

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»**

Навчально-науковий інститут природокористування

Кафедра відкритих гірничих робіт

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи магістра**

Студента Куливуш Ірина Геннадіївна
(ПІБ)
академічної групи 184м-23з-7 ІІІ, ННІІІ
(шифр)
спеціальності 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою «Відкрита розробка родовищ»

на тему: «Обґрунтування використання циклічно-поточної технології при транспортуванні руди в умовах кар'єру Єрстівського ГЗК»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
Теоретичний	<i>Анісімов О.О.</i>			
Дослідницький	<i>Анісімов О.О.</i>			
Технологічний	<i>Анісімов О.О.</i>			
Охорона та безпека праці	<i>Анісімов О.О.</i>			
Економічний	<i>Анісімов О.О.</i>			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	<i>Анісімов О.О.</i>			
----------------	----------------------	--	--	--

**Дніпро
2024**

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Відкритих гірничих робіт

_____ Собко Б. Ю.
(підпис)

« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня _____ *магістр*
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студенту *Куливуш Ірині Геннадіївні* академічної групи *184М-23з-7 ІІІ*
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності _____ *184 Гірництво*

за освітньо-професійною програмою _____ *«Відкрита розробка родовищ»*
(офіційна назва)

на тему: *«Обґрунтування використання циклічно-поточної технології при транспортуванні руди в умовах кар'єру Єристівського ГЗК»*
(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
№ _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
1.	<i>Збір вихідних даних роботи кар'єру і використання ЦПТ в умовах ЄГЗК</i>	<i>01.09 – 31.10.24</i>
2.	<i>Підготовка матеріалів до теоретичного розділу</i>	<i>01.10 – 31.10.24</i>
3.	<i>Підготовка матеріалів до дослідницького розділу</i>	<i>01.11 – 15.11.24</i>
4.	<i>Підготовка матеріалів технологічного, охорони праці й економічного розділів.</i>	<i>15.11– 30.11.24</i>

Завдання видано _____
(підпис керівника)

О.О. Анісімов
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.09.24р.

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

І.Г. Куливуш
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 57 с., 9 рис., 8 табл., 3 додатки, 14 посилань.

Об'єкт дослідження. Застосування циклічно-поточної технології при поглибленні дна кар'єру Єристівського ГЗК.

Предмет дослідження. Переміщення корисної копалини автомобільно-конвеєрним транспортом від рудного вибою до поверхні кар'єру.

Ідея роботи – встановити оптимальний крок розміщення перевантажувального пункту при використанні циклічно-поточної технології транспортування корисної копалини на поверхню.

Мета кваліфікаційної роботи – обґрунтування параметрів використання циклічно-поточної технології при поглибленні дна кар'єру та вибір ефективного кроку розміщення перевантажувального пункту в умовах розробки Єристівського родовища.

Вихідні дані для проведення роботи:

- паспорти роботи обладнання, вантажопотоки;
- характеристики обладнання, що використовують для переміщення корисної копалини в умовах діючого кар'єру Єристівського ГЗК;
- ситуаційний план, геологічні розрізи родовища, проектний план кар'єру, пояснювальна записка робочого проекту розробки Єристівського родовища;
- цифрова модель кар'єра.

ОЧІКУВАНІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ

Наукова новизна. Визначена ефективність використання циклічно-поточної технології на кар'єрі Єристівського ГЗК та залежність вводу конвеєрного транспорту з певним кроком поглибленням транспортного концентраційного горизонту.

Практична цінність. Розглянуто технологічну схеми і вантажопотік корисної копалини при її транспортуванні від вибою до поверхні кар'єру із застосуванням циклічно-поточної технології, що дозволяє істотно знизити витрати на переміщення порід.

Економічний ефект. Застосування результатів дослідження дає можливість ефективно використовувати автомобільний транспорт, знизити собівартість перевезення руди від вибою до поверхні кар'єру.

Галузь застосування. Дослідження можуть бути використані в проектах розробки родовища Єристівського ГЗК.

Ключові слова: транспортування, циклічно-поточкова технологія, цифрова модель, кар'єр, руда.

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	6
1	ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1	Загальна характеристика родовища та кар'єру Єристівського ГЗКа	7
1.2	Огляд джерел, пов'язаних з циклічно-потоковою технологією при транспортуванні порід	16
1.3	Постановка проблеми, ідея, мета і завдання наукового дослідження	18
2	ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	20
2.1	Дослідження та аналіз технологічних схем ЦПТ на Єристівському ГЗК	20
2.2	Методика дослідження технологічних схем транспортування з використанням конвеєрів	21
2.3	Аналіз отриманих даних	25
	Висновки до розділу 2.....	28
3	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	29
3.1	Технологія застосування ЦПТ при розробці кар'єру Єристівського ГЗКа	29
3.2	Визначення параметрів транспортних робіт при застосуванні ЦПТ.	32
3.3	Організація робіт при роботі ЦПТ	41
3.4	Аналіз технологічних рішень.....	42
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА.....	43
4.1	Заходи щодо охорони праці та промислової безпеки.....	43
4.2	Дробарно-перевантажувальні та приймальні пункти об'єктів ЦПТ..	44
4.3	Вимоги до конвеєрного транспорту	45
4.4	Електропостачання та електрообладнання об'єктів ЦПТ	47
4.5	Знепилювання та провітрювання підземних ділянок конвеєрного тракту.....	48
4.6	Порядок допуску людей на виконання робіт.....	49
5	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	50
	Висновки за розділом 5.....	51

	5
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53
ДОДАТОК А. Відгук керівника на кваліфікаційну роботу магістра.....	55
ДОДАТОК Б. Відгук рецензента кваліфікаційну роботу магістра.....	56
ДОДАТОК В. Довідка про плагіат роботи.....	57

ВСТУП

Подальше вдосконалення технологічних схем транспортування гірничої маси на відкритих гірничих роботах пов'язано із збільшенням ефективності використання транспорту, впровадженням нових технологій з переміщення порід в кар'єрі, застосуванням техніки поточної дії, використанням сучасних технологічних рішень.

Використання лише автомобільного транспорту для перевезення гірничої маси на кар'єрах становиться дорожчим. Це пов'язано із зростанням ціни на паливно-мастильні матеріали, періодичними ремонтами, оновленням автопарку, поглибленням кар'єру, зміною екологічного стану, необхідністю у періодичному перенесенні автодоріг, та витратами на їх ремонт. Одним із видів вирішення цієї проблеми – є впровадження в умовах кар'єру комбінованої схеми доставки гірничої маси від вибоїв до поверхні. Світова практика і досвід попередніх років довели, що впровадження циклічно-поточної технології з використанням конвеєрного транспорту дає можливість продовження розробки родовища відкритим способом до значної глибини.

У зв'язку з чим обґрунтування можливості впровадження циклічно-поточної технології розробки рудного покладу при відпрацюванні глибокого кар'єру Єристівського ГЗК є актуальним.

У кваліфікаційній роботі пропонується виконати дослідження параметрів бортів кар'єра з метою розміщення конвеєрної установки на них, розробити теоретичні основи розміщення конвеєрної установки, дослідити глибину введення конвеєрної лінії та визначити технологічні параметри циклічно-поточної технології.

2. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Дослідження та аналіз технологічних схем ЦПТ на Єристівському ГЗК

До введення в експлуатацію рудного ЦПТ горизонт мінус 30 м руду вивозитимуть східною системою з'їздів до поверхневих перевантажувальних пунктів ПП+78/+70 м і ПП+76/+70м (буферний склад), розташованих у районі відвалів А5, і далі залізничним транспортом на переробний комплекс Полтавського ГЗК. При досягненні позначки мінус 60 м при посуванні північного борту на 375 м, є можливість введення в експлуатацію комплекс ЦПТ руди горизонт мінус 30 м. Подрібнена руда системою конвеєрів транспортується на фабрику.

У результаті аналізу гірничотехнічних умов подальшого відпрацювання визначено південний борт як найбільш оптимальний для розміщення і перенесення комплексу ЦПТ. Тому акцент гірничих робіт зміщується в південну частину кар'єра. Видобуток руди забезпечується за рахунок залучення у відпрацювання південної ділянки та інтенсивного відпрацювання нижніх горизонтів зі зменшенням ширини робочих майданчиків. Виходячи з динаміки обсягів скельного розкриву в наступний період, що забезпечують проектний видобуток, визначено економічну доцільність, поряд із рудним комплексом ЦПТ, будівництво породного комплексу ЦПТ. За умовами розроблення та економічними показниками проектними рішеннями визначено розташування приймального пристрою комплексу ЦПТ скельного розкриву на одному майданчику з рудним.

Ділянка південного борту стає на граничний контур до горизонту мінус 120 м, на якому формується майданчик під перенесення рудного й облаштування породного комплексів ЦПТ. Пуск ЦПТ горизонт мінус 120 м планувалась у 2026 р.

На денній поверхні південного борту кар'єра формується майданчик перевантаження скельного розкриву з конвеєра в засоби автомобільного

транспорту для подальшого транспортування у відвали. Руда системою конвеєрів подається на збагачувальну фабрику.

Формування бортів на кінцевих контурах у масиві скельних порід відбуватиметься шляхом здвоювання уступів із застосуванням спеціальних заощадних технологій БВР під час відпрацювання приконтурних зон і постановки уступів.

Після 2026 р. для своєчасного розкриття і підготовки рудних запасів до відпрацювання, зменшення кількості ковзних з'їздів необхідно насамперед інтенсифікувати рознос тимчасово погашеного західного борту. У перспективі, після досягнення південним бортом кінцевого контуру до позначки мінус 225 м, передбачається поглиблення конвеєрних підйомників із майданчиком розвантаження самоскидів на горизонті мінус 225 м. Цей комплекс ЦПТ руди і скельного розкриву буде задіяний практично до кінця відпрацювання кар'єра.

В останні 5-6 років експлуатації кар'єра внаслідок зменшення фронту робіт під час погашення уступів у проєктне положення відбувається поступове падіння продуктивності (вибуття потужностей). Після досягнення кар'єром граничного контуру за глибиною (горизонт мінус 435 м) планується ліквідація комплексу ЦПТ горизонт мінус 225 і відпрацювання складеного рудою цілика під ним.

Для скорочення відстані доставки руди на ДОФ з нижніх горизонтів передбачено циклічно-поточну технологію у складі дробарки великого дроблення продуктивністю 28,674 млн т, розташованої на концентраційному горизонті, і конвеєрного ставу до поверхневого рудного складу.

2.2 Методика дослідження технологічних схем транспортування з використанням конвеєрів

Підготовка нових горизонтів у разі застосування комбінованих видів транспорту має специфічні особливості порівняно з автомобільним транспортом [12]. Ці особливості полягають у наступному:

1. Поряд із підготовкою одного горизонту необхідно підготувати всю нижчу групу уступів для можливості перенесення приймально-перевантажувальних пристроїв у кар'єрі з одного концентраційного горизонту на інший; основною метою, отже, є підготовка нижчого концентраційного горизонту.

2. Підготовка нових горизонтів пов'язана зі своєчасним обладнанням концентраційного горизонту приймальними та перевантажувальними пристроями.

3. Спосіб підготовки нових горизонтів повинен забезпечувати перехід з верхнього концентраційного горизонту на нижній без порушення нормального перебігу розкривних і видобувних робіт.

Експлуатація кар'єра в перший період здійснюється за допомогою автомобільного транспорту і тільки при досягненні певної глибини робіт (80-100 м) здійснюється перехід на комбінований вид транспорту.

Межею переходу є глибина кар'єра H_n , за якої вартість транспортування гірничої маси автотранспортом C_a дорівнюватиме або буде більшою за вартість транспортування комбінованим транспортом C_k .

Визначення межі переходу на комбінований вид транспорту (автосамоскиди - похилі підйомачі) може бути здійснено за формулою

$$H_n = \frac{\frac{100 \cdot Z}{S \cdot \gamma \cdot l} + C_k \frac{l}{2} - C_a \left(\frac{l}{4} + \frac{h}{2} \right)}{C_a - C_k}, \text{ м} \quad (2.1)$$

де Z – вартість додаткових витрат, пов'язаних із монтажем пункту перевантаження, грн.;

l – крок перенесення концентраційного горизонту, м;

h – висота уступу, м;

S – середньозважена площа уступів, відпрацьованих на концентраційний горизонт, м².

γ – об'ємна вага гірничої маси, т/м³;

C_k – вартість підйому гірничої маси похилими підйомниками, грн/м;

C_a – вартість підйому гірничої маси автотранспортом. грн/тм;

$$C_a = \frac{C'_a \cdot k_{mp}}{1000 \cdot \sin \alpha}, \text{ грн/т} \quad (2.2)$$

де k_{mp} – коефіцієнт розвитку траси;

C'_a – вартість 1 т·км при автотранспорті, грн;

α – кут підйому автоз'їзду, град.

Вартість підйому гірничої маси похилими підйомниками визначається за формулою

$$C_k = \frac{C'_k}{1000 \cdot \sin \beta}, \text{ грн/т} \quad (2.3)$$

де C'_κ – вартість 1 т·км на похилих підйомниках, грн;

β – кут установки підйомника, град.

Після підстановки формул (2.2) і (2.3) у формулу (2.1) формула визначення межі переходу на комбінований транспорт має вигляд:

$$H_n = \frac{\frac{100 \cdot Z}{S \cdot \gamma \cdot l} + \frac{C'_\kappa}{1000 \cdot \sin \beta} \frac{l}{2} - \frac{C'_a \cdot k_{mp}}{1000 \cdot \sin \alpha} \left(\frac{l}{4} + \frac{h}{2} \right)}{\frac{C'_a \cdot k_{mp}}{1000 \cdot \sin \alpha} - \frac{C'_\kappa}{1000 \cdot \sin \beta}}, \text{ м} \quad (2.4)$$

Витрати на транспортування гірничої маси змінюються залежно від кроку перенесення концентраційного горизонту. Витрати з доставки гірничої маси автотранспортом зі збільшенням кроку перенесення підвищуються, витрати ж, пов'язані з монтажем обладнання на концентраційному горизонті, зменшуються. Тому оптимальний крок перенесення визначатиметься найменшими сумарними витратами, що припадають на 1 т гірничої маси, яку транспортують.

Зміна сумарних витрат становитиме

$$f(l) = C_a \frac{l}{4} + \frac{100 \cdot Z}{S \cdot \gamma \cdot l} \quad (2.5)$$

Досліджуючи цю функцію на мінімум

$$\frac{df}{dl} = \frac{C_a}{4} - \frac{100 \cdot Z}{S \cdot \gamma \cdot l^2} = 0 \quad (2.6)$$

отримаємо оптимальний крок перенесення, що дорівнює

$$l = 20 \sqrt{\frac{Z}{C_a \cdot S \cdot \gamma}}, \text{ м} \quad (2.7)$$

Після підстановки значення C_a отримаємо формулу для визначення кроку перенесення концентраційного горизонту

$$l = 20 \sqrt{\frac{Z \cdot i_p}{C'_a \cdot k_{mp} \cdot S \cdot \gamma}}, \text{ м} \quad (2.8)$$

Рациональні параметри приймальних майданчиків визначаються продуктивністю приймально-перевантажувальних пристроїв (дробарок, грохотільних пристроїв тощо), типом, вантажопідйомністю, габаритами і радіусом повороту кар'єрних автомобілів.

Необхідну пропускну здатність пристроїв, що застосовуються, залежно від їхньої продуктивності та вантажопідйомності автотранспорту можна визначити за формулою

$$П_{n.y} = \frac{Q_{n.y} \cdot k}{Q_a \cdot \gamma}, \text{ автомашин/годину} \quad (2.9)$$

де $P_{n,y}$ – годинна продуктивність приймального пристрою, т;
 Q_a – вантажопідйомність автомобілів, т;
 k – коефіцієнт нерівномірності подачі автотранспорту;
 γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності рухомого складу автотранспорту.

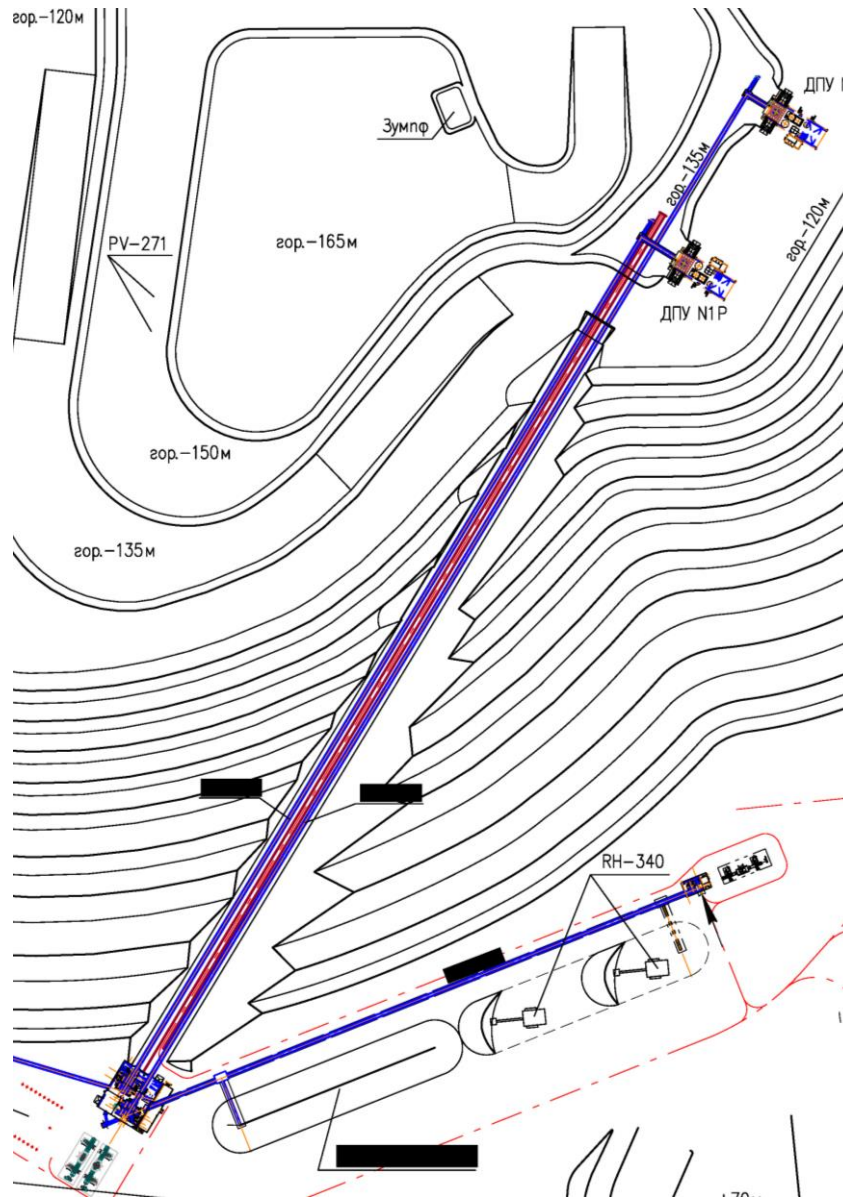


Рисунок 2.1 – План розміщення ЦПТ в умовах Єристівського кар'єру

Необхідну кількість пунктів розвантаження в загальному вигляді можна визначити за формулою

$$m = \frac{Q_{n,y} \cdot t_p \cdot k}{Q_a \cdot \gamma \cdot 60} \quad (2.10)$$

де t_p – час розвантаження рухомого складу автотранспорту.

2.3. Аналіз отриманих даних

При моделюванні процесу з визначення кроку перенесення концентраційного майданчику перевантажувального пункту при застосуванні циклічно-поточної технології були використані наступні дані (табл. 2.1). Витрати на монтаж комплексу на перевантажувальному пункті виконані в розділі 5.

Таблиця 2.1

Вихідні дані та розрахунок кроку перенесення концентраційного горизонту перевантажувального пункту

Витрати на монтаж ПП	Вартість 1ткм при застосуванні автотранспорту	Ухил	Середньозважена площа уступів, відпрацьованих на концентраційний горизонт	Об'ємна вага порід,	Коеф. подовження траси
$Z, \text{ грн}$	$C_a', \text{ грн ткм}$	$i_p, \%$	$S, \text{ м}^2$	$\gamma, \text{ т/м}^3$	$K_{тр}$
24560000	15	0,07	8500	3,2	1,2
Крок перенесення ПП, м					37,48

Дослідження кроку переміщення концентраційного горизонту при збільшенні коефіцієнту подовження трас наведена на рис. 2.2

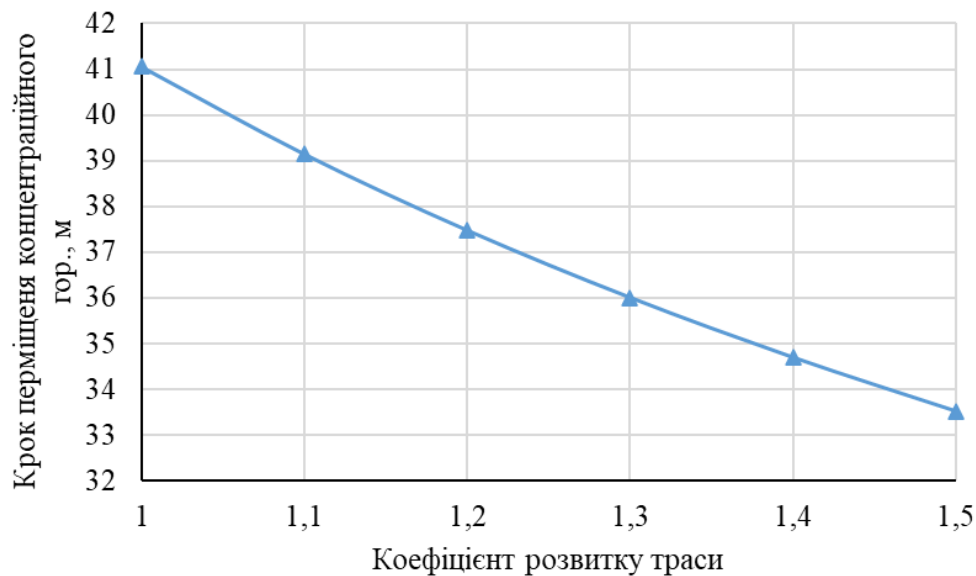


Рисунок 2.2 – Графік залежності кроку переміщення ПП від коефіцієнту розвитку траси

Для встановлення кроку переміщення концентраційного горизонту при збільшенні площ уступів, що відпрацьовують з переміщенням порід на переважувальний пункт здійснено дослідження яке відображене на рис. 2.3.

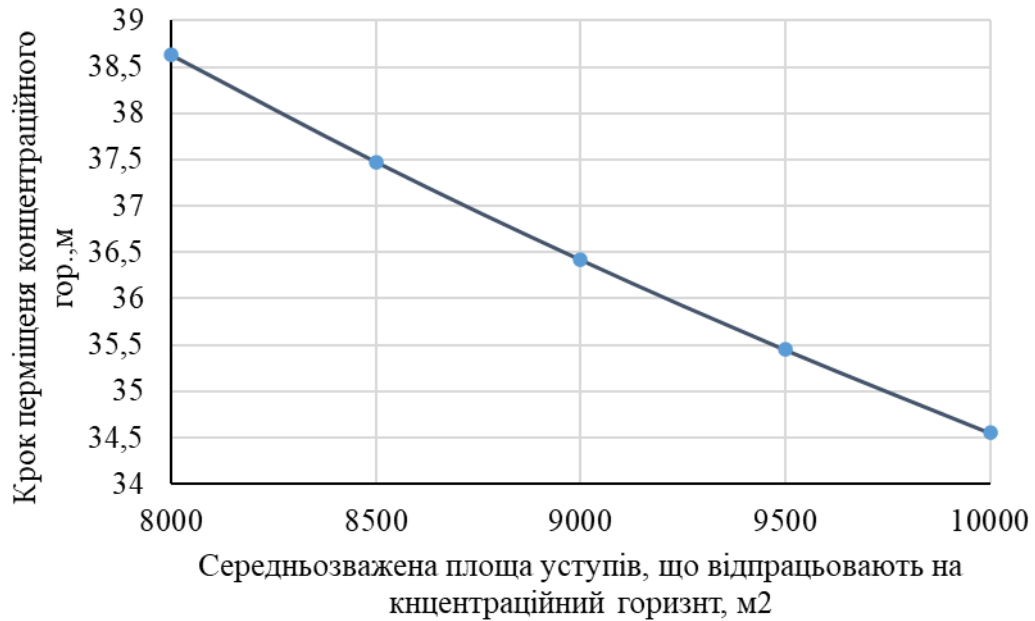


Рисунок 2.3 – Графік залежності кроку переміщення ПП від середньозваженої площі уступів що відпрацьовують на концентраційний горизонт ПП

Порівняння залежності кроку переміщення переважувального пункту виконано на графіках (рис. 2.4 – 2.5).

В результаті порівняння застосовано пошук з використання лінії тренду в програмі Excel в результаті були отримані залежності і коефіцієнти регресії:

- при степеневому графіку крок перенесення концентраційного горизонту для умов Єристівського кар'єру можна визначити

$$l = 145,15 \cdot C'_a{}^{-0,5}, \text{ м з показником апроксимації } - 1 \quad (2.11)$$

- при логарифмічному графіку крок перенесення концентраційного горизонту для умов Єристівського кар'єру можна визначити

$$l = -22,051 \cdot \ln(C'_a) + 97,517, \text{ м з показником апроксимації } - 0,9923 \quad (2.12)$$

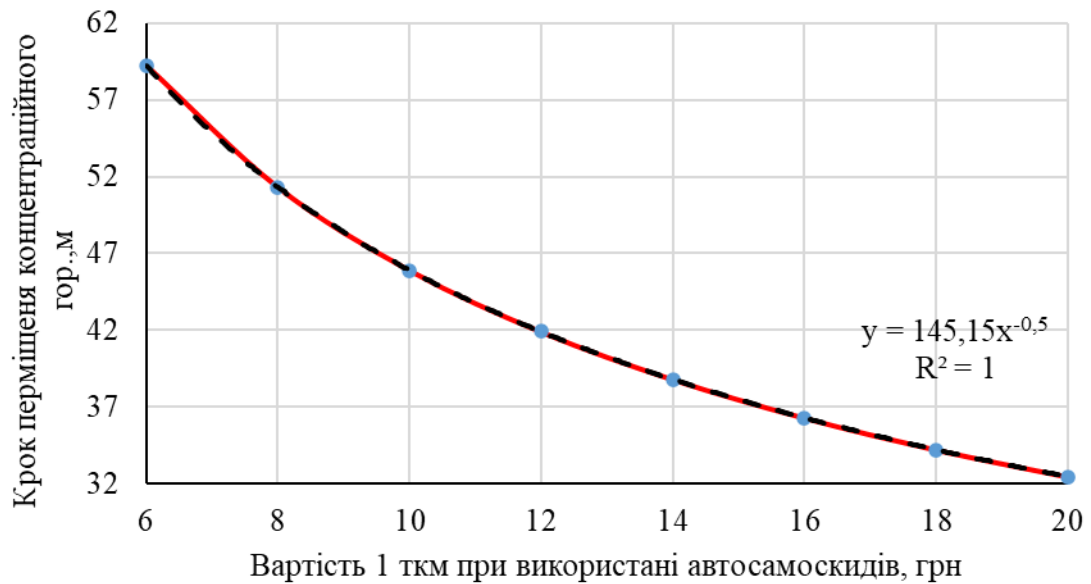


Рисунок 2.4 – Графік залежності кроку переміщення ПП при зміні вартості 1 ткм при використанні автосамоскидів і степенева лінія тренду

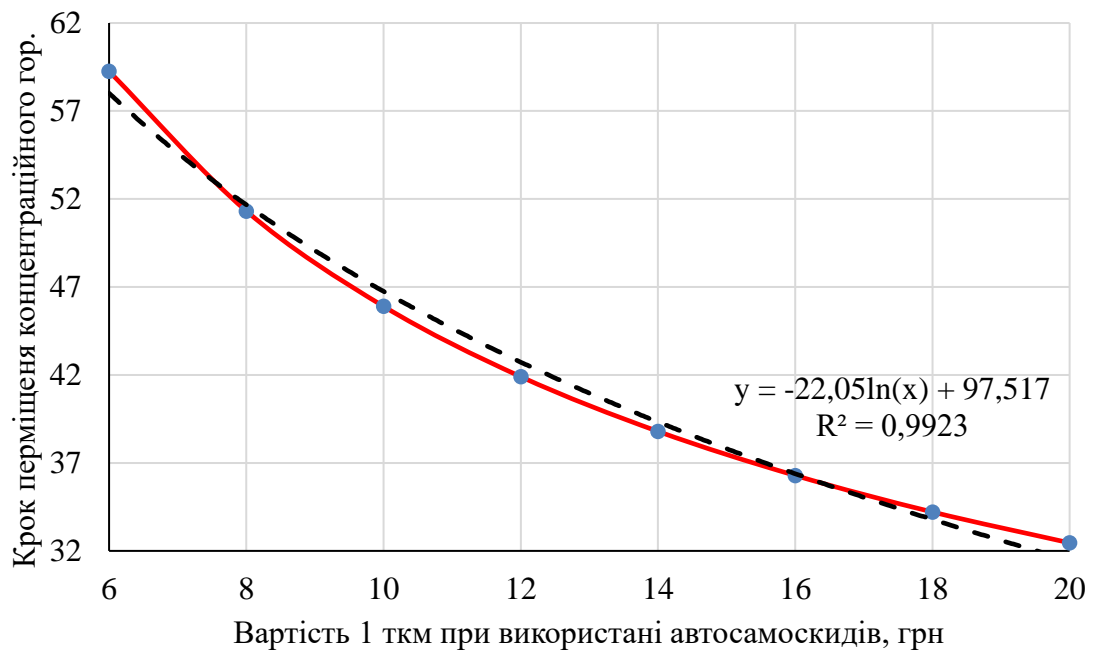


Рисунок 2.5 – Графік залежності кроку переміщення ПП при зміні вартості 1 ткм при використанні автосамоскидів і логарифмічна лінія тренду

З урахуванням отриманих рішень можна рекомендувати степеневу залежність для визначення кроку перенесення концентраційного горизонту при формуванні кар'єру.

Висновки до розділу 2

В дослідницькому розділі виконано дослідження зміни кроку пониження концентраційного горизонту від різних показників, а саме: коефіцієнту розвитку траси, середньозваженої площі уступів що відпрацьовують на концентраційний горизонт ПП, при зміні вартості 1 ткм при використанні автосамоскидів.

Порівняні лінії тренду графіку зміни вартості 1 ткм при використанні автосамоскидів. Найбільш точно згідно показника апроксимації що дорівнює одиниці описує степенева функція. Отримана залежність дозволяє для умов Єристівського кар'єру визначити крок переміщення концентраційного горизонту під час поглиблення дна кар'єру.

Розрахунок кроку перенесення концентраційного горизонту перевантажувального пункту для поточних умов становить 37 м.

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Технологія застосування ЦПТ при розробці кар'єру Єристівського ГЗКа

Відпрацювання родовища передбачає складування порід розкриву у бульдозерних відвалах, а в подальшому частково з порід формується внутрішній відвал. Розробка кар'єра здійснюється за транспортною системою із застосуванням великовантажних самоскидів Caterpillar 789C, Caterpillar 793D (вантажопідйомністю 180 і 220 тон відповідно) та зовнішнім відвалоутворенням.

У якості виїмально-навантажувального обладнання застосовуються драглайни ЕШ-11/70, ЕШ-14/50 і екскаватори Terex RH-200. Екскаватори ЕШ-11/70 використовуються переважно для проходки осушувальних траншей та їх поглиблення, ЕШ-14/50 - для розроблення м'яких порід розкриву. На допоміжних роботах застосовується екскаватор Hitachi ZX 850LC [2].

На планувальних роботах, влаштуванні автоз'їздів, відвалоутворені та інших роботах використовуються гусеничні бульдозери Caterpillar D10T, колісні бульдозери Caterpillar 844 і автогрейдери Caterpillar 16H.

Період роботи кар'єра з ЦПТ що розміщується на горизонті мінус 30 м характеризується подальшим пониженням центру тяжіння видобувних робіт з поглибленням дна на 100 м, що потребуватиме чергової реконструкції внутрішньокар'єрної транспортної схеми з метою підтримання продуктивності з видобутку руди.

Під час розроблення варіантів перенесення (подовження) рудного тракту ЦПТ були проаналізовані гірничотехнічні параметри ділянок першочергового розроблення та укрупнено складено календарний план гірничих робіт, що забезпечує перенесення ЦПТ. У результаті аналізу визначено таке положення ЦПТ у кар'єрі на південному борту після його формування в кінцевих контурах до горизонту мінус 120 м.

Ділянка південного борту кар'єра, що проєктується для розміщення об'єктів комплексу ЦПТ, є найсприятливішою за своїми гірничо-геологічними умовами, зважаючи на розміщення майданчика розвантаження автотранспорту в масиві розкривних порід, без втрат корисної копалини.

З метою розвантаження автомобільних комунікацій кар'єра і скорочення відстані доставки скельного розкриву на відвали А4 і А5 на одному горизонті з рудною дробильно-перевантажувальною установкою проєктними рішеннями передбачено скельний комплекс ЦПТ.

З погляду економічної доцільності зроблено аналіз взаємного розташування рудної і скельної дробарно-перевантажувальних установок (ДПУ) за двох варіантів їхнього виконання:

- варіант з ДПУ фірми «KRUPP» з розвантаженням автосамоскидів у приймальний бункер з двох сторін, розташованих перпендикулярно один до одного. Параметри майданчика розвантаження на концентраційному горизонті становитимуть близько 225×85 м.

- варіант із ДПУ фірми «Metso» з розвантаженням автосамоскидів у приймальний бункер із двох сторін, розташованих діаметрально. Параметри майданчика розвантаження на концентраційному горизонті становитимуть близько 350×100 м.

Спроможність застосування в кар'єрі обох комплексів ЦПТ горизонту мінус 120 м визначали в порівнянні з варіантом відпрацювання родовища в цей самий період на автотранспорт. Порядок виконання гірничих робіт за обома варіантами не відрізняється. Порівняння охоплює роботу кар'єра зі стабільною продуктивністю по руді в період після 2026 року. Кількість відпрацьованих запасів руди на момент введення ЦПТ в експлуатацію становитиме 301,5 млн т, залишок запасів у кінцевих контурах кар'єра - 553,77 млн т. Річні обсяги скельного розкопування, що забезпечують задану продуктивність у цей період, істотно перевищують продуктивність скельного ЦПТ, що означає повне його завантаження.

Порівняння основних економічних показників за варіантами дало змогу зробити висновок про доцільність застосування в Єристівському кар'єрі комплексів ЦПТ руди і скельного розкриву горизонту мінус 120 м.

З погляду виконання гірничих робіт критерієм оцінки варіантів є необхідні додаткові обсяги виїмки розкривних порід з урахуванням подальшого розвитку прилеглих до майданчика транспортних комунікацій. Варіант із ДПУ фірми «KRUPP» є кращим, оскільки спричиняє виїмку меншого обсягу розкриву (у кінцевих контурах) у кількості близько 3 млн м³ порівняно з ДПУ фірми «Metso».

Однак, у результаті комплексного порівняння всіх характеристик рекомендовано і прийнято до подальшого розгляду варіант виконання ДПУ фірми «Metso» за обома комплексами ЦПТ (руди і скелі).

Розкриття кар'єрного поля до позначки мінус 120 м буде здійснено пройденою по південному борту двобортною траншеєю, в якій укладено конвеєрні тракти для роздільного видавання на денну поверхню руди і скельного розкриву. Будівництво траншеї з ухилом 15,5° на кожному горизонті здійснюється в міру його відпрацювання під час постановки на граничний контур. Сформована в такий спосіб траншея не перетинає транспортні комунікації і не перешкоджає подальшому розвитку гірничих робіт. Гірничо-капітальні роботи з формування траншеї включають в себе виїмку наносів в обсязі 42 тис. м³, скельного розкриву - 168 тис. м³, зворотне засипання скельним розкритвом - 18 тис. м³.

Розкриття нижніх горизонтів здійснюватиметься тимчасовими автомобільними з'їздами з виходом на сформовані ділянки постійних автодоріг, що зв'язують робочі горизонти з приймальними пристроями комплексів ЦПТ на концентраційному горизонті мінус 120 м, а також із постійними виїздами з кар'єра.

Станція Foresight™ SMPG виробництва Metso (рис. 3.1) являє собою високопродуктивне модульне рішення, яке є однією з ключових особливостей систем ЦПТ [13].

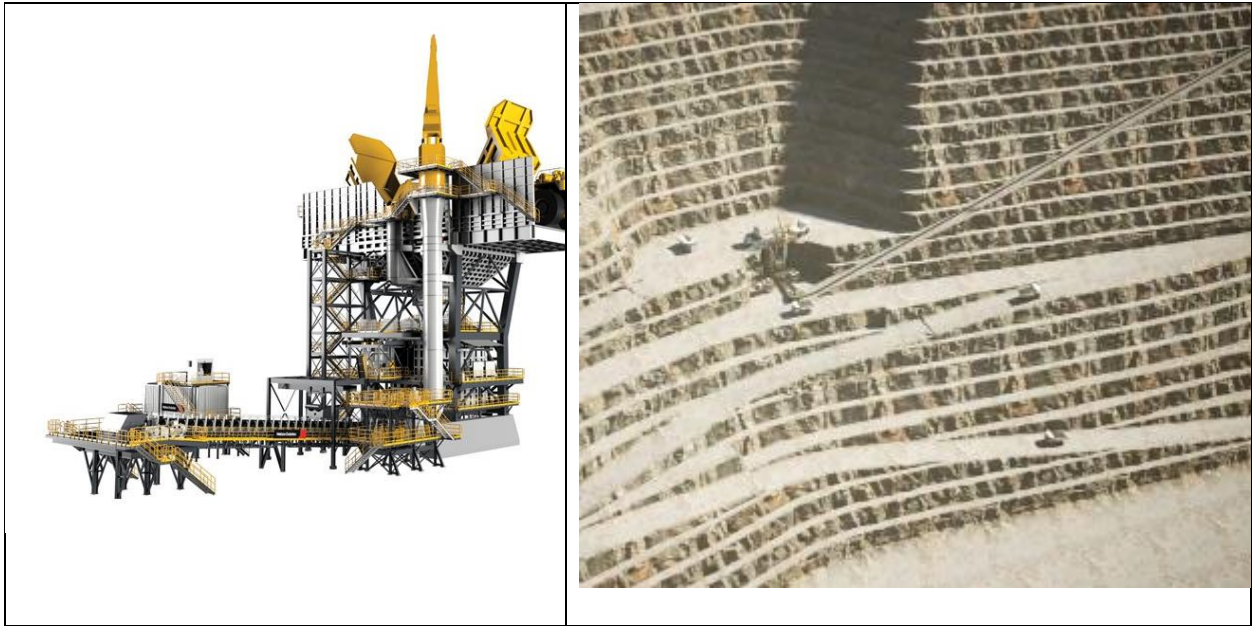


Рисунок 3.1 – Станція Foresight™ SMPG виробництва Metso

- Система SmartStation забезпечує оптимальне оброблення, а також зменшення зносу та висоти установки;

- Поліпшення ремонтпридатності за рахунок удосконалення доступу до дробарки та ізоляції зони установки;

- Зменшення висоти та скорочення простоїв завдяки живильнику SMPG.

Станція Foresight™ SMPG включає в себе гіраційну дробарку першої стадії Superior™ МКІІІ. Це забезпечує додаткові переваги, включно зі скороченням простоїв до 70% і підвищенням продуктивності до 30%.

3.2. Визначення параметрів транспортних робіт при застосуванні ЦПТ

Параметри технологічних схем. Розрахунок майданчику для комплексу ЦПТ

Майданчик для дробильної установки ЦПТ, визначений виходячи з геологічної обстановки і майбутнього напрямку фронту гірничих робіт.

Виходячи з габаритних розмірів дробильної установки, автосамоскиду Caterpillar 793D, бульдозера CAT-D10T, враховуючи радіуси поворотів, відстані між транспортними засобами і іншими об'єктами для безпечного

введення робіт, мінімальні розміри майданчика для складування і дроблення гірничої маси становлять: довжина -135 м; ширина-100 м.

У південно-східній частині на поверхні утворюється майданчик зі складом (однорусний висотою 5 м) гірничої породи довжиною - 135 м, шириною - 60 м, загальний обсяг становить $V_{буф.скл1} = 13\,500 \text{ м}^3$. Він забезпечить гірничою масою у разі аварійної зупинки, безперервною роботою до 23 годин, щоб усунути проблему та продовжити роботу.

Для розміщення дробильної установки створюється прямокутник висотою 15 метрів, який необхідний для формування майданчика розвантаження автосамоскидів (рис. 3.2), автосамоскиди розвантажуються по одному.

Мінімальна ширина проїжджої частини для автосамоскиду становить:

$$Ш_a = 2 \cdot (a + y), \text{ м} \quad (3.1)$$

$$Ш_a = 2 \cdot (6,79 + 0,5) = 14,5 \text{ м}$$

де a -ширина автосамоскиду (табл.2.2),м;

y -ширина узбіччя, м.

Мінімально припустима ширина верхньої площадки з умови маневрування автосамоскиду з тупиковою схемою розвороту

$$B_{min} = R_a + 0,5v_a + 0,5l_a + Z + l_e = 14,2 + 0,5 \cdot 7,7 + 0,5 \cdot 12,86 + 6 + 2,5 = 33 \text{ м} \quad (3.2)$$

де R_a – радіус повороту автосамоскиду, м;

v_a – ширина кузова автосамоскиду, м;

l_a – довжина автосамоскиду, м;

Z - ширина призми можливого обвалення поверху, (6-8 м)

l_e – ширина валу, що огорожує, у основі, 2,5-3 м.

Мінімальна ширина відвальної площадки при кільцевому розвороті автосамоскидів складає

$$Ш_{р.п.} = 2v_n + 2R + a_2 + C_2 = 2 \cdot 3 + 2 \cdot 14,2 + 8 + 2,5 = 45 \text{ м} \quad (3.3)$$

де v_n - ширина призми обрушення (для укосу висотою 15 м і куті укосу 65° $v_n = 3\text{м}$);

R – радіус повороту автосамоскиду за зовнішнім колесом, м;

a_2 - ширина автодороги (при одно смуговому русі – $a_2 = 8 \text{ м}$);

C_2 – відстань від нижньої бровки уступу до краю проїзної частини автодороги, ($C_2=2,5$ м)

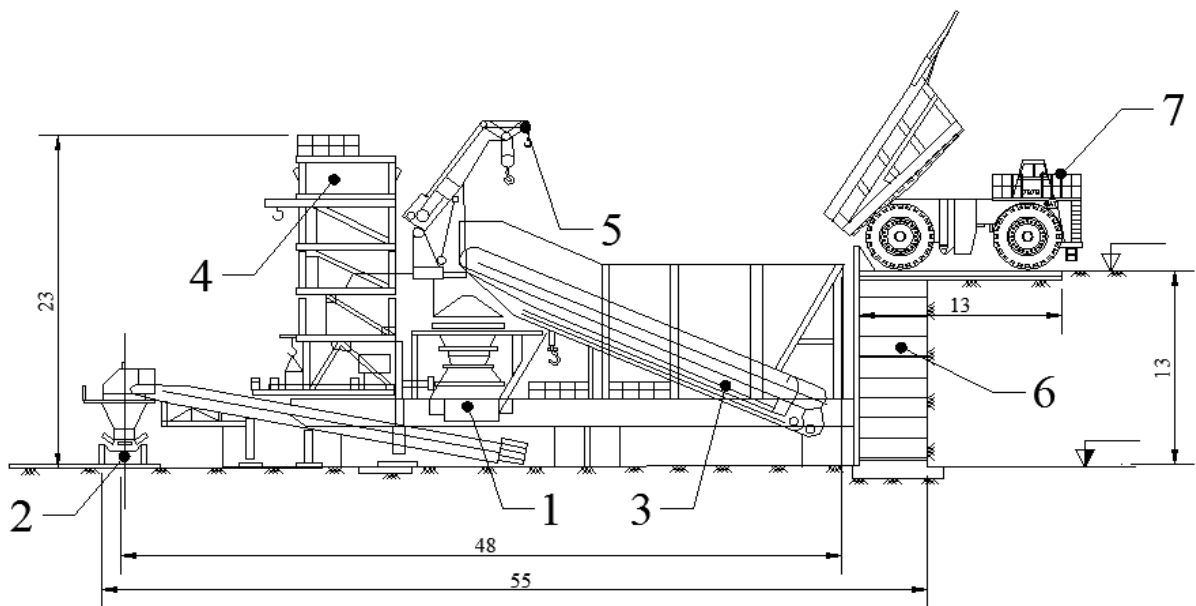


Рисунок 3.2 - Схема розвантаження автосамоскиду в дробильну установку: 1 – дробарка; 2 – конвеєрний підйомник; 3 – пластинчастий живильник; 4 – пункт управління комплексом; 5 – підйомний кран; 6 – опорна стіна під уступом; 7 – автосамоскид

Для формування під'їзду до майданчика необхідно побудувати автомобільну дорогу з ухилом до 80 проміле, яка перетинається з автодорогами, що примикають.

Будівництво траси виконують за допомогою підсіпки або створення траншеї.

На поверхні необхідно побудувати майданчик для прийому і перевантаження гірничої маси (рис. 3.3). Виходячи з рельєфу необхідно виконати планування майданчику. Зі штабелю екскаваторами гірнична маса перевантажується в думпкари.

Активна місткість складу $V_{c,a} = 105\ 885\text{ м}^3$ повинна відповідати 10-15 добовому вантажообігу:

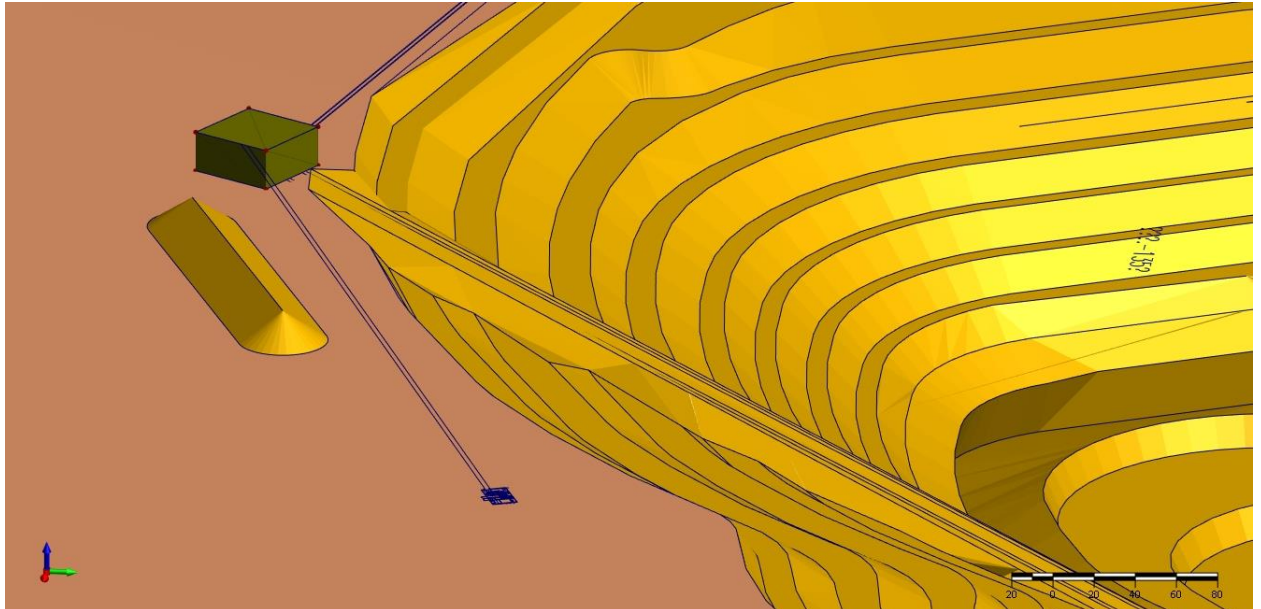


Рисунок 3.3 – Розміщення поверхневого складу проєкт в Micromine

$$V_{c.a} \geq L_c \cdot H_c \cdot A, \text{ м}^3 \quad (3.4)$$

$$105\,885 \geq 235 \cdot 12 \cdot 20,74, \text{ м}^3$$

$$105\,885 \geq 58\,487 \text{ м}^3$$

де H_c -висота складу, м;

L_c -довжина складу, м;

A -ширина заходки екскаватору, м:

$$A = 1,7 \cdot H_{ч.у.}, \text{ м} \quad (3.5)$$

$$A = 1,7 \cdot 12,2 = 20,74 \text{ м}$$

Кар'єрний транспорт.

Для технологічних доріг в кар'єрі, призначених для руху великовантажних автосамоскидів, приймаються проєктні параметри поперечного профілю, що керуються таблицею 7.19 (СОУ-Н МПП 73.020-078-2: 2008), з урахуванням особливо складних умов. Особливо складні умови включають рельєфні, геологічні та гідрологічні умови для гірничих робіт.

На технологічних дорогах і тимчасових виїздах в кар'єр і на сміттєзвалищах для забезпечення безпеки руху транспортних засобів, з боку розвиненого простору на їх узбіччях доріг передбачено орієнтуючий вал з гірничих порід. Згідно нормативних вимог висота валу становить 1/2 діаметра колеса розрахованого автомобіля.

Покриття доріг в кар'єрі виконано з декількох шарів щебню порід розкриву різних фракцій, які укладають з наступним ущільненням.

Під час маневрування на майданчику відвалу автосамоскиди здійснюють тупиковий або кільцевої розворот автосамоскиду з розвантаженням порід під укіс. Транспортування порід розкриву здійснюється великовантажними автосамоскидами Caterpillar 793D (рис. 3.4) вантажопідйомністю 220 т (табл. 3.1)



Рисунок 3.4 – Автосамоскид *Caterpillar 793D*

Таблиця 3.1

Технічні характеристики автосамоскиду Caterpillar 793D

Характеристика	Показник
Вантажопідйомність, т	220
Колісна формула	4×2
Місткість кузова, м ³ (з шапкою)	112,6-151 (162-191)
Основні розміри, мм:	
Довжина	12862
Ширина	7680
Висота	7375
Мінімальний радіус повороту, м	14,2
Максимальна швидкість руху км / год	54,3
Швидкість перекидання, сек	20,25
Номінальна вага автосамоскиду, т	383,8

Розрахунок елементів рейсу автосамоскиду

Продуктивність автосамоскиду визначається за формулою:

$$P_a = \frac{60 \times A}{T}, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (3.6)$$

де A - обсяг гірничої маси в кузові автосамоскиду Caterpillar 793D з «шапкою» (170 м³);

T - тривалість рейсу, хв.

$$T = \frac{60 \times L_z}{V_z} + \frac{60 \times L_n}{V_n} + t_p + t_n + t_m + t_{np} + t_{ож}, \text{ хв} \quad (3.7)$$

де L_z – середня відстань транспортування навантаженого автомобіля від екскаваторного вибою до місця розвантаження, 3 км;

L_n - відстань транспортування порожнього автомобіля, км;

V_z - швидкість руху навантаженого автомобіля, (25 км / год);

V_n - швидкість руху порожнього автомобіля, (30 км / год);

t_p - час розвантаження автомобіля (0,3 хв);

t_n - час навантаження автомобіля, хв;

t_m - час маневрів, (1,0мін);

$t_{ож}$ - час очікування, (1,0 хв).

Час рейсу, продуктивність і робочий парк автосамоскидів необхідний на один забій до розвантажувального пункту (майданчика) на зовнішньому відвалі:

Час рейсу

$$T = \frac{60 \times 3}{25} + \frac{60 \times 3}{30} + 0,3 + 9,5 + 1,0 + 1,0 = 25 \text{ хв.}$$

Продуктивність

$$P_a = \frac{60 \times 170}{25} = 408,0 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Робочий парк

$$P_n = \frac{P_k K_{сут} K_u}{P_a \cdot P} = \frac{3588 \times 0,8 \times 0,94}{408 \times 6} = 2 \text{ автосамоскиди} \quad (3.8)$$

де P_k - змінна продуктивність одного екскаваторного вибою, 3588 м³;

$K_{сут}$ - коефіцієнт добової нерівномірності перевезень, 0,8-0,95;

P - число годин роботи в зміну, год .;

$K_u = 0,94$ - коефіцієнт використання автосамоскидів (при шести годинній роботі):

Інвентарний парк автосамоскидів визначиться з урахуванням коефіцієнта технічної готовності $K_{m.z.} = 0,9$ і округленням до цілого числа автомашин:

$$N = \frac{P_n}{K_{m.z.}} = \frac{2}{0,9} = 2,2 \text{ машин} \quad (3.9)$$

Експлуатаційна продуктивність автосамоскиду визначається за формулою

$$Pa = \frac{60 \cdot C_m \cdot T \cdot K_u}{T_p} = \frac{60 \cdot 220 \cdot 6 \cdot 0,9}{25} = 2851 \text{ т / зм} \quad (3.10)$$

де C_m - вантажопідйомність автосамоскиду, т;

T - тривалість робочої зміни, годин;

K_u - коефіцієнт використання автосамоскидів, 0,7-0,9.

Приймається три автосамоскидів Caterpillar 793D, що працюють разом з одним екскаватором та перевозять породи розкриву на зовнішній відвал.

Технологічний цикл перевезення вантажів конвеєрним транспортом і розрахунок його тривалості

Напівпересувна дробильна установка. Бункер-живильник і модуль дробарки виконаний у вигляді окремих конструктивних блоків, які транспортуються на нове місце за допомогою гусеничного транспортера. Стінки бункера облицьовані змінними зношувальними елементами стандартного розміру, завдяки цьому вони можуть замінюватися на ділянках з високим зносом. Для захисту від ударів падаючих шматків гірничої маси на ділянці завантаження пластинчастий живильник спирається на рейки ковзання. Для зручності ремонтних робіт і для оптимізації завантаження рудою пластинчастий живильник може відсуватися за допомогою гідроциліндрів.

1. Глибина закладення похилої траншеї. Траншея закладається між відмітками на гір. -120,0м і +30,0м

$$H_T = H_{TK} = 150 \text{ м} \quad (3.11)$$

1. Довжина проекції конвеєрної лінії.

$$L_T = \frac{H_T}{\sin \alpha_K} = \frac{150}{\sin 15} = 580 \text{ м} \quad (3.12)$$

де α_K – кут нахилу траншеї.

1. Мінімальна площа перевантажувального пункту

Верхній майданчик

-ширина майданчика

$$\begin{aligned} Ш_{mn}^6 &= T + Ra + bc + bz + bv + Z = \\ &= 19 + 14,9 + 6 + 9,3 + 3 + 2 = 54,2 \text{ м} \end{aligned} \quad (3.13)$$

де T - ширина транспортної смуги, м;

Ra - радіус розвороту автосамоскида, м;

bc - ширина залізобетонної підпірної стіни, м;

bz - ширина розвантажувальної панелі, м;

bv - ширина вала безпеки, м;

Z - призма можливого зсуву порід, м (2м).

-довжина майданчика

$$\begin{aligned} L_{mn}^6 &= Шв + bk + L\delta + bc + Ra + la + bv + Z = \\ &= 7 + 2,4 + 48 + 6 + 14,9 + 11,6 + 3 + 2 = 94 \text{ м} \end{aligned} \quad (3.14)$$

де $Шв$ - ширина допоміжної дороги вздовж конвеєра, м;

$L\delta$ - довжина дробильного комплексу, м;

bk - ширина конвеєра, м;

la - довжина автосамоскида, м;

Нижній майданчик

-ширина майданчика

$$\begin{aligned} Ш_{mn}^H &= Ш\delta + bn + T + bv + Z = \\ &= 20 + 10 + 19 + 3 + 2 = 54 \text{ м} \end{aligned} \quad (3.15)$$

де $Ш\delta$ - ширина дробильного комплексу, м;

bn - ширина ніші під дробильний комплекс, м;

- довжина майданчика

$$L_{mn}^H = L_{mn}^6 + h_y \cdot ctg \alpha = 94 + 3,48 = 98 \text{ м} \quad (3.16)$$

де h_y - висота уступу, м;

α - кут укосу уступу, град.

Площа верхньої площадки - 5076 м², нижньої - 5292 м².

Об'єм переміщуваної гірської маси конвеєрною установкою:

$$V_{\text{кон}} = 28,674 \text{ млн т/рік}$$

Продуктивність стрічкового конвеєру:

$$Q_{\text{кон}} = C \cdot (0,9 \cdot B_{\text{кон}} - 0,05)^2 \cdot \frac{U \cdot \gamma}{K_p} \quad (3.17)$$

$$Q_{\text{кон}} = 450 \cdot (0,9 \cdot 1,4 - 0,05)^2 \cdot \frac{2,5 \cdot 3}{1,45} = 3408 \text{ т/год}$$

де C – коефіцієнт, який залежить від форми поперечного перерізу конвеєрної стрічки -450;

$B_{\text{кон}}$ - ширина конвеєрної стрічки - 1,4 м;

U - швидкість переміщення конвеєрної стрічки - 2,5 м/с;

γ - щільність транспортуючої породи в цілику - 3 т/м³;

K_p - коефіцієнт розпушення - 1,45.

Кількість необхідних конвеєрів у роботі :

$$n_{\text{кон}} = \frac{V_{\text{кон}}}{Q_{\text{кон}} \cdot T_{\text{кон}} \cdot K_{\text{и}}} \quad (3.18)$$

$$n_{\text{кон}} = \frac{28700000}{3408 \cdot 7920 \cdot 0,8} = 1 \text{ од}$$

де $T_{\text{кон}}$ - кількість годин роботи конвеєрного підйомника у рік-7920 годин;

$K_{\text{и}}$ - коефіцієнт використання-0,8.

Річна продуктивність дробильної установки :

$$Q_{\text{др}} = Q_{\text{год}} \cdot T_{\text{конв}}, \text{ т/рік} \quad (3.19)$$

$$Q_{\text{др}} = 5250 \cdot 7920 = 41,580 \text{ млн. т/рік}$$

$Q_{\text{год}}$ - продуктивність дробильної установки, т/годину (табл. 3.2)

Технічні характеристики Superior™ МКШ

Модель	Вага	Потужність	Живильний отвір	Максимальна продуктивність
Superior МКШ 42-65	120000 кг	450 кВт (600 к.с.)	1066 мм (42")	5250 т/годину

Річна продуктивність дробарки у повній мірі задовольняє продуктивність конвеєрної установки і необхідний об'єм переміщення порід.

3.3. Організація робіт при роботі ЦПТ

Безпосередній контроль і керування процесами на перевантажувальному пункті здійснює диспетчер що контролює процеси дроблення і переміщення на напівпересувній дробильній установці. Диспетчер здійснює контроль за роботою напівпересувної установки за допомогою моніторів і відеонагляду. При аварійних ситуаціях процес дроблення і переміщення припиняють з відповідним оповіщенням світловою сигналізацією. Потім організуються ремонтні роботи.

Забороняється здійснювати роботи при несправному обладнанні.

На початку кожної ранкової зміни, гірничий майстер та диспетчер, що обслуговує ділянку ЦПТ роблять візуальний огляд. І залежно від заповнення бункеру дозатору регулюється інтенсивність подачі автотранспорту.

Проведення капітальних траншей для конвеєрного підіймача на глибоких горизонтах здійснюється шляхом попереднього розпушування вибухом з наступним переміщенням гірської маси. Руду на кар'єрі із забою доставляють автосамоскидами до перевантажувальних майданчиків, далі вона дробиться і переміщується конвеєром на поверхню де складається у склад і екскаваторами перевантажують у засоби залізничного транспорту з наступним вивезенням на дробильну фабрику.

Використання для підйому руди на перевантажувальний пункт конвеєрної установки вигідніше здійснювати доставку руди комбінованим видом транспорту - автосамоскидом і дробильно-конвеєрним комплексом.

3.4. Аналіз технологічних рішень

Однак, у результаті комплексного порівняння всіх характеристик рекомендовано і прийнято до подальшого розгляду варіант виконання ДПУ фірми «Metso» за обома комплексами ЦПТ (руди і скелі).

Розкриття кар'єрного поля до позначки мінус 120 м буде здійснено пройденою по південному борту двобортною траншеєю, в якій укладено конвеєрні тракти для роздільного видавання на денну поверхню руди і скельного розкриття. Будівництво траншеї з ухилом $15,5^\circ$ на кожному горизонті здійснюється в міру його відпрацювання під час постановки на граничний контур. Сформована в такий спосіб траншея не перетинає транспортні комунікації і не перешкоджає подальшому розвитку гірничих робіт.

Станція Foresight™ SMPG виробництва Metso являє собою високопродуктивне модульне рішення, яке є однією з ключових особливостей систем ЦПТ.

Мінімально припустима ширина верхньої площадки з умови маневрування автосамоскиду з тупиковою схемою розвороту 33 м. Мінімальна ширина відвальної площадки при кільцевому розвороті автосамоскидів складає 45 м.

Траншея закладається між відмітками на гір. -120,0м і +30,0м. Глибина закладання становить 150 м. Довжина конвеєрної лінії що розміщують в траншеї становить 580 м. Для переміщення руди достатньо однієї лінії ставу конвеєра.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи виконано аналіз кар'єрного простору і вантажопотоків, що утворяться при поглибленні дна кар'єра ПрАТ «Єристівський ГЗК». Встановлено можливе положення розміщення конвеєрної лінії в межах кар'єру з використанням цифрової моделі проєктного положення кар'єру.

Проведено дослідження розміщення перевантажувальних майданчиків при використанні циклічно-потокової технології з урахуванням кроку перенесення при поглибленні дна кар'єру. Виконано розрахунок технологічних параметрів транспортування руди при використанні комбінованого автомобільно-конвеєрного транспорту в умовах кар'єру Єристівського ГЗК.

Розкриття нижніх горизонтів здійснюватиметься тимчасовими автомобільними з'їздами з виходом на сформовані ділянки постійних автодоріг, що зв'язують робочі горизонти з приймальними пристроями комплексів ЦПТ на концентраційному горизонті мінус 120 м, а також із постійними виїздами з кар'єра.

Оптимальний крок поглиблення перевантажувального пункту при використанні циклічно-потокової технології транспортування корисної копалини на поверхню становить 37 м.

Встановлена вартість додаткових витрат пов'язаних із будівництвом пункту перевантаження яка згідно розрахунків – 24560000 грн.