33,41	27,36	34,19	26,63	64,87
-235	225	761	—	—	—	153	35,43	27,31	72	34,07	28,74	34,99	27,77	65,57
-250	336	1136	—	—	—	238	36,54	27,57	98	34,12	28,31	35,83	27,79	66,18
-265	800	2704	—	—	—	800	35,65	28,38	—	—	—	35,65	28,38	65,92
-280	724	2447	104	34,32	26,27	620	36,28	29,29	—	—	—	36,00	28,86	65,73
-295	154	521	71	33,82	27,66	84	34,22	27,52	—	—	—	34,04	27,58	65,72
-310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-325	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-355	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-370	199	673	—	—	—	199	35,31	27,77	—	—	—	35,31	27,77	65,57
-385	445	1504	89	34,87	25,70	356	36,59	28,72	—	—	—	36,25	28,12	66,73
-400	688	2326	50	34,04	26,88	638	36,84	28,65	—	—	—	36,64	28,52	66,63
-415	214	723	—	—	—	214	35,10	28,89	—	—	—	35,10	28,89	67,06
Разом	6686	22600	314	34,32	26,52	4619	35,72	27,91	1753	34,29	26,21	35,28	27,40	65,97

Продовження Додатку Т

Таблиця Т.5 – Розрахунковий вміст заліза по експлуатаційних горизонтах на період 2026-2030 роки

Відмітка горизонту, м	Об'єми видобутку													
	всього		у тому числі по ділянках											
	тис.м ³	тис.т	Масова частка, %											
	g =3,38 т/м ³		ділянка південна та південно-східна (рудне тіло 1)			ділянка північна (рудне тіло 2)			ділянка західна (рудне тіло 3)			Всього		
			тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	тис.м ³	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	Fe _{конц.}
+29	80	270	80	32,82	25,30	—	—	—	—	—	—	32,82	25,30	65,49
+17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+5	5	17	5	33,38	25,08	—	—	—	—	—	—	33,38	25,08	65,77
-10	30	101	30	33,20	25,70	—	—	—	—	—	—	33,20	25,70	65,45
-25	120	406	59	34,37	25,33	—	—	—	61	32,53	25,37	33,43	25,35	65,25
-40	205	693	142	33,89	25,33	—	—	—	63	33,25	24,84	33,69	25,18	66,42
-55	400	1352	223	33,48	24,53	—	—	—	117	34,47	24,26	33,92	24,41	65,99
-70	730	2467	383	34,73	25,57	—	—	—	347	33,52	25,06	34,16	25,33	65,09
-85	730	2467	203	34,32	25,04	—	—	—	527	34,01	24,21	34,10	24,44	65,67
-100	910	3076	157	34,87	24,73	—	—	—	753	33,71	24,08	33,91	24,19	65,40
-115	915	3093	109	33,59	26,57	—	—	—	806	33,61	24,41	33,61	24,67	65,29
-130	850	2873	46	34,77	25,81	—	—	—	804	34,65	25,74	34,66	25,74	65,79
-145	875	2958	112	33,67	24,91	—	—	—	763	34,79	25,67	34,65	25,57	65,50
-160	249	842	—	—	—	249	34,16	25,48	—	—	—	34,16	25,48	65,33
-175	860	2907	—	—	—	252	35,67	26,47	608	34,26	26,16	34,67	26,25	65,17
-190	685	2315	—	—	—	579	33,87	27,74	106	34,14	26,35	33,91	27,53	66,18
-205	645	2180	—	—	—	586	34,89	27,02	59	35,65	25,61	34,96	26,89	65,52
-220	635	2146	—	—	—	602	35,74	26,81	33	34,51	24,26	35,68	26,68	66,53
-235	670	2265	38	34,14	27,61	528	34,27	27,52	104	35,26	25,61	34,42	27,23	65,26
-250	425	1437	—	—	—	362	35,38	28,33	63	33,92	24,97	35,16	27,83	66,40
-265	340	1149	—	—	—	340	35,94	26,96	—	—	—	35,94	26,96	66,62
-280	580	1960	38	33,64	26,57	537	35,53	28,54	6	34,99	24,29	35,40	28,37	65,83
-295	1470	4969	4	35,14	27,61	1466	35,80	27,33	—	—	—	35,80	27,33	66,93
-310	2235	7554	439	34,58	26,33	1796	34,63	26,21	—	—	—	34,62	26,23	65,13
-325	2585	8737	516	35,19	26,57	2069	35,71	27,39	—	—	—	35,61	27,23	65,48
-340	2525	8535	451	35,27	26,59	2074	36,31	28,37	—	—	—	36,12	28,05	66,50
-355	2440	8247	485	35,02	27,41	1955	35,37	28,43	—	—	—	35,30	28,23	65,64
-370	2490	8416	499	34,31	27,73	2020	35,72	29,51	—	—	—	35,44	29,15	66,65
-385	2815	9515	588	35,51	26,78	2227	36,47	28,17	—	—	—	36,27	27,88	66,19
-400	2785	9414	519	35,57	27,33	2266	35,51	29,57	—	—	—	35,52	29,15	66,21
-415	2200	7436	58	34,92	26,51	2142	36,78	29,39	—	—	—	36,73	29,31	66,85
-430	790	2670	—	—	—	790	37,00	29,63	—	—	—	37,00	29,63	66,39
-445	520	1758	—	—	—	520	36,41	28,74	—	—	—	36,41	28,74	65,58
-460	111	375	—	—	—	111	35,39	28,89	—	—	—	35,39	28,89	66,81
Разом	33905	114600	5183	34,78	26,46	23441	35,75	28,22	5281	34,15	25,06	35,35	27,46	65,99

Додаток У

Хронологія реалізації проектних рішень за проектним порядком виробництва гірничих робіт, переносу/ліквідації ПП і комплексу ЦПТ зведена в таблицю 5.6. У післяпроектний період (після 2037 р. і до кінця розробки в проектних контурах) протягом 16 років триває стабільне відпрацювання родовища з цільовою потужністю у 23 млн.т, що ототожнене з роботою проєктованих комплексів ЦПТ горизонт -265 м/-415 м. Після ліквідації комплексів ЦПТ можливе відпрацювання ціликів під ними у режимі загасання гірничих робіт.

Таблиця У.1 – Порядок здійснення гірничих робіт в Першотравневому кар'єрі на 2022-2037 роки

Номер з/п	Основні технічні рішення по гірничих роботах	Період реалізації
1	Ліквідація ПП №18. Формування постійної системи залізничних з'їздів на ділянці північного борту від ст. „Горизонт +31 м” до горизонту +5 м з організацією ПП +5/+17 м	2022-2025 рр.
2	Формування по північно-західному й західному бортах ковзаючої системи автоз'їздів, що пов'язує робочі майданчики з перевантажувальними пунктами	
3	Формування тимчасової системи автоз'їздів по південно-східному борту до концентраційного горизонту ЦПТ горизонт мінус 193 м	
4	Формування майданчика під розташування проектного насипного ПП+5/+15м, планованого до експлуатації після ліквідації в наступному періоді існуючих ПП	
5	Зберігаються відвали „Західний” і внутрішній „Південно-західний”; ПП №№ 12, 14, 16, 17, 19	
6	Ліквідація існуючого ПП № 19	2026-2030 рр.
7	Будівництво біля Північної траншеї поверхневого ПП +89/+102 м: - для часткового розбирання відвалу „Західний” (з боку кар'єру) на автотранспорт; - для розбирання на автотранспорт у початковий період „Південно-західного” відвалу	
8	Будівництво другого ПП +5/+17 м на північному борту кар'єру (залізничні колії заводяться через ст. „Горизонт +31 м”)	
9	Часткове розбирання відвалу „Західний” з боку західного борту кар'єру на автотранспорт ($V =$ не менше 4,5 млн.м ³ при коефіцієнті залишкового розпушення $K_p=1,2$)	
10	Повне розбирання внутрішнього „Південно-західного” відвалу ($V = 11,733$ млн.м ³ при коефіцієнті залишкового розпушення $K_p=1,2$) на залізничний транспорт по прямому вивезенню через Північну траншею в зовнішні відвали; частина обсягу розкриву допрацьовується на автотранспорт і вивозиться в зовнішні відвали через перевантажувальний пункт	
11	Мінімальне рознесення західного борту кар'єру під будівництво ПП і ЦПТ горизонт мінус 265 м	

12	Після ліквідації „Південно-західного” відвалу ділянка західного борту кар'єру формується в тимчасово неробоче положення до горизонту +53 м, на площадці якого розміщується подвійний перевантажувальний пункт ПП +53/+65 м (залізничні колії заводяться через Північну траншею)	
13	Ліквідація існуючих ПП №№ 14, 16, 17, що стримують розвиток південно-західного борту	
14	Будівництво внутрішньокар'єрного ПП в позначках -22/-10 м на західному борту кар'єру (залізничні колії заводяться через Південну траншею)	
15	Зберігається існуючий ПП №12, проєктовані внутрішньокар'єрний подвійний ПП+5/+17 м на північному борту кар'єру й поверхневий ПП +89/+102 м біля Північної траншеї	2031-2035 рр.
16	Будівництво внутрішньокар'єрного подвійного ПП в позначках -25/-13 м на західному борту кар'єру (залізничні колії заводяться через Південну траншею)	
17	Реконструкція заїзду в кар'єр, облаштування будмайданчика в районі СП № 1П	
18	Формування західного борту під відкритий конвеєрний тракт проєктованого ЦПТ і майданчика розвантаження на концентраційному горизонті мінус 265 м	
19	Уведення в експлуатацію проєктованого комплексу ЦПТ горизонт мінус 265 м	кінець 2035 р.- початок 2036 р.
20	Цільові обсяги видобутку руди підтримуються за рахунок відпрацювання (ліквідації) цілика під існуючим комплексом ЦПТ горизонт мінус 193 м	2036- 2037 рр.
21	Поступове погашення тимчасової системи автоз'їздів на південно-східному борту (до концентраційного горизонту існуючого ЦПТ горизонт мінус 193 м) і формування борту на кінцевому контурі	
22	Період 16 років - стабільна робота (з цільовою потужністю) на проєктні ЦПТ гор.-265м/-415м. Період 5 років - ліквідація ціликів під проєктними ЦПТ гор. -265м/-415 м (загасання гірничих робіт)	післяпроє ктний період (після 2037 р. і до кінця розробки в проєктних контурах)

Таблиця Ф.1 – Проектні річні обсяги виймання гірничої маси в кар'єрі у 2022 р.

Позначка горизонту, м	Обсяги виймання порід з розрахунку в цілику									
	Руда		Розкривні породи						Гірнична маса	
	стратиграфічні і горизонти PR_{1SX}^{5+6f}		м'які		скельні				всього розкрив у	
					за технологію	погашення недовиконаних обсягів	всього			
тис.м ³	тис.т	тис.м ³	тис.т	тис.м ³	тис.м ³	тис.м ³	тис.т	тис.м ³	тис.м ³	
□ =3,38 т/м ³		□ =2,0 т/м ³		□ =2,98 т/м ³						
+89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+65	—	—	375	750	895	—	895	2667	1270	1270
+53	—	—	725	1450	2115	—	2115	6303	2840	2840
+41	145	490	—	—	2070	200	2270	6765	2270	2415
+29	165	558	—	—	1090	100	1190	3546	1190	1355
+17	70	237	—	—	290	50	340	1013	340	410
+5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-40	130	439	—	—	771	50	821	2447	821	951
-55	135	456	—	—	550	50	600	1788	600	735
-70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-100	—	—	—	—	365	—	365	1088	365	365
-115	—	—	—	—	460	—	460	1371	460	460
-130	160	541	—	—	874	50	924	2754	924	1084
-145	364	1230	—	—	420		420	1252	420	784
-160	715	2417	—	—	1110	150	1260	3755	1260	1975
-175	795	2687	—	—	840	—	840	2503	840	1635
-190	275	930	—	—	115	—	115	343	115	390
-205	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-235	85	287	—	—	560	—	560	1669	560	645
-250	205	693	—	—	490	—	490	1460	490	695
-265	380	1285	—	—	450	—	450	1341	450	830
-280	695	2349	—	—	50	—	50	149	50	745
-295	839	2836	—	—	55	—	55	164	55	894
-310	819	2768	—	—	255	—	255	760	255	1074
-325	709	2397	—	—	245	—	245	730	245	954
Всього	6686	22600	1100	2200	14070	650	14720	43866	15820	22506
Коефіцієнт розкриття поточний $K_{p.пот.}=0,67 \text{ м}^3/\text{т}$										
Погашення недовиконаних обсягів розкриття						650 тис.м ³				
Коефіцієнт розкриття включно з погашенням недовиконаного розкриття $K_{p.пот.}=0,70 \text{ м}^3/\text{т}$										
Повторний розкрив (розпушені породи)							—			

Таблиця Ф.2 – Проектні річні обсяги виймання гірничої маси у 2023 р.

Коефіцієнт розкриття експлуатаційний	$K_{p. \text{експл.}} = 0,70 \text{ м}^3/\text{т}$
--------------------------------------	--

Таблиця Ф.4 – Проектні річні обсяги виймання гірничої маси у 2025 р.

[illegible]

Таблиця Ф.5 – Проектні обсяги виймання гірничої маси за період 2026-2030 рр.

Позначка горизонту, м	Обсяги виймання порід з розрахунку в цілику									
	Руда		Розкритві породи						всього розкритву	Гірнича маса
	стратиграфічні горизонти PR ₁ sx ^{5f+6f}		м'які		скельні					
					за техно- логією	погаш ення недови ко- наних обсягі в	всього			
	тис.м ³	тис.т	тис.м ³	тис.т	тис.м ³	тис.м ³	тис.м ³	тис.т	тис.м ³	тис.м ³
	□ =3,38 т/м ³		□ =2,0 т/м ³		□ =2,98 т/м ³					
+89	—	—	620	1240	—	—	—	—	620	620
+77	—	—	335	670	810	—	810	2414	1145	1145
+65	—	—	730	1460	1255	—	1255	3740	1985	1985
+53	—	—	1760	3520	2690	—	2690	8016	4450	4450
+41	—	—	—	—	3380	—	3380	10072	3380	3380
+29	80	270	—	—	3410	—	3410	10162	3410	3490
+17	—	—	—	—	3290	—	3290	9804	3290	3290
+5	5	17	—	—	2985	—	2985	8895	2985	2990
-10	30	101	—	—	3076	400	3476	10358	3476	3506
-25	120	406	—	—	3512	300	3812	11360	3812	3932
-40	205	693	—	—	3832	300	4132	12313	4132	4337
-55	400	1352	—	—	4172	300	4472	13327	4472	4872
-70	730	2467	—	—	4177	300	4477	13341	4477	5207
-85	730	2467	—	—	3574	300	3874	11545	3874	4604
-100	910	3076	—	—	3073	300	3373	10052	3373	4283
-115	915	3093	—	—	2658	200	2858	8517	2858	3773
-130	850	2873	—	—	2255	200	2455	7316	2455	3305
-145	875	2958	—	—	1830		1830	5453	1830	2705
-160	249	842	—	—	1777	400	2177	6487	2177	2426
-175	860	2907	—	—	903	—	903	2691	903	1763
-190	685	2315	—	—	815	—	815	2429	815	1500
-205	645	2180	—	—	557	—	557	1660	557	1202
-220	635	2146	—	—	505	—	505	1505	505	1140
-235	670	2265	—	—	928	—	928	2765	928	1598
-250	425	1437	—	—	780	—	780	2324	780	1205
-265	340	1149	—	—	840	—	840	2503	840	1180
-280	580	1960	—	—	1016	—	1016	3028	1016	1596
-295	1470	4969	—	—	2290	—	2290	6824	2290	3760
-310	2235	7554	—	—	2295	—	2295	6839	2295	4530
-325	2585	8737	—	—	1903	—	1903	5671	1903	4488
-340	2525	8535	—	—	1836	—	1836	5471	1836	4361
-355	2440	8247	—	—	1430	—	1430	4261	1430	3870
-370	2490	8416	—	—	1233	—	1233	3674	1233	3723
-385	2815	9515	—	—	850	—	850	2533	850	3665
-400	2785	9414	—	—	600	—	600	1788	600	3385
-415	2200	7436	—	—	155	—	155	462	155	2355
-430	790	2670	—	—	20	—	20	60	20	810
-445	520	1758	—	—	10	—	10	30	10	530
-460	111	375	—	—	—	—	—	—	—	111
Всього	33905	114600	3445	6890	70722	3000	73722	219690	77167	111072
Коефіцієнт розкритву середній Кр.сер. = 0,65 м³/т										
Погашення недовиконаних обсягів розкритву						3000 тис.м3				
Коефіцієнт розкритву включно з погашенням недовиконаного розкритву, Кр.сер. = 0,67 м³/т										
Повторний розкритв (розпушені породи)						16233 тис.м³				
Коефіцієнт розкритву експлуатаційний Кр.експл. = 0,82 м³/т										



Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок

184-05д-(д) (повторно) 08.06.2026

Науковий керівник / Експерт

Шмельцер К.О.

ІД документа

334235972

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

підрозділ

STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS AND TECHNOLOGY

ЗВІТ

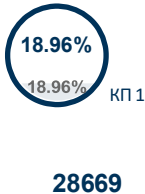
Дата звіту

6/9/2026

Дата редагування

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



Заміна букв		26
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		205

Джерела

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

#	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ
---	--	---------------------------

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ

ДОВІДКА

про підготовку здобувача-випускника

Князь Вадима Миколайовича

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Кафедра ХТІ Хімічних технологій та інженерії

Спеціальність 184 Гірництво

(шифр, назва)

Назва (кваліфікаційна бакалаврська робота)

Тема кваліфікаційної бакалаврської роботи «Розробка родовища залізних руд
Першотравневим кар'єром з вибором структури комплексної механізації на ПрАТ
«ПівнГЗК»
»

Керівник кваліфікаційної бакалаврської роботи: проф., д.т.н. Темченко О.А.

(посада, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

Оцінки по розділах роботи

№ з/п	Найменування розділу роботи	Консультант	Зараховано / не зараховано	Дата	Підпис консультанта	Примітка
1	Аналітична частина	проф., д.т.н. Темченко О.	Зараховано	2.06.2026		
2	Основна частина	проф., д.т.н. Темченко О.	Зараховано	2.06.2026		
3	Екологічні аспекти, охорона праці та цивільний захист	проф., д.т.н. Темченко О.	Зараховано	2.06.2026		

Завідувач кафедри
ХТІ

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

« _____ » 20__ р.

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра хімічних технологій та інженерії

**ВІДГУК КЕРІВНИКА
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

Здобувача

Князь Вадима Миколайовича

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Групи ГР.-23ск

Тема кваліфікаційної бакалаврської роботи: **Розробка родовища залізних руд Першотравневим кар'єром з вибором структури комплексної механізації на ПрАТ «ПівнГЗК»**

Обсяг пояснювальної записки і графічної частини:

пояснювальна записка	133 стор.;
таблиць	16 табл.;
схем і рисунків	13 рис.;
листів графічної частини (демонстраційного матеріалу)	20

Якісні відмінності кваліфікаційної бакалаврської роботи. КБР має інженерно-прикладний характер і орієнтована на вирішення конкретного виробничого завдання в межах Першотравневого кар'єру ПрАТ «ПівнГЗК», розташованого в Криворізькому залізничному басейні. При проведенні дослідження використані реальні або типові для Кривбасу параметри: висота уступу; коефіцієнт розкриття; фізико-механічні властивості порід обраного родовища. В роботі виконані класичні розрахунки: параметрів уступу; коефіцієнта розкриття; щорічних об'ємів розкривних робіт; питомі витрати вибухових речовин в кар'єрі; визначення оптимальної ширини нормального і мінімального робочого майданчика; розрахунок кількості транспортування гірничої маси на рік. Наведено детерміновані та нормативні розрахунки прикладної оптимізації з вибором більш раціональної схеми відпрацювання уступів; варіантів скорочення обсягів транспортування пустих порід на основі використання геологічної інформації (спрощеної геологічної моделі; усереднених показників міцності порід; типових профілей родовища) та врахування впливу геології на потенційну структуру комплексної механізації при подальшому проведенні гірничих робіт. Зокрема, аналіз геологічної будови родовища; визначення фізико-механічних властивостей порід; оцінка умов залягання рудних тіл дозволяють врахувати вплив геологічних факторів на обсяги транспортування гірничої маси та вибір технології їх виконання. Дослідження базується на комплексному поєднанні: гірничо-геологічного аналізу умов родовища; інженерних розрахунків параметрів кар'єру; порівняльного аналізу варіантів вибором структури комплексної механізації на ПрАТ «ПівнГЗК». Запропоновані рішення враховують основні особливості залягання рудних тіл в кар'єрі, зокрема, здійснена оцінка впливу контактних зон та змінна міцність гірських порід, що впливає на вибір раціональної схеми перевезення гірничої маси в кар'єрі з метою підвищення ефективності комплексної механізації на гірничозбагачувальному підприємстві.

Недоліки кваліфікаційної бакалаврської роботи

У роботі прийнято наступні обмеження: використання усереднених показників властивостей гірських порід; відсутність складного 3D-моделювання кар'єру; обмежений обсяг економічного аналізу гірничого виробництва за 2022-2024 роки з урахуванням негативного впливу дії воєнного стану в Україні на діяльність гірничозбагачувального підприємства; орієнтація на типові технологічні рішення. У роботі використано переважно класичні інженерні методи розрахунку технологічних параметрів. Відсутнє застосування сучасних підходів, таких як цифрові технології планування гірничих робіт (цифрові двійники). Геологічні умови родовища розглянуті дещо узагальнено, без детального аналізу неоднорідності порід і контактних зон. Вибір раціональної структури комплексної механізації на ПрАТ «ПівнГЗК», що наведена в додатках КБР, виконана шляхом порівняння обмеженої кількості потенційних варіантів гірничого виробництва без застосування математичних методів оптимізації. Недостатньо враховано вплив реальних виробничих факторів (простої техніки та технологічного устаткування, погодні умови, організація робіт в кар'єрі за складних умов господарювання та невизначеності на ринках ЗРС). У роботі бажано було б розглянути сучасні технології контролю якості вибухових робіт (наприклад, цифровий аналіз фрагментації куска руди).

Характеристика загальної, спеціальної і виробничої підготовки автора кваліфікаційної бакалаврської роботи, ступінь самостійності виконання

Здобувач самостійно виконав інженерний проект локальної оптимізації гірничого виробництва з достатньою ступеню обґрунтованості і потенційною можливістю практичного впровадження рекомендацій та запропонованих технологічних і організаційно-управлінських рішень в умовах

Першотравневого кар'єру Кривбасу. Встановлено, що існуюча система комплексної механізації потребує удосконалення у зв'язку зі збільшенням глибини кар'єру, ростом транспортних плечей та необхідністю зниження експлуатаційних витрат. Аналіз технічних характеристик гірничого обладнання показав доцільність переходу до більш ефективних комплексів із підвищеною продуктивністю та енергоефективністю. На основі аналізу фізико-механічних властивостей гірських порід визначено раціональні параметри буро-вибухових робіт. Зазначено оптимальні параметри бурових свердловин, сітки буріння та питомої витрати вибухових речовин, що дозволяє забезпечити необхідний ступінь дроблення гірничої маси, зменшення виходу негабариту та підвищення ефективності роботи екскаваторного обладнання. Запропоновані параметри буро-вибухових робіт сприяють зниженню енерговитрат на подальше навантаження та транспортування гірських порід. У результаті виконаних розрахунків здійснено підбір екскаваторно-навантажувального та транспортного обладнання для умов Першотравневого кар'єру. Обґрунтовано доцільність використання високопродуктивних екскаваторів у поєднанні з великовантажними автосамоскидами, що забезпечують безперервність технологічного процесу та оптимізацію транспортних потоків. Запропонований склад обладнання дозволяє підвищити продуктивність гірничих робіт, скоротити простої техніки та забезпечити стабільне виконання планових показників видобутку залізної руди. На підставі проведеного аналізу та технічних розрахунків розроблено структуру комплексної механізації гірничих робіт, яка враховує взаємозв'язок усіх основних виробничих процесів: буріння, вибухових робіт, навантаження, транспортування та відвалоутворення. Запропонована структура комплексної механізації характеризується високим рівнем узгодженості продуктивності окремих ланок технологічного комплексу, що дозволяє підвищити ефективність функціонування Першотравневого кар'єру в цілому. Проведені розрахунки показали, що впровадження запропонованої структури комплексної механізації забезпечує зниження собівартості видобутку руди, підвищення продуктивності праці та покращення техніко-економічних показників роботи ПрАТ "ПівніГЗК". Отримані результати свідчать про економічну доцільність модернізації технологічної схеми розробки родовища та підтверджують ефективність запропонованих організаційно-управлінських рішень. Інформаційною основою самостійно проведених здобувачем в роботі інженерно-технологічних розрахунків становили: геологічні та технічні дані кар'єру у відповідності до фактичних показників щорічних звітів виконання виробничої програми підприємства; нормативні документи у галузі гірництва; наукові публікації з комплексної механізації у фахових журналах, монографіях та збірниках; довідкові матеріали щодо фізико-механічних властивостей гірських порід в Кривбасі.

Можливість використання кваліфікаційної бакалаврської роботи. Основним принципом є адаптація типових методик до конкретних умов Першотравневого кар'єру, що забезпечує практичну цінність отриманих результатів. Бакалаврська робота містить конкретні рекомендації для кар'єру: зміна параметрів уступів; оптимізація транспортної схеми; зменшення витрат на розкривні роботи. У результаті виконання роботи доцільно рекомендувати до впровадження очікувані результати дослідження для обґрунтування раціональних схем екскавації та транспортування гірничої маси; зниження коефіцієнта розкриву; підвищення ефективності подальшої розробки родовища; формування практичних рекомендацій для гірничозбагачувального підприємства ПрАТ "ПівніГЗК" з метою зменшення обсягу розкриву; зниження витрат паливно-мастильних матеріалів; підвищення коефіцієнту вилучення руди. Методичні основи дослідження базуються на поєднанні класичних інженерних методів із практичною орієнтацією на умови кар'єру. Це забезпечує потенційну можливість отримання обґрунтованих і реалізованих результатів, спрямованих на підвищення ефективності комплексної механізації у межах досліджуваного родовища навіть в умовах прийняття підвищених екологічних вимог та збереження тенденцій невизначеності на зовнішніх ринках залізновмісткої продукції.

Виконана робота відповідає вимогам до кваліфікаційних бакалаврських робіт за спеціальністю 184 «Гірництво», має практичну спрямованість і результати якої можуть бути використані для вдосконалення виймально-навантажувальних та транспортних робіт в Першотравневому кар'єрі на гірничозбагачувальному підприємстві в найближчій перспективі.

Оцінка кваліфікаційної бакалаврської роботи **Добре /В 80**

Керівник

Темченко Олександр Анатолійович

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Професор, д.т.н., професор

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

« 04 » 06 2026 р.

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра хімічних технологій та інженерії

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу
Князь Вадима Миколайовича

Здобувача

Групи ГР-23ск
Тема кваліфікаційної бакалаврської роботи «Розробка родовища залізних руд Першотравневим кар'єром з вибором структури комплексної механізації на ПрАТ «ПівнічЗК»
Тема основної (спеціальної) частини кваліфікаційної роботи «Розрахувати технологічні параметри умовного кар'єру згідно даних свого варіанту»
Переваги кваліфікаційної бакалаврської роботи
Тема є актуальною, оскільки підвищення ефективності комплексної механізації значною мірою впливає на собівартість і якість залізних руд у кар'єрах Кривбасу. Першотравневий кар'єр є репрезентативним для Криворізького регіону, тому дослідження має практичну значущість для гірничодобувного підприємства ПрАТ «ПівнічЗК». Розглянуто можливості підвищення ефективності схем виймально-навантажувальних робіт та транспортування гірничої маси за рахунок обґрунтування раціональних параметрів кар'єру, таких як висота і ширина уступів, схема відпрацювання та зниження коефіцієнта розкриття на родовищі, що особливо важливо для отримання економії експлуатаційних витрат видобутку сирової руди при посиленні екологічних вимог, збільшенні вартості енергоресурсів (особливо імпортованих), загострення логістичних та безпекових проблем діяльності та збереження тенденцій несприятливих умов реалізації вітчизняної залізничної продукції на зовнішніх ринках. На основі проведеного дослідження для Першотравневого кар'єру при подальшому відпрацюванні родовища обґрунтована доцільність застосування <i>комбінованої гібридної системи: екскаватор (ЕКГ) + залізничний транспорт (на верхніх горизонтах) + автотранспорт + поступове впровадження ЦПТ на глибоких горизонтах (-293 та - 415 м).</i>
Недоліки кваліфікаційної бакалаврської роботи
Новизна носить прикладний характер: адаптація існуючих методів раціонального поєднання екскавації та транспортування залізничної сировини до умов конкретного кар'єру, зокрема за рахунок зменшення коефіцієнта розкриття та зниження собівартості видобутку руди, що дозволяє потенційно підвищити ефективність гірничого виробництва, розглянута без відповідного детального техніко-економічного обґрунтування результатів дослідження, тому базуються лише на реальних гірничо-геологічних даних і орієнтовних усереднених за певний період інженерних розрахунках технологічних параметрів видобутку залізничної сировини з оцінкою ефекта через зниження витрат на виконання гірничих робіт, скорочення витрат на транспортування мінеральної сировини та пустих порід, а також підвищення продуктивності технологічного, зокрема виймально-навантажувального обладнання в Першотравневому кар'єрі
Рекомендації: Незважаючи на виявлені недоліки, робота відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт за спеціальністю 184 «Гірництво», має практичну спрямованість і результати якої можуть бути використані для вдосконалення комплексної механізації в Першотравневому кар'єрі ПрАТ «ПівнічЗК», та може бути допущена до захисту в ДЕК.
Рецензент Чупринов Євген Валерійович

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Проректор, к.т.н., доцент 5.06.2026
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Д О В І Д К А

про перевірку тексту роботи програмно-технічними засобами

Текст (вибрати необхідне):

- ☒ кваліфікаційної роботи;
- ☐ навчальної/наукової праці;
- ☐ наукових матеріалів

***Розробка родовища залізних руд Першотравневим кар'єром з вибором структури
комплексної механізації на ПрАТ «ПівніГЗК***

(назва)

автором або виконавцем якої є:

Князь Вадим Миколайович

(ПІБ)

кафедра хімічних технологій та інженерії,

(структурний підрозділ, кафедра, лабораторія)

обсягом 133 сторінок друкованого тексту перевірено програмно-технічним засобом «StrakePlagiarism».

Рівень схожості тексту в роботі становить 18,96 %.

При перевірці посилань програмою визначено окремі співпадіння із:

- ☐ власними публікаціями;
- ☒ термінологією;
- ☒ посиланнями на літературу, праці вчених;
- ☐ посиланнями на законодавство;
- ☒ загальноновживаними фразами.

Матеріали було розглянуто та рекомендовано до захисту в ЕК

(подальшого розгляду,

друку, опублікування)

на засіданні кафедри Хімічних технологій та інженерії

(структурний підрозділ, кафедра, лабораторія)

Навчально-наукового технологічного інституту Державного університету економіки і технологій
від «12» червня 2026 р. протокол № 16.

Керівник підрозділу

(підпис)

К. Шмельцер

Дата «12» червня 2026 р.

ЗГОДА здобувача(чки) освіти Державного університету економіки і технологій
про перевірку кваліфікаційної роботи на прояви академічного плагіату
та розміщення в Репозитарії ДУЕТ

Я, **Князь Вадим Миколайович**, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу. Стверджую, що кваліфікаційна бакалаврська робота (***Розробка родовища залізних руд Першотравневим кар'єром з вибором структури комплексної механізації на ПрАТ «ПівніЗК»***) виконана самостійно та не містить академічного плагіату. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Державного університету економіки і технологій ознайомлений. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення норм академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

Також я поінформований, що відповідно до пункту 5.8 «Положення про Репозитарій (електронну базу даних) Державного університету економіки і технологій» згадана робота буде розміщена в Електронному архіві Університету (Репозитарії ДУЕТ) та ознайомлений з умовами такого розміщення.

12.06.2026

**Декларація про дотримання академічної доброчесності
під час написання кваліфікаційної бакалаврської роботи
здобувачем вищої освіти Державного університету економіки і технологій**

Я, Князь Вадим Миколайович, здобувач III курсу, групи ГР-23ск Державного університету економіки і технологій розумію і підтримую політику закладу з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував заборонену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текст в інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

02.06.2026