

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Навчально-науковий інститут природокористування
(інститут)

Кафедра Відкритих гірничих робіт
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню _____ *магістра*
освітньо-кваліфікаційний рівень

студента _____ *Харчика Миколи Сергійовича*

академічної групи _____ *184м-183-8*

спеціальності: _____ *184 Гірництво*

спеціалізації¹ _____ *«Відкрита розробка родовищ»*

за освітньо-професійною програмою _____ *«Гірництво»*

на тему: «Обґрунтування раціонального виймально-навантажувального комплексу при відпрацюванні розкривних порід при розробці Єристівського родовища залізистих кварцитів у Полтавській області».
(назва за наказом ректора)

<i>Керівники</i>	<i>Прізвище, ініціали</i>	<i>Оцінка за шкалою</i>		<i>Підпис</i>
		<i>рейтинговою</i>	<i>інституційною</i>	
<i>кваліфікаційної роботи</i>	<i>Череп А.Ю.</i>			
<i>розділів:</i>	<i>Череп А.Ю.</i>			

<i>Рецензент</i>	<i>Гриценко Л.С.</i>			
------------------	----------------------	--	--	--

<i>Нормоконтролер</i>	<i>Пчолкін Г.Д.</i>			
-----------------------	---------------------	--	--	--

Дніпро
2019

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри

Відкритих гірничих робіт

Б.Ю. Собко

(підпис)

«__» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеня магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту Харчику Миколі Сергійовичу

академічної групи 184м-183-8

спеціальності: 184 Гірництво

спеціалізації^d «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою «Гірництво»

на тему: «Обґрунтування раціонального виймально-навантажувального комплексу при відпрацюванні розкривних порід при розробці Єристівського родовища залізистих кварцитів у Полтавській області».

(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від

№ _____

<i>Розділ</i>	<i>Найменування етапів роботи</i>	<i>Термін виконання</i>
<i>Розділ 1</i>	<i>Загальні положення та вихідні данні</i>	<i>30.10.2018</i>
<i>Розділ 2</i>	<i>Технологічний розділ</i>	<i>10.11.2018</i>
<i>Розділ 3</i>	<i>Обґрунтування раціонального гірничо-транспортного комплексу при відпрацюванні порід розкриву</i>	<i>05.12.2018</i>
<i>Розділ 4</i>	<i>Охорона праці та безпека ведення гірничих робіт</i>	<i>10.12.2018</i>

Дата видачі завдання: 14.10.2018 р.

Термін подання дипломного проекту до ДЕК _____

Завдання видав _____ А.Ю. Череп

Завдання прийняв до виконання _____ М.С. Харчик

РЕФЕРАТ

Структура та об'єм роботи: 70 сторінок, 10 малюнків, 9 таблиць, 43 літературних джерела, 3 додатка та 13 презентаційних слайдів.

Об'єкт досліджень: процеси виймально-навантажувальних робіт при відпрацьовуванні розкривних порід.

Предмет дослідження: виймально-навантажувальні роботи із застосуванням комплексів «екскаватор-драглайн + автосамоскид» і «екскаватор-пряма лопата + автосамоскид».

Мета роботи: вибір та обґрунтування раціонального гірничотранспортного комплексу при відпрацьовуванні розкривних порід в умовах Єристівського родовища залізистих кварцитів.

У дипломній роботі використаний графоаналітичний *метод досліджень*, що дозволило встановити раціональний комплекс для ведення виймально-навантажувальних робіт при відпрацьовуванні розкривних порід.

У вступі підкреслюється актуальність обґрунтування раціонального гірничотранспортного комплексу при відпрацьовуванні розкривних порід в умовах Єристівського родовища залізистих кварцитів.

У першому розділі наведені загальні відомості про Єристівське родовище залізистих кварцитів: вихідні матеріали, сучасне положення гірничих робіт на кар'єрі, геологічні й гідрогеологічні умови розробки ділянки, фізико-механічні властивості гірничих порід.

У другому розділі наведений короткий опис сучасного стану гірничих робіт, а також технологія ведення гірничих робіт на кар'єрі Єристівського родовища, розраховані основні параметри системи розробки, наведені показники транспортного комплексу підприємства, зроблений розрахунок пропускної та провізної спроможностей кар'єрних трас, визначено продуктивність виймально-навантажувального устаткування, а також потреби в устаткуванні на розкривних роботах.

У дослідницькому розділі проведений огляд літературних джерел по обґрунтуванню ефективності технологічних схем і параметрів гірничотранспортного устаткування, поставлені та вирішені задачі з обґрунтування технологічної схеми роботи комплексів циклічної дії при розробці розкриву в умовах Єристівського родовища.

У заключному розділі наведені основні вимоги до охорони праці й дотримання безпечних умов виробництва гірничих робіт на кар'єрі, наведені міри боротьби з пилом, заходи щодо охорони навколишнього середовища, техніка безпеки по створенню безпечних і здорових умов праці на кар'єрі.

Ефективність й оригінальність отриманих результатів:

- виявлені фактори, що впливають на робочі параметри комплексів гірничотранспортного встаткування при розробці Єристівського родовища;
- визначені експлуатаційні витрати при експлуатації комплексів устаткування: «ЕШ-14/50+ Cat 793» і «Terex RH-200 + Cat 793»;
- встановлена залежність між експлуатаційними витратами та відстанню транспортування, при використанні досліджуваних комплексів гірничотранспортного устаткування;
- обраний оптимальний комплекс гірничотранспортного встаткування з розглядом раціональних технологічних схем його роботи.

Галузь застосування: технологія ведення розкривних робіт на залізорудних кар'єрах.

Ключові слова: ЕКСКАВАТОР-ДРАГЛАЙН, ЕКСКАВАТОР-ЗВОРОТНА ЛОПАТА, ЗАХОДКА, УСТУП, КОМПЛЕКС ГІРНИЧОТРАНСПОРТНОГО УСТАТКУВАННЯ.

СОДЕРЖАНИЕ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВИХІДНІ ДАНІ.....	8
1.1 Загальні відомості про Єристівське родовище.....	8
1.2 Геологічна будова.....	9
1.2.1 Стратиграфія	9
1.2.2 Тектоніка. Морфологія та будова рудних покладів.....	11
1.3 Якісна характеристика корисної копалини.....	12
1.4 Запаси.....	15
1.5 Гідрогеологічні умови експлуатації	16
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	19
2.1 Положення гірничих робіт, механізація виробничих процесів	19
2.2 Границі гірничих робіт, параметри уступів і бортів кар'єру	21
2.3 Розкриття родовища, гірничо-капітальні роботи.....	24
2.4 Система розробки, параметри системи розробки	24
2.5 Кар'єрний транспорт	30
2.5.1 Розрахунок пропускної та провізної спроможностей кар'єрних трас...30	
2.5.2 Продуктивність виймально-навантажувального устаткування.....31	
2.5.3 Кількість устаткування	32
2.6 Буровибухові роботи.....	35
2.7 Відвалоутворення	36
3. ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ГІРНИЧО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ВІДПРАЦЬОВУВАННІ РОЗКРИВНИХ ПОРІД.....	39
3.1 Аналіз літературних джерел з обґрунтуванню ефективності технологічних схем і параметрів гірничотранспортного встаткування	39
3.2 Суть і задачі досліджень	41
3.3 Дослідження робочих параметрів комплексів гірського встаткування...42	
3.3. 1 Дослідження комплексу «ЕШ-14/50 + Cat-793»	42

	6
3.3.1.1 Розрахунок ширини робочої площадки	43
3.3.1.2 Продуктивність екскаватора	43
3.3.1.3 Витрати на розробку комплексом «ЕШ-14/50 + Caterpillar 793»	43
3.3.2 Дослідження комплексу «Terex RH-200 + Caterpillar 793»	46
3.3.2.1 Розрахунок ширини робочої площадки	47
3.3.2.2 Продуктивність екскаватора	48
3.3.2.3 Витрати на розробку комплексом «RH-200 + Cat-793»	48
3.3.3 Загальні техніко-економічні показники схем	51
3.3.4 Раціональні технологічні схеми роботи комплексу «ЕШ-14/50 + Caterpillar 793» при розробці м'якого розкриву	54
4. ОХОРОНА ПРАЦІ Й БЕЗПЕКА ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ	55
4.1 Основні положення	55
4.2 Провітрювання кар'єру	57
4.3 Визначення ефективного природного провітрювання кар'єру	57
4.4 Заходи щодо охорони навколишнього середовища	60
4.5 Охорона праці, промсанітарія	62
4.6 Заходу щодо запобігання аварій і катастроф	65
ВИСНОВКИ	66
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	67
Додаток А	71
Додаток Б	72
Додаток В	73

ВСТУП

Видобуток залізної руди, в Україні, є одним з пріоритетних напрямків розвитку гірничодобувної промисловості та одним з найважливіших корисних копалин для нашої держави. За останні роки значно виріс попит на залізо на світових ринках, тому досить важливою є проблема розробки нових родовищ залізистих кварцитів, нарощування темпів видобутку й удосконалення систем розробки на існуючих родовищах.

Значну частину від загальної собівартості видобутку корисної копалини на таких родовищах займають витрати на вилучення порід розкриву, витрати на виїмку порід розкриву можна істотно зменшити за рахунок застосування раціональної технологічної схеми гірничо-капітальних робіт. На рішення даної проблеми винятковий вплив має збільшення ефективності роботи комплексів гірничотранспортного устаткування. Основною проблемою є вибір раціонального «оптимального» комплексу.

Тому метою дипломної роботи є вибір та обґрунтування раціонального гірничотранспортного комплексу для виїмки розкривних порід.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначити інтенсивність зміни експлуатаційних витрат при експлуатації комплексів устаткування: «ЕШ-14/50+ Cat 793» й «Terex RH-200 + Cat 793»;

- установити залежність між експлуатаційними витратами та відстанню транспортування при використанні комплексів гірничотранспортного устаткування: «ЕШ-14/50+ Cat 793» і «Terex RH-200 + Cat 793»;

- вибір оптимального комплексу гірничотранспортного устаткування з розглядом раціональних технологічних схем роботи обраного комплексу.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВИХІДНІ ДАНІ

1.1 Загальні відомості про Єристівське родовище

Єристівське родовище залізистих кварцитів розташовано в Кременчуцькому районі Полтавської області, в 12 км на південний захід від залізничної станції Галещина та в 30 км до північного сходу від міста Кременчука.

Родовище займає площу близько 3 км², довжина родовища 4,8 км, ширина – від 0,3 до 0,7 км. Родовище є безпосереднім продовженням Лавриківського в північному напрямку й граничить із покладами Беланівського залізистих кварцитів. Відстань від родовища до міста Горішне Плавні становить 8 км. На 6 км південніше Єристівського кряжа протікає р. Дніпро, а трьома кілометрами на захід - її лівий приплив р. Псел. Розробка корисних копалин на даній ділянці проводиться в складних гідрогеологічних умовах, чому сприяє високе обводнювання території.

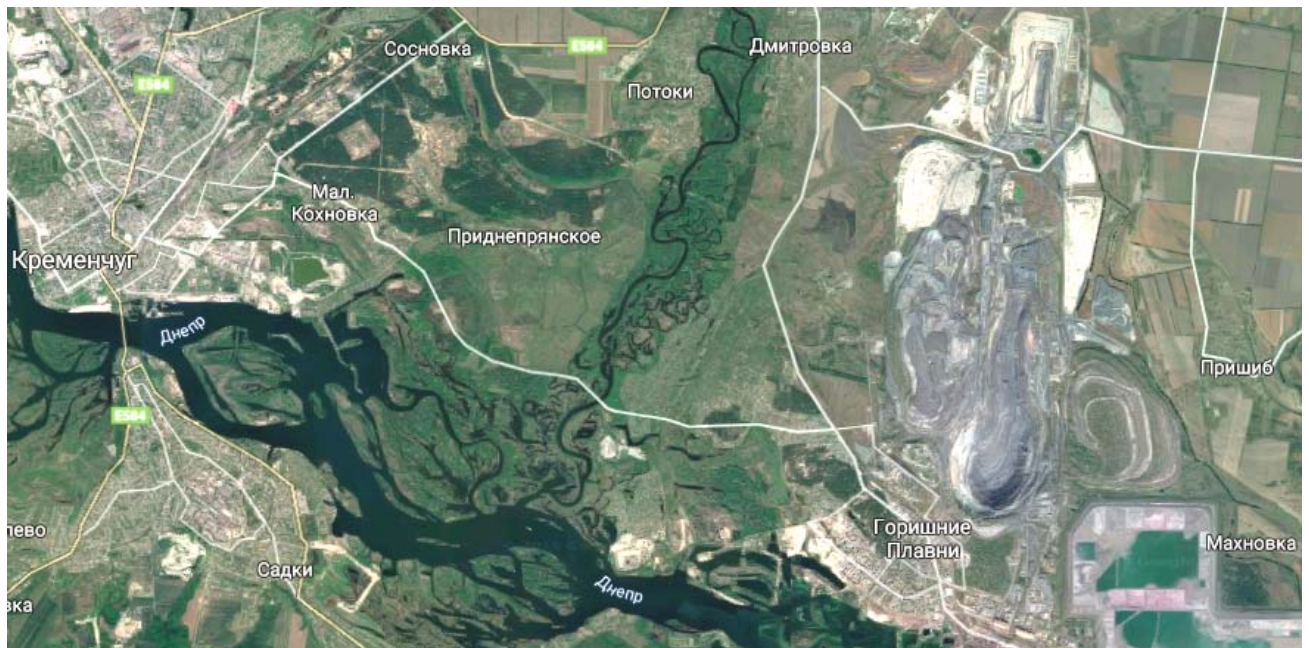


Рис. 1.1 – Ситуаційний план розташування Єристівського родовища

Транспортні умови району родовища сприятливі і представлені залізницями, автомобільними асфальтованими й ґрунтовими дорогами. Район перетинає ділянка Південної залізниці Кременчук - Полтава. Через район родовища проходять автотраси Полтава - Кременчук, Єристівка - Солониця, Поток - Горішне Плавні.

Клімат району родовища помірковано континентальний. Максимальна температура повітря в червні досягає $+40^{\circ}\text{C}$, мінімальна – у січні мінус 30°C . Середня сума річних опадів становить 450-500 мм, максимальна – 795 мм, що випадають, в основному, у літню пору.

1.2 Геологічна будова

1.2.1 Стратиграфія

Із древніх кристалічних порід у межах родовища розвинені метаморфічні утворення конско-верховцевської серії архею й криворізької серії протерозою, а також комплекси гранітоїдів [1]. У складі Криворізької серії виділяються середня й верхня свити.

Середня або саксаганська свита (K_2) представлена п'ятьма відповідно залягаючими підсвітами: K_2^1 ; K_2^2 ; K_2^3 ; K_2^4 і K_2^5 .

Нижня або сланцювата підсвіта (K_2^1) простежується по всій східній частині родовища. Представлені відкладення кварцово-слюдяними сланцям, що представляють собою сірі й темно-сірі породи з елементами сланцюватої й тонкосланцеватої текстур і гранолепідобластовою структурою.

Перша залізна підсвіта (K_2^2) підрозділяється на три пачки.

Нижня пачка (K_2^{21}) простежується не на всьому родовищі.

Середня пачка (K_2^{22}) до півночі від 32 розвідницького профілю разом з верхньою пачкою K_2^{23} , частково зрізується безіменним розломом субмеридіонального простягання, маючи тектонічний контакт безпосередньо з підсвітою K_2^3 . Пачка складена, в основному, сіросмугастими магнетитовими кварцитами з дуже рідкими малопотужними прошарками червоносмугастих і куммінгтоніто-магнетитових різностей. Середня потужність пачки становить 22 м.

Верхня пачка (K_2^{23}) простежується тільки до 30-го розвідницького профілю. Представлені відкладення червоносмугастими магнетитовими кварцитами, по составу й структурно-текстурним особливостям аналогічні кварцитам нижньої пачки, а також залізолюдково-магнетитові кварцити. Середня потужність пачки не перевищує 8 м. Потужність підсвіти K_2^2 становить 42 м.

Третя або друга залізна підсвіта (K_2^3) на родовищі користується широким розвитком, простежуючись на всьому його протязі в східній частині. Підсвіта (K_2^3) підрозділяється на чотири пачки.

Перша пачка (K_2^31) на родовищі відсутня.

Друга пачка (K_2^32) простежується на всьому протязі родовища. Складена куммінгтоніто-магнетитовими кварцитами, що перешаровуються, і кварцево-магнетито-куммінгтонітовими (біотитовими) сланцями, з великими порфіробластами магнетиту.

Третя пачка (K_2^33) також розвинена на всій протяжності родовища. Складена вона куммінгтоніто-магнетитовими кварцитами, із укрій незначною кількістю сланцевих прошарків того ж состава. Смужчатість обумовлена чередуванням рудних і нерудних прошарків, потужністю від 1-2 мм до 10-20 мм. Потужність пачки змінюється від 22 м на півночі, до 122 м на півдні.

Четверта пачка (K_2^34) простежується в південній частині родовища до півдня від 44-го розвідницького профілю. Пачка представлена слаборудними куммінгтонітовими кварцитами з магнетитом, у меншій мері, також слаборудними кварцево-магнетито-куммінгтонітовими сланцями. Потужність пачки досягає 22 м. Середня потужність підсвіти K_2^3 становить 110 м.

Четверта або друга сланцева підсвіта (K_2^4) розвинена в центральній частині родовища й простежується на всьому його простяганні. Підсвіта складена кварцево-біотитовими сланцями, місцями з малопотужними прошарками безрудних біотитових кварцитів і рідких шароподібних тіл сірчаного колчедану. *Безрудні біотитові кварцити* являють собою темно-сірі тонкозернисті породи. Потужність підсвіти змінюється від 35 до 134 м, середня - 87 м.

П'ята (третя залізна) підсвіта (K_2^5) розвинена на всьому простяганні західної частини родовища. У її составі виділяються три пачки.

Перша пачка (K_2^51) вузькою смугою простежується майже на всьому простяганні родовища. Кварцити складаються із чередуючихся сірих безрудних і темно-сірих, місцями майже чорних, і зеленувато-сірих силікатно-магнетитових прошарків, потужністю від 1-2 до 3-4 см. Потужність пачки становить 22 м.

Друга пачка (K_2^5 2), найбільш потужна в підсвіті K_2^5 , широкою смугою простежується на всьому простяганні родовища. Пачка складена, в основному, магнетитовими і куммінгтоніто-магнетитовими сіросмугастими кварцитами з рідкими малопотужними прошарками червоносмугастих магнетитових різностей. Потужність пачки коливається від 31 до 218 м, середня становить – 152 м.

Третя пачка (K_2^5 3) простежується тільки до півдня від 34 профілю. У будові пачки беруть участь червоносмугасті магнетитові та гематитові з магнетитом кварцити, серед яких зустрічаються малопотужні (2-5 м) прошарки кварцево-біотитових амортизованих сланців. Потужність пачки змінюється від 13 до 51 м, у середньому становить 36 м. Загальна потужність підсвіти K_2^5 змінюється від 41 до 284 м, середня – 210 м. Загальна потужність саксаганської свити K_2 на Єристівському родовищі змінюється від 240 до 550 м, середня становить 400 м.

Верхня або гданцевська свита (K_3), простежується в західній крайовій частині родовища на всьому його простяганні, що залягає зі стратиграфічною незгодою на залізистих кварцитах підсвіти K_2^5 саксаганської свити. Середня потужність підсвіти K_3^1 на родовищі становить 126 м. Загальна потужність утворень *криворізької серії* в межах родовища не перевищує 470 м.

1.2.2 Тектоніка. Морфологія та будова рудних покладів

У структурному відношенні район Кременчуцької магнітної аномалії ставиться до області північно-східного схилу Українського кристалічного щита, із чітко вираженим зануренням його поверхні в північно-східному напрямку, у бік Дніпровсько-Донецької западини під кутом 3-5°, і являє собою північну частину крайового Криворізько-Кременчуцького прогину протерозойської геосинкліналі [1].

Територія Єристівського родовища структурно перебуває в межах східного крила Горішне-Плавнінської синкліналі. Загальне падіння порід західне круте (70-85°), однак біля поверхні фундаменту майже повсюдно – східне під кутом 80-88°. У районі родовища спостерігаються два розлами: Головний та Єристівський.

Простягання Головного розламу СВ – 10°, падіння площини розламу західне під кутом 75-85°. Зона Головного розламу простежується у вигляді широкої смуги (потужністю 40-80 м) інтенсивно роздроблених, милонитизованих порід. Західна частина зони Головного розламу проходить по гранітоїдам, східна - по уламкових породах верхньої свити.

Єристівський розлам скидо-зсувного характеру простежується до сходу від Головного й має з ним майже паралельне простягання. Падіння розламу західне, в основному, під кутом 75-85°. Зона розламу простежується у вигляді вузької смуги інтенсивно тріщинуватих порід потужністю 20-40 м.

1.3 Якісна характеристика корисної копалини

Залізисті кварцити Єристівського родовища відносяться до магнетитового типу залізних руд і діляться на дві підрізновидності: червоно – і сіросмугасті. *Червоносмугасті магнетитові кварцити* складають нижню й верхню пачки K_2^{21} і K_2^{23} підсвити K_2^2 і верхню пачку K_2^{53} підсвити K_2^5 ; у невеликих кількостях, у вигляді малопотужних прошарків, зустрічаються в середній пачці K_2^{52} підсвити K_2^5 [1].

Головними породоутворюючими мінералами їх є: кварц (30-55 %), магнетит (25-40 %), часто є присутнім гематит і залізна слюда (2-15 %), куммінгтоніт (до 7 %), рибекит (до 6 %), безбарвна слюда (до 5 %), зелений біотит (до 5 %) і залізистий карбонат (5-10 %). Зміст заліза загального в червоносмугастих магнетитових кварцитах становить 35,63-37,63 %, магнетитового – 28,08-30,84 %, гематитового – 2,09-3,88 %, силікатного й карбонатного 3,25-5,92 %.

Сіросмугасті магнетитові кварцити складають середні пачки K_2^{52} і K_2^{22} підсвіт K_2^5 і K_2^2 . Головними породоутворюючими мінералами їх є: кварц (40-70 %), магнетит (20-40 %), куммінгтоніт (5-9 %), анкерит або сидерит (до 10 %). Рудний мінерал – магнетит концентрується в рудних прошарках (до 90 %). У порівнянні із червоносмугастими, сіросмугасті магнетитові кварцити трохи бідніші залізом, більше кременисті й карбонатні, містять більшу

кількість окису магнію. Зміст заліза загального в них коливається в межах 32-38 %, магнетитового – 23-31 %.

Куммінгтоніто-магнетитові кварцити найбільшим поширенням користуються в третій пачці підсвиту K_2^3 (K_2^{33}), першій пачці підсвиту K_2^5 (K_2^{51}) і меншим – у другій пачці підсвиту K_2^5 (K_2^{52}) і в другій пачці підсвиту K_2^3 (K_2^{33}). На родовищі виділяється три промислових рудних поклади залізистих кварцитів: підсвіт K_2^5 , K_2^2 і пачки K_2^{33} , а також непромислова в теперішній час – пачки K_2^{32} . Основний є поклад залізистих кварцитів підсвиту K_2^5 .

Поклад підсвиту K_2^5 , по мінералогічному составу, на родовищі підрозділяється на дві частини: південну центральну й північну. Границею їх поділу є 32 розвідницький профіль.

Південна центральна частина складена червоносмугастими магнетитовими кварцитами пачки K_2^{53} , а також сіросмугастими магнетитовими, частиною куммінгтоніто-магнетитовими кварцитами пачки K_2^{52} і куммінгтоніто-магнетитовими кварцитами пачки K_2^{51} . По даним рядових проб зміст заліза в покладі коливається в широкому діапазоні: загального – 2,67-48,75 %, магнетитового – 1,00-40,72 %. Мінімальні значення змістів заліза доводяться на малопотужні внутрішньорудні прошарки некондиційних по якості кварцево-біотитових з магнетитом сланців. Максимальні змісти заліза зустрічаються в одиничних рядових пробах. Середні змісти заліза по підрахунковим інтервалам змінюються в такий спосіб: по залізу загальному – 25,52-41,74 %, магнетитовому – 14,82-34,39 %. Високі змісти заліза приурочені до підрахункових інтервалів червоносмугастих магнетитових кварцитів пачки K_2^{53} .

Поклад підсвиту K_2^2 складений червоносмугастими магнетитовими кварцитами пачок K_2^{21} і K_2^{23} , і сірополосчатими кварцитами пачки K_2^{22} . У складі покладу досить рідко зустрічаються некондиційні по якості прошарки кварцево-біотитових з магнетитом, іноді із гранатом сланців потужністю, що не перевищує 2 м. По даним рядових проб зміст заліза в покладі коливається в межах: загального – від 13,05 до 46,78 %, магнетитового – від 7,17 до 41,01 %. Мінімальні значення змісту заліза доводяться на малопотужні внутрішньорудні прошарки некондиційних по якості кварцево-біотитових

сланців з магнетитом. Максимальні змісти заліза зустрічаються досить рідко в одиничних рядових пробах. Середній зміст заліза по підрахунковим інтервалам змінюється в такий спосіб: по загальному залізу – 31,53-41,73 %, магнетитовому – 21,81-33,55.

Шкідливими домішками в покладі магнетитових кварцитах є фосфор, пов'язаний з апатитом і сірка – з піритом. У середньому вони містять фосфору – 0,036 %, сірки – 0,14 %. Закономірність у їхньому розподілі по падінню й простяганню покладу не встановлюється.

Поклад пачки K_2^3Z складена сірополосчатыми куммінгтоніто-магнетитовими кварцитами. Ділянками у вигляді малопотужних прошарків (до 1-2 м) у них зустрічаються некондиційні по якості кварцево-магнетито-куммінгтонітові сланці.

Шкідливими домішками в куммінгтоніто-магнетитових кварцитах покладу є фосфор, пов'язаний з апатитом і сірка – спритом. Середній зміст сірки по покладу 0,10 %, фосфору – 0,03 %. Закономірність у їхньому поширенні по падінню й простяганню покладу не встановлюється.

Вміщуючі породи представлені некондиційними по якості куммінгтоніто-магнетитовими кварцитами й кварцево-біотитовими сланцями, а також оторочками гематитових кварцитів (зміст заліза загального від 17, 0 до 29, 73 %, магнетитового - від 7, 35 до 15, 20 %).

Рудоносність свити K_2^5 по падінню змінюється в значні (до 11,38 %) межах. Зміни змісту Fe у рудах підсвити K_2^2 виражено в зниженні змістів $Fe_{общ.}$ і $Fe_{магн.}$ с глибиною. Закономірності в коливаннях змістів по пачці K_2^3Z не відзначено. По падінню якість пачки K_2^3Z є відносно витриманою (діапазон змін змісту $Fe_{общ.}$ 1,27-1,52 %, $Fe_{магн.}$ 1,06-1,60 %).

Розподіл заліза по рудних тілах по простяганню досить витриманий. Відхилення від середніх значень не перевищують по $Fe_{общ.}$ 0,99-1,68 абс. %, $Fe_{магн.}$ 1,07-3,75 абс. %, [1].

Таблиця 1.1 - Зміни змістів заліза по простяганню рудних тіл [1]

Рудне тіло	Fe _{общ.} , %			Fe _{магн.} , %			Відхилення від середніх змістів заліза			
	min	max	середнє	min	max	середнє	Fe _{общ.} , %		Fe _{магн.} , %	
							“+”	“-”	“+”	“-”
<i>По розвідницьких профілях</i>										
K ⁵ ₂	33,44	35,56	34,57	24,00	28,98	27,75	1,34	0,99	3,75	1,23
K ² ₂	34,17	37,40	35,85	26,30	29,60	28,05	1,68	1,55	1,75	1,55
K ³ ₂₃	25,00	27,79	26,52	15,34	18,01	16,41	1,52	1,27	1,07	1,60
<i>По експлуатаційних горизонтах до глибини мінус 435 м</i>										
K ⁵ ₂	33,20	35,81	34,50	25,09	29,71	28,16	1,30	1,31	3,07	1,55
K ² ₂	32,87	37,71	35,64	15,84	32,03	27,22	2,77	2,07	11,4	4,81
K ³ ₂₃	25,19	28,02	26,51	14,75	18,21	16,61	1,32	1,51	1,86	1,60

1.4 Запаси

Підрахунок запасів виконаний відповідно до вимог постійних кондицій:

– мінімальний промисловий зміст заліза, пов'язаного з магнетитом, у підрахунковому блоці для рудних покладів K₂⁵ і K₂² – 21 %: для рудного покладу K₂³

– бортовий зміст заліза, пов'язаного з магнетитом, у пробі для оконтурювання балансових запасів рудних покладів K₂⁵, K₂² і K₂³ – 14 %;

– максимальна глибина підрахунку запасів - 500 м;

– підрахунок забалансових запасів рудних покладів K₂⁵, K₂² і K₂³ робити по гірничотехнічним параметрах для балансових запасів у південній і центральній частинах родовища в інтервалі 500-700 м, у північній частині родовища до глибини 300 м; рудного покладу K₂³ при бортовому змісті заліза, пов'язаного з магнетитом 14 % до глибини 500 м

– у границях підрахунку балансових запасів підрахувати об'єми порід (плагіогранітів, мігматитів, безрудних кварцитів і метапіщаників), придатних для виробництва будівельних щебенів відповідно до вимог кондицій.

Запаси Єристівського родовища, за станом на 01.01.2019 р. наведені в таблиці 1.2 [1].

Таблиця 1.2 - Балансові запаси залізистих кварцитів

Рудні поклади	Од. вим.	Категорія запасів					
		А	В	А+В	З ₁	А+В+З ₁	С ₂
K_2^5, K_2^2 і $K_2^3З$	тис.т	-	271211	271211	550952	822163	49961
у тому числі: магнетитові кварцити K_2^5, K_2^2	тис.т	-	271211	271211	476457	747668	7330
у тому числі: куммінгтоніто- магнетитові кварцити $K_2^3З$	тис.т	-	-	-	74495	74495	42631

1.5 Гідрогеологічні умови експлуатації

Гідрографічна мережа району відноситься до басейну р. Дніпро та представлена його лівим притоком р. Псел. Крім того, існує ще ряд дрібних річок з нечітко вираженими долинами, що мають тимчасовий водотік.

Єристівське родовище розташоване в області розвантаження Дніпровського артезіанського басейну. Ріка Дніпро, на якій в 1964 році створене водоймище Дніпродзержинської ГЕС, протікає в 6 км південніше родовища, а лівий приток її ріка Псел - в 3 км на захід.

На площі родовища виділені наступні водоносні горизонти:

- верхньочетвертинних сучасних алювіальних відкладень;
- палеогенових відкладень харківської свити;
- палеогенових відкладень бучакської свити;
- тріщинуватої зони кристалічних порід докембрія.

Водоносний горизонт верхньочетвертинних сучасних алювіальних відкладень укладений у пісках різної крупності. Потужність пісків змінюється від 5,0 до 22,0 м, але в більшості випадків не перевищує 10,0 м.

Глибина залягання водоносних пісків досягає 10,0 м, але в більшості випадків не перевищує 3,0-5,0 м. Покрівлею служать лессовидні суглинки, рідше супіски, нижня частина яких (до 1,0 м) обводнена й перебуває в текучому стані, нижнім водоупором служать алеврити харківської свити.

Горизонт має невеликий напір, що не перевищує 8,0 м, глибина сталих рівнів змінюється від 0,5 до 4,0 м, їхні абсолютні позначки змінюються від 69,8 до 65,0 м, знижуючись убік ріки Псел. Коефіцієнт фільтрації змінюється від 4,53 до 9,7 м/доб. Коефіцієнт водопроводимості 95-180 м²/доб.

Сумарна потужність водоносних порід змінюється від 2,0 до 10 м, становлячи в середньому 3 м. Глибина залягання покрівлі 14-20 м, глибина встановленого рівня змінюється від 0,8 до 4,2 м, абсолютні позначки рівнів (69,6-66,8 м) знижуються в напрямку до ріки Псел. Водоносний горизонт має слабкий напір, величина його не перевищує 17,0 м.

Водоносний горизонт буцакської свити приурочений до пісків різної крупності: від дрібнозернистих до середньозернистих, а також до пухких дрібнозернистих піщаників. Сумарна потужність водомістких порід змінюється від 10-12 м до 30 м у південно-східній і до 36 м у північній частині родовища. Глибина залягання покрівлі водоносного горизонту, представленої мергелями, рідше мергелястими піщаниками кийвської свити, змінюється від 42 до 53 м, подошвою служать осадові брекчії й поверхня кристалічних порід.

Водоносний горизонт містить напірні води, величина напору змінюється від 41,1 до 58,0 м, збільшуючись у північному напрямку. Абсолютні позначки п'єзометричних рівнів відповідно змінюються від 70 до 64 м.

Водоносний горизонт тріщинуватої зони кристалічних порід докембрія розповсюджений повсюдно. Водообільність тріщинуватої зони кристалічних порід докембрія визначається ступенем тріщинуватості порід, станом тріщин, умовами живлення. Потужність верхньої, найбільше водообільної зони активної тріщинуватості становить 100-150 м, збільшуючись місцями до 200 і більше метрів. У зонах тектонічних розламів тріщинуватість поширюється значно глибше. Горизонт напірний, величина напору змінюється від 55 до 115 м, але в більшості випадків не перевищує 80 м. Коефіцієнт водопровідності 20,5 м²/доб, коефіцієнт п'єзопровідності – $1,28 \times 10^4$ м²/доб. Річні амплітуди коливань змінюються від 0,16 до 0,74 м.

Результати розрахунку припливів на період експлуатації в контурі проектного кар'єру наведені в таблиці 1.3. [1].

Таблиця 1.3 - Водоприплив

Роки	Підземні води, м ³ /година		Атмосферні опади, м ³ /год.	Усього кар'єрні води, м ³ /год.	Зливові опади, тис. м ³
	дренажний комплекс	кар'єр			
2019	1230	550	106	1886	180,8
2026	900	650	142	1692	199,4
На кінець відпрацюв ання	630	820	142	1472	214,4

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Положення гірничих робіт, механізація виробничих процесів

Єристівське родовище залізистих кварцитів розвідане в 1977÷1980 р. У результаті техніко-економічного аналізу родовища рекомендований відкритий спосіб розробки шарів K_2^5 , K_2^2 , K_2^3 до глибини 500 м [1].

У цей час кар'єр працює по робочому проекту „Розкриття Єристівського родовища для підтримки потужності комбінату”, виконаному ТОВ „Южгіпроруда” [1]. Відповідно до проекту, розкриття кар'єру здійснюється в південній частині родовища в породах м'якого розкриву з позначками горизонтів +60 м, +43 м, +23 м, +10 м. При цьому погоджена робота встаткування по виїмці водонасичених порід, при необхідності, на проміжних горизонтах з позначками +50 м й +33 м. За станом на кінець 2019 року в кар'єрі розкритий горизонт -90 м. Розвиток гірничих робіт у кар'єрі відбувається в північному напрямку з подальшим поглибленням [1].

В 2019 році відвантажено з вибоїв 15,06 млн. м³ м'яких розкривних порід, в основному представлених піском четвертинного й харківського стратиграфічних горизонтів. Річні об'єми виїмки в 2019 році відповідають прийнятим у проекті розкриття Єристівського родовища. Довжина фронту гірничих робіт на кар'єрі - 1250 м.

З огляду на досить складні гірничотехнічні умови експлуатації родовища через наявність чотирьох водоносних горизонтів у пухких відкладеннях і тріщинуватій зоні кристалічних порід, гірничі роботи ведуться з попереднім осушенням ділянок відпрацювання й комплексом протизсувних заходів шляхом спорудження водознижуючих свердловин і дренажних траншів. Відповідно до гірничотехнічних умов розкриття й відпрацювання Єристівського родовища прийнята циклічна технологія гірничих робіт з навантаженням одноковшевіми екскаваторами в засоби автомобільного транспорту.

Товща розкривних порід спрацьовується з попереднім зняттям ґрунтово-рослинного шару потужністю 0,25-0,30 м. Шар ґрунту знімається бульдозером

у бурти з навантаженням екскаватором або навантажувачем в автосамоскиди та транспортуванням у склади для наступної рекультивації порушених земель. Шари м'яких розкривних порід відпрацьовуються драглайнами типу ЕШ-11/70, ЕШ-14/50 і гідравлічним екскаватором Terex RH-200 з безпосереднім навантаженням в автосамоскиди й транспортуванням породи в зовнішні відвали.

Розробка кар'єру здійснюється по транспортній системі із застосуванням великовантажних самоскидів Caterpillar 789C, Caterpillar 793D (180 й 220 тонн) із зовнішнім відвалоутворенням. Усереднення якісного состава руди, що видобувається в кар'єрі, передбачається шляхом регулювання навантаження на вибої, для чого передбачається відповідний резерв парку екскаваторів і наявність додаткових вибоїв.

Потреба у виймально-навантажувальному устаткуванні по роках експлуатації визначена з урахуванням технічних рішень, прийнятих у даному проекті. Із західної сторони відвалів А5 передбачається будівництво пунктів перевантаження руди з автомобільного транспорту в залізничний перевантажувальний пункт (ПП) +78/+70 м і ПП +76/+70 м (буферний склад) з подальшою доставкою на переробний комплекс Полтавського ГЗКа. Як виймально-навантажувальне встаткування на складі передбачений існуючий екскаватор Hitachi ZX 850LC. Для роботи на ПП придбаний фронтальний колісний навантажувач CAT 994F.

Понад 80 % скельних порід Єристівського родовища мають коефіцієнт міцності $10 \div 20$ по шкалі проф. Протод'яконова та ставляться до категорії міцних і дуже міцних, потребуючих попереднього дроблення вибуховим способом.

У якості основного виймально-навантажувального встаткування в кар'єрі для розробки м'яких порід, у тому числі водонасичених, використовуються драглайни ЕШ-11/70 й ЕШ-14/50, для розробки всіх видів порід – гідравлічні екскаватори Terex RH 200 з об'ємом ковша 28 м^3 , Bucyrus RH 340 й Caterpillar 6060 з об'ємом ковша 34 м^3 , на перевантажувальних пунктах – екскаватор Hitachi ZX 850-3L і фронтальний навантажувач Caterpillar 994H.

На планувальних, відвальних роботах, влаштуванні автоз'їздів і допоміжних роботах використовують гусеничні бульдозери Caterpillar D10T та Caterpillar D6R, колісні бульдозери Caterpillar 844H і Caterpillar 824H.

Підготовка скельних порід до виїмки здійснюється буровибуховим способом. Роботи ведуться відповідно до вимог „Типового проекту буровибухових робіт методом свердловинних і шпурових зарядів у кар'єрі ТОВ „Єристівський ГОК” і доповнень до нього. Бурові роботи виконуються власними силами підприємства – буровою ділянкою гірничого цеху. Як устаткування використовують бурові верстати шарошечного способу буріння Roc L8 й Pit Viper 275 HP з діаметром свердловин, відповідно, 165 й 250 мм. Вибухові роботи ведуться підприємством «Інтервзривпром».

2.2 Границі гірничих робіт, параметри уступів і бортів кар'єру

Територія Єристівського родовища розташована від профілю 53 на півдні до профілю 18 на півночі, а також містить у собі прилягаючі до граничних розвідницьких профілів площі довжиною до 100 м. Глибина детальної розвідки: у південній і центральній частинах – до 500 м, у північній – до 300 м. У границях запроектованого кар'єру виділяються наступні різновиди залізистих порід – магнетитів і куммінгтоніто-магнетитових кварцитів: - підсвита K_2^5 ; - підсвита K_2^2 ; - пачка K_2^3 . Основним є рудний поклад підсвिति K_2^5 . У цілому, рудні поклади витримані по простяганню, мають порівняно нескладну морфологію та просту внутрішню будову [1]. Ділянка запасів, яка залишилася за північною границею кар'єру, характеризується помітно гіршими технологічними властивостями залізистих кварцитів підсвिति K_2^5 , більшою товщею покриваючих порід у порівнянні з її південною й центральною частинами.

Границя по глибині відпрацювання Єристівського залізорудного родовища кар'єром визначена:

- у південній і центральній частинах - до глибини 500 м з позначкою дна - мінус 435 м;
- у північній - до глибини 370 м з позначкою дна - мінус 300 м.

Параметри укосів уступів на кінцевому контурі становлять:

- по наносах – 35-50° з урахуванням наступної пригрузки скельним розкритвом.
- Уступи в четвертинних відкладеннях з позначками горизонтів +60 м й 43 м, уступ у відкладеннях харківської й київської свит з позначкою +23 м формуються під кутом 50°, уступи у відкладеннях бучакської свити з позначками +10 м й ± 0 м – під кутом 35-45°;
- по скельних вивітрілих породах - 45°; - по скельних породах - 65-70°.

Ширина запобіжних берм становить 10-20 м, ширина транспортних берм приймається розрахункова, відповідно до діючих нормативів, і становить при автомобільному транспорті вантажопідйомністю 180 й 220 т – 36-40 м.

Таблиця 2.1 Параметри кар'єру на кінцевому контурі

Найменування параметрів	Од. вим.	Величина
Висота одиночного уступу по м'яких породах:	м	8-20
Висота одиночного уступу по руді й скельних породах розкритву, у т.ч. вивітченим	м	15
Ширина транспортних берм	м	36-40
Ширина запобіжних берм у м'яких породах	м	15-20
Ширина запобіжних берм у скельних породах	м	10
Кути уступів по м'яких і вивітчених породах:		
- до пригрузки укосу скельним розкритвом	град.	35-50
- після пригрузки укосу скельним розкритвом		37
Кут погашення уступів по скельних породах	град.	65-70
<hr/>		
Результуючий кут борта кар'єру:		
– по м'яких породах (з урахуванням пригрузки скелею)		до 22
– по скельних породах лежачого боку		до 43
– по скельних породах висячого боку		до 45
– при висоті борта 500 м (проектна глибина)	град.	34-39

На кінець відпрацювання в кар'єрі буде відпрацьовано 855,274 млн. т експлуатаційних запасів руди, з урахуванням розрахункових втрат і засмічення розкритвними породами.

Основні проектні показники наведені в таблиці 2.2. [1].

Таблиця 2.2 Основні проектні показники по кар'єру

Основні показники	Величина
Проектна глибина кар'єру, м	500
Розміри кар'єру в плані, м:	
- по верху: довжина	3750
- ширина	1500÷1800
- по низу: довжина	1880
- ширина	100-165
Площа кар'єру по поверхні, га	506,0
Балансові запаси руди, млн. т, у тому числі по категоріях В+С1 С2	872,124 822,163 49,961
Експлуатаційні втрати, %	3,0
Засмічення, %	3,0
Експлуатаційні запаси руди в контурі кар'єру на 01.01.2019 р., усього, млн. т,	855,274
у тому числі: К ₂ ²	76,606
К ₂ ³³	113,026
К ₂ ⁵	665,642
Щільність руди в надрах, т/м ³ :	
К ₂ ² , К ₂ ⁵	3,35
К ₂ ³³	3,15
Кількість розкривних порід у контурі проектного кар'єру, млн. м ³ ,	705,851
у тому числі за станом на 01.01.2019 р.:	678,108
- м'яких	237,651
- скельних	440,457
Щільність розкриву, т/м ³ :	
- м'якого	2,0
- скельного	3,0
Середній коефіцієнт розкриву, м ³ /т	0,83
Середній експлуатаційний коефіцієнт розкриву, м ³ /т	0,77

2.3 Розкриття родовища, гірничо-капітальні роботи

Розкриття Єристівського родовища в цей час здійснено в південній частині кар'єру двома внутрішніми виїзними напівтраншеями, розташованими на східному й західному бортах діючого кар'єру й пройденими при керівному ухилі 80 %. За станом на кінець 2018 року в кар'єрі розкрито 9 горизонтів до позначки мінус 60 м. Почергове розкриття горизонтів буде зроблено ковзними з'їздами із примиканням до систем з'їздів тривалого строку експлуатації на західному й східному бортах кар'єру, тимчасово погашених. Крім цього, для інтенсивного відпрацювання м'якого розкриву північної ділянки кар'єру зроблено його розкриття системою незалежних тимчасових з'їздів до позначки +23 м по північно-східному борті.

Для скорочення відстані доставки руди на ДОФ з нижніх горизонтів в 2020 році передбачена циклічно-поточна технологія в складі дробарки великого дроблення продуктивністю 28,674 млн. т, розташованої на концентраційному горизонті мінус 90 м.

Внутрішньокар'єрні об'єкти рудного комплексу ЦПТ горизонт мінус 90 м забезпечують видачу руди з нижніх горизонтів у намічуваних об'ємах при задовільних техніко-економічних показниках роботи аж до 2026 року. Згодом будуть ліквідовані при необхідності розносу після 2026 року даної ділянки західного борта. Період роботи кар'єру зі ЦПТ горизонту мінус 90 м (2020-2026 р.) характеризується подальшим зниженням центра ваги видобувних робіт з поглибленням дна до 2026 року на 100 м, що вимагає чергової реконструкції внутрішньокар'єрної транспортної схеми з метою підтримки продуктивності по видобутку руди.

2.4 Система розробки, параметри системи розробки

У цей час і до кінця відпрацювання кар'єр працює по транспортній углубочній системі розробки із зовнішнім розташуванням відвалів розкривних порід. Кристалічний фундамент на родовищі перекритий суцільним чохлам

потужних осадових відкладень, що відпрацьовують шарами (уступами) висотою від 8 до 20 м, що обумовлено їхньою геологічною будовою:

- четвертинні відкладення із середньою потужністю 22 м, верхня частина яких представлена піщанистими суглинками, нижня - кварцовими дрібнозернистими, часто глинистими - відпрацьовуються горизонтами з позначками +60 м, +43 м;

– відкладення харківської свити, представлені німцями глиноподібними кварцово-глауконітовими алевролітами із середньою потужністю 16 м, мергелі київської свити потужністю до 6 м – відпрацьовуються горизонтом +23 м;

– відкладення дрібнозернистих, іноді вуглистих пісків, вуглистих глин бучакської свити (із присутністю скельних порід) середньою потужністю 21 м – відпрацьовуються горизонтами з позначками +10 м, ±0 м.

Параметри застосовуваного на м'якому розкривіувстаткування (драглайни ЕШ 11/70, ЕШ 14/50) задовольняють умовам їхнього відпрацювання.

Скельні породи, що вимагають попереднього розпушення, відпрацьовуються 15-метровими уступами з наступним їхнім здвоюванням при формуванні на кінцевому контурі.

У період розробки кути укосів робочих уступів, відповідно до „Норм технологічного проектування гірничодобувних підприємств відкритим способом розробки родовищ корисних копалин, становлять у пісках 30-35°, у піщано-глинистих породах 40-45°, у глинистих – до 50°, у міцних скельних породах – до 80°.

У процесі експлуатації передбачаються ділянки тимчасово неробочих (погашених) бортів. Проведений гірничо-геометричний аналіз дозволяє зробити вивід про можливість виробництва гірничих робіт із широким застосуванням таких ділянок, що дозволяють при стабільному видобутку руди частина розкривних робіт віднести на більше пізній період, що обґрунтовано економічною доцільністю.

Розробка покриваючих порід ведеться з попереднім їхнім осушенням і комплексом протизсувних заходів. У випадку висачування води з окремих ділянок укосів м'яких розкривних порід передбачається зміцнення поверхонь скельною породою (пригрузка скелею) для запобігання їхнього руйнування, підтримки стійкості й дренажування.

Ширина запобіжних берм прийнята відповідно до „Правил охорони праці” і становить 15-20 м у м'яких породах й 10 м у скельних, що залишають при здвоюванні 15-метрових уступів (через 30 м по вертикалі).

Ширина транспортних берм приймається розрахункова та становить при автомобільному транспорті вантажопідйомністю до 220 т - 36÷40 м.

Ширина екскаваторної заходки становить [1-3]:

$$A = (1,5 \div 1,7) \cdot R_{\text{ч.у.}}, \quad (2.1)$$

де $R_{\text{ч.у.}}$ – радіус черпання на рівні стояння екскаватора,

– для Terex RH 200 - $R_{\text{ч.у.}} = 16,3$ м,

$$A = (1,5 \div 1,7) \cdot R_{\text{ч.у.}} = (1,5 \div 1,7) \cdot 18,1 = 27 \div 31 \text{ м.} \quad (2.2)$$

– Terex RH 340 - $R_{\text{ч.у.}} = 16,3$ м,

$$A = (1,5 \div 1,7) \cdot R_{\text{ч.у.}} = (1,5 \div 1,7) \cdot 16,3 = 25 \div 28 \text{ м.} \quad (2.3)$$

Мінімальна довжина фронту екскаваторних робіт при навантаженні в автотранспорт становить 600 метрів [1-8].

Розрахунок мінімальних значень ширини робочих площадок при роботі екскаваторів, що забезпечують безпечне розміщення встаткування, споруджень і комунікацій, без врахування готових до виїмки запасів, зроблений відповідно до „Норм технологічного проектування”. Схеми до розрахунку площадки при навантаженні м'яких і скельних порід в автомобільний транспорт вантажопідйомністю 220 тонн при маятниковому русі з тупиковим розворотом представлені, відповідно, на рисунках 2.1 й 2.2.

$$Шр. \text{ н. е.} = a + s + z + p + b_k + 2d, \quad (2.3)$$

де a – ширина призми обвалення робочого уступу, м; $a = 0,15h$ по скельних породах; $a = 0,3h$ по м'яких породах;

s – ширина захисного ґрунтового вала, $s = 5,0$ м;

z – відстань від захисного вала до краю площадки, $z = 1,0$ м;

P – ширина площадки для маневрів автосамоскидів при подачі під навантаження, м:

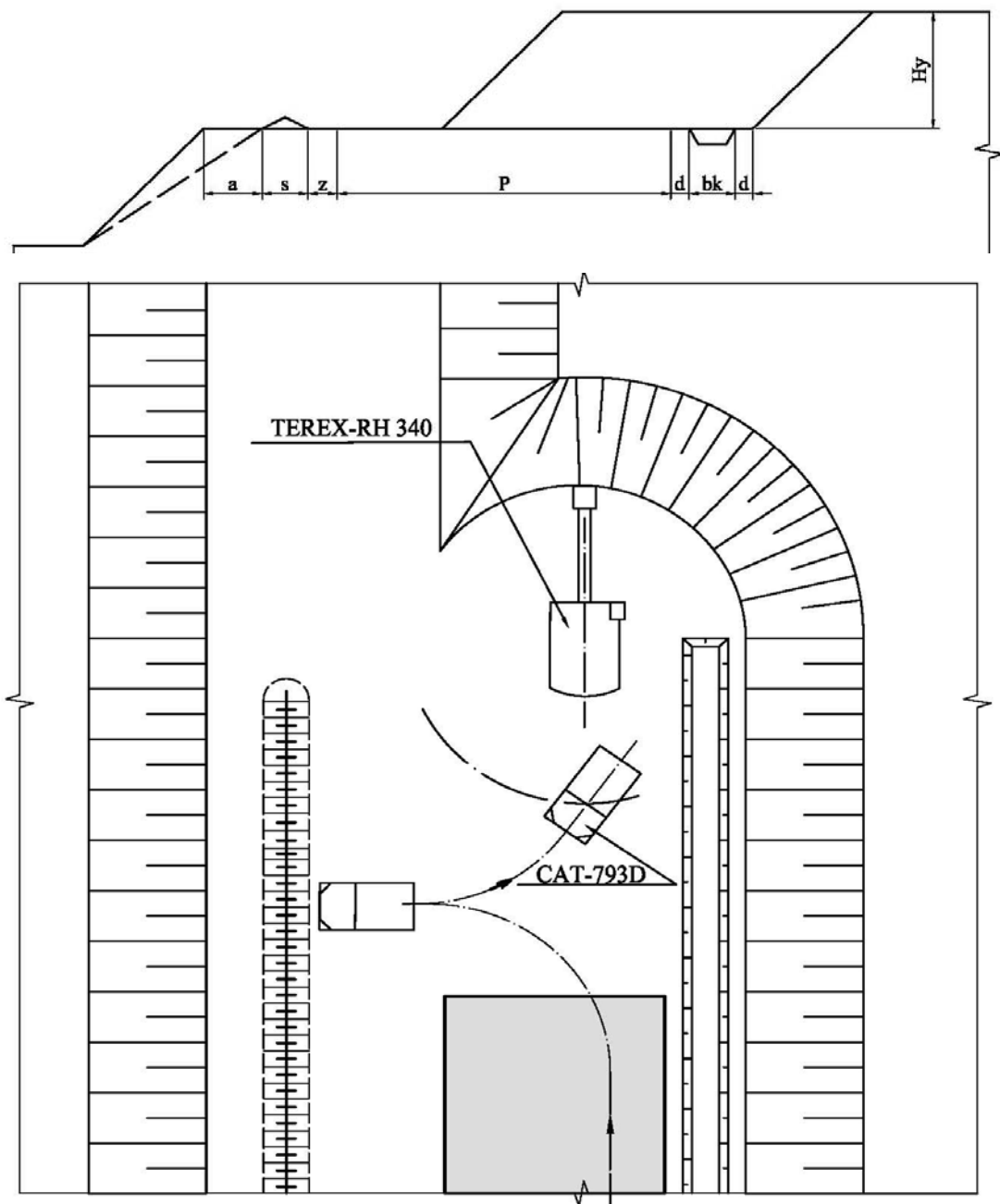


Рис. 2.1 - Паспорт робіт на м'яких породах

$$P = \sqrt{(1,3R_k)^2 - B^2} + B + B_n ,$$

$$P = ((1,3 \cdot 14,2)^2 - 5,92)^{0,5} + 5,9 + 3,2 = 26,6 \approx 27 \text{ м.} \quad (2.4)$$

де R_k – радіус повороту автосамоскида САТ-793D, $R_k = 14,2$ м;

B_n – відстань від осі передніх коліс до виступаючої частини машини, м;

Y – відстань між осями переднього й заднього колеса, м;

b_k – ширина дренажної канави по верху, м:

$$b_k = b_n + 2 \times h \times k \times \text{ctg } \alpha_k = 1,0 + 2 \times 1,0 \times 1,19 = 3,5 \text{ м;} \quad (2.5)$$

d – відстань від верхньої брівки дренажної канави до нижньої брівки уступу, краю проїзної частини автодороги, $d = 1$ м.

$$\text{Шпр. н. е.} = a + 5 + 1 + 27 + 3,5 + 2 \cdot 1 = a + 38,5 \text{ м.} \quad (2.6)$$

Мінімальна ширина робочої площадки по м'яких породах становить $a+38,5$ м, де a - призма можливого обвалення, визначається для конкретних умов [3-12].

$$\text{Шпр. н. е.} = a + s + z + p + g , \quad (2.7)$$

де a – ширина призми можливого обвалення робочого уступу, м,

$$a = 0,15 h = 2,25 \approx 2,3 \text{ м;}$$

s – ширина ґрунтового вала, м;

z – відстань від захисного вала до краю площадки для маневрів, м;

p – ширина площадки для маневрів автосамоскидів, м;

g – відстань між краєм площадки для маневрів і нижньою брівкою уступу, м.

$$p = \sqrt{(1,3 \cdot R_k)^2 - B^2} + B + B_n , \quad (2.8)$$

Для автосамоскида CAT-793D $p = 27$ м;

$$\text{Шр.}_{n.e.} = a + 5,0 + 1,0 + 27,0 + 1,5 = a + 34,5 \text{ м.} \quad (2.9)$$

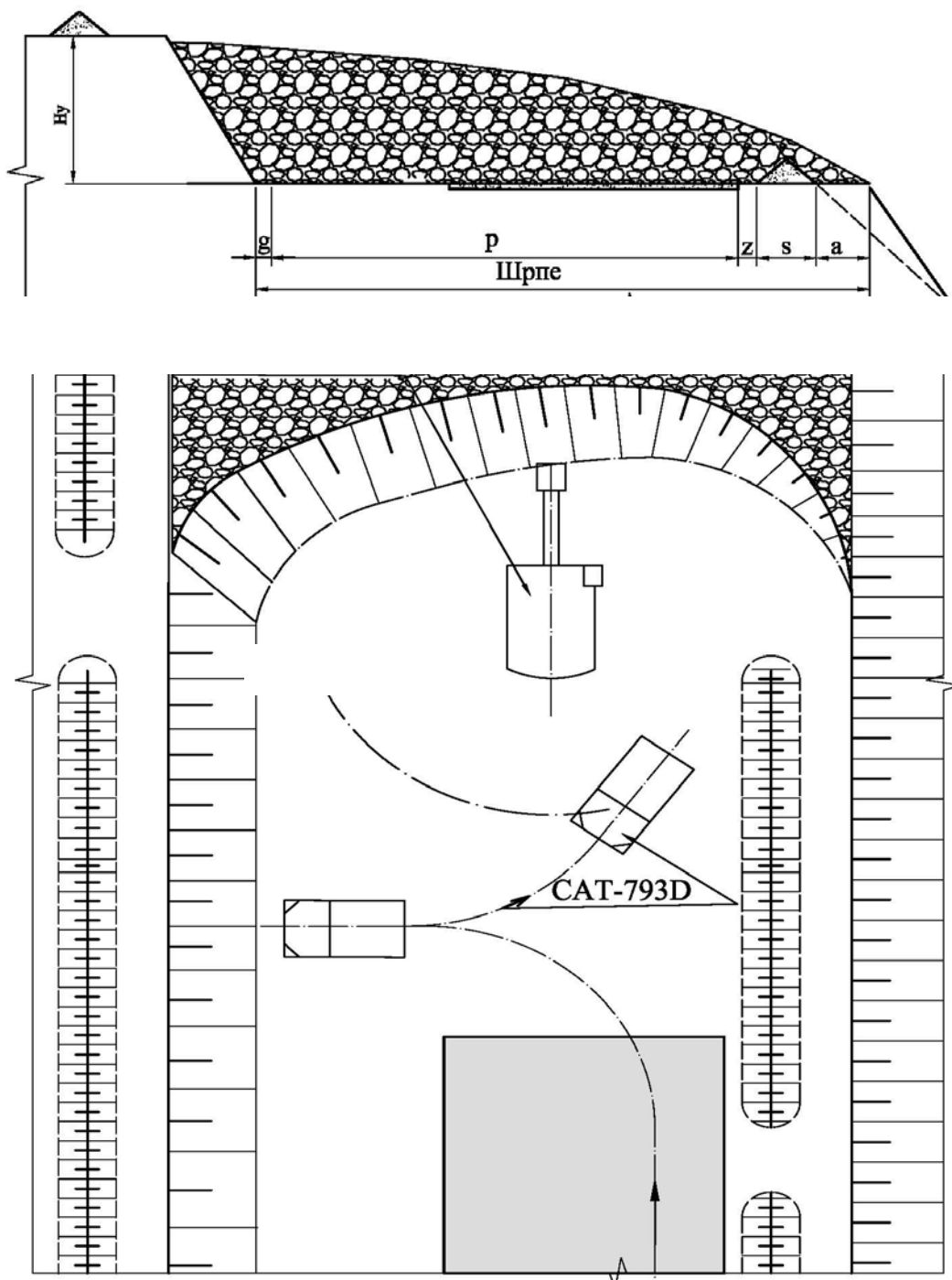


Рис. 2.2 Паспорт робіт на скельних породах

Мінімальна ширина робочої площадки по скельних породах становить $a+34,5$ м, де a - призма можливого обвалення визначається для конкретних умов маркшейдерською службою. Для створення нормативних готових до виїмки запасів корисної копалини ширину робочих площадок на ділянках активного посування вибоїв передбачається збільшити до 50÷60 м.

2.5 Кар'єрний транспорт

2.5.1 Розрахунок пропускної та провізної спроможностей кар'єрних трас

Пропускна здатність автодороги – це максимально можливе число автосамоскидів, які можуть пройти через певну ділянку в одиницю часу. Вона залежить в основному від швидкості й числа смуг руху, визначається по формулі [2-15]:

$$N = \frac{1000 \times V \times n \times K_{\text{нер}}}{l_0} = \frac{1000 \times 20 \times 2 \times 0.8}{60} = 533 \text{ автосамоскидів} \quad (2.10)$$

де $K_{\text{нер}}$ – коефіцієнт нерівномірності руху автомобілів;

V – швидкість руху автосамоскида, км/ч;

n – число смуг руху автосамоскидів в одному напрямку;

l_0 – безпечна відстань між наступними один за одним автосамоскидами.

Провізна спроможність автодороги – це кількість вантажу, що може бути перевезене по цій дорозі в одиницю часу, визначається по формулі [3] (згідно [1] на підприємстві використовується два основних типи автосамоскидів):

- для автосамоскида Cat-789:

$$M_{(\text{Cat-789})} = \frac{N \times m_{\text{ном}}}{K_{\text{рез}}} = \frac{533 \times 180}{2} = 47970, \text{ т / год}; \quad (2.11)$$

- для автосамоскида Cat-793:

$$M_{(Cat-793)} = \frac{N \times m_{ном}}{K_{рез}} = \frac{533 \times 218}{2} = 58097, m / год; \quad (2.12)$$

де $K_{рез}$ – коефіцієнт резерву провізної спроможності ($K_{рез} = 1,75 \div 2$);

$m_{ном}$ – номінальна вантажопідйомність автосамоскида, т.

2.5.2 Продуктивність виймально-навантажувального устаткування

Теоретична продуктивність – це кількість гірничої маси, що може бути вийнята в одиницю часу при безперервній роботі екскаватора, виходячи з його конструктивних параметрів [3-14]:

$$Q_m = \frac{3600 \times E}{t_u} = \frac{3600 \times 28}{28} = 3600, m^3 / год; \quad (2.13)$$

де E – об'єм ковша екскаватора $RH-200$, м³;

t_u – теоретична тривалість робочого циклу, с.

Технічна продуктивність – це максимальна годинна продуктивність екскаватора при безперервній його роботі в конкретних гірничотехнічних умовах [3-14].

$$Q_{тех} = \frac{Q_m \times K_n \times K_z \times K_{те}}{K_p} = \frac{3600 \times 0,8 \times 0,9 \times 0,84}{1,4} = 1555 m^3 / год; \quad (2.14)$$

де K_n – коефіцієнт наповнення ковша екскаватора;

$K_{те}$ – коефіцієнт технології виїмки;

K_z – коефіцієнт вибою, що враховує вплив допоміжних операцій;

K_p – коефіцієнт розпушення в ковші.

Експлуатаційна продуктивність екскаватора визначається з урахуванням втрат робочого часу, пов'язаних з неминучими організаційними й технічними простоями [3-14]:

$$Q_{э} = Q_{тех} \times T_{см} \times K_u = 1555 \times 12 \times 0,8 = 14928 m^3 / см; \quad (2.15)$$

де $T_{см}$ – тривалість зміни, год;

K_u – коефіцієнт використання екскаватора в часі.

2.5.3 Кількість устаткування

Норма виробітку на виїмку й навантаження гірничої маси в автосамоскиди Cat-789 або Cat-793 (розпушені породи) екскаватором Terex RH-200 становить – 14928 м³/см.

Кількість екскаваторів:

$$n_{RH-200} = \frac{Q_{к.см}}{Q_{э.см} \times \gamma} \cdot K_{рез} = \frac{37563}{14928 \times 3,4} \cdot 1,25 = 0,92, \text{ приймаємо 1 од.} \quad (2.16)$$

де $Q_{к.см}$ – змінна продуктивність кар'єру, т;

$Q_{э.см}$ – змінна продуктивність екскаватора, м³/см.

γ – щільність корисної копалини, т/м³.

$$Q_{к.см} = \frac{Q_{к.год}}{n_{р.д} \times n_{р.см}} = \frac{26670000}{355 \times 2} = 37563 \text{ т/см}; \quad (2.17)$$

де $Q_{к.год}$ – річна продуктивність кар'єру, т;

$n_{р.д}$ – кількість робочих днів у році, днів;

$n_{р.см}$ – кількість робочих змін екскаватора в добу, см.

Для забезпечення проектної продуктивності кар'єру по корисній копалині необхідно 1 екскаватор Terex RH-200 у роботі.

Норма виробітку одного автосамоскида визначається за вираженням [3]:

$$H_{\epsilon} = \frac{T_{см} - T_{пз} - T_{лн}}{T_{об}} \cdot Q_{а.ф}, \text{ т/зміну} \quad (2.18)$$

де: $T_{см}$ – тривалість зміни, хв;

$T_{пз}$ – час на виконання підготовчо-заключних операцій;

$T_{лн}$ – час на особисті потреби;

$T_{об}$ – час одного оберту, хв;

$Q_{а.ф}$ – фактична вантажопідйомність автосамоскида, т;

$$T_{об} = 2 \times l \times \frac{60}{V_c} + T_{ног} + T_p + T_{ун} + T_{ур} + T_{ож}; \quad (2.19)$$

де: l – середня відстань транспортування, км, $l_{cp} = 2,0$ км;

V_c – середня швидкість руху автосамоскида, км/год, $V_{c.(Cat)} = 20,0$ км/год ;

T_p – час розвантаження автосамоскида, хв, $T_{p.(Cat-793)} = 1,5$ хв ;

$T_{ож}$ – час очікування автосамоскида в екскаватора, хв $T_{ож} = 2$ хв ;

$T_{ун}, T_{ур}$ – час установки екскаватора під розвантаження й завантаження,

$T_{ун} + T_{ур} = 2$ хв ; $T_{ног}$ – час навантажування одного автосамоскида, хв;

$$T_{ног} = n_k \times t_u; \quad (2.20)$$

де: n_k – число ковшів в одному автосамоскиді;

t_u – час циклу екскавації, хв.

$$n_k = \frac{Q_a \times K_p}{Q_э \cdot \gamma}; \quad (2.21)$$

де: Q_a – вантажопідйомність автосамоскида, т;

K_p – коефіцієнт розпушення в кузові;

Q_a – обсяг ковша екскаватора, м³;

γ – щільність корисної копалини, т/м³.

$$Q_{a.ф} = \frac{n_k \times Q_э \times \gamma}{K_p}; \quad (2.22)$$

Норма виробітку автосамоскидів визначається з умови тривалості робочої зміни рівної $T_{см} = 12$ год .

- для автосамоскида Cat-789:

$$n_k = \frac{Q_a \times K_p}{Q_э \cdot \gamma} = \frac{180 \times 1,4}{28 \cdot 3,4} = 3; \quad (2.23)$$

$$T_{ног} = n_k \times t_u = 3 \times 0,5 = 1,5 \text{ мин}; \quad (2.24)$$

$$T_{об} = 2 \times 2,0 \times \frac{60}{20} + 1,5 + 1,5 + 2 + 2 = 19 \text{ мин}; \quad (2.25)$$

$$Q_{a.\phi} = \frac{n_k \times Q_3 \times \gamma}{K_p} = \frac{3 \times 28 \times 3,4}{1,4} = 185 \text{ т}; \quad (2.26)$$

$$H_6 = \frac{T_{cm} - T_{nz} - T_{лн}}{T_{об}} \cdot Q_{a.\phi} = \frac{480 - 35 - 10}{19} \times 185 = 4235 \text{ т/см}; \quad (2.27)$$

- для автосамоскида Cat-793:

$$n_k = \frac{Q_a \times K_p}{Q_3 \cdot \gamma} = \frac{218 \times 1,4}{28 \cdot 3,4} = 4 \text{ ковша}; \quad (2.28)$$

$$T_{ноз} = n_k \times t_{ц} = 4 \times 0,5 = 2 \text{ мин}; \quad (2.29)$$

$$T_{об} = 2 \times 2,0 \times \frac{60}{20} + 2 + 1,5 + 2 + 2 = 19,5 \text{ мин}; \quad (2.30)$$

$$Q_{a.\phi} = \frac{n_k \times Q_3 \times \gamma}{K_p} = \frac{4 \times 28 \times 3,4}{1,4} = 220 \text{ т}; \quad (2.31)$$

$$H_6 = \frac{T_{cm} - T_{nz} - T_{лн}}{T_{об}} \cdot Q_{a.\phi} = \frac{480 - 35 - 10}{19,5} \times 220 = 4907 \text{ т/см}; \quad (2.32)$$

Кількість автосамоскидів:

$$Q_{к.см} = \frac{Q_{к.год}}{n_{p.д} \times n_{p.см}} = \frac{26670000}{355 \times 2} = 37563 \text{ т/см}; \quad (2.33)$$

де $Q_{к.см.a}$ – змінна продуктивність кар'єру для автосамоскидів, т.

- для автосамоскида Cat-789:

$$n_{cat-789} = \frac{Q_{к.см.a}}{H_6} \cdot K_{рез} = \frac{37563}{4235} \cdot 1,2 = 12 \text{ ед.} \quad (2.34)$$

- для автосамоскида Cat-793:

$$n_{cat-789} = \frac{Q_{к.см.a}}{H_6} \cdot K_{рез} = \frac{37563}{4907} \cdot 1,2 = 9 \text{ ед.} \quad (2.35)$$

Для забезпечення проектної продуктивності кар'єру по перевезенню розкривних порід у відвали необхідно: 12 Cat-789 або 9 Cat-793.

2.6 Буровибухові роботи

Підготовка скельних гірничих порід до виїмки буровибуховим способом. Роботи ведуться спеціалізованою підрядною організацією, відповідно до вимог «Типового проекту буровибухових робіт методом свердловинних і шпурових зарядів у кар'єрі» і доповнень до нього.

Бурові роботи виконуються власними силами. Як бурове встаткування використовуються бурові верстати фірми Atlas Copco: шарошечного способу буріння - PV-275 - 3 шт. й Roc L8 - 1 шт.

Для ініціювання свердловинних зарядів застосовується неелектрична система ініціювання. Для зниження інтенсивності сейсмічного впливу вибухові роботи передбачається робити із застосуванням багаторядного короткоуповільненого висадження.

Вибухонебезпечна зона по розльоту осколків при застосуванні БВР „Анемікс”, відповідно до прийнятих параметрів буровибухових робіт, згідно ЕПБ при веденні вибухових робіт, приймається 750 м. Вихід негабариту для Єриствіського кар'єру прийнятий до 1 %.

Порядок ведення БВР, технологія оборки уступів, контролю й приймання ділянки борта на кінцевому контурі регламентуються паспортами ведення робіт на цих ділянках.

У кар'єрі, поряд з основними процесами БВР, мають місце допоміжні роботи: дроблення негабариту, заоткоска уступів, очищення берм, планувальні роботи, зрошення гірничої маси, провітрювання застійних зон у кар'єрі. Для заоткоски уступів при формуванні постійних бортів по скельних породах передбачається контурне висадження з рядом похилих свердловин. Буріння свердловин здійснюється верстатом Atlas Copco ROC L8, що дозволяє бурити свердловини діаметром 165 мм глибиною до 54 м з кутом нахилу від 60 до 90°. Для зачищення робочих площадок, планування під'їздів до екскаваторів й обслуговування тимчасових доріг у кар'єрі передбачається змішаний парк бульдозерів. Бульдозерний парк у кар'єрі й на відвалах представлений гусеничними бульдозерами Caterpillar D10T, Caterpillar D9R, колісними – Caterpillar 844, Caterpillar 824G.

2.7 Відвалоутворення

Розкривні породи Єристівського родовища представлені наносами (суглинки, піски й глини) і скельними породами, частина яких (плагіограніти, мігматити, безрудні кварцити й метапіщаники) в об'ємі 184,6 млн. м³ (у контурах проектного кар'єру) складаються на балансі підприємства як сировина для виробництва щебенів. Розкривні породи передбачається розміщати в зовнішніх відвалах, розташованих уздовж східних бортів Єристівського кар'єра та кар'єра Полтавського ГОКа, а також у внутрішніх відвалах у виробленому просторі Єристівського кар'єру. Рельєф під відвалами практично рівний, з абсолютними позначками 66,5-70,0 м.

Болота, які знаходяться на відведеній території, розташовані уздовж водовідвідного каналу, у сільському господарстві не використовуються. У весняний період у знижених місцях території, а також по тимчасових водотоків, утворюються заболочені ділянки, де водоупором служать делювіальні суглинки й глини, що залягають над пісками. У результаті природного випару на цих ділянках утворюються солончаки з рясними заростями очерету.

Техногенні фактори обумовлені господарською діяльністю Єристівського Гока, у результаті якої утворені нові позитивні й негативні форми рельєфу. Відсипання насипів під автодороги й гідротехнічні спорудження, проходка водовідвідних каналів і робота водознижуючих систем на Єристовському кар'єрі мають локальний вплив на гідрологічну й гідрогеологічну обстановку, а також на перерозподіл напрямку природного поверхневого змиву й підземного потоку.

Гідрогеологічні умови ділянки характеризуються наявністю безнапірного водоносного горизонту, приуроченого до алювіальних пісків, сформованого в результаті акумуляції атмосферних опадів, з рівневою поверхнею на глибинах 0,5-10,8 м.

Ґрунтово-рослинний шар із земельних ділянок буде зніматися, в основному, з території відвалів А5, складуватися в тимчасові бурти з подальшим використанням для рекультивації порушених земель.

Таблиця 2.3 - Параметри відвалів

Найменування	Показники	
	Відвал А4	Відвал А5
Розміри:		
- довжина, м	3000	4600
- ширина, м	1200	1800
- висота, м	100	100
- площа, га	470,0	715,0
Абсолютна позначка основи, м	68	70
Об'єм відвала, млн. м ³ ,	255,240	498,915
Кількість ярусів, шт.	5	5
Висота ярусу, м	20	20
Стійкий кут відсипаємого ярусу відвала, град.	30-37°	30-37°
Результуючий кут укоосу відвала, град.	19°	16°

Щоб уникнути ризику оповзання відвалів, особливо в місцях близькості інфраструктури (дороги, обвідної канал, ін.) передбачається відсипання скельного розкриву по периметру ярусів (смугою 50 м). При дефіциті власного скельного розкриву використовується скеля з Полтавського Гока .

Надлишок видобутої скали, що, придатний для виробництва щебенів, складається в зовнішні відвали, в основному по периметру ярусів;

– 3,3 млн. м³ скельних порід розкриву – для пригрузки верхніх горизонтів кар'єру (протягом усього строку експлуатації Єристівського кар'єру);

– 0,105 млн. м³ скельних порід розкриву – на будівництво рудного перевантажувального пункту в районі відвалів А5;

– 10,0 млн. м³ порід розкриву складається у виробленому просторі Єристівського кар'єру (внутрішні відвали).

За винятком цих об'ємів потрібна відвальна ємність становить 754,155 млн. м³.

Для задоволення дефіциту в відвальних ємностях необхідне розширення площі відвалів. Із цією метою з 2022 р. передбачається розширення відвалів А5

на північ (за канал гідрозахисту) з відводом у два етапи земельних ділянок зі східної сторони Єристівського кар'єру: перший етап – для періоду 2022-2026 р. (139,450 млн. м³), другий – 2027-2047 р. (345,585 млн. м³).

Зовнішні відвали багатоярусні, висота відвальних ярусів становить 20 м. По способу відвалоутворення зовнішні відвали є бульдозерними. Об'єми складування по ярусах у відвали А4 й А5 наведені в таблицях.

У цей час у кар'єрі Єристівського родовища ведуться роботи з розкриття родовища з вивозом розкривних порід у зовнішні відвали.

Тому що запаси північної ділянки Єристівського кар'єру відпрацьовуються до горизонту мінус 240 ÷ мінус 300 м, а південної ділянки – до горизонту мінус 435 м, проектом передбачається використання виробленого простору кар'єру на північній ділянці для складування розкривних порід, також невеликий об'єм можливо укласти в північній частині дна кар'єру.

Планований об'єм засипання – 10 млн. м³ з поділом по ярусах:

ярус (-435/-390 м) – 2 млн. м³;

ярус (-300/-150 м) – 4 млн. м³;

ярус (-150/+23 м) – 4 млн. м³.

Внутрішнє відвалоутворення дозволить [18-28]:

- зменшити площі відчуження земель для зовнішніх відвалів;
- знизити витрати на видобуток руди за рахунок скорочення відстані транспортування розкривних порід.

Доставка порід розкриву до внутрішнього відвала здійснюється автомобільним транспортом.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ГІРНИЧО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ВІДПРАЦЬОВУВАННІ РОЗКРИВНИХ ПОРІД

3.1 Аналіз літературних джерел з обґрунтуванню ефективності технологічних схем і параметрів гірничотранспортного встаткування

Питання вдосконалювання та наукового обґрунтування ефективності технології відкритої розробки родовищ корисних копалин широко відображені в наукових працях учених України: Н.В. Мельникова, В. В. Ржевського, М. Г. Новожилова, И. Л. Гуменика, В. И. Прокопенко, Е. И. Єфремова, Р. С. Крисіна, М. С. Четверика, Н. Т. Бакка, А. С. Пригунова, Б. Ю. Собко, Г. Д. Пчелкина, Г. Я. Корсунського та багатьох інших.

Питання обґрунтування ефективності та параметрів технологічних схем відкритої розробки родовищ і робочих параметрів комплексів гірничотранспортних комплексів устаткування, що включають екскаватори-драглайни і автосамоскиди і екскаватори - зворотна лопата і автосамоскиди мало досліджені. Переважна більшість наукових праць присвячено встановленню області використання й обґрунтуванню параметрів технологічних схем безтранспортної системи розробки, при якій драглайни використовуються в якості єдиного гірничого встаткування.

Екскаватори *драглайни* при безтранспортній системі розробки працюють із розвантаженням розкривних порід безпосередньо у внутрішній відвал, витрачаючи певний час на виконання окремих операцій: черпання породи, підйом ковша, поворот на розвантаження, розвантаження ковша, поворот назад у вибій, опускання ковша. При роботі драглайна по безтранспортній технологічній схемі значна питома вага в тривалості робочого циклу становить сумарна тривалість повороту екскаватора на розвантаження й назад у вибій, що залежить від кута повороту. Так, при паспортному куті повороту $\varphi_n = 135^\circ$, що рекомендується приймати згідно [29] питома вага $\sum t_n$ становить близько 70 %.

У роботі [30] авторами досить докладно розглянуті питання обґрунтування параметрів ускладненої безтранспортної системи розробки.

Рекомендовані алгоритми їхнього розрахунку для різних технологічних схем роботи драглайнів. Як основний критерій оптимальності технічних рішень прийняте досягнення максимальної виробничої потужності кар'єру. На сьогоднішній час такий критерій позначки недоцільно застосовувати, оскільки досягнення максимальної виробничої потужності кар'єру не завжди приводить до максимального прибутку підприємства.

У роботі [31] наведені результати досліджень по встановленню оптимальної ширини заходки A при безтранспортній системі розробки горизонтальних родовищ. Автори відзначають, що зменшення ширини заходки драглайна приводить до зменшення коефіцієнта переекскавації, що сприяє зниженню собівартості розробки 1 м^3 розкриву.

Дослідженню й обґрунтуванню параметрів вибою драглайнів в умовах проходки траншів і каналів присвячена робота [32], а в роботі [33] відзначається, що значний вплив на продуктивність екскаваторів має кут його повороту на розвантаження. Авторами досліджений вплив ширини заходки на кут повороту екскаватора $EШ$ на його продуктивність для умов відпрацювання кар'єру, що розробляється по безтранспортній системі з перевалкою породи у вироблений простір.

Зміна величини річної продуктивності драглайна за даними, наведеними у роботі [34], виходячи з яких зміна кута повороту на 15° приводить до зміни його продуктивності на 10 %. Розглянуто питання врахування такої залежності в розрахунках річної продуктивності екскаватора.

У роботі [35] рекомендується тривалість повороту визначати з врахуванням паспортної тривалість повороту екскаватора, фактичного й паспортного кута повороту екскаватора. А в роботі [36] розглядаються фактори, що впливають на продуктивність екскаватора з погляду фахівця-механіка. Тривалість робочого циклу екскаватора досить докладно розділена на окремі операції із приведенням формул для їхнього розрахунку. Досліджено вплив кута повороту на тривалість повороту й затверджується, що збільшення кута повороту тягне практично пропорційне збільшення тривалості повороту.

Розрахунок значень величин, що впливають на тривалість повороту представлено в роботі [37]. Авторами роботи [38, 39] також розглянута тривалість повороту та представлена методика її розрахунку.

У роботах [3, 9 - 12, 14 - 26, 38 - 42] розглядаються використання раціональних технологічних схем і комплексів устаткування для видобутку твердих корисних копалин.

При роботі екскаватора - зворотна лопата *RH-200* питома вага в тривалості робочого циклу становить тривалість повороту до вибою й розвантаження. Дотепер не має досліджень залежності тривалості робочого циклу від кута повороту при розвантаженні.

3.2 Суть і задачі досліджень

Значну частину від загальної собівартості видобувних робіт на таких родовищах займає собівартість видобування порід розкриву. Останню можна істотно зменшити за рахунок удосконалювання технологічної схеми гірничо-капітальних робіт. На рішення даної проблеми винятковий вплив має збільшення ефективності роботи комплексів гірничотранспортного встаткування.

Тому *метою даної роботи* є вибір та обґрунтування раціонального гірничотранспортного комплексу при відпрацьовуванні розкривних порід в умовах Єристівського родовища залізистих кварцитів.

У цей час в умовах Єристівського родовища залізистих кварцитів використовується схема валової виїмки піщаників. Деякі горизонти обводнені, тому їх доцільно розробляти крокуючими екскаваторами циклічної дії типу драглайн ЕШ-11/70 й ЕШ-14/50. На необводнених горизонтах використовуються екскаватор - зворотна лопата RH-200, що надалі буде використовуватися для навантаження скельної гірничої маси й корисної копалини. Навантаження здійснюється в засоби автотранспорту типу Cat-793D (220 т) і Cat-789C (180 т) з наступним транспортуванням і складуванням гірничих порід у зовнішній відвал.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначити інтенсивність зміни експлуатаційних витрат при експлуатації комплексів устаткування:

«ЕШ-14/50+ Cat 793» й «Terex RH-200 + Cat 793»;

- установити залежність між експлуатаційними витратами та відстанню транспортування при використанні комплексів гірничотранспортного встаткування: «ЕШ-14/50+ Cat 793» і «Terex RH-200 + Cat 793»;

- вибір оптимального комплексу гірничотранспортного устаткування з розглядом раціональних технологічних схем роботи обраного комплексу.

3.3 Дослідження робочих параметрів комплексів гірського встаткування

В умовах Єристівського родовища залізистих кварцитів використовується схема валової виїмки піщаників. Деякі горизонти обводнені, тому їх доцільно розробляти крокуючими екскаваторами циклічної дії типу драглайн ЕШ-11/70 та ЕШ-14/50. На необводнених горизонтах використовуються екскаватор - зворотна лопата Terex RH-200, що надалі буде використовуватися для навантаження скельної гірничої маси й корисної копалини. Навантаження здійснюється в засоби автотранспорту типу Caterpillar 793 вантажопідйомністю 220 т, і Caterpillar 789 вантажопідйомністю 180 т з наступним транспортуванням і складуванням гірничих порід у зовнішній відвал. Розглянемо два варіанти комбінації виймально-навантажувального устаткування в комплексі із самоскидами:

- 1) ЕШ-14/50 + Cat 793
- 2) Terex RH-200 + Cat 793;

3.3.1 Дослідження комплексу «ЕШ-14/50 + Cat-793»

У цьому варіанті пропонується використати комплекс розкриття із застосуванням комбінації встаткування ЕШ-14/50 + Cat-793. Цей комплекс зручний тим, що робочі параметри даного крокуючого екскаватора дозволяють йому працювати як у простих, так і у складних гідрогеологічних умовах і більш просто здійснювати завантаження автосамоскидів.

3.3. 1.1 Розрахунок ширини робочої площадки

Ширина робочої площадки для роботи комплексу ЕШ-14/50 + Cat-793 розраховується по формулі:

$$\text{Шр.}_{н.е.з} = A_3 + z + R_n + b + b_{on} + 3_l = 40 + 7 + 14 + 7,7 + 2 + 0,5 = 71 \text{ (м)}; \quad (3.1)$$

де A_3 – ширина заходки крокуючого екскаватора типу ЕШ-14/50, м;

Ширина заходки екскаваторів типу драглайн розраховується по класичній формулі, виконаємо розрахунок для екскаватора ЕШ-14/50:

$$A = R_{ч.г} * (\sin\omega_0 + \sin\omega_1) = 40 \text{ (м)}; \quad (3.2)$$

3.3. 1.2 Продуктивність екскаватора

Продуктивність драглайна ЕШ-14/50 визначається по формулі:

$$Q_{см} = \frac{3600 \times 14 \times 12 \times 0,9 \times 0,85 \times 0,83}{54 \times 1,3} = 5,470 \text{ тис.м}^3/\text{змін}; \quad (3.3)$$

Річна продуктивність ЕШ-14/50 розраховується по формулі :

$$Q_{год} = Q_{см} \times n_{см} \times N_{см} = 5470 \times 2 \times 355 = 3,88 \text{ млн.м}^3/\text{рік}; \quad (3.4)$$

3.3. 1.3 Витрати на розробку комплексом «ЕШ-14/50 + Caterpillar 793»

Експлуатаційні витрати комплексу гірничотранспортного встаткування ЕШ-14/50 + Caterpillar 793 розраховуються по формулі :

$$Z_{ЭШ} = C_э \times V_э + C_{авт} \times V_{авт} \text{ (грн)}; \quad (3.5)$$

де $C_э$ - собівартість екскавації встаткування ЕШ-14/50, грн/м³;

$V_э$ - річний об'єм вийнятих порід екскаватором ЕШ-14/50, тис. м³;

$C_{авт}$ - собівартість перевезення 1 ткм автосамоскидами Cat-793, грн/ткм;

$V_{авт}$ – річний вантажопотік автотранспорту при використанні комплексу, ткм;

$$C_{авт1} = f \left(\frac{\sum 3_3 \times L_{mp}}{Q_{авто}} \right), \text{грн 1 ткм}; \quad (3.6)$$

$$V_{авт} = V_{э} \times \sum L_{авт} \times \gamma_n, \text{ ткм}; \quad (3.7)$$

γ_n - щільність порід розкриву в кузові автосамоскида, т/м³;

$\sum L_{авт}$ - сумарний середній пробіг автосамоскидів, км.

Розрахункові дані витрат на розробку й переміщення порід розкриву комплексом «ЕШ-14/50 + Cat-793» у відвал визначалися для різних відстаней транспортування від 1 до 3 км. Дані за розрахунками витрат комплексу зведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Розрахунок витрат комплексу «ЕШ-14/50 + Caterpillar 793»

Витрати екскавації 1м ³ , C _э , грн/м ³	Річний об'єм вийнятих порід екскаватором, V _э , млн. м ³	Витрати на перевезення 1 ткм автосамоскидами, C _{авт} , грн/ткм	Річний вантажопотік автосамоскидів, V _{авт} , млн. ткм/рік	Сумарний середній пробіг автосамоскидів $\sum L_{авт}$, км	Витрати Z _{ЕШ} , млн	Витрати 1м ³ порід розкриву при використанні комплексу, грн/м ³
6,9	10,5	0,98	21,0	1	93,03	8,86
		0,99	25,2	1,2	97,40	9,28
		1,01	29,4	1,4	102,14	9,73
		1,04	33,6	1,6	107,39	10,23
		1,08	37,8	1,8	113,27	10,79
		1,13	42,0	2	119,91	11,42
		1,19	46,2	2,2	127,43	12,14
		1,26	50,4	2,4	135,95	12,95
		1,34	54,6	2,6	145,61	13,87
		1,43	58,8	2,8	156,53	14,91
		1,53	63,0	3	168,84	16,08

На підставі отриманих результатів побудуємо графік залежності витрат Z_{ЕШ} від відстані транспортування L $Z_{ЕШ}=f(L)$ для комплексу гірничотранспортного встаткування «ЕШ-14/50 + Cat-793», а також додамо на графік апроксимуюче рівняння для визначення витрат при будь-якій відстані транспортування. Графік залежності витрат від відстані транспортування при розробці розкривних порід комплексом «ЕШ-14/50 + Cat-793» наведені на рис. 3.1 й 3.2.

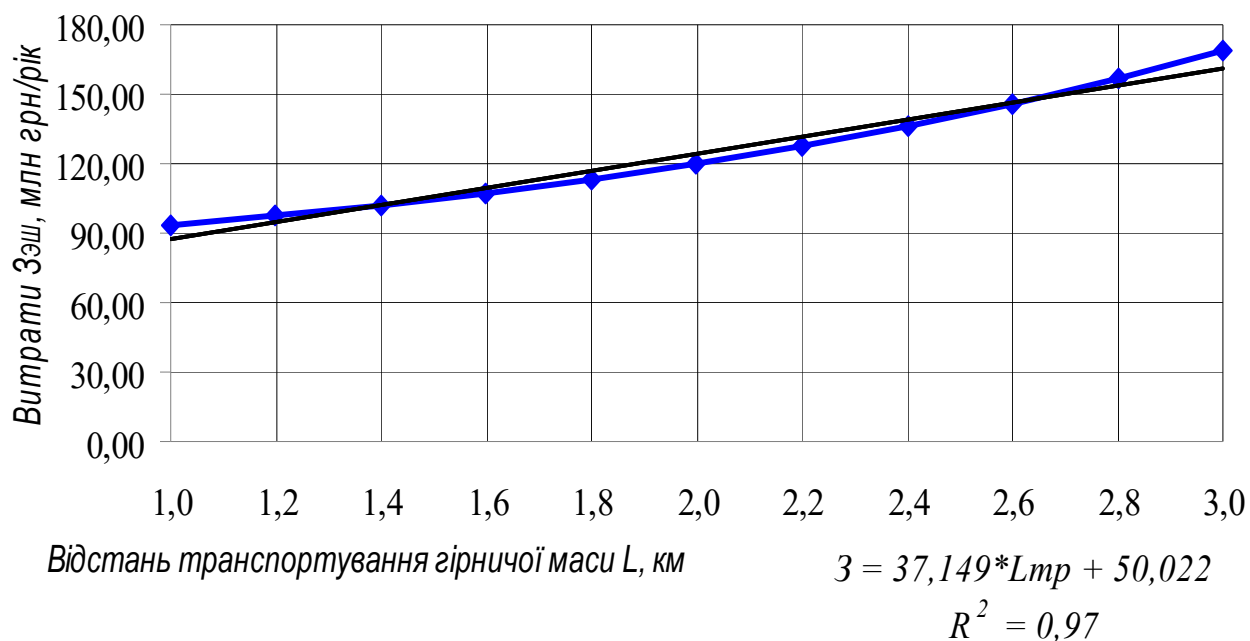


Рис. 3.1 – Графік залежності витрат Z від відстані транспортування L при розробці розкривних порід комплексом «ЕШ-14/50 + Caterpillar 793» (апроксимація згладжування - лінійна)

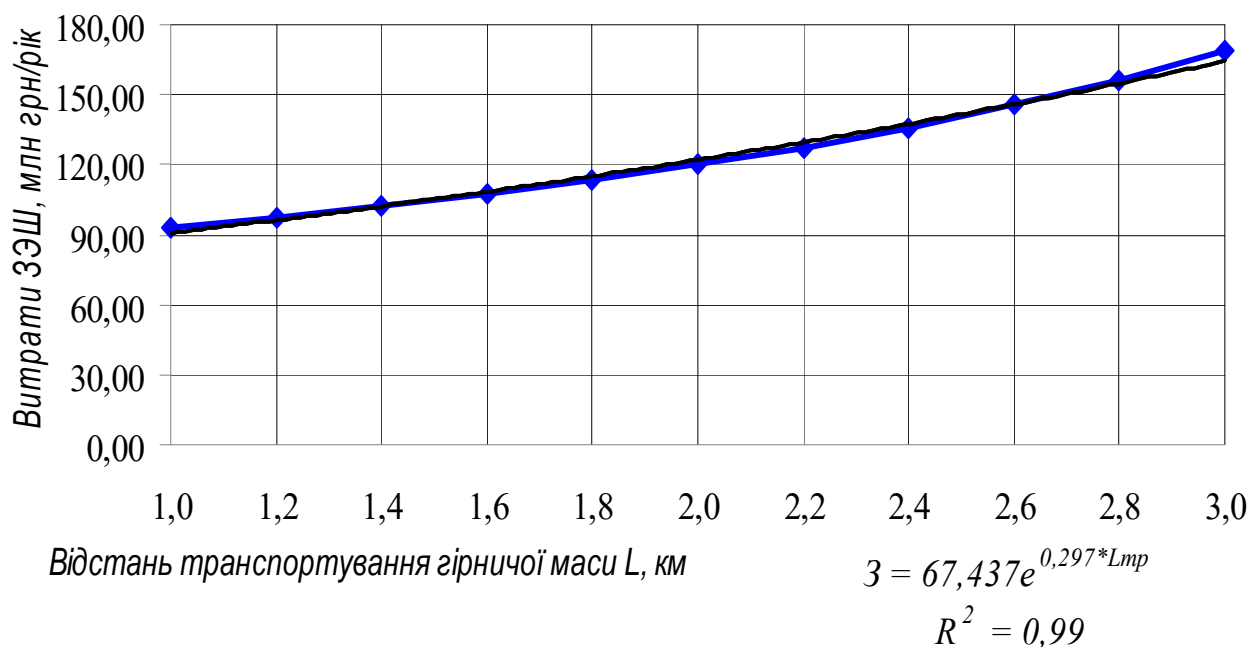


Рис. 3.2 – Графік залежності витрат Z від відстані транспортування L при розробці розкривних порід комплексом «ЕШ-14/50 + Caterpillar 793» (апроксимація згладжування - експонентна)

Із представлених графіків (рис. 3.1, 3.2) видно, що чим більше відстань транспортування, тим більше витрати на переміщення гірничої маси. Отже маємо залежність, що дозволяє оперативно встановлювати експлуатаційні витрати при роботі комплексу «ЕШ-14/50 + Caterpillar 793» від дальності транспортування гірничої маси.

Залежність витрат від дальності транспортування $Z_{ЕШ}=f(L)$ описується рівнянням наступного виду, що максимально відображає точність даної залежності (R^2), отже надана залежність описується з точністю 99 % при використанні експонентної апроксимації згладжування:

– апроксимація згладжування – лінійна:

$$Z = 37,149 * L_{mp} + 50,022 \quad (R^2 = 0,97) \quad (3.8)$$

– апроксимація згладжування – експонентна:

$$Z = 67,437 e^{0,297 * L_{mp}} \quad (R^2 = 0,99) \quad (3.9)$$

Таким чином, отримане рівняння може використовуватися для поточного оперативного планування гірничих робіт при розрахунках вартості вантажно-транспортних робіт на кар'єрах в умовах зміни профілю та довжини кар'єрних автодоріг.

3.3. 2 Дослідження комплексу «Terex RH-200 + Caterpillar 793»

Запропоновано використовувати на верхніх горизонтах комплекс устаткування екскаватор - зворотна лопата *Terex RH-200* у комплексі з автосамоскидами типу *Cat-793*. З огляду на об'єм ковша даного екскаватора, для максимальної його продуктивності доцільно використати його в комплексі з автосамоскидами великої вантажопідйомності – не менш 220 т, з розрахунком 5-6 ковшів для повного навантаження.

3.3. 2.1 Розрахунок ширини робочої площадки

Ширина робочої площадки для *Terex RH-200* розраховується по формулі:

$$Ш_{п.н.э.} = A + z + R_n + b + b_{on} + C_1, \text{ м} \quad (3.10)$$

де A - ширина заходки, м;

Ширина заходки для екскаватора *Terex RH-200* розраховується по класичній формулі:

$$A_1 = 1,5 \times R_{ч.у}^{\max} = 1,5 \times 18,5 = 28 \text{ м}; \quad (3.11)$$

де $R_{ч.у}^{\max}$ - максимальний радіус черпання на рівні стояння екскаватора

$$R_{ч.у}^{\max} = 18,5 \text{ м};$$

Z - ширина призми можливого обрушення робочого уступу, м;

$$z = h \times (ctg\omega - ctg\alpha) = 10 \times (ctg20 - ctg26) = 7 \text{ м}; \quad (3.12)$$

h - висота уступу, $h = 10$, м;

ω - кут стійкого укосу уступу по м'яких породах, $\omega = 20^\circ$;

α - кут укосу робочого уступу по м'яких породах, $\alpha = 26^\circ$;

$R_n = 15$ - радіус повороту автосамоскида, м;

$b = 8$ - ширина автосамоскида, м;

$b = 8$ - ширина бічних брівок транспортної смуги, м;

$C_1 = 0,5$ - відстань від захисного вала до кромки проїзної частини, м.

$$Ш_{п.н.э.} = 28 + 7 + 15 + 8 + 2 + 0,5 = 60,5 \text{ м} \quad (3.13)$$

3.3. 2.2 Продуктивність екскаватора

Змінна продуктивність екскаватора була визначена раніше в п. 2.5.2:

Експлуатаційна продуктивність екскаватора визначена з урахуванням втрат робочого часу, пов'язаних з неминучими організаційними й технічними простоями:

$$Q_{\text{э}} = Q_{\text{тех}} \times T_{\text{см}} \times K_u = 1555 \times 12 \times 0,8 = 14928 \text{ м}^3 / \text{см}; \quad (3.14)$$

Річна продуктивність екскаватора *Terex RH-200*:

$$Q_{\text{год1}} = Q_{\text{см1}} \times n_{\text{см}} \times N_{\text{см}} = 14928 \times 2 \times 355 = 10,6 \text{ млн.м}^3 / \text{рік}; \quad (3.15)$$

де $Q_{\text{см1}}$ - змінна продуктивність екскаватора *Terex RH-200*, м³/зміну;

$n_{\text{см}} = 2$ - число повних робочих змін у добу;

$N_{\text{см}} = 355$ - число робочих днів у році.

3.3. 2.3 Витрати на розробку комплексом «RH-200 + Cat-793»

Розрахунок витрат на розробку й переміщення порід розкриву комплексом визначаємо за вираженням:

$$Z_{\text{RH}} = C_{\text{RH}} \times V_{\text{RH}} + C_{\text{авт}} \times V_{\text{авт}}, \text{грн}; \quad (3.16)$$

$$C_{\text{авт1}} = f \left(\frac{\sum Z_1 \times L_{\text{тп}}}{Q_{\text{авто}}} \right), \text{грн 1 ткм}; \quad (3.17)$$

$$V_{\text{авт}} = V_{\text{RH}} \times \sum L_{\text{авт}} \times \gamma_n, \text{ткм}; \quad (3.18)$$

Розрахункові дані витрат на розробку й переміщення порід розкриву комплексом «*Terex RH-200 + Cat-793*» у відвал визначалися для різних відстаней транспортування гірничої породи від 1 до 3 км. Розрахункові дані витрат на розробку й переміщення порід розкриву комплексом «*Terex RH-200 + Cat- 793*» у відвал наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Розрахунок витрат на розробку й переміщення порід розкриву комплексом «*Terex RH-200 + Cat- 793*»

Витрати екскавації 1 м^3 , C_3 , грн/ м^3	Річний об'єм вийнятих порід екскаватором, V_3 , млн. м^3	Витрати на перевезення 1 ткм автосамоскидами, $C_{авт}$, грн/ткм	Річний вантажопотік автосамоскидів, $V_{авт}$, млн. ткм/рік	Сумарний середній пробіг автосамоскидів $\Sigma L_{авт}$, км	Витрати Z_{RH} , млн	Витрати 1 м^3 порід розкриву при використанні комплексу, грн/ м^3
9,7	10,5	0,98	21,2	1	123,60	11,66
		0,99	25,44	1,2	128,01	12,08
		1,01	29,68	1,4	132,80	12,53
		1,04	33,92	1,6	138,10	13,03
		1,08	38,16	1,8	144,03	13,59
		1,13	42,4	2	150,73	14,22
		1,19	46,64	2,2	158,32	14,94
		1,26	50,88	2,4	166,93	15,75
		1,34	55,12	2,6	176,68	16,67
		1,43	59,36	2,8	187,70	17,71
		1,53	63,6	3	200,13	18,88

На підставі отриманих результатів побудуємо графік залежності витрат Z_{RH} від відстані транспортування L $Z_{RH}=f(L)$ для комплексу гірничотранспортного встаткування «*Terex RH-200 + Cat-793*», а також додамо на графік апроксимуюче рівняння для визначення витрат при будь-якій відстані транспортування. Графік залежності витрат від відстані транспортування наведені на рис. 3.3 та 3.4.

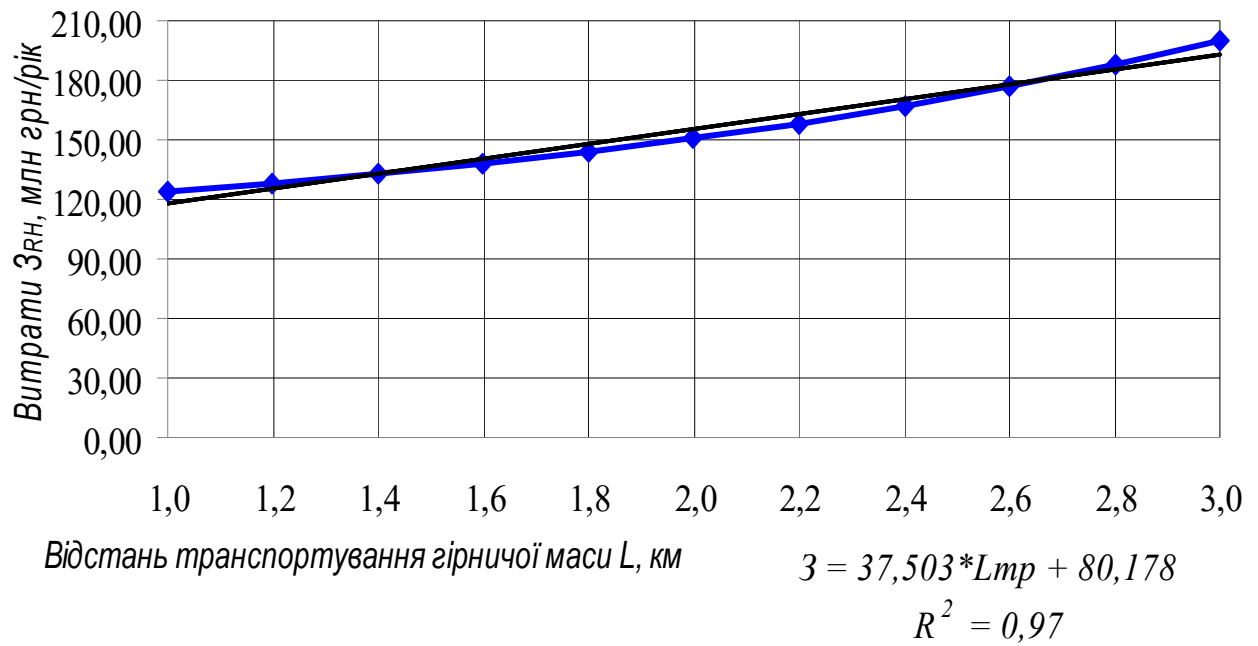


Рис. 3.3 – Графік залежності витрат Z_{RH} від відстані транспортування L при розробці розкривних порід комплексом «RH-200 + Caterpillar 793» (апроксимація згладжування - лінійна)

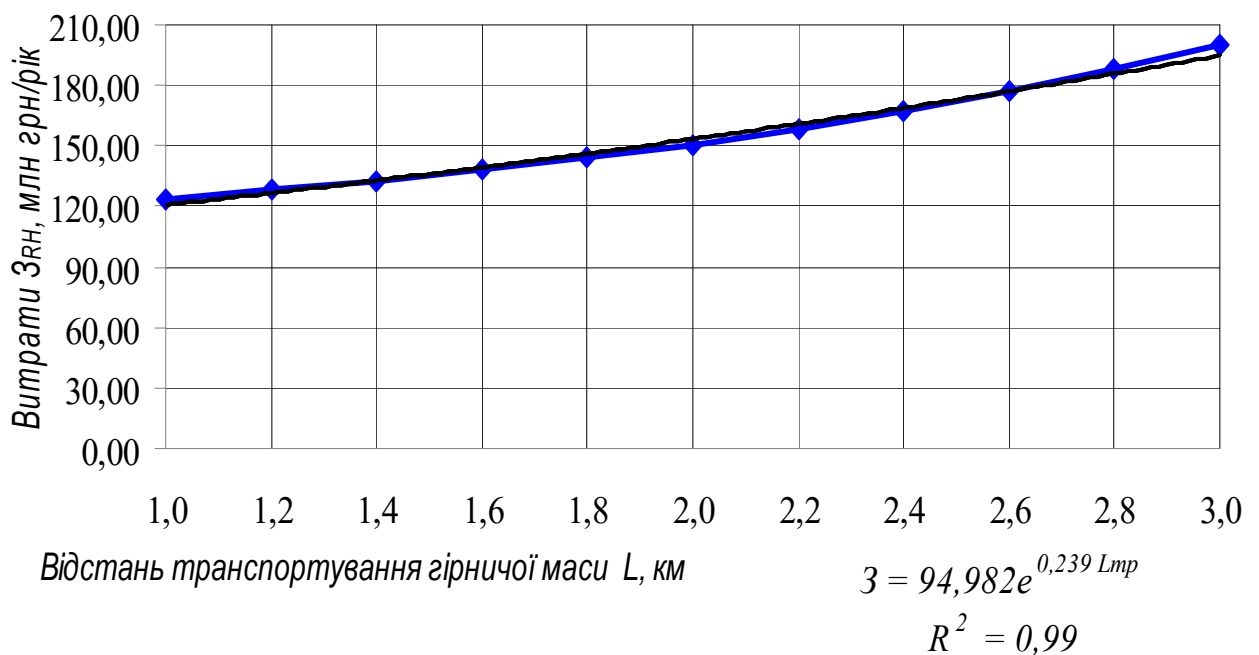


Рис. 3.4 – Графік залежності витрат Z_{RH} від відстані транспортування L при розробці розкривних порід комплексом «Terex RH-200 + Caterpillar 793» (апроксимація згладжування - експонентна)

З представлених графіків (рис. 3.3, 3.4) видно, що чим більше відстань транспортування, тим більше витрати на переміщення гірничої маси. Отже маємо залежність, що дозволяє оперативно встановлювати експлуатаційні витрати при роботі комплексу «*Terex RH-200 + Cat-793*» від дальності транспортування гірничої маси.

Залежність витрат від дальності транспортування $Z_{RH}=f(L)$ описується рівнянням наступного виду, що максимально відображає точність даної залежності (R^2), отже дана залежність описується з точністю 99 % при використанні експонентної апроксимації згладжування:

– апроксимація згладжування – лінійна:

$$Z = 37,503 \times L_{mp} + 80,178 \quad (R^2 = 0,97) \quad (3.19)$$

– апроксимація згладжування – експонентна:

$$Z = 94,982 e^{0,239 \times L_{mp}} \quad (R^2 = 0,99) \quad (3.20)$$

Таким чином, отримане рівняння може використовуватися для поточного оперативного планування гірничих робіт при розрахунках вартості вантажно-транспортних робіт на кар'єрах в умовах зміни профілю й довжини кар'єрних автодоріг.

3.3. 3 Загальні техніко-економічні показники схем

Проведемо аналіз експлуатаційних витрат розглянутих варіантів застосування гірничотранспортного устаткування. Критерієм позначки було прийнято витрати на 1 м^3 порід розкриву. На рис. 3.5 представлена залежність собівартості 1 м^3 порід розкриву для комплексів устаткування залежно від дальності транспортування розкривних порід: $Z_{1\text{м}^3} = f(L)$.

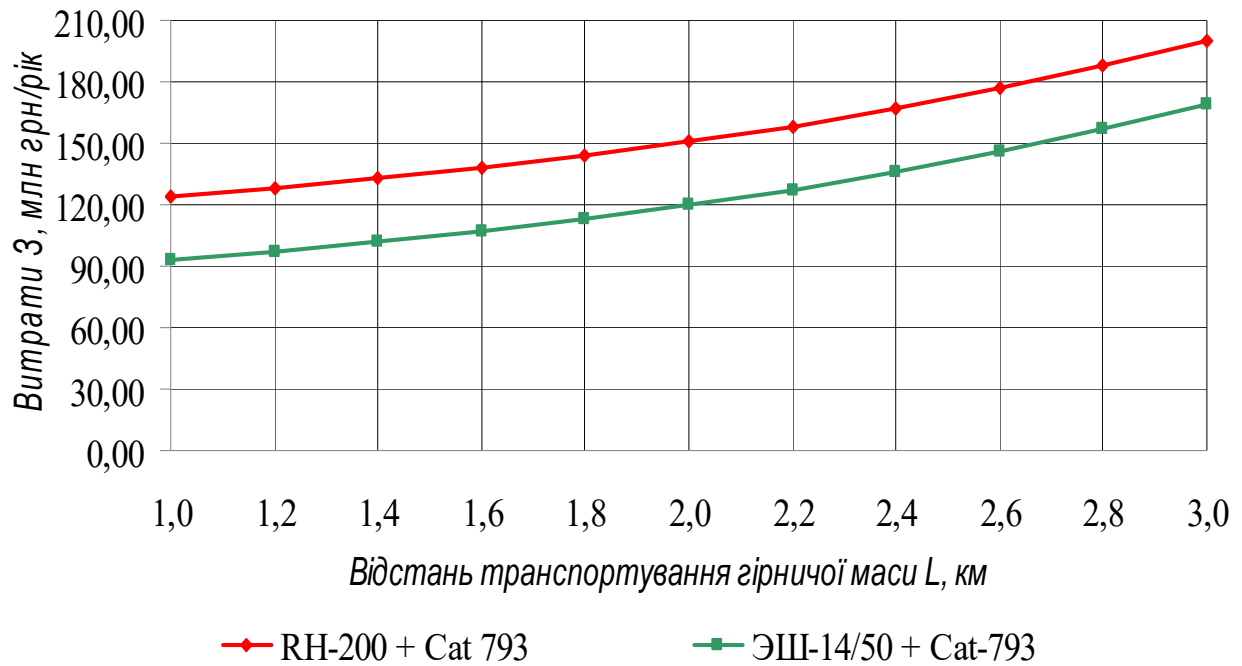


Рис. 3.5 - Графік залежності витрат від відстані транспортування при розробці розкривних порід комплексами гірничотранспортного устаткування

З даних графіка видно, що прямі не перетинаються, отже незалежно від відстані транспортування собівартість видобування й транспортування порід розкриву буде менше при використанні комплексу «ЕШ-14/50 + Cat-793». Також, завдяки апроксимації отримані залежності собівартості розкривних порід від дальності транспортування, отримані залежності (рівняння) мають коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,97$ (апроксимація згладжування – лінійна) і $R^2 = 0,99$ (апроксимація згладжування – експонентна), що говорить про найбільшу точність даних залежностей – 99 %.

Таким чином, проведені дослідження дозволили вибрати раціональний комплекс гірничотранспортного встаткування для проведення розкривних робіт на Єрістовському ГОК.

Таблиця 3.3 - Загальні техніко-економічні показники схем

Параметри	«RH-200 + Cat-793»	«ЕШ-14/50 + Cat-793»	
Ширина заходки, м	28	40	
Ширина транспортної смуги, м	30		
Ширина смуги безпеки, м	5	7	
Ширина робочої площадки уступу, м	60,5	71	
Собівартість екскавації 1м ³ , C_3 , грн/м ³	5,7	4,9	
Собівартість перевезення 1 ткм, $C_{авт}$, грн. т. км.	0,95 ÷ 1,5		
Сумарний пробіг автосамоскидів $\Sigma L_{авт}$, км	Собівартість 1м ³ порід розкриву, грн/м ³		
	1,0	7,60	6,80
	1,2	8,00	7,20
	1,4	8,44	7,64
	1,6	8,93	8,13
	1,8	9,48	8,68
	2,0	10,10	9,30
	2,2	10,80	10,00
	2,4	11,60	10,80
	2,6	12,51	11,71
	2,8	13,54	12,74
3,0	14,70	13,90	

З вищенаведеного видно, що незалежно від відстані транспортування собівартість розробки розкривних порід (виймально-навантажувальні роботи) буде менше при використанні комплексу «ЕШ-14/50 + Cat- 793».

3.3. 4 Раціональні технологічні схеми роботи комплексу
«ЕШ-14/50 + Caterpillar 793» при розробці м'якого розкриву

При роботі драглайна, як правило, застосовується робота - нижнім черпанням, висота уступу є основним з технологічних показників даної схеми. Розглянемо можливі схеми розташування автосамоскидів під навантаження:

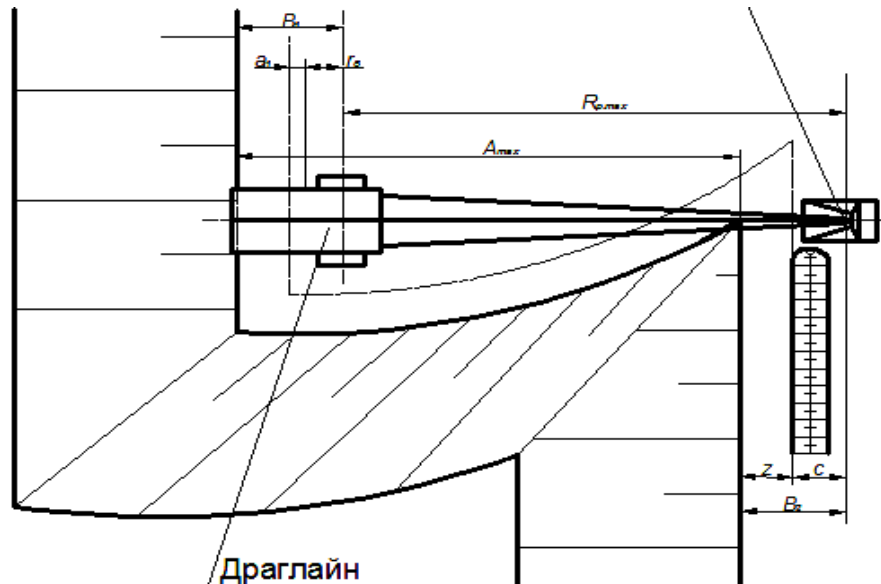


Рис. 3.6 - Схема роботи драглайна при роботі нижнім черпанням і розвантаженню в автосамоскид, що перебуває на рівні стояння драглайна

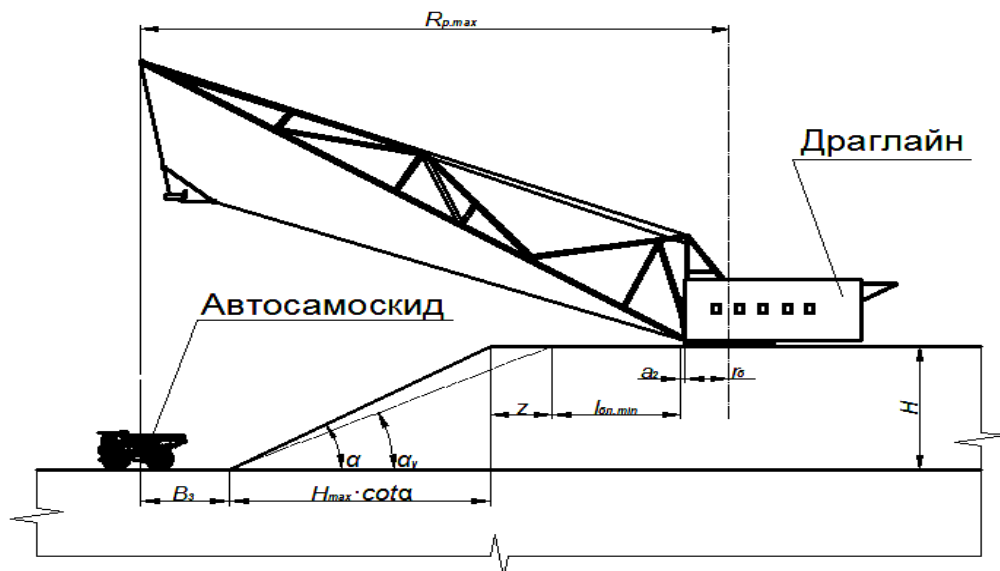


Рис. 3.7 - Схема роботи драглайна при роботі нижнім черпанням і розвантаженню в автосамоскид, що перебуває нижче рівня стояння драглайна

4. ОХОРОНА ПРАЦІ Й БЕЗПЕКА ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ

4.1 Основні положення

Основними нормативним документами, що встановлюють вимоги безпечного виконання робіт й експлуатації встаткування на відкритих розробках корисних копалин і регламентуючі вимоги до санітарно-технічних умов на кар'єрах, є: „Правила охорони праці при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом” (НПАОП 0.00-1.24-10), „Правила охорони праці на автомобільному транспорті” (НПАОП 60.2-1.28-97), „Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки корисних копалин”, Сніп 2.05.07-91 „Промисловий транспорт”.

Виробництво буровибухових робіт здійснюється відповідно до вимог „Єдиних правил безпеки при вибухових роботах” (НПАОП 0.00-1.17-92) по „Типовому проекті ведення буровибухових робіт у кар'єрі”.

Радіус вибухонебезпечної зони по розльоту шматків породи на Єрістовському кар'єрі становить 750 м. Безпечна відстань по впливу повітряної хвилі й сейсмічних коливань становить 500 м.

Вибухові роботи в кар'єрі здійснюються спеціалізованим цехом виробництва вибухових робіт, що мають відповідну ліцензію й допуск до застосування ВР.

Геолого-маркшейдерською службою комбінату повинні здійснюватися інструментальні спостереження за стійкістю укосів бортів кар'єру і ярусів відвалів, а також систематизація й аналіз результатів цих спостережень. При необхідності залучаються спеціалізовані підрядні організації.

Для створення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці передбачаються заходи щодо нормалізації атмосфери робочих зон кар'єру, боротьбі з пилом при проведенні технологічних операцій.

При веденні гірничих робіт у кар'єрі основними джерелами пилеутворення є вибухові роботи, екскаваторні навантажувальні роботи, бурові роботи, перевантаження гірничої маси, відвалоутворення, бульдозерні роботи, здування пилу з бортів кар'єру й відвалів. Частка цих джерел у

забрудненні атмосфери прилягаючих територій незначна, тому що при великій глибині кар'єру пил, що виділяється, залишається в кар'єрі, а більша його частина придушується при постійному зрошенні вибоїв та укосів уступів.

Для зниження кількості викидів і створення нормальних санітарно-гігієнічних умов роботи в кар'єрі передбачаються наступні основні заходи:

- полив гірничої маси в екскаваторних вибоях і на перевантажувальних площадках за допомогою автополивалонок, гідропоїздів;
- для зменшення кількості пилу та газу, що викидається в атмосферу при масових вибухах, передбачається застосування гідрогелієвої забойки;
- зрошення вибухового блоку, перед вибухом;
- застосування зовнішньої водяної забойки у вигляді поліетиленових рукавів;
- пиловловлення при бурінні свердловин повітряно-водяною сумішшю за допомогою пилевловлюючих установок, що поставляють із буровими верстатами;
- герметизація кабін машиністів екскаваторів, бурових верстатів, бульдозерів;
- устаткування кабін екскаваторів, бурових верстатів і бульдозерів кондиціонерами, що поставляють комплектно з гірничим устаткуванням;
- зрошення укосів неробочих уступів кар'єру й прилягаючих площ, а також поверхні відвалів єднальними пил емульсіями.

Періодичність зрошення прийнята відповідно до „Норм технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин” (СОУ-Н МПП 73.020-078-1): улітку 2 рази в добу протягом 90 діб; іншу пору року - 1 раз у добу протягом 200 діб.

Для зниження пилевиділення з поверхонь відвалів передбачається їхнє зрошення водяним розчином.

Виробничі стоки, що утворюються при зволоженні гірничої маси, поливу автодоріг, змиві просипі й т.п., системою кар'єрного водовідливу скидаються в регулюючу ємність.

4.2 Провітрювання кар'єру

Забруднення атмосфери в кар'єрі газами відбувається за рахунок вибухових робіт й експлуатації двигунів внутрішнього згоряння.

У початковий період експлуатації кар'єру, при невеликій його глибині, масові вибухи хоча й викликають істотне забруднення атмосфери кар'єру отрутними газами, однак не представляють небезпеки внаслідок їх періодичності й досить швидкого розсіювання та виносу газопилової хмари, яка утворилася після вибуху, за межі кар'єру. Уже незабаром після вибуху відбувається відновлення нормального стану атмосфери.

У цей час природне провітрювання Єристівського кар'єра відбувається за рециркуляційною схемою. Для зниження забруднення кар'єрного повітря вибухові роботи намічається робити в денні годинники, під час найбільшого турбулентного руху повітря (з 12 до 17 годин). Загальне забруднення атмосфери кар'єру у зв'язку з відсутністю тривалих штилів (більше 10 годин) незначне й необхідності застосування загалькар'єрної штучної вентиляції немає. Після 2020 р., зі значним зниженням глибини гірничих робіт, при малих швидкостях вітру може мати місце застій шкідливих газів у глибинній частині кар'єру.

При відсутності достатнього природного повітрообміну з'являється необхідність місцевого штучного провітрювання кар'єру. Для штучного провітрювання кар'єру передбачаються пересувні установки місцевого провітрювання УМП-1Б, що прискорюють провітрювання кар'єру після вибуху гірничої маси в 3-4 рази.

4.3 Визначення ефективного природного провітрювання кар'єру

Технологія ведення видобувних робіт на кар'єрах гірничодобувних підприємств супроводжується підвищеним виділенням пилу й газів, що негативно впливає на здоров'я трудящих і приводить до підвищеного зношування механізмів гірничого встаткування. Зі збільшенням глибини кар'єру, погіршується повітрообмін. Цей фактор сприяє утворенню застійних

зон і збільшенню ризику профзахворювань гірників. Найбільш ефективними заходами, що забезпечують нормальні умови праці, є такі, які дозволяють подавити шкідливості в місцях їхнього утворення. Для поліпшення природного провітрювання передбачається установка щитів, а також розташування зовнішніх відвалів з урахуванням рози вітрів.

Єристівський ГОК розташований у зоні помірного клімату. У трьох кілометрах на південь від кар'єру протікає ріка Дніпро. Місцевість рівнинна. Переважний напрямок вітрів – південно-західний, середньорічна температура +14°C. Кількість днів, супроводжуваних опадами, близько 90 у році. Середня вологість 75 %. Кут укосу підвітряного борта кар'єру 21°. Швидкість вітру на поверхні 4 м/с, переважно в західному напрямку. У кар'єрі виникає рециркуляційна схема провітрювання (рис. 4.1).

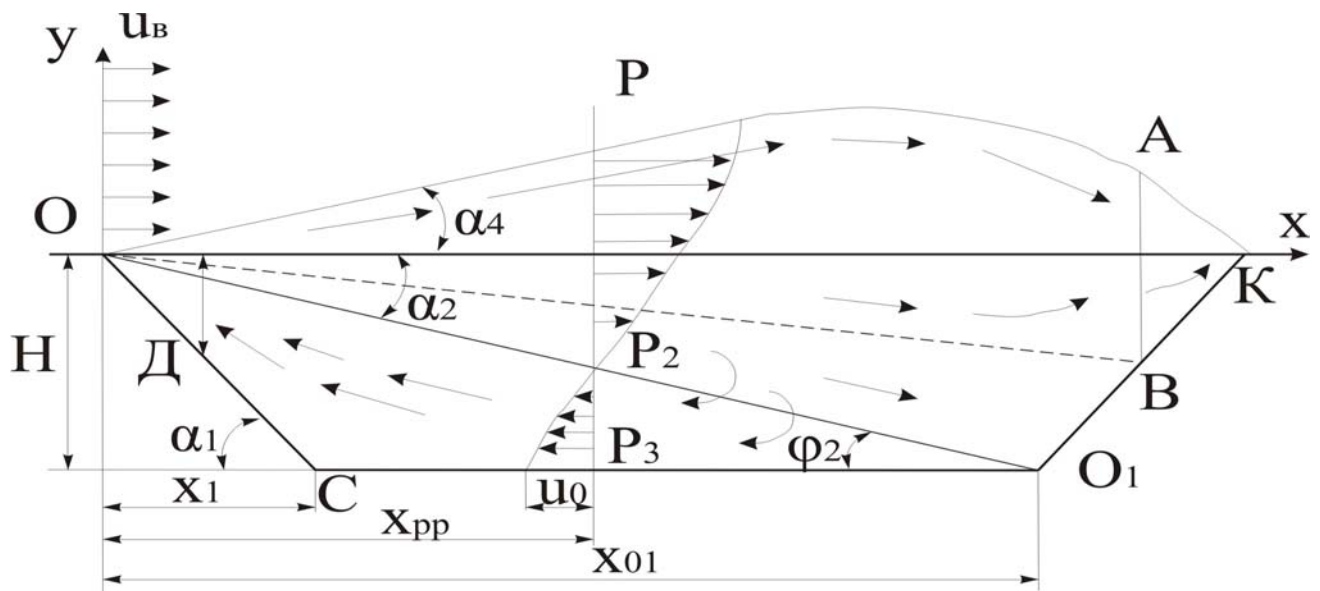


Рис.4.1 Схема провітрювання

Концентрація шкідливих речовин при рециркуляційній схемі провітрювання в зоні рециркуляції в кар'єрі при тривалому збереженні постійного режиму провітрювання визначається по формулі:

$$C_p = \frac{1}{K_d \times Q_y} \times \{I + c_0 \times [Q_c + (1 - K_d) \times Q_y]\}, \text{ м}^3 / \text{с};$$

де: K_d – коефіцієнт турбулентної дифузії вільного потоку;

Q_y – витрата повітря в ядрі постійної маси вільного потоку, $\text{м}^3/\text{с}$;

I – сумарна інтенсивність надходження шкідливих речовин у зону рециркуляції від внутрішніх і зовнішніх поблизу розміщених джерел, мг/с;

c_o – концентрація шкідливих речовин у повітрі, що надходить у зону рециркуляції при загальному забрудненні атмосфери, $c_o = 2 \text{ мг/м}^3$;

Q_c – витрата повітря у вільному потоці, $\text{м}^3/\text{с}$.

$$K_o = \frac{c_n}{c_{cp}} = \frac{7}{15} = 0,47 ;$$

де: c_n – концентрація домішок у ядрі постійної маси, $c_n = 7 \text{ мг/м}^3$;

c_{cp} – концентрація домішок на границі вільного потоку, $c_{cp} = 15 \text{ мг/м}^3$;

Нижче наводяться вихідні дані для визначення інтенсивності виділення шкідливих речовин: На кар'єрі працює 1 видобувна ділянка, яку обслуговують п'ять екскаваторів *RH 200*. Транспорт автомобільний, вантажопідйомністю 120-220 т. На ділянці працює три автосамоскида у зв'язці з екскаватором – $n_a = 15$. Також на ділянці працюють три бульдозери (з використання робочого часу 53 %), $n_b = 1,6$. І п'ять бурових верстатів (з використання робочого часу 50%), $n_{b.c.} = 2,5$. Інтенсивність пилеутворення: екскаватор $G_e = 200 \text{ мг/с}$; автосамоскид $G_a = 350 \text{ мг/с}$; бульдозер $G_b = 250 \text{ мг/с}$; буровий верстат $G_{b.c.} = 270 \text{ мг/с}$. Інтенсивність виділення *CO*: автосамоскид $G'_a = 1500 \text{ мг/с}$; бульдозер $G'_b = 320 \text{ мг/с}$.

Сумарна інтенсивність виділення пилу в кар'єрі:

$$\begin{aligned} G_n &= G_e \times n_e + G_a \times n_a + G_b \times n_b + G_{b.c.} \times n_{b.c.} = \\ &= 200 \times 5 + 350 \times 15 + 250 \times 1,6 + 270 \times 2,5 = 7325 \text{ мг/с} ; \end{aligned}$$

Сумарна інтенсивність виділення *CO* у кар'єрі:

$$G_z = G'_a \times n_a + G'_b \times n_b = 1500 \times 15 + 320 \times 1,6 = 723012 \text{ мг/с} ;$$

Оскільки $G_z \gg G_n$, те наступні розрахунки проводимо по газу.

При рециркуляційній схемі провітрювання витрата повітря, що надходить у ядро постійної маси, визначається по формулі:

При швидкості вітру $U_g = 4 \text{ м/с}$ й $L = 2000 \text{ м}$:

$$Q_a = 0,077 \times x_{01cp} \times U_g \times L = 0,077 \times 1075 \times 4 \times 2000 = 662200 \text{ м}^3 / \text{с};$$

де: x_{01cp} – середня довжина відрізка x_{01} , його знаходимо з декількох профілів кар'єру, які збігаються з напрямком вітру.

$$x_{01cp} = \frac{x_{01,1} + x_{01,2} + \dots + x_{01,n}}{n} = \frac{1100 + 1050 + 1000 + 1150}{4} = 1075 \text{ м};$$

Витрата повітря у вільному потоці при рециркуляційній схемі визначається по формулі [43-45]::

$$Q_c = 0,179 \times x_{01cp} \times U_g \times L = 0,179 \times 1075 \times 4 \times 2000 = 1539400 \text{ м}^3 / \text{с};$$

Виходячи з вищенаведеного концентрація CO у кар'єрі буде рівним:

$$C_p = \frac{1}{0,47 \times 662200} \times \{23012 + 2 \times [1539400 + (1 - 0,47) \times 662200]\} = 12,2 \text{ мг} / \text{м}^3;$$

$C_p > 1/3 \text{ ГДК}$, $\text{ГДК} = 20 \text{ мг} / \text{м}^3$ – умова виконується

4.4 Заходи щодо охорони навколишнього середовища

При веденні гірничих робіт у кар'єрі основними джерелами пилеутворення є екскаваторні навантажувальні роботи, бурові роботи, перевантаження гірничої маси, відвалоутворення, бульдозерні роботи, здування пилу з бортів кар'єру й відвалів. Частка цих джерел забруднення атмосфери прилягаючих територій незначна, тому що при великій глибині кар'єру пил, що виділяє, залишається в кар'єрі й зв'язується при постійному зрошенні водою вибоїв та укосів уступів. Основним джерелом забруднення атмосфери в районі кар'єру є масові вибухи.

По мірі поглиблення кар'єру вплив їх на забруднення атмосфери прилягаючих територій зменшується, тому що випадання основної маси пилу відбувається на площі кар'єру в перші секунди розсіювання пилегазової хмари. Для зниження кількості викидів і створення нормальних санітарно-гігієнічних умов роботи в кар'єрі передбачаються наступні основні заходи:

- провітрювання робочих місць, вентиляційною установкою УМП-1, у жарку погоду, що забезпечить зменшення зараження робітників профзахворюваннями;

- двократний полив гірничої маси в екскаваторних вибоях і на перевантажувальних площадках за допомогою автополивалонок, гідропоїздів і зрошувально-вентиляційних установок типу УМП-1;

- для зменшення кількості пилу й газу, що викидає в атмосферу при масових вибухах, передбачається застосування гідрогелієвої забойки;

- зрошення блоку, що підриває, перед вибухом;

- пиловловлення при бурінні свердловин повітряно-водяною сумішшю за допомогою пилевловлюючих установок, поставляють комплектно з буровими верстатами;

- застосування зовнішньої водяної забойки у вигляді поліетиленових рукавів, наповнених водою;

- устаткування кабін екскаваторів, бурових верстатів і бульдозерів кондиціонерами, що поставляють комплектно з гірничим устаткуванням;

- зрошення укосів неробочих уступів кар'єру й прилягаючих площ, а також поверхні відвалів єднальний пил емульсіями.

У результаті виробничої діяльності кар'єру утворюються побутові та виробничі стоки. Побутові стоки вивозяться на міські очисні спорудження та після очищення скидаються у хвостосховище. Виробничі стоки, що утворюються при зволоженні гірничої маси, поливу автодоріг, змиві просипі й т.п. системою кар'єрного водовідливу скидаються також у хвостосховище. Ґрунтова вода хвостосховища використовується на виробничі потреби комбінату.

Прийнята система водопостачання й водовідведення зводить до мінімуму вплив виробничої діяльності кар'єру на водне середовище.

На підприємстві дотримуються наступних водоохоронних заходів:

- використання існуючих міських споруджень для біологічного очищення стічних вод; - механічне очищення виробничих й атмосферних стічних вод; - використання кар'єрного водовідливу на виробничі потреби.

У цей час із всіх порід, що витягають попутно, використовуються некондиційні кварцити й амфіболіти в обсязі 1,0 млн.м³ у рік як сировина для виробництва щебенів, а також для будівельних цілей (спорудження дамб хвостосховища). Інші різновиди розкривних порід по різних причинах

(відсутність споживачів, недосконалість технології, недостатня вивченість і т.п.) не використовуються та складуються у відвали.

На укоси відвалів суглинки зіштовхуються бульдозером, а потім шляхом змиву атмосферними опадами вони заповнюють проміжки між скельними породами, що сприяє швидкому заростанню укосів трав'янистою рослинністю.

Аналіз фізичних й агрохімічних властивостей порід розкриття, що складають відвали, показав їхню придатність для вирощування швидкозростаючих деревинно-чагарникових рослин.

Лісовий напрямок рекультивації порушених відвалами площ є одним з ефективних способів зниження негативного впливу техногенних процесів на навколишнє середовище, попередженню розвитку вітрової та водної ерозії. Краща приживлюваність рослин забезпечується однолітніми саджанцями, вирощеними на бідних у живильному відношенні ґрунтах. Роботи з гірничотехнічної рекультивації будуть виконуватися основним гірничотранспортним устаткуванням кар'єру.

4.5 Охорона праці, промсанітарія

Даний пункт представлений з умовою дотримання всіх основних вимог і правил по охороні праці, промсанітарії, а також правил безпеки та правил технічної експлуатації.

Для забезпечення дотримання норм охорони праці та техніки безпеки проектом передбачається виконання таких заходів:

1. Забезпечується спорудження огорожень навколо бортів кар'єру, що виключають під'їзд до них і влучення людей, аналогічні огороження є уздовж бривок робочих уступів, відвалів. Огороження споруджується зі скельних порід висотою не менш 2 м і шириною по основі 4 м.

2. Всі робітники, що прибувають на кар'єр, зобов'язані пройти з відривом від виробництва попереднє навчання по охороні праці, техніки безпеки й здати екзамени із затвердженої програми.

3. У приміщенні - пересувний тепляк на видних місцях повинні виводяться плакати й попереджувальні написи по техніці безпеки.

4. Місця в кар'єрі, небезпечні для пересування людей (вхід у в'їзну траншею, на склади та відвали, уздовж доріг на північному й південному бортах) повинні бути обгороджені попереджувальними плакатами.

5. Розвантаження автосамоскидів на відвалі, під борт кар'єру, на складах піску повинна виробляються за межами призми обвалення, що дійсним проектом установлена не менш 1 м (при куті укосу 32°) відвалів, складів, уступів; 4 м – при куті укосу борта 35° і 2,8-3 м на робочих уступах з кутом укосу 45° . Подальше переміщення порід під укіс виконується бульдозером, у якого гусеничні візки не повинні виїжджати за межі лінії зазначеної призми обвалення.

6. Відповідальним по технагляду на ділянці робіт механізмів і людей у кар'єрі є майстер, вказівки якого є для всіх працюючих обов'язковими. Перед початком роботи зміни він ретельно перевіряє стан робочих місць і тільки при відсутності яких-небудь порушень, вимог і норм правил безпеки й охорони праці дозволяє провадження робіт.

7. Для забезпечення стійкості робочих площадок необхідно стежити, щоб висота й кут укосів робочих уступів не перевищував розмірів, передбачених дійсним проектом. За станом укосів необхідно вести систематичне спостереження. У випадку виявлення ознак зрушення порід, тріщин, козирків, всі роботи негайно припиняються й приймаються міри для усунення деформацій. Особливе спостереження за станом робочих площадок на ділянці встановлено у весняно-осінній період часу.

8. Ширина робочої площадки на уступах, складах і відвалі повинна забезпечити розміщення гірського й транспортного встаткування за межами призми обвалення порід.

9. Гірничі й транспортні машини повинні втримуватися в справному стані й бути постачені безвідмовно діючими гальмами, звуковими сигналами, а також мати огороження доступних частин, що рухаються, і висвітлення. Піднімальні, натяжні та інші канати підлягають огляду у встановлений термін.

10. Експлуатація екскаваторів вимагає строгого дотримання спеціальних вимог. Під час роботи екскаватора люди, (включаючи й обслуговуючий персонал) повинні перебувати поза зоною руху його ковша. Робота екскаватора над козирком і навісами уступів забороняється. Якщо є загроза обвалення частини робочої площадки роботи негайно припиняються, а екскаватор приділяється через наявний вільний прохід у безпечне місце. У неробочий час ківш екскаватора повинен бути опущений на землю, кабіна замкнена. При пересуванні екскаватора ківш повинен бути спорожнений і повинен перебувати не вище 1 м від землі, а стріла екскаватора встановлюється по ходу.

11. При роботі бульдозерів відстань від краю гусениць до брівки укусу повинне бути не менш 1,5 м. Максимальні кути укусу вибою бульдозера не можуть перевищувати на підйом 25° і під ухил 30. Не дозволяється залишати бульдозер із працюючим двигуном без догляду, направляти трос працюючого бульдозера і ставати на підвісну раму та відвальний пристрій. При ремонті, огляді, змащенні і регулюванні, двигун повинен бути зупинений, а відвал опущений.

12. При знаходженні автотранспорту на автодорогах у кар'єрі видимість автомобіля повинна бути на відстані не менш 50 м, а дороги 30 м. Ширина проїзної частини доріг, радіуси кривих визначені проектом, і повинні неухильно дотримуватися. Узимку автодороги повинні бути регулярно очищені від снігу й полою, а на закругленнях і ділянках з ухилом - посипані піском, щебенями або відсіванням.

13. Улітку, з метою боротьби з пилом, внутрішньодільничні дороги повинні бути періодично политі водою. Кабіни автосамоскидів повинні бути обладнані козирками. Якщо такі відсутні, то під час навантаження водій автосамоскида повинен установити машину так, щоб кабіна перебувала поза радіусом дії ковша екскаватора, вийти з кабіни та вийти в безпечне місце.

4.6 Заходу щодо запобігання аварій і катастроф

Характерними джерелами аварій на окремих виробничих процесах у кар'єрі є:

- при транспортуванні гірничої маси - транспорт, що рухається та падіння гірничої породи із транспорту;

- при ремонті гірського встаткування - деталі машин і механізмів, падіння людей з висоти;

- при експлуатації, ремонті та обслуговуванні кар'єрних електроспоживачів;

- поразки електричним струмом і падіння людей з висоти;

- при будівництві та ремонті внутрішніх кар'єрних автомобільних і залізничних колій – транспорт, що рухається, шматки дорожнього матеріалу, які розлітаються від механічного впливу;

- при веденні буровибухових робіт – шматки гірничої породи, які розлітаються від вибуху, токсичними газами, повітряною ударною хвилею й сейсмічною дією при вибухах;

- при неналежному забезпеченні стійкого стану бортів кар'єру протягом усього строку його існування, стійкість уступів і відвалів - руйнування бортів, зрушення, обвалення гірничої маси, перевищення кутів укосу, перевищення висоти уступів, не дотримання ширини робочих площадок і попереджувальних берм безпеки;

- затоплення кар'єру - відсутність водовідвідних нагірних каналів, зумпфів, механічних пристроїв водовідводу;

- при забрудненні атмосферного повітря шкідливими газами – машини і механізми;

- пилеутворення на кар'єрі та кар'єрних автодорогах – машини і механізми.

ВИСНОВКИ

Метою дипломної роботи було поставлене завдання вибору та обґрунтування раціонального гірничотранспортного комплексу при відпрацьовуванні розкривних порід в умовах Єристівського родовища залізистих кварцитів. Проведені розрахунки дозволили вирішити поставлені в роботі завдання. Основні результати досліджень мають наступний зміст.

У роботі враховані особливості розробки розкривних порід комплексами гірничотранспортного встаткування «екскаватор - зворотна лопата + автосамоскид» в умовах Єристівського кар'єру. Із проведених досліджень видно, незалежно від відстані транспортування собівартість видобування й транспортування порід розкриву буде менше при використанні комплексу «ЕШ-14/50 + Caterpillar 793».

Проведені дослідження дозволили вирішити поставлені в роботі завдання. Основні результати досліджень:

- виявлені фактори, що впливають на робочі параметри комплексів гірничотранспортного встаткування при розробці Єристівського родовища;
- визначені експлуатаційні витрати при експлуатації комплексів устаткування: «ЕШ-14/50+ Cat 793» і «Terex RH-200 + Cat 793»;
- установлена залежність між експлуатаційними витратами та відстанню транспортування, при використанні досліджуваних комплексів гірничотранспортного устаткування;
- обраний оптимальний комплекс гірничотранспортного встаткування з розглядом раціональних технологічних схем його роботи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Рабочий проект разработки Еристовского месторождения железистых кварцитов. 169-02-П-Г.ГО.ГМ-ПЗ-С. ООО «ЮЖГИПРОРУДА». 2011 г .
2. Мельников Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам. М., Недра, 1982, 414 с.
3. Нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных материалов. – Л.: Из-во по строительству, 1977.–366 с.
4. Новожилов М.Г. Технология открытой разработки, т. 1, 2. – М.,1971.
5. Ржевский В.В. Открытые горные работы, ч. 1, 2. – М.: Недра, 1985.
6. План развития горных работ Еристовского месторождения железистых кварцитов на 2017 г.
7. НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом».
8. НПАОП 0.00-5.39-14 «Інструкція щодо запобігання, виявлення і ліквідації відмов свердловинних зарядів на відкритих гірничих роботах».
9. Нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных предприятий. Стройиздат, 1977. 366 с.
10. Розробка технологічних, управлінських рішень, нормативної документації, системи екологічного моніторингу щодо природоохоронної діяльності гірничих підприємств. (2013). Звіт НДР, 368 с.
11. Розробка екологобезпечних технологій ведення гірничих робіт з урахуванням потреб в ліквідації та консервації гірничодобувних підприємств. Звіт НДР (2016). Державний ВНЗ «НГУ», 301 с.
12. Розробити технологічні основи еколого- й енергозберігаючого виробництва при видобутку твердої нерудної сировини в межах санітарно-захисних зон. (2011). Звіт НДР 315 с.
13. Ржевский В. В. Открытые горные работы. Часть I. Производственные процессы: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1985. 509 с.

14. Розробка технологічних основ екологічнобезпечного видобутку корисних копалин в техногенно-навантажених гірничопромислових регіонах України. (2017). Звіт НДР, 218 с.

15. НПАОП 0.00-1.66-13 «Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення».

16. Symonenko, V. Cherniaiev, O., and Hrytsenko, L., (2016). Organization of non-metallic deposits development by steep excavation layers. *Mining of Mineral Deposits*, 10 (4), 68-73.

17. Розробка екологічнобезпечних технологій ведення гірничих робіт з урахуванням потреб в ліквідації та консервації гірничодобувних підприємств. (2017). Звіт НДР ГП-480, 301 с.

18. Cherniaiev, O. (2017). Technological aspects of formation resistant at-contour and internal dump at development of non-metallic deposits. (51), pp. 84-93.

19. Хохряков В. С. Проектирование карьеров.– М.: Недра, 1980. – 336с.

20. Symonenko, V.I., Pavlychenko, A.V., Cherniaiev, O.V., and Gritsenko, L.S. (2015). Ecology saving technology of mineral deposit mining in the conditions of the sanitary protection zone. *Mining of mineral deposits*, 469-476.

21. Влияние деятельности геологоразведочной и горнодобывающей промышленности на окружающую среду. К.К. Дребенштедт, В.І. Голик, В.І. Комащенко.

22. Simonenko, V.I., and Mostika, A.V. (2007). Systematization of granite and stoneopen-cast for the study of resource-saving technologies for their development. *Zbirnik naukovih prats natsionalnoho hirnychoho universytetu*, (27), 47-51.

23. Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений / Г.Г.Пивняк, И.Л. Гуменик, К.Дребенштедт и др. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2011. – 568с.

24. Symonenko, V., Cherniaiev, O. (2017). Technological aspects eco- and resource- saving technologies development explored reserves at liquidation non-metallic quarries. (50), 92-100.

25. Формирование и разработка техногенных месторождений железных и марганцевых руд: [монография] / под общ. ред. чл.-кор. НАН Украины

Шапаря А. Г. ; Нац. акад. наук Украины, Ин-т проблем природопользования и экологии. Д. : Монолит, 2012. 139 с.

26. Symonenko, V., Hrytsenko L. and Korotkov, P. (2017). Overload finished products nonmetal quarries in the main transport consumers. (51), 55-64.

27. Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин: монографія / Г.І. Рудько, М.М. Курило, С.В. Родованов. К.: АДЕФ-Україна, 2011. 384 с.

28. Cherniaiev, O. (2017). Технологічні аспекти формування стійких приконтурних та внутрішніх відвалів при розробці нерудних родовищ. Збірник наукових праць НГУ, (51), pp. 84-93.

29. Науково-методичні рекомендації щодо поліпшення екологічного стану земель, порушених гірничими роботами: А. Г. Шапар; НАН України, Ін-т пробл. природокористування та екол. - Д. : Моноліт, 2007. - 270 с.

30. Симоненко, В.И., Черняев, А.В. (2006). К установлению зависимости между параметрами системы разработки при отработке нерудных месторождений с внутренним отвалообразованием. Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова, (62), 93-97.

31. Собко Б.Е. Маевский А.М. Дроздов В.В. Обоснование технологической схемы развития горных работ на восточном участке Малышевского месторождения титано-циркониевых руд. / Збірник наукових праць НГУ. – 2011. – № 36.–том.2 – С. 12-19.

32. Новожилов М. Г., Эскин В. С., Корсунский Г. Я. Теория и практика открытой разработки горизонтальных месторождений. – М.: Недра, 1978. 328с.

33. Эскин В. С., Середа Г. Л., Корсунский Г. Я. Методика определения оптимальной ширины заходки при усложнённой бестранспортной системе разработки. Сборник статей «Совершенствование техники и технологии открытой разработки месторождений». Вып. 2. – М.: Недра, 1969. с. 140-147.

34. Фиделев А. С., Гармаш Н. З., Туренко А. Н. Исследование работы землеройных машин. – К. Издательство АН УССР, 1956. 66 с.

35. Егин Б. А., Щитов Д. И., Виноградская Т. В. Учёт влияния ширины заходки на производительность шагающих экскаваторов. Межвузовский

сборник «Разработка угольных месторождений открытым способом».

Выпуск 4. Кемерово: Кузбасский политехнический институт, 1976. с. 77-82.

36. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Часть I. под ред. Новожилова М. Г. – М.: Недра, 1971. 535 с.

37. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Часть II. под ред. Новожилова М. Г. – М.: Недра, 1971. 518 с.

38. Домбровский Н. Г. Повышение производительности одноковшовых экскаваторов. – М.: Стройиздат, 1951. – 320 с.

39. Чулков Н. Н. Расчёт приводов карьерных машин. М.: Недра, 1987. 196 с.

40. Ржевский В. В. Открытые горные работы. Часть I. Производственные процессы: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1985. 509 с.

41. Хохряков В. С. Проектирование карьеров.– М.: Недра, 1980. – 336с.

42. Собко Б.Е. Маевский А.М. Дроздов В.В. Обоснование технологической схемы развития горных работ на восточном участке Малышевского месторождения титано-циркониевых руд. / Збірник наукових праць НГУ. – 2011. – № 36.–том.2 – С. 12-19.

43. Методичні вказівки з виконання розділу «Вентиляція» дипломного проекту для студентів спеціальності 0903, спеціалізація «Відкриті гірничі роботи». / Уклад.: М.Ф. Кременчуцький, Г.П. Кривцун, О.В. Безщасний, В.Г. Клочков, О.С. Іщенко. – Д.:ГВУЗ «НГУ», 2001. – 18 с.

ВІДОМОСТІ ПРО МАГІСТЕРСЬКУ РАБОТУ

№	Розмір аркуша	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
1	A4	ВГР.МР.19.16.ПЗ.	Пояснювальна записка	70	
2	A4	ВГР.МР.19.16.ПЗ.	Демонстраційні матеріали (слайди)	13	

ВІДГУК КЕРІВНИКА

на магістерську роботу студента групи 184м-18-8

Харчика Миколи Сергійовича

на тему: «Обґрунтування раціонального виймально-навантажувального комплексу при відпрацюванні розкривних порід при розробці Єристівського родовища залізистих кварцитів у Полтавській області»

*Зовнішня рецензія**на магістерську роботу студента групи 184м-18-8**Харчика Миколи Сергійовича**на тему: «Обґрунтування раціонального виймально-навантажувального комплексу при відпрацюванні розкритих порід при розробці Єристівського родовища залізистих кварцитів у Полтавській області»*