

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	заочна

КВАЛІФІКАЦІЙНА БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Ардишева Олександра Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

на тему ***Розробка родовища залізних руд з оптимізацією
розкривних робіт в кар'єрі Південний***

(повна назва теми)

за матеріалами ***ТОВ «Рудомайн»***

(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 12.06. 2026 р. №16
Завідувач кафедри _____

(підпис)

Наук. ступінь, вчене звання Ініціали, прізвище

Рівень вищої освіти	бакалавр _____
Спеціальність	<u>184 Гірництво</u> (шифр і назва)

Завідувач кафедри **ЗАТВЕРДЖУЮ**
хімічних технологій та інженерії

« _____ » (підпис) _____ (посада, вчене звання ,
 _____ (прізвище ініціали) **20 року**

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Ардишеву Олександру Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної бакалаврської роботи
Розробка родовищ залізних руд з оптимізацією розкривних робіт в кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн»

керівник кваліфікаційної бакалаврської роботи д.т.н., проф. Темченко О.А

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «06»04. 2026 р. №230ст

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної бакалаврської роботи до кафедри хімічних технологій та інженерії 01.06.2026

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

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

Проект розробки родовища, яке експлуатується *кар'єром Південний ТОВ «Рудомайн»*.

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

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

- #### 4.1. Аналітична частина

- ## 4.2. Основная часть

- #### 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)

Ардишев О.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної бакалаврської роботи

(підпис)

Темченко О.А.

_____ (прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Ардишев Олександр Андрійович. Розробка родовищ залізних руд з оптимізацією розкривних робіт в кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн». Пояснювальна записка до кваліфікаційної бакалаврської роботи за ОП Гірництво: 118 стор., 12 рис., 14 табл., 40 літ. джер.

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності відкритих гірничих робіт, зниження собівартості видобутку корисних копалин та виробництва розкривних робіт, 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.

Метою роботи є обґрунтування раціональних технологічних параметрів розробки умовного родовища та вибір ефективних способів виконання гірничих процесів, зокрема присвячених оптимізації розкривних робіт в кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн».

Для досягнення поставленої мети вирішено **наступні завдання**: здійснено аналіз сучасного стану відкритих гірничих робіт в Україні та світі; проведено дослідження технологій видобутку, виробництва розкриву і транспортування гірничої маси; розглянуті підходи до визначення гірничо-геологічних умов розробки родовища; застосовані раціональні методики для виконання розрахунків основних параметрів кар'єру; обґрунтовані та запропоновані сучасні заходи з охорони праці та довкілля при подальшій експлуатації кар'єра Південний.

Об'єктом дослідження є процес виробництва розкривних робіт в кар'єрі при відкритій розробці родовища корисних копалин, **предметом** — технологічні параметри та організація гірничих робіт у кар'єрі. У роботі використано **методи** аналізу, узагальнення, інженерних розрахунків і порівняння.

В **аналітичній частині** розглянуто сучасний стан відкритих гірничих робіт, охарактеризовано основні технології видобутку руди, виробництва розкриву та транспортування гірничої маси, визначено основні проблеми та перспективи розвитку галузі. Наведено геологічну будову обраного родовища Криворізького залізорудного басейну, фізико-механічні властивості гірських порід, гідрогеологічні та кліматичні умови, а також гірничо-технічні показники кар'єру. Сучасні методи оптимізації розкривних робіт на залізорудних родовищах включають: - *моделі інтегрованого планування*, що враховують як виймання корисної копалини, так і розкривних порід в кар'єрі; - *комбіновані математичні алгоритми та МІР-моделі (Mixed Integer Programming, укр. — змішане цілочисельне програмування) клас математичних моделей оптимізації*, де частина змінних може приймати лише **цілі значення**, а інша частина — **дійсні (неперервні)**), що оптимізують графіки гірничих робіт і транспортні маршрути одночасно; - *штучний інтелект і машинне навчання*, що підвищують точність і адаптивність технологічних та управлінських рішень з дотримання раціональних параметрів видобутку корисних копалин в кар'єрі; - *реальні практичні підходи* – включення площ внутрішніх відвалів та інших операційних концепцій для зниження витрат гірничого виробництва.

В **основній частині** виконано розрахунок технологічних параметрів кар'єру: обґрунтовано способи розкриття та систему розробки родовища, підготовку порід до виймання, організацію виймально-навантажувальних робіт і транспортування гірничої маси. Розглянуто питання відвалоутворення розкривних 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 заходи з мінімізації впливу на навколишнє середовище, а також розроблено рекомендації щодо забезпечення безпеки праці, протиаварійного захисту та пожежної безпеки в кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн».

У **висновках** узагальнено результати дослідження та наведено основні рекомендації щодо підвищення ефективності подальшого застосування відкритих гірничих робіт на вітчизняних гірничодобувних 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, розкривні роботи, транспорт, рекультивація, охорона праці, екологія.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

КБР- кваліфікаційна бакалаврська робота

ВГР – відкриті гірничі роботи

РРКК – розробка родовищ корисних копалин (відкритим способом)

ГМК -гірничо-металургійний комплекс (України)

ГД- Гірничий дивізіон (наприклад, ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»)

ГЗК – гірничо-збагачувальний комбінат

ПрАТ – приватне акціонерне товариство

ПАТ – публічне акціонерне товариство

ТОВ -товариство з обмеженою відповідальністю (Рудомайн)

ЦПТ – циклічно-потокова технологія

ЗРС -залізородна сировина

ІІІ -штучний інтелект

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 гірничодобувного підприємства ТОВ «Рудомайн».....	14
1.4 Геологічна будова обраного родовища корисних копалин.....	25
1.5 Фізико-механічні властивості гірських порід.....	30
1.6 Гідрогеологічні та кліматичні умови розробки родовища.....	34
1.7 Гірничо-технічна характеристика (запаси, потужність пластів/рудних тіл, розкриття та система розробка родовища).....	36
2. ОСНОВНА ЧАСТИНА «Розрахунок технологічних параметрів умовного кар'єру згідно даних свого варіанту».....	51
<i>Вступ.....</i>	<i>51</i>
1.1 Загальна організація відкритих гірничих робіт.....	53
1.2 Розкриття та система розробки умовного родовища.....	57
1.3 Підготовка гірських порід до виймання.....	70
1.4 Виймально-навантажувальні роботи.....	78
1.5 Транспортування кар'єрних вантажів.....	79
1.6 Відваловідтворення розкривних порід.....	83
1.7 Рекultyвація земель, порушених гірничими роботами (загальна інформація).....	84
3. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	86
3.1 Основні екологічні проблеми при відкритій розробці родовища корисної копалини.....	86
3.2 Технологічні заходи з охорони навколишнього середовища.....	88
3.3 Система протипаварійного захисту і безпека праці на кар'єрі.....	90
3.4 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на відкритих гірничих роботах.....	96
3.5 Технічні та організаційні заходи безпеки.....	98
3.6 Пожежна безпека і заходи цивільного захисту.....	109
ВИСНОВКИ.....	115
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	119
ДОДАТКИ.....	124
<i>Креслення (план гірничих робіт, розрізи, робочі майданчики, транспортні схеми)</i>	
<i>Розрахункові формули, пояснення, таблиці, графіки</i>	

ВСТУП

Гірничодобувна промисловість є базовою складовою економіки України, яка забезпечує стабільне функціонування металургійного комплексу, формує значну частину експортного потенціалу та сприяє розвитку суміжних галузей. Провідне місце в структурі мінерально-сировинної бази держави посідають родовища залізних руд, основні запаси яких зосереджені в межах Криворізький залізорудний басейн — одного з найбільших гірничопромислових регіонів світу.

Сучасний етап розвитку відкритих гірничих робіт (ВГР) характеризується істотним ускладненням умов експлуатації родовищ. Зі збільшенням глибини кар'єрів зростають обсяги розкривних порід, погіршуються гірничо-геологічні умови, підвищуються витрати на транспортування гірничої маси та енергоємність виробничих процесів. У таких умовах особливого значення набуває підвищення ефективності технологічних процесів, зокрема оптимізація параметрів розкривних робіт як одного з найбільш витратних елементів відкритої розробки родовищ. Розкривні роботи безпосередньо впливають на техніко-економічні показники функціонування гірничого підприємства, визначаючи рівень собівартості видобутку корисної копалини, продуктивність технологічного обладнання, тривалість експлуатації кар'єру та екологічні наслідки виробництва. Неефективна організація розкриву призводить до перевитрат матеріальних і енергетичних ресурсів, збільшення площ порушених земель і зниження загальної рентабельності підприємства. Водночас застосування сучасних методів оптимізації дозволяє раціоналізувати обсяги розкриву, удосконалити параметри бортів кар'єру, вибір гірничо-транспортного обладнання та режими його роботи.

Кар'єр Південний ТОВ «Рудомайн» є важливим об'єктом гірничодобувної галузі, який розробляє поклади некондиційних залізних руд у складних гірничо-геологічних умовах (20 млн. тон з 2005 року). Особливості будови родовища, значні обсяги розкривних порід та необхідність підвищення ефективності виробництва зумовлюють потребу у вдосконаленні технологічних рішень щодо

ведення ВГР. Зокрема, актуальним є обґрунтування оптимальних параметрів розкриву, що дозволить мінімізувати витрати та підвищити економічну доцільність розробки родовища. У сучасних умовах пріоритетної актуальності набувають також проблеми охорони навколишнього середовища та раціонального природокористування в непосредній близькості до проведення гірничого виробництва. Оптимізація розкривних робіт сприяє зменшенню обсягів відвалоутворення, зниженню пилогазових викидів, скороченню площ порушених земель та підвищенню рівня екологічної відповідальності товариства. Таким чином, обрана тема кваліфікаційної бакалаврської роботи (КБР), присвячена розробці родовищ залізних руд з оптимізацією розкривних робіт у кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн», є актуальною, своєчасною та має важливе теоретичне і практичне значення для підвищення ефективності відкритих гірничих робіт в Україні. *Метою даної КБР є підвищення ефективності розробки родовища залізних руд шляхом обґрунтування та оптимізації параметрів розкривних робіт у кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн».*

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні *основні завдання*: проаналізувати сучасний стан відкритої розробки родовищ залізних руд, зокрема в межах родовищ корисних копалин в інших країнах та Криворізького залізорудного басейну; дослідити геологічні та гірничотехнологічні умови експлуатації кар'єру Південний; проаналізувати існуючу технологію ведення видобувних та розкривних робіт на гірничодобувному підприємстві; визначити ключові фактори, що впливають на забезпечення раціонального обсягу виробництва розкриву в кар'єрі; виконати розрахунок та обґрунтування оптимальних параметрів видобувних та розкривних робіт; виконати розрахунок технологічних параметрів умовного кар'єру з обґрунтуванням системи розробки, способу розкриття родовища, підготовки порід до виймання, організації виймально-навантажувальних робіт і транспортування гірничої маси, а також розглянути питання відвалоутворення розкривних порід та зазначити загальні підходи до рекультивації порушених земель; розглянути питання охорони праці та екологічної безпеки при веденні

ВГР. *Об'єктом дослідження* є процес відкритої розробки родовища залізних руд у кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн» в складних умовах господарювання. *Предметом дослідження* є параметри та технологічні показники розкривних робіт, а також методи їх оптимізації з метою підвищення ефективності подальшого функціонування кар'єру в умовах невизначеності. У роботі використано системний підхід на основі застосування відомих наукових та спеціальних *методів дослідження*, зокрема: аналіз і узагальнення науково-технічної фахової літератури та виробничого досвіду; порівняльний аналіз технологічних схем ведення гірничих робіт; інженерно-розрахункові методи визначення параметрів кар'єру та розкривних робіт; економічні методи оцінки ефективності технологічних рішень; графоаналітичні методи при обґрунтуванні оптимальних параметрів подальшої експлуатації кар'єра Південний.

Практичне значення роботи полягає в можливості використання запропонованих рішень щодо оптимізації розкривних робіт у кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн» для: зниження витрат на видобуток залізної руди та виробництва розкриву; підвищення продуктивності гірничо-транспортного обладнання; раціонального використання мінеральних ресурсів; зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, трьох основних розділів, висновків та списку використаних джерел. У першому розділі наведено аналітичний огляд сучасного стану ВГР, характеристику підприємства ТОВ «Рудомайн» та кар'єру Південний, 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 родовища, заходи з охорони праці, техніки безпеки, цивільного захисту та охорони навколишнього середовища. У висновках наведено основні результати проведеного дослідження і практичні рекомендації в контексті можливостей використання запропонованих рішень щодо оптимізації розкривних робіт у кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн».

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Сучасний стан відкритих гірничих робіт в Україні та світі

ВГР є одним із найефективніших способів розробки родовищ корисних копалин (РРКК) і широко застосовуються як в Україні, так і у світі. Їх переваги полягають у високій продуктивності, відносно низькій собівартості видобутку, можливості використання потужної високопродуктивної техніки значної одиночної потужності та більш сприятливих умовах праці порівняно з підземним способом розробки. У світовій практиці відкритий спосіб забезпечує понад 70 % загального обсягу видобутку корисних копалин. При цьому переважно він застосовується при розробці родовищ залізних руд, вугілля, кольорових металів і будівельних матеріалів. Провідними країнами у сфері відкритого видобутку є Австралія, США, Канада, Китай та Бразилія, які характеризуються високим рівнем технічного оснащення, автоматизації та впровадження інноваційних технологій у гірничому виробництві.

Сучасний розвиток ВГР у світі пов'язаний із такими основними тенденціями: збільшення глибини кар'єрів (до 500–700 м і більше); застосування великовантажного гірничо-транспортного обладнання (екскаваторів з ківшами великої місткості, автосамоскидів вантажопідйомністю 200–400 т); впровадження цифрових технологій (системи диспетчеризації, GPS-навігації, автоматизованого управління високотехнологічною технікою); підвищення екологічних стандартів і впровадження технологій зменшення негативного впливу на прилегле навколишнє середовище; визначення раціональних параметрів гірничих робіт на основі математичного моделювання та програмного забезпечення, широкого застосування можливостей сучасних геоінформаційних систем. В Україні ВГР займають провідне місце у видобувній промисловості, особливо в галузі видобутку залізних руд. Основні підприємства зосереджені в межах Криворізького залізорудного басейну, який є головною сировинною базою чорної металургії держави. До найбільших гірничодобувних підприємств належать кар'єри гірничо-збагачувальних комбінатів, а також приватні компанії,

зокрема і ТОВ «Рудомайн».

Сучасний стан ВГР в Україні характеризується як наявністю потужного виробничого потенціалу, так і рядом проблемних аспектів. До позитивних факторів слід віднести: значні запаси корисних копалин; наявність розвиненої інфраструктури; багаторічний досвід ведення ВГР; підготовлені фахові кадри та потужна наукова база. Водночас галузь стикається з низкою суттєвих проблем, серед яких: моральний знос і фізичне спрацювання гірничого обладнання (інколи понад 70 відсотків); недостатній рівень інвестицій у модернізацію гірничого виробництва; зростання глибини кар'єрів і, відповідно, обсягів розкривних робіт; підвищення собівартості видобутку мінеральної сировини; екологічні проблеми, пов'язані з порушенням земель, запиленням та забрудненням навколишнього середовища. У порівнянні з провідними країнами світу, рівень застосування автоматизації та цифрових технологій в гірничих процесах в Україні залишається недостатнім. Проте останніми роками спостерігається тенденція до впровадження сучасних технологій, зокрема систем моніторингу техніки, програмного забезпечення для планування гірничих робіт та оптимізації виробничих процесів при видобутку та переробці корисних копалин, у тому числі з низьким вмістом корисного компоненту. Особливого значення набуває питання підвищення оптимізації обсягу розкривних робіт, які складають значну частку витрат при відкритому способі розробки родовищ. У сучасних умовах визначення раціональних параметрів розкриття розглядається як один із ключових напрямів підвищення економічної ефективності підприємств гірничодобувної галузі.

Таким чином, аналіз сучасного стану ВГР в Україні та світі свідчить про необхідність розробки та впровадження ресурсо-енергозберігаючих технологій РРКК, модернізації технологічного обладнання та впровадження інноваційних рішень. Це є передумовою підвищення ефективності подальшого функціонування гірничих підприємств і потенційного забезпечення їх конкурентоспроможності та кінцевої товарної продукції на світовому ринку мінеральної сировини.

1.2 Характеристика технологій видобутку та транспортування гірничої маси в сучасних кар'єрах

Сучасні ВГР характеризуються високим рівнем механізації, комплексною організацією виробничих процесів та широким застосуванням ефективних технологій видобутку і транспортування гірничої маси. Вибір технологічних схем визначається гірничо-геологічними умовами родовища, фізико-механічними властивостями порід, глибиною кар'єру, продуктивністю підприємства та техніко-економічними чинниками.

Основним способом підготовки гірських порід до виймання у більшості кар'єрів є буро-вибухові роботи. Вони застосовуються для руйнування міцних і середньої міцності порід і передбачають буріння свердловин, заряджання вибухових речовин та проведення масових вибухів (приблизно 1 раз на 2 тижні). Сучасні тенденції передбачають використання високоточних короткосповільнених систем ініціювання вибуху, що забезпечують рівномірне дроблення порід, зменшення сейсмічного впливу та підвищення безпеки робіт.

Після розпушення гірничої маси здійснюється її виймання за допомогою екскаваційного обладнання. У сучасних кар'єрах застосовуються такі основні типи екскаваторів: одноковшові екскаватори (механічні та гідравлічні) — найбільш універсальні та широко використовувані; роторні екскаватори — ефективні при розробці м'яких і пухких порід; драглайни — застосовуються переважно при великій потужності розкриття та для перевалки порід.

Особливої ефективності досягають при використанні циклічно-потоківих технологій, які передбачають поєднання екскавації, транспортування, крупного дроблення гірничої маси та відвалоутворення в єдиному технологічному процесі. Такі системи дозволяють зменшити витрати гірничого виробництва та підвищити продуктивність праці.

Транспортування гірничої маси є одним із найбільш енергоємних і витратних процесів у кар'єрах. У сучасній практиці застосовуються різні види транспорту, вибір яких залежить від відстані перевезення, глибини кар'єру, обсягів вантажопотоків і рельєфу місцевості.

Найбільш поширеним є автомобільний транспорт, який характеризується високою маневреністю, гнучкістю та можливістю швидкої зміни технологічної схеми. У кар'єрах використовуються великовантажні автосамоскиди вантажопідйомністю від 30 до 400 т. Вони забезпечують ефективне транспортування гірничої маси на значні відстані, однак мають високі експлуатаційні витрати, зокрема значні витрати дизельного палива, особливо при збільшенні глибини кар'єру.

Залізничний транспорт застосовується у великих кар'єрах із значними обсягами перевезень і стабільними напрямками вантажопотоків. Його перевагами є висока провізна здатність і відносно низька собівартість транспортування на великі відстані, проте він є менш гнучким порівняно з автомобільним транспортом і потребує значних капітальних витрат на будівництво відповідної інфраструктури.

Конвеєрний транспорт набуває все більшого поширення у сучасних кар'єрах, особливо при великій глибині розробки. Його основними перевагами є безперервність роботи, висока продуктивність, низька енергоємність та екологічність. Конвеєрні системи часто інтегруються у циклічно-потоківі технології, що дозволяє значно зменшити витрати на переміщення гірничої маси.

Комбіновані транспортні системи (автомобільно-конвеєрні, автомобільно-залізничні) використовуються для досягнення оптимального поєднання переваг різних видів транспорту. Наприклад, автомобільний транспорт застосовується на вибоях, а конвеєрний — для підйому гірничої маси на поверхню.

У сучасних кар'єрах спостерігається активне впровадження інноваційних технологій, спрямованих на підвищення ефективності гірничого виробництва. До основних тенденцій належать: автоматизація гірничо-транспортного обладнання (безпілотні автосамоскиди, дистанційне управління екскаваторами); застосування цифрових систем управління виробництвом; використання програмного забезпечення для оптимізації маршрутів транспортування; впровадження енергоефективних та екологічно безпечних технологій; розвиток інтелектуальних систем моніторингу технічного стану обладнання.

В Україні, зокрема на гірничодобувних підприємствах Кривбасу, включаючи кар'єр Південний ТОВ «Рудомайн», застосовуються переважно автомобільні та комбіновані транспортні схеми з використанням екскаваторно-автомобільних комплексів. Однак поступово впроваджуються сучасні технології, спрямовані на підвищення ефективності транспортування мінеральної сировини та зниження витрат.

Таким чином, технології видобутку та транспортування гірничої маси в сучасних кар'єрах постійно вдосконалюються під впливом технічного прогресу та еколого-економічних вимог. Найбільш перспективними є комплексні та автоматизовані системи, що забезпечують безперервність процесів, зниження витрат і мінімізацію негативного впливу на довкілля. Тому, раціональний вибір і оптимізація технологічних схем розробки складних родовищ є ключовим фактором підвищення ефективності ВГР.

1.3 Проблеми та тенденції розвитку ВГР з аналізом сучасних фахових джерел за напрямками оптимізації розкривних робіт в кар'єрі. Інформація про характеристику гірничодобувного підприємства ТОВ «Рудомайн»

Розкривні роботи становлять одну з найбільш витратних складових відкритої розробки родовищ залізних руд. Вони включають зняття, транспортування та розміщення порід, що перекривають корисну копалину, та визначають собівартість видобутку, продуктивність гірничо-транспортного обладнання й загальну ефективність експлуатації кар'єру. В умовах зростання глибини кар'єрів, збільшення обсягів розкривних порід і підвищення вартості енергоносіїв питання оптимізації розкриття стає критично важливим.

Сучасні методи оптимізації розкривних робіт можна розділити на декілька взаємопов'язаних напрямів: оптимізація параметрів кар'єрних уступів і бортів - включає вибір висоти та ширини уступів, кутів бортів і планування послідовності виїмки порід з метою забезпечити безпечні умови роботи технологічного обладнання, мінімізувати ризики зсувів та максимально ефективно використовувати робочий простір; для цього використовуються методи

геометричного і математичного моделювання уступів, що дозволяють визначати оптимальні співвідношення між висотою, кутом укосу і глибиною розкриву; раціональне планування послідовності розкривних робіт - передбачає побудову оптимального графіка виконання робіт з урахуванням потужності техніки, обсягів порід і сезонних факторів; для цього використовуються програмні комплекси для моделювання послідовності розробки (наприклад, K-MINE, MineSight, Vulcan, Surpac), що дозволяють проводити тривимірне моделювання параметрів кар'єру, прогнозувати обсяги гірничих робіт і оцінювати потенційний економічний ефект; оптимізація обсягів розкривних порід - задача полягає у визначенні мінімально необхідного обсягу розкривних робіт для забезпечення безпечного доступу до руди при одночасному зменшенні витрат на її переміщення; для цього використовуються методи лінійного програмування, аналітичного та чисельного моделювання гірничих процесів. Особливо ефективні підходи, що враховують зростання глибини кар'єру та зміну продуктивності техніки з часом; оптимізація розміщення відвалів та транспортних схем - раціональне розташування відвалів зменшує витрати на транспортування порід і скорочує час циклу роботи екскаваторів і автосамоскидів; для цього використовуються графоаналітичні методи, програмне моделювання маршрутизації транспортних потоків і інтегровані системи управління експлуатацією кар'єру; використання автоматизованих і цифрових систем управління - впровадження GPS-навігації, систем моніторингу продуктивності техніки, автоматизованого управління екскаваторами та автосамоскидами дозволяє оптимізувати час виконання циклу, підвищити точність виїмки порід, особливо селективним способом та знизити витрати палива і технічного обслуговування. Сучасні цифрові платформи для управління функціонування кар'єру дозволяють моделювати різні варіанти розкривних робіт і вибрати оптимальний сценарій; екологічна оптимізація розкриву - включає заходи щодо мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище: зменшення площ порушених земель, контроль пилогазових викидів, використання оборотного та захищеного транспортування порід. У

сучасних кар'єрах ці аспекти враховуються одночасно з економічними показниками, що дозволяє досягти баланс між рентабельністю гірничого виробництва та екологічною безпекою.

Сучасні тенденції розвитку оптимізації розкривних робіт у залізорудних кар'єрах пов'язані з активним впровадженням цифрових технологій, автоматизації та математичного моделювання. До ключових напрямів належать: тривимірне моделювання кар'єру з урахуванням фізико-механічних властивостей порід; використання алгоритмів оптимізації для вибору найефективнішого варіанту розкриву; інтеграція систем управління гірничим виробництвом та геоінформаційних технологій; прогнозування довгострокових техніко-економічних показників кар'єру при різних варіантах ведення робіт. Застосування цих підходів дозволяє не лише знизити собівартість видобутку сировини, але й підвищити продуктивність, безпеку робіт і екологічну відповідальність підприємства. На основі вищезазначеного можна провести систематизацію досліджень сучасних фахових джерел за напрямками оптимізації розкривних робіт в кар'єрі за останні 5 років.

1) Методологічні підходи до інтегрованої оптимізації планування видобутку і розкривних робіт. Das R., Topal E., Mardaneh E. та ін. (2023) у статті *“A review of open pit mine and waste dump schedule planning”* [1] на основі систематичного огляду сучасних моделей оптимізації доводять, що традиційні моделі планування ВГР із фокусом лише на вийманні корисної копалини поступово розширюються для включення оптимізації розміщення розкривних порід, управління відвалами та послідовності гірничих робіт. Огляд охоплює методи мікро- та макрооптимізації календарних графіків, включно з лінійним програмуванням (LP), цілочисельним (IP) та змішаним цілочисельним (MILP) програмуванням, що дозволяє інтегрувати плани з урахуванням витрат на розкривні роботи та екологічних обмежень. Зокрема, автори узагальнюють розвиток математичних моделей планування для відкритих кар'єрів, підкреслюючи, що моделі, які включають врахування руху розкривних порід і їх оптимального розміщення, дозволяють досягати балансу між техніко-

економічними та екологічними критеріями розробки родовища корисних копалин. Інтегрована оптимізація передбачає поєднання трьох основних компонентів: планування уступів і бортів кар'єру; обсягів розкривних робіт; маршрутів транспортування гірничої маси. Такі підходи дозволяють забезпечити економічну ефективність, безпеку та екологічність виробничого процесу.

2) Одночасна оптимізація руху корисної копалини і розкривних порід. R. Das, E. Topal, E. Mardaneh (2024) у статті *“Concurrent optimisation of open pit ore and waste movement with optimal haul road selection”* [2] пропонують новий математичний підхід, який поєднує розклад виймання корисної копалини та планування розкривних порід із вибором оптимальних транспортних шляхів (haul roads). Модель базується на змішаному цілочисельному програмуванні (MIP) та метаевристичних алгоритмах, що дозволяє одночасно визначати оптимальні маршрути транспортування, графіки робіт і мінімізувати відстані перевезення розкривних порід. У порівнянні з класичними підходами, де графіки робіт і транспортні маршрути оптимізуються окремо, запропонований метод показав до 39 % економії відстаней транспортування і 44 % скорочення обсягів повернення матеріалу у відвали на прикладі обробки даних.

3) Методи машинного навчання та штучного інтелекту для оптимізації процесів. Оглядна праця Liu S.-Q. та ін. (2025) *“Machine learning for open-pit mining: a systematic review”* [3] присвячена огляду застосування методів машинного навчання для автоматизації й оптимізації гірничих процесів, включаючи розкривні і транспортні операції. Автори фокусуються на застосуванні алгоритмів класифікації, регресії та оптимізації планування для прогнозування продуктивності, оцінки якості порід і розподілу ресурсів у кар'єрі. Проведене дослідження демонструє, що обчислювальні інтелектуальні методи (нейромережі, дерева рішень, групові моделі) здатні підвищувати точність прогнозів продуктивності і проектних рішень розкриття, що сприяє зниженню невизначеності та підвищенню ефективності гірничого виробництва. При цьому необхідно врахувати також переваги застосування ШІ: підвищення точності прогнозів; адаптивність до змінних умов виробництва; автоматизація частини

рішень щодо планування робіт. Однак є і певні обмеження: потреба у великих даних для навчання моделей, складність інтерпретації результатів та високі обчислювальні ресурси.

4) Інноваційні алгоритми оптимізації для оптимального розміщення та мінімізації витрат. Дослідження, опубліковане в Scientific Reports (2026) [4], представляє підхід на базі Q-learning — підкласу навчання з підкріпленням, для мінімізації обсягів розкривних порід та пов'язаних витрат (без прямого фокусу на конкретних родовищах залізних руд, але застосовне до них). Алгоритм оптимізує варіанти видобутку руд, зменшуючи кількість непотрібного перевезення гірничої маси й мінімізуючи екологічні витрати. Пропонується автоматизований метод ухвалення рішень у складних динамічних кар'єрних умовах, що дозволяє моделювати стратегії розкриття залежно від комбінаційних параметрів операцій. При цьому переваги методів навчання з підкріпленням: адаптивність до змінних виробничих умов; можливість самонавчання моделей; інтеграція економічних та екологічних критеріїв з урахуванням певних обмеження, зокрема: потреба в потужних обчислювальних ресурсах і тривалий період навчання моделей.

5) Гірничо-технічні практичні підходи вітчизняних досліджень. У вітчизняних джерелах, зокрема у наукових працях вчених ДонНТУ [5], досліджуються операційні аспекти оптимізації розміщення тимчасових внутрішніх відвалів на залізорудних кар'єрах, що є одним із практичних методів скорочення транспортування та операційних витрат. Автори оцінюють техніко-економічну доцільність формування тимчасових відвалів як частини схеми розкривних робіт. Наведене дослідження показує, що правильно сплановані внутрішні відвали можуть оптимізувати обсяги транспортування, знизити витрати палива і техніки та зменшити загальні витрати на розкривні роботи в кар'єрах залізної руди. При цьому серед потенційних переваг методики варто зазначити: практична ефективність; економія ресурсів; можливість адаптації до конкретних умов кар'єру. В якості обмеження: залежність від наявності вільного простору, потреба в геотехнічному контролі відвалів.

Проведений аналіз наукових фахових джерел за 2021–2026 рр. показує, що сучасні методи оптимізації розкривних робіт на залізорудних родовищах включають:- моделі інтегрованого планування, що враховують як виймання корисної копалини, так і розкривних порід в кар'єрі; - комбіновані математичні алгоритми та МІР-моделі, що оптимізують графіки робіт і транспортні маршрути одночасно; - штучний інтелект і машинне навчання, що підвищують точність і адаптивність технологічних та управлінських рішень; -реальні практичні підходи - включення внутрішніх відвалів та інших операційних концепцій для зниження витрат.

Таким чином, оптимізація розкривних робіт у сучасних кар'єрах базується на комплексному підході, що поєднує тенденції застосування математичного моделювання, цифрових технологій, штучного інтелекту і практичних рішень для підвищення економічної ефективності та безпеки гірничого виробництва.

Інформація про характеристику гірничодобувного підприємства. ТОВ «Рудомайн» - це українське підприємство, яке займається видобутком та збагаченням залізної руди [6]. Товариство з обмеженою відповідальністю «РУДОМАЙН» зареєстровано виконавчим комітетом Криворізької міської ради, дата первинної державної реєстрації 07.05.2010 р. (код ЄДРПОУ 37064892). Юридична адреса та фактичне місцезнаходження ТОВ «РУДОМАЙН»: 50000. Дніпропетровська обл., місто Кривий Ріг, проспект Поштовий, будинок 1, каб. 430. Основою розвитку компанії є виробничі потужності, які знаходяться в місті Кривий Ріг. Саме в Криворізькому гірничорудному басейні, ТОВ «Рудомайн» видобуває сировину і в м. Кривому Розі виробляє продукцію – руду високої якості. На початку 2021 року підприємство проводило свою діяльність за спеціальним дозволом на надрокористування на видобування залізних руд ділянки №2 кар'єру «Південний» у місті Кривому Розі (залізні руди повторної розробки п'ятого залізного горизонту) (виданий на площу 24,2 га). У 2021 році Компанія отримала новий спеціальний дозвіл на користування надрами № 6511 від 25.05.2021 на видобування залізних руд ділянки №2 кар'єру «Південний» з

врахуванням західного флангу «Ділянка №3», терміном дії до 08.12.2037 року (виданий на площу 35,2 га). Обсяг розкритих порід у контурі кар'єру – 32747 тис м³. Проектна річна потужність кар'єру видобутку корисних копалин – 1600 тис т (457,0 тис. м³). До корисної копалини відносять втрачені під час підземного видобутку запаси багатих залізних руд 5-го та 6-го залізистих горизонтів. Відмітка підрахунку запасів корисних копалин становить горизонт -130 м. Проектна відмітка дна кар'єра – горизонт (-130) м. Максимальна глибина кар'єру, з урахуванням позначки підрахунку запасів (-130 м), становить від 190 м на півдні до 230 м на півночі. Середній коефіцієнт розкриття в межах кар'єрного поля по проекту – 2,78 м³/т. Термін експлуатації кар'єру – 7,4 років. ТОВ «Рудомайн» є підприємством з усією необхідною інфраструктурою для проведення розробки техногенного родовища Ділянки №2 кар'єру Південний з врахуванням західного флангу Ділянки №3. Руда виробляється із застосуванням сухої магнітної сепарації. Призначена для переробки на металургійних підприємствах, агломераційному виробництві і в якості добавки під час виробництва цементу. Компанія виробляє залізні руди наступних підвидів: агломераційна руда, доменна руда, сира руда, залізна руда. Продукція відповідає вимогам ДСТУ 3704. Основні види продукції ТОВ «Рудомайн»: агломераційна руда із вмістом заліза більше 60%, 55% та 50%; бідна руда із вмістом заліза більше 39% та 44%; сира руда із вмістом заліза більше 42%, 42%, 40% та 38%; доменна руда із вмістом заліза більше 50% та 47%; руда залізна із вмістом заліза більше 54% та 59%. Виробнича потужність підприємства становить до 4,0 млн. т вихідної сировини в рік з вмістом Fe_{min} 38%. Виробництво готової продукції з вмістом Fe 50-59% (фракція 0-10 мм) становить близько 1,5 млн. т на рік. Починаючи з 2005 року, було перероблено понад 20 мільйонів тон некондиційних руд Криворізького залізорудного басейну. Наразі планована діяльність підприємства передбачає збереження існуючої технології й механізації виробничих процесів, з відповідними змінами для розробки багатих руд 5-го залізистого горизонту техногенного родовища «Ділянка № 2» кар'єру «Південний» та дорозвідкою західного флангу «Ділянка № 3» з метою подальшої промислової розробки у

Саксаганському районі м. Кривий Ріг Дніпропетровської області. Залізорудна сировина повторної розробки представлена раніше втраченими, під час підземного видобутку, та погашеними запасами багатих залізних руд, а також запасами бідних мартизових руд п'ятого і шостого залізистих горизонтів. Видобування запасів залізної руди відбувається із застосуванням постійних автомобільних заїздів, облаштованих на неробочому борту кар'єру Південний і тимчасових автомобільних заїздів на робочому борту кар'єру з використанням пустих порід для засипання воронок, що утворилися внаслідок підроблення площі кар'єру підземними гірничими виробками пройденими при добуванні багатих руд та у виробленому просторі кар'єру Північний (за узгодженням з ТОВ «Українська гірничодобувна компанія»), для проведення робіт з гірничотехнічної рекультивації та інші погодженні місця проведення гірничотехнічної та біологічної рекультивації інших гірничодобувних підприємств. Розробка родовища відбувається 12-метровими уступами, зверху до низу, поздовжніми заходками з переміщенням фронту робіт уздовж лінії простягання. Відповідно до Проекту розробки родовища роботи передбачено та відбувається переміщення гірничої маси наступним чином: корисна копалина в обсязі 1600 тис т екскаваторами типу «пряма лопата» з ємністю ковша 5-7 м³ та екскаваторами типу «зворотна лопата» з ємністю ковша 3-3,2 м³ завантажується в автосамоскиди, вантажопідйомністю 40 т та 60 т, з наступним транспортуванням на комплекс по збагаченню гематитових кварцитів, який розташований на західному борту кар'єра Південний в Саксаганському районі міста Кривий Ріг. Середня відстань перевезення корисної копалини становить 4,0 км; розкривні породи в обсязі 4448 тис м³ (12899 тис. т) екскаваторами типу «пряма лопата» з ємністю ковша 5-7 м³ та екскаваторами типу «зворотна лопата» з ємністю ковша 3-3,2 м³ завантажують в автосамоскиди, вантажопідйомністю 40 т та 60 т, з наступним транспортуванням на ділянки рекультивації, які розташовані за межами кар'єру. Середня відстань перевезення таких порід становить 5,0 км. Корисна копалина та розкривні породи розробляються із попереднім розпушенням за допомогою буро-вибухових робіт з використанням

безтротилвмісних речовин (емульсійна вибухова речовина АНЕМІКС). Родовище багатих залізних руд рудника ім. Кірова (поле шахти ім. Артема), в адміністративному відношенні, розташоване в Саксаганському районі м. Кривий Ріг Дніпропетровської області (Рис. 1.3.1).

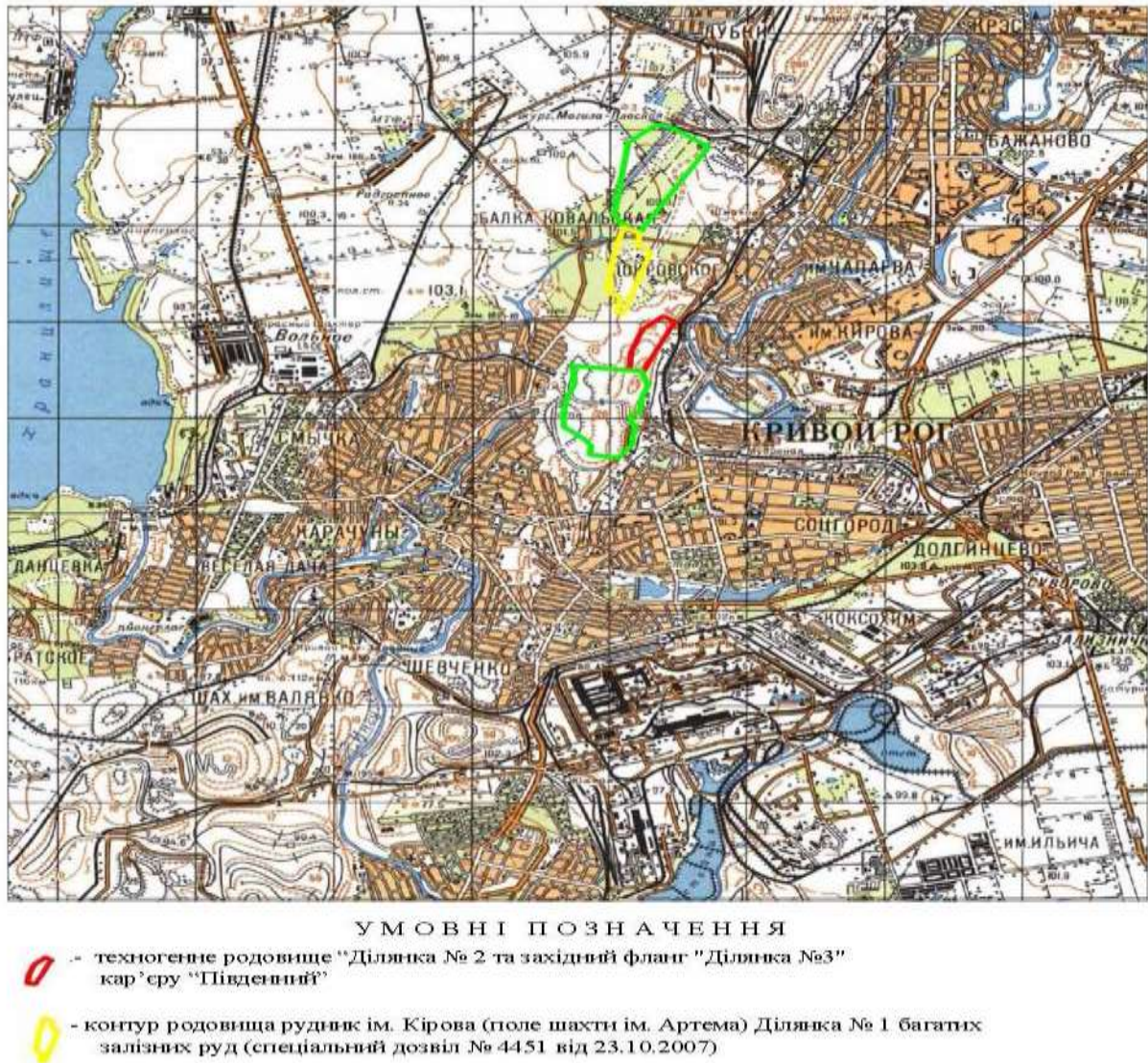


Рис. 1.3.1 Оглядова карта району родовища Ділянка № 1 родовища багатих залізних руд рудника ім. Кірова (поле шахти ім. Артема) розробляється підземним способом шахтою ім. Артема, ШУ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Частина родовища залізних руд (ділянка №2 і №3), розробляється за допомогою кар'єра "Південний", в якому виконується повторна розробка раніше втрачених багатих залізних руд, в зонах зрушення і обвалення від підземних гірничих робіт ШУ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Кар'єр «Південний» введений в експлуатацію в 1972 році для видобутку раніше втрачених багатих залізних руд. На теперішній час, підземна розробка в районі

кар'єру «Південний» не проводиться. Гірничі роботи ведуться в відпрацьованій підземним способом частині родовища, де процеси зрушення припинені. Раніше ділянка №2 та ділянка №3 кар'єру «Південний» займали площу в межах гірничого відводу кар'єру «Південний» родовища залізних руд ім. Кірова (поле шахти ім. Артема), що до 2015 року, розроблялося відкритим способом ШУ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». На теперішній час розробку ділянки №2 виконує ТОВ «Рудомайн», відповідно до спеціального дозволу на користування надрами від 08.12.2017 р. №6236. Площа родовища, згідно спеціального дозволу становить 24,2 га. Основні види продукції ТОВ «Рудомайн»:



Ділянка №3 (дорозвідка) знаходиться на західному фланзі техногенного родовища залізних руд «Ділянка №2 кар'єру «Південний». Загальна площа ділянки №2 та ділянки №3 становить 35,2 га. Ділянки №2 і №3 з півдня обмежені гірничим відводом кар'єра «Північний», з півночі – насипом, який будується під автодорогу «Техбаза-кладовище «Західне», зі східного боку - проммайданчиком шахтоуправління ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», із заходу - відвалами розкривних порід кар'єра «Південний». Відпрацювання родовища кар'єром "Південний" здійснюється в маркшейдерських осях 128...103 і від лінії середнього простягання ± 0 до лінії +600 (маркшейдерської обґрунтування шахтоуправління ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»), нижній горизонт має позначку мінус 96 м. Корисна копалина представлена втраченими під час підземного видобутку та погашеними запасами багатих залізних руд 5-

го та 6-го залізистих горизонтів колишнього рудника ім. Кірова.

Переробка корисних копалин здійснюється на комплексі по збагаченню гематитових кварцитів підприємства ТОВ "Рудомайн". Кар'єр «Південний» розташований на відстані 2,5 км на північний захід від залізничної станції «Мудрена», та в 3,0 кілометрах на південь від залізничної станції «Шмаково» ДП «Укрзалізниця». На півдні кар'єр «Південний» (ділянка № 2 та № 3) межує з кар'єром «Північний» ТОВ «УГК». З північної і західної сторони розташовані відвали кар'єра і зона обвалення від ведення підземних гірничих робіт ШУ «ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Зі східного боку розташований проммайданчик ШУ «ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Кар'єр та прилеглі землі знаходяться на території, підробленої шахтами. Розвиток процесів зрушення і обвалення від ведення підземних гірничих робіт робить ці землі непридатними для сільськогосподарського виробництва і цивільного будівництва. Відповідно до спеціального дозволу на користування надрами ліцензійна площа родовища ділянка №2 з врахуванням західного флангу ділянки №3 становить – 35,2 га. Розробка родовища виконується із застосуванням буровибухових робіт. Буріння свердловин виконується верстатами шарошкового буріння Pit Viper 275 (або аналог). Для вилучення розкривних порід і корисної копалини використовуються екскаватори з типом обладнання "пряма лопата" TEREX RH 40-E з ємністю ковша до 5-7 м³ (або аналог). Для переміщення гірничої маси використовуються автосамоскиди "HOWO" вантажопідйомністю 40 т (або аналог) і автосамоскиди "SANY" вантажопідйомністю 60 т (або аналог). Основні проектні показники кар'єра Південний наведені в таблиці 1.3.1. *Чисельність промислово-виробничого персоналу*. Визначена облікова чисельність промислово-виробничого персоналу, необхідна для організації праці при розробці родовища. Чисельність персоналу визначена згідно з технологічним циклом виробництва, продуктивності обладнання та його змінності роботи, а також з урахуванням організації праці на робочому місці. Режим роботи кар'єру передбачається: на розкривних та видобувних роботах – 365 днів на рік, з роботою в 2 зміни по 12 годин. Основна чисельність виробничого персоналу кар'єра наведена в таблиці А.2 Додатку А.

Таблиця 1.3.1 Основні проектні показники кар'єра Південний

№ п/п	Показники	Значення
1	Корисна копалина	втрачені під час підземного видобутку запаси багатих залізних руд 5-го та 6-го залізистих горизонтів
2	Ліцензійна площа родовища по категоріях С ₁ (ділянка №2 та Ділянка №3)	35,2 га
3	Запаси, які затверджені ДКЗ України, протокол № 5236 від 20.01.2021 р.: Ділянка №2 Ділянка №3	С ₁ – 8514,3 тис. т С ₁ – 3216,3 тис. т
4	Промислові запаси на 01.01.2021 р.: Ділянка №2 Ділянка №3	С ₁ – 8514,3 тис. т С ₁ – 3216,3 тис. т
5	Обсяг розкривних порід у контурі кар'єру	32747 тис. м ³
6	Річна потужність кар'єру по видобутку корисної копалини	1600 тис.т (457,0 тис. м ³)
7	Середній коефіцієнт розкриву в межах кар'єрного поля по проекту	2,78 м ³ /т
8	Термін експлуатації кар'єру	7,4 років
9	Режим роботи кар'єру	цілорічний, безперервний в 2 зміни по 12 годин.
10	Необхідне обладнання для виконання розкривних, видобувних і відвальних робіт	- Бурові верстати "Pit Viper" - Екскаватори TEREX RH 40-Е з ємністю ковша 5-7 м³ - Бульдозери - Автосамоскиди "HOWO" (40 т) - Автосамоскиди "SANY" (60 т)

1.4 Геологічна будова обраного родовища корисних копалин

Родовище багатих залізних руд рудника ім. Кірова (поле шахти ім. Артема) приурочено до південної частини Саксаганського району Криворізького басейну. В геологічній будові родовища беруть участь гранитоїдні породи архею і глибокометаморфізовані залізисто-крем'янисті породи Криворізької серії нижнього протерозоя. Товща кристалічних порід перекривається відкладеннями кайнозою, які залягають субгоризонтально. Особливістю геологічної будови родовища є відсутність порід Новокриворізької серії, що залягають між гранітами і породами криворізької серії. Криворізька серія в межах розглянутого родовища представлена скелюватською (PR_{1sk}), саксаганською (PR_{1sx}) і гданцівською (PR_{1gd}) світами. Вище по розрізу залягають породи Глєсватської (PR_{1gl}) свити. Склєуватська світа (PR_{1sk}) підрозділяється на три підсвіти:

аркозо-метапесчанікову (PR_{1sk_1}), філітову (PR_{1sk_2}), і тальк-карбонатну (PR_{1sk_3}). Загальна горизонтальна потужність порід свити 70-150м. Саксаганська світа (PR_{1sx}) є основною рудоносною товщею. Вона представлена залізистими і сланцевими горизонтами, які чергуються між собою. Рудоносну товщу, в межах проектного контуру кар'єру «Південний», складають перший (PR_{1sx}^{1f}), другий (PR_{1sx}^{2f}), третій (PR_{1sx}^{3f}), четвертий (PR_{1sx}^{4f}), п'ятий (PR_{1sx}^{5f}) і шостий (PR_{1sx}^{6f}) залізисті і розділяють їх відповідні сланцеві (PR_{1sx}^{1s} , PR_{1sx}^{2s} , PR_{1sx}^{3s} , PR_{1sx}^{4s} , PR_{1sx}^{5s} и PR_{1sx}^{6s}) горизонти. Загальна потужність порід саксаганської свити біля 1300 м. Сланцеві горизонти представлені кварц-серіцитовими, кварц-серіцит-хлоритовими та іншими сланцями з прошарками гетит-гематитових і безрудних кварцитів. Потужність окремих горизонтів змінюється від 20 до 100 м. Залізисті горизонти складені мартитовими, гетит-гематит-мартитовими, силікат-карбонат-магнетитовими та іншими мінералогічними різновидами залізистих кварцитів. Потужність залізистих горизонтів змінюється від 4 до 100 м. Гданцівська світа (PR_{1gd}) залягає зі стратиграфічною незгодою на породах саксаганської свити. Представлена вона метапісковиками, кварцитами, доломітами, кварц-серіцит-графітитовими та іншими сланцями. Потужність свити досягає від 100 до 1000-1200 м. Глеєватська світа (PR_{1gl}) завершує розріз Криворізької серії. Для неї характерне переважання конгломератів і метапісковиків, підлегле місце займають кварц-біотитові сланці. Горизонтальна потужність порід свити змінюється від 1,5-2 км на півдні до 4 км на північі. На розмитій поверхні кристалічних порід горизонтально залягає товща пухких кайнозойських відкладів, представлена палеоген-неогеновими і четвертинними суглинками, глинами і пісками. Потужність кайнозойських відкладень змінюється в залежності від рельєфу корінних порід і коливається від 1 до 23 м. Багаті залізні руди в приповерхневої частини родовища були представлені штокоподібними та столбоподібними рудними тілами, які розташовані переважно в четвертому (PR_{1sx}^{4f}), п'ятому (PR_{1sx}^{5f}) і шостому (PR_{1sx}^{6f}) залізистих горизонтах, а також у вигляді окремих гнізд і дрібних рудних тіл - в п'ятому (PR_{1sx}^{5s}) і шостому (PR_{1sx}^{6s}) сланцевих горизонтах східної смуги складноскладчатої Саксаганської рудоносною

структури. Моноклінальна структура глибокометаморфізованих порід родовища простягається в північно-східному напрямку по азимуту $15-18^\circ$ і падає на захід під кутами $45-50^\circ$. Залягання порід ускладнено трещиноватістю і розривними порушеннями різних напрямків з амплітудами зміщення порід до 50-200 м, широко розвинені ізоклінальні, флексурні, дисгармонійні і відкриті складки.

В даний час під впливом зрушення порід від розробки покладів багатих залізних руд підземним способом системами з обваленням порід, які налягають, залягання рудоносних порід родовища суттєво ускладнено, а їх стійкість у відслоненнях значно знижена. В межах границь кар'єра «Південний» поширені четвертий, п'ятий і шостий сланцеві і залізисті горизонти саксаганської свити.

Четвертий сланцевий горизонт (PR_{1sx}^{4s}) в межах кордонів кар'єра залягає в східному борту кар'єра і представлений кварц-серицитовими, хлорит-біотитовими сланцями з прошарками безрудних кварцитів, і лише у висячому боці товщі залягають хлоритові та хлорит-біотитові сланці з прошарками карбонатних кварцитів. Сланці щільні дрібнозернисті, текстура сланцева, структура ліпідобластова. Потужність сланців змінюється від 40 до 70 м.

Четвертий залізистий горизонт (PR_{1sx}^{4f}) представлений гематит-мартитовими і гідрогематит-мартитовими кварцитами з прошарками серицит-хлоритових сланців. Коефіцієнт міцності 8-10. Об'ємна вага - $3,0 \text{ т/м}^3$. Горизонт розкритий в східному борту кар'єра та має потужність 20-40 м.

П'ятий сланцевий горизонт (PR_{1sx}^{5s}) складний гідрогематит-мартитовими кварцитами з прошарками безрудних кварцитів. Потужність горизонту в межах кар'єра 20-25 м. *П'ятий залізистий горизонт (PR_{1sx}^{5f})* залягає безпосередньо на породах п'ятого сланцевого горизонту, винятком є антиклінальна частина родовища, де через значні тектонічні зсуви породи п'ятого залізистого горизонту залягають на породах четвертого залізистого і сланцевого горизонтів. Горизонт як найбагатший рудними покладами ретельно вивчений. Його розкрито численними гірничими виробками як підземними, так і відкритими, та значною кількістю розвідувальних свердловин. Представлений мартитовими, гематит-мартитовими кварцитами, гематит-мартитовими і мартитовими джеспілітами.

Розкритий в східній і центральній частинах кар'єра. Потужність горизонту 50-120 м. До пород п'ятого залізистого горизонту приурочені найбільші поклади мартитових і гематит-мартитових руд.

Шостий сланцевий горизонт (PR_{1sx}^{6s}) складений гідрогематитовими кварцитами з кристалами мартиту. Це широкосмугаста порода складена кварцовими та гідрогематитовими прошарками. Як в гідрогематитових, так і в кварцових прошарках знаходяться великі кристали мартиту.

Шостий залізистого горизонту (PR_{1sx}^{6f}) представлений мартитовими кварцитами та джеспілітами, гідрогематит-мартитовими і гідрогематитовими кварцитами. Мартитові роговики складені мартитовими, кварцовими та гематит-кварцовими прошарками. У породах шостого залізистого горизонту мають місце біля 10 невеликих рудних покладів, складених мартитовими рудами. Потужність горизонту в межах кар'єру 60-100 м. До корисної копалини кар'єра «Південний» відносяться багаті залізні руди п'ятого залізистого горизонту (PR_{1sx}^{5f}), які були втрачені при підземному способі розробки, а також бідні руди п'ятого та шостого залізистих горизонтів з бортовим вмістом $Fe_{заг}$ - 36%. Багаті залізні руди представлені сумішшю залишків мартитових руд з різними вміщуючи ми породами та домішками глинистого матеріалу, а також фрагментами рудних межкамерних ціликів. У товщі залізистих кварцитів шостого залізистого горизонту також зустрічаються прошарки та гнізда багатих залізних руд, наявність яких підтверджено раннє проведеними експлуатаційними роботами в кар'єрі «Південний». Бідні руди п'ятого і шостого залізистих горизонтів представлені, в основному, мартитовими, гематит-мартитовими кварцитами та джеспіліти з вмістом $Fe_{заг}$ вище 36%. Родовище багатих залізних руд рудника ім. Кірова (поле шахти ім. Артема) в адміністративному відношенні розташоване на території Саксаганського району міста Кривого Рогу (рис. 1.4.1).

Найближча залізнична станція - станція Шмаково, Придніпровської залізниці розташована в 3 км на північ від родовища. В межах кордонів родовища в лежачому боці проходить гілка Придніпровської залізниці. На схід від родовища протікає р. Саксагань. Ділянка № 1 родовища багатих залізних руд

рудника ім. Кірова (поле шахти ім. Артема) розробляється підземним способом шахтою ім. Артема ШУ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

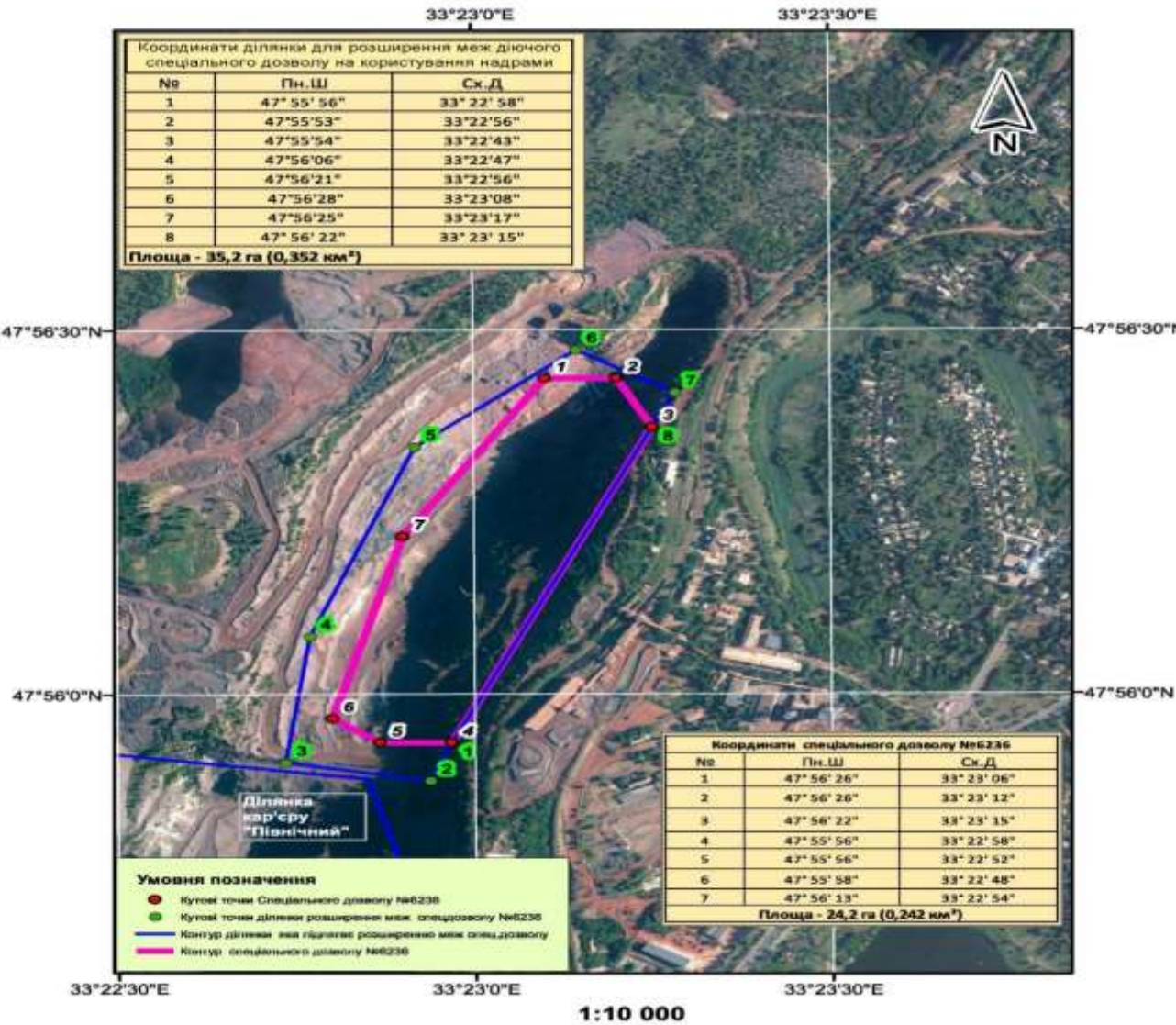


Рис. 1.4.1 Ситуаційний план розташування ліцензійної площі кар'єру «Південний»

Кар'єр «Південний» повторне відпрацювання багатих руд розпочав у 1972 році, при досягненні кар'єром глибин підземної розробки. Ділянка № 2 родовища до 2015 року розроблявся відкритим способом кар'єром «Південний» ШУ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». В даний час в межах кар'єра «Південний» виділено дві ділянки: - ділянка №2 кар'єра «Південний» (залізнi руди повторної розробки п'ятого залізистого горизонту); - ділянка №3 кар'єра «Південний» (бідні мартитові руди повторної розробки п'ятого і шостого залізистих горизонтів). Підприємством ТОВ «Рудомайн» на розробку ділянки № 2 кар'єра «Південний»

у 2017 році отримано Спеціальний дозвіл на користування надрами № 6236 від 08.12.2017 р., а в 2021 році на розробку ділянки № 2 кар'єра «Південний» з врахуванням західного флангу ділянки № 3 отримано спеціальний дозвіл на користування надрами № 6511 від 25.05.2021 р.

Передбачається спільне відпрацювання запасів ділянок № 2 і № 3 кар'єра «Південний». Площа ліцензійної ділянки № 2 кар'єру «Південний» становить 0,242 км² (24,2 га). Площа ліцензійної ділянки № 2 кар'єру «Південний» з врахуванням західного флангу ділянки № 3 становить 0,352 км² (35,2 га). Ділянка № 3 безпосередньо примикає до східного кордону ділянки № 2, і обидва розташовуються в межах кар'єра «Південний». На півдні ділянка №2 і №3 межує з ліцензійною площею кар'єра «Північний», ТОВ «УГК». З північної і західної сторони розташовані відвали кар'єра «Південний» і зона обвалення від ведення підземних гірничих робіт ШУ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Зі східного боку - розташований проммайданчик ШУ «ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Клімат району помірно-континентальний з м'якою зимою та досить тривалим літом. Перший сніг випадає, переважно, у першій половині грудня і тане вже у березні. Середньорічна температура повітря складає +9,7°C. Середньорічна кількість опадів 475 мм. Вітри переважають східні, північно-східні, північні. Швидкість їх складає 5 м/с, іноді 25 м/с. Балки, яри і поверхневі водоймища на території родовища відсутні. Забезпечення промислових об'єктів електроенергією здійснюється від системи «Дніпроенерго». Забезпечення питною і технічною водою здійснюється за рахунок річок Саксагань, Інгулець і каналу Дніпро-Кривий Ріг. На площі родовища ніяких споруд, будівель, пам'ятників історії і культури, заповідників, спеціальних об'єктів та інш. немає.

1.5 Фізико-механічні властивості гірських порід

Інженерно-геологічні умови проведення гірничих робіт в кар'єрі складні. Руди і вміщуючі породи, що залучаються до розробки, кілька десятків років перебували в зоні зрушення від підземних гірничих робіт. Це обумовлює високу тріщинуватість і слабку стійкість масиву. Мартитова руда (синька) складає

основну масу рудних покладів у кар'єрі п'ятого (PR_{1sx}^{5f}) та шостого (PR_{1sx}^{6f}) залізистих горизонтів. За зовнішнім виглядом та структурними ознакам мартитові руди підрозділяються на три різновиди: синька, сипуча руда «шелестуха», щільна мартитова руда «залізняк». За фізичними властивостями «синька» відрізняється невисокою міцністю, іноді сипуча, коефіцієнт міцності по шкалі Протод'яконова коливається від 5 до 6 та лише при сумісному заляганні досягає 8-10. У всякому боці рудних покладів розташований горизонт талькових сланців, потужністю 25 ... 30 м в південній частині і 50 ... 80 м в північній частині кар'єру. У центральній частині потужність горизонту не перевищує 5 м. Сланці відрізняються вкрай низькою стійкістю. Ускладнює проведення гірничих робіт в кар'єрі наявність нелокалізованих камер на відпрацьованих горизонтах шахти, що викликає необхідність буріння випереджальних свердловин. Характеристика трещиноватості, міцності руд і вміщуючих порід родовища наведена в таблиці 1.5.1. Корисна копалина кар'єру «Південний» - втрачені під час підземного видобутку та погашені запаси багатих залізних руд п'ятого залізистого горизонту та бідні руди п'ятого і шостого залізистих горизонтів колишнього рудника ім. Кірова. Характеристика основних фізико-механічних властивостей порід і руд кар'єра «Південний» приведена в таблиці А.3 Додатку А. *Багаті залізні руди* зосереджені, в основному, в п'ятому залізистому горизонті. Також зустрічаються невеликі рудні тіла серед порід шостого залізистого горизонту. За мінеральним складом виділяються мартитові і гідрогематит-мартитові руди. Мартитова руда складає основну масу рудних покладів 5-го і 6-го залізистих горизонтів. За зовнішнім виглядом і структурним ознаками мартитові руди підрозділяються на три різновиди: «синька», сипуча руда «шелестуха» і щільна мартитова руда «залізняк». За фізичними властивостями «синька» відрізняється невисокою міцністю, іноді сипуча, коефіцієнт міцності по шкалі Протод'яконова коливається від 5 до 6, іноді при природному заляганні досягає $f=8-10$.

Для «синьки» характерна висока пористість від 11,6 до 27,9 %, в середньому – 22,2%. Як наслідок високої пористості вона відрізняється значною

вологоємністю. Достатньо часто в «синьці» зустрічаються жили кварцу потужністю від 1-2 до 10-20 см.

Таблиця 1.5.1. Характеристика тріщинуватості, міцності руд і вміщуючих порід кар'єру «Південний»

Найменування руд і порід	Характеристика тріщинуватості, міцності руд і вміщуючих порід
1	2
Багаті руди (PR_{1sx}^{5f})	
Руди гідрогематит-гематитові	Сильно тріщинуваті з дзеркалами ковзання, вельми низької стійкості, $f=4...6$.
Руди мартитові	Сильно та середньо тріщинуваті, низької стійкості, $f=6...8$.
Руди гематит-мартитові	Сильно тріщинуваті, низької стійкості, $f=6...8$.
Бідні руди (PR_{1sx}^{5f})	
Кварцити гематит-мартитові	Сильно та середньо тріщинуваті, низької та середньої стійкості, $f=8...10$.
Джеспіліти мартитові	Сильно та середньо тріщинуваті, середньої стійкості, $f=9-14$.
Вміщуючі породи	
Сланці кварц-серицитові PR_{1sx}^{4s}	Сильно тріщинуваті з дзеркалами ковзання, низької стійкості, $f=9...11$.
Сланці гідрогематит-гематитові PR_{1sx}^{5s}	Сильно тріщинуваті з дзеркалами ковзання, низької стійкості, $f=4-6$.
Бідні руди (PR_{1sx}^{6f})	
Кварцити гематит-мартитові	Середньо тріщинуваті, середньої стійкості, $f=10...12$.
Вміщуючі породи	
Кварцити гематит-мартитові (некондиційні) PR_{1sx}^{6f}	Середньо тріщинуваті, середньої стійкості, $f=10...12$.
Роговики гетит-гематитові PR_{1sx}^{6s}	Сильно тріщинуваті, низької стійкості, $f=10...12$.
Сланці хлорит-талькові PR_{1sk}	Сильно тріщинуваті, низької стійкості, $f=5-7$.

Сипуча мартитова руда («шелестуха») має міцність $f=3-4$. Вона тонкосмугаста попелясто-сірого кольору, розсипається при ударі молотком на маленькі пластинки. Ця порода є продуктом інтенсивного розкладу джеспілітів, з виносом кварцу, після чого збільшується вміст заліза та збільшується пористість до 25-30 %. «Шелестуха» зустрічається у вигляді ореолів біля рудних тіл. Щільна мартитова руда («залізняк») має коефіцієнт міцності від $f=10-12$ до $f=14-16$. Це щільна дрібнозерниста порода, пористість цієї руди мала. Вона не має широкого розповсюдження, зустрічається у вигляді тонких прошарків у масі

інших мартитових руд. Гідрогематит-мартитові («фарбові») руди п'ятого (PR_{1sx}^{5f}) та шостого (PR_{1sx}^{6f}) залізистих і п'ятого сланцевого (PR_{1sx}^{5s}) горизонтів утворюють невеликі лінзовидні тіла. За зовнішнім виглядом руда смугаста та сланцювата, пухка, в'язка через значні домішки глинистого матеріалу. Міцність по шкалі Протод'яконова не-висока – 3-4. Пористість – 3-5 %, іноді досягає 25-30 %. Результати досліджень фізико-механічних властивостей природних багатих руд повторної розробки п'ятого залізистого горизонту та основних порід родовища кар'єру «Південний» (за результатами досліджень попередніх років) наведені в таблиці 1.5.2.

Таблиця 1.5.2 Фізико-механічні властивості основних порід та руд родовища

Фізико-механічні властивості	Одиниця виміру	Назви порід та руд			
		Мартитові, гематит-мартитові руди	Мартитові кварцити	Джеспіліти	Гідрогематит-мартитові кварцити
Міцність		5-7	10-14	15-18	10-12
Питома вага	т/м ³	5,1-5,3	3,3-3,51	3,3-3,7	3,12-3,41
Об'ємна вага	т/м ³	3,56-3,88	3,03-3,25	3,03-3,49	2,67-2,95
Пористість	%	24,4-28,1	7,4-9,1	7,2-7,4	13,5-14,5

За даними досліджень попередніх років, у товщі залізистих кварцитів зустрічаються прошарки та поклади багатих залізних руд, серед яких переважає мартитова руда. За зовнішнім виглядом, структурними ознаками та фізико-механічними властивостями мартитові руди в межах порід шостого залізистого горизонту нічим не відрізняються від подібних утворень п'ятого залізистого горизонту. Дослідження можливості збагачення руд повторної розробки п'ятого залізистого горизонту кар'єра «Південний» методом сухої магнітної сепарації проводилися різні організаціями та інститутами: Криворізьким технічним університетом, НВП «Укрекологія» і ТОВ ПП «Сигма», за результатами яких були розроблені технологічні схеми збагачення і побудовані збагачувальні комплекси.

Відомості про мінеральний склад руд і порід кар'єру «Південний» за результатами досліджень попередніх років наведені у таблиці 1.5.3.

Таблиця 1.5.3 Мінеральний склад різновидів руд та порід кар'єру «Південний»

Найменування різновидів	Масова частка мінералу (М) та зв'язаного з ним заліза, (Fe), %												
	магнетит		гематит, мартит		Гідроокисли заліза		Карбонати		Силікати		Кварц	Сума	
	М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	М	Fe
Руда гематит-мартитова	1,0	0,7	79,0	55,25	2,0	1,3	-	-	3,8	0,015	14,2	100	57,4
Кварцити мартитові	1,4	1,0	56,9	39,85	1,5	0,9	-	-	1,8	0,015	28,4	100	41,9
Кварцит гематит-мартитовий	1,1	0,8	62,4	43,65	1,4	0,8	-	-	1,5	0,015	33,6	100	45,4
Кварцит гідрогематит-мартитовий	0,7	0,5	52,2	36,55	3,6	2,3	-	-	4,6	0,015	38,9	100	39,5
Сланці різного складу	0,14	0,1	22,3	15,60	1,1	0,7	-	-	18,06	3,6	58,4	100	20,0
Безрудні та малорудні кварцити	0,6	0,4	23,9	16,73	1,8	1,3	-	-	2,3	0,07	71,4	100	18,5

1.6 Гідрогеологічні та кліматичні умови розробки родовища

Гідрогеологічні особливості району робіт зумовлені неглибоким заляганням кристалічного фундаменту, перекритого осадовими відкладами кайнозою. Однією із важливих характеристик, які впливають на підземні і поверхневі стоки є мінливість опадів у часі. В межах району виділяються наступні водоносні комплекси: водоносний комплекс кайнозойських відкладів; водоносний комплекс докембрійських відкладів; техногенний водоносний горизонт. Водоносні комплекси у свою чергу поділяються на водоносні горизонти в залежності від характеру живлення, розповсюдження водоносного горизонту, літологічного складу вміщуючих порід тощо. Водоносний комплекс кайнозойських відкладів. Водоносний комплекс осадових відкладів представлений водоносними горизонтами четвертинних і неогенових відкладів.

Водоносний горизонт четвертинних відкладів приурочений до лесоподібних суглинків та алювіальних відкладів. Підземні води алювіальних відкладів приурочені до пісків, супісків та суглинків. Потужність водоносного горизонту коливається від 2 до 12 м. Контролюється режимом атмосферних опадів, фізико-механічними властивостями порід. Глибина залягання рівня води становить від 2,3

до 11,8 м. Коефіцієнт фільтрації складає 2,5 м/добу, водовіддача – 0,1.

Водоносний горизонт неогенових відкладів. Серед неогенових відкладів водовміщуючими є сарматські та понтичні вапняки і піски. Водотривкими є сарматські глини. Потужність водоносної товщі 1-8 м. Коефіцієнти фільтрації пісків змінюються від 0,1 до 8 м/добу, вапняків – від 1,7 до 100 м/добу. Водоносний горизонт безнапірний. Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок атмосферних опадів. Мінералізація підземних вод коливається від 1,2 до 10,4 г/дм³.

Водоносний комплекс докембрійських відкладів. Основним водоносним горизонтом є тріщинно-пластові води кристалічних порід докембрію. Головну роль грають обводнені породи саксаганської та скелюватської світ, які мають гідравлічний зв'язок і утворюють єдину зону тріщинно-пластових вод напірно-безнапірного типу. Дебіти свердловин змінювались від 0,45 м³/год до 0,84 м³/год при зниженнях відповідно 120-6 м. Питомі дебіти свердловин змінювались від 0,0015 до 1,2 м³/год. Коефіцієнт фільтрації складає 0,00083-0,007 м/добу. Живлення підземних вод комплексу докембрійських порід здійснюється за рахунок атмосферних опадів і перетоку води з інших водоносних горизонтів. Родовище «ділянка №2» та «ділянка №3» кар'єр «Південний» знаходиться у межах депресійної воронки підземних вод, яка сформувалася за багаторічний період осушення порід, в результаті роботи водовідливних установок шахти ім. Артема, при розробці багатих залізних руд родовища підземним способом, тому скельні породи в межах кар'єру осушені. Витоки води в бортах кар'єру відсутні.

Інфільтрація атмосферних опадів по всій площі кар'єру швидка, завдяки підвищеній тріщинуватості порід, що утворилася в наслідок раніше проведеної підземної розробки покладів. У відпрацьованому просторі накопичення води відсутнє. Виходячи з вищезазначеного єдиним джерелом формування водопритоків до гірничої виробки, можливе лише за рахунок атмосферних опадів, які надходять в кар'єр під час злив:

$$Q = A \times F \times c / 24 = 0,02 \times 878000 \times 0,7 / 24 = 512 \text{ м}^3/\text{год}; \quad (1.6.1)$$

где: А – найбільш вірогідна кількість ливневих опадів, що випадають в районі

родовища, м;

F – площа кар'єра на кінець розробки (по поверхні землі), м²;

c – коефіцієнт, що враховує інфільтрацію атмосферних опадів в породи (в зоні зсуву та обрушення його значення досягає 0,7).

Родовище перебуває в сприятливих гідрогеологічних умовах. Сумарний водоприплив до кар'єру на прикінцевий термін розробки родовища формуватиметься виключно за рахунок атмосферних опадів та складатиме –512 м³/добу. Завдяки підвищеній тріщинуватості порід, яка утворилася в результаті підземної розробки покладів, відбувається швидка інфільтрація атмосферних опадів, що випадають на водозбірній площі кар'єра, в підземні виробки шахти, звідки вода відкачується на денну поверхню установками шахтного водовідливу. У відпрацьованому просторі накопичення води відсутнє. Гідрогеологічні умови сприятливі для подальшої розробки родовища відкритим способом.

1.7. Гірничо-технічна характеристика (запаси, потужність пластів/рудних тіл, розкриття та система розробка родовища)

ДКЗ України (протокол № 5236 від 20.01.2021 року) затвердело запаси залізних руд родовища ділянка №2 кар'єру «Південний» в кількості 8581 тис.т та підрахувало для опробування запаси залізних руд «Ділянка №3» в кількості 3216,3 тис.т (Додаток Б). Також визнало запаси залізних руд родовища ділянка №2 кар'єру «Південний», з врахуванням західного флангу «ділянка №3» підготовленими до промислового освоєння на умовах підприємницького ризику. Ресурси залізорудної сировини в проектному контурі кар'єру складаються з природно-багатих руд і розубоженої рудної маси, втрачених при підземній розробці родовища колишнього рудоуправління ім. Кирова. Геологічними і геолого-економічними дослідженнями 2006-2018 рр. доведено, що ділянка № 2 кар'єру «Південний» у сучасному її вигляді сформувалась за рахунок техногенних факторів, обумовлених підземним способом відпрацювання багатих залізних руд, що призвело до обрушення вищезалігаючих порід і змішування їх із залізними мартизовими рудами і залізистими кварцитами, та процесів

просідання і зсуву вміщуючих порід.

Техногенне родовище «Ділянка №2 кар'єру «Південний» розробляється ТОВ «Рудомайн» на основі спеціального дозволу на користування надрами №6236 від 8 грудня 2017 року. У 2017 році підприємством ТОВ «Геопроф» виконана попередня геолого-економічна оцінка запасів багатих залізних руд ділянки №2 родовища рудника ім. Кірова. У цій роботі була визначена, в сучасних економічних умовах, балансова належність запасів багатих залізних руд, які планувалися до розробки кар'єром «Південний». При цьому були встановлені параметри кондицій і виконаний перерахунок запасів багатих руд п'ятого залізного горизонту станом на 01.01.2017 р, а також виконано техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки запасів багатих руд відкритим способом. Для підрахунку запасів багатих залізних руд повторної розробки п'ятого залізного горизонту використовувалися параметри кондицій, затверджені протоколом ДКЗ України № 2862 від 06.03.2013 р:- бортовий вміст заліза загального при оконтурюванні кондиційних ділянок для видобутку - 48%;- мінімальна потужність корисної копалини, що включається в підрахунок запасів - 4 м;- максимальна потужність некондиційних прошарків і порожніх порід, які включаються в підрахунок запасів - 4 м. Запаси багатих залізних руд повторної розробки п'ятого залізного горизонту апробовані ДКЗ України протоколом № 3977 від 15.06.2017 року станом на 01.01.2017 року склали 3536,8 тис.т за категорією С₂, при вмісті заліза загального – 52,23%.

Підрахунок запасів багатих залізних руд повторної розробки був виконаний з використанням розрахункового коефіцієнта виходу руди повторної розробки з продуктивної товщі раніше відпрацьованих запасів багатих залізних руд підземним способом. Коефіцієнт виходу руди повторної розробки визначає усереднену частину багатих руд, які втрачені в надрах при підземному видобутку. Він розрахований за методикою, використаної в попередніх ГЕО.

Розрахунковий коефіцієнт виходу руди повторної розробки становить - 0,455 при бортовому вмісті заліза 48%. У затверджувальній частині протоколу № 3977 від 15.06.2017р ДКЗ України рекомендувала надрокористувачу:- протягом

трьох років після отримання спеціального дозволу на користування надрами визначити промислове значення запасів бідних окислених мартитових руд шостого залізного горизонту, як супутньої корисної копалини в межах проектних контурів кар'єра по розробці багатих залізних п'ятого залізного горизонту ділянки № 2 кар'єра «Південний».

У 2018 році ТОВ «Рудомайн» прийняло рішення про розширення мінерально-сировинної бази підприємства та визначенні економічної ефективності відпрацювання бідних залізних руд 5-го залізного горизонту з бортовим вмістом Feзаг - 36%, які раніше відносилися до порід розкриву. ТОВ «Геопроф» була виконана геолого-економічна оцінка доцільності залучення в розробку бідних руд з бортовим вмістом Feзаг - 36% в межах ділянки № 2 кар'єра «Південний».

У 2018 році колегією ДКЗ України були апробовані запаси бідних залізних руд повторної розробки п'ятого залізного горизонту ділянки № 2 кар'єру «Південний» у кількості 7990,6 тис. т. за категорією С₂, при вмісті заліза загального 45,42 %. При затвердженні запасів ДКЗ України повторно рекомендувала надрокористувачу визначити промислове значення запасів бідних окислених мартитових руд шостого залізного горизонту, як супутньої корисної копалини в межах проектних контурів кар'єра.

З огляду на рекомендації ДКЗ, в 2020 році ТОВ «Геопроф», по заказу ТОВ «Рудомайн», виконало геолого-економічну оцінку запасів бідних окислених мартитових руд 6-го залізного горизонту, з метою визначення промислового значення, як супутньої корисної копалини в межах проектних контурів кар'єру для розробки багатих руд 5-го залізного горизонту техногенного родовища ділянки №2 кар'єру «Південний» та дорозвідкою західного флангу "Ділянка №3" з метою розширення меж родовища та проектних контурів кар'єру для подальшої промислової розробки у Саксаганському районі, м. Кривий Ріг Дніпропетровської області. Загальна площа підрахунку запасів обмежена: на півночі (північ-північний схід) - лінією маркшейдерської осі 71, на півдні (південь-південний схід) - лінією маркшейдерської осі 120.

В розрізі верхня межа підрахунку запасів руд залізистих горизонтів показана лінією фактичного стану гірничих робіт на 01.01.2021 р., нижня – лінією проектного стану гірничих робіт з нижньою відміткою проектного контуру кар'єру – мінус 130м. Об'ємна вага, яка використовувалася при підрахунку запасів, руд заліза повторної розробки шостого та п'ятого залізистих горизонтів із бортовим вмістом $Fe_{заг} - 36\%$ становить $3,52 \text{ т/м}^3$.

Підрахунок запасів виконано з використанням «коефіцієнту виходу руди повторної розробки» з продуктивної товщі раніше розроблених запасів багатих залізних руд, який розрахований за методикою, використаною у попередніх ГЕО. «Коефіцієнт виходу руди повторної розробки» (коефіцієнт непідтвердження запасів корисної копалини) - визначає усереднену частку багатих руд, що втрачалися у надрах під час підземного видобудку залізних руд – 0,455. Параметри кондицій для підрахунку запасів залізних руд техногенного родовища ділянки № 2 кар'єру «Південний» з врахуванням західного флангу «Ділянка № 3»:- бортовий вміст заліза загального у пробі при оконтурюванні кондиційних ділянок для видобутку - 36 %;- мінімальна потужність корисної копалини, що включається в підрахунок запасів - 4 м;- максимальна потужність некондиційних прошарків і пустих порід, що включаються в підрахунок запасів - 4 м;- підрахунок запасів корисної копалини виконати в контурі кар'єру, що обґрунтовані ГЕО до горизонту з абсолютною відміткою -130,0 м. Згідно протокола ДКЗ України №5236 від 20.01.2021р, затверджені за станом на 01.01.2021 р. балансові запаси (промислові) залізних руд техногенного родовища «ділянка №2» кар'єру «Південний», та підраховані для апробування запаси залізних руд техногенного родовища «ділянка №3» у кількості за категоріями та класами представлені в таблицях 1.7.1-1.7.2. Поклади техногенного родовища ділянки № 2 кар'єру «Південний» з врахуванням західного флангу «Ділянка №3» за складністю геологічної будови віднесені до родовищ четвертої групи, відповідно до «Класифікація запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ руд чорних металів (заліза, марганцю та хрому)». Родовище підготовлене до подальшого промислового освоєння на умовах

економічного ризику користувача надр. Проектний контур кар'єру «Південний» збігається з проектним контуром, який було прийнято при виконанні геолого-економічній оцінці ТОВ «Геопроф» у 2020 році, для підрахунку та затвердженні запасів ділянки №2 кар'єру «Південний» та дорозвідкою західного флангу "Ділянка №3".

Таблиця 1.7.1. Запаси залізних руд повторної розробки п'ятого залізного горизонту, затвердженні ДКЗ України, в межах спеціального дозволу на користування надрами № 6236 від 08.12.2017 р., «ділянка № 2» кар'єру «Південний».

Код класу	Категорія запасів	Запаси залізних руд, тис.т	Вміст заліза загального, %
111	C ₁	8581,0	48,68

Таблиця 1.7.2 Запаси залізних руд повторної розробки шостого та п'ятого залізистих горизонтів, які підраховані для опробування, в межах площі розширення західного флангу «ділянка № 3» кар'єру «Південний»

Код класу	Категорія запасів	Запаси залізних руд, тис.т	Вміст заліза загального, %
121	C ₁	3216,3	41,53

Тому, до проектування приймаються всі запаси залізних руд повторної розробки п'ятого та шостого залізистих горизонтів, які підраховані у ГЕО, а згодом затверджені ДКЗ України. Корисна копалина в межах ділянки №2 і №3 родовища залізних руд, яке розробляється кар'єром "Південний", представлено, раніше втраченими або залишеними в надрах при підземному способі розробки родовища, багатими залізними рудами п'ятого залізного горизонту саксаганської свити, а також бідними залізними рудами шостого залізного горизонту. Родовище залізних руд, кар'єр «Південний» віднесено до родовищ з вельми складною геологічною будовою 4 групи складності, за ступенем розвіданості, всі запаси рудних тіл родовища в межах проектного контуру кар'єру класифіковані за категорією C₁, згідно з інструкцією ДКЗ. Загальна площа підрахунку запасів обмежена: на півночі - лінією маркшейдерської осі 55, на півдні - лінією маркшейдерської осі 120. Відповідно до підрахунку, загальні балансові запаси (промислові), втрачених під час підземного видобутку та погашених запасів залізних руд 5-го та 6-го залізистих горизонтів у межах родовища «ділянка №2» і «ділянка №3», кар'єр «Південний», станом на

01.01.2021 р. становлять 11797,3 тис. т, у тому числі: - «ділянка №2» – 8581,0 тис. т, (при вмісті заліза загального – 48,68%); - «ділянка №3» – 3216,3 тис. т, (при вмісті заліза загального – 41,53%). Запаси корисної копалини затверджені протоколом ДКЗ № 5236 від 20.01.2021р. Запаси корисної копалини які прийняті до розробки, згідно спеціального дозвіла на користування надрами становлять «ділянка №2» – 8514,3 тис. т, «ділянка №3» – 3216,3 тис. т. Підрахунок обсягів гірничої маси в проектному контурі проведений по вертикальним розрізам. Загальний обсяг розкривних порід в проектному контурі кар'єру «Південний» становить 32 648 тис. м³. Середній коефіцієнт розкриву - 2,78 м³/т. До теперішнього часу в архівах кар'єра "Південний" не збереглася документація, яка дозволила б вивчити і проаналізувати кількісно-якісні показники видобувних блоків підземної відпрацювання. Відсутні паспорти експлуатаційних блоків, акти на їх закриття, журнали документації та опробування виробок і розвідувальних свердловин, акти на списання запасів з аналізом причин списання, таблиці обліку показників вилучення руди. Показники втрат і засмічення на руднику ім. Кірова окремо по роках взагалі не підраховувалися. Рудні тіла шостого та п'ятого залізистих горизонтів стратифікувати неможливо. Стратиграфічне залягання рудних тіл п'ятого та шостого залізистих горизонтів порушене внаслідок впливу техногенних факторів, обумовлених підземним способом відпрацювання багатих залізних руд, що призвело до обрушення вищезалігаючих порід і змішування їх із залізними рудами і залізистими кварцитами. Визначення нормативів втрат і засмічення запасів руд залізистих горизонтів неможливо через порушення підземними гірничими роботами геологічного контуру покладу корисних копалин і заповнення відпрацьованого простору порожніми породами. Отже, експлуатаційні запаси залізних руд 5-го і 6-го залізистих горизонтів становлять 11730,6 тис. т. Запаси раніше втрачених залізних руд і кількість розкривних порід за станом на 01.01.2021 року в проектному контурі кар'єру наведено в табл. 1.7.3. Облік стану руху запасів, а також повноти видобування корисної копалини повинен проводитися геологічною та маркшейдерською службою підприємства. Втрати та засмічення, уточнюються на місці на підставі вимірів

і спостережень і враховуються при складанні річних планів розвитку гірничих робіт.

Таблиця 1.7.3 Запаси залізних руд і кількість розкривних порід

№ п/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Значення
1	Загальні балансові (промислові) запаси (C ₁) в межах кар'єра, у т.ч.	тис.т тис. м ³	<u>11730,6</u> 3351,6
	Балансові (промислові) запаси залізних руд «ділянка №2» (Fe _{заг.} – 48,68%)	тис.т тис. м ³	<u>8514,3</u> 2432,7
	Балансові (промислові) запаси залізних руд «ділянка №3» (Fe _{заг.} – 41,53%)	тис.т тис. м ³	<u>3216,3</u> 918,9
2	Проектні втрати при видобуванні	тис.т тис.м ³	- -
5	Загальні експлуатаційні запаси	тис.т тис. м ³	<u>11730,6</u> 3351,6
6	Обсяг розкривних порід у контурі кар'єру	тис.м ³	32648
7	Середній коефіцієнт розкриву	м ³ /т	2,78
8	Строк забезпечення кар'єру запасами (при потужності 1600 тис.т/рік)	років	7,4

Технологічні особливості видобування корисних копалин відкритим способом на родовищі ТОВ «Рудомайн». До 2015 року «ділянка №2» і «ділянка №3» входили в площу гірничого відводу кар'єра «Південний» родовища залізних руд ім. Кірова (поле шахти ім. Артема), яке розроблялося ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». З 2016 по 2019 рік гірничі роботи в кар'єрі «Південний» були припинені, і родовище не розроблялося. У 2019 гірничі роботи в кар'єрі «Південний» відновлені ТОВ «РУДОМАЙН». Станом на 01.01.2021 року параметри кар'єра «Південний» в плані становлять: з півдня на північ - 1250 м, ширина - 680 м, глибина - 160 м.

Розробка кар'єру виконується відповідно до проекту «Разработка месторождения «Участок №2 карьера «Южный» (железные руды повторной разработки пятого железистого горизонта. Корректировка)». Корисна копалина в межах «ділянки №2», яка розробляється кар'єром «Південний», представлена раніше залишеними в надрах багатими мартизовими, гематит-мартитовими рудами п'ятого залізного горизонту, а також бідними мартизовими рудами п'ятого залізного горизонту. На сьогоднішній день гірничі роботи досягли відмітки (-96 м). Родовище розкрите траншеями внутрішнього закладання, які

розташовані у північній та західній частині кар'єру, та використовуються для транспортування корисної копалини на комплекс по збагаченню та розкривних порід на ділянки рекультивації. В даний час відпрацювання кар'єра виконується пошарово, 12-метровими уступами, зверху до низу із застосуванням одноківшових екскаваторів TEREX RH 40-E з ємністю ковша до 7 м³, поздовжніми заходками з переміщенням фронту робіт уздовж лінії простягання **(Додаток В)**. Переміщення порід виконується автосамоскидами HOWO, вантажопідйомністю 40 т. Корисна копалина та розкривні породи розробляються із попереднім розпушенням за допомогою БВР. Буріння свердловин здійснюється верстатами шарошкового буріння "Pit Viper". Діаметр свердловин - до 250 мм. Транспортування гірничої маси виконується автосамоскидами HOWO, вантажопід'ємністю 40 т. Планування автодоріг, робочих майданчиків екскаваторів і бурових майданчиків виконується бульдозерами. Кути укосів уступів складають: висячого боку - 47°, лежачого боку (по нашаруванню для насипних порід) - 45°. Транспортування руди здійснюється на комплекс по збагаченню гематитових кварцитів, а розкривних порід на ділянки гірничотехнічної рекультивації. Первинна структура покладів порушена раніше проведеними підземними роботами і визначити структурні елементи важко, але за збереженими фрагментами простежується, що рудний поклад падає на захід під кутом 45° - 50°. Скельні породи родовища, характеризуються коефіцієнтом міцності за шкалою професора М.М. Протод'яконова в діапазоні $f = 8 - 14$. Тому підготовка скельних порід до виїмки здійснюється із застосуванням буровибухових робіт. Об'ємна вага корисної копалини складає 3,0-3,5 т/м³, розкривних порід 2,7-3,2 т/м³. Ділянки гірничотехнічної та біологічної рекультивації розташовані у висячому боці покладу, за межами контурів кар'єра «Південний» в зоні обвалення денної поверхні від ведення підземних гірничих робіт в осях 128-199 від ЛСП +750 до + 1350 та в південній частині кар'єру «Північний» (ТОВ «УГК») в м.о. 70-150 ЛСП -200 до +400. При побудові проєктного контуру кар'єра висота уступів прийнята 12 м. При постановці бортів у кінцеве положення скельні уступи здвоюються. Запобіжні берми на проєктному контурі кар'єру прийняті: для

східного борта -10 м; для західного, північного і південного бортів - 8 м. Кути укосів неробочих уступів прийняті відповідно до розрахунків, які були виконані НДГРІ ДВНЗ «КНУ» в науково-дослідній роботі «Геомеханічне обґрунтування стійкості бортів, уступів, груп уступів кар'єра «Південний»:- в завалених породах - 40°;- в скельних породах західного, північного і південного бортів - 45-60°;- в хлорит-талькових сланцях - 38°;- в скельних породах східного борта - 45°. Розміри проектного кар'єру в плані: довжина по поверхні - 1470 м, ширина по поверхні - 740 м, площа кар'єру по верхній брівці – 87,8 га. Основні проектні показники кар'єру наведено в таблиці 1.7.4.

Таблиця 1.7.4 Основні проектні показники кар'єру Південний

Основні показники	Одиниц вим.	Значення
Проектна глибина кар'єру	м	200
Проектна відмітка дна кар'єра	м	-130
Розміри кар'єра в плані:		
довжина	м	1470
ширина	м	740
Площа кар'єра по поверхні	га	87,8
Висота одиночних уступів/здвоєних уступів	м	12/24
Кути погашення уступів:		
– по наносах і порушених породах	град.	30-40
– по скельних породах	град.	38-60
Кути погашення бортів кар'єру:		
– західного	град.	28-33
– східного	град.	30-34
– північного	град.	34
Ширина автомобільних транспортних берм:		
– з одною смугою руху	м	16
– з двома смугами руху	м	20
Ширина запобіжних берм	м	8-10
Ухил автомобільних з'їздів, не більше	‰	80

Розкриття та порядок відпрацювання поля кар'єру. Родовище розробляється кар'єром з 1972 року і за цей час здійснено розкриття до абсолютної позначки (-96 м). *Родовище розкрите системою тимчасових автомобільних з'їздів внутрішнього закладення з ухилом до 80‰, які розташовані на західному борту кар'єра в напрямку з півночі на південь до позначки мінус 96 м, а також на східному борту до позначки мінус 22 м.* Таким

чином, немає необхідності в проходженні додаткових розкривних виробок. Автодорога на східному борту кар'єра не відповідає нормативним параметрам, рух по ній технологічного транспорту проектом не передбачається. Доступ транспорту в кар'єр, вивезення порожніх порід на ділянки гірничотехнічної рекультивації, а також доставка руди з кар'єра до приймального бункеру комплексу по збагаченню гематитових кварцитів виконується по існуючій автодорозі, яка прокладена по західному борту кар'єра «Південний». По мірі розвитку гірничих робіт подальше розкриття родовища до позначки (-130 м) буде здійснюватися трасою тимчасових внутрішніх автомобільних з'їздів, які на граничному контурі розташовуються уздовж західного борту кар'єру. Основний напрямок відпрацювання - розширення західного і північного бортів кар'єра, з поступовим зниженням гірничих робіт, до межі підрахунку запасів - відмітка горизонту (мінус 130 м). Відпрацювання породної перемички між кар'єром «Північним» та кар'єром «Південним» виконується після узгодження з ТОВ «УГК» та розробці і узгодження сумісних дій при веденні гірничих робіт.

Продуктивність і режим роботи кар'єру. Згідно із завданням на проектування потужність кар'єру з повторного видобутку раніше втраченої корисної копалини складає 1600 тис. т/рік (457,1 тис. м³). Режим роботи кар'єру визначено завданням на проектування як цілорічний з безперервним робочим тижнем. Кількість робочих днів у році - 365 діб. Кількість робочих змін на добу - 2. Тривалість робочої зміни - 12 годин. При потужності кар'єру 1600 тис.т у рік (457,1 тис. м³ у рік), відпрацювання запасів виконується протягом 7,4 років. Середньорічні обсяги гірничих робіт з видобутку корисної копалини та виймання розкривних порід, а також значення потужності по видах робіт наведено в таблиці 1.7.5.

Система розробки родовища корисних копалин ТОВ «Рудомайн». Основні параметри системи розробки визначені, виходячи з гірничо-геологічних умов залягання та потужності корисної копалини, фізико-механічних властивостей порід, фактичного стану гірничих робіт, досвіду експлуатації родовища та типу застосування гірничотранспортного

обладнання, передбаченого завданням на проектування.

Таблиця 1.7.5 Потужність кар'єру по видах гірничих робіт

Види робіт	Продуктивність кар'єру		
	річна	добова	змінна
Видобувні роботи, тис. т/тис. м ³	1600/454,5	4,5/1,28	2,25/0,64
Розкривні роботи, тис. м ³	4448	12,53	6,26
Коефіцієнт розкриву м ³ / т	2,78		

У проекті розробки родовища прийнята заглиблювана транспортна система розробки з паралельним просуванням фронту робіт (Додаток Д).

Розробка родовища виконується із застосуванням буровибухових робіт. Відповідно до завдання на проектування для вилучення розкривних порід і корисної копалини використовуються екскаватори з типом обладнання "пряма лопата" TEREX RH 40-E з ємністю ковша до 5-7 м³ (або аналог). Переміщення порожніх порід у міста складування виконується автосамоскидами HOWO (або аналог), вантажопідйомністю 40 т, та автосамоскидами SANY (або аналог), вантажопідйомністю 60 т. Основні параметри системи розробки в проекті відповідають СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 "Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки родовищ корисних копалин", НПАОП 0.00-1.24-10 "Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом". Розробка корисної копалини та розкривних порід виконується екскаватором з обладнанням "пряма лопата" уступами, з висотою 12 м. При постановці бортів у проектне положення скельні уступи здвоюються. З урахуванням фактично сформованих уступів, встановлюються такі позначки горизонтів на яких ведуться гірничі роботи: +74 м, +62 м, +50 м, +26 м, +14 м, +2 м, -10 м, -22 м, -34 м, -46 м, -58 м, -70 м, -82 м, -94 м, -130 м. Згідно НТП, враховуючи фізико-механічні властивості корисної копалини, кути укосів робочих уступів допускаються – 75-80°. Найбільший поздовжній ухил постійних технологічних доріг для автомобільного транспорту становить не більше 80 %. На ділянках постійних доріг із затяжними поздовжніми ухилами більше 60% через кожні 600 м слід влаштовувати

майданчики для зупинки автомобілів довжиною не менше 50 м з позовжніми ухилами до 20 %. Ширина запобіжних берм (при висоті уступу 24 м) становить 8-10 м. Очищення запобіжних берм виконується в міру необхідності за допомогою бульдозерів. Розкривні роботи виконуються з урахуванням забезпечення нормативної кількості підготовлених до вилучення запасів, збереження робочих майданчиків і безпечного ведення гірничих робіт. Норматив готових до вилучення запасів визначений відповідно до СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 «Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин», Київ 2007 р. При цілорічному режимі роботи, забезпеченість готовими до виїмки запасами корисних копалин повинна складати - не менше 1,5 місяця. При потужності кар'єру 1600 тис.т (457,1 тис.м³) на рік, обсяг готових до вилучення запасів повинен становити не менше 57,1 тис.м³. Мінімальна ширина робочого майданчика в скельних породах при використанні автосамоскидів HOWO (40 т) і SANY (60 т) (рис. 1.7.1) визначається за формулою:

$$Ш_{\text{ра}} = a + s + z + p + g; \text{ м} \quad (1.7.1)$$

де: а – ширина призми обвалення робочого уступу, м (2,0 м);

s – ширина захисного ґрунтового вала зі скельних порід, м ("HOWO" - 2,6 м, "SANY" - 2,8 м);

z – відстань від підшви ґрунтового вала до крайки проїзної частини автодороги, м (0,5 м);

p – ширина майданчика для маневрів автосамоскидів при подачі під навантаження; (розрахована згідно НТП);

g – відстань між краєм майданчика для маневрів автосамоскидів при подачі під навантаження, або крайкою проїзної частини автодороги та нижньою брівкою уступу або підшвою розвалу, м (1,5 м). Відповідно до виконаних розрахунків, мінімальна ширина робочих майданчиків складе при застосуванні автосамоскидів "HOWO" – 27 м, при застосуванні автосамоскидів "SANY" – 27,5 м. При використанні комбінованого виду транспорту приймається більша із

розрахованих величин.

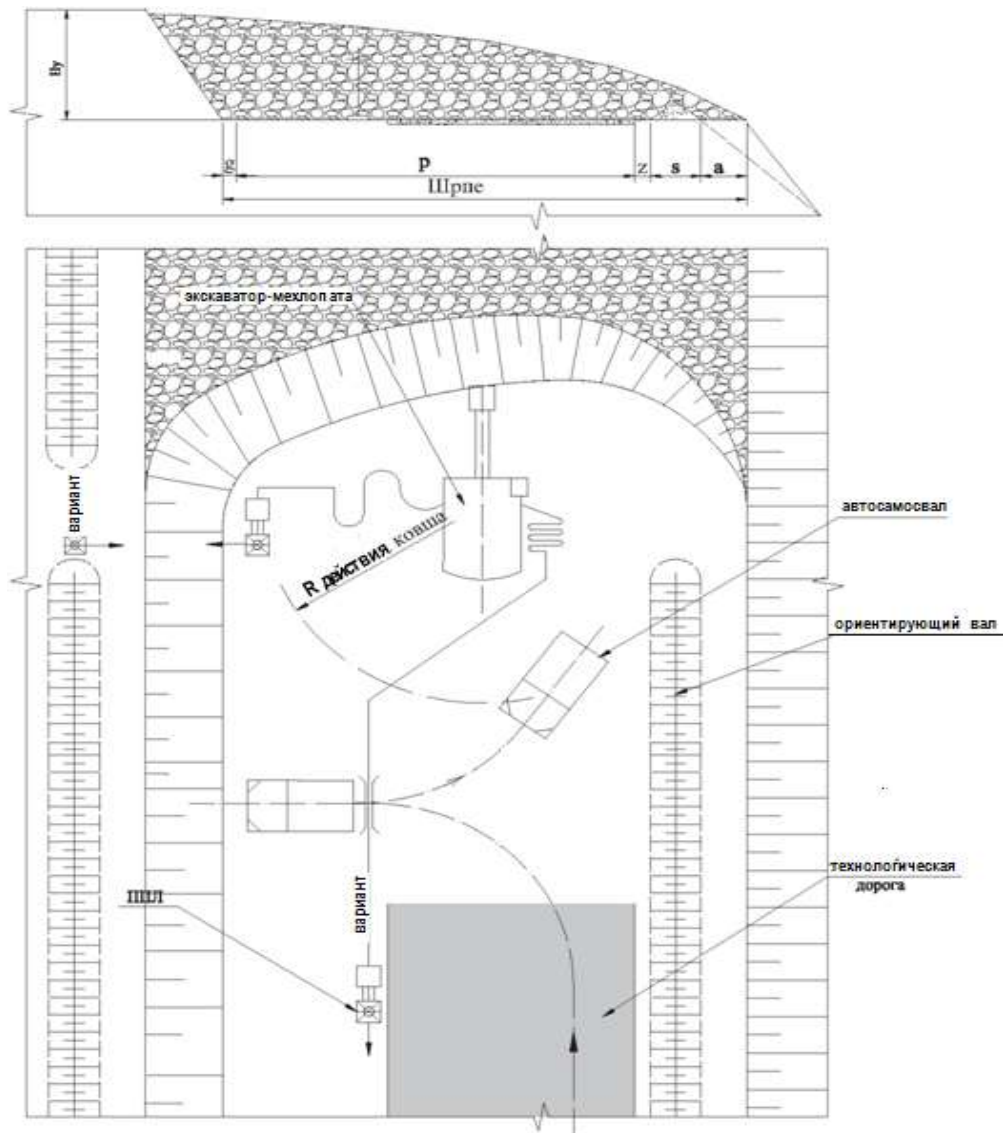


Рис. 1.7.1 Розрахункова схема для визначення мінімальних розмірів робочого майданчика при використанні у вибої автомобільного транспорту

Розрахункові показники мінімального робочого майданчика наведено в таблиці 1.7.6.

Ширина транспортної берми для автосамоскидів визначена по формулі:

$$B_T = a + s + z + \text{ш}_a + B_0 + B_K + d, \quad (1.7.2)$$

де: a – ширина призми обвалення уступу, м (2,0); s – ширина захисного вала по низу, м; z – відстань від захисного вала до краю проїзної частини, м (0,5 м); ш_a – ширина проїзної частини автодороги, м; B – ширина узбіччя, м (2,5 м); B_K – ширина кювету, м (1,2 м – для скельних порід); d – відстань від брівки кювету до нижньої брівки уступу, м (0,5 м).

Таблиця 1.7.6 Мінімальна ширина робочих майданчиків в кар'єрі Південний

Найменування	Одиниці виміру	Марка автосамоскида	
		HOWO	SANY
Вантажопідйомність	т	40	60
Мінімальний радіус повороту	м	11	11
Ширина ґрунтового вала, що орієнтує	м	2,6	2,8
Ширина майданчика для маневрів автосамоскидів	м	20,38	20,58
Мінімальна ширина робочого майданчика	м	27	27,5

Розрахункові показники ширини транспортної берми для використовуваного типу обладнання наведено в табл. 1.7.7.

Таблиця 1.7.7 Ширина транспортної берми в кар'єрі Південний

Найменування	Одиниці виміру	Марка автосамоскида	
		HOWO	SANY
Вантажопідйомність	т	40	60
Ширина автосамоскида	мм	3300	3670
Ширина ґрунтового вала, що орієнтує	м	2,6	2,8
Ширина проїзної частини			
доріг з двома смугами руху	м	10,0	11,5
доріг з однією смугою руху	м	5,5	6
Ширина транспортної берми			
доріг з двома смугами руху	м	20	21
доріг з однією смугою руху	м	15	16

Маркшейдерська служба кар'єру повинна постійно вести спостереження за висотою робочого уступу, вибою, шириною робочих майданчиків, розраховувати розміри призми обвалення та інформувати працівників кар'єру, у встановленому порядку, про зміни параметрів системи розробки. Транспортування корисної копалини на комплекс по збагаченню гематитових кварцитів також виконується автосамоскидами HOWO або SANY. При проведенні робіт підрядними організаціями, для виконання комплексу гірничих робіт, може використовуватися аналогічне обладнання з відповідними технічними параметрами. Підрахунок обсягів розкритих, підготовлених і готових до виїмки запасів повторно

розроблюваних залізних руд виконується після геологічного оконтурювання рудних покладів і кондицій них ділянок за даними випробування розвідувальних та експлуатаційних свердловин і визначаються щорічною виробничою програмою. Мінімальна ширина робочого майданчика визначається відповідно до «Норм технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин», Київ 2007 р.

Основні параметри системи розробки наведено в таблиці 1.7.8.

Таблиця 1.7.8. Основні параметри системи розробки

Найменування параметра	Од. вим.	Величина
1. Мінімальна ширина робочих майданчиків		
для автосамоскидів HOWO	М	27
для автосамоскидів SANY	м	27,5
2. Висота уступів		
по розкривних породах	м	12
по корисній копалині	м	12
3. Кут укосу робочого уступу:		
по розкривних породах	град.	до 70
по корисній копалині		до 80
4. Мінімальна ширина транспортної берми:		
для автосамоскидів HOWO (з двома смугами руху)	м	20
для автосамоскидів SANY (з двома смугами руху)	м	21
5. Мінімальна ширина запобіжних берм	м	8

У таблиці 1.7.9 представлені щорічні обсяги з видобутку руди і виймання розкривних порід і напрямки їх транспортування.

Таблиця 1.7.9 Обсяги з видобутку руди і виймання розкривних порід в кар'єрі Південний

Найменування	Показник	Значення	Напрямок транспортування
Руда	тис.т	1600	Комплекс по збагаченню гематитових кварцитів
Розкривні породи	тис.м ³	4448	У погодженні місця для проведення гірничотехнічної рекультивації інших гірничодобувних підприємств
Коефіцієнт розкриву	м ³ /т	2,78	

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

«Розрахунок технологічних параметрів умовного кар'єру згідно даних свого варіанту»

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

ВСТУП

Відкрите розроблення родовищ полягає у підготуванні поверхні землі (в основному у видаленні родючого шару, виведенні поверхневих вод), осушенні (в разі потреби) родовища, його розкритті (спорудженні траншей), виконанні розкривних робіт (у тому числі відвальних робіт) і робіт видобувних — відокремленні корисних копалин від масиву. Здійснюється за допомогою відкритих гірничих виробок. Відкритий спосіб розробки корисних копалин є найбільш розвинутим і перспективним у технологічному, економічному та соціальному відношеннях завдяки досконалій індустріальній базі та значним запасам мінеральної сировини, що залягає поблизу земної поверхні. Цим способом у світі дотепер добувається переважна більшість об'єму руд чорних і кольорових металів, вугілля, агрохімічної сировини, дорогоцінного каменя, будівельних гірських порід та інших корисних копалин. Як показує вітчизняна і зарубіжна практика ведення гірничих робіт, технічний прогрес у розвитку механізації, технології та організації виробництва є основоположним для поліпшення економічних показників відкритої розробки порівняно з підземними до певної глибини. Так, починаючи з другої половини XVII століття, границя ВГР послідовно збільшувалась від 50...70 до 100...300 м - у першій половині XX-го. У 50-их роках минулого століття бурхливий розвиток відкритого способу добування корисних копалин розширив цю межу до 500...700 м. Деякі ж сучасні кар'єри ведуть гірничі роботи на глибині 800 м (Бінгем, США). Практичні навички в удосконаленні технології та організації відкритих гірничих робіт на основі експлуатації потужного гірничотранспортного обладнання нового покоління значно випередило теоретичні положення, що базувались на наукових працях відомих вчених. Техніка, технологія, організація та умови ведення ВГР за останні роки докорінно поліпшились і вже не відповідають тим рекомендаціям і класифікаціям, які склались у 70...80 роках минулого століття. У першу чергу це стосується розробки похилих і крутоспадних родовищ, яким належать перспективи розвитку гірничо-металургійної, енергетичної та агрохімічної

галузей промисловості.

Вихідні дані для розрахунку (Додатки Е, Є, Ж):

Родовище має форму крутоспадаючого покладу з постійною нормальною потужністю ($m_n - 350$ м), падінням ($\alpha, - 80^\circ$), протяжністю ($L - 1700$ м).

Відмітка денної поверхні в межах кар'єрного поля ($\pm X$ м). Рельєф поверхні – рівнинний.

Будова товщі гірських порід в межах кар'єрного поля наступна:

- корисна копалина однорідної будови представлена породами міцністю ($f_{kk}-15$) та густиною ($\rho_{kk}, - 3,1$ т/м³), які залягають на глибині $h = 30$ м від поверхні;
- розкривні породи однорідної будови мають міцність ($f_{pn}-11$) та густину ($\rho_{pn}-2,7$ т/м³).

Ширина дна кар'єру (B_d-350 м) дорівнює горизонтальній потужності покладу КК (m_c-357), довжина дна кар'єру (L_d м) дорівнює довжині родовища КК за простяганням ($L-1700$ м); усереднений кут укосу неробочих бортів кар'єру (β_n-38).

Проектна потужність кар'єру дорівнює ($A_{kk}-3$ млн.т/рік) при проектних втратах корисної копалини ($K_n-3\%$).

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 (обрати один з варіантів):

а) у $N_{зм} = 3$ зміни по $T_{зм} = 8$ годин; б) у $N_{зм} = 2$ зміни по $T_{зм} = 12$ годин;

в) у $N_{зм} = 2$ зміни по $T_{зм} = 8$ годин (без врахування роботи в темний час доби).

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):

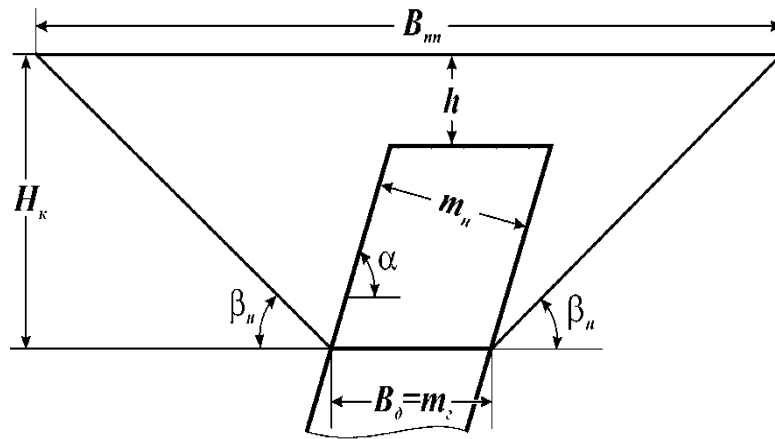


Рис. 2.1. Схема до визначення параметрів кар'єру

$$H_k = \frac{-P + \sqrt{P^2 - 4\pi[S - m_z L_\partial(1 + K_{cp})]}}{2\pi \cdot \text{ctg} \beta_u}, \text{ м}, \quad (2.1.1)$$

$$H_k = \frac{-4114 + \sqrt{4114^2 - 4 \cdot 3,14[606900 - 357 \cdot 1700(1 + 6,2)]}}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,27} = 489 \text{ м},$$

$$\text{де } m_z = \frac{m_u}{\sin \alpha}, \text{ м} \quad (2.1.2)$$

$$m_z = \frac{350}{0,98} = 357 \text{ м}, \text{ – горизонтальна потужність покладу};$$

$$P = 2(L_\partial + III_\partial), \text{ м} \quad (2.1.3)$$

$$P = 2(1700 + 357) = 4114, \text{ м} \text{ – периметр дна кар'єру (за умови, що } L_\partial = L);$$

$$S = L_\partial \cdot III_\partial, \text{ м}^2 \quad (2.1.4)$$

$$S = 1700 \cdot 357 = 606900, \text{ м}^2 \text{ – площа дна кар'єру.}$$

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:

$$V_{KK} = m_z \cdot L \cdot (H_k - h), \text{ м}^3. \quad (2.1.5)$$

$$V_{KK} = 357 \cdot 1700 \cdot (489 - 30) = 278\,567\,100, \text{ м}^3$$

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

$$Z_\partial = V_{KK} \cdot \rho_{KK}, \text{ т}. \quad (2.1.6)$$

$$Z_6 = 278\,567\,100 \cdot 3,1 = 863\,558\,010, \text{ т}$$

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:

$$L_{\text{ш}} = L_{\text{д}} + 2 \cdot H_{\kappa} \cdot \text{ctg} \beta_{\text{н}}, \text{ м}; \quad (2.1.7)$$

$$L_{\text{ш}} = 1700 + 2 \cdot 489 \cdot 1,27 = 2942, \text{ м.}$$

$$B_{\text{ш}} = B_{\text{д}} + 2 \cdot H_{\kappa} \cdot \text{ctg} \beta_{\text{н}}, \text{ м.} \quad (2.1.8)$$

$$B_{\text{ш}} = 357 + 2 \cdot 489 \cdot 1,27 = 1599, \text{ м.}$$

7) Промислові запаси корисної копалини:

$$Z_n = \frac{Z_6 \cdot (100 - K_{\text{впр}})}{100}, \text{ т.} \quad (2.1.9)$$

$$Z_n = \frac{863\,558\,010 \cdot (100 - 3)}{100} = 837\,651\,270, \text{ т.}$$

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

$$V_{\text{зм}} = S \cdot H_{\kappa} + \frac{1}{2} \cdot P \cdot H_{\kappa}^2 \cdot \text{ctg} \beta_{\text{н}} + \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot H_{\kappa}^3 \cdot \text{ctg}^2 \beta_{\text{н}}, \text{ м}^3.$$

$$(2.1.10) \quad V_{\text{зм}} = 606900 \cdot 489 + \frac{1}{2} \cdot 4114 \cdot 489^2 \cdot 1,27 + \\ + \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 489^3 \cdot 1,27^2 = 986\,043\,845, \text{ м}^3$$

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

$$V_p = V_{\text{зм}} - V_{\text{кк}}, \text{ м}^3. \quad (2.1.11)$$

$$V_p = 986\,043\,845 - 278\,567\,100 = 707\,476\,745, \text{ м}^3$$

10) Середній коефіцієнт розкриву:

$$K_{\text{р.ср.}} = \frac{V_p}{Z_6}, \text{ м}^3/\text{т.} \quad (2.1.12)$$

$$K_{\text{р.ср.}} = \frac{707\,476\,745}{863\,558\,010} = 0,81 \text{ м}^3/\text{т.}$$

11) Визначаємо орієнтовний термін експлуатації кар'єру з виробничою

потужністю по корисній копалині, що дорівнює проектній:

$$T_e = \frac{3_n}{A_{\text{KK}}}, \text{років.} \quad (2.1.13)$$

$$T_e = \frac{837\,651\,270}{3000000} = 279, \text{ років.}$$

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

$$A_p = K_{p.\text{сер.}} \cdot A_{\text{KK}}, \text{млн.т/рік;} \quad (2.1.14)$$

$$A_p = 0,81 \cdot 3000000 = 2430000, \text{ млн.т/рік;};$$

13) Для зручності подальших розрахунків переводимо річну продуктивність кар'єру по корисній копалині та розкривних породах в м^3 :

$$Q_{\text{KK}} = \frac{A_{\text{KK}}}{\rho_{\text{KK}}}, \text{м}^3/\text{рік}; Q_p = \frac{A_p}{\rho_p}, \text{м}^3/\text{рік.} \quad (2.1.15-2.1.16)$$

$$Q_{\text{KK}} = \frac{3000000}{3,1} = 967\,741, \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$Q_p = \frac{2430000}{2,7} = 900\,000, \text{ м}^3/\text{рік}$$

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

$$Q_{\text{KK.міс}} = \frac{Q_{\text{KK}}}{12}, \text{м}^3 / \text{міс}; \quad (2.1.17)$$

$$Q_{\text{KK.міс}} = \frac{967\,741}{12} = 80\,645, \text{м}^3 / \text{міс};$$

$$Q_{p.\text{міс}} = \frac{Q_p}{12}, \text{м}^3 / \text{міс}. \quad (2.1.18)$$

$$Q_{p.\text{міс}} = \frac{900\,000}{12} = 75\,000, \text{м}^3 / \text{міс}$$

$$Q_{\text{KK.доб}} = \frac{Q_{\text{KK.міс}}}{30}, \text{м}^3 / \text{добу} \quad (2.1.19)$$

$$Q_{\text{KK.доб}} = \frac{80\,645}{30} = 2688, \text{м}^3 / \text{добу}$$

$$Q_{p.\text{доб}} = \frac{Q_{p.\text{міс}}}{30}, \text{м}^3 / \text{добу}. \quad (2.1.20)$$

$$Q_{p.\text{доб}} = \frac{75\,000}{30} = 2500, \text{м}^3 / \text{добу}$$

$$Q_{\text{кк.зм}} = \frac{Q_{\text{кк.доб}}}{N_{\text{зм}}}, \text{м}^3 / \text{змін}; \quad (2.1.21)$$

$$Q_{\text{кк.зм}} = \frac{2688}{2} = 1344, \text{м}^3 / \text{змін}$$

$$Q_{\text{р.зм}} = \frac{Q_{\text{р.доб}}}{N_{\text{зм}}}, \text{м}^3 / \text{змін} \quad (2.1.22)$$

$$Q_{\text{р.зм}} = \frac{2500}{2} = 1250, \text{м}^3 / \text{змін}$$

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. 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 родовища. 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 кар'єрів, що розробляють похилі та крутоспадаючі родовища є значна кінцева глибина (100-150 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 родовища, 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).

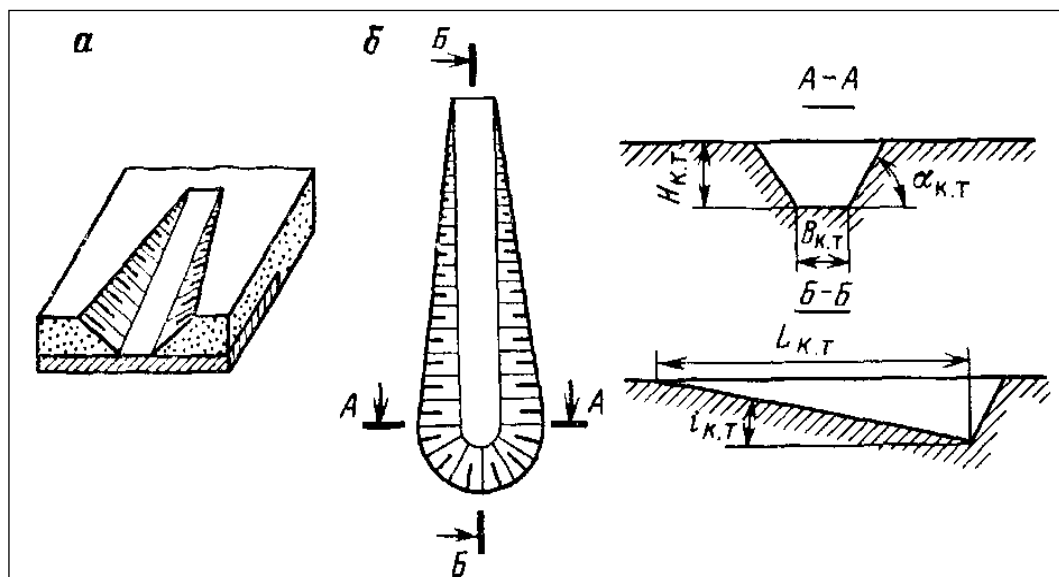


Рис. 2.2. Загальний вигляд (а) та план (б) капітальної траншеї

При переміщенні гірських порід з кар'єру **автомобільним транспортом** поздовжній похил траншей може досягати 100-120‰. Великий ухил 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 ухилу:

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

$$L_m = 1000 \frac{19}{74} = 256, \text{ м}$$

де H – кінцева глибина траншеї (висота уступу H_y), м; i_k – величина керівного похилу, ‰.

Ширину траншеї знизу встановлюють в залежності від виду транспорту, кількості стрічок руху, схеми обміну транспорту при навантаженні у вибоях, а також згідно з параметрами прохідницького обладнання й способами її проходки.

При проведенні траншей *механічними лопатами з нижнім навантаженням* доцільним вважається використовувати автомобільний транспорт, так як маневреність автосамоскидів забезпечує високу ефективність роботи екскаваторів.

Автосамоскиди під навантаження подають за наступною схемою: (рис. 2.3):

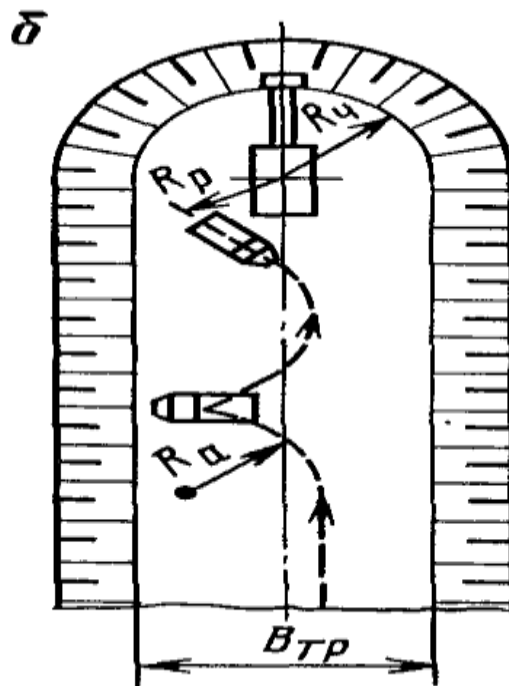


Рис. 2.3. Рекомендовані для роботи схеми подання автотранспорту під навантаження при проведенні траншей

Ширина траншеї по підшві у цьому випадку складе:

$$B_{mp} = 2C + 0,5(B_a + L_a) + B_a, \text{ м} \quad (2.2.2)$$

$$B_{mp} = 2 \cdot 3 + 0,5(6,1 + 11,3) + 6,1 = 20, \text{ м}$$

– при кільцевій схемі розвороту автосамоскидів;

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:

$$V_{в.тр} = 1000 \frac{H_y^2}{i_k} \left(\frac{B_{тр}}{2} + \frac{H_y}{3 \operatorname{tg} \alpha_y} \right), \text{ м}^3, \quad (2.2.3)$$

$$V_{в.тр} = 1000 \frac{19^2}{74} \left(\frac{20,8}{2} + \frac{19}{3 \cdot 2,7} \right) = 62\,150, \text{ м}^3,$$

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

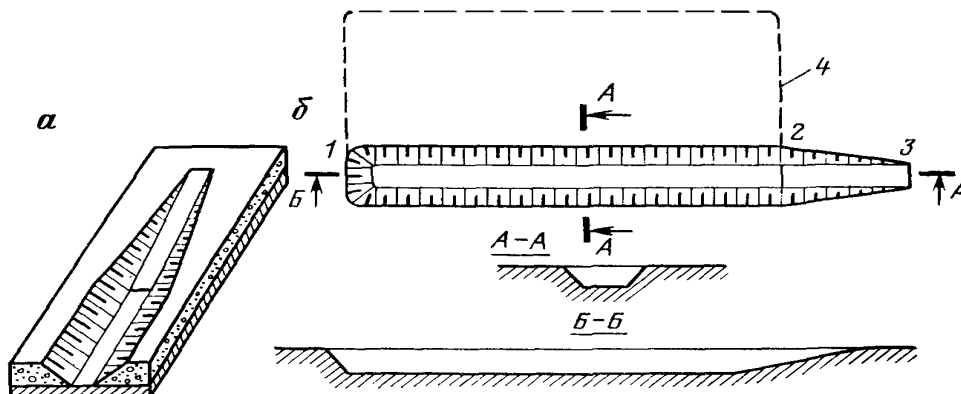


Рис. 2.4. Загальний вигляд (а) та розріз (б) капітальної та розрізної траншеї:
1-2 – розрізна траншея; 2-3 – капітальна траншея; 4 – контур кар'єрного поля

Її проводять на кожному горизонті для створення початкового фронту робіт на уступі. Після проведення розрізної траншеї один або обидва її борти розробляють і по мірі розвитку гірничих робіт на уступі розрізна траншея як гірнича виробка перестає існувати. Розрізну траншею проводять горизонтально або з невеликим нахилом для стікання води глибина розрізної траншеї дорівнює висоті уступу який готується до розробки; довжина її залежить від довжини

фронту робіт на уступі або екскаваторному блоці; ширина знизу визначається параметрами прохідницького обладнання і способом проходки. Кут укосу розрізної траншеї приймається рівним куту укосу уступу. Об'єм розрізної траншеї визначається як об'єм прямої призми, у підставі якої лежить трапеція:

$$V_{p.mp.} = (B_{mp} + H_y \operatorname{ctg} \alpha_y) \cdot H_y \cdot L_{p.mp.}, \text{ м}^3, \quad (2.2.4)$$

$$V_{p.mp.} = (20.8 + 19 \cdot 0,36) \cdot 19 \cdot 250 = 131\,290, \text{ м}^3,$$

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. Трасуванням капітальних траншей називають встановлення напрямку поздовжньої вісі траншеї у просторі, а також її положення у плані та профілі.

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.

Форма траси називається *простою*, якщо вона не змінює свого напрямку по всій довжині (Рис. 2.5).

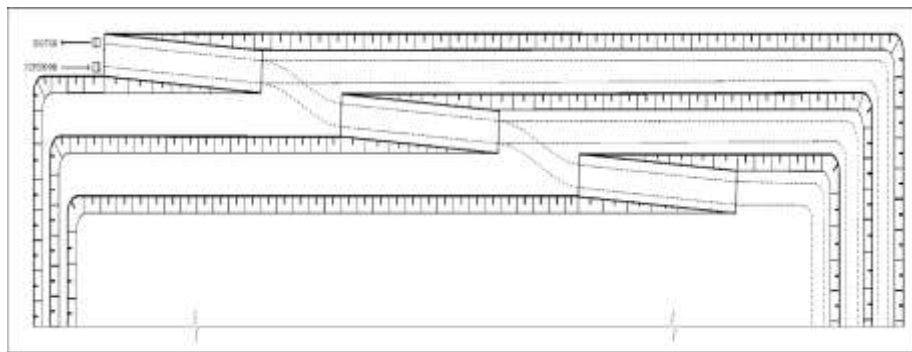


Рис. 2.5. План траси капітальних траншей простої форми

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

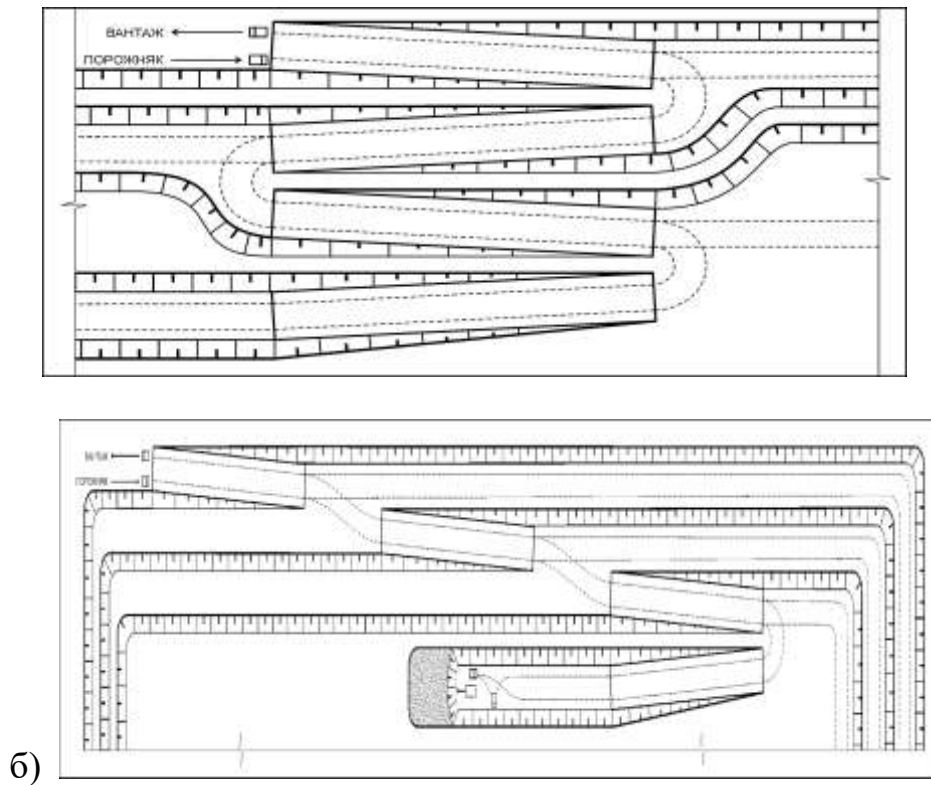


Рис. 2.6. План траси капітальних траншей складної форми з петльовими з'єднаннями та зміною напрямку траси: а) на кожному горизонті; б) через кожні кілька уступів

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).

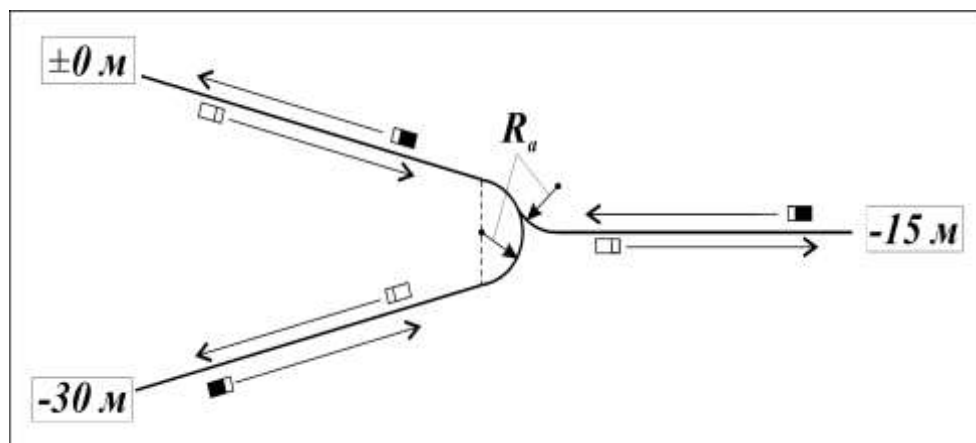


Рис. 2.7. Петльова форма траси капітальних траншей (показано ділянку, на якій змінюється напрямок траси)

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 і характеризується величиною керівного підйому (i_k , %) та довжиною окремих елементів траси. Він складається з горизонтальних і похилих ділянок траси та пунктів примикання їх до робочих горизонтів кар'єру. 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. 2.8а); б) тупикова (петльова) форма траси – напрямок руху транспортних засобів при розкритті суміжних горизонтів змінюється на протилежний (Рис. 2.8б); в) комбінована форма траси – напрямок руху транспорту змінюється на протилежний не на кожному горизонті, а через кілька горизонтів або уступів (Рис. 2.8в).

Теоретична довжина траси розраховується за формулою:

$$L_{\text{теор.}} = \frac{1000 \cdot n_y \cdot H_y}{i_k}, \text{ м}, \quad (2.2.5)$$

$$L_{\text{теор.}} = \frac{1000 \cdot 26 \cdot 19}{74} = 6675, \text{ м},$$

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 $n_y = H_k / H_y$.

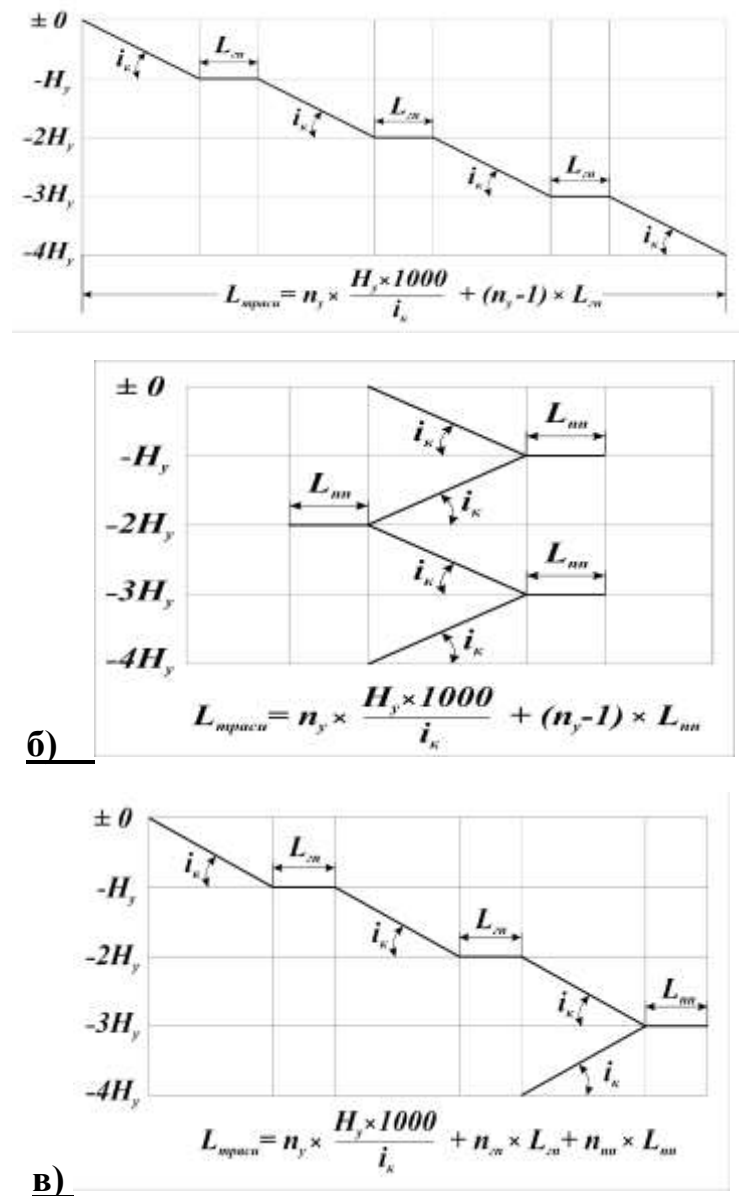


Рис. 2.8. Поздовжні профілі траси капітальних траншей для: а) простої; б) тупикової (петльової); в) комбінованої форми траси

Згідно даних варіанту (парний) приймає комбіновану форму траси (зі зміною напрямку руху через 2-3 горизонти): - для комбінованої форми траси

$$L_{дійсн.} = \frac{1000 \cdot n_y \cdot H_y}{i_k} + n_{zn} \cdot L_{zn} + n_{мн} \cdot L_{мн}, \quad (2.2.6)$$

$$L_{дійсн.} = \frac{1000 \cdot 26 \cdot 19}{74} + 9 \cdot 60 + 9 \cdot 37,68 = 7554 \text{ м},$$

де $L_{мн}$ – довжина петльової маневрової ділянки примикання з'їздів до робочих горизонтів.

Для умов, наведених на рис. 2.8 та прийнятого автомобільного транспорту

$$L_{nn} = \pi \cdot R_a . \quad (2.2.7)$$

$$L_{nn} = 3,14 \cdot 12 = 37,68 \text{ м},$$

$$\text{Коефіцієнт подовження траси: } K_{\text{под}} = \frac{L_{\text{дійсн.}}}{L_{\text{теор.}}} . \quad (2.2.8)$$

$$K_{\text{под}} = \frac{7554}{6675} = 1,13$$

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):

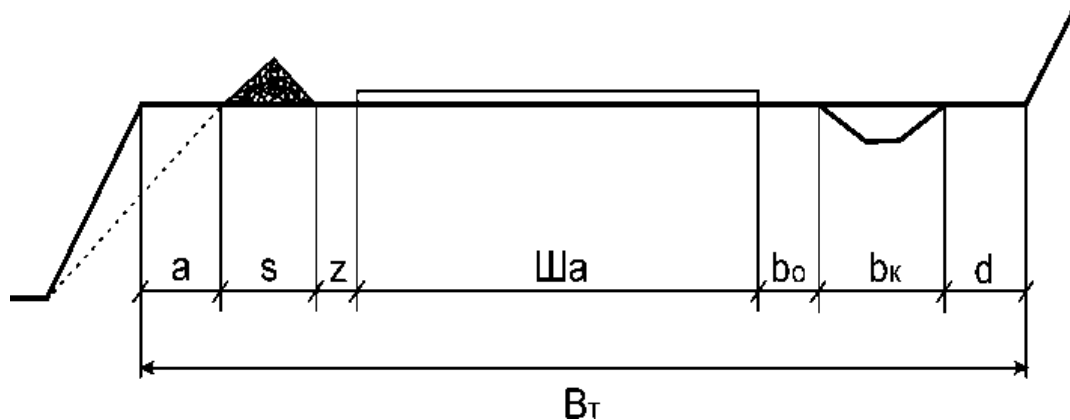


Рис. 2.9 Будова транспортної берми умовного кар'єру при використанні автомобільного транспорту

$$B_t = a + s + z + Ша + b_o + b_k + d, \text{ м}, \quad (2.2.9)$$

$$B_t = 1,9 + 2,5 + 0,5 + 6,1 + 2 + 1,3 + 0,5 = 15, \text{ м}$$

де a – ширина призми обрушення уступу, м. Для заданих порід визначаємо як $(0,1 \div 0,15) \cdot h_y$, приймаємо $0,13 \cdot h_y$; s – ширина орієнтувального валу гірської породи, яка повинна бути рівній трикратній його висоті при відсипанні з м'яких і напівскельних порід і 2,5-кратній - при відсипанні зі скельних порід . Отже, при висоті валу в 1 м для скельної породи вона складе 2,5 м; z – відстань від підосви ґрунтового вала до межі проїзної частини повинна бути не менше 0,5м. 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 110 т, то $Ша$ для односмугового шляху складе 6,1 м; b_o – ширина узбіччя (обочини) автошляху. Для односмугових шляхів

b_o обираємо – 2,0 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

Системою відкритої розробки родовища називають встановлений порядок виконання комплексу підготовчих, розкривних та добувних робіт, які забезпечують виймання запасів корисних копалин відповідно до вимог по її якості та проектної потужності кар'єру.

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**.

Основними елементами системи розробки є: висота уступу, ширина робочого майданчика, довжина екскаваторного блока та фронту робіт, інтенсивність гірничих робіт.

Висоту уступу проектують з урахуванням безпеки ведення гірничих робіт, фізико-механічних властивостей порід, які розробляються, параметрів виймального обладнання та інших чинників. Оптимальна висота уступу забезпечує мінімальні витрати на розробку родовища при безпечному веденні гірничих робіт. Висота уступів повинна визначатись залежно від висоти черпання виймальної техніки та типу порід:

а) для порід, які виймаються безпосередньо із масиву без підготовчих робіт (м'які, щільні породи, ґрунти і т.д.) $H_y \leq H_{ч.мах}$, м, де $H_{ч.мах}$ – максимальна висота черпання кар'єрного екскаватора, м.

б) для подрібнених скельних порід, які готуються до виймання буровибуховим способом $H_y \leq 1,5 \cdot H_{ч.мах}$, м.

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.

Нормальна ширина заходки механічних лопат розраховується за умов забезпечення максимальної продуктивності робіт при мінімальному переміщенні екскаватора у вибої $A_3 = (1,5 \div 1,7) \cdot R_{ч.у.}$, $A_3 = 1,5 \cdot 12 = 18$ де $R_{ч.у.}$ – радіус черпання екскаватора на горизонті його установки.

Ширина робочого майданчику визначає об'єми розкривних порід та корисних копалин, показники буровибухових робіт тощо. З метою зменшення поточних обсягів розкривних порід ширину робочого майданчика намагаються запроєктувати якнайменших розмірів.

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

$$Ш_{rne} = y + m + g_r + z + s + a, \text{ м}, \quad (2.2.10)$$

$$Ш_{rne} = 3 + 2,5 + 6,1 + 0,5 + 3 + 2,65 = 18 \text{ м},$$

де $y = 3$ м – відстань від вісі опори ППЛ (переносної повітряної лінії електропередач) до нижньої брівки верхнього уступу; $m = 2,5$ 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); $z = 0,5$ м – відстань від підосви ґрунтового вала до краю проїзної частини автодороги; $s = 3$ 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:

$$Ш_n = Ш_{pne} + \frac{\mu \cdot A}{L \cdot H_y}, м \quad (2.2.11)$$

$$Ш_{н.р.} = 17,75 + \frac{0,125 \cdot 900\,000}{657,8 \cdot 19} = 27, м$$

$$Ш_{н.кк.} = 17,75 + \frac{0,125 \cdot 967\,774}{707,4 \cdot 19} = 27, м$$

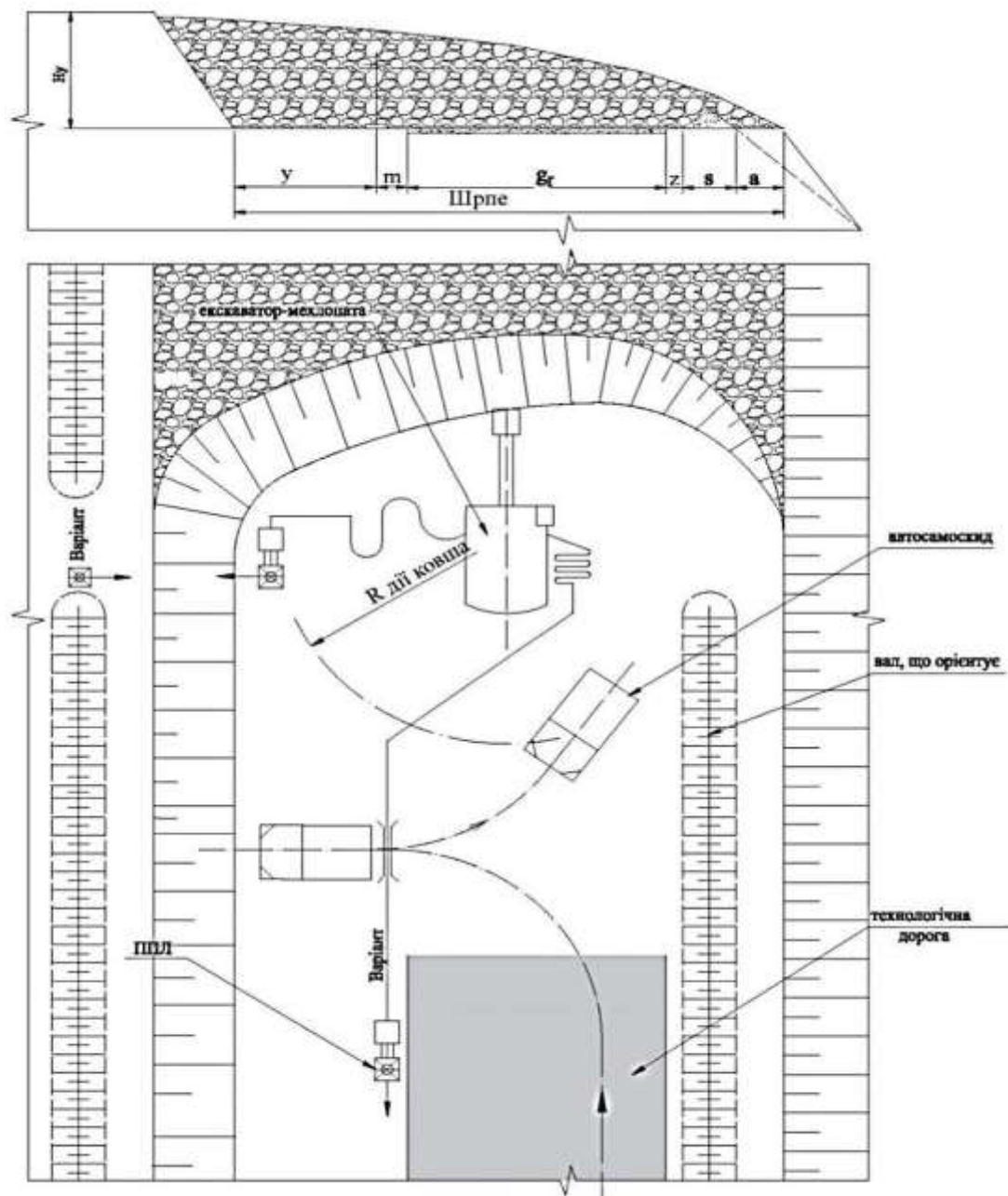


Рис. 2.10. Схема до визначення мінімальної ширини робочого майданчика

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

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

$$L_{\text{кк}} = \frac{Q_{\text{кк}} \cdot \mu}{H_y \cdot X_{\text{кк}}}, \text{ м}; \quad (2.2.12)$$

$$L_p = \frac{Q_p \cdot \mu}{H_y \cdot X_p}, \text{ м}, \quad (2.2.13)$$

$$L_{\text{кк}} = \frac{967\,741 \cdot 0,125}{19 \cdot 9} = 707,4, \text{ м} \quad L_p = \frac{900\,000 \cdot 0,125}{19 \cdot 9} = 657,8, \text{ м}$$

де $X_{\text{кк}}$ та X_p – ширина смуги готових до виймання запасів, відповідно, корисної копалини та розкривних порід (для умов роботи доцільно прийняти $X=0,5 \cdot A_z$; $X=0,5 \cdot 18=9$, м);

μ – нормативний коефіцієнт готових до виймання запасів гірничої маси. Забезпеченість кар'єру запасами руди й обсягами розкривних порід, готовими до виймання, виражається в місяцях, виходячи з планованої продуктивності його в черговому році. При цілодобовому режимі роботи і застосуванні колісних видів транспорту забезпеченість кар'єру повинна складати: готовими до виймання запасами руди та скельних розкривних порід – **не менше 1,5 місяця** ($\mu = 0,125$).

Довжина екскаваторного блока визначається головним чином інтенсивністю розробки, висотою уступу та можливістю безперебійного забезпечення вибоїв транспортом. При максимальній інтенсивності розробки необхідно прагнути зменшити довжину блока з метою введення в роботу великої кількості екскаваторів. Довжину блока при застосуванні залізничного транспорту приймають у м'яких породах не менше 300 м, в скельних – не менше 400 м, під час транспортування автомобільним транспортом довжина блока може бути 100 – 250 м або меншою.

РОЗДІЛ 3. Підготовка гірських порід до виймання

Породи невеликої міцності можуть не вимагати ніяких заходів щодо підготовки та успішно вийматись механічними лопатами та драглайнами безпосередньо із цілика, але, якщо вони знаходяться під дією мінусових

температур, то необхідні заходи по відтаюванню або запобіганню промерзання.

Для підготовки до виймання скельних та напівскельних порід середньої міцності та міцних використовують буровибухові роботи. Найпоширенішим на кар'єрах країни (95% від загального обсягу) є метод вертикальних свердловинних зарядів, який і рекомендується прийняти в якості основного при розрахунках роботи. В процесі розрахунків даного розділу рекомендується до використання навчальний посібник: А.В. Шапурин «Расчет параметров буровзрывных работ» (Київ: УМК ВО, 1990), за допомогою якого можна детально обґрунтувати вибір бурового обладнання, вибухової речовини та схеми комутації вибухової мережі.

Вид бурового устаткування та інструмента дозволяють визначити діаметр заряду

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

$$d_3 = 1,021 \cdot 0,250 = 0,26 \text{ м},$$

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, м.

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

$$k_p = 1,06 - (15 - 2) \cdot 0,003 = 1,021,$$

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

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

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

$$W_2 = 1,05 \cdot 0,26^4 \sqrt{\frac{1550 \cdot 3950}{15}} = 6,6 \text{ м},$$

де Δ - щільність заряджання, визначається обраною ВР, кг/м³; Q - теплота вибуху

обраної ВР, кДж/кг.

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

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

$$W_{TB} = 19 \cdot 0,36 + 3 = 9,84 \text{ м},$$

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:

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

$$q = 12 \cdot \sqrt[4]{\frac{15^3 \cdot 1550}{3950^3}} = 1,15, \text{ кг/м}^3$$

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

$$l_c = H_y + l_{\text{ПЕР}}, \text{ м}, \quad (2.3.6)$$

$$l_c = 19 + 3,1 = 22 \text{ м},$$

$$\text{де } l_{\text{ПЕР}} = 0,15H_y + 0,1f - 5d_3, \text{ м} \quad (2.3.7)$$

$$l_{\text{ПЕР}} = 0,15 \cdot 19 + 0,1 \cdot 15 - 5 \cdot 0,25 = 3,1 \text{ м}.$$

Практикою встановлено, що застосування перебурів глибиною більше 3,0 м не приводить до помітного поліпшення якості пророблення підосви 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:

$$P = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot \Delta \quad (2.3.8)$$

$$P = \frac{3,14 \cdot 0,26^2}{4} \cdot 1550 = 82 \text{ кг/м}$$

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

$$l_{3AB} = l_{CB} - \frac{W_2^2 \cdot H_y \cdot q}{P}, \text{м.} \quad (2.3.9)$$

$$l_{3AB} = 22 - \frac{6,6^2 \cdot 19 \cdot 1,15}{82} = 10 \text{ м}$$

Виконані обчислення дозволяють визначити відстань між свердловинами в першому ряді a_1 , що задовольняє двом умовам: достатності заряду для якісного руйнування порід перед першим рядом свердловин і місткості заряду в свердловині розрахованого діаметра:

$$a_1 = \frac{(l_{CB} - l_{3AB}) \cdot P}{W_1 \cdot H_y \cdot q}, \text{м.} \quad (2.3.10)$$

$$a_1 = \frac{(22 - 10) \cdot 82}{9,84 \cdot 19 \cdot 1,15} = 4,5 \text{ м}$$

Отриману величину порівнюють з лінією опору по підшві уступу для першого ряду W_1 , визначають коефіцієнт зближення зарядів у першому ряді:

$$m_1 = \frac{a_1}{W_1} \quad (2.3.11)$$

$$m_1 = \frac{4,5}{9,84} = 0,45$$

Якщо $m_1 \geq 0,65$, то диспропорція між ОПП для зарядів першого ряду й відстанню між ними не дуже значна й дозволяє успішно перебороти розрахункове значення опору по підшві без використання додаткових технологічних прийомів. Якщо коефіцієнт зближення зарядів незначно менше 0,65 (наприклад, 0,6), можна зменшити довжину забійки для свердловин першого

ряду в порівнянні з наступними на 1...1,5 м, що часто й роблять на кар'єрах. У цьому випадку збільшиться заряд у свердловинах першого ряду, що дозволить успішно зруйнувати більший обсяг порід і, отже, збільшити відстань між свердловинами a_1 , при цьому зменшиться диспропорція між цим параметром і значенням СПП. Більш ефективний метод збільшення коефіцієнта зближення зарядів - застосування парних свердловин у першому ряді, що працюють при підриванні, як одна свердловина великого діаметра. Відстань між парними свердловинами при незмінному значенні W_1 визначають із таким розрахунком, щоб на пару свердловин доводився такий же обсяг гірських порід, як на дві свердловини в наступних рядах:

$$a_{1СП} = \frac{(l_{CB} - l_{ЗAB})2P}{W_y \cdot H_y \cdot q}. \quad (2.3.12)$$

$$a_{1СП} = \frac{(22-10)2 \cdot 82}{9,84 \cdot 19 \cdot 1,15} = 9, \text{ м.}$$

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

$$m_{1СП} = \frac{a_{1СП}}{W_1} \quad (2.3.13)$$

$$m_{1СП} = \frac{9}{9,84} = 0,91, \text{ м.}$$

Визначення необхідної кількості бурового устаткування

Правильний вибір кількості бурового устаткування визначає ритмічну роботу кар'єру, а також продуктивну роботу самих бурових верстатів, тому що остання залежить не лише від буримості гірських порід, але й багато в чому від правильної організації робіт у часі. Існує кілька варіантів організації робіт на буровій дільниці. Один з них - по безперервному робочому тижню, по три восьмигодинні зміни на добу, що означає щоденну роботу бурових верстатів, включаючи суботу й неділю, а бурових бригад - за графіком. У цьому випадку кількість бурових верстатів, необхідна для забезпечення річної продуктивності кар'єру по скельних породах, мінімальна, що забезпечує мінімальні капітальні

витрати на їхнє придбання й мінімальний розмір амортизаційних відрахувань на собівартість. У той же час такий графік роботи приводить до мінімального резерву бурового парку, ставить у залежність підготовку блоків до вибуху від аварійності бурових верстатів, крім того, їх продуктивність у нічну зміну знижується. Робота з перерваним робочим тижнем, в 2 восьмигодинні зміни на добу дозволяє організувати ремонтні роботи у вихідні дні, виконати їх без поспіху і якісно, що знижує аварійність верстатів під час роботи. Така організація приводить до більш високої змінної продуктивності робіт, але й до більш високих капітальних витрат і відповідно до амортизаційних відрахувань. Кількість бурових верстатів залежить, з одного боку, від річної продуктивності бурових верстатів, а з іншого – від річної потреби кар'єру в метражі свердловин, обумовленої виходом гірничої маси з 1 м свердловини, що для випадку спарених свердловин у першому ряді формула для випадку одиночних свердловин у першому ряді можна визначити за формулою:

$$V = \frac{[W_1 + W_2(n-1)]H_v}{\left(\frac{2}{a_1} + \frac{n-1}{W_2}\right) \cdot l_c}, \text{м}^3, \quad (2.3.14)$$

$$V = \frac{[9,84 + 6,6(3-1)]19}{\left(\frac{2}{9} + \frac{3-1}{6,6}\right) \cdot 22} = 38 \text{ м}^3,$$

де n - кількість рядів свердловин у блоці, шт.

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

$$\sum l = \frac{A}{V} k_{BTP}, \text{м}, \quad (2.3.15)$$

$$\sum l = \frac{3000000}{38} \cdot 1,07 = 84\,251 \text{ м},$$

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

Потрібна кількість бурових верстатів визначається за формулою:

$$N_c = \frac{\sum l_c}{P_{3M} \cdot N_{3M} \cdot N_{PD}}, \text{шт.} \quad (2.3.16)$$

$$N_c = \frac{\sum 84 \cdot 251}{54 \cdot 2 \cdot 365} = 3 \text{ шт.}$$

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

Розрахована кількість верстатів дозволяє визначити інвентарну кількість бурових верстатів:

$$N_{\text{ВЕРСТ.ЛНВ.}} = \sum N_{\text{ВЕРСТ.}} \cdot k_p, \text{шт.}, \quad (2.3.17)$$

$$N_{\text{ВЕРСТ.ЛНВ.}} = 3 \cdot 1,2 = 4 \text{ шт.},$$

де k_p - коефіцієнт резерву, $k_p=1,2$.

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

Потреба гірничодобувного підприємства в зарядній техніці визначається: річною витратою ВР; частотою проведення масових вибухів і часом, що відводиться на їхню підготовку; змінною продуктивністю зарядних машин.

Річна витрата ВР, обумовлена їхніми питомими витратами й масштабами

$$\text{гірничого виробництва } Q_p = (A_{\text{кк}} \cdot q_{\text{кк}} + A_p \cdot q_p) \cdot 0.001, \text{т/рік}, \quad (2.3.18)$$

$$Q_p = (3000000 \cdot 2,15 + 2430000 \cdot 1,72) \cdot 0.001 = 11 \, 085 \text{ т/рік},$$

де $A_{\text{кк}}$, A_p – річна продуктивність кар'єру по різновидах скельних гірських порід, м^3 ; $q_{\text{кк}}$, 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:

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

$$Q_{\text{БЛ}} = \frac{475\,200 \cdot 2,15}{1000} = 1021 \text{ т}$$

Визначимо кількість блоків, що підриваються за один масовий вибух,

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

$$N_{\text{БЛ}} = \frac{11\,085}{1021 \cdot 2 \cdot 12} = 1 \text{ шт.}$$

При дробовому значенні округляємо в більшу сторону. Необхідна кількість зарядних машин для підготовки цих блоків визначиться за формулою:

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

$$N_{\text{ЗМ}} = \frac{1 \cdot 1021}{40 \cdot 2} = 13 \text{ шт.},$$

де $P_{\text{ЗМ}}$ - 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:

$$N_{\text{ЗМ.інв.}} = (1,15 \div 1,25) \cdot N_{\text{ЗМ}}, \text{шт.} \quad (2.3.22)$$

$$N_{\text{ЗМ.інв.}} = 1,2 \cdot 13 = 16 \text{ шт.}$$

$$\text{Необхідна кількість забивних машин } N_{\text{ЗАБ}} = A / Q_z, \text{шт.}, \quad (2.3.23)$$

$$N_{\text{ЗАБ.кк.}} = 3000000 / 4000000 = 1 \text{ шт.}, N_{\text{ЗАБ.р.}} = 2430000 / 4000000 = 1 \text{ шт.},$$

де $Q_z = 4000000 \text{ м}^3/\text{рік}$ – середня річна продуктивність забивної машини; A – річна продуктивність кар'єра по різновидах порід (розраховуємо $N_{\text{ЗАБ}}$ окремо по розкриву A_p та корисній копалині $A_{\text{кк}}$), м^3 .

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

$$N_{\text{підр.}} = \frac{A}{Q_{\text{під}}}, \text{осіб}, \quad (2.3.24)$$

$$N_{\text{ндр.}} = \frac{3000000}{600000} = 5 \text{ осіб},$$

$$N_{\text{ндр.}} = \frac{2430000}{600000} = 4 \text{ осіб},$$

де $Q_{\text{ндр}}=600000 \text{ м}^3$ - досягнута річна продуктивність підрильників 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.

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

$$Q_T = \frac{3600 \cdot 8 \cdot 1,1}{28 \cdot 1,2} = 943, \text{ м}^3 / \text{год.}$$

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:

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

$$Q_{\text{э}} = \frac{3600 \cdot 8 \cdot 1,1}{28 \cdot 1,2} \cdot 0,7 \cdot 12 = 7919, \text{ м}^3 / \text{зміну}$$

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 взяті 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) Добова $Q_{доб.}$, місячна $Q_{міс.}$ і річна $Q_{річ.}$ експлуатаційні продуктивності екскаватора визначаються з врахуванням режиму роботи кар'єру:

$$\begin{aligned} Q_{доб.} &= Q_{зм.} \cdot n_{зм.}, \text{ м}^3 / \text{добу}; \\ Q_{міс.} &= Q_{доб.} \cdot 30, \text{ м}^3 / \text{місяць}; \\ Q_{річ.} &= Q_{доб.} \cdot N_{р\partial}, \text{ м}^3 / \text{рік} \end{aligned} \quad (2.4.3)$$

$$\begin{aligned} Q_{доб.} &= 7919 \cdot 2 = 15840, \text{ м}^3 / \text{добу}; \\ Q_{міс.} &= 15840 \cdot 30 = 475200, \text{ м}^3 / \text{місяць}; \\ Q_{річ.} &= 15840 \cdot 365 = 5781600, \text{ м}^3 / \text{рік} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} N_{кк} &= \frac{A_{кк}}{Q_{річ.кк}}, \text{ шт.}; N_p = \frac{A_p}{Q_{річ.p}}, \text{ шт.}, \\ N_{кк} &= \frac{3000000}{967741} = 4, \text{ шт.}; N_p = \frac{2430000}{900000} = 3, \text{ шт} \end{aligned} \quad (2.4.4)$$

де $A_{кк}$, A_p – річна виробнича потужність кар'єру відповідно по корисній копалині та розкривних породах, м^3 ; $Q_{річ.кк}$, $Q_{річ.p}$ – експлуатаційна річна продуктивність екскаватора відповідно по корисній копалині та розкривних породах, $\text{м}^3/\text{рік}$.

5) Інвентарний парк екскаваторів визначається з урахуванням коефіцієнта

$$\text{резерву за формулою: } N_{инв.} = N_{екс.} \cdot k_{рез.}, \quad (2.4.5)$$

де $k_{рез.}$ – коефіцієнт резерву ($k_{рез.} = 1,2$). $N_{инв.} = 3 \cdot 1,2 = 4$ од.

РОЗДІЛ 5. Транспортування кар'єрних вантажів

Основною задачею при виконанні даного розділу роботи є розрахунок експлуатаційної продуктивності кар'єрного транспорту, ґрунтуючись на якому необхідно розрахувати парк транспортного обладнання для забезпечення заданої виробничої потужності кар'єру.

Розрахунок автомобільного транспорту

Робочий парк автосамоскидів установлюється за умовою забезпечення беззупинної роботи робочого парку екскаваторів при ритмічному подаванні

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

$$N_p = \frac{T_p}{t_n}, \text{ шт.}, \quad (2.5.1)$$

де T_p - час рейсу, хв;

$$N_p = \frac{27}{2,31} = 12$$

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

$$T_p = 2.31 + 24 + 1.07 + 0.4 = 27, \text{ хв}$$

де t_n , $t_{\text{пyx.}}$, t_p , t_m - час відповідно навантаження, руху, розвантаження і маневрів,

хв.

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

$$N_p = \frac{2.58 + 24 + 1.16 + 0.5}{2.58} = 12 \text{ шт.}$$

Час навантаження $t_n = n_k \cdot t_u$, хв, $t_n = 5.5 \cdot 0.42 = 2.31$, 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 перевезеної 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 можливо слід прийняти модель автосамоскида з іншими параметрами. Кількість ковшів, що вантажаться

до автосамоскиду: $n_{k.v} = \frac{V_a \cdot k_{\text{зop.}}}{E \cdot k_n}$ або $n_{k.q} = \frac{q_a \cdot k_p}{E \cdot k_n \cdot \rho_n}, \quad (2.5.4-2.5.5)$

$$n_{k.v} = \frac{41 \cdot 1.15}{8 \cdot 0.91} = 6 \quad n_{k.q} = \frac{110 \cdot 1.3}{8 \cdot 0.91 \cdot 3.4} = 5.5$$

де E - ємність ковша, м^3 ; k_p - коефіцієнт розпушення породи в ковші екскаватора; k_n - коефіцієнт наповнення ковша екскаватора; $k_{\text{гор.}} = 1,1 - 1,15$ -

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 двох значень (яке задовольнятиме обом умовам).

Час руху автосамоскида визначається за формулою:

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

$$t_{\text{рух.}} = T_{\text{ван.}} + T_{\text{пор.}} = 60 \left(\frac{3.037}{12} + \frac{3.037}{20} \right) = 24, \text{ хв.}$$

де $T_{\text{ван.}}$, $T_{\text{пор.}}$ – час руху автосамоскида відповідно з вантажем і без вантажу, хв; $L_{\text{ван.}}$, $L_{\text{пор.}}$ – довжина, відповідно, ділянок руху у вантажному та порожняковому напрямках, км. Для умов роботи вважатимемо, що усереднене значення $L_{\text{ван.}} = L_{\text{пор.}} = L_{\text{пп}} + 3$, км; $v_{\text{ван.}}$, $v_{\text{пор.}}$ – 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 автосамоскида 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 підїзду 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:

$$N_{n.a.} = \frac{k_{\text{нер.}} \cdot W_{\text{доб.}}}{\Pi_{a.зм.} \cdot n_{зм.}}, \text{ шт.}, \quad N_{n.a.} = \frac{1.1 \cdot 1793}{2388,5 \cdot 2} = 1 \text{ шт.},$$

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

$$W_{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{кк.доб.}}}{\rho_{\text{кк}}} + \frac{Q_{\text{р.доб.}}}{\rho_{\text{р}}} - \text{добовий вантажообіг кар'єру, т;} \quad (2.5.8)$$

$Q_{\text{а.зм.}}$ – змінна експлуатаційна продуктивність автосамоскида, т;

$$W_{\text{доб}} = \frac{2688}{3.1} + \frac{2500}{2.7} = 1793$$

$$Q_{\text{а.зм.}} = q_{\text{а}} \cdot k_q \cdot \frac{T_{\text{зм.}}}{T_{\text{р}}} \cdot k_{\text{в.а.}}, \text{ т;} \quad (2.5.9)$$

$$Q_{\text{а.зм.}} = 110 \cdot 0.95 \cdot \frac{12}{0.42} \cdot 0.8 = 2388,5, \text{ т}$$

k_q – коефіцієнт використання вантажопідйомності автосамоскида

$$k_q = \frac{n_{\text{к}}}{n_{\text{к.к}}}; \quad (2.5.10)$$

$$k_q = \frac{121}{110} = 1.1$$

$T_{\text{зм.}}$ - тривалість зміни, година; $T_{\text{р}}$ - час рейса, год;

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

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

$$N_{\text{і.а.}} = \frac{N_{\text{р.а.}}}{k_{\text{з}}}, \text{ шт,} \quad (2.5.11)$$

$$N_{\text{і.а.}} = \frac{1}{0.8} = 2, \text{ шт, де } k_{\text{з}} = 0,7 - 0,8 - \text{коефіцієнт технічної готовності парку.}$$

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 годинна пропускна здатність

$$\text{автодороги складе: } N = \frac{60}{t_{\text{м}}} = \frac{1000 \cdot v}{k_{\text{нер.}} \cdot L_{\text{без}}}, \quad (2.5.12)$$

$$N = \frac{60}{t_{\text{м}}} = \frac{1000 \cdot 12}{0.4 \cdot 23.76} = 1262$$

де $t_{\text{м}}$ - інтервал часу між машинами, хв; v - швидкість руху, км/годину;

$L_{без}$ - безпечна відстань між автосамоскидами, м; $k_{нер.} = 0,5 - 0,8$ – коефіцієнт нерівномірності руху. Якщо швидкість руху у вантажному та порожняковому напрямках відрізняється, потрібно визначати перепускную здатність окремо для кожного напрямку. Безпечна відстань між автосамоскидами складається з довжини гальмового шляху і довжини автосамоскида і повинне бути не менш 50 м. На горизонтальних прямолінійних ділянках ця відстань визначається за формулою:

$$L = v + 0.04v^2 + 6, \text{ м.} \quad (2.5.13)$$

$$L = 12 + 0.04 \cdot 12^2 + 6 = 23.76, \text{ м}$$

Провізна здатність автошляху визначається за формулою:

$$M = N \cdot q_{\phi}, \text{ т/ГОД,} \quad (2.5.14)$$

$$M = 1262 \cdot 104.5 = 131944 \text{ т/ГОД,}$$

де $q_{\phi} = q_a \cdot k_q$ – фактична маса вантажу, перевезеного автосамоскидом, т.

$$(2.5.15)$$

$$q_{\phi} = 110 \cdot 0.95 = 104.5 \text{ т.}$$

РОЗДІЛ 6. Відвалоутворення розкривних порід

При доставці розкривних порід на відвали автомобільним транспортом частіше за все використовують бульдозерні відвали.

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

$$S_{\phi} = \frac{5999994 \cdot 1,2}{30 \cdot 0,8} = 299999,7 \text{ м}^2,$$

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

Кількість автосамоскидів, що одночасно розвантажуються:

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

$$N_a = \frac{684,9 \cdot 1,25}{60 \cdot 52,38} = 1 \text{ шт},$$

де $Q_{p.год}$ – годинна продуктивність кар'єру по розкривних породах,
 $Q_{p.год} = 6468000 / 365 \cdot 24 = 738,35 \text{ м}^3/\text{год}$;

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

V_a – об'єм розкривної породи, що перевозить автосамоскид за один рейс, м^3 .

$$\text{Довжина фронту розвантаження: } L_{фр} = N_a \cdot L_{п}, \text{ м}, \quad (2.6.3)$$

$$L_{фр} = 1 \cdot 20 = 20 \text{ м},$$

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

Довжина відвального фронту, який складається з ділянок розвантаження, бульдозерного планування та резерву: $L_{фв} = 3 \cdot L_{фр}$, м. (2.6.4)

$$L_{фв} = 3 \cdot 20 = 60 \text{ м}.$$

$$\text{Кількість бульдозерів, що обслуговує відвал: } n_B = \frac{Q_{p.зм}}{Q_{б.зм}} \cdot k_{рез.}, \quad (2.6.5)$$

$$n_B = \frac{1250}{1000} \cdot 1,2 = 2 \text{ шт}$$

де $Q_{p.зм}$ – обсяг розкриття, що вивозиться з кар'єру протягом зміни, м^3 ;

$Q_{б.зм}$ – змінна продуктивність бульдозера, що працює на відвалі; $k_{рез.}$ – коефіцієнт резерву (1,1- 1,25). Для бульдозерів потужністю 75–200 кВт $Q_{б.зм} = 800\text{--}1300 \text{ м}^3/\text{зміну}$.

РОЗДІЛ 7. Рекультивація земель, порушених гірничими роботами

Після завершення гірничих робіт на порушених територіях має здійснюватися їх відновлення, тобто рекультивація. Рекультивація земель - це комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності порушених земель, а також на поліпшення умов довкілля відповідно до інтересів суспільства. Будь-яке будівництво, добування корисних копалин, геологорозвідка тощо не можуть починатися, доки не буде розроблено проект

рекультивації порушеного ґрунтового покриву. Рекультивації підлягають усі землі, що зазнають змін у рельєфі, ґрунтовому покриві, материнських та підстильних породах, які відбуваються або вже відбулися у процесі гірничих, будівельних, гідротехнічних, геологорозвідувальних та інших робіт. Роботи з рекультивації порушених земель здійснюються у декілька послідовних етапів: підготовчий етап включає дослідження і типізацію порушених територій, вивчення специфіки умов на землях, що підлягають рекультивації, визначення можливості подальшого використання земель після завершення рекультиваційних робіт; гірничотехнічна рекультивація передбачає підготовку території до запроектованого виду цільового господарського використання; біологічна рекультивація та перехід до цільового використання рекультивованих територій. Роботи на цьому етапі спрямовані на остаточне відновлення родючості та біологічної продуктивності порушених земель.

Незалежно від виду будь-який комплекс рекультиваційних робіт проводиться у два етапи: технічний та біологічний. Проводячи технічну рекультивацію, порушені землі готують до їх подальшого використання: здійснюють планування поверхні (положення стінок кар'єрів, часткову або повну їх засипку), будують дороги, гідротехнічні й меліоративні споруди. Біологічна рекультивація здійснюється після технічної й передбачає комплекс заходів, спрямованих на поліпшення фізичних і агрохімічних властивостей ґрунтів на рекультивованих землях (вапнування, внесення мінеральних добрив тощо). Роботи по відновленню земель і поверненню їх землекористувачам розпочинаються згідно проекту розробки родовища з проведенням різних видів рекультивації. Найбільше уваги приділяється лісогосподарській рекультивації. Такий вид рекультивації є ефективним природоохоронним заходом і дозволяє повернути в продуктивний кругообіг порушені землі при добуванні корисних копалин, наприклад ільменіту, істотно знизити забруднення навколишнього середовища продуктами вітрової і водної ерозії, відновити господарську та естетичну цінність територій, на яких раніше проводились гірничі роботи.

3. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ, ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

3.1 Основні екологічні проблеми при відкритій розробці залізрудного родовища кар'єром Південний

Відкрита розробка родовищ залізних руд, зокрема в кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн», супроводжується значним антропогенним впливом на навколишнє середовище. Основні екологічні проблеми зумовлені масштабом видобувних і розкривних робіт, особливостями геологічної будови родовища та технологією транспортування і збагачення руди.

Порушення ландшафту. Відкритий спосіб видобутку руди передбачає зняття значної кількості покривних і порожніх порід, що призводить до: формування кар'єрних котлованів глибиною до 120 м і протяжністю понад 1 км у плані; розорювання території та зміни природного рельєфу, що зменшує біорізноманіття та руйнує природні екосистеми; утворення технологічних відвалів висотою до 25 м і більше, що змінюють поверхневий стік вод і створюють додаткові ерозійні процеси. Дані проблеми є типовими для Криворізького залізрудного басейну, де концентрація відкритих гірничих робіт призводить до значної трансформації природного ландшафту.

Забруднення водних ресурсів. Відкрита розробка спричинює інтенсивне впливання на гідрологічний режим: зміна поверхневого стоку через створення кар'єрних котлованів та відвалів; потрапляння дрібнодисперсної пилоподібної продукції у річкові та ґрунтові води; контамінація води металами та суспензіями із процесів збагачення залізної руди. Особливо важливо контролювати водовідведення від відвалів та застосовувати очисні споруди для промислових стоків, щоб уникнути забруднення екосистем нижніх течій.

Пилі та шумові навантаження. Розкривні роботи, транспортування руди та робота дробильно-збагачувального обладнання створюють: пилі викиди, які негативно впливають на якість повітря і здоров'я працівників та мешканців прилеглих населених пунктів; шумові навантаження (≥ 85 дБ), що перевищують допустимі нормативи для житлових зон і сприяють зниженню біорізноманіття. Використання пилопригнічуючих систем, сучасних систем гідроочистки та

акустичних бар'єрів дозволяє мінімізувати ці негативні ефекти.

Вплив на ґрунти та рослинність. Активна діяльність експлатації кар'єру спричинює: зміну фізико-хімічних властивостей ґрунтів, втрата родючого шару; деградацію рослинного покриву на території кар'єру та прилеглих зонах; порушення екосистем, зниження чисельності місцевих видів флори і фауни. Для зменшення негативного впливу застосовують рекультивацію відвалів та територій, яка передбачає відновлення ґрунтового шару, озеленення та створення штучних водотоків.

Енергетичні та викиди парникових газів. Видобувна техніка, транспортування гірничої маси та збагачення руди призводять до: значних енергетичних витрат; викидів CO₂ та інших парникових газів в атмосферу; збільшення вуглецевого сліду гірничодобувного підприємства. Оптимізація технологічних процесів і застосування сучасної енергоефективної техніки дозволяє зменшити негативний вплив на атмосферу.

Основні заходи з мінімізації екологічного впливу: впровадження систем пилопригнічення та локальної водяної обробки на дробильно-збагачувальному обладнанні; контроль водовідведення та очисні споруди для промислових стоків; планування ширини уступів і відвалів з урахуванням стійкості порід та мінімізації ерозії; рекультивація територій після завершення розробки горизонтів та відвалів; використання енергоефективної та менш шумної техніки для зниження шкідливих викидів та шумового навантаження.

Відкрита розробка залізорудного родовища кар'єру Південний створює комплекс екологічних проблем, включаючи порушення ландшафту, деградацію ґрунтів, пилові і шумові навантаження, потенційне забруднення ґрунтових вод та викиди парникових газів. Комплексне планування розкривних робіт, застосування сучасних технологій з мінімізації впливу на довкілля та рекультиваційні заходи є обов'язковими умовами для забезпечення стійкого і безпечного розвитку кар'єру.

Отже, в умовах невизначеності доцільно застосовувати комплексний підхід до екологічної безпеки кар'єру, поєднуючи виявлені проблеми з

конкретними заходами для їх мінімізації. Ці заходи передбачають технічні, організаційні та рекультиваційні рішення, що дозволяють забезпечити стійкий розвиток підприємства та зменшити негативний вплив на довкілля. Зазначені заходи дозволяють наочно показати зв'язок між екологічними проблемами та потенційними рішеннями, що відповідає сучасним вимогам до організації гірничого виробництва в Україні та світі.

3.2 Технологічні заходи з охорони навколишнього середовища

При веденні гірничих робіт у кар'єрі основними джерелами пилоутворення є екскаваторні роботи, бурові роботи, відвалоутворення, бульдозерні роботи, опадання пилу з бортів кар'єру та відвалів. Частка цих джерел у забрудненні атмосфери прилягаючих територій незначна, тому що пил, що виділяється, залишається в кар'єрі, а більша його частина пригнічується при постійному зрошенні водою вибоїв і укосів уступів. Одним із джерел забруднення атмосфери в районі кар'єру є масові вибухи. Для зниження кількості викидів і створення нормальних санітарно-гігієнічних умов роботи в кар'єрі передбачаються наступні основні заходи: для зменшення кількості пилу та газу, що викидається в атмосферу при масових вибухах, передбачається застосування гідрозабійки; астосування при бурінні свердловин повітряно-водяних сумішей; герметизація кабін машиністів екскаваторів, бурових верстатів, бульдозерів; зберігання всіх пально-мастильних матеріалів на складі ГСМ; заправлення та огляд обладнання повинні відбуватися в спеціально відведеному для цього місці; обладнання кабін екскаваторів, бурових верстатів і бульдозерів кондиціонерами, що комплектно поставляються з гірничим обладнанням; для попередження виділення пилу з поверхонь відвалів передбачається їхня рекультивація після відсипання; систематичний радіаційний контроль продукції; підсипання полотна автомобільних шляхів скельними породами на тимчасових ґрунтових дорогах; зрошення водою гірничої маси, яка зруйнована вибухом, за допомогою поливальної машини у екскаваторних вибоях перед навантаженням; зволоження поверхні кар'єрних автодоріг.

Періодичність зрошення екскаваторних вибоїв, згідно СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 «Норми технологічного проектування...»: влітку 2 рази на добу протягом 90 діб; іншим часом року - 1 раз на добу протягом 200 діб. Питома витрата води на зрошення скельних порід при їхній екскавації становить 30 л/м³. Загальна річна витрата води на поглинання пилу при веденні гірничих робіт позначено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Річна витрата води на заходи щодо боротьби з пилом

Вид діяльності	Питома витрата води	Загальна витрата води, м ³ /рік
Зрошення екскаваторних вибоїв	30 л/м ³	157434
Гідрозабійка	1 л/м ³	4902
Зрошення кар'єрних доріг	3 л/м ²	68400
Усього:		230736

Для пилоподавлення на автодорогах і зрошення гірничої маси у вибоях екскаваторів, зрошення уступів, проектом передбачається проводити поливання питною та/або технічною (шахтною) водою, яка пройшла, спеціальні лабораторні дослідження. У зв'язку з незначною глибиною кар'єру та сприятливими кліматичними умовами, провітрювання виробленого простору здійснюється природнім шляхом.

Заходи щодо охорони об'єктів поверхні в умовах шкідливого впливу гірничих робіт. На півдні кар'єр «Південний» межує з кар'єром «Північний» ТОВ «УГК». З північної і західної сторони розташовані відвали кар'єра і зона обвалення від ведення підземних гірничих робіт ШУ «ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Зі східного боку розташований проммайданчик ШУ «ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Існуючі будівлі та споруди - проммайданчика ШУ «ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» - розташовуються за межами східного борту кар'єра з практично горизонтальним рельєфом і являють собою окремо стоять споруди, не складні по об'ємно-планувальних рішень. На місцях їх будівництва не виявлено небезпечні і потенційно можливі геологічні процеси, тому спеціальні заходи інженерного захисту проектом розробки родовища не передбачені. Проектні рішення не передбачають шкідливий вплив гірничих робіт, які б обумовили зрушення і

деформацію гірських порід і земної поверхні (підробки).

Основним технологічним процесом на ВГР, що можуть впливати на будівлі, споруди та природні об'єкти є процес виконання вибухових робіт. Сейсмічні коливання ґрунту при проведенні масових вибухів негативно впливають на стан будівель, споруд і природних об'єктів. Для запобігання перевищень допустимого рівня сейсмозривних навантажень в районі розташування будівель і споруд, розташованих поблизу кордонів кар'єра, необхідно вести сейсмометричний моніторинг інтенсивності впливу сейсмічних коливань і ударних повітряних хвиль (УВВ), що генеруються масовими вибухами в кар'єрі. З метою забезпечення стійкості укосів і бортів кар'єру; своєчасного попередження аварійних ситуацій; коригування кутів укосів залежно від гірничо-геологічної ситуації, попередження зсувів і обвалів укосів на кар'єрах, розробки і застосування заходів, що виключають прояв деформацій необхідно проводити маркшейдерські спостереження. Для проведення маркшейдерських спостережень за деформаціями бортів кар'єрів і укосів відвалів необхідно закладати спеціальні спостережні станції, на яких періодично проводяться інструментальні спостереження.

Спостереження проводяться згідно "Інструкції за спостереженнями за деформаціями бортів, укосів уступів і відвалів на кар'єрах і розробці заходів по забезпеченню їх стійкості" (Л., ВНИМИ, 1971) і "Методичним вказівкам за спостереженнями за деформаціями бортів розрізів і відвалів, інтерпретації їх результатів і прогнозу стійкості" (Л., ВНИМИ, 1987).

3.3 Система протиаварійного захисту і безпека праці на кар'єрі

Експлуатація відкритого залізорудного родовища кар'єру Південний ТОВ «Рудомайн» пов'язана з високими гірничо-технічними ризиками, які включають небезпеку обвалів порід, вибухових робіт, транспортних аварій та контакту персоналу з промисловим обладнанням. Для забезпечення безпечних умов праці на підприємстві впроваджена комплексна система протиаварійного захисту та охорони праці, що відповідає вимогам українського законодавства

та стандартів ДСТУ ISO 45001:2018 (табл. 3.1).

Охорона праці та забезпечення промислової безпеки. Забезпечення промислової безпеки

Безпека проведення гірничих робіт забезпечується обов'язковим виконанням «Правил охорони праці при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом» (НПАОП 0.00-1.24-10) і «Правил безпеки під час обігу з вибуховими матеріалами промислового призначення» (НПАОП 0.00-1.66-13). Висота уступів кар'єра прийнята відповідно до фізико-механічних властивостей гірничих порід, умов їх залягання та робочими параметрами навантажувального обладнання. Ширина робочих майданчиків у кар'єрі розрахована за умов безпечного розташування обладнання, технологічних параметрів навантажувального та транспортного обладнання, розташування комунікацій і елементів організації робочих майданчиків. Гірничі роботи із риття траншей, розробці уступів, відсипання відвалів, необхідно вести відповідно до розроблених технічним відділом кар'єру та затвердженими головним інженером паспортами, які визначають на підставі проекту припустимі розміри робочих майданчиків, берм, кутів укосів, висоту уступів, відстань від гірничого та транспортного обладнання до брівки уступу або відвалу.

Гірниче та транспортне обладнання, транспортні комунікації, мережі електропостачання та зв'язку необхідно розміщати на робочих майданчиках уступів за межами призми можливого обвалення. При роботі на уступах необхідно регулярно проводити оборку нависань і «козирків» на укосах уступів, що знаходяться вище, а також ліквідацію заколов. У випадку погрози обвалення або зсуву уступів під час роботи екскаватора або виявлення зарядів, які не вибухнули, роботу екскаватора необхідно припинити та вивести його в безпечне місце. Роботи продовжувати тільки після ліквідації чинника ризику.

При навантаженні породи екскаваторами в транспортні засоби машиністи екскаваторів повинні подавати сигнали відповідно до встановленого «Порядку подачі звукових сигналів», який прийнято на підприємстві. Таблицю сигналів необхідно вивісити на кузові екскаватора та ознайомити з нею під розпис

працівників екскаваторних бригад, водіїв автосамоскидів, машиністів бульдозерів і гірничий нагляд кар'єру.

Не дозволяється при роботі екскаватора перебування працівників у зоні дії ковша. Під час роботи бульдозера по очищенню підшви вибою та плануванню під'їзду автотранспорту до екскаватора всі роботи автомашин і екскаватора необхідно зупиняти.

Буровий верстат повинен бути встановлений на спланованому майданчику уступу поза призмою обвалення. При бурінні першого ряду свердловин буровий верстат повинен бути розташований перпендикулярно до брівки уступу на відстані не ближче 2-х метрів від верхньої бровки уступу. Машиніст бурового верстата зобов'язано стежити за станом вибою та при найменшій погрозі обвалення негайно припинити роботу та відвести верстат на безпечну відстань, після чого довести до відома особи, що здійснюють технічний нагляд. Під домкрати верстатів забороняється підкладати шматки породи.

Переміщення бурового верстата з піднятою щоглою по уступу допускається тільки по спланованому горизонтальному майданчику. При пересуванні верстата під лініями електропередач, щогла верстата повинна бути опущена. При перегоні бурових верстатів, щогла повинна бути опущена, а буровий інструмент знятий і надійно закріплений.

Вибухові роботи виконуються відповідно до типового проекту проведення буровибухових робіт. При веденні буровибухових робіт виконуються заходи щодо організації та проведення масових вибухів, по безпечному проведенню робіт при підготовці та проведенні масових вибухів, які передбачені типовим проектом. Перед початком вибухових робіт на межах небезпечної зони повинні бути виставлені пости охорони. Вибухові роботи виконуються у світлий час доби. При виконанні вибухових робіт обов'язкове застосування звукових сигналів. Способи, час подачі та призначення сигналів повинні бути доведені до відома всіх працюючих підприємства, а також населення найближчого району шляхом виставляння щитів з описом сигналів і

їх призначення.

Для забезпечення безпечної роботи при складуванні порожніх порід, маркшейдерська служба повинна робити постійні спостереження за стійкістю укосів відвалу, з появою ознак зсувних явищ роботи з відвалоутворення повинні бути припинені до усунення впливу небезпечних факторів і розробки спеціального проекту організації робіт, затвердженого технічним керівником підприємства. Забороняється складування та скупчення снігу та льоду, скидання поверхневих і кар'єрних вод у місцях складування розкритих порід. Проїзна частина дороги повинна розташовуватися за межами скочування шматків породи з відвалів. Автомобілі та інші транспортні засоби необхідно розвантажувати на відвалі в місцях, передбачених паспортом, за призмою обвалення (сповзання) порід. Розміри цієї призми встановлюються маркшейдерською службою гірничого підприємства та регулярно доводять до відомості працюючих на відвалі. Розвантажувальні майданчики бульдозерних відвалів необхідно влаштовувати уздовж усього фронту розвантаження з поперечним ухилом не менш 3 град., спрямованим від брівки укосу в глибину відвалу.

Для обмеження руху машин заднім ходом і огороження призми можливого обвалення розвантажувальні майданчики повинні бути обладнані надійною запобіжною стінкою (валом) висотою не менш 0,5 діаметра колеса автосамоскида максимальної вантажопідйомності, застосовується для перевезення гірничої маси. Запобіжна стінка (вал) повинна використовуватися водієм як орієнтир. Якщо запобіжної стінки (вала) немає, не допускається під'їжджати до брівки розвантажувального майданчика ближче 3 м машинам вантажопідйомністю до 10 т і ближче 5 м - вантажопідйомністю вище 10 т.

Ширину розвантажувального майданчика необхідно облаштовувати згідно із проектом. При плануванні відвалу бульдозером під'їзд до брівки укосу дозволяється тільки ножем уперед. Подавати бульдозери заднім ходом до брівки відвалу не допускається. Забороняється здійснювати скидання (стік) кар'єрної поверхневої води у місця складування розкритих порід. На кожному гірничому підприємстві геологічною та маркшейдерською службами повинен бути

організований систематичний контроль над стійкістю порід у відвалі.

Заходи щодо енергозбереження. Заходи щодо енергозбереження виконані згідно із Законом України “Про енергозбереження” та “Інструкції про порядок передачі документації та здійснення державної експертизи з енергозбереження”, затвердженої наказом Держкомітету України по енергозбереженню від 09.03.99 г. № 15. Критерії, що характеризують проект у частині енергозбереження, представлені відповідно до вимог пункту 2.7 “Інструкції про порядок передачі документації та здійснення державної експертизи з енергозбереження”. Кар'єр з видобутку корисної копалини є діючим підприємством. Розміщення кар'єру визначене розміщенням родовища корисної копалини. Розміщення розкривних порід передбачене на ділянках гірничотехнічної рекультивациі. Компактність розміщення гірничотехнологічних об'єктів забезпечує раціональне та ощадливе використання земельних ресурсів, електричної та теплової енергії, виключає втрати енергії при її транспортуванні та передачі. Передбачена проектом технологія видобутку та транспортування корисної копалини та розкривних порід з використанням кар'єрних екскаваторів і автосамоскидів, є найбільш прогресивною та широко використовується як у вітчизняній, так і в закордонній практиці гірничодобувної промисловості та атестації не вимагає. Для видобутку корисної копалини, а також на допоміжних роботах використовується обладнання, що серійно випускається, апробоване та прийняте до виробництва відповідно до діючих нормативних актів.

Заходи щодо енергозбереження передбачаються в частині організації провадження робіт: скорочення часу на ремонт обладнання, оптимізація графіків роботи обладнання. Підприємство працює по безстічній системі, скидання кар'єрних вод у природні водойми відсутнє. Основним енергоносієм при видобутку гірничої маси є дизпаливо (основне технологічне обладнання) та електрична енергія. Дана структура енергоспоживання визначається існуючим обладнанням і є найбільш ефективною.

Загальні санітарні правила. Усі працюючі на підприємстві повинні

забезпечуватися спецюдягом за рахунок підприємства. Склад повітря повинен відповідати встановленим нормативам по змісту основних складових частин повітря та шкідливих домішок (пил, газ), з урахуванням діючих норм і стандартів. На робочих місцях передбачається проводити відбір проб для аналізу повітря на зміст шкідливих газів не рідше одного разу у квартал і після кожної зміни технології робіт відповідно до «Інструкції з контролю змісту пилу в повітрі на підприємствах гірничорудної та нерудної промисловості». Крім того, необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту (протипилові респіратори та ін.), які повинні видаватися безкоштовно та у достатній кількості. На підприємстві необхідно організувати систематичний контроль над змістом шкідливих домішок у вихлопних газах. У випадку перевищення концентрації шкідливих газів в повітрі та відсутності засобів захисту органів подиху люди повинні виводитися із загазованої зони.

Боротьба із шумом і вібрацією. Усе застосовуване гірничотранспортне обладнання випускається серійно і в ньому враховані вимоги по боротьбі з шумом і вібрацією на робочому місці. Рівні шуму та вібрації не повинні перевищувати припустимих значень, установлених вимог нормативних документів, ДСН 3.3.6.037-99 «Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». Інтенсивність шуму в кабінах машин не повинна перевищувати 85-90 дБ. Амплітуда загальної вібрації на машинах при частоті 30-40 герців, не повинна перевищувати 7-9 мікрон. Для боротьби із шумом і вібрацією передбачається застосування глушителів, облаштованість сидінь машиніста прокладками, що амортизують, звукоізоляція кабін. Встановлене обладнання в приміщеннях операторів не створює еквівалентні рівні шумів, які перевищують 65 дБ, тому спеціальні заходи щодо зниження впливу шуму на людину не передбачаються.

Санітарно-побутові приміщення та медична допомога. Санітарно-побутове обслуговування робітників передбачається в модульному АПК, який розташовано на території підприємства. До роботи на кар'єрі допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, навчання та здали

екзамени з технічного та техніки безпеки. Кожна виробнича ділянка кар'єру повинен бути забезпечена приміщеннями для обігріву робітників, укриття від дощу, приймання їжі та обладнана ємностями з питною водою. Кабіни всіх механізмів утеплені та обладнані безпечними опалювальними приладами.

Живлення працюючих здійснюється в кімнаті приймання їжі, у приміщенні опалювального вагона-нарядної гірничої дільниці. Вода для потреб робітників, що перебувають на виробничих ділянках використовується привізною. Повинні бути укомплектовані аптечки першої допомоги в приміщенні для обігріву робочих кар'єру та на кожній одиниці гірничотранспортного обладнання, носилки, а також обслуговування спеціальною машиною медичної допомоги. Усі робітники повинні проходити медичний огляд при вступі на роботу, і потім періодичний контроль не рідше одного разу в рік. Медичне обслуговування передбачається в медпункті АПК і за місцем проживання. Усі співробітники повинні мати медичну страховку. Доставка потерпілих або раптово захворілих працівників з медпункту в лікувальну установу виконується спеціальною машиною медичної допомоги. Відповідальність за виконання санітарних норм і правил несе адміністрація підприємства.

3.4 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на ВГР

Відкрита розробка залізорудного родовища кар'єру Південний ТОВ «Рудомайн» супроводжується значними ризиками для здоров'я та безпеки працівників. Небезпечні та шкідливі фактори обумовлені особливостями гірничо-технічного процесу, масштабом видобувних і розкривних робіт, а також фізико-механічними властивостями гірських порід і технологічним обладнанням.

Фізичні фактори: підвищений рівень шуму – від роботи бурових машин, транспорту, дробильно-збагачувального обладнання. Нормативні значення шуму для робочих зон не повинні перевищувати 85 дБ, проте у виробничих ділянках кар'єру спостерігаються локальні перевищення; вібраційне навантаження – від вибухових робіт та руху важкої техніки. Вібрації можуть

спричиняти ураження опорно-рухового апарату та знижувати працездатність персоналу; температурні фактори та кліматичні умови – робота на відкритому кар'єрі у літній або зимовий період супроводжується ризиком теплового або холодового стресу; інтенсивна сонячна радіація та ультрафіолетове опромінення – підвищений ризик для шкіри та очей працівників, особливо під час тривалих робіт на відкритому повітрі.

Хімічні та пилові фактори: пилові викиди – утворюються при буропідричних роботах, транспортуванні та дробленні руди. Пил містить частки залізної руди, кварциту та супутніх порід, що можуть викликати респіраторні захворювання; викиди газів і хімічних речовин – вибухові гази після буропідричних робіт, технічні масла і мастила на транспорті, а також пилова суспензія від збагачувального обладнання; кислотність стоків та контакт із металами – в разі порушення герметичності технологічних систем можливе забруднення ґрунтів та води, що негативно впливає на здоров'я персоналу.

Механічні фактори: механічна травматизація – від рухомих транспортних засобів, падіння гірничої маси, роботи з обладнанням. Основні ризики пов'язані із скиданням порід, обвалами та рухом гірничої техніки; підйомно-транспортні роботи – навантаження на вантажопідйомні механізми та перевезення руди підвищують ймовірність аварій та травм; буропідричні роботи – ризик неконтрольованих вибухів, уламків породи та ураження персоналу через порушення технології або обладнання.

Психофізіологічні та організаційні фактори: фізичне перевантаження та тривалість робочого дня – значні об'єми гірничих мас і висока інтенсивність робіт призводять до перевтоми та зниження уваги, що підвищує ризик травматизму; психоемоційне навантаження – робота у небезпечних умовах, необхідність дотримання суворих норм безпеки та вибухових робіт впливає на психофізіологічний стан працівників; недотримання регламентів та технологічної дисципліни – порушення інструкцій, використання техніки поза регламентованими маршрутами або невикористання ЗІЗ збільшує ризик аварій

та травм.

Оцінка ризику та класифікація факторів. На основі аналізу виробничих процесів кар'єру Південний, небезпечні та шкідливі фактори можна розділити за рівнем ризику: високий ризик- вибухові роботи, обвали порід, контакт із рухомою технікою; середній ризик: пилові та газові викиди, шум та вібрації, перевантаження персоналу; низький ризик: кліматичні фактори та вплив УФ-опромінення (при застосуванні ЗІЗ та регламентів робіт). Наведена класифікація дозволяє ефективно планувати систему протиаварійного захисту та охорони праці, розставляти пріоритети для організаційно-управлінських заходів щодо мінімізації впливу небезпечних факторів.

Заходи для зниження негативного впливу: використання сучасних ЗІЗ – каски, окуляри, респіратори, жилети з підвищеною видимістю, протишумові навушники; організаційні заходи – регламентування робочого часу, чергування працівників, навчання та інструктажі з безпечних технологій; технічні заходи – автоматизація процесів, контроль стану уступів і відвалів, системи сигналізації та аварійного відключення обладнання; медичний контроль і моніторинг – регулярні профілактичні огляди, контроль стану здоров'я персоналу, забезпечення медичних пунктів на території кар'єру.

Таким чином, на ВГР кар'єру Південний існує комплекс небезпечних та шкідливих факторів, що включає фізичні, хімічні, механічні та психофізіологічні впливи. Комплексна оцінка ризиків і впровадження заходів із захисту та безпеки праці дозволяє знизити травматизм, забезпечити ефективну роботу гірничодобувного підприємства та дотримання державних нормативів у галузі охорони праці (табл. 3.2 та 3.3).

3.5 Технічні та організаційні заходи безпеки на кар'єрі Південний

Заходи з безпечного ведення гірничих робіт при формуванні або розконсервації ділянок тимчасово неробочих бортів кар'єру. При розробці родовища іноді утворюються ділянки борта з кутами нахилу, близькими до кутів погашення бортів кар'єру. Після закінчення певного періоду часу виникає

необхідність відновлення гірничих робіт на тимчасово неробочих ділянках бортів кар'єра з метою їх перенесення, часткової або повної ліквідації.

Ділянки тимчасово неробочих бортів (ТНБ), які плануються до формування або розконсервації протягом року, необхідно визначити річною програмою гірничих робіт. При формуванні ділянки ТНБ кут нахилу його не повинен перевищувати кута нахилу борта в проектному положенні. Стійкість і безпека роботи в районі ТНБ при його формуванні, забезпечується зниженням дії технологічних вибухів на масив ТНБ і застосуванням спеціальної технології гірничих робіт. Для зниження дії вибуху на масив ТНБ необхідно:- кількість заряду в останньому ряду біля контурної зоні ТНБ зменшити не менше ніж на 30% в порівнянні з зарядами попередніх рядів (згідно типового проєкту);- для зниження руйнівної дії вибуху нижче підосви уступу свердловини технологічного ряду необхідно бурити з недобуром 0,5 м. Роботи по розконсервації ділянок тимчасово неробочих бортів проводити відповідно до паспортів ведення робіт в кар'єрі в залежності від застосування виймально-навантажувального обладнання, виду транспорту, розташування на робочому майданчику комунікацій.

Роздвоювання уступів і формування берм безпеки треба виконувати зверху в низ шляхом розробки верхніх уступів. При проведенні робіт з розконсервації ТНБ, необхідно розробити заходи щодо забезпечення безпеки, та затвердити головним інженером підприємства. Послідовність виконання основних і допоміжних технологічних процесів така ж, як і при відпрацюванні робочих горизонтів. На верхньому горизонті, який обмежує поверху тимчасово неробочий борт кар'єру, створюється майданчик, який забезпечує виконання гірничих робіт з відпрацювання ділянки тимчасово неробочого борта (цілика). Ширина такого майданчика повинна бути не менше ширини робочого майданчику. На кожному горизонті тимчасово неробочого борту кар'єру, починаючи з верхнього, необхідно виконувати формування робочого майданчику, що забезпечує відповідне переміщення фронту гірничих робіт на уступі, який знаходиться нижче.

До виконання робіт з розконсервації уступів особою технічного нагляду необхідно провести додатковий інструктаж для машиніста виймально-навантажувального засобу із записом у книзі нарядів. Роботи поблизу верхньої бровки уступу (зачистка бурової площадки, будівництво ЛЕП і т.д.) при розконсервації ділянки борту повинні проводитися з світлий час доби під контролем особи технічного нагляду.

Буро-вибухові роботи при розконсервації ТНБ виконувати відповідно до «Типового проекту ведення буровибухових робіт в кар'єрі», який розробляє підрядна організація, що виконує вибухові роботи в кар'єрі. До виконання буровибухових робіт виконується оборка уступу, який розташовано вище, від нависань шматків породи, механізованим або ручним засобом. Схему комутації вибухової мережі необхідно виконувати виходячи із забезпечення умов мінімальних параметрів розвалу підірваної гірничої маси та з мінімальним обсягом викиду гірничої маси в напрямку виробленого простору кар'єру. Відпрацювання підірваної гірничої маси (виконання виймально-навантажувальних робіт) проводити тільки на горизонті підіраного блоку. У нижній частині ділянки тимчасово неробочого борту кар'єру після обвалування, яке розташоване на останній бермі, при розконсервації необхідно залишати транспортну берму, робочий майданчик або берму безпеки завширшки не менше 10 м. На ділянках автомобільних доріг, які знаходяться під тимчасово неробочою ділянкою борту кар'єру, повинні бути встановлені дорожні знаки (можливе падіння каменів). Ці ділянки повинні бути нанесені на план гірничих робіт та технологічний персонал повинен бути ознайомлений з їх наявністю. Підривання бортових масивів в межах здвоєних уступів необхідно проводити пошарово, приймаючи потужність шару, що дорівнює висоті технологічного уступу. При підготовці і веденні буровибухових робіт необхідно: - виконати зачистку бурового майданчика під контролем особи технічного нагляду. Знаходження людей і техніки при цьому, під ділянкою ТНБ заборонено; - не допускати наявності великих шматків гірничої маси на схилах ділянки ТНБ після закінчення робіт по зачистці бурового майданчика; - буріння вибухових свердловин і

пересування бурових верстатів виконувати за межами призми можливого обвалення, ширина якої визначається маркшейдерською службою, але не ближче 2 м до верхньої бровки уступу; - схема комутації вибухової мережі виконувати виходячи із забезпечення умов мінімальних параметрів розвалу підірваної гірничої маси;- після виконання вибухових робіт, при необхідності, укис ділянки ТНБ очистити від великих шматків гірничої маси, які нависають.

При виконанні навантажувальних робіт: - за межами призми можливого обвалення, яка визначається маркшейдерською службою, залишити захисний вал; - планування під'їзду до екскаватора, полотна автодоріг виконувати в світлий час доби. Знаходження людей і техніки, при цьому, під ділянкою ТНБ заборонено.

Заходи що забезпечують безпечне ведення гірничих робіт на ділянках бортів кар'єра, які мають відхилення від норм технологічного проєктування

Заходи передбачають організаційні заходи, які спрямовані на безпечне ведення гірничих робіт на ділянках бортів кар'єра які мають відхилення від норм технологічного проєктування. Для безпечного гірничих робіт необхідно забезпечити постійний контроль за станом бортів, уступів та укосів кар'єра, запобіжних і транспортних берм. На ділянках бортів, схильних до обвалювання, необхідно виконувати обстеження, фото і маркшейдерську зйомку, нанесення пікетів і межових ліній. Номери пікетів і межових ліній виконувати на скельній поверхні білою фарбою із залученням маркшейдерської служби. В залежності від ситуації виконувати оборку з застосуванням гідромоніторів, бульдозерів і вибухів. Роботи з оббирання уступів необхідно проводити механізованим способом. Ручне оббирання дозволяється здійснювати тільки спеціально підготовленим працівникам (скелелазам) під безпосереднім наглядом посадової особи, в обов'язки якої покладено здійснення контролю за безпечним виконанням робіт, та з обов'язковим оформленням наряду-допуску на ці роботи. У разі виявлення ознак зрушення порід, всі роботи необхідно припинити до розробки спеціальних заходів безпеки. Гірниче та транспортне обладнання, транспортні комунікації, мережі електропостачання та зв'язку необхідно розміщувати на робочих майданчиках уступів за межами призми обвалення.

Параметри призми обвалення уступів повинні визначати геологічна та маркшейдерська служби гірничого підприємства, з урахуванням фізико-механічних властивостей порід, а також навантажень на уступи і яруси, яке створюється діючим обладнанням.

Гірничі роботи повинні виконуватись відповідно до розроблених паспортів та рекомендацій ведення гірничих робіт в кар'єрі. Затверджені технічним керівником паспорта визначають допустимі розміри робочих майданчиків, берм, розміщення обладнання. Паспорти повинні знаходитися на гірничих машинах. Забороняється ведення гірничих робіт без затвердженого паспорта, а також з відхиленнями від нього. Всі ІТП та працівники ділянок повинні бути з ними ознайомлені.

Перед початком бурових робіт, укiс розташованого вище уступу необхідно оглянути на наявність нависань, «козирків». При їх виявленні допуск на уступ людей і обладнання забороняється. При виконанні бурових робіт на ділянках бортів кар'єрів, які мають відхилення від норм технологічного проектування необхідно дотримуватися таких умов: виконати оборку укусу розташованого вище уступу; огородити під'їзди транспорту та підхід людей до нижньої бровки розташованого вище уступу запобіжним обвалуванням зі скельних порід; встановити попереджувальні знаки; буріння останнього ряду свердловин поблизу нижньої бровки розташованого вище уступу виконувати при постійному контролі за станом розташованого вище уступу, за участю помічника; постійно проводити спостереження за станом укусу уступу. У разі виявлення процесів зрушення, «козирків», нависань - людей треба віддалити на безпечну відстань і викликати представник гірничого нагляду ділянки.

При відпрацюванні уступів екскаватором необхідно дотримуватися наступних заходів безпеки: гусениці екскаватора необхідно розташовувати під кутом 35° - 45° до вибою; зі сторони розташованого вище уступу екскаватор відсипає утримуючий вал з відступом від борта не менше 1 м; на покрівлі розташованого вище уступу, за межами призми можливого обвалення по всій довжині фронту екскаваторних робіт влаштовується захисне обвалування і

встановлюється знак "Зона екскаваторних робіт"; робота екскаватора повинна проводитися тільки під контролем ІТП виробничої ділянки; екскаватор повинен розташовуватися кабіною від борта; при виконанні виймально-навантажувальних робіт під бортом, екскаватор повинен працювати на витягнуту рукоять ковша; не дозволяється перебування людей між екскаватором і укосом уступу; бригада екскаватора повинна складатися з 2-х осіб. Між машиністом екскаватора та гірничим майстром повинен постійно підтримуватися радіозв'язок; помічник машиніста екскаватора повинен постійно перебувати в зоні видимості машиніста біля екскаватора, і в разі виникнення зсуву гірничої маси, попередити машиніста екскаватора; допуск бригад до ремонту та обслуговуванню екскаватора можливий тільки після видалення його на безпечну відстань від вибою; при виявленні можливості зсуву, роботу екскаватора припинити, устаткування вивести в безпечне місце і вжити заходів по ліквідації небезпеки. Розмір мінімального робочого майданчику вибою екскаватора повинен відповідати проектним параметрам. При зменшенні ширини робочого майданчика, необхідно зупиняти ведення гірничих робіт в даному вибої і виконати повторне зарізання уздовж забою для приведення ширини до проектних параметрів, якщо це можливо. У разі виконання повторного зарізання уздовж забою, яке тягне за собою зменшення проектних параметрів берм безпеки на горизонті який розташовано вище, роботу в даному вибої зупинити до подальшої розробки горизонту, який розташовано вище.

При експлуатації автомобільного транспорту необхідно керуватися «Правилами дорожнього руху» і НПАОП 0.00-1.62-12. "Правила охорони праці на автомобільному транспорті". Швидкість і порядок руху автомобілів, автомобільних і тракторних поїздів на шляхах кар'єру визначається з урахуванням дорожніх умов та дорожнього покриття. Рух автомобілів на технологічних дорогах необхідно регулювати відповідними знаками. На ділянках автомобільних доріг, які тимчасово не відповідають нормативним параметрам встановлюються додаткові знаки. Такі ділянки повинні бути нанесені на плани гірничих робіт і технологічний персонал повинен бути

ознайомлений з їх наявністю. Рух технологічного автотранспорту на звужених ділянках автодоріг організовувати згідно заходів щодо безпечного руху. В особливо утруднених умовах на кар'єрних шляхах величину радіусів кривих у плані допускається приймати в розмірі не менше двох конструктивних радіусів розвороту транспортних засобів по передньому зовнішньому колесу — при розрахунку на одиничний автомобіль. Під час навантаження автомобілів екскаваторами необхідно дотримуватись таких умов: -автомобілі, що чекають на навантаження, необхідно розміщувати за межами радіуса дії екскаваторного ковша і ставити їх під навантаження тільки після відповідного сигналу машиніста екскаватора; -автосамоскиди повинні встановлюватися не ближче 7 м до укосу і перпендикулярно йому;- навантаження в кузов автомобіля необхідно здійснювати тільки збоку або ззаду. Перенесення екскаваторного ковша над кабіною автомобіля не дозволяється;-завантаженим автомобілем дозволяється рухатись до пункту розвантаження тільки після відповідного сигналу машиніста екскаватора. Всі роботи у кар'єрі повинні виконуватися з дотриманням НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом».

Заходи щодо безпечного ведення робіт при сумісній розробці підземним і відкритим способом. Кар'єр «Південний» знаходиться в межах гірничого відводу шахти ім. Артема підприємства ШУ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», яке виконує видобуток залізної руди підземним способом. На півдні (в районі м.о. 120) межує із кар'єром «Північний», в якому відкритим способом виконується розробка раніше втрачених багатих залізних руд. Передбачені наступні заходи при сумісній розробці родовищ підземним і відкритим способом: при виробництві масових вибухів в кар'єрі, необхідно письмово повідомляти керівництву суміжних підприємств дату та час масового вибуху і межі небезпечних зон вибуху; при виробництві масових вибухів в районі породної перемички між кар'єром «Північним» та кар'єром «Південним» отримувати письмове повідомлення про виведення людей за межі небезпечної зони; сприяти суміжним підприємствам при організації постів охорони небезпечної зони

масового вибуху на території кар'єру; при розробці типових проектів на ведення вибухових робіт в кар'єрі погоджувати графік проведення масових вибухів і план кар'єра з нанесенням меж ведення вибухових робіт з керівникам суміжних кар'єрів та шахт; забезпечити сейсмічне спостереження за будинками і спорудами, що потрапляють в небезпечну зону під час проведення масових вибухів; виконувати спостереження за стійкістю східного борту кар'єру «Південний» маркшейдерських станцій спостереження. На кар'єрі "Південний" виконується повторна розробка залізної руди п'ятого і шостого залізистих горизонтів в зонах зрушення і обвалення від підземних гірничих робіт шахт колишнього РУ ім. Кірова. На шахтах видобуток залізної руди проводився системами з обваленням руди і вміщуючих порід, без залишення ціликів. В результаті відбувалося заповнення виробленого простору заваленими породами. Кар'єр «Південний» працює в маркшейдерських осях 120-71 на схід від ЛСП +750. Підземні гірничі роботи будуть проводитися в маркшейдерських осях 167-263 на захід від ЛСП +1050 -71, тобто гірничі роботи кар'єра не потрапляють до зони впливу підземних гірничих робіт. На теперішній час, підземна розробка в районі кар'єру «Південний» не проводиться, процес зрушення перейшов в стадію загасання, відпрацьований підземний простір повністю заповнений вміщуючими породами і можливість існування порожнин, здатних викликати обвалення поверхні (утворення воронок) на даній ділянці практично виключена. Згідно з висновком Державного науково-виробничого підприємства "МЕГГД" від 01.10.1992 р, ведення гірничих робіт в кар'єрі "Південний" на підробленої території безпечно. Для забезпечення безпечного ведення гірничих робіт в кар'єрі, передбачається виконання додаткових спеціальних заходів. Перед початком і під час ведення гірничих робіт в кар'єрі, особа нагляду (гірничий майстер) повинен проводити огляд стану доріг, бортів і підшви кар'єру та при виявленні видимих ознак зсування, роботи на цій ділянці кар'єра повинні бути зупинені. Роботи можуть бути відновлені тільки після усунення впливу небезпечних чинників, відповідно до спеціального проєкта організації робіт, затвердженого головним інженером підприємства. Контроль за забезпеченням

безпечних умов робіт в кар'єрі здійснюється особами нагляду підприємства з залученням, у необхідних випадках, спеціалізованих організацій. Для визначення швидкості осідання бортів кар'єру та відвалів необхідно виконувати інструментальні спостереження за реперами висячого та лежачого бортів кар'єра. При бурінні блоків в районах старих підземних виробок, необхідно виконувати буріння випереджаючих розвідувальних свердловин. Розвідувальні свердловини розташовуються в основному по сітці 20 x 20 м і буряться на глибину 30 м. Свердловини повинні буритися перед початком гірничих робіт по кожному уступу, які намічені до розробки. Місцезнаходження свердловин визначається геолого-маркшейдерською службою кар'єра, з урахуванням фактичного положення уступу і гірничотехнічних умов.

Заходи щодо забезпечення стійкості уступів на граничному контурі кар'єра

Для забезпечення тривалої стійкості уступів кар'єра на граничному контурі необхідно використання технології буро-вибухових робіт, що включає в себе попереднє утворення щілини по площині укусу і полегшене підривання технологічних свердловин біля контурної зони. Бурові роботи по такій технології передбачається проводити наявним на кар'єрі обладнанням, шляхом буріння похилих глибоких свердловин. Порядок виконання технології буро-вибухових наступний: необхідно виконати зйомку ділянки борту, яку заплановано поставити на кінцевий контур або в тимчасово неробоче положення; на підставі зйомки визначається стійкий кут укусу і кут буріння похилих свердловин відрізної щілини; після бурових робіт контурного ряду виконується маркшейдерська зйомка і складається викопіювання ділянки на якій відображаються фактичні параметри бурових робіт: положення свердловин, відстань між свердловинами, глибина і рівень води в свердловині, кут нахилу свердловин до горизонту; на підставі викопіювання з плану гірничих робіт і тимчасових паспортів на буро-вибухові роботи складається паспорт на масовий вибух; свердловини контурного ряду вибухають окремо від свердловин полегшеного і технологічного рядів; при неможливості розділити ці вибухи в умовах обмеженого простору або за фактором часу допускається

спільне підривання контурного ряду з технологічними і полегшеними свердловинами, а застосовані схеми комутації повинні забезпечувати випереджальне підривання контурного ряду по відношенню до полегшеного і технологічного; прибирання підірваної гірничої маси біля контурної зони виконується пошарово висота шару повинна становити 7-8 м, що дозволить ретельно провести обробку поверхні укосу уступу ковшем екскаватора; після вибуху повинна проводитися зачистка берми механічним засобом; для запобігання скочування по підшві уступу шматків гірничої маси необхідно створення на бермах безпеки пом'якшувальної скельної подушки і утримуючого вала висотою не менше 1 м і шириною не менше 2 м.

Заходи щодо охорони надр. З метою охорони надр на площі підрахунку запасів вивчена та проаналізована геологічна будова родовища, умови залягання, склад і якість корисної копалини. Прийнята система розробки, що забезпечує найбільш повне видобування з надр і раціональне використання запасів корисної копалини. У якості заходів щодо комплексного використання та охороні надр передбачається наступне:- здійснення геолого-маркшейдерського контролю за експлуатацією родовища, дотриманням проектів і планів ведення гірничих робіт і експлуатаційної розвідки, а також за виконанням геологічних і маркшейдерських вказівок, зареєстрованих у книзі гірничих робіт; - визначення, облік і оцінка вірогідності розмірів фактичних втрат;- своєчасний облік стану та руху запасів корисних копалин;- суворе контролювання виконання керівниками та фахівцями кар'єру вимог «Кодексу України про надра», введений у дію Постановою ВР № 133/94-ВР від 27.07.94. Ефективне функціонування залізрудного кар'єру Південний ТОВ «Рудомайн» неможливе без комплексного забезпечення безпеки праці. Технічні та організаційні заходи спрямовані на зниження травматизму персоналу, запобігання аваріям, контроль небезпечних і шкідливих факторів, а також на підтримання стабільності виробничих процесів відповідно до вимог нормативно-правових актів України та стандартів ISO 45001:2018.

Технічні заходи безпеки: системи моніторингу та сигналізації - встановлення датчиків деформацій уступів і відвалів (інклінометри, геодезичні

контрольні точки); сигналізація наближення до небезпечних зон та автоматичне відключення обладнання у випадку аварії. *Безпечна організація руху техніки* - використання систем автоматичного гальмування та контролю швидкості транспортних засобів; обладнання техніки світлозвуковими сигналами та огороження небезпечних ділянок. *Контроль буропідливних робіт*- використання сучасних детонаторів і регламентованих схем заряду; дотримання безпечних відстаней та зон відпочинку персоналу під час вибухів. *Захист від падіння порід та обвалів*- формування уступів із урахуванням стійкості порід і кута нахилу схилів; встановлення захисних бар'єрів і сіток на небезпечних ділянках. *Пожежна безпека*- обладнання пожежних гідрантів та переносних вогнегасників на виробничих майданчиках; використання автоматизованих систем виявлення пожеж та планів локалізації. *Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)*- обов'язкове використання касок, рукавиць, окулярів, спецодягу, протишумових навушників та респіраторів відповідно до специфіки робіт. *Організаційні заходи безпеки*: система управління охороною праці -відділ охорони праці здійснює контроль дотримання нормативів, інструктажів та протиаварійних заходів; регулярний аудит технологічних процесів для виявлення потенційних ризиків. *Регламентация робочого часу та чергування* - обмеження тривалості перебування персоналу у зонах підвищеного ризику; організація змінного графіка роботи для зниження втоми та підвищення концентрації працівників. *Інструктажі та навчання персоналу* - первинні, повторні та позапланові інструктажі з охорони праці; тренування персоналу у дії під час аварій, обвалів та вибухів. *Планування та контроль робочих процесів* - розробка технологічних карт робіт із зазначенням небезпечних зон та заходів безпеки; контроль виконання робіт відповідно до встановлених технологій. *Медичне забезпечення та аварійне реагування* - наявність медпунктів на території кар'єру; план дій у випадку аварійних ситуацій, включаючи евакуацію та надання першої медичної допомоги. *Комплексна інтеграція заходів*: технічні та організаційні заходи безпеки на кар'єрі Південний функціонують у комплексі, де -технічні заходи забезпечують безпеку обладнання та конструкцій; організаційні

заходи регламентують поведінку персоналу і контроль технологічного процесу; ЗІЗ і навчання персоналу створюють додатковий рівень захисту. Отже, комплексне поєднання цих заходів дозволяє: знизити ризик аварій та травматизму до мінімально можливого рівня; забезпечити стабільність і безпеку виробничого процесу; дотримуватися норм законодавства України щодо охорони праці та промислової безпеки; впроваджувати постійний моніторинг та контроль ефективності протиаварійної системи.

3.6 Пожежна безпека та заходи цивільного захисту на кар'єрі Південний

Експлуатація відкритого залізрудного родовища кар'єру Південний ТОВ «Рудомайн» пов'язана з підвищеним ризиком пожеж і надзвичайних ситуацій. Виникнення пожеж може бути зумовлено як техногенними факторами (робота транспорту та обладнання, вибухові роботи), так і природними причинами (високі температури, посушливі періоди). Для забезпечення безпеки персоналу та збереження матеріальних ресурсів підприємства впроваджено комплекс організаційно-управлінських заходів пожежної безпеки та цивільного захисту.

Пожежна безпека: інженерно-технічні заходи - встановлення пожежних гідрантів та пожежних рукавів на виробничих майданчиках та відвалах; обладнання приміщень та критичних об'єктів автоматичними системами виявлення і сигналізації про пожежу; розміщення переносних вогнегасників на ключових технологічних ділянках. *Організаційні заходи* - розробка планів локалізації та гасіння пожеж із зазначенням зон відповідальності персоналу; регулярні навчання та тренування персоналу з пожежної безпеки, включаючи евакуаційні маршрути; контроль за дотриманням правил пожежної безпеки у процесі зберігання горючих матеріалів та технічних рідин. *Санітарно-профілактичні заходи* -забезпечення персоналу засобами індивідуального захисту під час роботи з пожежонебезпечними речовинами; контроль стану електромереж та техніки для попередження короткого замикання і займання. *Моніторинг та превентивні заходи* - систематичний контроль температурного режиму в технологічних і складських зонах; впровадження автоматизованих

датчиків диму та тепла для швидкого реагування на загоряння. Заходи цивільного захисту: планування дій при надзвичайних ситуаціях - розробка сценаріїв аварій, включаючи обвали порід, затоплення, вибухи, транспортні аварії та пожежі; визначення зон безпечного перебування персоналу та маршрутів евакуації; призначення відповідальних осіб та чергових груп реагування. *Організаційні заходи цивільного захисту* - регулярні тренування персоналу з евакуації та дій у надзвичайних ситуаціях; проведення навчань з надання першої медичної допомоги та використання засобів цивільного захисту; ведення обліку аварійних ситуацій та аналіз причин для запобігання повторним випадкам. *Технічні заходи цивільного захисту* - обладнання місць зберігання небезпечних матеріалів системами контролю температури та сигналізації; використання аварійних генераторів та резервних джерел води для гасіння пожеж у разі відключення основних комунікацій; наявність засобів індивідуального захисту (протипожежні костюми, респіратори, захисні окуляри) для аварійних груп. Медико-санітарне забезпечення - постійна готовність медичного пункту на території кар'єру; забезпечення аптечками першої допомоги та тренування персоналу у швидкому реагуванні на травми та опіки.

Пожежна безпека. Організація пожежної безпеки при розробці родовища виконується відповідно до правил пожежної безпеки в Україні, затвердженими наказом Міністерства Внутрішніх Справ України від 30.12.2014 №1417, які зареєстровані в Міністерстві Юстиції України 5 березня 2015 за № 252/26697. Усе обладнання, що веде розробку в кар'єрі, повинне відповідати нормам і правилам пожежної безпеки. Паливо-мастильні матеріали на робочих місцях повинні зберігатися в замкнених металевих ємностях у кількості не понад добову потребу в кожному з видів матеріалів. Зберігання легкозаймистих речовин (бензин, гас і ін.) на робочих місцях не дозволяється. Необхідно, згідно «Правил пожежної безпеки», на кожному устаткуванні мати засіб пожежогасіння, у тому числі справний порошковий або вуглекислотний вогнегасник. Дороги виробничого призначення повинні бути придатні для проїзду пожежних автомобілів. Якщо по виробничих умовах устрій під'їздів до будинку не потрібно, то під'їзд

пожежних автомобілів повинен бути забезпечений по спланованій території шириною 6 м не менш ніж із двох сторін уздовж усієї його довжини. Відповідальність за пожежну безпеку об'єкта покладає на його керівника. Керівник підприємства повинен визначити обов'язки посадових осіб по забезпеченню пожежної безпеки, призначити відповідальних за пожежну безпеку окремих будинків, споруджень, приміщень, ділянок, технологічного та інженерного обладнання, а також за зміст і експлуатацію засобів протипожежного захисту. Обов'язки по забезпеченню пожежної безпеки, змісту та експлуатації засобів протипожежного захисту передбачаються в посадових інструкціях, обов'язках, положеннях про підрозділ. На кожному об'єкті відповідним документом (наказом, інструкцією і т.д.) повинен бути встановлений протипожежний режим, який включає: порядок змісту шляхів евакуації; визначення спеціальних місць для паління; порядок застосування відкритого вогню; порядок використання побутових нагрівальних приладів; порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт; місця для зберігання та припустима кількість сировини, напівфабрикатів і готової продукції можуть одночасно перебувати в приміщеннях і на території; порядок збирання горючого пилю та відходів, зберігання промасленого спецодягу та ганчір'я, очищення елементів вентиляційних систем від горючих відкладань; порядок відключення від мережі електроживлення обладнання та вентиляційних систем у випадку пожежі; порядок огляду та закриття приміщень після закінчення роботи; порядок проходження посадовими особами навчання та перевірки знань із питань пожежної безпеки, а також проведення із працівниками протипожежних інструктажів і занять по пожежно-технічному мінімуму із призначенням відповідальних за їхнє проведення; порядок організації експлуатації та обслуговування наявних засобів протипожежного захисту; порядок проведення планово-запобіжних ремонтів і оглядів електроустановок, опалювального, вентиляційного, технологічного та іншого інженерного обладнання; порядок збору членів пожежно-рятувального підрозділу добровільної пожежної охорони та посадових осіб, відповідальних за пожежну безпеку, у випадку виникнення

пожежі, виклику вночі, у вихідні та святкові дні; порядок дій у випадку виникнення пожежі: порядок і способи оповіщення людей, виклику пожежно-рятувальних підрозділів, зупинки технологічного обладнання, відключення ліфтів, вентиляційних установок, електроспоживачів, застосування засобів пожежогасіння; послідовність евакуації людей і матеріальних цінностей з урахуванням дотримання техніки безпеки. Обов'язки по забезпеченню пожежної безпеки, змісту та експлуатації засобів протипожежного захисту передбачаються в посадових інструкціях, для кожного приміщення об'єкта повинні бути розроблені та затверджені керівником об'єкта або уповноваженим ним посадовою особою інструкції про заходи пожежної безпеки.

Пожежна охорона заснована на широкому залученні громадськості до попередження та гасінню виниклих пожеж. Запобігання пожеж входить в обов'язок кожного працівника на будь-якому робочому місці та об'єкті. Знання правил пожежної безпеки та уміння вжити заходів до ліквідації пожежі та виклику допомоги потрібно від усіх робітників та службовців підприємства. На підприємствах організують добровільні пожежні дружини із числа робітників та службовців. Кожний член дружини повинен дотримувати та вимагати від інших безумовного виконання протипожежних правил, знати свої обов'язки по бойовому розрахунку та брати участь у гасінні пожежі. Адміністрація підприємства повинна організувати інструктаж з пожежної безпеки та проведення занять по пожежно-технічному мінімуму. Працівники об'єкта зобов'язано дотримувати встановленого протипожежного режиму, виконувати вимоги цих Правил і інших нормативно-правових актів з питань пожежної безпеки. Усі працівники при прийманні на роботу на робочому місці повинні проходити інструктажі з питань пожежної безпеки. Керівники об'єктів, підприємств повинні забезпечити зміст засобів протипожежного захисту в працездатному стані та забезпечити їхнє технічне обслуговування. Електричні машини, апарати, обладнання, електропроводи та кабелі по виконанню та ступеню захисту повинні відповідати класу зони по ПУЕ, мати апаратуру захисту від струмів короткого замикання та інших аварійних режимів.

Противарійний захист. Згідно з Гірничим Законом України система противарійного захисту та безпеки проведення гірничих робіт включає: нормативно-правові акти та технічну документацію по безпеці гірничих робіт; технічні та організаційні заходи щодо запобігання аварій і катастроф; план ліквідації аварії; систему заходів щодо оповіщення про аварії; порядок обслуговування гірничих підприємств державними галузевими або регіональними службами ДСНС; заходи щодо організації аварійних і рятувальних робіт. Технічні та організаційні заходи щодо запобігання аварій і катастроф повинні забезпечувати: запобігання обвалення порід і завалів гірничих виробок; дотримання вимог пожежної безпеки; попередження затоплення гірничих виробок, виділення та проникнення в них небезпечної і шкідливої субстанції; запобігання руйнувань і катастроф на гірничорудному обладнанні та організації його чіткої роботи. Запобігання обвалення порід і завалів діючих гірничих виробок забезпечується використанням спеціальних способів проведення гірничих робіт і охороною гірничих виробок. Безпека ведення гірничих робіт забезпечується виконанням «Правил охорони праці при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом». Гірничі роботи передбачається вести відповідно до затверджених технічним керівником підприємства паспортами, що визначають припустимі розміри робочих майданчиків, берм, кутів укосу, висоту уступу, відстань від гірничого та транспортного обладнання до брівки уступу. Паспорти повинні перебувати на гірничих машинах (екскаваторах, бульдозерах і т.п.). Забороняється ведення гірничих робіт без затвердженого паспорта, а також з відступами від нього. Запобігання руйнувань і катастроф на гірничорудному встаткуванні забезпечується підтримкою обладнання, транспортної мережі в належному технічному стані та організацією роботи, пов'язаної з перевезенням людей і вантажів на гірничому підприємстві, відповідно до вимог нормативно-правових актів. На гірничому підприємстві розробляється план ліквідації аварій, що містить систему оповіщення про аварії, заходи щодо порятунку працюючих на підприємстві, по евакуації населення та ліквідації можливих аварій у початковій стадії та розподіл обов'язків між окремими особами, зайнятими

ліквідацією аварій. План ліквідації аварій розробляється, узгоджується та затверджується керівником (головним інженером) гірничого підприємства відповідно до вимог правил безпеки.

Система оповіщення про аварії на гірничому підприємстві затверджується його керівником у встановленому порядку з метою термінового попередження підприємств, установ, організацій і людей, які можуть піддатися небезпечному впливу аварій, у тому числі осіб, що брав участь у ліквідації аварій. Для здійснення екстрених і негайних заходів на підприємствах гірничої галузі, для порятунку людей, гасіння пожеж, обвалів гірничих порід і виконання інших робіт, що вимагають застосування засобів захисту органів подиху та спеціального оснащення, а також контролю та нагляду за здійсненням керівником гірничого підприємства профілактичних запобіжних заходів щодо аварій на гірничих підприємствах, необхідно мати договір на обслуговування підприємства державними галузевими або регіональними службами ДСНС. Керівники гірничих підприємств зобов'язані негайно повідомити про аварію працівників служби ДСНС, службу з питань охорони праці, власника гірничого підприємства, місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, підприємства, установи та організації. На гірничому підприємстві розробляються та здійснюються заходи для запобігання можливого шкідливого (небезпечного) впливу наслідків аварій на сусідніх підприємствах і в результаті стихійних явищ.

Отже, комплекс заходів пожежної безпеки та цивільного захисту на кар'єрі Південний забезпечує: своєчасне виявлення та локалізацію пожеж і надзвичайних ситуацій; безпеку персоналу при веденні відкритих гірничих робіт; мінімізацію матеріальних втрат та збереження технологічного обладнання; підвищення рівня готовності до аварій та ефективності реагування. Впровадження зазначених заходів є обов'язковим для відповідності стандартам охорони праці та сучасним вимогам промислової безпеки на досліджуваному підприємстві.

Висновки

У ході виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи проведено комплексний аналіз та розробку рекомендацій щодо оптимізації розкривних і видобувних робіт у кар'єрі Південний ТОВ «РУДОМАЙН». Результати дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

Науково-технічна характеристика родовища та гірничо-технологічних процесів. Встановлено геологічну будову родовища, визначено запаси залізних руд, потужність рудних тіл і фізико-механічні властивості гірських порід. Проведено аналіз сучасних технологій видобутку та транспортування гірничої маси, а також специфічні особливості організації розкривних робіт у кар'єрі, що дозволяє виділити ключові фактори ефективності гірничого виробництва.

Родовище розкрите траншеями внутрішнього закладання, які розташовані у північній та західній частині кар'єру, та використовуються для транспортування корисної копалини на комплекс по збагаченню та розкривних порід на ділянки рекультивції. В даний час відпрацювання кар'єра виконується пошарово, 12-метровими уступами, зверху до низу із застосуванням однокішових екскаваторів TEREX RH 40-E з ємністю ковша до 7 м³, поздовжніми заходками з переміщенням фронту робіт уздовж лінії простягання. Переміщення порід виконується автосамоскидами HOWO, вантажопідйомністю 40 т. Корисна копалина та розкривні породи розробляються із попереднім розпушенням за допомогою БВР. Буріння свердловин здійснюється верстатами шарошкового буріння "Pit Viper". Діаметр свердловин - до 250 мм. Транспортування гірничої маси виконується автосамоскидами HOWO, вантажопід'ємністю 40 т. Планування автодоріг, робочих майданчиків екскаваторів і бурових майданчиків виконується бульдозерами. Кути укосів уступів складають: висячого боку - 47°, лежачого боку (по нашаруванню для насипних порід) - 45°. Родовище розкрите системою тимчасових автомобільних з'їздів внутрішнього закладання з ухилом до 80%, які розташовані на західному борту кар'єра в напрямку з півночі на південь до

позначки мінус 96 м, а також на східному борту до позначки мінус 22 м. Основний напрямок відпрацювання - розширення західного і північного бортів кар'єра, з поступовим зниженням гірничих робіт, до межі підрахунку запасів - відмітка горизонту (мінус 130 м). **У проекті розробки родовища прийнята заглиблювана транспортна система розробки з паралельним просуванням фронту робіт.**

Оптимізація розкривних робіт. Розроблено оптимальні схеми розкриву із визначенням кількості уступів, ширини відвалів та черговості робіт в кар'єрі Південний, що забезпечує максимальну ефективність видобутку та мінімізацію витрат на транспортування порід. Запропоновані технологічні рішення дозволяють знизити обсяг раніше незапланованого переміщення порід і скоротити витрати часу на розкривні операції. Сучасні методи оптимізації розкривних робіт на залізрудних родовищах включають:- *моделі інтегрованого планування*, що враховують як виймання корисної копалини, так і розкривних порід в кар'єрі; - *комбіновані математичні алгоритми та MIP-моделі (Mixed Integer Programming, укр. — змішане цілочисельне програмування) — це клас математичних моделей оптимізації, де частина змінних може приймати лише цілі значення, а інша частина — дійсні (неперервні))*, що оптимізують графіки гірничих робіт і транспортні маршрути одночасно; - *штучний інтелект і машинне навчання*, що підвищують точність і адаптивність технологічних та управлінських рішень з дотримання раціональних параметрів видобутку корисних копалин в кар'єрі; - *реальні практичні підходи* — включення площ внутрішніх відвалів та інших операційних концепцій для зниження витрат гірничого виробництва.

Таким чином, оптимізація розкривних робіт у сучасних кар'єрах базується на комплексному підході, що поєднує тенденції застосування математичного моделювання, цифрових технологій, штучного інтелекту і практичних рішень для підвищення економічної ефективності та безпеки гірничого виробництва.

В основній частини 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**.

Основними елементами системи розробки є: висота уступу, ширина робочого майданчика, довжина екскаваторного блока та фронту робіт, інтенсивність гірничих робіт. *Висоту уступу* проектують з урахуванням безпеки ведення гірничих робіт, фізико-механічних властивостей порід, які розробляються, параметрів виймального обладнання та інших чинників. Оптимальна висота уступу забезпечує мінімальні витрати на розробку родовища при безпечному веденні гірничих робіт.

Екологічна безпека та охорона навколишнього середовища. Проаналізовано основні екологічні проблеми кар'єру та запропоновано комплекс технологічних та організаційних заходів: пилопригнічення, водоочищення, рекультивація відвалів, озеленення територій. Систематизовано заходи щодо охорони повітря, водних ресурсів, ґрунтів і рослинності, що дозволяє мінімізувати негативний вплив гірничого виробництва на довкілля.

Безпека праці та протиаварійний захист. Розроблена комплексна система протиаварійного захисту та заходів безпеки праці, яка включає технічні засоби контролю, організаційні інструкції, регламентування робочого часу, навчання персоналу та використання ЗІЗ. Впровадження запропонованих заходів підвищує рівень безпеки при виконанні розкривних, буропідбивних та транспортних операцій.

Пожежна безпека та цивільний захист. Визначені потенційні пожежонебезпечні та аварійні ділянки кар'єру, розроблені плани локалізації пожеж і дій при надзвичайних ситуаціях. Запропоновані організаційні та технічні

заходи цивільного захисту забезпечують готовність персоналу до аварійних ситуацій та мінімізацію їх наслідків.

Практична значимість роботи. Результати дослідження можуть бути впроваджені у виробничу практику кар'єру Південний для підвищення ефективності розкривних робіт, зниження витрат і підвищення безпеки праці з урахуванням збереження тенденцій негативного впливу воєнного стану в Україні на найближчу перспективу. Запропоновані технологічні та організаційно-управлінські рішення забезпечують комплексний підхід до раціонального використання ресурсів залізрудного родовища та екологічної безпеки в складних умовах господарювання.

Практичне застосування результатів дозволяє: скоротити обсяг непотрібного розкриву та транспортних робіт; підвищити продуктивність видобувних машин; знизити ризики аварій та травматизму; забезпечити відповідність підприємства сучасним стандартам охорони праці та промислової безпеки на гірничодобувних підприємствах.

Виконана робота є завершеним комплексним дослідженням, яке охоплює геологічні, технологічні, екологічні та організаційно-технічні аспекти подальшого розвитку кар'єру Південний. Розроблені методи оптимізації розкривних робіт, заходи безпеки праці та охорони навколишнього середовища мають високий практичний потенціал та можуть бути впроваджені для підвищення ефективності та безпечності гірничого виробництва, що сприятиме посиленню конкурентних позицій вітчизняної товарної продукції з урахуванням прийняття підвищених екологічних вимог на європейських та світових ринках залізвмісткої продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Das R., Topal E., Mardaneh E. *A review of open pit mine and waste dump schedule planning*. Resources Policy, 2023, Vol. 85, Part A, Article 104064. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104064>
2. Das R., Topal E., Mardaneh E. *Concurrent optimisation of open pit ore and waste movement with optimal haul road selection*. Resources Policy, Vol. 91, April 2024, Article 104834. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104834>
3. Liu S. Q., Liu L., Kozan E., Corry P., Masoud M., Chung S.-H., Li X. *Machine learning for open-pit mining: a systematic review*. International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 2025, Vol. 39, No. 1, pp. 1–39. DOI: <https://doi.org/10.1080/17480930.2024.2362579>
4. Nguyen T., Hall P. *Reinforcement learning for mining optimization*. Scientific Reports, 2026. Vol. 14, Article 35892.
5. Ложніков А. І. *Організаційно-технічні аспекти оптимізації розміщення відвалів в кар'єрах*. Гірнича Геологія та Екологія, 2024, № 12. С. 55–67.
6. Офіційний веб-сайт ТОВ «Рудомайн» URL: <https://rudomain.com.ua/> (дата звернення 01.05.2026)
7. Войтенко, Ю. (2023). Підвищення екологічної безпеки промислових регіонів шляхом знепилення агломераційних газів. *Challenges and Issues of Modern Science*, 1, 563-567. <https://cims.fti.dp.ua/j/article/view/104> (дата звернення: 20.04.2026).
8. Icarte-Ahumada, G., Herzog, O. (2025). Intelligent scheduling in open-pit mining: A multi-agent system with reinforcement learning. *Machines*, 13(5):350. DOI: <https://doi.org/10.3390/machines13050350>.
9. Hasözdemir, K., Meral, M., Kahraman, M.M. (2025). Revolutionizing open-pit mining fleet management: Integrating computer vision and multi-objective optimization for real-time truck dispatching. *Applied Sciences*, 15(9):4603. DOI: <https://doi.org/10.3390/app15094603>.
10. Li, B. (2025). Optimization of open-pit mining planning based on particle

swarm optimization and BP neural network. *Frontiers in Power and Energy Systems*, Vol. 2025. DOI: 10.23977/fpes.2025.040104.

11. Zhao, B., Xu, H. (2026). Optimal control for open-pit mine planning: A control parameterization approach. *Discrete & Continuous Dynamical Systems – Series S*. DOI: 10.3934/dcdss.2026039.

12. Findlay, L., Dimitrakopoulos, R. (2024). Stochastic optimization for long-term planning of a mining complex with in-pit crushing and conveying systems. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 41, 1677–1691. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42461-024-01005-2>.

13. Noriega, R., Pourrahimian, Y. (2022). A systematic review of artificial intelligence and data-driven approaches in strategic open-pit mine planning. *Resources Policy*, 77:102727. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102727>.

14. Wang, Z., Yang, J., Liu, L. (2025). Coordination scheme for autonomous heterogeneous mining fleets at open pit mine intersections by proximal policy optimization. *Journal of Shanghai Jiaotong University (Science)*, 29. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12204-025-2814-8>.

15. E. Molina, P. Martinon and H. Ramírez Optimal control approaches for open pit planning, *Optim. Eng.*, 24 (2023), 1381-1408. doi: 10.1007/s11081-023-09797-w.

16. F, Karo., et al., Review of solution methodologies for open pit mine production scheduling problem, *Int. J. Min. Reclam. Environ.*, 35 (2021), 564-599. doi: 10.1080/17480930.2021.1888395.

17. J. Amaya, C. Hermosilla and E. Molina Optimality conditions for the continuous model of the final open pit problem, *Optim. Lett.*, 15 (2021), 991-1007. doi: 10.1007/s11590-019-01516-8.

18. Бація, Н.В., Луценко, С.О., Григор'єв, Ю.І. (2025). Проєктування та планування відкритих гірничих робіт із використанням програмного забезпечення *Micromine Beyond. Scientific Journal of Metinvest Polytechnic. Серія: Технічні науки*, 2025, 45–56. DOI <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-3-27>

19. Пижик, А.М., Пижик, М.М., Пашкова, І.О., Пижик, С.А. (2023). Організація та технологія перевезення гірських порід у виробленому просторі

кар'єру. *Вісник Криворізького національного університету*, 57, 77–80.

20. Григор'єв, Ю.І., Луценко, С.О., Швець, Є.М. (2024). Динамічне проектування техніко-економічних показників відкритих гірничих робіт за допомогою нейромережових технологій. *Mining Journal Review*, 2024. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/76.033>.

21. Григор'єв, Ю. І., Григор'єв, І. Є., Слюсар, С. В., & Власенко, В. А. (2023). Цифровізація як інструмент адаптації гірничого виробництва у невизначеному динамічному середовищі (на прикладі впровадження К-MINE). *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*, 2(2(102)), 476–484. <https://doi.org/10.31713/vt2202339> <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/28440>.

22. Жуков С.О., Єременко Г.І., Костянський О.М., Костянська Г.О. Забезпечення ефективного зниження забруднення атмосферного повітря викидами пилу з автодоріг в околицях залізрудних кар'єрів Кривбасу. *Вісник Криворізького національного університету*, 57, 110–115.

23. Anisimov O.O., Bariatska H.B., Cherniaiev O.I. (2024). Strategic planning of open pit mining operations using the Micromine Beyond Optimiser. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 1348, 012005. DOI:10.1088/1755-1315/1348/1/012005

24. Kynytska M. (2024). Opportunities and advantages of GIS for building three-dimensional models in mining. *Mining Journal of Kryvyi Rih National University*, 58(2), 10–20. vol. 58(2). DOI: 10.31721/2306-5435-2024-2-10-20.

25. Kynytska M., Piskun I., Kotenko B., Kryvoruchko A. (2024). Digital modelling technologies in the mining industry: Effectiveness and prospects of digitalisation of open-pit mining enterprises. *Bulletin of Chernihiv State Technological University*, 29(1). DOI: 10.62660/bcstu/1.2024.52

26. Постол М. О. (2023). Застосування штучного інтелекту при видобутку корисних копалин. *Матеріали 78-ї студентської науково-технічної конференції Тиждень студентської науки -2023-554-556*.

27. Hryhoriev Y., Lutsenko S., Joukov S. Dominant determinants of adaptation of the mining complex in the conditions of a dynamic environment. *Inżynieria Mineralna*.

2023. Vol. 1, № 1. P. 15–21. DOI: 10.29227/im-2023-01-02.

28. Системні невідповідності за традиційного проектування залізрудних кар'єрів / С.О. Луценко, С.О. Жуков, Ю.І. Григор'єв, С.О. Федоренко // Гірничий вісник. 2023. № 111. С. 11–18 [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://iomining.in.ua/wp-content/uploads/GV/111/GM111.pdf>

29. Дослідження взаємозв'язків параметрів режиму гірничих робіт, конфігурації покладу і параметрів системи розробки при змінній ціні на продукцію гірничодобувного кластеру / Ю.І. Григор'єв, Ю.А. Монастирський, О.В. Плотніков, О.П. Богомаз // Наукові праці ДонНТУ. Серія : Гірничо-геологічна. 2024. № 1–2 (31–32). С. 39–48. DOI: 10.31474/2073-9575-2024-1(31)-2(32)-39-48.

30. Yu.I. Hryhoriev, S.V. Sliusar, O.M. Herasymchuk, & P.S. Serheiev. (2023). Adaptation of the production system of the mining complex as a reaction to the dynamics of the external environment. MININGMETALTECH 2023, 176–179. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26361-3-55>

31. Jung, D., & Choi, Y. (2021). Systematic Review of Machine Learning Applications in Mining: Exploration, Exploitation, and Reclamation. Minerals, 11(2), 148. <https://doi.org/10.3390/min11020148>

32. Nazarenko, M. (2021). Global prospects of digitalization of mining enterprises with K-MINE. Collection of Research Papers of the National Mining University, 66, 72–80. doi: 10.33271/crpnmu/66.072.

33. Губіна В.Г. ЗАЛІЗОРУДНА ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ. Залізрудні родовища України: сучасні проблеми та перспективи розробки. 2024. С. 58-61.

34. Анісімов О.О., Баряцька Н.В. Вдосконалення поточного планування процесів гірничих робіт в умовах залізрудних кар'єрів України. Залізрудні родовища України: сучасні проблеми та перспективи розробки. 2024. С. 45–48.

35. Миронова І. Г., Ломазов П. К. Екологія гірництва: навч.-метод. посіб. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2023. 168 с.

36. Гірничий закон України від 6 жовтня 1999 року N 1127-XIV.

37. Кодекс України про надра від 27 липня 1994 року N 132/94-ВР.

38. 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.

39. 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.

40. 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.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Основні техніко-економічні показники діяльності ТОВ «Рудомайн»

За результатами загальної оцінки господарської діяльності підприємства у динаміці через оцінку його техніко-економічних показників (рис. А.1) можна зробити наступні висновки. Як показують основні результати діяльності підприємства, компанія протягом 2019-2021 рр. значно збільшувала розмір доходу від реалізації виробленої продукції: в 2020 році зростання зафіксовано на рівні 92%, тоді як в 2021 році – майже в 3 рази (до 3773971 тис. грн.). На загальне збільшення доходів у 2021 році в основному вплинув різкий сплеск світових цін на руду. У свою чергу фінансовий результат від операційної діяльності збільшився на 1731 млн. грн. в основному за рахунок збільшення обсягу реалізації та помірного росту операційних витрат. РУДОМАЙН активно працює на території України, СНД і Європи. Починаючи з 2005 року нами було перероблено понад 20 мільйонів тонн некондиційних руд Криворізького залізорудного басейну.

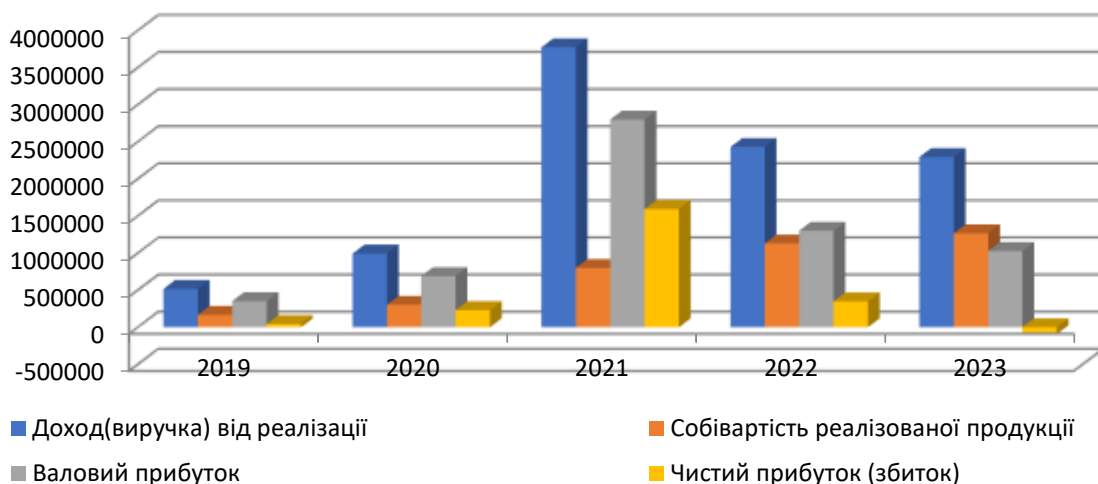


Рис. А.1. Динаміка зміни основних фінансових показників результатів роботи ТОВ «Рудомайн», тис. грн.

Довгі роки підприємство впевнено і сумлінно співпрацює як з вітчизняними, так і з західними партнерами, серед яких можна виділити: US Steel Kosice (Словаччина), Liberty Ostrava a.s. (Arcelor Mittal Steel Ostrava Чехія), ISD Dunafer Co. Ltd (Угорщина), ПАТ «ММК ім. Ілліча», ПАТ «Алчевський металургійний комбінат», ПАТ «Дніпровський металургійний завод», Zelezara Smederevo (Сербія), Lafarge Cement (Moldova) SA, ПАТ «Подільський цемент», ПАТ «Івано-Франківськцемент», ПАТ «ХайдельбергЦемент Україна», Крічевцементошіфер, Красносельскстройматеріали, Білоруський Цементний Завод. Початок воєнних дій через повномасштабне військове вторгнення рф в

Продовження додатку А

Україну мав значний негативний вплив на підприємство: за 2022 рік відбулось значне скорочення обсягів реалізації продукції: дохід від реалізації зменшився на 36%, валовий прибуток – на 54%. У свою чергу продовження в 2023 році активних воєнних дій на території України не сприяло зростанню підприємства, тоді як навпаки продовжилось скорочення обсягів збуту на 6%, валового прибутку – на 21%. При цьому щодо собівартості продукції компанії, відмічаємо що в 2020 році її показник зростає на 83%, тоді як в 2021 році – на 164%, подальше зростання також спостерігалось як в 2022 р. – на 41%, так і в 2023 р. – на 12%. Відповідно до фінансової звітності за 2019-2022 рр. за результатами своєї діяльності компанія фіксувала чистий прибуток, який у 2019-2021 р. зростав, тоді як в 2022 році відбулось скорочення суми чистого прибутку до 347819 тис грн., а в 2023 році компанія взагалі зафіксувала чистий збиток у сумі 92542 тис. грн, що є негативним результатом її діяльності (табл. А.1). У виробничий процес компанії залучено значну групу активів ТОВ «Рудомайн» вартістю близько 375 млн. грн, серед яких: ресурси вартістю 207,3 млн. грн.; транспорт – 109,6 млн. грн; нерухомість – 14,6 млн. грн.; обладнання – 13,9 млн. грн.; інструменти – 3,3 млн. грн.; нематеріальні активи – 2,9 млн. грн. тощо. Компанія постійно розвивається, щороку збільшуються потужності виробництва, закуповується і модернізується обладнання. Для компанії «Рудомайн» 2021 рік став періодом бурхливого росту і розвитку. Нарощувались обсяги виробництва, була закуплена нова сучасна техніка та обладнання - самоскиди, бурова установка та ін. Встановлені міцні партнерські стосунки з постачальниками та покупцями продукції і значно розширена географія експорту. У 2021 році для реалізації проекту комбінату переробки руд і відвалів кар'єрів «Південний» і «Північний» були придбані потужності ДП «Дирекція Криворізького гірничо-збагачувального комбінату окислених руд» (КГЗКОР), Кіровоградська область, м. Долинськ, територія якого включає можливості розташувати та підключити комунікаційні мережі технічної води, питної води та електроенергії. А також можливості автошляхів та залізничних колій як усередині підприємства, так і сполучної логістики із Кривим Рогом, загальної регіональної логістики. Підприємство КГЗКОР має віддалену відстань від Криворізького басейну, що дозволяє застосовувати магнітно-флотаційну технологію (закладена у проектній схемі КГЗКОР) без істотних змін екологічної обстановки у регіоні. Започаткований проект відновлення Долинського гірничозбагачувального комбінату, до якого застосовано алгоритм «Інвестиції - Відродження – Процвітання». З веденням воєнного стану на початку 2022 року та ведення активних бойових дій на території України протягом 2023 року призупинило інвестиційну компанію підприємства та відтермінувало питання

Продовження додатку А

подальшого розвитку нарощення його виробничо-інвестиційного потенціалу. Залізна руда вважається другим за важливістю товаром після нафти, тому міжнародний ринок заліза є одним із найважливіших світових ринків. Понад 80 % обсягів реалізації Компанії – це експортні операції (у 2023 році – аналогічно). Тому їх динаміка віддзеркалює ситуацію, яка склалася на світовому ринку. У 2024 році світовий ринок залізної руди зазнав значного зниження цін, зумовленого слабким попитом з боку Китаю, надлишковими запасами та стабільно високими обсягами поставок. Ціни на залізну руду з вмістом 62% Fe впали з \$144 за тонну в січні до \$91,28 у вересні, завершивши рік на рівні близько \$100–106 за тонну, що означає зниження на понад 15% за рік. Основними чинниками цього падіння стали скорочення виробництва сталі в Китаї на 3%, зростання портових запасів до 149,6 млн тонн та загальне уповільнення економіки країни. Аналітики Goldman Sachs знизили прогноз цін на четвертий квартал до \$85 за тонну, вказуючи на необхідність скорочення поставок для стабілізації ринку. Очікується, що у 2025 році ціни залишатимуться під тиском через структурні зміни в китайській економіці, зокрема, зменшення залежності від сталевих галузей, хоча зростання попиту на сталь в Індії може частково компенсувати зниження попиту в Китаї.

Таким чином, в 2024 році ринок залізної руди залишався волатильним, що зумовлено наступними факторами: військове вторгнення РФ до України, однієї з найбільших країн-експортерів чорних металів у світі; нестабільне макроекономічне становище Китаю як найбільшого споживача залізної руди. За підсумками 2024 року обсяги продажу залізної руди збільшилися на 15,8 % у фізичній величині, та на 17 % в грошовому вимірнику. Сумарний обсяг продажів Компанією руд всіх видів за 2024 рік становить 1 280,27 тис. т., що більше за обсяги 2023 року на 174,88 тис. т. За 2024 рік структура реалізації у розрізі країн не зазнала значних змін. Покупці з Австрії за обсягом реалізації займають більше 80 %. Частка реалізації на території України становить 6,48%. Основна чисельність виробничого персоналу кар'єру наведена в табл. А 2.

Таблиця А.1

Основні техніко-економічні показники діяльності ТОВ «Рудомайн»

Назва показника	2019	2020	2021	2022	2023	Абс. відх., тис. грн.				Відносне відх., %			
						2020- 2019	2021- 2020	2022- 2021	2023- 2022	2020- 2019	2021- 2020	2022- 2021	2023- 2022
Доход (виручка) від реалізації	516754	992019	3773971	2429631	2292809	475265	2781952	-1344340	-136822	92%	280%	-36%	-6%
Собівартість реалізованої продукції	165150	302814	798528	1128992	1265654	137664	495714	330464	136662	83%	164%	41%	12%
Валовий прибуток	351604	689205	2798528	1300639	1027155	337601	2109323	-1497889	-273484	96%	306%	-54%	-21%
Чистий прибуток (збиток)	41490	229445	1590202	347819	-92542	187955	1360757	-1242383	-440361	453%	593%	-78%	-127%
Вартість основних фондів	95575	139021	586673	710295	633553	43446	447652	123622	-76742	45%	322%	21%	-11%
Вартість оборотних коштів	105911	207297	1239178	1557248	1636492	101386	1031881	318070	79244	96%	498%	26%	5%
Амортизаційні відрахування	10617	38945	69889	131463	158502	28328	30944	61574	27039	267%	79%	88%	21%
Витрати на оплату праці	51933	88625	223952	309541	298694	36692	135327	85589	-10847	71%	153%	38%	-4%
Витрати на виробництво	520772	757277	1640352	2211426	2470959	236505	883075	571074	259533	45%	117%	35%	12%
фондомісткість	0,18	0,14	0,16	0,29	0,28	-0,04	0,02	0,14	-0,02	-24%	11%	88%	-5%
Фондовіддача	5,41	7,14	6,43	3,42	3,62	1,73	-0,70	-3,01	0,20	32%	-10%	-47%	6%

Продовження додатку А

Таблиця А.2 Основна чисельність виробничого персоналу кар'єру

Найменування служб, ділянок і професій	Чисельність промислово-виробничого персоналу кар'єру	
	у зміну	у добу
Бурові роботи		
Машиніст бурового верстата	2	4
Помічник машиніста бурового верстата	2	4
Розкривні роботи		
Машиніст екскаватора TEREX	3	6
Помічник машиніста екскаватора	3	6
Машиніст екскаватора DOOSAN	2	4
Машиніст бульдозера	1	2
Водій автосамоскида	30	60
Видобувні роботи		
Машиніст екскаватора TEREX	1	2
Помічник машиніста екскаватора	1	2
Машиніст екскаватора DOOSAN	1	2
Машиніст бульдозера	1	2
Водій автосамоскида	4	8
Відвалоутворення		
Машиніст бульдозера	3	6
Обслуговування виробництва		
Електрогазозварник	1	2
Слюсар	3	6
Гірничий робітник	3	6
Водій	6	12
Маркшейдер	1	1
Геолог	1	1
Адміністративний персонал		
Начальник кар'єру	1	1
Фахівець технічний	1	1
Геолог	1	1
Маркшейдер	1	1
Головний енергетик	1	1
Фахівець із екології	1	1
Усього по кар'єру	75	142

Таблиця А.3 Фізико-механічні властивості порід кар'єру «Південний»

Назва порід і руд	Стратиграфічний індекс порід	Щільність, т/м ³	Питома вага, т/м ³	Пористість, %	Опір при одноосному стисканні, МПа	Опір розтягнення, МПа	Модуль пружності, $\cdot 10^3$ МПа	Коефіцієнт Пуассона	Кут внутрішнього тертя, градус	Швидкість розповсюдження пружних коливань, м/с	Зчеплення, МПа
Сланці хлорит-галькові	sk ₃	2,81	2,89	2,8	25,0	8,7	30,1	0,23	15,5	4911	9,05
Сланці хлорит-аспідні	sx ^{1-4s}	2,81	2,92	3,6	95,0	16,3	56,6	0,22	30,0	4982	27,0
Кварцити мартитові	sx ^{4f}	3,24	3,43	5,5	165	18,8	65,1	0,21	39,0	5022	39,0
Кварцити мартитові незмінені	sx ^{4f}	3,22	3,49	7,8	128	17,8	66,3	0,23	36,0	5000	29,0
Кварцити мартитові частково вилужені	sx ^{4f}	3,05	3,39	10,0	82	15,5	58,1	0,19	28,0	4951	25,0
Руди гематит-мартитові інтенсивно вилужені	sx ^{4f}	3,82	4,66	18,1	29	9,5	22,3	0,25	16,5	2670	11,0
Руди гематит-мартитові	sx ^{4f}	3,63	4,28	15,2	39	11,2	32,5	0,24	19,0	1983	14,0
Сланці кварц-серіцит-хлоритові	sx ^{4-5s}	2,81	3,11	9,7	84	15,7	49,5	0,25	28,0	5210	25,0
Сланці гематитові (краскові)	sx ^{5s}	2,76	3,22	14,4	37	10,9	37,8	0,23	18,5	4583	13,0
Руди гематитові	sx ^{5s}	3,42	4,57	25,1	27	9,1	30,1	0,24	16,5	4000	10,0
Кварцити мартитові повторно окварцовані	sx ^{5f}	3,49	3,76	7,2	213	19,8	85,6	0,2	41,5	4951	47,0
Кварцити гематит-мартитові, гідрогематитові	sx ^{6f}	3,0	3,65	12,97	-	-	-	-	-	-	-



Рисунок Б.1 — Узагальнена схема технологічної послідовності відкритої розробки залізорудної сировини



Рисунок В.1 — Узагальнена схема виробничих процесів кар'єру «Південний» ТОВ «РУДОМАЙН»

ДОДАТОК Д

**Результати збагачення руд повторної розробки за допомогою модуля
кускового сортування**

Підприємством НПП «Промтехнології» в 2008...2009 роках проводилися дослідження збагачення руд кар'єра «Південний» за допомогою модуля кускового сортування, де використовується СВЧ - енергія. Результати збагачення руд повторної розробки наведені в таблиці Д.1.

**Таблиця Д.1. Результати збагачення руд повторної розробки за допомогою модуля
кускового сортування**

№ проби	Вихідна руда			Збагачена руда				Хвости			
	Вага, кг	Fe _{заг.} , %	SiO ₂ , %	Вага, кг	Вихід, %	Fe _{заг.} , %	SiO ₂ , %	Вага, кг	Вихід, %	Fe _{заг.} , %	SiO ₂ , %
1	146.0	45.03	24.69	125.0	85.7	50.32	18.7	21.0	14.3	13.55	60.32
2	147.0	44.86	24.12	90.0	61.3	51.31	17.08	57.0	38.7	34.67	35.24
3	146.6	45.28	23.06	57.8	39.4	56.99	12.42	88.8	60.6	37.66	29.98
4	138.1	47.66	21.43	27.7	20.1	60.48	8.78	110.4	79.9	44.44	24.6

Видобуті руди, із числа втрачених під час підземного видобутку багатих залізних руд, будуть доставлятися у приймальний бункер комплексу по збагаченню гематитових кварцитів на західний борт кар'єру «Південний», де вони будуть перероблятися для отримання готової продукції – агломераційної руди, яка відповідає вимогам ТУ У 07.1-37064892-001:2019 «Руди залізні» (таблиця Д.2).

Бідні руди n'ятого залізного горизонту представлені, в основному, мартитові, гематит-мартитові кварцитами і джеспіліти з вмістом Fe_{заг.} вище 36%. У 2018 році з метою визначення вмісту заліза в бідних рудах 5-го залізного горизонту було відібрано 238 проб з 22 свердловин, які були досліджені в лабораторії ДП «ДІЯПРУДА».

Проби з вмістом Fe_{заг.} <36% були віднесені до порід розкриву. У підрахунок запасів були включені 200 проб з 238, зміст Fe_{заг.} в яких коливається від 36,0 до 56,2%. За результатами лабораторних досліджень, ТОВ «Геопроф» було визначено середньозважений вміст Fe_{заг.} в бідних рудах 5-го залізного горизонту з бортовим вмістом Fe_{заг.} - 36% по свердловинах і по родовищу в цілому (таблиця Д.3).

Таблиця Д.2 Вимоги технічних умов на товарну залізну руду

Продовження додатку Д

Назва показника якості	Норма													
	АР-1	АР-2	АР-3	ДР-1	ДР-2	СР	СР-1	СР-2	СР-3	БР (біла руда)	БР-1 (біла руда)	РР (рядова руда)	РЗ-1.1 (руда залізна)	РЗ-2.2 (руда залізна)
1	2	4	5	6	7									
1 Масова частка загального заліза, %, не менше	60,0	55,0	50,0	50,0	47,0	46,0	42,0	40,0	38,0	39,0	44,0	49,0	54,0	59,0
2 Масова частка Fe ₂ O ₃ , %, не менше	-	-	-	-	-	65,0	60,0	56,0	52,0	-	-	-	-	-
3 Відхилення від масової частки загального заліза, %	-	-	-	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±2	±2	±2	±2	±2
4 Масова частка діоксиду кремнію, %, не менше (довількова)	14,0	21,0	24,0	26,0	31,0	25,0	28,0	33,0	38,0	-	-	-	-	-
5 Масова частка вологості, %, не більше	8,0	8,0	8,0	4,0	4,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
6 Крутість (розмір максимального куска), мм, не більше	20,0	20,0	20,0	100,0	100,0	20,0	20,0	20,0	20,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
7 Масова частка контрольного класу крупності, 0-10 мм, %, не більше	-	-	-	20,0	20,0	80,0	80,0	80,0	80,0	-	-	-	-	-
8 Масова частка контрольного класу крупності, +10 мм, %, не більше	10,0	10,0	18,0	-	-	20,0	20,0	20,0	20,0	-	-	-	-	-
9 Масова частка діоксиду фосфору, %, не більше	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
10 Масова частка сірки, %, не більше	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
11 Колір														

Від металевого сірого до коричнево-чорного без видимих сторонніх домішок

Від металевих сірого до коричнево-чорного без видимих сторонніх домішок

Продовження додатку Д

Таблиця Д.3 Середньозважений вміст $Fe_{заг.}$ в бідних рудах 5-го залізного горизонту з бортовим вмістом $Fe_{заг.}$ - 36% по свердловинах

№ п/п	№ свердловини	Інтервал відбору, м		Потужність к.к., м	Вміст $Fe_{заг.}$, %
		від	до		
1	Свердл. №1	0,00	32,30	32,30	38,48
2	Свердл. №2	0,00	47,60	47,60	42,20
3	Свердл. №3	0,00	49,40	49,40	44,73
4	Свердл. №4	0,00	53,70	53,70	44,47
5	Свердл. №5	3,60	60,90	57,30	48,03
6	Свердл. №6	0,00	45,20	45,20	47,62
7	Свердл. №7	8,50	67,90	59,40	44,47
8	Свердл. №8	39,00	79,50	40,50	41,52
9	Свердл. №9	0,00	55,80	55,80	45,49
10	Свердл. №10	0,00	15,50	15,50	39,74
11	Свердл. №11	0,00	28,90	28,90	46,10
12	Свердл. №12	10,40	71,60	61,20	50,37
13	Свердл. №13	0,00	20,80	20,80	37,30
14	Свердл. №14	0,00	21,50	21,50	38,76
15	Свердл. №15	0,00	15,80	15,80	41,02
16	Свердл. №16	0,00	50,00	50,00	48,22
17	Свердл. №17	0,00	24,20	24,20	47,44
18	Свердл. №18	0,00	24,20	24,20	46,85
19	Свердл. №19	6,90	79,20	72,30	47,85
20	Свердл. №20	0,00	12,20	12,20	48,69
21	Свердл. №21	0,00	12,60	12,60	47,82
22	Свердл. №22	0,00	37,00	37,00	48,08
Всього по родовищу:				837,40	45,42

Вміст $Fe_{заг.}$ в бідних рудах 5-го залізного горизонту з бортовим вмістом $Fe_{заг.}$ - 36% по свердловинах коливається від 37,3% (скв. № 13) до 50,37% (скв. № 12), а середньозважений вміст $Fe_{заг.}$ по родовищу становить 45,42%. Для проведення розширеного хімічного аналізу бідних руд 5-го залізного горизонту з бортовим вмістом $Fe_{заг.}$ - 36%, було відібрано 9 проб з 7 свердловин, які були досліджені в лабораторії ДП «ДІЯПРУДА». Результати досліджень наведені в таблиці Д.4.

Продовження додатку Д

Бідні руди шостого залізного горизонту представлені мартитовими, гематит-мартитовими кварцитами і джеспіліти з вмістом $Fe_{\text{заг.}}$ вище 36%. У 2020 році з метою визначення промислового значення запасів бідних окислених мартитових руд шостого залізного горизонту як супутньої корисної копалини у межах проектних контурів кар'єру, було відібрано 96 проб з 12 свердловин, які були досліджені у лабораторії ДП «Агрохіманаліз».

Таблиця Д.4. Хімічний склад кварцитів п'ятого залізного горизонту кар'єру «Південний» (за даними ДП «ДІЯПРУДА»)

№ з/п	№ проби	Відстань			Місце відбору проби	Назва породи	Хімічний елемент										
		від	до	Всього			Fe	Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	S
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	C/1/3 (x)	9,8	14,3	4,5	Св. C/1	Кварцити мартитові	37,0	52,12	0,69	44,02	1,19	0,19	0,09	0,01	0,01	0,041	0,051
2	C/2/3 (x)	8,2	12,6	4,4	Св. C/2	Кварцити мартитові	36,8	51,78	0,75	45,21	1,22	0,19	0,07	0,013	0,01	0,039	0,049
3	C/5/8 (x)	28,0	31,2	3,2	Св. C/5	Кварцити гематит-мартитові	42,9	60,11	1,09	52,00	0,90	0,21	0,15	0,039	0,01	0,590	0,100
4	C/7/5 (x)	15,8	20,0	4,2	Св. C/7	Кварцити гематит-мартитові	49,7	70,22	0,75	52,30	0,96	0,23	0,16	0,04	0,01	0,620	0,090
5	C/7/14 (x)	53,3	58,3	5,0	Св. C/7	Кварцити гематит-мартитові	37,4	52,68	0,71	55,70	0,89	0,22	0,14	0,047	0,02	0,550	0,098
6	C/9/3 (x)	8,3	13,0	4,7	Св. C/9	Кварцити мартитові	51,6	72,25	1,36	43,85	1,13	0,21	0,1	0,01	0,01	0,037	0,047
7	C/9/10 (x)	37,5	42,5	5,0	Св. C/9	Кварцити гематит-мартитові	48,6	68,58	0,81	54,70	0,87	0,21	0,17	0,04	0,03	0,610	0,110
8	C/10/3 (x)	7,9	11,6	3,7	Св. C/10	Кварцити мартитові	37,2	52,41	0,70	44,00	1,26	0,18	0,08	0,01	0,01	0,036	0,050
9	C/19/8 (x)	27,6	32,1	4,5	Св. C/19	Кварцити мартитові	46,6	65,65	0,88	45,08	1,17	0,20	0,09	0,016	0,01	0,040	0,051

Продовження додатку Д

В результаті аналізу 96-ти проб, до підрахунку запасів було включено 49 проб. Дані про хімічний склад кварцитів шостого залізистого горизонту кар'єра «Південний» (за результатами досліджень попередніх років) наведені в таблиці Д.5. Мінеральний склад різновидів руд та кварцитів шостого залізистого горизонту кар'єру «Південний» (за результатами досліджень попередніх років) наведені в таблиці Д.6.

Таблиця Д.5 Хімічний склад кварцитів шостого залізистого горизонту кар'єру «Південний» за даними Криворізького науково-дослідного гірничорудного інституту (НДГРІ)

Компоненти	Хімічний склад кварцитів, %		
	Мартитові	Гетит-гематит-мартитові	Гетит-гематитові
1	2	3	4
Залізо	38.8	33.8	23.8
Окисли заліза	51.0	43.25	31.0
Закис заліза	3.4	2.85	2.22
Кремнезем	44.44	52.0	64.2
Глинозем	1.22	0.96	1.7
Окисли кальцію	0.20	0.21	0.2
Окисли магнію	0.1	0.16	0.09
Окисли марганцю	0.01	0.04	0.03
Двуокис титану	0.01	0.01	0.03
П'ятиокис ванадію	-	-	-
П'ятиокис фосфору	0.037	0.61	0.05
Миш'як	0.01	сліди	0.017
Сірка	0.047	0.1	0.07
Вуглекислота	0.24	0.18	0.28
Хлор	0.022	0.013	0.007
Лужні	0.36	сліди	0.06

Опробування керну свердловин 2020 року показало, що рудний поклад характеризується невитриманими якісними параметрами та нерівномірним розподілом основного корисного компоненту, а саме Fe_{заг}. В результаті обстеження інженерно-геологічних умов родовища було встановлено, що рудні тіла шостого та п'ятого залізистих горизонтів стратифікувати неможливо.

Продовження додатку Д

Таблиця Д.6 Мінеральний склад різновидів руд та кварцитів шостого залізного горизонту кар'єру «Південний» за даними Криворізького науково-дослідного гірничорудного інституту (НДГРІ).

Найменування різновидів	Масова частка мінералу, %							
	Кварц	Мартит і гематит	Магнетит	Лімоніт	Каолініт	Карбонат	Серицит	Інші
Мартитові	44.4 – 47.0	41.8 – 46.2	4.5 -5.9	0.8 – 3.1	0.7 – 4.5	0.5 – 0.8	-	-
Гетит – гематит – мартитові	50.9 – 66.0	15.8 – 34.7	1.1 – 4.4	8.0 – 18.0	0.9 – 7.0	0.3 – 0.5	0.0 – 2.7	0.1
Гетит – гематитові	58.8 – 83.0	9.8 – 28.5	1.8 – 3.4	0.5 – 6.7	2.2 – 2.9	0.4 – 0.9	-	0.1

Всього до підрахунку запасів 2020 року було включено 249 проб. За результатами лабораторних досліджень 2017 та 2020 років, ТОВ «Геопроф» був розрахований середньозважений вміст $Fe_{\text{заг}}$ у залізних рудах повторної розробки шостого та п'ятого залізистих горизонтів з бортовим вмістом $Fe_{\text{заг}}$ -36% по свердловинам, а також по блокам та по родовищу в цілому.

Середньозважений вміст $Fe_{\text{заг}}$ у залізних рудах повторної розробки шостого та п'ятого залізистих горизонтів з бортовим вмістом $Fe_{\text{заг}}$ -36% по Ділянці №2 кар'єру «Південний» та західному флангу «Ділянка №3» становить 42,99%.

Геологічне вивчення багатих залізних руд почалося з кінця вісімдесятих років XIX століття. До 1961 року розвідка та експлуатація покладів багатих залізних руд на родовищі, проводилася за допомогою шурфів.

У 1965-1981 рр. під час розвідки покладів п'ятого залізного горизонту, для підземного видобутку шахтами імені Кірова, «Південна» і «Похила № 3», також перетиналися поклади бідних залізних руд шостого залізного горизонту. Всього в межах кар'єра «Південний» було пробурено 24 свердловини, якими були розкриті поклади залізних руд п'ятого і шостого залізистих горизонтів.

Контури рудних покладів первинних багатих залізних руд п'ятого залізного горизонту зафіксовано експлуатаційної розвідкою при первинній розробці підземним способом. Ці графічні матеріали використовувалися при повторній розробці ранніє втрачених руд кар'єром «Південний».

У 2006 році, з метою встановлення характеру поширення ранніє втрачених багатих залізних руд в межах кар'єра «Південний», було пробурено чотири

Продовження додатку Д

розвідувальні свердловини в північній і центральній частинах кар'єра. Це був перший етап розвідки. Свердловини пробурені по породах п'ятого залізного горизонту без відбору керна. У свердловинах проведено повний комплекс досліджень. За результатами буріння було встановлено нерівномірне поширення раніше втрачених багатих руд і наявність великого обсягу глинистого матеріалу, що призводить до значного зменшення вмісту заліза в руді. Також виявлено відхилення верхнього контакту руди для повторної розробки відкритим способом від даних первинної розробки підземним способом.

З метою продовження робіт з дорозвідки кар'єра «Південний» і більш детального вивчення залізорудної сировини в 2012 році було пробурено чотири розвідувальні свердловини в центральній частині кар'єра - на ділянці першочергової розробки: 2 свердловини по багатих рудах п'ятого залізного і 2 свердловини по бідних рудах шостого залізистих горизонтів. Буріння розвідувальних свердловин виконувалося з уступів кар'єра.

В період 2012-2017 рр. завдяки змінюючися економічним умовам тричі проводилася геолого-економічна переоцінка залізорудної сировини ділянки № 2 родовища багатих залізних руд рудника ім. Кірова, яка розробляється кар'єром «Південний». У 2017 році відповідно до наказу Державної служби геології та надр України №209 від 11.05.2017 р. були внесені зміни в спеціальний дозвіл № 4451 від 23.10.2007 року, з метою виключення ділянки №2. Підприємство ТОВ «Рудомайн» відповідно до договору купівлі-продажу придбало права на користування геологічною інформацією цієї ділянки.

1. У 2017 році на замовлення ТОВ «Рудомайн», підприємством ТОВ «Геопроф» виконана попередня геолого-економічна оцінка запасів багатих залізних руд ділянки № 2 родовища рудника ім. Кірова. ДКЗ України (протокол № 3977 від 15.06.2017 року) затверджені запаси багатих залізних руд повторної розробки п'ятого залізного горизонту в кількості 3536,8 тис. т. Всі підраховані запаси багатих залізних руд віднесені до попередньо розвіданих (запаси категорії С₂) відповідно до «Інструкція із застосування Класифікації запасів и ресурсов ...»

Продовження додатку Д

З огляду на рекомендації ДКЗ України і збільшення попиту на товарну продукцію, ТОВ «Рудомайн» прийнято рішення про розширення мінерально-сировинної бази підприємства та визначення економічної ефективності відпрацювання бідних залізних руд 5-го залізного горизонту з бортовим вмістом $Fe_{\text{заг}}$ -36%, які раніше відносилися до порід розкриву.

У 2018 році була проведена дорозвідка порід 5-го залізного горизонту в межах спеціального дозволу на користування надрами № 6236 від 08.12.2017 р, шляхом буріння 22 геологорозвідувальних свердловин по 20 маркшейдерським осям. Загальний обсяг буріння при цьому склав 1000,6 м, глибина свердловин від 15,5 до 79,5 м. Отриманий керн пробурених свердловин був випробуваний. З 22 свердловин відібрано 238 проб, які були досліджені в лабораторії ДП «ДІЯПРУДА» з метою визначення вмісту заліза загального в бідних рудах 5-го залізного горизонту. Для визначення розширеного хімічного аналізу бідних руд 5-го залізного горизонту було досліджено 9 проб з 7 свердловин.

2. З огляду на отримані результати, а також на дані геологорозвідувальних робіт попередніх років і багаторічний досвід експлуатації родовища, в 2018 році ТОВ «Геопроф» виконав геолого-економічну оцінку доцільності залучення в розробку бідних руд з бортовим вмістом $Fe_{\text{заг}}$ -36% в межах ділянки № 2 кар'єра «Південний». По результатам цієї роботи, ДКЗ України (протокол № 4327 від 21.03.2018 року) затверджені запаси бідних залізних руд з бортовим вмістом $Fe_{\text{заг}}$ -36% в кількості 7990,6 тис. т. Запаси бідних залізних руд віднесені до попередньо розвіданих (запаси категорії C_2) відповідно до «Інструкцією із застосування Класифікації запасів и ресурсів ...». Цим же протоколом ДКЗ України рекомендувала ТОВ «Рудомайн» визначити промислове значення запасів бідних окислених мартизових руд шостого залізного горизонту, як супутньої корисної копалини в проектних контурах кар'єра. У 2020 році з метою визначення промислового значення запасів бідних окислених мартизових руд шостого залізного горизонту як супутньої корисної копалини у межах проектних контурів кар'єру, було пробурено 11 геологорозвідувальних свердловин.

Продовження додатку Д

Загальний обсяг буріння геологорозвідувальних свердловин, складав 410,2 м, глибина свердловин коливалася від 14,8 м до 102,0 м. Отриманий керн пробурених свердловин був опробований та досліджений у лабораторії ДП «Агрохіманаліз».

Опробування керну свердловин 2020 року показало, що рудний поклад характеризується невитриманими якісними параметрами та нерівномірним розподілом основного корисного компоненту, а саме $Fe_{заг}$. Вміст $Fe_{заг}$ рудного покладу в межах глибин 0,0-29,9 м коливається від 36,1% до 52,3%, при чому в інтервалі 3,5-6,5 м залягає прошарок пустих порід із вмістом $Fe_{заг}$ 17,2%.

В результаті було встановлено, що рудні тіла шостого та п'ятого залізистих горизонтів стратифікувати неможливо.

ДОДАТОК Е

Технологія розкриття родовища корисних копалин ТОВ «Рудомайн»

Багаті та бідні залізні руди 5-го та 6-го залізистих горизонтів та вміщуючи породи родовища, які передбачається відпрацьовувати кар'єром «Південний» (до горизонту -130 м), згідно спеціального дозволу на користування надрами, знаходяться у зоні зрушення від підземних гірничих робіт. Підземна розробка покладів багатих залізничних руд родовища рудника ім. Кірова, проводилася ще в 30-50 роках минулого століття. Підземна розробка багатих руд проводилася по системі поверхового і підповерхового обвалення, без залишення ціликів. Дрібні рудні тіла поблизу поверхні і частина раніше втрачених руд відпрацьовувалися кар'єром «Південний».

Кар'єр "Південний" був введений в експлуатацію в 1972 році, з метою видобутку раніше втрачених, при підземному способі відпрацювання, багатих залізних руд. Гірничі роботи проводилися в зоні зрушення від підземних гірничих робіт. У 1992 році ГМНПП «МЕГГД» видала висновок про безпечне ведення гірничих робіт в кар'єрі «Південний» на території, яка підроблена. Кар'єр «Південний» повторно видобуває (у межах маркшейдерських осей 128...103) лише втрачені й погашені у процесі розробки родовища запаси багатих залізних руд рудника ім. Кірова, які залишились у міжкамерних ціликах, та засміченні руди у зоні обвалення. До теперішнього часу в архівах кар'єру «Південний» не збереглася документація, яка дозволила б вивчити і проаналізувати кількісно-якісні показники видобувних блоків підземного відпрацювання. Відсутні паспорти експлуатаційних блоків, акти на їх закриття, журнали документації та опробування виробок і розвідувальних свердловин, акти на списання запасів з аналізом причин списання, таблиці обліку показників вилучення руди.

У 2002 році був розроблений робочий проект «Вскрытие и разработка карьера «Южный» до глубины минус 130», в якому розглянута робота кар'єра, яка забезпечувала видобуток раніше втраченої багатой залізної руди з продуктивністю 250 тис.т/рік. Також у складі проекту був виконаний розрахунок стійкості бортів кар'єру «Південний». У 2012 році була виконана «Геолого-економічна оцінка

Продовження додатку Е

запасів залізорудної сировини кар'єра «Південний» шахтоуправління з підземного видобутку руди (на правах шахт) гірничого департаменту ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», за результатами якої відбулася зміна балансових запасів. У зв'язку зі зміною балансових запасів родовища в 2014 році було виконано коригування проекту «Вскрытие и разработка карьера «Южный» до глубины минус 130 м». В коригуванні проекту передбачалося відпрацювання запасів раніше втрачених багатих залізних руд п'ятого залізного горизонту і бідних залізних руд шостого залізного горизонту.

У 2015-2016 роках ПК «Геолог» виконав роботу з геолого-економічної оцінки доцільності подальшої розробки запасів залізних руд кар'єра «Південний» ШУ «ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». В результаті проведених робіт, протоколом ДКЗ України №3560 від 21.04.2016 року запаси багатих залізних руд повторної розробки п'ятого залізного горизонту були віднесені до забалансових, в зв'язку з недоцільністю їх подальшого відпрацювання.

У 2017 році відповідно до наказу Державної служби геології та надр України №209 від 11.05.2017 р. були внесені зміни в спеціальний дозвіл № 4451 від 23.10.2007 року, з метою виключення ділянки №2 зі спеціального дозволу. Підприємство ТОВ «РУДОМАЙН» відповідно до договору купівлі-продажу придбало права на користування геологічною інформацією на дане родовище (ділянка №2).

У 2017 році за завданням ТОВ «РУДОМАЙН», ТОВ «ГЕОПРОФ» виконало «Геолого-економічне обґрунтування виділення ділянки №2 родовища залізних руд рудника ім. Кірова (поле шахти ім. Артема) у м. Кривий Ріг Дніпропетровської області», в якій були обґрунтовані параметри тимчасових кондицій для підрахунку запасів і підраховані запаси корисних копалин (багаті руди) в межах ділянки №2 родовища залізних руд, яке розробляється кар'єром «Південний».

Метою роботи було визначення балансової належності багатих залізних руд повторного відпрацювання п'ятого залізного горизонту в сучасних економічних умовах, з урахуванням наявності у ТОВ «РУДОМАЙН» власного комплексу по

Продовження додатку Е

збагаченню та збільшенню попиту на товарну продукцію підприємства.

За результатами вищевказаної геолого-економічної оцінки, ДКЗ України затвердив запаси корисних копалин (протокол № 3977 від 15.06.2017р). На підставі протоколу № 3977 від 15.06.2017 р., в 2017 році був розроблений робочий проект «Розробка родовища «Дільниця №2 кар'єра "Південний" (залізні руди повторної розробки п'ятого залізного горизонту)», в якому розглянута робота кар'єра, що забезпечує видобуток раніше втраченої багатою залізної руди з продуктивністю 250 тис.т / рік.

У 2018 році за завданням ТОВ «РУДОМАЙН», ТОВ «ГЕОПРОФ» виконав «Геолого-економічну оцінку доцільності залучення бідних руд при бортовому вмісті Fe-36% у межах ділянки №2 кар'єру «Південний» у м. Кривий ріг Дніпропетровської області», в якій були обґрунтовані параметри постійних кондицій для підрахунку запасів бідних залізних руд 5-го залізного горизонту з бортовим вмістом $Fe_{\text{заг}} = 36\%$, в межах кар'єра.

За результатами вищевказаної геолого-економічної оцінки, ДКЗ України затвердив також запаси бідних мартизових руд (протокол № 4327 від 21.03.2018р.).

У 2021 році, ТОВ «ГЕОПРОФ» була виконана «Геолого-економічна оцінка запасів бідних окислених мартизових руд 6-го залізного горизонту, з метою визначення промислового значення, як супутньої корисної копалини в межах проектних контурів кар'єру для розробки багатих руд 5-го залізного горизонту техногенного родовища ділянки №2 кар'єру «Південний» та дорозвідкою західного флангу "Ділянка №3" з метою розширення меж родовища та проектних контурів кар'єру для подальшої промислової розробки у Саксаганському районі, м. Кривий Ріг Дніпропетровської області»,

В складі цієї роботи були переоцінені запаси залізних руд повторної розробки п'ятого залізного горизонту «ділянки №2» кар'єру «Південний», та проведена дорозвідка та підрахунок запасів залізних руд з бортовим вмістом $Fe_{\text{заг}}-36\%$ у межах західного флангу «ділянка №3» з обґрунтуванням параметрів тимчасових кондицій; оцінена доцільність розширення меж родовища та проектних контурів кар'єру для

Продовження додатку Е

подальшої сумісної розробки з залізними рудами повторної розробки шостого та п'ятого залізистих горизонтів техногенного родовища «Ділянка №2 кар'єру «Південний». За результатами вищевказаної геолого-економічної оцінки, ДКЗ України затвердив запаси п'ятого і шостого залізистих горизонтів в межах ділянки №2 та ділянки №3 кар'єра «Південний» (протокол № 5236 від 20.01.2021р.).

Визначені проектні рішення для повторної розробки, кар'єром «Південний», затверджених запасів залізних руд п'ятого залізистого горизонту (ділянка №2) і бідних залізних руд шостого залізистого горизонту (діл. №3), до горизонту -130 м.

Гірничотехнічні умови розробки

Площа родовища залізних руд «ділянка №2» і «ділянка №3», приурочена до покладів багатих руд, які були залишені в надрах при відпрацюванні підземним способом. Підземне видобування залізної руди проводилося системою розробки з обваленням вміщуючих порід, суцільно, без залишення ціликів. В результаті відбувалося заповнення виробленого простору заваленими породами. Кар'єр «Південний» знаходиться у зоні зрушення гірничих порід. Процеси зрушення значно ускладнили первинну геологічну будову ділянки надр, що підпадає під розробку кар'єром. Гірничу масу в масиві знаходиться як у розпушеному, так і в ущільненому стані. В ній можуть існувати порожнини – старі гірничі виробки та камери розробки. В даний час підземна розробка в районі кар'єра не ведеться, процес зрушення перейшов в стадію загасання, відпрацьований простір повністю заповнене вміщають породами і можливість існування пустот, здатних викликати обвалення поверхні (воронок), на даній ділянці практично виключена. По результатам дорозвідки було встановлено, що рудні тіла шостого та п'ятого залізистих горизонтів у межах ділянки №2 кар'єру «Південний» та дорозвідки західного флангу «Ділянки №3» стратифікувати неможливо. Стратиграфічне залягання рудних тіл п'ятого та шостого залізистих горизонтів порушене внаслідок впливу техногенних факторів, обумовлених підземним способом відпрацювання багатих залізних руд, що призвело до обрушення вищезалігаючих порід і змішування їх із залізними рудами і залізистими кварцитами.

Продовження додатку Е

Кар'єр "Південний" знаходиться в межах депресійної воронки підземних вод, яка сформувалася в результаті роботи водовідливних установок шахти. Тому скельні породи в межах кар'єру осушені. Вихід підземних вод в бортах кар'єра відсутній. Завдяки підвищеній тріщинуватості порід, яка утворилася в результаті підземної розробки покладів, відбувається швидка інфільтрація атмосферних опадів, що випадають на водозбірній площі кар'єра, в підземні виробки шахти, звідки вода відкачується на денну поверхню установками шахтного водовідливу.

Межа розробки. Межа кар'єру в плані визначена контуром підрахуваних і затверджених запасів бідних залізних руд та багатих залізних руд, які залишені в надрах під час підземного видобутку. Визначення меж відкритих робіт на кар'єрі виконувалося по вертикальних поперечних перерізах родовища. На кожному поперечному перерізі визначався поперечний профіль дна і бортів кар'єру. Потім відбудовувалися проєктні контури кар'єру.

Фіксація неробочих бортів кар'єру по розкриву і корисній копалині прийнята внутрішня в межах земельного відводу. Такий спосіб фіксації зумовлюється відсутністю можливості розвитку гірничих робіт в східному напрямку - проммайданчик ШУ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» і гілка Придніпровської залізниці, в західному - рекультивована зона та комплекс по збагаченню гематитових кварцитів, в північному напрямку насипом, який будується під автодорогу «Техбаза-кладовище «Західне», в південному напрямку (м.о. 120) кар'єр «Північний» ТОВ «УГК».

В межах отриманого проєктного контуру кар'єра був виконаний підрахунок запасів «ділянка №2» і «ділянка №3». В межах цього контуру кар'єра і були затверджені запаси раніше втрачених та погашених запасів багатих і бідних залізних руд 5-го та 6-го залізистого горизонтів (протокол ДКЗ № 5236 від 20.01.2021 р.). *Календарний план гірничих робіт.* До теперішнього часу в архівах, ні кар'єру «Південний», ні шахти, не збереглася документація, яка дозволила б вивчити і проаналізувати кількісно-якісні показники видобувних блоків підземного відпрацювання.

Продовження додатку Е

Відсутні паспорти експлуатаційних блоків, акти на їх закриття, журнали документації та опробування виробок і розвідувальних свердловин, акти на списання запасів з аналізом причин списання, таблиці обліку показників вилучення руди.

Рудні тіла шостого та п'ятого залізистих горизонтів у межах ділянки №2 кар'єру «Південний» та дорозвідки західного флангу «Ділянки №3» стратифікувати неможливо. Стратиграфічне залягання рудних тіл п'ятого та шостого залізистих горизонтів порушене внаслідок впливу техногенних факторів, обумовлених підземним способом відпрацювання багатих залізних руд, що призвело до обрушення вищезалягаючих порід і змішування їх із залізними рудами і залізистими кварцитами.

Згідно геолого-економічній оцінці, коефіцієнт непідтвердження запасів по родовищу становить 0,455.

Тому, з огляду на складну геологічну будову родовища (для запасів повторної розробки раніше втрачених або залишених в надрах при підземному способі розробки родовища 5-го та 6-го залізистого горизонту, відповідно до Класифікатора запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр – IV група), а також що запаси віднесені до категорії C_1 - запаси на ділянках складної геологічної будови, на недостатньо вивчених нових площах або на площах, що безпосередньо прилягають до раніше детально розвіданих ділянок родовищ, річні плани гірничих робіт на проектну потужність будуть щорічно розроблятися службою кар'єра, за результатами експлуатаційної розвідки і уточнення контурів залягання корисної копалини. Середньорічні обсяги гірничих робіт за весь час відпрацювання родовища наведені в таблиці Е.1. При розробці родовища, розвиток гірничих робіт в перші роки здійснюється в західному і північно-західному напрямках. При експлуатації кар'єра передбачається видобуток сирої руди в об'ємі 1600 тис.т на рік, виймання розкритих порід складе 4448 тис.м³. Середній експлуатаційний коефіцієнт розкриття в цей період складе 2,78 м³/т.

Продовження додатку Е

Таблиця Е.1 Середньорічні обсяги гірничих робіт

Найменування показників	Показник
Річний обсяг видобутку корисної копалини, тис. т	1600
Річний обсяг розкривних робіт, тис.м ³	4448
Коефіцієнт розкриву, м ³ /т	2,78

Руда транспортується на комплекс по збагаченню гематитових кварцитів, а розкривні породи на погодженні місця проведення гірничотехнічної та біологічної рекультивації інших гірничодобувних підприємств.

Технологія гірничих робіт і механізація виробничих процесів. Технологічна схема гірничих робіт визначається способом розробки та навантаження корисної копалини та розкривних порід, а також наступним транспортуванням їх відповідно на комплекс по збагаченню гематитових кварцитів або у місця складування. Відповідно до завдання на проектування передбачається наступна технологічна схема гірничих робіт і механізація виробничих процесів: розробка корисної копалини та розкривних порід виконується екскаваторами, після попереднього розпушування вибуховим способом. Буріння свердловин виконується верстатами шарошкового буріння Pit Viper 275. Діаметр свердловин складає 250 мм.

Після здійснення масового вибуху, який виконує підрядна спеціалізована організація, екскавація гірничої маси виконується гусеничними екскаваторами типу «пряма лопата» TEREX RH 40-E з ємністю ковша 7 м³ (або аналог) в кар'єрні самоскиди "HOWO" вантажопідйомністю 40 т і "SANY" вантажопідйомністю 60 т (або аналог).

Ширина робочих майданчиків повинна забезпечувати безпеку ведення гірничих робіт для екскаваторів TEREX RH 40-E (або аналог) при навантаженні гірничої маси в автосамоскиди, а також забезпечувати безпечне маневрування застосовуваних автосамоскидів "HOWO" вантажопідйомністю 40 т і "SANY" вантажопідйомністю 60 т, при подачі їх під навантаження. Стислі технічні характеристики автосамоскидів "HOWO" та "SANY" наведені в таблиці Е.2.

Продовження додатку Е

Таблиця Е.2 Технічні характеристики автосамоскидів

Найменування показника	HOWO ZZ 5707	SANY SKT90S
Колісна формула	6x4	6x4
Габаритні розміри Д/Ш/В, мм	8600/3300/4300	9100/3670/4320
Колісна база, мм,	3800+1500	3800+1500
Вантажопідйомність, т	40	60

Розкривні породи транспортуються з кар'єру автосамоскидами у місця складування та на ділянки зони рекультивації порушених земель.

Залізні руди п'ятого і шостого залізного горизонту, в залежності від якісних показників за залізом загальним, транспортуються із вибоєм для переробки в готову продукцію на: існуючий комплекс по збагаченню гематитових кварцитів; існуючий мобільний дробильний комплекс (ДК): мобільна щокова дробарка ВРІ 106, 2020 р.в., Туреччина (або аналог), конусна дробарка закритого обороту на гусеничному ході ВРС 101, 2020 р.в., Туреччина (або аналог); існуючий сортувальний комплекс (СК): мобільний первинний грохот ВРС 101, 2020 р.в., Туреччина (або аналог).

Комплекс по збагаченню гематитових кварцитів розташований на західному борту кар'єру «Південний». Ділянка для розміщення комплексу по збагаченню гематитових кварцитів перебуває за межами підрахунку запасів.

На комплексі по збагаченню гематитових кварцитів, в результаті переробки сировини, виділяються два типи продукції збагачення – залізна руда АР-1,2,3 і руда залізна СР згідно вимог технічних умов ТУ У 07.1-37064892-002:2019 «Руди залізні ТОВ «Рудомайн». Конструкційні особливості комплексу по збагаченню гематитових кварцитів, технологія переробки та потужності, розроблені у окремому проекті на будівництво комплексу по збагаченню гематитових кварцитів.

Видобута корисна копалина доставляється технологічним автотранспортом з вибоєм до прийомного бункера дробарки комплексу по збагаченню гематитових кварцитів. Технологічна схема комплексу по збагаченню гематитових кварцитів наведена на рисунку В.1 і включає в себе три стадії дроблення для досягнення крупності продукту 95% класу -10 мм, три операції грохочення, один прийом сухої магнітної сепарації (СМС).

Продовження додатку Е

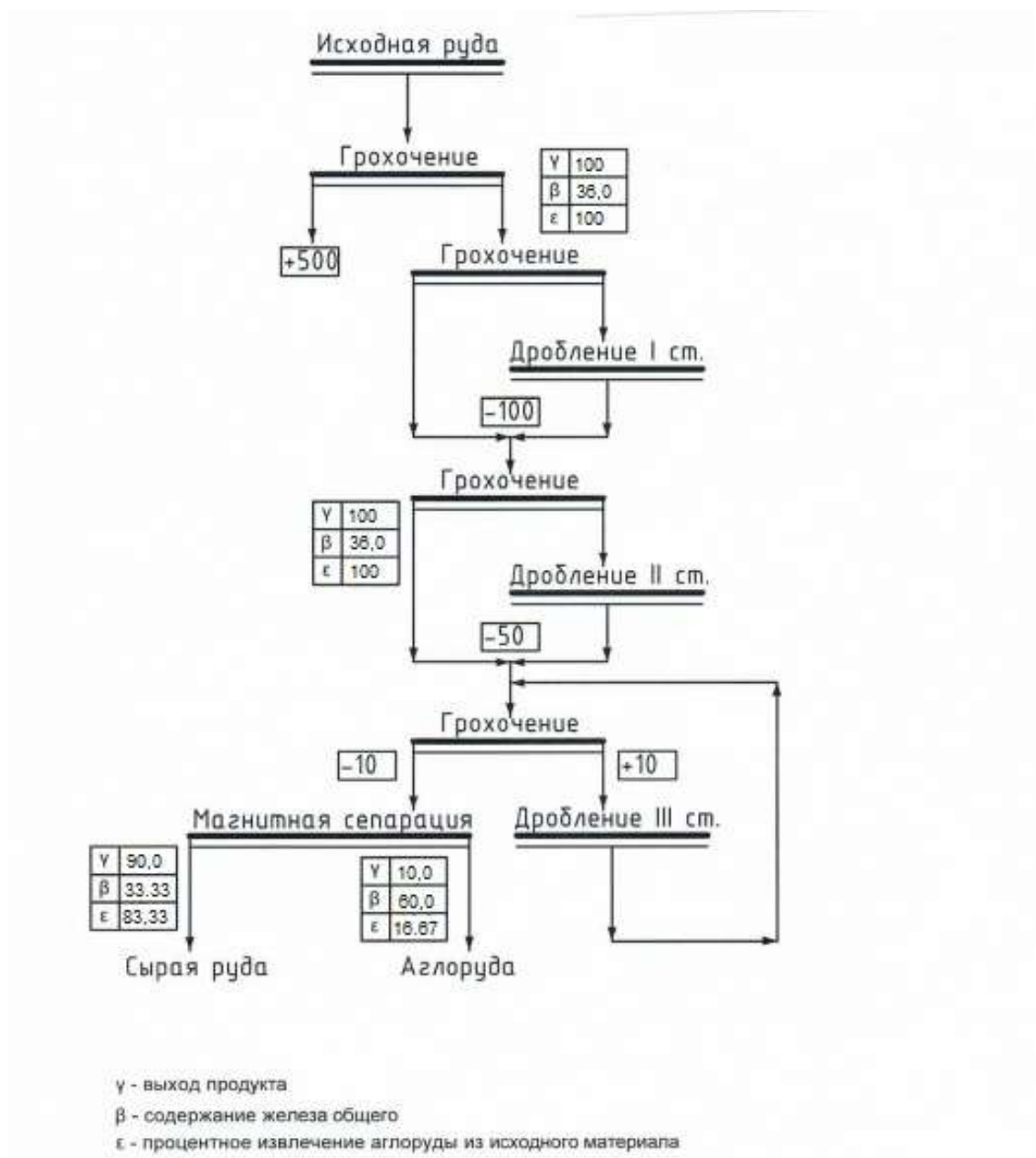


Рис. Е.1 Технологічна схема комплексу по збагаченню гематитових кварцитів

Мінеральна сировина видобута в кар'єрі «Південний» автосамоскидами доставляється на шихтувальний майданчик прийомного бункеру комплексу по збагаченню гематитових кварцитів, звідки навантажувачем подається в приймальний бункер стадії крупного дроблення. У випадку потрапляння в бункер негабаритних уламків гірської породи (розміром більше 500 мм), він видаляється за допомогою вантажопідйомних засобів, повертається на шихтувальний майданчик, складається окремо для подальшого руйнування пневмо-ударним верстатом на базі гусеничного екскаватора.

Продовження додатку Е

З бункера гірнича маса стрічковим конвеєром подається на нерухомий колосниковий грохот з отворами 100 мм. Надгрохотний продукт крупністю +100 мм направляється на дроблення першої стадії, дробарка щокова TRIO СТ 32 x 54, щілина 90 мм, де дробиться до фракції -100 мм. Два продукти, підгрохотний і переддроблений на першій стадії поєднуються на стрічковому конвеєрі ЛК-1 або ЛК-1А. Подроблений продукт (-100 +0 мм) стрічковим конвеєром ЛК-1 або ЛК-1А подається на повірочне грохочення, де розділяється на два класи +50 мм і -50 мм або направляється на попереднє/контрольне грохочення по класу -10 мм в корпус грохочення без грохочення в класі крупності +50 мм і -50 мм, а також другої (середньої) стадії дроблення – вибір схеми залежить від гранулометричного складу мінеральної сировини. У випадку вибору схеми грохочення в класі +50 мм і -50 мм з наступним дробленням на другій стадії дроблення, стрічковим конвеєром ЛК-1 сировина направляється на грохот інерційного типу TRIO TIN 6202. Надгрохотний матеріал направляється на другу стадію дроблення (дробарка щокова СМД-741, щілина 40 мм), де дробиться до крупності -50 мм і поєднується з підгрохотним продуктом. Продукт крупністю -50 +0 мм стрічковими конвеєрами ЛК-2, ЛК-12 і ЛК-3 направляється на попереднє/контрольне грохочення по класу -10 мм в корпус грохочення типу ГИСЛ-62М. Надгрохотний продукт крупністю +10 мм конвеєрами ЛК-13, ЛК-4 і ЛК-21 подається на третю стадію дроблення – дробарка конусна КМД-2200, щілина: 7,0 мм. Переддроблений продукт до крупності -10 +0 мм стрічковим конвеєром ЛК-22 подається на конвеєра ЛК-12, ЛК-3 (замкнутий цикл). Підгрохотний продукт грохотів ГИСЛ-62М, готовий по крупності -10 +0 мм конвеєрами ЛК-5А, ЛК-5, ЛК-6, ЛК-14-15, ЛК7-11, вібраційними лотками №1-5 подається в операцію розділення продукта за магнітними властивостями на високоінтенсивні магнітні сепаратори стрічкового типу марки РС, СМРС. Розділений продукт АР та СР відповідно конвеєрами ЛК-16, ЛК-17, ЛК-18 і ЛК-19 транспортується на склад готової продукції, звідки фронтальним навантажувачем відвантажується споживачу. Для забезпечення обліку кількості переробленої сировини і отриманого концентрату застосовуються вагові пристрої, а також

Продовження додатку Е

пристрої оперативного визначення вмісту заліза у вихідній руді і готової продукції.

В схемі комплексу по збагаченню гематитових кварцитів, з метою зменшення рівня запиленості використовується пилопридушення на стадіях дроблення і перевантажувальних вузлах привозною питною та/або технічною (шахтною) водою шляхом її подачі в зрошувальні рейки. На вихідній стадії готового продукту пилопридушення відбувається за допомогою «туманої» пушки привозною питною та/або технічною (шахтною) водою. Схема ланцюга апаратів комплексу наведена на рисунку Е.2.



Рис. Е.2 Технологічна схема дробарного комплексу (ДК)

Також, видобута корисна копалина з якісним показником $\min Fe_{\text{заг.}}=59\%$, доставляється технологічним автотранспортом з вибою екскаватора на шихтувальний майданчик існуючого мобільного дробильного комплексу (ДК): мобільна щокова дробарка ВРІ 106, 2020 р.в., Туреччина (або аналог), конусна дробарка закритого обороту на гусеничному ході ВРС 101, 2020 р.в., Туреччина (або аналог), звідки навантажувачем подається в приймальний бункер ДК. Технологічна схема ДК наведена на рисунку В.2 і включає в себе дві стадії дроблення, для досягнення крупності продукту 95% класу– 10 мм, одну операцію грохочення (контрольна в замкнутому циклі (обороті)).

Продовження додатку Е

Для забезпечення обліку кількості переробленої сировини і отриманої аглоруди, застосовуються вагові пристрої, а також пристрої оперативного визначення вмісту заліза у вихідній руді та готовій продукції. В схемі ДК, з метою зменшення рівня запиленості, використовується пилопридушення на стадіях дроблення, привозною питною та/або технічною (шахтною) водою, шляхом її подачі в зрошувальні рейки.

Також, видобута корисна копалина з якісним показником $\min Fe_{\text{заг.}}=36\%$, доставляється технологічним автотранспортом з вибою екскаватора на шихтувальний майданчик існуючого мобільного сортувального комплексу (СК): мобільний первинний грохот BPS 101, 2020 р.в., Туреччина (або аналог), звідки навантажувачем подається в приймальний бункер СК. Технологічна схема СК наведена на рисунку Е.3 і включає в себе одну операцію грохочення з розподілом



Рис. Е.3 Технологічна схема сортувального комплексу (СК)

мінеральної сировини на 3 (три) класи крупності в відкритому циклі (обороті). Для забезпечення обліку кількості переробленої сировини і отриманої аглоруди, застосовуються вагові пристрої, а також пристрої оперативного визначення вмісту заліза у вихідній руді та готовій продукції. В схемі СК, з метою зменшення рівня запиленості, передбачено пилопридушення на стадіях дроблення привозною питною та/або технічною (шахтною) водою, шляхом її подачі в зрошувальні рейки. Якісно-кількісні показники збагачення проектної та виробничої потужності комплексу по збагаченню гематитових кварцитів, дробарного комплексу (ДК) та сортувального комплексу (СК) наведені в таблиці Е.3 та Е.4.

Продовження додатку Е

Таблиця № Е.3 Якісно-кількісні показники збагачення проектної та виробничої потужності комплексу по збагаченню гематитових кварцитів при залученні в переробку мінеральної сировини з вмістом заліза загального 36,0%

Продукт	Показник, %			Продуктивність, т/г		Продуктивність, тис. т.			
						в місяць		в рік	
	Вихід	Вміст заліза	Вилучення заліза	Волога маса	Суха маса	Вол маса	Сух маса	Вол маса	Сух маса
Руда залізна АР-1-3	10,0	51,0-60,0	16,67-14,17	34,0	32,3	14,28	13,57	171,36	162,79
Руда залізна СР-1	90,0	34,33-33,33	83,33-85,83	166,0	157,7	69,72	66,23	836,64	794,81
Живлення	100,0	36,0	100,0	200,0	190,0	84,0	79,8	1008,0	957,6

Таблиця № Е.4 Якісно-кількісні показники збагачення проектної та виробничої потужності ДК при залученні в переробку мінеральної сировини з вмістом заліза загального 59,0%

Продукт	Показник, %			Продуктивність, т/г		Продуктивність, тис. т.			
						в місяць		в рік	
	Вихід	Вміст заліза	Вилучення заліза	Волога маса	Суха маса	Вол маса	Сух маса	Вол маса	Сух маса
Руда залізна АР-1	100	59,0	100,0	200,0	190,0	84,0	79,8	1008,0	957,6
Живлення	100,0	59,0	100,0	200,0	190,0	84,0	79,8	1008,0	957,6

Таблиця № Е.5 Якісно-кількісні показники збагачення проектної та виробничої потужності СК при залученні в переробку мінеральної сировини з вмістом заліза загального 59,0%

Продукт	Показник, %			Продуктивність, т/г		Продуктивність, тис. т.			
						в місяць		в рік	
	Вихід	Вміст заліза	Вилучення заліза	Волога маса	Суха маса	Вол маса	Сух маса	Вол маса	Сух маса
Руда залізна АР-1	100	59,0	100,0	200,0	190,0	84,0	79,8	1008,0	957,6
Живлення	100,0	59,0	100,0	200,0	190,0	84,0	79,8	1008,0	957,6

Продовження додатку Е

(По причині повторної розробки родовища кількісні показники, що залучається в переробку мінеральної сировини після проведення процесу шихтовки і усереднення з якісними показниками заліза загального 36% і 59% точному підрахунку не підлягає).

Вміст заліза загального в мінеральній сировині, а також продуктів збагачення здійснюється по даним ВТК за допомогою радіометричного приладу ПАП як оперативний контроль якості, хімічний аналіз за даними ДП «ДІЯПРУДА» як еталонний спосіб визначення якості продукція (як заліза загального, так і супутніх елементів та оксидів) з занесенням у «Журнал оперативного контролю якості». Лабораторія ВТК «Рудомайн» акредитована відповідно вимог ДСТУ ISO 10012:2005.

ДОДАТОК Ж

Експлуатація та ремонт гірничого устаткування на кар'єрі Південний ТОВ

«Рудомайн»

Буровибухові роботи. Розпушування порід при розробці скельних уступів виконується із застосуванням буровибухових робіт. Підривні роботи на кар'єрі виконуються підрядною спеціалізованою організацією. Підривні роботи виконуються згідно з Типовим проектом на виробництво буровибухових робіт і відповідно до вимог нормативних документів: НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом», НПАОП 0.00-1.66-13 «Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення», НПАОП 0.00-1.67-13 «Технічні правила ведення вибухових робіт на денній поверхні».

Вибухові роботи виконуються методом свердловинних зарядів. Буріння свердловин в гірських породах з міцністю $f = 6-8$ (руда) і $f = 10-14$ (розкрит) за шкалою проф. М.М. Протод'яконова, проводиться із застосуванням бурових верстатів "Pit Viper 275" (або аналог), що можуть бурити свердловини діаметром 250 мм. Роботи виконуються в двозмінному режимі по 12 годин. Технічні характеристики верстата "Pit Viper 275" наведені в таблиці Ж.1.

Таблиця Ж.1 Технічні характеристики верстата " Pit Viper 275"

№ п/п	Найменування показників	Од. виміру	Показник
1	Діаметр буріння	мм	171-270
2	Глибина буріння (максимальна)	м	60
3	Маса верстата з інструментом	т	85
4	Швидкість пересування	км/годину	1,8
5	Висота в транспортному положенні	м	6,87
6	Ширина в транспортному положенні	м	7,21

Для вибухових робіт застосовуються вибухові речовини і засоби ініціювання, які допущені до постійного застосування у відповідності до

Продовження додатка Ж

законодавства України. Для буропідривного розпушування блоків скельних порід застосовується спосіб з використанням багаторядного короткоуповільненого ініціювання свердловинних зарядів. Цей спосіб дає можливість значно зменшити масу вибухової речовини і відповідно істотно скоротити газопилові викиди при вибухах. При здійсненні буровибухових робіт, з метою зменшення пилоутворення застосовується гідронабійка свердловин.

Розрахунок потрібної кількості бурових верстатів зроблений відповідно до СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 «Норми технологічного проектування...», (Київ 2007 р.) і технічною характеристикою обладнання.

Річну продуктивність бурового верстата "Pit Viper 275" визначаємо по формулі:

$$Q_{річ} = Q_{змін} \cdot N_{зм} \cdot K_{гот} \cdot K_{зм} \cdot K_{зн} \cdot K_{ф}, \text{ м/рік}; \quad (\text{Ж.1})$$

де: $Q_{змін}$ – змінна продуктивність бурового верстата за 8-мі годинну робочу зміну (140 м);

$N_{зм}$ – кількість змін у рік (505 змін);

$K_{гот}$ – коефіцієнт готовності (0,9);

$K_{зн}$ – коефіцієнт, який враховує знос бурового верстата (0,7);

$K_{зм}$ – коефіцієнт, який враховує роботу обладнання при тривалості зміни 12 годин (1,35);

$K_{ф}$ – коефіцієнт наявності фронту робіт (0,9).

Річна продуктивність бурового верстата складе 54117,32 м/рік. Відповідно до параметрів буровибухових робіт на аналогічних кар'єрах, вихід гірничої маси з 1 п.м свердловини складе - 49 м³. При річному обсязі буріння в кар'єрі - 9,33 тис.м по корисній копалині та 90,77 тис.м по розкриву, виконання річного обсягу бурових робіт у скельних розкритих породах і корисній копалині, забезпечується двома буровими верстатами "Pit Viper 275". Для виконання проектних обсягів буріння необхідно 2 бурових верстата. Радіус небезпечної зони по розльоту окремих шматків породи, при виробництві вибухових робіт у кар'єрі, визначається згідно

Продовження додатка Ж

додатка 8 «Правила безпеки під час обігу з вибуховими матеріалами промислового призначення» (НПАОП 0.00-1.66-13).

Відстань, безпечна по розльоту окремих шматків породи при висадженні свердловинних зарядів розпушування визначається по формулі:

$$R_{раз} = 1250 \times r_z \sqrt{\frac{f}{1 + r_{заб}} \times \frac{d}{a}}, \text{ м} \quad (\text{Ж.2})$$

де: r_z - коефіцієнт заповнення свердловини вибуховою речовиною (0,58);

$r_{заб} = 1$ - коефіцієнт заповнення свердловини забійкою, дорівнює відношенню довжини забійки до довжини вільної від заряду верхньої частини свердловини.

f - коефіцієнт міцності порід по шкалі проф. Протодьяконова, ($f=14$);

d - діаметр свердловини (0,25 м).

a - відстань між свердловини в ряді або між рядами, ($a = 7$ м).

Розрахункове значення радіусу небезпечної відстані по розльоту окремих шматків породи при проведенні вибухових робіт у кар'єрі «Південний» становить 365 м. Остаточне значення радіуса небезпечної зони буде визначено в Типовому проекті ведення вибухових робіт, який розробляється та погоджується у встановленому порядку спеціалізованою організацією, що виконує вибухові роботи у кар'єрі.

Розкривні роботи. Розкривні породи на родовищі представлені різноманітними сланцями п'ятого і шостого сланцевих горизонтів та залізистих кварцитів четвертого і шостого залізистих горизонтів, а також хлорит-тальковими сланцями Склеюватської світи. Грунтово-рослинний шар на всій площі родовища відсутній. Розробка розкривних порід проводиться уступами висотою 12 м. Транспортний зв'язок розкривних уступів з відвалом здійснюється по західному борту кар'єру.

Завданням на проектування необхідно передбачити: - при виконанні розкривних робіт - автотранспортну схему із застосуванням дизельних екскаваторів «пряма лопата» TEREX RH 40-E з ємністю ковша 7 м³ (або

Продовження додатка Ж

аналог) і кар'єрних самоскидів "HOWO" вантажопідйомністю 40 т або аналог) і "SANY" вантажопідйомністю 60 т або аналог). Стислі технічні характеристики екскаватора TEREX RH 40-E з обладнанням "пряма лопата" наведені в таблиці Ж.2.

Таблиця Ж.2 Технічні показники екскаватора TEREX RH 40-E

Найменування показника	TEREX RH 40-E
Ємність ковша, м ³	7,0
Радіус копання, м	10,5
Висота копання, м	10,9
Висота розвантаження, м	8,8
Робоча вага, т	105

Розрахунок необхідної кількості екскаваторів і бульдозерів для вилучення проектних річних обсягів гірничої маси зроблений відповідно до “Норм технологічного проектування ...”, і технічної характеристики обладнання, яке застосовується. Річна продуктивність екскаваторів TEREX RH 40-E дорівнює:

$$q_{\text{рік.е}} = q_{\text{г}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot N_{\text{зм}} \cdot k_{\text{нер}} \cdot k_u \cdot k_{\text{в}} \cdot k_m, \text{ м}^3/\text{рік}; \text{ (Ж.3)}$$

де: $q_{\text{г}}$ – годинна продуктивність екскаватора TEREX RH 40-E (500 м³);

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни (12 годин).

$N_{\text{зм}}$ – кількість робочих змін на рік (710 змін);

$k_{\text{нер}}$ – коефіцієнт резерву на нерівномірність видачі гірничої маси з кар'єру (0,9).

k_u – коефіцієнт, використання змінного часу (0,6).

$k_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує вікову структуру (0,85).

k_m – коефіцієнт, який враховує умови навантаження при тупиковому вибої (0,85);

Таким чином, річна продуктивність екскаватора складе:

$$q_{\text{рік.е}} = 500 \cdot 12 \cdot 710 \cdot 0,9 \cdot 0,6 \cdot 0,85 \cdot 0,85 = 1662 \text{ тис.м}^3/\text{рік}$$

При річній продуктивності кар'єру по розкриву - 4448 тис.м³, необхідна кількість екскаваторів TEREX RH 40-E на розкривних роботах складе:

$$N_E = \frac{Q_{\text{рік.р}}}{q_{\text{рік.е}}} = \frac{4448}{1662} = 2,7 \text{ шт.}$$

де: $Q_{\text{рік.р}}$ – річна продуктивність кар'єра по вийманню розкривних порід (4448 тис.м³);

$q_{\text{рік.е}}$ – річна продуктивність екскаватора на розкривних роботах.

Продовження додатка Ж

Таким чином, для виконання річного обсягу розкривних робіт необхідно 3 екскаватора TEREX RH 40-E (або аналог). Розкривні породи автомобільним транспортом транспортуються до міст складування. Середня відстань транспортування від вибою становить до 5 км. Для зачищення робочих майданчиків, планування під'їздів до екскаваторів і обслуговування тимчасових доріг у кар'єрі передбачається використання бульдозерів. Згідно «Норм технологічного проектування...» кількість бульдозерів приймається з розрахунку 0,4 бульдозера на кожний робочий екскаватор. Таким чином, на розкривних роботах приймаємо 1 бульдозер потужністю 180 к.с.

Видобувні роботи

Залізорудна сировина кар'єра «Південний» представлена багатими залізними рудами п'ятого залізного горизонту, які були раніше втрачені при підземному способі розробки, а також бідними залізними рудами п'ятого і шостого залізного горизонту.

Рудний поклад основної товщі п'ятого залізного горизонту представлена мартитовою рудою, середньої тріщинуватості, міцністю $f = 6-8$. Видобуток корисної копалини проводиться уступами, висота яких дорівнює 12 м. Уступи розробляються екскаваторами типу «пряма лопата» TEREX RH 40-E (або аналог) з навантаженням в кар'єрні автосамоскиди.

Для транспортування корисної копалини використовуються автосамоскиди "HOWO" і "SANY" (або аналог) вантажопідйомністю 40 і 60 т.

Корисна копалина з робочих уступів автомобільним транспортом доставляється на перевантажувальний майданчик комплексу по збагаченню гематитових кварцитів, який розміщується на західному борту кар'єру.

Середня відстань транспортування від вибою становить до 4 км. Розрахунок необхідної кількості екскаваторів і бульдозерів для вилучення проектних обсягів гірничої маси зроблений відповідно до СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 “Норми технологічного проектування...” і технічної характеристики обладнання, яке застосовується.

Продовження додатка Ж

Річна продуктивність екскаваторів TEREX RH 40-Е в кар'єрі дорівнює:

$$Q_{год.э} = Q_{час} \cdot T_{см} \cdot N_{см} \cdot K_m \cdot K_{нер} \cdot K_е \cdot K_u, \text{ м}^3/\text{рік}; \quad (\text{Ж.4})$$

де: $Q_{час}$ – годинна продуктивність екскаватора TEREX RH 40-Е (500 м³);

$T_{см}$ – тривалість зміни (12 годин).

$N_{см}$ – кількість робочих змін на рік (710 змін);

K_m – коефіцієнт, який враховує умови навантаження при тупиковому вибої (0,85);

$K_{нер}$ – коефіцієнт резерву на нерівномірність видачі гірничої маси з кар'єру (0,9).

$K_е$ – коефіцієнт, що враховує вікову структуру обладнання (0,85).

K_u – коефіцієнт, використання змінного часу (0,5).

Таким чином, річна продуктивність екскаватора складе:

$$Q_{год.э} = 500 \cdot 12 \cdot 710 \cdot 0,85 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,5 = 1385 \text{ тис.м}^3/\text{рік}.$$

При річній продуктивності кар'єру по корисній копалині – 454,5 тис.м³, необхідна кількість екскаваторів TEREX RH 40-Е на видобувних роботах складе:

$$N_E = \frac{q_{рік}}{Q_{рік.е}} = \frac{454,5}{1385} = 0,33 \text{ шт.}$$

Де: $q_{рік}$ – річна продуктивність кар'єра по корисній копалині (454,5 тис.м³);

$Q_{рік.е}$ – річна продуктивність екскаватора на видобувних роботах.

Таким чином, для виконання річного обсягу видобувних робіт необхідно 1 екскаватор TEREX RH 40-Е (або аналог).

Для зачищення робочих майданчиків, планування під'їздів до екскаваторів і обслуговування тимчасових доріг у кар'єрі передбачається використання на видобувних роботах одного бульдозера потужністю 180 к.с.

Продовження додатка Ж

Перелік необхідного основного гірничотранспортного обладнання для виконання проектних обсягів робіт у кар'єрі наведено в таблиці Ж.3.

Таблиця Ж.3. Перелік основного гірничотранспортного обладнання в кар'єрі Південний

№ п/п	Найменування	Кількість, од.
Бурові роботи		
1	Буровий верстат Pit Viper 275 (або аналог)	2
Розкривні роботи		
2	Екскаватор TEREK RH 40-E (або аналог)	3
3	Кар'єрний самоскид (40 т-60 т)	30
4	Бульдозер потужністю 180 к.с.	1
5	Екскаватор DOOSAN DX520LCA (або аналог)	2
Видобувні роботи		
6	Екскаватор TEREK RH 40-E (або аналог)	1
7	Кар'єрний самоскид (40т-60т)	4
8	Бульдозер потужністю 180 к.с.	1
9	Екскаватор DOOSAN DX520LCA (або аналог)	1
Відвалоутворення (ділянки гірничотехнічної рекультивації)		
10	Бульдозер CAT-D9R (або аналог)	3

Механізація допоміжних процесів

У кар'єрі поряд з основними технологічними процесами передбачаються допоміжні роботи: подрібнення негабариту, заоткоска уступів, очищення бERM. Вихід негабариту становить до 5 %. Подрібнення негабаритних шматків порід виконується пневмоударними установками на базі гідравлічного екскаватора DOOSAN DX520LCA типу зворотна лопата (або аналог). Продуктивність пневматичного бутобоя становить 150 м³/зміну або 105 тис.м³/рік. При виході негабариту до 4 %, обсяг вторинного дроблення складе до 178 тис.м³/рік. Для подрібнення негабариту необхідно два пневматичних бутобоя. Подрібнення негабариту може також здійснюватися вибуховим способом, підрядною організацією, яка виконує на кар'єрі вибухові роботи.

Продовження додатка Ж

На допоміжних роботах у кар'єрі, при видобуванні та розкриву, використовується існуючі екскаватори DOOSAN DX520LCA типу «зворотна лопата» з ємністю ковша 3 м³. Зрошення гірничої маси перед навантаженням і полив автодоріг у кар'єрі здійснюється за допомогою 2 поливальних машин на базі автосамоскида МАЗ об'ємом 8 м³ кожна (або аналог) та 4 поливальних машин «HOWO» об'ємом 20 м³ кожна (або аналог), що існує на підприємстві. При очищенні запобіжних берм, на планувальних роботах, при будівництві авто з'їзд і інших роботах використовуються бульдозери.

При встановленні уступів у кінцеве проектне положення або в тимчасово неробоче положення, після підриву гірничої маси повинно виконуватися зачищення та планування запобіжної берми за допомогою бульдозера. На борту кар'єру, який знаходиться на кінцевому контурі, де запобіжні берми раніше сформовані, якщо виникає необхідність їх очищення, передбачається використовувати бульдозер CAT D9R (або аналог). Очищення запобіжних берм необхідно проводити в тих місцях, де горизонти які знаходяться нижче, не беруть участь у процесі видобутку та розкриття, за умови виведення людей і механізмів із зони скочування шматків породи з укосів уступів (із встановленням попереджувальних знаків).

Кар'єрний транспорт

При відпрацюванні кар'єру, транспортування розкривних порід на ділянки гірничотехнічної рекультивації і корисної копалини на майданчик комплексу по збагаченню гематитових кварцитів, передбачено виконувати автомобільним транспортом. Відповідно до завдання на проектування для вилучення розкривних порід і корисної копалини використовуються екскаватори TEREX RH 40-E з ємністю ковша 5-7 м³ (або аналог). Для транспортування гірничої маси використовуються автосамоскиди «HOWO» вантажопідйомністю 40 т (або аналог) і автосамоскиди «SANY» вантажопідйомністю 60т (або аналог). Річна потужність кар'єру по корисній копалині становить 1600 тис. т на рік. Річна потужність кар'єру по вийманню розкривних порід становить 4448 тис.м³ (12899 тис. Т). Вантажопотік розподіляється наступним чином:

Продовження додатку Ж

– корисна копалина в обсязі 1600 тис. т, екскаватором типу «пряма лопата» TEREX RH 40-E з ємністю ковша 7 м^3 , та екскаваторами DOOSAN DX520LCA типу «зворотна лопата» з ємністю ковша 3 м^3 , завантажуються в автосамоскиди «HOWO» або «SANY», вантажопідйомністю 40 т і 60 т відповідно, з наступним транспортуванням на комплекс по збагаченню гематитових кварцитів, який розташований на західному борту кар'єра «Південний»; Середня відстань перевезення корисної копалини становить до 4,0 км.

– розкривні породи в обсязі 4448 тис. м^3 (12899 тис.т) екскаватором типу «пряма лопата» TEREX RH 40-E з ємністю ковша 7 м^3 та екскаваторами DOOSAN DX520LCA типу «зворотна лопата» з ємністю ковша 3 м^3 , завантажуються в автосамоскиди «HOWO» або «SANY», вантажопідйомністю 40 т і 60 т відповідно, та транспортуються на ділянки рекультивації, які розташовані за межами кар'єру. Середня відстань перевезення розкривних порід становить 5,0 км.

У проекті розробки родовища визначено необхідну кількість автомобільного транспорту, відповідно до прийнятих схем вантажопотоків. Результат розрахунків необхідної кількості автомобільного транспорту для виконання річних обсягів робіт наведено в таблиці Ж.4. Для виконання перевезення проєктних обсягів гірничої маси необхідно, для транспортування розкривних порід – 30 автосамоскидів, для транспортування корисної копалини – 4 автосамоскида. На існуючому підприємстві склалася мережа автомобільних доріг, що забезпечує виїзд технологічного транспорту від бази ТО до кар'єра, а також заїзди в кар'єр і з'їзди на робочі горизонти.

Примітка: 1. Середня рейсова швидкість транспорту прийнята по НТП

2. Режим роботи: 365 діб $\times$ 2 зміни $\times$ 12 годин.

3. Об'ємна вага розкриву – $2,9 \text{ т/м}^3$, корисної копалини – $3,5 \text{ т/м}^3$.

Відповідно до вантажонапруженості та типу рухомого состава технологічні автомобільні дороги в кар'єрі прийняті III-ї категорії. Згідно табл. 48 СНиП 2.05.07-91 прийняті наступні параметри автомобільних доріг: для автосамоскидів «HOWO» вантажопідйомністю 40т: ширина проїзної частини для доріг з двома смугами-10,0м;

Продовження додатка Ж

Таблиця Ж.4. Відомість розрахунку автомобільного транспорту

№ п/п	Показники розрахунків	Од. Вим.	Тип гірничої маси	
			Руда	Розкрит
			Пункт навантаження	
			Вибій	
			Пункт вивантаження	
			комплексу по збагаченню гематитових кварцитів	зона рекультивції
			Тип навантажувального обладнання	
			екскаватор TEREX RH 40	екскаватор TEREX RH 40
			Тип автосамоскидів	
			(40 т і 60 т)	(40 т і 60 т)
1	Річний обсяг перевезень		1600,0	12 899,0
2	Середньозмінний обсяг перевезень при коефіцієнті нерівномірності видачі гірничої маси 1,1		2 411	19 437
3	Середня дальність транспортування		4,0	5,0
4	Час навантаження		2,46	2,88
5	Час ходу в оба кінця		32,0	40,0
6	Час на маневри при навантаженні та вивантаженні		2,2	2,2
7	Час затримки автосамоскида в рейсі		2	2
8	Час розвантаження		1	1
9	Повний час оберт		39,7	48,1
10	Кількість рейсів одного самоскида в зміну з урахуванням коефіцієнта використання рухливого складу за часом		16	13
11	Продуктивність автосамоскида		800	650
12	Розрахункова кількість автосамоскидів		3,01	29,90
13	Робочий парк автосамоскидів		4	30
14	Обсяг перевізної роботи		6 400	64 495
15	Середньозмінний пробіг автосамоскида		128	130
16	Річна продуктивність одного автосамоскида		584	475

- ширина проїзної частини для доріг з однією смугою – 5,5 м;
- ширина узбіччя – 2,5 м;
- радіус кривих у плані не менш 20-25 м;
- максимальний ухил на з'їздах – 80%.

Для автосамоскидів «SANY» вантажопідйомністю 60 т:

- ширина проїзної частини для доріг з двома смугами – 11,5 м;

Продовження додатка Ж

- ширина проїзної частини для доріг з однією смугою – 6,0 м;
- ширина узбіччя – 2,5 м;
- радіус кривих у плані не менш 20-25 м;
- максимальний ухил на з'їздах – 80‰.

Висота запобіжного ґрунтового вала прийнята згідно СНіП 2.05.07-91 «ПРОМИСЛОВИЙ ТРАНСПОРТ» (п. 5.105, 5.106) та відповідає вимогам НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом»: для автосамоскидів «HOWO» (40 т) – 1,0 м; для автосамоскидів «SANY» (60 т) – 1,1 м. Внутрішньокар'єрні автодороги проходять по скельних породах і влаштовуються із шаром щебеню товщиною 10-15 см, для вирівнювання, з використанням грейдера та бульдозера.

Відвальне господарство

Розкривні породи кар'єра «Південний» передбачається розміщувати для засипання (гірничо-технічна рекультивация) ділянок зони зрушення земної поверхні та утворення воронок від впливу підземних гірничих робіт шахти ім. Артема.

Ділянки засипання зони зрушення земної поверхні та утворення воронок, що підлягають засипці, розташовані в межах гірничого відводу шахтоуправління з підземного видобутку руди ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», висячому боці покладу за межами контурів кар'єра «Південний», в осях 24-191 від ЛСП + 750 до +1350. Складування розкривних порід (гірничо-технічна рекультивация) передбачено виконувати на територіях, де процеси зрушення припинилися або загасають.

На сьогоднішній день вільна ємність залишилася в осях 31 ... 103, де можливо розмістити 2,6 млн. м³ розкривних порід. Подальше розміщення розкривних порід можливо на ділянках зони зрушення земної поверхні та утворення воронок, які розташовані в осях 103 ... 191. На ділянці зони зрушення, в маркшейдерських осях 103...191, можливо розмістити 5,2 млн.м³ розкривних порід, до позначки плюс 90 м. Виходячи із готовності території, засипку ділянок зони зрушення передбачається проводити поетапно, в міру відпрацювання підземних покладів і отримання

Продовження додатка Ж

висновків спеціалізованої організації про можливість безпечного використання ділянки зони зрушення для складування порожніх порід і рекультивації порушених земель, з урахуванням розвитку підземних гірничих робіт при розробці горизонту (1135 м) шахти ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

При загальному обсязі розкривних порід в контурі кар'єру 32748 тис. м³, у відвалах необхідно розмістити $32748 \text{ тис. м}^3 - 2600 \text{ тис. м}^3 - 5200 \text{ тис. м}^3 = 24\,948 \text{ тис. м}^3$ розкривних порід. З урахуванням коефіцієнта залишкового розпушення ґрунтів у відвалах ($K=1,15$), необхідна місткість відвалів складе $(24\,948 \times 1,15) = 28\,690 \text{ тис. м}^3$. Залишок розкривних порід обсягом 24 948 тис.м³, можливо розмістити в зонах зрушення земної поверхні та утворення воронок від підземної розробки, а також (при умові узгодження з ТОВ «УГК») можливо складування розкривних порід у виробленому просторі кар'єру «Північний», для проведення робіт з гірничо-технічної рекультивації та інші погоджені місця проведення гірничотехнічної та біологічної рекультивації інших гірничодобувних підприємств.

Середньорічні обсяги складування розкривних порід наведені в таблиці Ж.5.

Таблиця Ж.5 Середньорічні обсяги складування розкривних порід

Найменування показників	Рік експлуатації кар'єру та місця складування розкривних порід						
	в осях 31-191	в осях 31-191	в міру відпрацювання підземних покладів і отримання висновків спеціалізованої організації про можливість безпечного використання ділянки зони зрушення для складування порожніх порід та у погодженні місця для проведення гірничо-технічної рекультивації інших гірничодобувних підприємств.				
			1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Річний обсяг складування розкривних робіт, тис.м ³	4448	4448	4448	4448	4448	4448	4448

Засипання (гірничо-технічна рекультивація) відпрацьованого простору кар'єру «Північний» і ділянок зони зрушення земної поверхні та утворення воронок буде проводитися з використанням бульдозерного способу відвалоутворення, що в даних умовах є єдиним безпечним способом. Складування порід здійснюється широким фронтом (не менше 100м) із висотою уступу 30-40 м, до позначки поверхні +90 м.

Продовження додатка Ж

Засипання зони воронок здійснюється від існуючого насипу під автодороги «Техбаза-кладовище Західне». Просування відвального фронту здійснюється на північний захід від насипу.

Процес проведення гірничо-технічної рекультивації включає розвантаження автосамоскидів на верхньому майданчику відвального уступу, переміщення порід під укіс відвалу та планування поверхні ярусу відвалу. Розвантаження транспортних засобів здійснюється за призмою обвалення порід. Породу, що залишилася, бульдозер зіштовхує під укіс і виконує планування з утворенням запобіжного насипу. Для обмеження руху транспорту заднім ходом на розвантажувальних майданчиках створюється запобіжний вал висотою не менш 0,5 діаметра колеса автосамоскида найбільшої вантажопідйомності, який застосовується для перевезення гірничої маси та надається ухил до поверхні відвалу до 3° , спрямований від брівки відвального уступу до його центру. Згідно з розрахунком, який виконано в науково-дослідній роботі «Геомеханічне обґрунтування стійкості бортів, уступів, груп уступів кар'єра «Південний», розвантаження автосамоскидів слід проводити на відстані не ближче 5 м від укосу уступу. Розкриті породи з кар'єру на ділянки рекультивації транспортуються автосамоскидами «HOWO» вантажопідйомністю 40т і автосамоскидами «SANY» вантажопідйомністю 60 т (або аналог).

Обсяг розкритих порід, який щорічно необхідно складувати на ділянки рекультивації становить 4448 тис.м³. Об'єм породи, що підлягає зіштовхуванню бульдозерами на відвалі, визначаємо з урахуванням відвального коефіцієнта, який показує відношення об'єму порід, що залишається біля верхньої брівки відвального уступу після розвантаження автосамоскидів, до загального об'єму породи, що надходить у відвал автотранспортом. З урахуванням відвального коефіцієнту (скельних порід-0,6), об'єм породи, що підлягає зіштовхуванню бульдозерами на відвалі складе 2669 тис.м³. Відвалоутворення здійснюється

Продовження додатка Ж

бульдозерами потужністю 400 к.с. – CAT D9R (або аналог). Продуктивність бульдозера CAT D9R визначається:

$$Q_s = q_{см} \cdot N_{р.см} \cdot k_u \cdot k_g \cdot k_{см}, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (\text{Ж.5})$$

де: $q_{см}$ – продуктивність бульдозера на відвальних роботах за 8-ми годинну робочу зміну (2400 м³/зміну);

$N_{р.см.}$ – кількість робочих змін на рік (545).

k_u – коефіцієнт, використання змінного часу (0,7).

k_g – коефіцієнт, що враховує вікову структуру обладнання (0,85).

$k_{см}$ – коефіцієнт, який враховує роботу обладнання при тривалості зміни 12 годин (1,25);

Таким чином, максимально можлива продуктивність бульдозера CAT D9R (або аналог) на відвальних роботах складе: $Q_o = 2400 \cdot 545 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 1,25 = 970000 \text{ м}^3/\text{рік};$

Враховуючі річні обсяги виїмки і складування розкривних порід, необхідно 3 бульдозера для виконання робіт з відвалоутворення. Щорічно місця складування розкривних порід необхідно погоджувати з ШУ ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» або з іншими гірничодобувними підприємствами.

ДОДАТОК 3

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

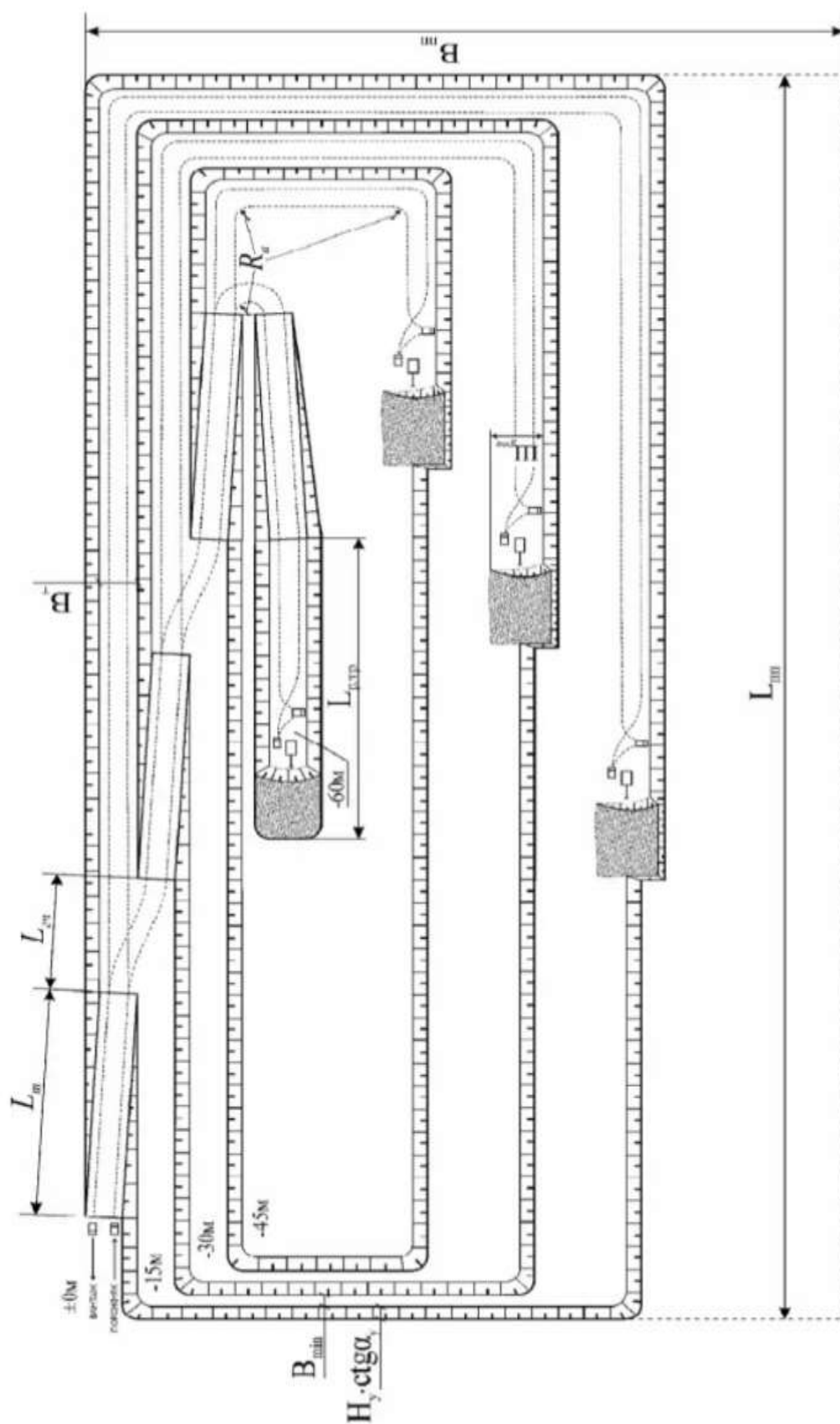


Рис. 3.1 Схема до виконання основної частини КБР (комбінована форма траси)

Продовження додатка 32

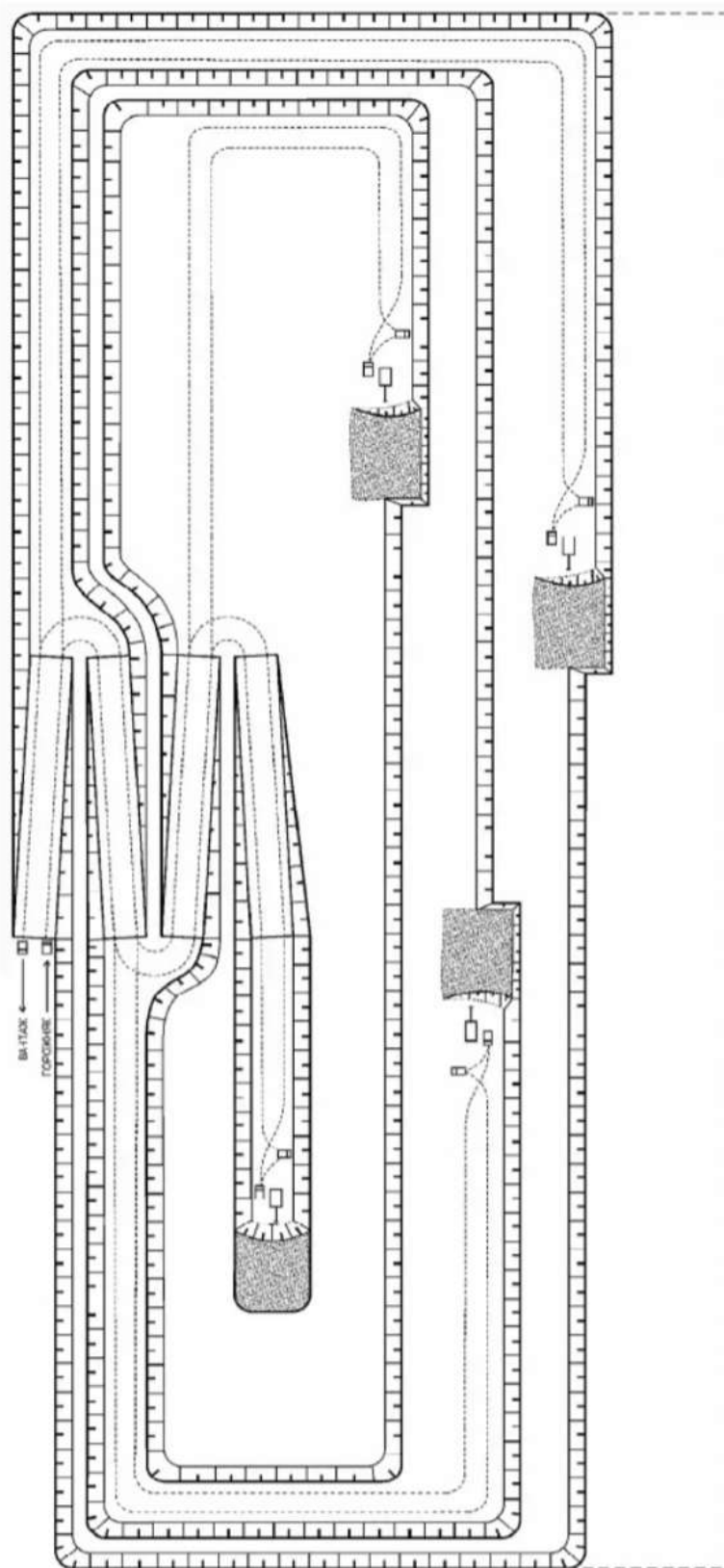


Рис. 3.2 Схема до виконання основної частини роботи (петльова та тупикова форма траси).
Основні розміри аналогічні попередній схемі додатку 31

ДОДАТОК 33

**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).

ДОДАТОК И

Таблиця И.1 Екологічні проблеми відкритої розробки родовища та заходи з їх мінімізації

№	Тип екологічної проблеми	Основні негативні наслідки	Заходи з мінімізації
1	Порушення ландшафту	Формування котлованів, зміна рельєфу, ерозія ґрунтів	Планування уступів, каскадна схема розкриву, рекультивація територій після видобутку
2	Забруднення водних ресурсів	Потрапляння суспензій, металів у річки та ґрунтові води	Водовідведення, очисні споруди, контроль стоку та створення штучних водотоків
3	Пилові викиди	Зниження якості повітря, негативний вплив на здоров'я людей і флору	Пилопригнічувальні системи, зволоження доріг, встановлення пиловловлювачів на дробильно-збагачувальних лініях
4	Шумове навантаження	Порушення біорізноманіття, негативний вплив на здоров'я персоналу	Використання шумознижувальної техніки, акустичні бар'єри, зонування робочих майданчиків
5	Деградація ґрунтів та рослинності	Втрата родючого шару, зниження чисельності видів флори і фауни	Зняття і зберігання родючого шару, рекультивація, озеленення відвалів
6	Викиди парникових газів та енергоспоживання	CO ₂ та інші викиди, підвищене споживання енергії	Використання енергоефективної техніки, оптимізація технологічних процесів, перехід на електротранспорт там, де можливо

Продовження додатка И

Таблиця И.2 Система протиаварійного захисту та безпеки праці на кар'єрі Південний

№	Тип ризику / небезпечної ситуації	Основні загрози	Технічні заходи	Організаційні заходи	Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)
1	Обвали порід та уступів	Травмування персоналу, затоплення робочих ділянок	Моніторинг стійкості уступів та відвалів, інклінометри, датчики осідань	Планування робочих уступів, контроль за дотриманням технології буропідричних робіт	Каски, спецодяг, захисні черевики
2	Вибухові роботи	Неконтрольовані вибухи, уламки порід	Використання сучасних детонаторів, регламентовані схеми заряду	Інструктажі, контроль за проведенням вибухів, тренування персоналу	Захисні окуляри, каски, рукавиці
3	Транспортні аварії	Потрапляння під рухому техніку, зіткнення	Системи автоматичного гальмування, сигналізація наближення	Організація руху, маршрути транспорту, контроль швидкості	Жилети з підвищеною видимістю, каски
4	Пожежі	Руйнування обладнання, травми	Пожежні гідранти, переносні вогнегасники	Протипожежні інструкції, навчання, плани евакуації	Захисний одяг, рукавиці
5	Шум та вібрації	Порушення слуху, зниження працездатності	Шумознижувальна техніка, акустичні бар'єри	Зонування робочих майданчиків, контроль часу роботи	Протишумові навушники
6	Контакт із промисловими речовинами	Отруєння, подразнення шкіри та слизових	Герметизація та контроль витоків технологічних рідин	Інструктажі, контроль за зберіганням і використанням	Рукавиці, окуляри, респіратори
7	Надзвичайні ситуації (аварії, затоплення)	Травми, загибель персоналу	Системи спостереження, сигналізації	План дій при аваріях, регулярні тренування	Універсальні ЗІЗ за типом аварії

Продовження додатка И

Таблиця И.3 Небезпечні та шкідливі фактори на ВГР кар'єру Південний та заходи з їх мінімізації

№	Тип фактора	Основні негативні наслідки	Заходи з мінімізації
1	Фізичні (шум, вібрації, кліматичні умови)	Зниження працездатності, порушення слуху, тепловий або холододовий стрес	Протишумові навушники, регламент робочого часу, чергування працівників, захисний одяг, контроль метеоумов
2	Механічні (рухома техніка, падіння порід, буропідливні роботи)	Травми, ушкодження опорно-рухового апарату, смертельні випадки	Автоматизація процесів, сигналізація та огороження небезпечних зон, контроль маршрутів транспорту, дотримання технології вибухових робіт
3	Хімічні та пилові (пил рудних порід, гази вибухових речовин, технічні масла)	Респіраторні захворювання, отруєння, подразнення шкіри та слизових	Використання респіраторів, пилопригнічувальні системи, герметизація технологічного обладнання, регулярний контроль забруднення повітря
4	Психофізіологічні (перевантаження, стрес, монотонна робота)	Втома, зниження уваги, підвищений ризик аварій	Регламентування робочого часу, чергування, навчання та інструктаж, психологічна підтримка
5	Кліматичні та природні (сонячна радіація, опади, вітер)	Сонячні опіки, зниження видимості, травми через погодні умови	Засоби індивідуального захисту (захисні окуляри, головні убори), адаптація робочого графіка до погодних умов, забезпечення притулків для персоналу

 Метадані



ДОКУМЕНТ

Заголовок

184-01 Д-3

Науковий керівник / Експерт

Шмельцер К.О.

ІД документа

334158305



ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

підрозділ

STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS AND TECHNOLOGY



ЗВІТ

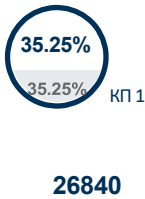
Дата звіту

6/3/2026

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		31
Інтервали		0
Мікропробіли		0
Білі знаки		0
Парафрази (SmartMarks)		492



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

Ардишева Олександра Андрійовича

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Кафедра ХТІ _____

Спеціальність 184 Гірництво

(шифр, назва)

Назва (кваліфікаційна бакалаврська робота) _____

Тема кваліфікаційної бакалаврської роботи ***Розробка родовищ залізних руд з оптимізацією розкривних робіт в кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн»***

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

Ардишева Олександра Андрійовича

(прізвище, ім'я та по-батькові)

Групи

ЗГР -22

Тема кваліфікаційної бакалаврської роботи: *Розробка родовища залізних руд з оптимізацією розкривних робіт в кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн»*

Обсяг пояснювальної записки і графічної частини:

пояснювальна записка	118 стор.;
таблиць	14 табл.;
схем і рисунків	12 рис;
листів графічної частини (демонстраційного матеріалу)	7

Якісні відмінності кваліфікаційної бакалаврської роботи

Кваліфікаційна бакалаврська робота має **інженерно-прикладний характер** і орієнтована на вирішення конкретного виробничого завдання в межах кар'єру Південний ТОВ «Рудомайн», розташованого в Криворізькому залізорудному басейну. При проведенні дослідження використані реальні або типові для Кривбасу параметри: висота уступу; коефіцієнт розкриття; фізико-механічні властивості порід ділянок №2 та №3 обраного родовища. В роботі виконані класичні розрахунки: параметрів уступу; коефіцієнта розкриття; щорічних об'ємів розкривних робіт; питомої витрати вибухових речовин в кар'єрі; визначення оптимальної ширини нормального і мінімального робочого майданчика; розрахунок обсягу 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 потенційні обсяги розкривних робіт. Зокрема, аналіз геологічної будови родовища; визначення фізико-механічних властивостей порід; оцінка умов залягання рудних тіл дозволяють врахувати вплив геологічних факторів на обсяги розкривних робіт та вибір технології їх виконання. Дослідження базується на комплексному поєднанні: **гірничо-геологічного аналізу** умов родовища; **інженерних розрахунків** параметрів кар'єру; **порівняльного аналізу варіантів** ведення розкривних робіт. 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 схеми розкривних робіт.

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 товариства; орієнтація на типові технологічні рішення. У роботі використано переважно класичні інженерні методи розрахунку технологічних параметрів. Відсутнє застосування сучасних підходів, таких як 3D-моделювання або цифрові технології планування гірничих робіт. Геологічні умови родовища розглянуті дещо узагальнено, без детального аналізу неоднорідності порід і контактних зон.

Оптимізація розкривних робіт 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 залізорудної сировини). 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 проєкт локальної оптимізації гірничого виробництва з достатньою ступеню обґрунтованості і потенційною можливістю практичного впровадження рекомендацій та запропонованих технологічних і організаційно-управлінських рішень в умовах кар'єру Південний Кривбасу. Обґрунтована доцільність врахування сучасних методів оптимізації розкривних робіт у залізородних кар'єрах, які включають: - *моделі інтегрованого планування*, що враховують як виймання корисної копалини, так і розкривних порід в кар'єрі; - *комбіновані математичні алгоритми та MIP-моделі (Mixed Integer Programming, укр. — змішане цілочисельне програмування)* — це клас математичних моделей оптимізації, де частина змінних може приймати лише **цїлі значення**, а інша частина — **дійсні (неперервні)**), що оптимізують графіки гірничих робіт і транспортні маршрути одночасно; - *штучний інтелект і машинне навчання*, що підвищують точність і адаптивність технологічних та управлінських рішень з дотримання раціональних параметрів видобутку корисних копалин в кар'єрі; - *реальні практичні підходи* – включення площ внутрішніх відвалів та інших операційних концепцій для зниження витрат гірничого виробництва. Вдало використані розрахунково-аналітичні методи, які включають: визначення параметрів уступів (висота, ширина, кут укосу); розрахунок коефіцієнта розкриву; визначення обсягів розкривних порід; розрахунок продуктивності гірничого обладнання. Розрахунки виконувались за діючими нормативними методиками у вітчизняній галузі гірництва. Як критерій оптимізації запропонованих заходів використовується мінімізація обсягів розкриву в кар'єрі. Інформаційною основою самостійно проведених здобувачем в роботі інженерно-технологічних розрахунків становили: геологічні та технічні дані кар'єру «Південний» у відповідності до фактичних показників щорічних звітів виконання виробничої програми підприємства; нормативні документи у галузі гірництва; наукові публікації з оптимізації буровибухових і розкривних робіт 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 кар'єру Південний, що забезпечує практичну цінність отриманих результатів. Бакалаврська робота містить конкретні рекомендації для кар'єру Південний: 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 параметрів розкривних робіт; зниження коефіцієнта розкриву; підвищення ефективності розробки родовища; формування практичних рекомендацій для підприємства ТОВ «Рудомайн» 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 Південний. Це забезпечує потенційну можливість отримання обґрунтованих і реалізованих результатів, спрямованих на підвищення ефективності розкривних робіт у межах досліджуваного родовища навіть в умовах прийняття підвищених екологічних вимог та збереження тенденцій невизначеності на зовнішніх ринках залізовмісткої продукції. Виконана робота відповідає вимогам до кваліфікаційних бакалаврських робіт за спеціальністю 184 «Гірництво», має практичну спрямованість і може бути використана для вдосконалення виробництва розкривних робіт на 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

Розробка родовища залізних руд з оптимізацією розкривних робіт в кар'єрі

Південний ТОВ «Рудомайн»

Здобувача

Ардишев Олександр Андрійович

Групи ЗГР -22
Тема кваліфікаційної бакалаврської роботи
Тема основної (спеціальної) частини кваліфікаційної роботи <i>Розрахувати технологічні параметри умовного кар'єру згідно даних свого варіанту</i>
Переваги кваліфікаційної бакалаврської роботи
Тема є актуальною, оскільки ефективність розкривних робіт значною мірою впливає на собівартість і якість залізних руд у кар'єрах Кривбасу. Кар'єр «Південний» є репрезентативним для Криворізького регіону, тому дослідження має практичну значущість для гірничодобувного підприємства Рудомайн. Розглянуто можливості підвищення ефективності виробництва розкривних робіт за рахунок обґрунтування раціональних параметрів кар'єру, таких як висота і ширина уступів, схема відпрацювання та зниження коефіцієнта розкриву на родовищі, що особливо важливо для отримання економії експлуатаційних витрат видобутку сировини при посиленні екологічних вимог, збільшенні вартості енергоресурсів, загострення логістичних проблем та збереження тенденцій несприятливих умов реалізації вітчизняної залізничної продукції на зовнішніх ринках.
Недоліки кваліфікаційної бакалаврської роботи
Новизна хоча і носить прикладний характер: адаптація існуючих методів оптимізації розкривних робіт до умов конкретного кар'єру, зокрема за рахунок зменшення коефіцієнта розкриву та зниження собівартості видобутку руди, що дозволяє потенційно підвищити ефективність гірничого виробництва, однак розглянута без відповідного техніко-економічного обґрунтування результатів дослідження, тому базуються лише на реальних гірничо-геологічних даних і інженерних розрахунках технологічних параметрів видобутку залізничної сировини з оцінкою ефекта через зниження обсягів розкриву та витрат на виконання гірничих робіт, скорочення витрат на транспортування гірничої маси, а також підвищення продуктивності технологічного обладнання
Рекомендації: Незважаючи на виявлені недоліки, робота відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт за спеціальністю 184 «Гірництво», має практичну спрямованість і може бути використана для вдосконалення розкривних робіт в кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн», 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 з оптимізацією розкривних робіт в кар'єрі Південний
ТОВ «Рудомайн»***

(назва)

автором або виконавцем якої є:

Ардишев Олександр Андрійович

(ПІБ)

кафедра Хімічних технологій та інженерії,

(структурний підрозділ, кафедра, лабораторія)

обсягом 119 сторінок друкованого тексту перевірено програмно-технічним засобом
«StrakePlagiarism».

Рівень схожості тексту в роботі становить 35,25 %.

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, **Ардишев Олександр Андрійович**, підтримую політику Державного університету економіки і технологій з академічної доброчесності і відкритого доступу. Стверджую, що кваліфікаційна бакалаврська робота (***Розробка родовища залізних руд з оптимізацією розкривних робіт в кар'єрі Південний ТОВ «Рудомайн»***) 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, Ардишев Олександр Андрійович, здобувач III курсу, групи ЗГР-22 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