

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

*Навчально-науковий інститут природокористування*  
(інститут)

*Кафедра Відкритих гірничих робіт*  
(повна назва)

**ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА**

*кваліфікаційної роботи ступеню* \_\_\_\_\_ *магістра*  
освітньо-кваліфікаційний рівень (бакалавра, спеціаліста, магістра)

*Студента* \_\_\_\_\_ *Лісового Олексія Дмитровича*

*академічної групи* \_\_\_\_\_ *184м-23-7 ІІІ*

*спеціальності:* \_\_\_\_\_ *184 Гірництво*

*за освітньо-професійною програмою* \_\_\_\_\_ *«Відкрита розробка родовищ»*

*на тему: «Обґрунтування технологічних схем розкривних робіт в умовах кар'єру №5 Октябрського родовища вогнетривких глин»*  
(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>Собко Б.Ю.</i>			
<i>розділів:</i>	<i>Собко Б.Ю.</i>			

<i>Рецензент</i>	<i>Лазніков О.М.</i>			
------------------	----------------------	--	--	--

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

**Дніпро**  
**2024**

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

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

Відкритих гірничих робіт

\_\_\_\_\_ **Б.Ю. Собко**  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на кваліфікаційну роботу  
ступеня \_\_\_\_\_ магістра**

(бакалавр, спеціаліст, магістр)

**Студенту \_\_\_\_\_ Лісовому Олексію Дмитровичу**

**академічної групи \_\_\_\_\_ 184м-23-7 ІІІ**

**спеціальності: \_\_\_\_\_ 184 Гірництво**

**за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_ «Відкрита розробка родовищ»**

**на тему: «Обґрунтування технологічних схем розкривних робіт в умовах  
кар'єру №5 Октябрського родовища вогнетривких глин»**

(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 05.11.2024 р. №1461-с

<i>Розділ</i>	<i>Найменування етапів роботи</i>	<i>Термін виконання</i>
<i>Розділ 1</i>	<i>Сучасний стан розробки вогнетривких глин, обґрунтування задач і методів дослідження</i>	<i>05.11.2024</i>
<i>Розділ 2</i>	<i>Обґрунтування ефективних технологічних схем розробки розкривних робіт</i>	<i>14.11.2024</i>
<i>Розділ 3</i>	<i>Дослідження параметрів системи розробки родовища</i>	<i>25.11.2024</i>
<i>Розділ 4</i>	<i>Охорона та безпека праці</i>	<i>05.12.2024</i>

**Дата видачі завдання: \_\_\_\_\_ 18.10.2024 р.**

**Термін подання дипломного проекту до ДЕК \_\_\_\_\_ 18.12.2024 р.**

Завдання видав \_\_\_\_\_ **Б.Ю. Собко**

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ **О.Д. Лісовий**

## РЕФЕРАТ

**Пояснювальна записка:** 67 с., 10 рис., 6 табл., 2 додатки, 10 джерел.

**Об'єкт досліджень:** розкривні роботи на кар'єрі №5 Октябрського родовища вогнетривких глин.

**Предмет досліджень:** параметри технологічних схем розробки розкривних порід.

**Метою досліджень:** є обґрунтування ефективних технологічних схем розробки розкривних порід.

**Наукова новизна** проведених досліджень полягає у:

– встановленні залежності зміни відстані транспортування порід розкриву від робочого кута робочого борту кар'єру та кількості розкривних уступів.

**Практична цінність результатів** досліджень полягає у:

– обґрунтуванні ефективної технологічної схеми розробки розкривних порід на родовищі вогнетривких глин.

Перший розділ присвячений загальній характеристиці підприємства, опису геологічної та гідрогеологічної будови родовища, розгляду існуючої технології відкритих гірничих робіт та параметрів системи розробки на кар'єрі № 5 Октябрського родовища вогнетривких глин.

Другий розділ присвячений опису сучасного стану гірничих робіт на кар'єрі, технології ведення гірничих робіт, обґрунтовано технічне рішення з удосконалення технології розробки розкривних порід шляхом заміни основного гірничого обладнання з застосуванням на верхніх передових уступах екскаваторів-драглайнів ЕШ-10/50 за транспортною системою розробки та екскаватора ЕШ-10/70 на надрудному уступі за безтранспортною системою розробки.

У третьому розділі наведено розрахунки по встановленню ефективних параметрів елементів системи розробки родовища та дослідження залежностей зміни відстані транспортування порід розкриву від кількості розкривних уступів за запропонованою системою розробки та робочого кута робочого борту кар'єру.

Четвертий розділ присвячений переліку основних нормативних документів, вимогам правил безпеки при розробці родовищ відкритим способом, охороні праці та створенню безпечних умов.

***Ключові слова:** система відкритої розробки родовища, розкривні породи, технологічна схема розкривних робіт, екскаватор-драглайн, параметри елементів системи розробки.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН РОЗРОБКИ ВОГНЕТРИВКИХ ГЛИН, ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАДАЧ І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	9
1.1. Загальні відомості про Октябрське родовище вогнетривких глин .....	9
1.2. Геологічна та гідрогеологічна характеристика родовища.....	12
1.3. Якісна характеристика та фізико-механічні властивості гірських порід родовища .....	19
1.4. Мета, задачі та методи дослідження. ....	23
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ РОЗРОБКИ РОЗКРИВНИХ РОБІТ .....	25
2.1. Система розробки та гірничотехнічні особливості експлуатації кар'єру родовища .....	25
2.2. Обґрунтування ефективної технології розробки розкривних порід на родовищі вогнетривких глин .....	31
2.3. Параметри елементів системи розробки родовища.....	32
2.4. Продуктивність запропонованого основного гірничого обладнання та розрахунок його кількості .....	37
2.5. Розрахунок потреби в допоміжному гірничому обладнанні .....	41
2.6. Кар'єрний транспорт.....	42
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА.....	48
3.1. Встановлення залежності відстані транспортування гірських порід від кількості уступів в кар'єрі .....	48
3.2. Встановлення залежностей зміни відстані транспортування від кута робочого борту кар'єру.....	50
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ТА БЕЗПЕКА ПРАЦІ.....	53
4.1. Основні нормативні документи з охорони та безпеки праці при відкритій розробці родовищ .....	53
4.2. Правила праці при роботі одноківшевих екскаваторів .....	53
4.3. Вимоги безпеки під час роботи бульдозерів .....	55

4.4. Правила безпеки на автомобільному транспорті.....	56
4.5. Вимоги правил безпеки при проведенні відвальних робіт .....	57
4.6. Санітарно-гігієнічні норми праці.....	58
4.7. Заходи з охорони навколишнього середовища.....	59
4.8. Попередження затоплення гірничих виробок.....	60
Висновки .....	62
Список літератури .....	64
Додаток А .....	66
Додаток Б .....	67

## ВСТУП

Україна займає 5 % суші на планеті та входить до десятки країн з найпотужнішими запасами корисних копалин. Запорукою сталого та ефективного розвитку національної економіки країни є видобувна та переробна галузі на основі потужного вітчизняного мінерально-сировинного комплексу, що формується на власній мінерально-сировинній базі.

В Україні розвідано багато родовищ вогнетривких глин, що знаходяться в межах Українського кристалічного щита в межах багатьох регіонів країни. Загалом на обліку Державної комісії за запасами корисних копалин знаходиться 24 родовища вогнетривких глин з підтвердженими запасами понад 500 млн т.

За рахунок високих якісних характеристик вогнетривких глин: великої пластичності, вогнетривкості, дисперсності вони отримали широке застосування в різних галузях: для виробництва вогнетривів, порцеляни та фаянсу, радіокерамічних виробів, санбудвиробів, дренажних та каналізаційних труб, лицевальних і фасадних плиток, плиток для підлоги, цегли керамічної тощо.

Одним з передових підприємств по видобутку високоякісних вогнетривких глини є компанія ПрАТ «Огнеупорнеруд», що розробляє Октябрське родовище в Донецькій області.

Розробка родовищ на підприємстві проводиться відкритим способом. Характерною особливістю таких родовищ є відносно великий коефіцієнт розкриву (понад 7 м<sup>3</sup>/т) за рахунок невеликої потужності пласта корисної копалини, що складає в середньому 2 – 3,5 м, та потужністю розкривних порід з середнім значенням 26 - 35 м. При цьому річні об'єми виймання розкривних порід поступово збільшуються за роками розробки.

Велика потужність порід розкриву обумовлює значні витрати гірничого підприємства на розробку розкриву. У зв'язку з цим, понад 80 % собівартості видобутку корисної копалини припадає саме на витрати з виймання розкриву.

Тому кваліфікаційна робота магістра, що спрямована на обґрунтування ефективної технології розробки розкривних робіт в умовах кар'єру № 5, Октябрського родовища вогнетривких глин є своєчасною та актуальною.



## РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ РОЗРОБКИ РОЗКРИВНИХ РОБІТ

### 2.1. Система розробки та гірничотехнічні особливості експлуатації кар'єру родовища

Довжина кар'єрного поля кар'єра № 5 становить 1,39 км, ширина 1,36 км (рис. 2.1).

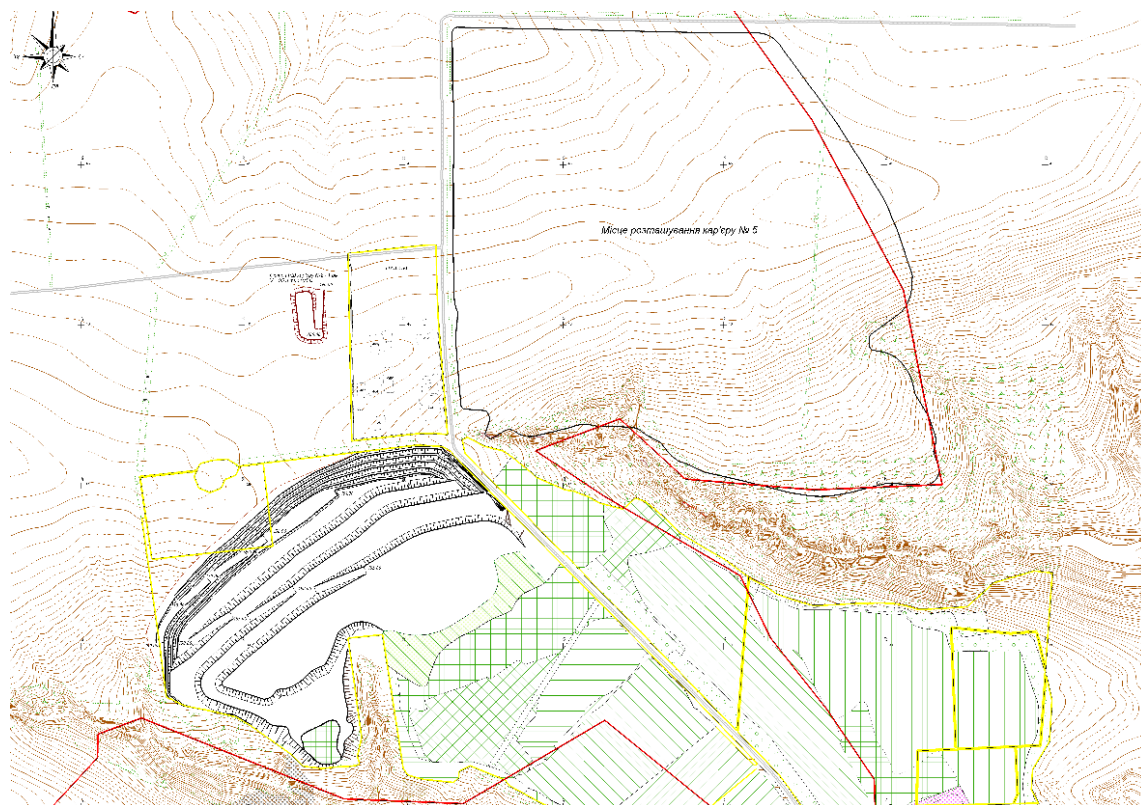


Рис. 2.1. Ситуаційний план родовища

Загальна потужність розкривних порід по ділянці кар'єра змінюється відповідно до рельєфу денної поверхні і складає 9,0-50,0 м.

Середня потужність пласта вогнетривкої глини – 2,6 м, об'ємна вага в природному стані – 2,0 т/м<sup>3</sup>.

Породи розкриву представлені (зверху вниз) світло-бурими суглинками і темнобурими суглинками. Потужність суглинків від 0,2 до 29 м, в середньому 18 м. Дрібно- і тонкозернистими пісками. Потужність пісків коливається від нуля до 27,3 м. Розкривні породи перекриваються ґрунтово-рослинним шаром, потужністю від 0,49 до 0,57 м, в середньому 0,52 м.

Горизонт глини має змінну потужність і нерідко розчленовується пісками і некондиційними глинами на 2-3, іноді 4-6 пачок. Глини, як правило,



Режим роботи кар'єра прийнятий на видобувних і розкривних роботах – безперервний, двозмінний, чотирьохбригадний, при безперервному робочому тижні, тривалістю зміни 11 годин, число робочих днів у році – 355.

Роботи по гірничотехнічній рекультивації ведуться безперервно протягом року і являються невід'ємною частиною виробничого процесу.

Роботи по біологічній рекультивації земель ведуться тільки в теплу пору року з плюсовою середньодобовою температурою, переважно в суху погоду в одну зміну при 11-ти годинній зміні.

Основні параметри системи розробки зумовлюються обраним гірничотранспортним устаткуванням, передбаченим в проекті.

Відповідно до технічного завдання чиним проектом прийнята транспортна система розробки з використанням для розробки розкривних порід і корисної копалини гідравлічних екскаваторів типу зворотна лопата з ємністю ковша 2,1 - 3,2 м<sup>3</sup>.

Переміщення розкривних порід виконується автосамоскидами у внутрішній відвал. Вогнетривкі глини транспортуються на тимчасові склади розташовані в межах промислового майданчика кар'єра № 2.

Відстань транспортування становить 1,6 км. Розкривні роботи ведуться поступно, широкими заходками торцевим вибоєм. За характером руху транспортних засобів розробка проводиться тупиковими заходками, що обумовлено розташуванням в'їзної траншеї і охоронного цілика під автодорогу с. Шахове - с. Грузьке. Транспортний зв'язок розкривних уступів з внутрішнім відвалом здійснюється в північно-західному торці кар'єра по робочим горизонтах і далі по технологічній автодорозі до внутрішнього відвалу.

Відвал по конструкції може бути трьох і чотириярусний. Укладання розкривних порід проводиться бульдозерами. Висота ярусів становить 15-18 м. Кут укосу ярусу відвалу дорівнює куту природного укосу і становить 35°. Результируючий кут відвалу прийнятий згідно НТП та не перевищує 20°.

На видобувних роботах використовується гідравлічний екскаватор, котрий розміщується на покрівлі пласта і веде відпрацювання корисної копалини та зачистку прошарків пустих порід одним уступом. Навантаження

корисної копалини проводиться в автосамоскиди з нижнім навантаженням. Відвантаження гірських порід зачистки проводиться у відпрацьований простір.

Мінімальна ширина майданчика між нижньою брівкою видобувного уступу і внутрішнього відвалу повинна бути не менше 7 м, необхідних для розміщення дренажної канами і проїзду допоміжного обладнання.

Спорудження дренажної канами на дні кар'єра здійснюється видобувним екскаватором.

Висота одиночних робочих уступів по породах розкриття і корисній копалині складає 3 м. Висота спарених уступів складає 10 м. Ширина транспортної берми в умовах кар'єра № 5 родовища вогнетривких глин визначається розрахунком для спарених уступів (рис. 2.2).

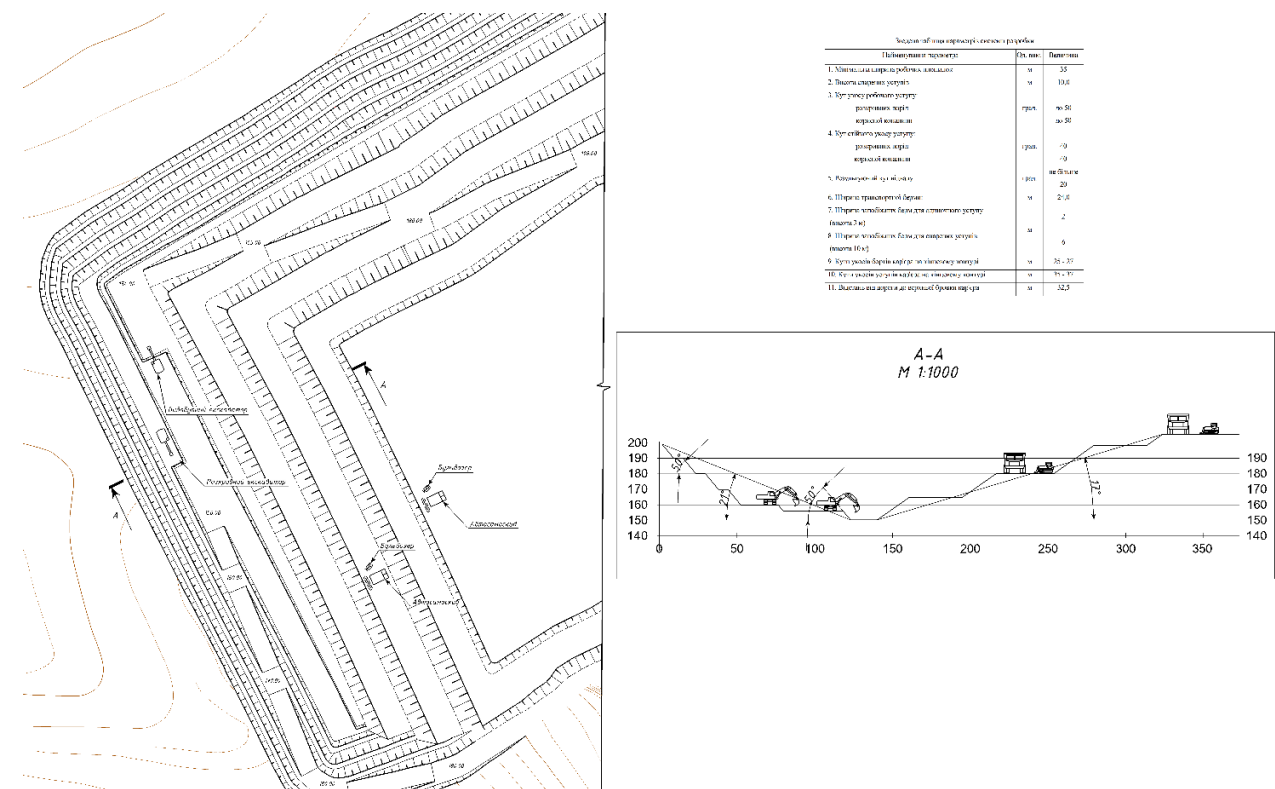


Рис. 2.2. Система розробки родовища

Родовище розкрите кар'єром № 1 біля південного контуру Південно-Східної ділянки і відпрацьовується послідовно з південного сходу на північний захід.

З урахуванням фактичного стану гірничих робіт передбачається подальше розкриття родовища виконувати за існуючою схемою, внутрішніми

автомобільними траншеями, розташованими на північно-західному борту кар'єра.

Перед початком робіт необхідно виконати роботи по зняттю ґрунтово-рослинного шару. Ґрунтово-рослинний шар вивозиться автосамоскидами на тимчасовий склад, розташований у північно-східній частині кар'єру, потім на рекультивовану поверхню кар'єру № 5, зі зміщенням у часі в два-три роки, необхідних для остаточного осідання розкривних порід у внутрішньому відвалі.

Напрямок відпрацювання Октябрського родовища вогнетривких глин кар'єром № 5 визначений гірничо-технічними умовами, а саме найменшими об'ємами розкривних порід у початковий період.

Відпрацювання родовища кар'єром № 5 з 2019 по 2025 рік проводиться поздовжніми заходками з південного сходу на північний схід, перпендикулярно до існуючої автодороги с. Шахове– с. Грузьке. Відведення земельних площ, потрібних для ведення гірничих робіт з виймання корисної копалини, передбачається здійснювати поетапно, по мірі відпрацювання родовища кар'єром № 5.

Розкривні роботи починають з виїмки, транспортування і укладання ґрунтово-рослинного шару і потенційно-родючих ґрунтів передового уступу на підготовлену поверхню внутрішнього відвалу або в тимчасові склади. Зняття ґрунторослинного шару проводиться гідравлічним екскаватором з робочим обладнанням «зворотна лопата». Роботи по зняттю ґрунтово-рослинного шару випереджає гірничі роботи на одну заходку.

Товща розкривних порід розбита на уступи висотою 3 м кожен. Ці уступи розробляються гідравлічними екскаваторами з навантаженням порід розкриття в автосамоскиди (вантажопідйомністю 24 – 39 т). Розкривні породи з розроблюваних уступів транспортуються у внутрішній відвал.

Транспортний зв'язок розкривних уступів з внутрішнім відвалом здійснюється по системі тимчасових з'їздів розташованих на борту кар'єра.

Розкривна порода, що доставляється автотранспортом укладається у внутрішній відвал бульдозерами. В перший рік формується тимчасовий

зовнішній відвал, розкривні породи з якого вивозяться у внутрішній відвал на шостий рік відпрацювання.

Технологія ведення видобувних робіт передбачає використання гідравлічного екскаватора.

Екскаватор встановлюється на покрівлі пласта вогнетривких глин і виробляє відпрацювання корисної копалини, порід зачистки і прошарків пустих порід одним уступом. Навантаження корисної копалини проводиться в автосамоскиди (об'ємом кузова 20 м<sup>3</sup>) з нижньою погрузкою. Відвантаження порід зачистки проводиться в вироблений простір.

При такій схемі роботи заходка розбивається на підзаходки (згідно з технічними характеристиками екскаватора), на кожній з них здійснюється зачистка покрівлі пласта від порід захисної подушки з розміщенням порід зачистки і внутрішнього розкриву у виробленому просторі кар'єра. Потім проводять селективний видобуток кондиційних глин.

У тому випадку, коли пласт корисної копалини розділяє породний прошарок, відпрацювання корисної копалини проводиться в наступному порядку.

Пласт корисної копалини розбивається на два підступи по контакту з прошарком порожніх порід. Спочатку виймається верхня пачка пласта, потім проводиться виїмка прошарку пустих порід. Після виїмки породного шару проводиться відпрацювання нижньої пачки. Навантаження прошарку пустих порід і глини в автосамоскиди проводиться з нижнім навантаженням.

Бульдозером здійснюється дозачистка покрівлі і підосви забою з метою зниження втрат корисної копалини. Висота видобувного горизонту змінюється в залежності від потужності пласта і наявності прошарку пустих порід. Закладні і формувальні піски, некондиційна глина, що виймаються в експлуатаційний період, складуються селективно у виробленому просторі кар'єра без змішування з іншими розкривними породами.

..... 2.2. Обґрунтування ефективної технології розробки розкривних порід на родовищі вогнетривких глин

Середня потужність розкривних порід по кар'єрному полі, кар'єру № 5 становить 33,80 м, середня потужність внутрішньопластового розкриву – 2,46 м. Середня потужність корисної копалини - вогнетривких глин 3 м. Виробнича потужність підприємства з видобутку глини складає 1000 тис м<sup>3</sup>, річний об'єм розкриву – 9430 тис. м<sup>3</sup>, в тому числі внутрішньопластових некондиційних глин – 850 тис. м<sup>3</sup>, пісків всередині пласта – 2 059 тис. м<sup>3</sup>.

В проекті на розробку родовища відмічено, що експлуатація кар'єру №5 здійснюється за транспортною системою розробки із визначеною висотою уступів 3 м, що в свою чергу спричиняє в кар'єрі утворення великої концентрації виймально-навантажувального та транспортного обладнання, що ускладнює планування та організацію ведення гірничих робіт і вантажопотоків, збільшує витрати на транспортування гірських порід та знижує економічні показники гірничодобувного підприємства в цілому.

У зв'язку з тим, що середній експлуатаційний коефіцієнт розкриву, по кар'єру складає - 9,43 м<sup>3</sup> /т, що передбачає розробку значних об'ємів розкриву та їх переміщення до відвалів, в кваліфікаційній роботі магістра ставилось завдання щодо обґрунтування ефективної технологічної схеми розробки розкривних робіт, яка б могла підвищити продуктивність гірничих робіт в кар'єрі та зменшити собівартість розробки корисних копалин.

З метою зменшення кількості виймально-транспортних гірничих машин на розкривних роботах, в кваліфікаційній роботі пропонується розробка кар'єру 5 родовища вогнетривких глин за комбінованою системою розробки з об'єднанням групи розкривних уступів та їх відпрацювання екскаватором – драглайном ЕШ-10/70 за безтранспортною системою розробки. Розробку розкривних уступів, що розташовані вище, пропонується здійснювати за транспортною системою розробки наявним на підприємстві виймально-навантажувальним обладнанням – екскаваторами драглайнами ЕШ-10/50 та автосамоскидами.

Застосування крокуючих екскаваторів, типу ЕШ, що є в наявності на підприємстві дозволить відмовитися від оренди великої кількості дизельних екскаваторів *Volvo EC480* (3,2 м<sup>3</sup>) та *CAT 336 D2L* (2,1 м<sup>3</sup>) в комплексі з автосамоскидами *Scania P440*, *Volvo 6\*4E*, *Volvo A40G*. Це призведе до скорочення витрат на розкривні роботи за рахунок зменшення кількості основного гірничо-навантажувального та допоміжного обладнання, скорочення відстані транспортування гірських порід. Окрім цього, таке рішення дозволить спростити планування та організацію ведення гірничих робіт і вантажопотоків, призведе до скорочення штату працівників.

### 2.3. Параметри елементів системи розробки родовища

Запроектвані параметри елементів системи розробки родовища на карері № 5 наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Найменування параметра	Од. вим.	Величина
1. Мінімальна ширина робочих площадок	м	35
2. Висота спарених уступів	м	10,0
3. Кут укосу робочого уступу: розкривних порід корисної копалини	град.	до 50 до 50
4. Кут стійкого укосу уступу: розкривних порід корисної копалини	град.	40 40
5. Результуючий кут відвалу	град.	не більше 20
6. Ширина транспортної берми:	м	24,0
7. Ширина запобіжних берм для одиночного уступу (висота 3 м)	м	2
8. Ширина запобіжних берм для спарених уступів (висота 10 м)		6
9. Кути укосів бортів кар'єра на кінцевому контурі	м	25 - 27
10. Кути укосів уступів кар'єра на кінцевому контурі	м	35 - 37
11. Відстань від дороги до верхньої бровки кар'єра	м	32,5

Середня відстань транспортування гірських порід на карері становить 1,6 км.



Оскільки в кваліфікаційній роботі розглядається удосконалення технології ведення розкривних робіт шляхом застосування екскаваторів - драглайнів при розробці розкривних уступів: надрудного - за простою безтранспортною, верхніх уступів - за транспортною системою розробки.

Для визначення області застосування екскаватора  $EШ - 10/70$  на надрудному уступі, необхідно встановити його висоту, що розроблятиметься драглайном, з дотриманням умови обмеження застосування простої безтранспортної системи розробки родовища.

Оскільки розкривна висота уступу при існуючій технології ведення гірничих робіт на кар'єрі становить 3 м, тоді висота об'єднаного надрудного розкривного уступу за запропонованою системою розробки, приймається вкратню 6 уступам, що становить 18 м. При середній потужності розкривних порід на кар'єрі – 33,8 м, висота верхнього передового уступу буде становити – 15,8 м.

Застосування простої безтранспортної системи розробки можливе за виконання умов обмеження застосування такої системи розробки, яка визначається з відомого виразу [7]:

$$R_p \geq B_{\sigma} + H_y \times ctg\alpha_y + b_m + h_{к.к.} \times ctg\alpha_y + b_{\partial} + H_{я.в.} \times ctg\beta, \text{ м}$$

де  $R_p$  – радіус розвантаження екскаватора,  $R_p = 66,5$  м;

$B_{\sigma}$  – безпечна відстань від вісі установки екскаватора в вибої до верхньої брівки уступу, м;

$H_y$  – висота уступу, м;

$\alpha_y$  – робочий кут укосу уступу,  $\alpha_y = 60$  град;

$b_m$  – ширина транспортної берми,  $b_m = 6$  м;

$h_{к.к.}$  – потужність корисної копалини,  $h_{к.к.} = 3$  м;

$b_{\partial}$  – відстань між нижньою брівкою видобувного уступу і відвалу,  $b_{\partial} = 5$  м;

$H_{я.в.}$  – висота ярусу відвалу, м;

$\beta$  – кут укосу ярусу відвалу,  $\beta = 35$  град.

Безпечна відстань від вісі установки екскаватора до верхньої брівки уступу  $B_{\sigma}$  визначається за виразом:

$$B_{\sigma} = Z + \frac{D_{\sigma}}{2} = 4,7 + 5 = 9,7, \text{ м}$$

де  $Z$  – призма можливого зрушення, м;

$D_{\sigma}$  – діаметр бази екскаватора,  $D_{\sigma} = 9,7$  м ;

$$Z = H_y \times (\text{ctg}\alpha_c - \text{ctg}\alpha_p) = H_y \times (\text{ctg}50^\circ - \text{ctg}60^\circ) = 18 \times 0,26 = 4,7, \text{ м}$$

де  $\alpha_c$  – стійкий кут укосу уступу,  $\alpha_c = 50$  град.

Висота ярусу відвалу, що формується драглайном визначається відповідно до вимог [9], за виразом:

$$H_{я.в.} = 1,2 \times H_y, \text{ м.}$$

В свою чергу при визначенні числових значень відмічених вище параметрів вираз умови застосування безтранспортної системи розробки для відпрацювання надрудного уступу екскаватором ЕШ-10/50 прийме вигляд:

$$66,5 \geq 9,7 + 10,4 + 6 + 3,5 + 5 + 30,6 \geq 65,8, \text{ м.}$$

Згідно рівняння висота надрудного розкривного уступу 18 м задовольняє умові області застосування екскаватора для відпрацювання розкривного надрудного уступу за безтранспортною системою розробки.

Визначимо ширину заходки екскаватора ЕШ-10/70 при розробці порід розкриву нижнім черпанням за виразом:

$$A_n = R_{\text{ч}} \times \sin \omega = 66,5 \times \sin 30^\circ = 33 \text{ м,}$$

де  $R_{\text{ч}}$  – радіус черпання екскаватора, м;

$\omega$  – кут повороту драглайна від його вісі при черпанні породи, град.

Ширина робочого майданчика екскаватора на горизонті установки екскаватора розраховується за умови розмежування зони роботи екскаватора і зони руху транспортних засобів. Ширина робочого майданчика визначається за виразом:

$$Ш_{р.м.} = A_H + b + bn + b_a + b_y + b_k + d = 33 + 3 + 0,5 + 7 + 2,5 + 2,2 + 1 = 49 м$$

де  $A_H$  – ширина заходки екскаватора, м;

$b$  – ширина захисного валу по низу, м;

$bn$  – відстань від підосви захисного валу до краю проїзної частини автошляху, м (0,5);

$b_a$  – ширина проїзної частини дороги, м;

$b_y$  – ширина узбіччя автодороги,  $b_y = 2,5$  м;

$b_k$  – ширина кювету по верху,  $b_k = 2,2$  м.

$d$  – ширина призми за кюветом,  $d = 1$  м.

Ширина робочого майданчика драглайна буде становити 49 м.

Розріз системи розробки кар'єру № 5 за запропонованою комбінованою системою розробки наведено на рис. 2.3.

При цьому мінімальна ширина робочого майданчику на видобувному уступі складає 35 м.

Технологія розробки видобувного уступу.

При розробці видобувного уступу гідравлічний екскаватор – зворотня лопата, встановлюється на покрівлі корисної копалини.

При цьому проектна мінімальна ширина робочого майданчику на видобувному уступі складає 35 м.

Відпрацювання уступу здійснюється повздовжніми заходками в наступній послідовності:

- зачистка пласта корисної копалини;
- відпрацювання внутрішнього розкриву (прошарків піску – розкривних порід) з розміщенням порід у внутрішньому відвалі;
- відпрацювання шару корисної копалини.

Визначимо довжину фронту гірничих робіт по корисній копалині виходячи з розмірів кар'єрного поля по поверхні.

Довжина кар'єрного поля становить 1,36 км, ширина – 1,39 км.

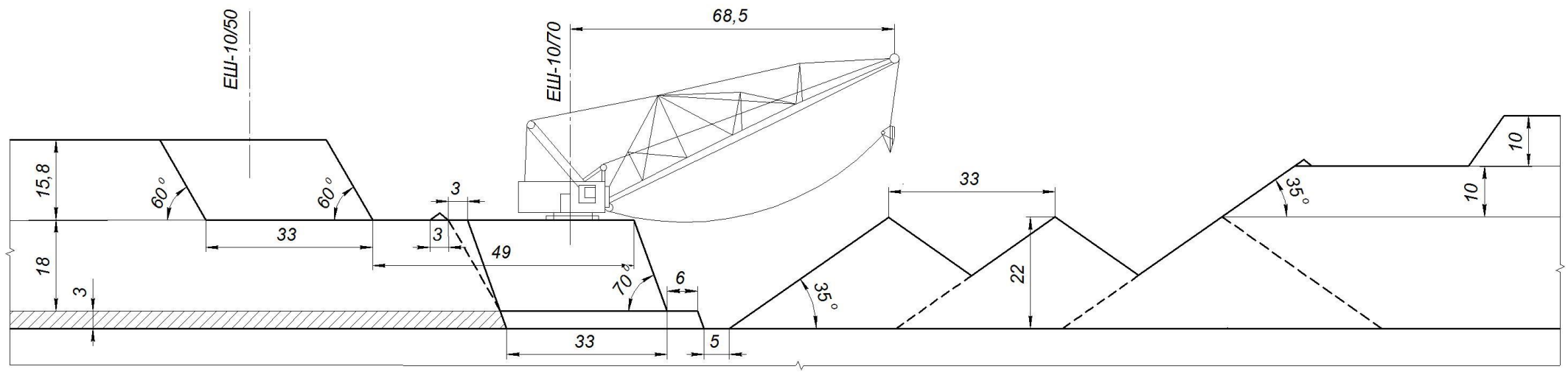


Рис. 2.3. Система розробки кар'єру №5 за запропонованою системою розробки

Розвиток фронту гірничих робіт при відпрацюванні родовища – поперечний однобортовим напрямком.

Довжина фронту гірничих робіт визначається за виразом:

$$\begin{aligned}L_{\phi} &= B_{\kappa} - 2 \times H_{\kappa} \times \operatorname{ctg} \alpha - (n_{\gamma} - 1) \times (b_m + b_{\bar{o}}) + h_{\kappa.\kappa.} \times \operatorname{ctg} \alpha = \\ &= 1390 - 2 \times 36,8 \times \operatorname{ctg} 60^{\circ} - 0 \times (5 + 23) + 3 = 1350 \text{ м}\end{aligned}$$

де  $H_{\kappa}$  – глибина кар'єру,  $H_{\kappa} = 36,8$  м;

$\alpha$  – робочий кут укосу уступу,  $\alpha = 60$  град.;

$b_m$  – ширина транспортної берми, м;

$b_{\bar{o}}$  – ширина берми безпеки,  $b_{\bar{o}} = 5$  м;

$n_{\gamma}$  – кількість уступів,  $n_{\gamma} = 1$ ;

$h_{\kappa.\kappa.}$  – потужність корисної копалини,  $h_{\kappa.\kappa.} = 3$  м.

Довжина фронту гірничих робіт надрудного уступу висотою 18 м визначається за виразом:

$$\begin{aligned}L_{\phi}^H &= L_{\phi} + H_H \times \operatorname{ctg} \alpha + b_m + b_{\bar{o}} = \\ &= 1350 + 18 \times \operatorname{ctg} 60^{\circ} + 5 + 23 = 1388 \text{ м}\end{aligned}$$

де  $H_H$  – висота уступу, що розробляється драглайном, м.

Визначимо річне посування фронту гірничих робіт яке встановлюється виходячи з річної продуктивності кар'єру по корисній копалині за виразом:

$$L_{\text{нос.}} = \frac{Q_{\kappa}}{L_{\phi} \times h_{\kappa.\kappa.}} = \frac{1000000}{1350 \times 3} = 247 \text{ м / рік}$$

де  $Q_{\kappa}$  – річна продуктивність кар'єру по корисній копалині в  $\text{м}^3$ , при густині корисної копалини  $2,0 \text{ м}^3/\text{т}$  -  $Q_{\kappa} = 1000$  тис.  $\text{м}^3$ .

Таким чином, об'єм розробки розкривних порід надрудного уступу драглайном буде складати:

$$V_{\text{р.}}^H = H_H \times L_{\phi}^H \times L_{\text{нос.}} = 18 \times 1388 \times 247 = 6171 \text{ тис. м}^3 / \text{рік}$$

2.4. Продуктивність запропонованого основного гірничого обладнання та розрахунок його кількості

Продуктивність екскаватора ЕШ 10/70.

Теоретичну продуктивність екскаватору визначаємо за формулою:

$$Q_m = \frac{3600 \times E}{t_u} = \frac{3600 \times 10}{45} = 800 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де  $E$  – місткість ківша екскаватора;

$t_u$  – фактична тривалість робочого циклу, с;

Технічна продуктивність:

$$Q_{m.} = \frac{Q_m \times K_n \times K_v \times K_{mv}}{K_p} = \frac{800 \times 1 \times 0,9 \times 0,85}{1,2} = 510 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де  $K_n$  – коефіцієнт наповнення ковша екскаватора;

$K_{mv}$  – коефіцієнт технології виїмки,  $K_{mv} = 0,8 \div 0,85$ ;

$K_v$  – коефіцієнт вибою, що враховує вплив допоміжних операцій;

$K_p$  – коефіцієнт розпушення породи в ківші.

Експлуатаційна продуктивність екскаватора визначається з урахуванням втрат робочого часу, пов'язаних з організаційними і технічними простоями [6-8]:

$$Q = Q_{m.} \times T_{zm} \times K_e = 510 \times 12 \times 0,9 = 5508 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

де  $T_{zm}$  – тривалість зміни, год;

$K_e$  – коефіцієнт використання екскаватора в часі.

Річна продуктивність екскаватора визначається за виразом:

$$Q_p. = Q \times n_{змін} \times N_{p.д.} = 5508 \times 2 \times 355 = 3910 \text{ тис. м}^3 / \text{рік}$$

де  $n_{змін}$  – кількість робочих змін на добу,  $n_{змін} = 2$ ;

$N_{p.д.}$  – кількість робочих днів на рік,  $N_{p.д.} = 355$ .

Продуктивність екскаваторів ЕШ-10/50, що розробляють верхні розкривні уступи визначається за таким ж формулами.

Робота по розробці верхніх розкривних уступів полягає в тому, що екскаватори працюють в комплексі з автосамоскидами. Тому в них робочий цикл та організаційні і технічні простой будуть дещо більшими. Тому, розрахунок продуктивності показав, що річна продуктивність екскаватора ЕШ 10/50 при навантаженні розкривних порід в автосамоскиди буде становити  $Q = 2900$  тис.м<sup>3</sup>/рік.

Визначимо необхідну кількість виймально-навантажувального обладнання.

Кількість гідравлічних екскаваторів при розробці корисної копалини не змінюється згідно проекту і для продуктивності 1000 тис. м<sup>3</sup> на рік становить два екскаватори *Volvo EC380*.

Необхідну кількість екскаваторів, необхідних для відпрацювання розкривного уступу висотою 18 м визначимо за виразом:

$$N_{e.n.} = \frac{V_{p.}^{н.}}{Q_p \times K_{m.g.}} = \frac{6171000}{3910000 \times 0,9} = 1,7 \text{ екск.},$$

де  $K_{m.g.}$  – коефіцієнт технічної готовності екскаватора,  $K_{m.g.} = 0,9$ .

Згідно розрахунку для відпрацювання надрудного розкривного уступу висотою 18 м за безтранспортною системою розробки необхідно 2 екскаватори.

Визначимо необхідну кількість екскаваторів для розробки верхніх розкривних горизонтів.

$$N_e = \frac{V_{p.} - V_{н.p.}}{Q_e \times K_{m.g.}} = \frac{9430000 - 6171000}{2900000 \times 0,85} = 1,32 \text{ екс.},$$

де  $V_{p.}$  – загальний річний об'єм розкриву, м<sup>3</sup>.

Таким чином, для розробки порід розкриву при освоєнні родовища за комбінованою системою розробки потрібно в роботі два екскаватори ЕШ - 10/70 за безтранспортною системою розробки і два екскаватори ЕШ – 10/50 при роботі за транспортною системою розробки з завантаженням автосамоскидів *Volvo A40G* вантажністю 39 т.

Паспорт вибою екскаватора наведено на рис. 2.4.

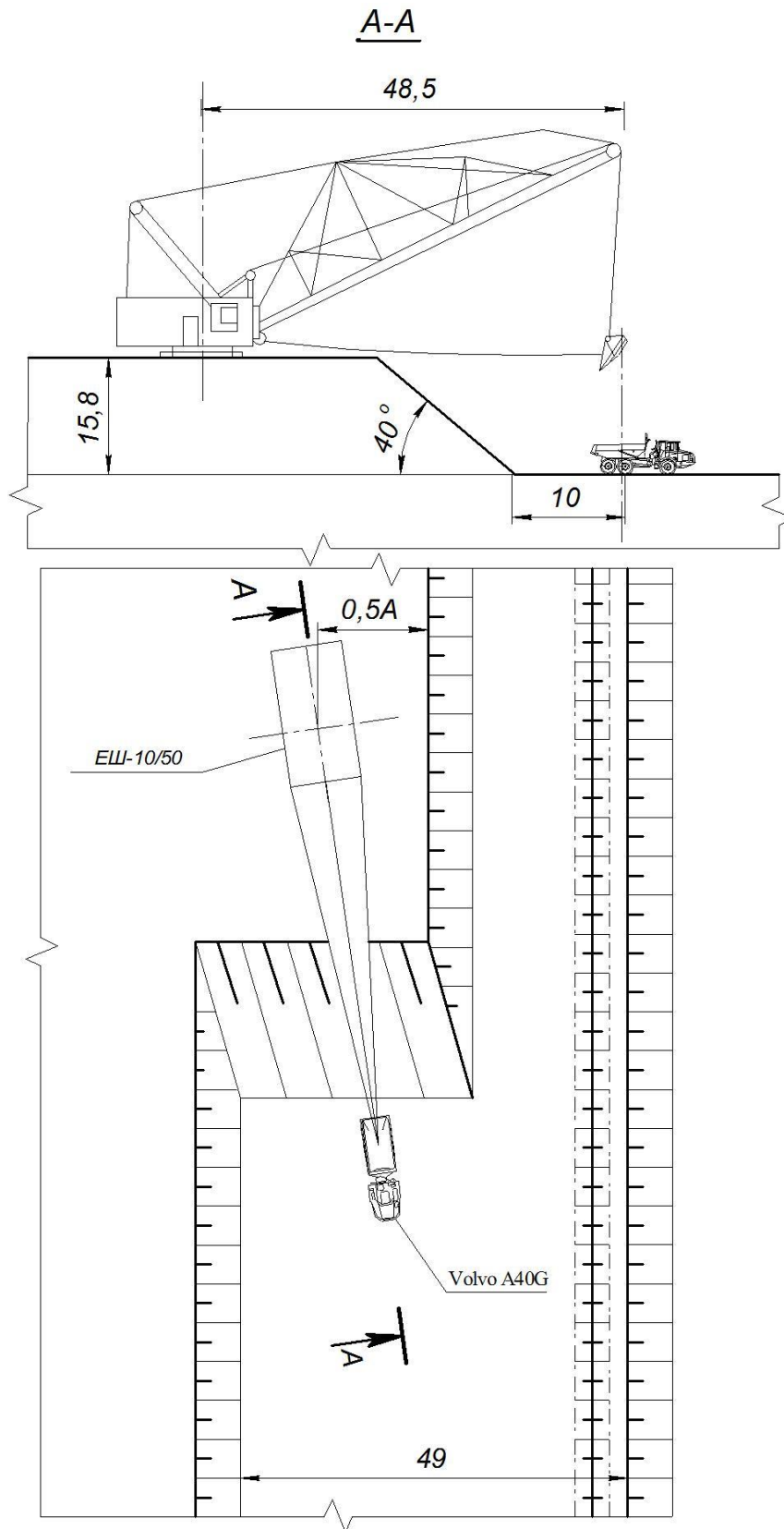


Рис. 2.4. Паспорт вибою экскаватора ЕШ-10/50



## 2.5. Розрахунок потреби в допоміжному гірничому обладнанні

Для зачистки робочих майданчиків, планування під'їздів до екскаваторів, обслуговування тимчасових доріг в кар'єрі і планування поверхні відвалів передбачається використання бульдозерів.

Згідно «Норм технологічного проектування..» кількість бульдозерів приймається з розрахунку 0,4 бульдозера на кожен робочий екскаватор.

На кар'єрі для виконання допоміжних робіт використовується обладнання підрядних організацій, тому розрахунок кількості бульдозерів зазначений тільки на 1 рік, так як може бути використане допоміжне обладнання інших марок і іншої продуктивності, в залежності від потреб замовника.

Розрахунок кількості орендованих бульдозерів на 1 рік відпрацювання представлений в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Розрахунок кількості бульдозерів

Найменування робіт	Норматив	Продуктивність Бульдозера, тис. м <sup>3</sup>	К-сть робочих екскаваторів, од.	К-сть робочих бульдоз., од.
Розробка розкритих порід	0,4	-	2	0,8/1
Розробка корисної копалини	0,4		2	0,8/1
Робота на складі				1
Робота на відвалі		1900		5
Разом				8

### 2.3. Кар'єрний транспорт

Розрахунок ширини транспортної берми при двосмуговому русі автомобільного транспорту виконано згідно "Норм технологічного проектування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки родовищ корисних копалин" [7], рис 2.5.

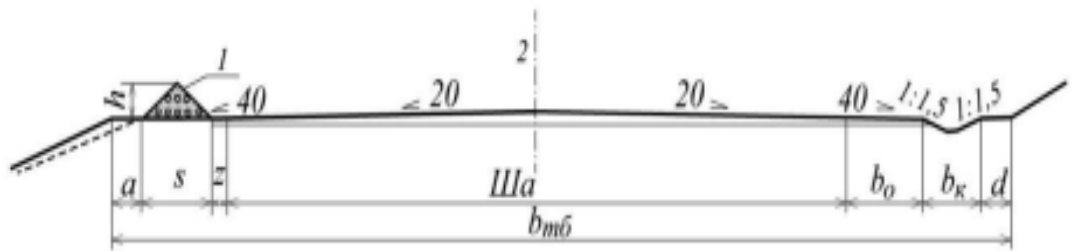


Рис. 2.5. Розрахункова схема для визначення розмірів транспортної берми при двосмуговому русі автомобільного транспорту.

Ширина транспортної берми визначається з виразу:

$$b_m = a + s + z + Ша + b_{про} + b_k + d, \text{ м},$$

де  $b_m$  – ширина транспортної берми, м;  $a$  – ширина призми можливого обвалення уступу, м.

Ширина призми можливого обвалення визначається:

$$a = H \times (\text{ctg} \beta - \text{ctg} \alpha), \text{ м};$$

Для забезпечення безпечної експлуатації гірничо-транспортного обладнання при відпрацюванні кар'єра № 5 Октябрського родовища вогнетривких глин приймається величина призми обвалення, що дорівнює - 3,1 м;

$s$  – ширина захисного валу по низу, м

для Volvo A40G – 3,0 м;

$z$  – відстань від підшви захисного валу до краю проїзної частини автодороги, м (0,5);

$Ша$  – ширина проїзної частини дороги, м;

Згідно СНіП 2.05.07-91 кар'єрні автомобільні дороги кар'єра № 5 Октябрського родовища вогнетривких глин відносяться до категорії І-к.

Ширина проїзної частини кар'єрних автодоріг при двосмуговому русі і застосуванні автосамоскидів Volvo A40G дорівнює – 11,0 м;

$b_u$  - ширина узбіччя автодороги, м;

Мінімальна ширина узбіччя на двосмугових дорогах приймається 2,5 м.

$b_k$  – ширина кювету по верху, м.

Ширину кювету приймають по верху – 2,2 м.

$d$  – ширина полки за кюветом, м.

Ширину полки за кюветом приймають 1 м.

Ширина транспортної берми при двосмуговому русі автосамоскидів:

$b_m = 3,1 + 2,7 + 0,5 + 11,0 + 2,5 + 2,2 + 1 = 23,0$  м;

$p$  – ширина майданчика для маневрів автосамоскидів при подачі під навантаження, м;

Згідно НТП для Volvo A40G становить – 9,13 м;

$b_k$  – ширина дренажної канави по верху – 2,2 м ;

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

Ширина робочого майданчика для автосамоскидів Volvo A40G буде становити:

$$Ш = a + s + z + p + b_k + 2d = 3,1 + 3,0 + 0,5 + 19,5 + 2,2 + 1,0 * 2 = 30,3 \text{ м}$$

Для кар'єрних автошляхів визначимо їх пропускну спроможність за формулою:

$$N = \frac{1000 \times V \times n \times K_{нер}}{l_б} = \frac{1000 \times 25 \times 1 \times 0,8}{60} = 333 \text{ автос.}$$

де  $K_{нер}$  – коефіцієнт нерівномірності руху автомобілів ( $K_{нер} = 0,6 \div 0,8$ );

$V$  – швидкість руху автосамоскида, км/год;

$n$  – число смуг руху автосамоскидів в одному напрямку;

$l_6$  – безпечна відстань між автосамоскидами, що рухаються один за одним.

Провізна спроможність автодороги визначається за формулою:

- для автосамоскида Volvo A40G:

$$M = \frac{N \times m_H}{K_{рез}} = \frac{333 \times 39}{2} = 6500 \text{ т/год}$$

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

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

Робота шарнірно зчленованих автосамоскидів Volvo A40G в кар'єрі наведено на рис. 2.6.



Рис. 2.6. Автосамоскиди Volvo A40G в кар'єрі

Виконаємо розрахунок продуктивності автосамоскидів при транспортній системі розробки на розкривних роботах за виразом:

$$H_b = \frac{T_{зм} - T_{пз} - T_{оп}}{T_p} \times Q_a = \frac{720 - 45 - 15}{13,2} \times 24 = 1200 \text{ м}^3 / \text{зм.}$$

де  $T_{зм}$  – тривалість зміни, хв;

$T_{пз}$  – час на виконання підготовчо-завершальних операцій,  $T_{пз} = 45$  хв;

$T_{on}$  – час на особисті потреби,  $T_{on} = 15$  хв;

$T_p$  – тривалість рейсу автосамоскида, хв.;

$Q_a$  – об'єм гірничої маси в автосамоскиді, м<sup>3</sup>.

Тривалість рейсу автосамоскида складає:

$$T_{\text{ц}} = t_n + t_{p.v.} + t_p + t_{p.n.} + \tau = 3,2 + 4 + 1 + 4 + 1 = 13,2 \text{ хв.}$$

де  $t_n$  – час навантаження автосамоскида, хв;

$t_p$  – час розвантаження автосамоскида,  $t_p = 1$  хв;

$t_{p.v.}, t_{p.n.}$  – час руху завантаженого й порожнього автосамоскида, хв;

$\tau$  – час на маневри й затримки автосамоскида в дорозі,  $\tau = 1$  хв.

Час навантаження автосамоскида ( $t_n$ ) визначається виходячи з кількості ківшів екскаватора в кузові автосамоскида та часу циклу екскаватора за формулою:

$$t_n = \frac{n_k}{n_{\text{ц}}} = \frac{7}{2,2} = 3,2 \text{ хв.}$$

де  $n_{\text{ц}}$  – число циклів екскавації в хвилину;

$n_k$  – кількість ківшів екскаватора в одному автосамоскиді;

$$n_k = \frac{Q_a \times K_{\text{н.к.}}}{E_{\text{екс.}}} = \frac{24 \times 1,0}{3,2} = 7,5$$

де  $K_{\text{н.к.}}$  – коефіцієнт наповнення ківша екскаватора;

$E_{\text{екс.}}$  – геометрична ємність ківша екскаватора, м<sup>3</sup>.

Термін руху автосамоскида залежить від відстані транспортування. При проектній відстані транспортування 1,6 км і швидкості руху 25 км/год час руху завантаженого й порожнього автосамоскида становить:

$$t_{p.v.} = t_{p.n.} = \frac{l_a \cdot 60}{V_p} = \frac{1,6 \cdot 60}{25} = 4 \text{ хв.}$$

Розрахунок продуктивності автосамоскидів для запропонованого варіанту в кваліфікаційній роботі – комбінованій системі розробки, де верхній

передовий уступи розробляються екскаваторами *ЕШ* – 10/50 з навантаженням порід розкриву в автосамоскиди.

$$H_b = \frac{T_{зм} - T_{пз} - T_{он}}{T_p} \times Q_a = \frac{720 - 45 - 15}{9,25} \times 24 = 1700 \text{ м}^3 / \text{зм}$$

Тривалість рейсу автосамоскида складе:

$$T_{ц} = t_H + t_{p.в.} + t_p + t_{p.н.} + \tau = 1,25 + 3 + 1 + 3 + 1 = 9,25 \text{ хв.}$$

Час навантаження автосамоскида:

$$t_H = \frac{n_k}{n_{ц}} = \frac{2,5}{2} = 1,25 \text{ хв.}$$

$$n_k = \frac{Q_a \times K_{н.к.}}{E_{екс.}} = \frac{24 \times 1,0}{10} = 2,5$$

В зв'язку з тим, що в запропонованому варіанті породи розкриву нижнього надрудного уступу висотою 18 м не будуть транспортуватися автосамоскидами, а переміщуються екскаватором - драглайном у вироблений простір кар'єру, тоді відстань транспортування зменшиться за рахунок верхнього завантаження автосамоскидів на першому горизонті, при цьому автосамоскидам не потрібно долати з'їзди в кар'єрі для під'їзду під навантаження в вибій.

Визначимо середню відстань транспортування з верхніх горизонтів при впровадженні комбінованої системи розробки визначимо за виразом:

$$L_{сер.}^{к.} = L_c - \frac{H_p \times 1000}{i} - 5 \circ Шр.м. = 1600 - \frac{15,8 \times 1000}{80} - 5 \circ 35 = 1227 \text{ м}$$

де  $L_c$  – середня відстань транспортування при проектному варіанті розробки,  $L_c = 1600$  м;

$H_p$  – сумарна висота верхніх розкривних уступів, 15,8 м;

$i$  – керівний ухил з'їзду для автотранспорту,  $i = 80$  ‰.

Впровадження комбінованої системи розробки розкривних порід в кар'єрі № 5, дозволить зменшити середню відстань транспортування порід розкриву до відвалу на 373 м.

В такому разі час руху завантаженого й порожнього автосамоскида при відстані транспортування 1,22 км і нормативній швидкості руху 25 км/год буде становити:

$$t_{p.v.} = t_{p.n.} = \frac{l_a \cdot 60}{V_p} = \frac{1,22 \cdot 60}{25} = 3 \text{ хв.},$$

Необхідна кількість автосамоскидів для виконання запланованої річної програми з розробки та транспортуванню порід розкриву.

Для забезпечення транспортування корисної копалини, відповідно до робочого проекту, достатньо чотири автосамоскиди Volvo 8\*4.

При розробці порід розкриву об'ємом 9430 тис. м<sup>3</sup>/рік при існуючій транспортній системі розробки потреба в автосамоскидах визначається за виразом:

$$n_{авт.} = \frac{V_{p.}}{H_b^p \times K_{m.z}} = \frac{9430000}{852000 \times 0,8} = 14 \text{ авт.}$$

де  $V_{розкр.}$  – загальний об'єм розкриву, що підлягає вийманню, м<sup>3</sup>.

$H_b^p$  – річна продуктивність автосамоскида,

$$H_b^p = 1200 \times 2 \times 355 = 852000 \text{ м}^3 / \text{рік};$$

$K_{m.z}$  – коефіцієнт технічної готовності обладнання,  $K_{m.z} = 0,8$ .

Таким чином при розробці розкривних порід родовища за транспортною системою розробки необхідно 14 автосамоскидів.

При запропонованій комбінованій системі розробки розкривних порід кількість автосамоскидів складе:

$$n_{авт.} = \frac{V_{p.} - V_{p.}^H}{H_b^p \times K_{m.z}} = \frac{9430000 - 6171000}{1207000 \times 0,8} = 4 \text{ авт.}$$

Таки чином. при розробці родовища за запропонованою комбінованою системою розробки необхідно 4 автосамоскиди. При цьому, застосування запропонованої системи розробки дозволяє вивільнити 10 автосамоскидів.

## РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА

### 3.1. Встановлення залежності відстані транспортування гірських порід від кількості уступів в кар'єрі

Ефективність роботи гірничого підприємства залежить від типу застосовуваного гірничотранспортного обладнання та параметрів системи розробки.

Пропонується в якості критерія ефективності технологічної схеми використовувати такі технологічні параметри системи розробки як середня внутрішньокар'єрна відстань транспортування розкривних порід  $L_c$ .

В кар'єрах відстань транспортування гірських порід залежить від довжини фронту гірничих робіт на робочих горизонтах кар'єру, значень робочих та стійких кутів укосу уступів, кута укосу робочого борту кар'єру в цілому.

Середня відстань транспортування при запропонованому в кваліфікаційній роботі варіанті застосування комбінованої системи розробки при розробці гірських порід розкриву з верхніх розкривних горизонтів зменшується на 373 м (див. п. 2.4).

При цьому скорочення відстані транспортування відбувається за рахунок зменшення ширини майданчиків спарених уступів, кількості на довжини ковзних з'їздів між горизонтами.

За наведеним виразом у (п. 2.4), визначимо значення середньої відстані транспортування для кожного з горизонтів кар'єру при транспортній системі розробки, що застосовується на кар'єрі. Завдяки чому, знайдемо залежність відстані транспортування від кількості уступів, що розробляються в кар'єрі.

На рис. 3.1 наведено графік залежності  $L_{cp} = f(nv)$  для умов транспортної та комбінованої систем розробки, з яких видно, що зі збільшенням числа розкривних уступів величина  $L_c$  також істотно наростає, що в свою чергу, призводить до збільшення робочої зони кар'єру. Залежність описується



рівнянням другого ступеню зі середнім квадратичним відхиленням 0,9115, що показує достатньо точність отриманого рівняння.

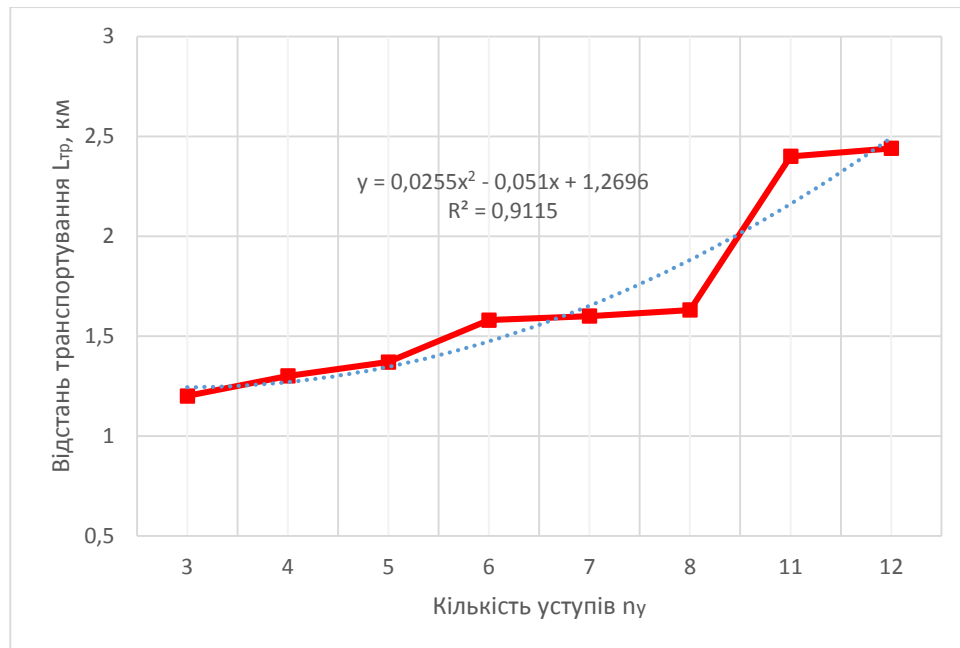


Рис. 3.1. Графік залежності відстані транспортування гірських порід від кількості уступів в кар'єрі

З даних графіку, який наведено на рис. 3.1 видно, що при розробці кар'єра трьома уступами за комбінованою системою розробки середня відстань транспортування розкривних порід складає 1,22 км, а при застосуванні транспортної системи розробки за існуючою сьогодні на виробництві де розробка ведеться дванадцятьма розкривними уступами – середня відстань транспортування буде становити 2,4 км.

Таки чином застосування комбінованої системи розробки, що включає безтранспортну на надрудному уступі і транспортну – на верхніх (передових) уступах системи розробки суттєво зменшує відстань транспортування гірських порід.

### 3.2. Встановлення залежності зміни відстані транспортування порід розкриву від кута робочого борту кар'єру

Відомо, що відстань транспортування залежить від значень кута робочого борту кар'єру, кількості та ширини робочих майданчиків на уступах, довжини ковзних з'їздів між горизонтами робочих уступів.

Значення кута укосу робочого борту кар'єра розраховують за допомогою формули:

$$\varphi = \arctg \frac{H_{\epsilon} + h_{\delta}}{\operatorname{ctg} \alpha \sum_{j=1}^{n_{\delta}} h_{\delta_j} + \sum_{j=1}^{n_{\delta}-1} Ш_{\delta_j} + \operatorname{ctg} \gamma \sum_{i=1}^{n_{\epsilon}} H_{\epsilon_i} + \sum_{i=1}^{n_{\epsilon}-1} Ш_{\epsilon_i}}, \text{ град},$$

де  $n_{\delta}$  і  $n_{\epsilon}$  - відповідно число видобувних та розкривних уступів;  $j$  та  $i$  - відповідно порядкові номери видобувних та розкривних уступів;  $Ш_{\delta}$  і  $Ш_{\epsilon}$  - відповідно ширина робочого майданчика на видобувних та розкривних уступах;  $\alpha$  і  $\gamma$  - кути укосів видобувного та розкривного уступів.

Як видно з вищенаведеної формули, на зміну величини кута  $\varphi$  впливають параметри систем розробки родовища, що застосовуються: число і висота уступів, кути укосів уступів і ширина робочих майданчиків.

Для умов транспортної та комбінованої систем розробки, зі збільшенням числа розкривних уступів величина  $\varphi$  істотно зменшується, що призводить до збільшення робочої зони кар'єру, відповідно збільшується концентрація гірничих робіт і довжина транспортування гірських порід.

Кут укосу робочого борту кар'єра можна збільшити за допомогою застосування комбінованої системи розробки, що включає безтранспортну на надрудному уступі і транспортну на верхніх (передових) уступах системи розробки. Це пояснюється тим, що кількість робочих майданчиків на розкривних уступах при використанні безтранспортної системи розробки на надрудному уступі, та екскаваторів-драглайнів при розробці верхнього передового уступу значно зменшується.

Розрахуємо значення кута укосу робочого борту кар'єру при транспортній системі розробки, що застосовується в проекті на розробку родовища за наведеною вище формулою:

$$\varphi = \arctg \frac{33,8 + 3}{\text{ctg} 45^\circ \cdot 3 + 35 + 12 \cdot 35 + \text{ctg} 60^\circ \cdot 33,8} = 0,0767 = 5 \text{град.}$$

Таким чином, при застосуванні технологічної схеми з застосуванням гідравлічних екскаваторів на розкривних та видобувних роботах, де середня відстань транспортування становить 1,6 км – результуючий кут укосу робочого борту кар'єру складе 5 град.

При застосуванні комбінованої системи розробки з розробкою надрудного розкривного уступу екскаватором драглайном за простою безтранспортною системою та при середній відстані транспортування – 1,22 км результуючий кут укосу робочого борту кар'єру складе – 6 град.

Розрахункове значення результуючого кута укосу робочого борту кар'єру за вищенаведеним виразом при застосуванні на розкривних роботах тільки екскаваторів – драглайнів буде складати – 13,5 град.

За даними розрахунків побудуємо графік залежності зміни відстані транспортування розкривних порід до відвалу від результуючого кута укосу борту кар'єру. Графік залежності наведено на рис. 3.2. Залежність описується лінійною функцією з достатньо високою точністю.

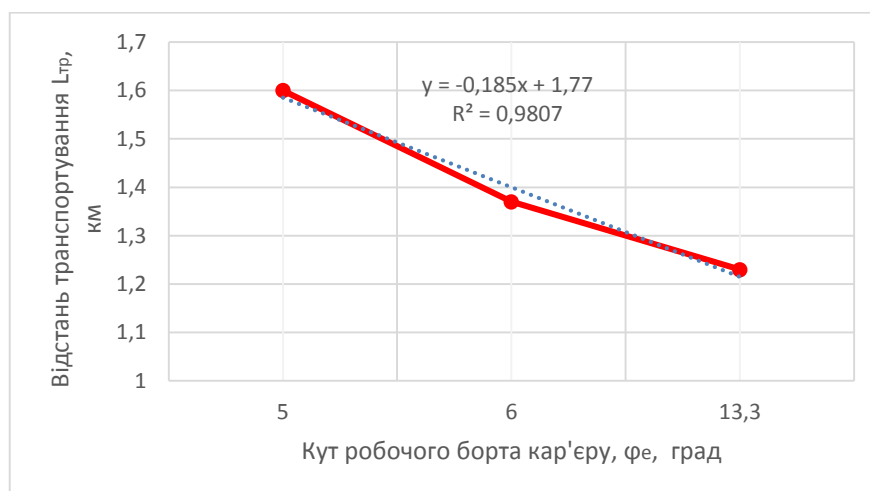


Рис. 3.2. Графік залежності зміни відстані транспортування розкривних порід від результуючого робочого кута укосу борту кар'єра

З даних, що наведені на графіку можна стверджувати, що при збільшенні результуючого кута укосу робочого борту кар'єру в понад 2,6 разів, відстань транспортування зменшується на 25 %, що в свою чергу суттєво впливає на експлуатаційні витрати при транспортуванні гірських порід та на ефективність гірничих робіт в цілому.

## ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній магістерській роботі розглядалися питання удосконалення технологічних схем розкривних порід та встановлення ефективних параметрів елементів системи розробки ведення розкривних робіт в умовах кар'єру № 5 Октябрського родовища вогнетривких глин.

Виконані дослідження дозволили вирішити поставлені задачі у повній мірі. Отримані наступні результати:

1. Проведено аналіз сучасного стану технології розробки кар'єру кар'єру № 5 Октябрського родовища вогнетривких глин. Встановлено, що розробка ведеться за транспортною системою розробки орендованими гідравлічними екскаваторами з навантаженням в автосамоскиди з використанням великої кількості виймально-навантажувальних гірничих машин та автосамоскидів з переміщенням розкриву на зовнішній відвал.

2. Враховуючи на значні об'єми розробки та транспортування порід розкриву пропонується відпрацювання кар'єру №5 за комбінованою системою розробки з застосуванням екскаваторів – драглайнів. При чому відпрацювання надрудного уступу здійснюється за простою безтранспортною системою розробки з застосуванням екскаватора ЕШ-10/70. Розробка верхнього передового уступу здійснюється з застосуванням екскаваторів – драглайнів ЕШ-10/50 з навантаженням гірських порід у автосамоскиди.

3. Встановлена залежність відстані транспортування від кількості розкривних уступів, яка дозволяє стверджувати, що застосування комбінованої системи розробки на кар'єрі вогнетривких глин дозволяє суттєво зменшити кількість розкривних уступів (з 6 спарених уступів до 2-х) на скоротити відстань транспортування розкривних порід на 373 м (24 %).

4. Встановлена залежність зміни відстані транспортування розкривних порід від результуючого кута укошу борту кар'єру, яка дозволяє стверджувати, що при застосуванні комбінованої системи розробки можливе збільшення значення результуючого кута укошу робочого борту кар'єру у в понад 2,6 разів, відстань транспортування зменшується на 25 %, що в свою чергу суттєво

впливає на експлуатаційні витрати при транспортуванні гірських порід та на ефективність гірничих робіт в цілому.