

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 (бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Левченка Андрія Володимировича
(ПІБ)

академічної групи 184М-23-7 ІІІ
(шифр)

спеціальності: 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹ «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою «Гірництво»
(офіційна назва)

на тему: «Обґрунтування технології видобувних робіт в умовах відпрацювання
Крюківського родовища гранітів»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи:	Чебанов М.О.			
розділів:				
Технологічний	Чебанов М.О.			
Кар'єрний транспорт				
Охорона праці				

Рецензент				
------------------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Анісімов О.О.			
-----------------------	---------------	--	--	--

**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 _____ магістер
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

Студенту Левченку Андрію Володимировичу академічної групи 184м-23-7 ІІІ
(ПІБ) (шифр)

спеціальності: _____ 184 Гірництво

спеціалізації¹ _____ «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою _____ «Гірництво»
(офіційна назва)

на тему: _____ «Обґрунтування технології видобувних робіт в умовах відпрацювання
Крюківського родовища гранітів»
(назва за наказом ректора)

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

Розділ	Найменування етапів роботи	Термін виконання
Розділ 1	Загальні положення і вихідні дані	05.11.2024
Розділ 2	Обґрунтування вибору ефективного комплексу гірничо-транспортного обладнання	14.11.2024
Розділ 3	Обґрунтування раціональних параметрів технологічної схеми роботи гідравлічного екскаватора	02.12.2024
Розділ 4	Охорона праці	12.12.2024

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

_____ М.О. Чебанов

(прізвище, ініціали)

Дата видачі: 05.11.2024 р.

Термін подання до екзаменаційної комісії 19.12.2024 р.

Прийняв до виконання

_____ (підпис керівника)

_____ А.В. Левченко

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 72 сторінок, 13 рисунків, 18 таблиць, 11 літературних джерел, 2 додатки, 12 слайдів (демонстраційні матеріали).

Об'єкт досліджень: видобувні роботи на Крюківському гранітному кар'єрі.

Предмет досліджень: технологічні схеми видобутку та транспортування скальних гірничих порід та їх параметри.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні ефективних технологічних схем видобутку корисних копалин та їх параметрів, для зменшення питомих витрат видобутку в умовах Крюківського кар'єру.

Наукова новизна досліджень:

- встановленні максимальної висоти уступу при нижньому і верхньому черпанні гідравлічного екскаватора зворотня лопата.

- встановлені кутів повороту екскаватора на розвантаження при різній висоті підступів.

- встановлені залежність зміни загального кута повороту екскаватора при різному співвідношенні нижнього та верхнього підступів.

- встановлені залежність річної продуктивності екскаватору від співвідношення висоти підступів.

У першому розділі наводиться загальний опис гірничодобувного підприємств, коротка геологічна і гідрогеологічна характеристика родовища. Аналіз технологічних процесів видобутку і поточна ситуація з розробки Крюківського родовища граніту.

У другому розділі представлено поточний стан гірничих робіт в кар'єрі, наведені основні показники його роботи, охарактеризовано розкривні роботи, описана система розробки і встановлені її основні параметри.

У цьому розділі аналізується процес видобутку корисних копалин і даються рекомендації по веденню гірничих робіт для умов Крюківського родовища граніту. Був проведений аналіз стану засобів комплексної

механізації на кар'єрі і розроблені проектні пропозиції по темі кваліфікованої роботи.

У третьому розділі досліджені технологічні схеми роботи гідравлічного екскаватора при його роботі на підступі. Визначені кути повороту екскаватора на розвантаження при тупиковій та наскрізній схемі під'їзду автосамоскидів під завантаження. Встановлені їх ефективні параметри підступів. Виконана економічна оцінка запропонованого технічного рішення була, шляхом визначення експлуатаційних витрат за базовим і проектним варіантами.

У розділі "Охорона праці" висвітлені основні нормативні документи, вимоги безпеки до обладнання та механізмів, охорони праці та створення безпечних умов праці при реалізації запропонованих варіантів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВИХІДНІ ДАНІ.....	9
1.1. Характеристика гірничого підприємства	9
1.2. Геологічна характеристика	12
1.3. Гідрогеологічна характеристика родовища	15
1.4. Якість корисної копалини	17
1.5. Запаси корисної копалини	19
1.6. Аналіз процесів технології видобутку і поточна ситуація із розробки Крюківського родовища гранітів	20
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСУ ГІРНИЧО-ТРАНСПОРТНОГО ОБЛАДНАННЯ	22
2.1. Сучасний стан гірничих робіт у кар'єрі.....	22
2.2 Існуюча система розробки та її параметри	23
2.3. Розкривні роботи	26
2.4. Відвали розкривних порід.....	26
2.5. Видобувні роботи	27
2.6. Пропозиції до вдосконалення видобувних робіт.....	30
2.7. Параметри системи розробки запропонованого варіанту видобувних робіт	32
2.8. Продуктивність запропонованого гірничотранспортного обладнання та його кількість	34
РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РОБОТИ ГІДРАВЛІЧНОГО ЕКСКАВАТОРА	38
3.1. Аналіз запропонованої технологічної схеми видобутку	38
3.2. Встановлення кутів повороту екскаватора	41
3.3. Встановлення тривалості циклу роботи екскаватора	47
3.4. Обґрунтування раціональних параметрів роботи екскаватора	48

3.5. Економічна оцінка.....	51
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	62
4.1 Загальні положення	62
4.2 Вимоги безпеки під час роботи одноківшевих екскаваторів	63
4.3 Вимоги з безпеки на автомобільному транспорті	64
ВИСНОВКИ	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	69
Додаток А	71
Додаток В	72

ВСТУП

Крюківське родовище гранітів розробляється ВП «Крюківський кар'єр» філії «Центр управління промисловістю» акціонерного товариства «Українська залізниця».

Крюківське родовище гранітів розташоване на правому березі долини р. Дніпро в 2 км від зал. ст. Крюків-на-Дніпрі. В адміністративному відношенні родовище знаходиться в межах м. Кременчука та Кременчуцького району Полтавської області.

Щебінь користується великим попитом в будівельній галузі. Він використовується для будівництва автомагістралей, проектування ландшафтних об'єктів, а також для різних будівельних і ремонтних робіт. Цей матеріал можна використовувати для укладання фундаменту, при будівництві колій, при формуванні трамвайних колій і так далі. ПАТ "Укрзалізниця" не є винятком і використовує щебінь для баласту, при прокладанні залізничних колій та інших промислових і непромислових об'єктах. Таким чином, для задоволення власних потреб ПАТ "Укрзалізниця" має в своєму розпорядженні велику мережу кар'єрів з видобутку щебеню, які розподілені по різних регіонах України, одним з таких є Крюківський гранітний кар'єр.

Ключем до ефективного функціонування гірничодобувних підприємств є ефективне здійснення гірничовидобувної діяльності. Підвищення продуктивності досягається в основному за рахунок технічного переоснащення обладнання. Використання морально і фізично застарілого бурового, вантажно-розвантажувального і транспортного обладнання призводить до збільшення витрат на технічне обслуговування, збільшення простоїв обладнання для планового і позапланового ремонту і зниження ефективності використання обладнання в кар'єрах, а також ефективності кар'єрних дробильно-сортувальних установок. Тому для забезпечення стійкої та ефективної роботи підприємства повинно бути проведено технічне

переобладнання кар'єру з використанням новітнього обладнання для видобутку та транспортування гірничої маси.

Використання новітнього обладнання при вже існуючих параметрах кар'єру потребує додаткового вивчення їх ефективності. Тому в кваліфікаційній роботі актуальним є питання обґрунтування ефективних параметрів технологічної схеми роботи гідравлічного екскаватору зворотня лопата в умовах Крюківського родовища гранітів.

РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОГО КОМПЛЕКСУ ГІРНИЧО-ТРАНСПОРТНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1. Сучасний стан гірничих робіт у кар'єрі

Розробка родовища здійснюється з урахуванням існуючого стану гірничих робіт на розкривних і видобувних роботах. Розміщення розкривних порід виконується у внутрішній відвал.

Загальний напрямок розробки родовища виконується з півночі на південь при використанні існуючих транспортних виробок.

Фронт гірничих робіт направлений на південь.

Відпрацювання запасів виконується на повну розвідану потужність до відмітки (-30) м. Розробка кар'єру проводиться на південному борті. Ця система відпрацювання є суцільною однобортовою з внутрішнім відвалоутворенням.

На сьогодні в кар'єрі є 5 розкривних і 7 видобувних уступів. Висота розкривних та видобувних уступів складає 10м. Кути відкосів добувних уступів 80°. Існуюча ширина робочих майданчиків варується від 25 до 70 м.

На 2024 рік гірничі роботи ведуться на двох розкривних горизонтах (+95м), (+85м) та двох добувних горизонтах (+8 м), (-30м).

План гірничих робіт Крюківського кар'єру представлений на рисунку 2.1.

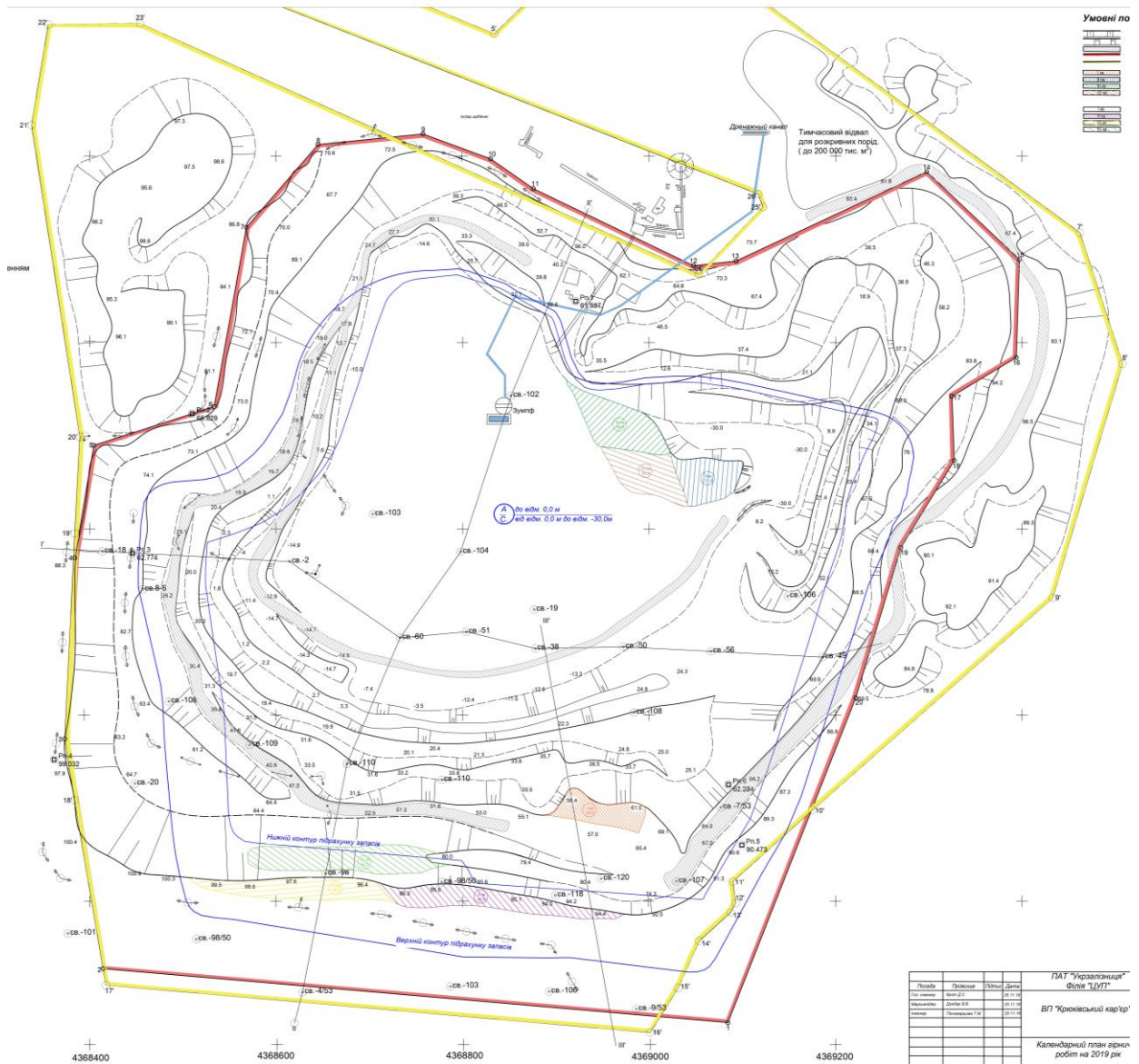


Рис. 2.1. План гірничих робіт на Крюківському кар'єрі

2.2 Існуюча система розробки та її параметри

Гірські умови розробки родовищ корисних копалин визначаються інженерно-геологічними особливостями корисної копалини та гідрогеологічними умовами її розробки.

Площа покладів Крюківського гранітного кар'єру обмежена північно-східною околицею кристалічного масиву України. Геологічна структура відкладень включає неолітичні породи, що представляють собою мінерали і покривають їх відкладення палеогенової і четвертинної систем.

Мінералами Крюківського родовища є сірий і рожевий біотит-граніт, ромбовидний, мігматит діоритового складу Інгулецького ультраметаморфічного комплексу неоархея, що включає кварцові жили і численні дайки діоритів. Граніт був виявлений по всій площі відкладень усіма свердловинами, які були тут розвідані в різні роки. У граніті можна виявити рожевий пегматит, молочний кварц, априт і численні прожилки діориту.

Автомобільні дороги, прокладені вздовж східної сторони кар'єру, використовуються для транспортування корисних копалин і тріщинуватих порід. Їх ухил не перевищує 80%. Вони частково проходять через тіло зрізу" старого " відвалу.

На Крюківському кар'єрі вибухові роботи проводяться підрядним методом відповідно до технічної документації, розробленої підрядником і узгодженої із замовником.

Висота видобувних уступу становить 10 м.

Висота розкривних уступів становить 0-10 м.

Кут нахилу уступу для видобутку становить 80° , для розкриву -60° . Кут нахилу неробочої сторони кар'єру для видобутку становить 70° . А для розкриву - 35° .

Основні види гірничо-транспортної техніки, які використовуюваної в кар'єрах: екскаватори ЕКГ-5А; самоскиди БелАЗ-7522, бурові установки СБШ-250 та інше обладнання.

Параметри системи розробки.

Ширина заходки:

За формулою визначається ширина заходки екскаватору:

$$A = 1,5 \cdot R_{ч}, \text{ м}; \quad (2.1)$$

де $R_{ч}$ – радіус черпання екскаватора на рівні стояння, $R_{ч} = 10 \text{ м}$.

$$A = 1,5 \times 10 = 15 \text{ м}$$

Для екскаваторів ЕКГ-5А ширина заходки приймається рівною 15 м.

Ширина транспортних майданчиків і берм:

Ширина транспортних майданчиків і берм визначається з урахуванням нормативів за виразами:

- при двосмуговому русі:

$$Ш_{mp} = C + Ш_{mc} + C_2 + e_e + Z, м; \quad (2.2)$$

де C – ширина узбіччя з боку вищерозташованного уступу з урахуванням смуги збору осипів, $C = 2 \div 3 м$;

$Ш_{mc}$ – ширина транспортної смуги, м;

C_2 – відстані від захисного валу до транспортної смуги, м; $C_2 = 2,0 м$;

e_e – ширина захисного валу, для автосамоскидів вантажопідйомністю 12-30 т висота валу становить 1 м:

$$e_e = h_e \times ctg \alpha, м; \quad (2.3)$$

$$e_e = 1 \times ctg 40 = 2,5 м$$

z – призми можливого обвалення, м;

$$z = H_y \times (ctg 70 - ctg 80), м \quad (2.4)$$

– на видобувному уступі:

$$z = 12 \times (ctg 70 - ctg 80) = 2,5 м;$$

– на розкривному уступі:

$$z = 10 \times (ctg 45 - ctg 60) = 3 м;$$

e_o – ширина узбіччя вздовж проїжджої частини дороги, $e_o = 1,5 м$.

$$Ш_{mp} = 3 + 10 + 2 + 2,5 + 2,5 = 20 м$$

На кар'єрі ширина транспортних берм прийнята рівною 20 м.

Ширина робочих майданчиків:

Ширина робочого майданчика на видобувному уступі:

- при $H_y = 10 м$:

$$Ш_{pn} = Ш_p + C_1 + Ш_{mp} + C_2 + e_e + Z = 43 + 3,0 + 6,5 + 2,5 + 3,0 = 58 м; \quad (2.5)$$

де $Ш_p$ – ширина розвалу підірваних порід, м;

C_1 – відстань від бровки розвалу до транспортної смуги, м;

$Ш_{mp}$ – ширина транспортної смуги, м;

C_2 – відстані від транспортної смуги до захисного валу, м; $C_2 = 1,0 \div 1,5$ м

$е_е$ – ширина вала безпеки, м;

z – зона можливого обвалення, м.

Ширина робочої площадки на розкривному уступі:

$$Ш_{pn} = A + C_1 + Ш_{mp} + C_2 + е_е + z = 14 + 1,5 + 5,5 + 1,5 + 2,5 + 2 = 27 \text{ м}; \quad (2.6)$$

де A – ширина заходки екскаватора по цілику, м; $A = 14 \div 16$ м;

2.3. Розкривні роботи

На початок 2024 р. залишок готових до виймання запасів складає 280,0 тис. м³.

Середній коефіцієнт розкриву по родовищу – 0,213

Поточний коефіцієнт розкриву:

$$K_n = Q_{розк} / Q_{к.к} = 0,26 \quad (2.7)$$

Визначення об'єму розкривних порід:

$$Q_{розк.} = Q_{к.к.} * K_n = 91 \text{ тис.м}^3 \quad (2.8)$$

які складають в розпушеному стані:

$$Q_{розп.} = Q_{розк.} * 1,53 = 91 * 1,53 = 140 \text{ тис. м}^3 \quad (2.9)$$

Крім того, в південно-східній частині кар'єру гранітний масив покритий шаром ракушняка, що вимагає подрібнення за допомогою вибухівки.

План розкриву на 2024 рік складає 140 000 м³ в розпушеному стані. З них 40 тис.м³ розкриву розробляється власним обладнанням, 100 тис.м³ виконує підрядна організація.

2.4. Відвали розкривних порід

Складування розкривних порід у 2024 році буде виконуватись у внутрішній відвал на відпрацьованому горизонті -30 м. Об'єм складування приблизно 140 тис. м³.

Запаси на місці відвалу є погашеними. Відвал знаходиться на відстані 1400 метрів від місця ведення розкривних робіт.

Таблиця 2.1

Технічні дані відвалів

	Висота уступу /ярусу/, м	Кут відкосу /робочий/, град.	Кут відкосу /стійкий/ град.
Внутрішній відвал	30	42	35
Зовнішній відвал	15	42	35

2.5. Видобувні роботи

Кути відкосів видобувних уступів складають 80°. Фактична ширина робочих майданчиків від 25 до 70 м.

План гірничих робіт передбачає видобуток на двох горизонтах (+8 м), (-30 м). Покриття доріг щебенева, ширина транспортної частини 8-12 м.

На видобувних роботах будуть використовуватись 1 екскаватор ЕКГ-5А (рис 2.2.) та буровий станок СБШ-250МНА.

Планова організація добувних робіт наступна:

- двозмінний режим роботи;
- відпрацювання розвалу підірваної гірської породи – паралельними заходками;
- ширина заходки екскаватора – 18 м;
- кут повороту екскаватора до 180°;
- схема заїзду автотранспорту під навантаження – наскрізна та тупикова.

Встановлений річний план виробництва на 2024 рік 460 тис.т (334,8 тис. м³, $\kappa=1,374$) щебеню або 280,5 тис. м³ ($\kappa=1,64$) гірничої маси в розпушеному стані.



Рис. 2.2. Екскаватор ЕКГ-5 А

Річний об'єм видобутку граніту в щільному тілі, необхідного для виконання плану:

$$Q_n = Q_{\text{к.рік}} / k_p \quad (2.10)$$

де: $Q_{\text{к.рік}}$ – річний об'єм видобутку розпушеної гірничої маси;

Q_n – річний об'єм гірської породи в щільному тілі;

k_p - коефіцієнт розпушення гірничої маси.

$$Q_n = 280,5 / 1,53 = 183,3 \text{ тис. м}^3$$

З урахуванням експлуатаційних втрат об'єм видобутку граніту в щільному тілі складе:

$$Q_n = 183,3 + (183,3 \times 1,1\%) = 183,3 + 2,02 = 205,23 = 185 \text{ тис. м}^3$$

Продуктивності та необхідна кількість гірничо-транспортного устаткування на видобутку.

Розрахунок продуктивності екскаватора ЕКГ-5А при роботі в комплексі з автосамоскидами БелАЗ-7522:

Теоретична продуктивність екскаватора ЕКГ-5А:

$$Q_{e.1} = \frac{3600 \times E}{t_{\text{ц}}} = \frac{3600 \times 5,2}{48} = 390 \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (2.11)$$

де: E - ємність ківша екскаватора, м^3 ;

$t_{\text{ц}}$ - тривалість циклу екскаватора, с.

Враховуючи гірничо-технічні умови роботи, та організацію робіт розраховується технічна продуктивність екскаватора за формулою:

$$Q_{e.\text{год.1}} = \frac{Q_{e.1} \times k_{\text{Н}} \times k_{\text{В}} \times k_{\text{ТВ}}}{k_{\text{Р}}}, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (2.12)$$

де: $k_{\text{Н}}$ - коефіцієнт наповнення ківша екскаватора 0,9;

$k_{\text{ТВ}}$ - коефіцієнт технології виїмки 0,8;

$k_{\text{В}}$ - коефіцієнт вибою, що враховує вплив допоміжних операцій 0,85;

$k_{\text{Р}}$ - коефіцієнт розпушення гірничої маси в ківші.

$$Q_{e.\text{год.1}} = \frac{390 \times 0,7 \times 0,85 \times 0,83}{1,53} = 126 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Змінна продуктивність екскаватора ЕКГ -5А розраховується за формулою:

$$Q_{e.\text{зм.1}} = Q_{e.\text{год.1}} \times T_{\text{зм}} \times k_{\text{Вик}}, \text{ м}^3/\text{ЗМ} \quad (2.13)$$

де: $T_{\text{зм}}$ - тривалість зміни, 8 год;

$k_{\text{Вик}}$ - коефіцієнт використання екскаватора в часі 0,8.

$$Q_{e.\text{зм.1}} = 126 \times 8 \times 0,8 = 806 \text{ м}^3/\text{ЗМ}$$

Річна продуктивність екскаватора ЕКГ-5А розраховується згідно формули:

$$Q_{e.1}^{\text{річ}} = Q_{e.\text{зм.1}} \times n_{\text{зм}} \times N_{\text{д}} \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.14)$$

де: $n_{\text{зм}}$ - кількість змін, 2;

$N_{\text{д}}$ - кількість робочих днів в році, 272.

$$Q_{e.1}^{\text{річ}} = 806 \times 2 \times 272 = 438\,464 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Необхідну кількість екскаваторів визначмо за формулою:

$$N_{e.1} = \frac{Q_{\text{к.річ}}}{Q_{e.1}^{\text{річ}}} \times K_{\text{рез}}, \text{ ШТ} \quad (2.15)$$

де: $Q_{\text{к.річ}}$ - продуктивність кар'єра по корисній копалині за рік 280,5 тис м^3 ;

$K_{\text{рез}}$ - коефіцієнт резерву, 1,25.

$$N_{e.1} = \frac{280500}{438464} \times 1,25 = 0,8 = 1 \text{ шт}$$

Фактична наявність на видобутку екскаваторів ЕКГ-5 – 2 од. Приймаємо для роботи при навантаженні гірничої маси в автомобілі 2 екскаватора ЕКГ-5А. Коефіцієнт використання екскаваторів при цьому буде дорівнювати 40%.

Розрахунок кількості автосамоскидів для транспортування гірничої маси:

Марка автосамоскиду: БелАЗ-7522 – 30 т.

Середньо - змінний об'єм гірничої маси в розпушеному стані:
 $280,5/(250*2) = 561 \text{ м}^3$

Погодинний об'єм видобутку гірничої маси в розпушеному стані:

$$V_{год} = 561 / 8 = 70 \text{ м}^3 \quad (2.16)$$

Об'ємна вага гірничої маси в розпушеному стані – 1,64 т/м³

Технічно обґрунтована норма виробітку на одну машину – 2,8 рейса/год.

В зміну – 22 рейса, за годину – 2,8.

Робочий парк автосамоскидів:

$$N_a = \frac{V_{год} * \gamma}{n - Q_{ср}} = \frac{70,0 * 1,64}{2,8 * 30} = 1,4 \quad (2.17)$$

Середня вантажопід'ємність автосамоскиду складає $Q_{ср} = 30 \text{ т}$:

Інвентарний парк автосамоскидів з урахуванням коефіцієнта готовності $K_z = 0,80$ буде складати:

$$N_u = N_a / K_z = 1,4 / 0,8 = 1,75 \quad (2.18)$$

Для роботи приймаємо 2 автосамоскида БелАЗ-7522.

2.6. Пропозиції до вдосконалення видобувних робіт

Розробка Крюківського кар'єру ведеться з застосуванням застарілою техніки, такої як автосамоскиди БелАЗ-7522 та екскаватори ЕКГ-5А. Застаріле гірничо транспортне обладнання вже не може ефективно працювати, тому в

кваліфікаційній роботі пропонується замінити застаріле видобувне та транспортне гірниче обладнання на сучасне, а саме:

- для видобутку гідравлічний екскаватор Volvo EC460 (рис. 2.3.)
- для транспортування автосамоскиди Volvo A30F.

Технічна характеристика екскаватору знаходиться в таблиці 2.2.



Рис. 2.3. Екскаватор Volvo EC 460

Таблиця 2.2.

Технічна характеристика екскаватора Volvo EC 460

Характеристика	Од. вимір.	Volvo EC 460
Ємність ковша	м ³	2,8
Висота розвантаження	м	10,58
Радіус черпання на горизонті установки	м	10,66
Глибина копання	м	7,7
Тривалість циклу	сек.	30
Потужність двигуна	кВт	237

2.7. Параметри системи розробки запропонованого варіанту видобувних робіт

Впровадження запропонованих новітнього комплексу гірничо-транспортного обладнання не потягне за собою зміну системи розробки родовища та таких її параметрів, як кути укосів уступів.

Уступи на кар'єрі мають висоту 10 м. Екскаватор Volvo EC 460 має максимальну висоту черпання 10,58 м. Відповідно до вимог «Правил охорони праці...» [4] під час відпрацювання порід і руд із застосуванням вибухових робіт допускається збільшення висоти вибою до півтори висоти черпання. Звідси застосування екскаватора Volvo EC 460 з висотою черпання 10,58 м не спричинить зміни висоти видобувних уступів.

Встановимо ширину заходки екскаватора за формулою 2.1:

$$A = 1,5 \div 1,7 \times R_{ч.у.}, м$$

де $R_{ч.у.}$ – радіус черпання екскаватора Volvo EC460 на горизонті установки, м

$$A = 1,5 \times 10,66 = 16 м$$

Ширина робочих майданчиків:

1. При тупиковій схемі руху автотранспорту [4-7]:

$$\begin{aligned} Ш_{рм} &= B_{об} + K + C + \frac{l_a}{2} + R_{р.а.} + \frac{B_a}{2} + C + b + Z = \\ &= 3 + 1,2 + 1 + 4,1 + 10,5 + 1,2 + 1 + 2,8 + 1,2 = 26,0 м \end{aligned}$$

де $B_{об}$ – ширина уловлювальної смуги зі сторони вищерозташованого уступу, $B_{об} = 3$ м;

K – ширина водовідвідної каналу, м;

C – безпечна відстань від автосамоскида до водовідвідної каналу та захисного валу, під час виконання маневрів, $C = 1$ м;

B_a – ширина автосамоскида, м;

$R_{р.а.}$ – радіус розвертання автосамоскида, м;

l_a – довжина автосамоскида, м;

b – ширина орієнтуючого (захисного) вала вздовж зовнішнього укосу

уступу, згідно з [4] висота такого валу складає 1 м, тоді:

$$b = 1\text{ м} \times 2 \times \text{ctg} 35^\circ = 2,8 \text{ м}$$

z – ширина призми можливого обрушення, розраховується за виразом:

$$z = H_y \times (\text{ctg} \alpha_n - \text{ctg} \alpha_p) = 10 \times (\text{ctg} 75^\circ - \text{ctg} 80^\circ) = 1\text{ м}$$

де H_y – максимальна висота розташованого нижче уступу, м;

α_p, α_n – відповідно кути укосів робочого і неробочого уступів, град.

2. Ширина робочого майданчика за умовою розміщення розвалу [4-7]

При тупиковій схемі руху автосамоскидів:

$$Ш_{рм} = B_p + b + Z = 35 + 2,8 + 1,2 = 38,8 \text{ м}$$

де B_p – ширина розвалу, м;

b – ширина орієнтуючого (захисного) валу вздовж зовнішнього укосу уступу, згідно з [4] висота такого валу складає 1 м, тоді:

$$b = 1\text{ м} \times 2 \times \text{ctg} 35^\circ = 2,8\text{ м}$$

Z – ширина призми можливого обрушення, розраховується за виразом:

$$Z = H_y \times (\text{ctg} \alpha_n - \text{ctg} \alpha_p) = 10 \times (\text{ctg} 75^\circ - \text{ctg} 80^\circ) = 1\text{ м}$$

де H_y – максимальна висота розташованого нижче уступу, м;

α_p, α_n – відповідно кути укосів робочого і неробочого уступів, град.

Ширина розвалу гірничої маси (від нижньої брівки уступу) B_p визначається за формулою:

$$B_p = K_z \times K_\beta \times K_\beta \times \sqrt{q} \times H + (n_p - 1) \times b, \text{ м}$$

де K_z – коефіцієнт дальності відкидання підірваної гірничої маси, що залежить від інтервалу уповільнення, $K_z = 0,9$ при уповільненні 20 мс;

K_β – коефіцієнт, що характеризує здатність породи до підривання;

q – питома витрата ВР;

H – висота уступу, $H = 10$ м;

n_p – кількість рядів свердловин, $n_p = 4$;

b – відстань між свердловинами, $b = 4$ м.

$$V_p = 0,9 \times 2,5 \times 1 \times \sqrt{1,05} \times 10 + (4-1) \times 4 \approx 35 \text{ м}$$

При потоковій схемі руху автосамоскидів:

$$Ш_{pm} = V_p + b + Z + c + T = 35 + 2,8 + 1 + 1,2 + 10 = 49 \text{ м}$$

де T – ширина транспортної полоси, 10 м;

c – відстані від нижньої бровки розвалу до транспортної полоси, 1,2 м.

Екскаватор Volvo EC460, має зворотній режим черпання гірничої маси, тому необхідно встановити значення висоти під уступів.

Застосування гідравлічних екскаваторів не потребує зміни основних параметрів систем розробки.

2.8. Продуктивність запропонованого гірничотранспортного обладнання та його кількість

Годину продуктивність екскаватора Volvo EC460 визначимо за виразом:

$$Q_{e.год.1} = \frac{3600 \cdot E \cdot k_n}{t_{ц} \cdot k_p} \cdot k_u, \text{ м}^3/\text{год}$$

де: k_n - коефіцієнт заповнення ковша, $k_n = 1,1$;

k_u - коефіцієнт використання в часі, $k_u = 0,8$;

E - ємність ковша, м^3 , $E = 2,8 \text{ м}^3$;

k_p - коефіцієнт розпушення граніту в ківші, $k_p = 1,4$;

$t_{ц}$ - тривалість циклу, с.

$$Q_{e.год} = \frac{3600 \cdot 2,8 \cdot 1,1}{30 \cdot 1,4} \cdot 0,8 = 211 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Визначимо змінну продуктивність екскаватору за виразом:

$$Q_{e.зм} = Q_{e.год} \cdot T_{зм}, \text{ м}^3/\text{год}$$

де: $T_{зм}$ - тривалість зміни, годин, $T_{зм} = 8$ годин;

$k_{m.e.}$ - коефіцієнт технології виймання, $k_{m.e.} = 0,80$.

$$Q_{e.зм.1} = 211 \cdot 8 \cdot 0,80 = 1351 \text{ м}^3/\text{зміну}$$

Річна продуктивність гідравлічного екскаватора Volvo EC460 розраховується за виразом:

$$Q_{e.рік} = Q_{e.зм} \cdot n_{зм} \cdot N_{д}, \text{ м}^3/\text{рік}$$

де: $n_{зм}$ - число робочих змін у добу, $n_{зм} = 2$ зміни;

$N_{д}$ - число робочих днів у році, $N_{д} = 272$.

$$Q_{e.рік.1} = 1351 \cdot 2 \cdot 272 = 735 \text{ тис.м}^3/\text{рік}$$

Враховуючи плановий річний об'єм видобутку граніту, розрахуємо необхідну кількість екскаваторів.

Необхідна кількість робочих екскаваторів:

$$N_{e.2} = \frac{Q_{к.річ}}{Q_{e.1}} \times K_{рез}, \text{ шт}$$

$$N_{e.2} = \frac{280500}{735000} \times 1,25 = 0,48 = 1 \text{ шт}$$

Для виконання річної норми видобутку по корисній копалині необхідно 1 екскаватор Volvo EC460, з завантаженням 50%.

Транспортування гірничої маси за запропонованим варіантом на Крюківському кар'єрі виконується автосамоскидами Volvo A30F (рис. 2.). Технічна характеристика автосамоскидів знаходиться в таблиці 2.3.



Рис. 2.4. Автосамоскид Volvo A30F

Технічна характеристика автосамоскидів

Найменування	Volvo A30F
Номінальна вантажопідйомність, т	28
Місткість кузова, м ³	17,5
Потужність двигуна, кВт	265
Габаритні розміри, м	10,5×2,9×3,4
Радіус повороту, м	8,9
Максимальна швидкість руху, км/год.	53
Середня витрата палива, л/100 км	80

Розрахуйте продуктивність і необхідну кількість самоскидів, щоб оцінити ефективність проектного рішення:

Тривалість циклу завантаження самоскида розраховується за такою формулою:

$$t_{ц.н} = \frac{V}{E} \cdot \frac{t_{ц}}{60}, \text{ хв}, \quad (2.19)$$

де: V – об'єм кузова автосамоскида, $V = 18,0 \text{ м}^3$;

$$t_{ц.н} = \frac{17,5}{3,5} \cdot \frac{30}{60} = 2,5 \text{ хв.}$$

Тривалість рейсу автосамоскида:

$$t_p = t_{ц.н} + \frac{2L_{п} \cdot 60}{v_{ав}} + t_{роз} + t_{оч}, \text{ хв}, \quad (2.20)$$

де $L_{п}$ – середня відстань транспортування, км; в умовах Крюківського кар'єру,

$$L_{п} = 1,7 \text{ км};$$

$v_{ав}$ – швидкість руху автосамоскида, $v_{сп} = 18 \text{ км/год}$;

$t_{роз}$ – час розвантаження автосамоскида, $t_{роз} = 2 \text{ хв}$;

$t_{оч}$ – час на маневри і очікування, $t_{роз} = 3 \text{ хв}$;

$$t_p = 2,5 + \frac{2 \cdot 1,7 \cdot 60}{18} + 2 + 3 = 18,8 \text{ хв.}$$

Розрахуємо змінну продуктивність автосамоскиду за формулою:

$$Q_{a.зм} = \frac{60 \cdot T_{см}}{t_p} \cdot V \cdot k_{н.а} \cdot k_{см.в.}, \text{ м}^3/\text{зміну}, \quad (2.21)$$

де: $k_{н.а}$ – коефіцієнт наповнення кузова автосамоскида, $k_{н.а} = 1$;

$k_{см.в.}$ – коефіцієнт використання автосамоскида на протязі зміни; $k_{зм} = 0,85$;

$$Q_{a.зм} = \frac{60 \cdot 8}{18,8} \cdot 17,5 \cdot 1 \cdot 0,85 = 380 \text{ м}^3/\text{зміну},$$

Річна продуктивність автосамоскида визначається за формулою:

$$Q_{a.рік} = Q_{a.зм} \cdot n_{зм} \cdot N_d, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.22)$$

$$Q_{a.рік} = 380 \cdot 2 \cdot 272 = 206720 \text{ м}^3/\text{рік}$$

При видобутку граніту за існуючою транспортною системою, річний об'єм порід складає 280500 м³/рік, потреба в автосамоскидах визначається за формулою:

$$N_a = \frac{Q_{к.рік}}{Q_{a.рік} \cdot k_{т.г}}, \text{ од}, \quad (2.23)$$

де: $k_{т.г}$ – коефіцієнт готовності обладнання, $k_{т.г} = 0,8$.

$$N_a = \frac{280500}{206720 \cdot 0,8} = 1,7 \text{ од.}$$

Необхідно 2 автосамоскиди Volvo A30F.

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РОБОТИ ГІДРАВЛІЧНОГО ЕКСКАВАТОРА

3.1. Аналіз запропонованої технологічної схеми видобутку

Робота гідравлічного екскаватору зворотня лопата передбачає як черпання нижче рівня стояння так вище рівня стояння екскаватору, тобто нижнє та верхнє черпання. Це обумовлено конструкцією стріли екскаватора.

Аналізуючи дослідження встановлено що більшу ефективність використання екскаватор має при нижньому черпанні, однак вона обмежується максимальною глибиною черпання.

При розробці гранітних кар'єрів, за рахунок високих уступів використовується технологічна схема роботи гідравлічного екскаватору з підступами.

Враховуючи вище наведене необхідно дослідити технологічну схему роботи з підступами при застосуванні гідравлічних екскаваторів зворотня лопата. Та встановити її ефективні параметри.

До параметрів технологічної схеми екскаватора відносять ширину заходки та висоту уступу, або підступів. Ширина заходки встановлюється за класичної формуло (2.1). Встановлення висоти підступів не має чіткої методики визначення, однак вони повинні відповідати вимогам техніки безпеки та конструктивним можливостям екскаватору.

Гідравлічний екскаватор має параметри максимальної висоти та максимальної глибини черпання. Однак кінематика роботи стріли екскаватора і кут відкосу гірської породи не дають йому змогу працювати за максимально можливими параметрам. Тому необхідно встановити максимально можливі висоти підступів враховуючи кінематику роботи екскаватора та кут відкосу гірської породи.

Для встановлення максимальних висот подуступів розглянемо схему кінематики екскаватору при черпанні гірської породи, та за допомогою

графічного моделювання врахуємо кут укосу розвалу гірської породи (рис.3.2).

Гідравлічні екскаватори зворотня лопата фірми Volvo мають велику кількість конфігурацій робочого органу. Так робоча стріла екскаватору складається з рукояті та стріли (рис.3.1).

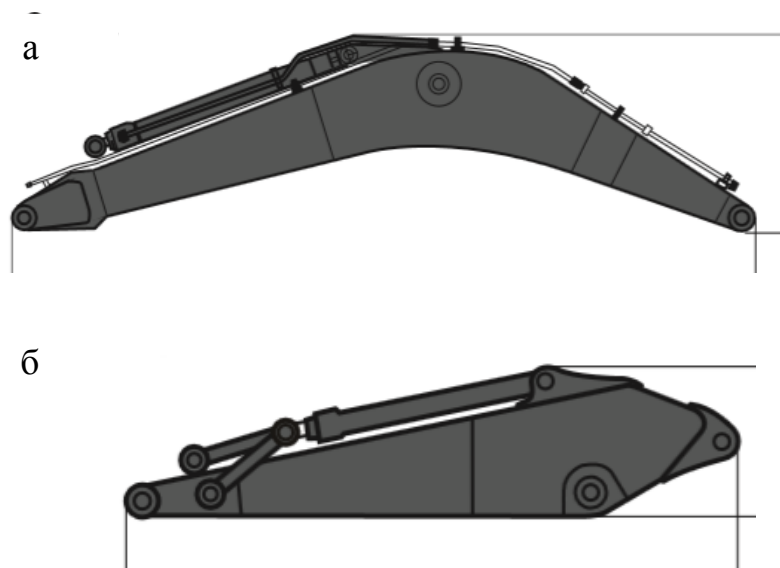


Рис. 3.1. а – стріла гідравлічного екскаватору; б – рукоять гідравлічного екскаватору

Специфікація стріли та рукояті обирається згідно об'єму ківша та щільності гірської породи, враховуючи об'єм ківшу $2,8 \text{ м}^3$ максимально можливо використовувати стрілу довжиною 7 м та рукоять 3,35 м.

Знаючи параметри робочого органу та модель екскаватору корегуємо кінематичну схему черпання, також враховуючи кут укосу граніту 60° та стійкий кут стояння 55° , будуємо уступ. Розміщуємо екскаватор на безпечній відстані від верхньої бровки уступу (рис. 3.2.)

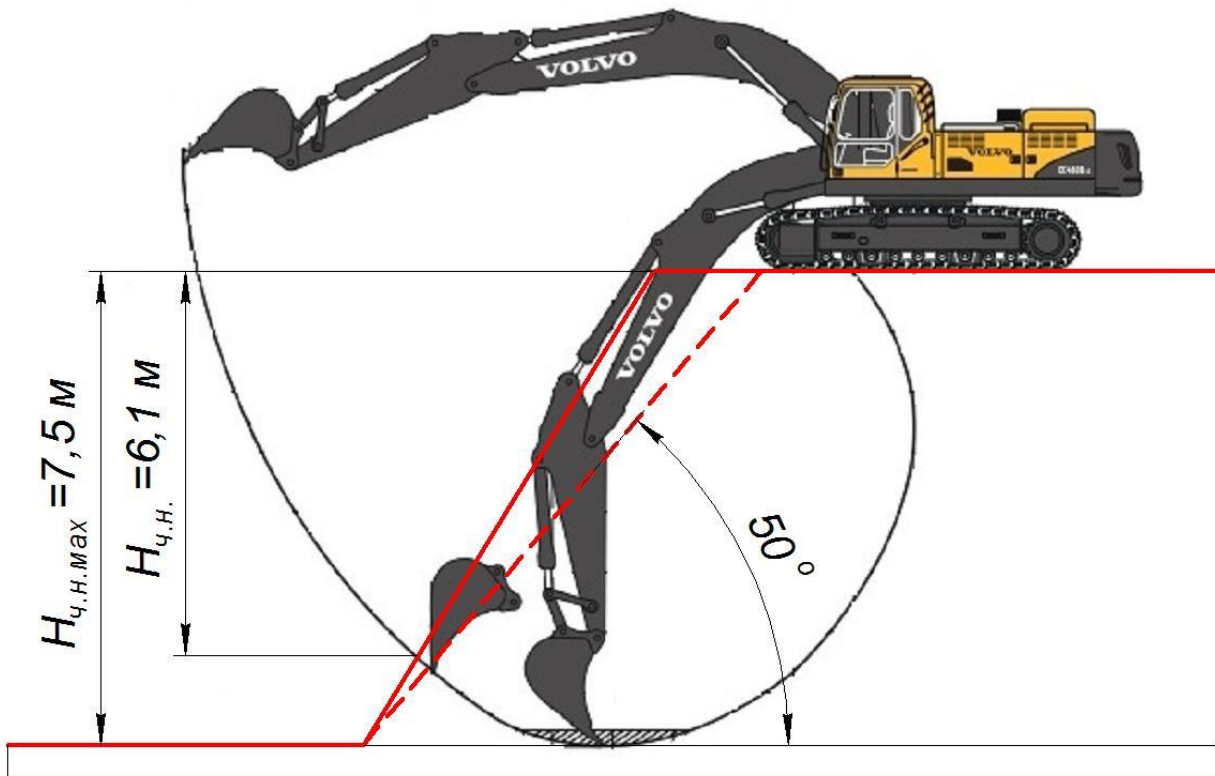


Рис. 3.2. Кінематична схема роботи екскаватору для встановлення максимальної глибини черпання

Як бачимо з кінематичної схеми роботи екскаватору в умовах Крюківського родовища гранітів, максимальна можлива глибина черпання становить $H_{ч.н.} = 6,1 м$. Звідси максимальна висота нижнього підступу складе $h_n = 6 м$.

Аналогічно побудовано кінематичну схему для визначення максимальної висоти черпання екскаватору в заданих умовах (рис. 3.3.), враховуючи безпечну відстань розміщення екскаватору z .

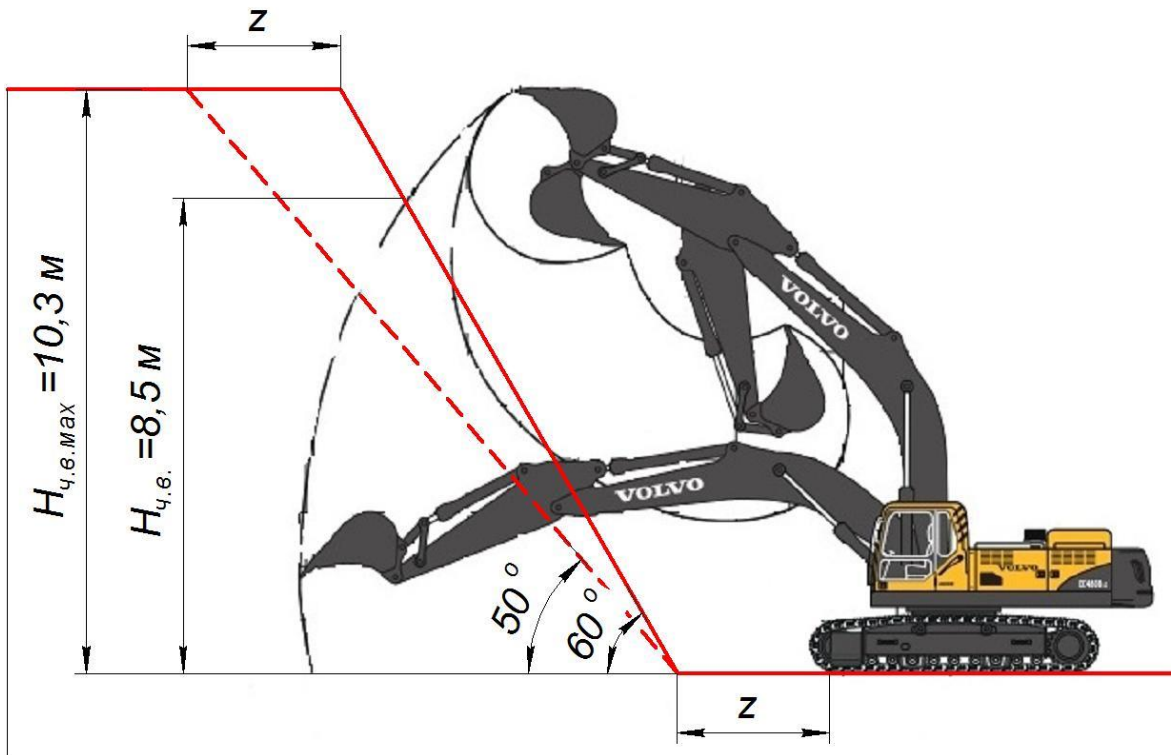


Рис. 3.3. Кінематична схема роботи екскаватору для встановлення максимальної висоти черпання

Аналізуючи схему 3.3. встановлено що для умов Крюківського родовища, максимальна можлива висота черпання екскаватора Volvo EC460 складає $H_{ч.в.} = 8,5$ м. Тому максимальну висоту верхнього підступу приймаємо $h_n = 8,5$ м.

3.2. Встановлення кутів повороту екскаватора

Ефективність нижнього черпання обумовлена не великим кутом повороту екскаватора на розвантаження, ця умова зберігається при тупиковій схемі подачі автосамоскиду. Однак найчастіше розробка нижніх горизонтів гранітних родовищ виконується наскрізними схемами подачі автосамоскидів під завантаження, так як робочий майданчик розташований на дні кар'єру достатньо великий для розворотів.

Технологічна схема роботи гідравлічного екскаватора на підступі обумовлює поступову екскавацію об'єму гірської породи з верхнього та

нижнього підступу з одного положення. В процесі відпрацювання блоку екскаватор переміщується. Об'єм гірничих порід який виймає екскаватор буде різний для нижнього і верхнього підступу і буде змінюватись в залежності від їх висоти. Так як кути повороту на розвантаження при верхньому і нижньому черпанні різні, то і продуктивність екскаватору буде змінюватись. Тому необхідно дослідити кути повороту екскаватору на розвантаження та встановити їх вплив на його продуктивність.

Для дослідження розглянемо схему роботи гідравлічного екскаватора обернена лопата, на підступі з розташуванням його на відстані $0,5A$ від верхньої бровки нижнього підступу (рис. 3.4).

Загальний кут повороту гідравлічного екскаватора складається з двох кутів і визначається за формулою:

$$\varphi_{\text{п}} = \varphi_{\text{ц}} + \varphi_{\text{а}}, \text{ град} \quad (3.1)$$

де $\varphi_{\text{ц}}$ - кут повороту у вибій, град,

$\varphi_{\text{а}}$ - кут повороту до автосамоскиду, град,

В роботі [11] були проведені дослідження кутів повороту екскаватора драглайна при навантаженні автосамоскида, та встановлені формули їх визначення. Враховуючи те що технологічна схема роботи драглайна розглядалась саме з нижнім черпанням, то формулу визначення кута повороту екскаватора можливо застосувати і для гідравлічного екскаватору.

При розглядання тупикової схеми автосамоскид розташовується перед вибоєм в зоні розвантаження екскаватора, тоді кута повороту до автосамоскиду буде входити в кут повороту у вибій.

Враховуюче вище наведене пропонується розглядати середній кут повороту екскаватора як кут від осі екскаватору до середньої точки укусу уступу і визначати його за формулою:

$$\varphi_{\text{п.н.1}} = \arctg \frac{0,5 \cdot A + 0,5 \cdot h_{\text{н}} \cdot \text{ctg} \alpha}{0,5 \cdot h_{\text{н}} \cdot \text{ctg} \alpha_3 + z_1 + B_2}, \text{ град} \quad (3.2)$$

де B_2 – відстань від осі екскаватору до берми безпеки, м. Для Volvo EC460 $B_2 = 2,2$ м.

h_H – висота нижнього підступу, м.

α – кут укосу уступу, град.

Використовуючи методику встановлення кутів повороту виведемо формулу кута повороту у вибій при розробці верхнього підступу. Використовуючи обернену тригонометричну функцію «arctg», з прямокутного трикутника (рис. 3.4) отримаємо катети a і b , і гіпотенузу c , тоді $\varphi_{Ц}$ буде дорівнювати:

$$\varphi_{Ц} = \text{artg} \frac{a}{b}, \text{ град} \quad (3.3)$$

Знаючи основні параметри вибоя виразимо катет a та катет b :

$$a = 0,5 \cdot h_B \cdot \text{ctg} \alpha, \text{ м} \quad (3.4)$$

$$b = 0,5 \cdot h_B \cdot \text{ctg} \alpha_3 + z_1 + B_2, \text{ м} \quad (3.5)$$

Звідси:

$$\varphi_{Ц} = \text{arctg} \frac{0,5 \cdot h_B \cdot \text{ctg} \alpha}{0,5 \cdot h_B \cdot \text{ctg} \alpha_3 + z_1 + B_2}, \text{ град} \quad (3.6)$$

За аналогією встановимо формулу для визначення кута повороту до автосамоскида φ_a , тоді:

$$\varphi_a = 180^\circ - \text{arcsin} \frac{h_H \times \text{ctg} \alpha}{R_p}, \text{ град} \quad (3.7)$$

Виконавши встановлення кутів повороту у вибій та кута до автосамоскида, отримаємо вираз визначення загального кута повороту при розробці верхнього підступу:

$$\varphi_{П.В.1} = \text{arctg} \frac{0,5 \cdot h_B \cdot \text{ctg} \alpha}{0,5 \cdot h_B \cdot \text{ctg} \alpha_3 + z_1 + B_2} + 180^\circ - \text{arcsin} \frac{H_y \times \text{ctg} \alpha}{R_p} \quad (3.8)$$

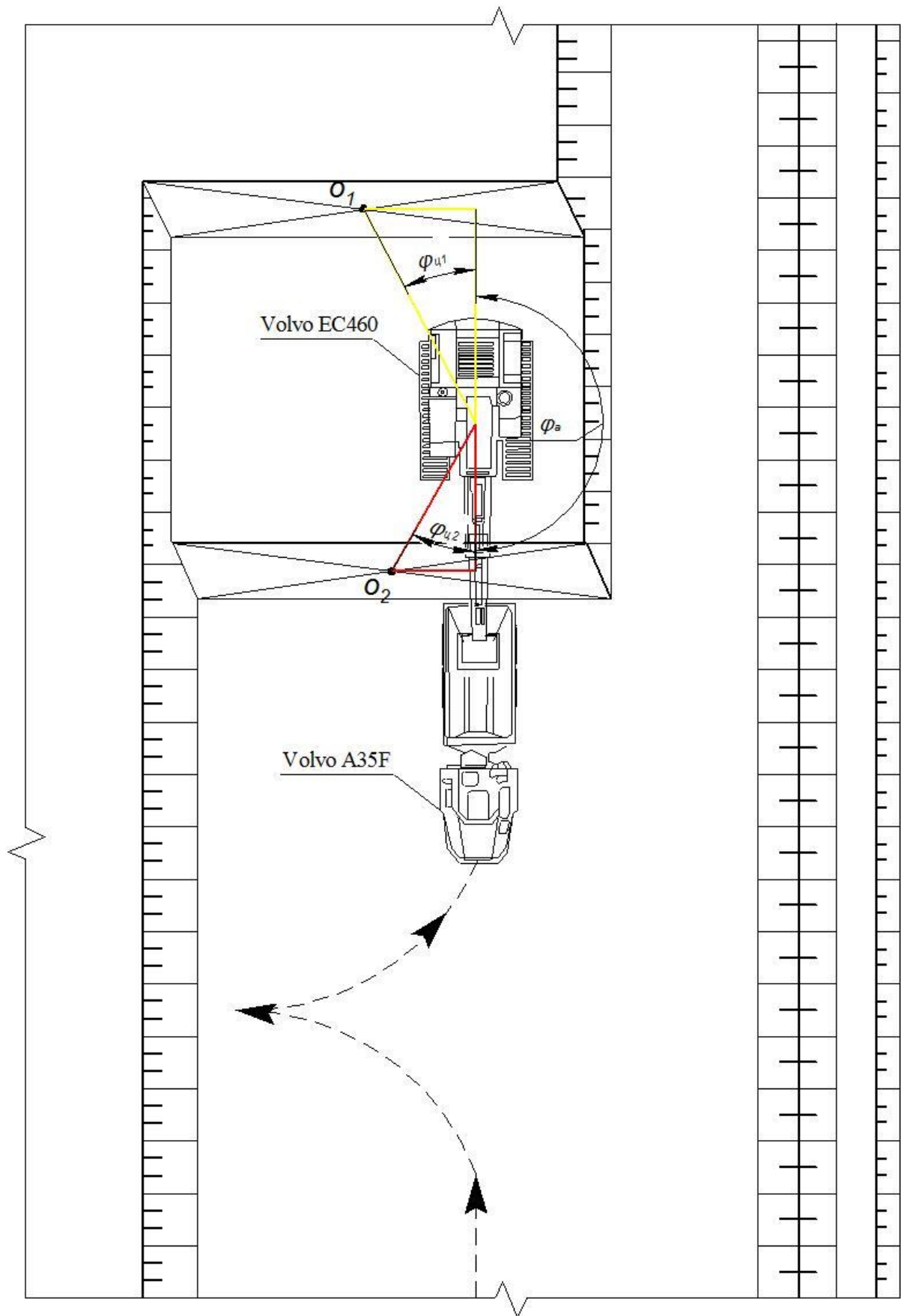


Рис. 3.4. Схема для визначення кутів повороту гідравлічного екскаватору при тупиковій схемі подачі автосамоскида

Отриманий алгоритм визначення кутів повороту екскаватора використовуємо для наскрізній технологічної схеми подачі автосамоскида (рис. 3.5).

Для встановлення кута повороту екскаватора при відпрацюванні нижнього підступу необхідно враховувати, що кут повороту до автосамоскида буде дорівнювати 90° і до нього буде входити кут повороту до центра мас вибоя. Тоді отримаємо формулу визначення кута повороту:

$$\varphi_{п.н.2} = 90^\circ - \arctg \frac{0,5 \cdot h_H \cdot \operatorname{ctg} \alpha}{0,5 \cdot h_H \cdot \operatorname{ctg} \alpha_3 + z_1 + B_2}, \text{ град} \quad (3.9)$$

Кут повороту до центру мас вибоя при розробці верхнього підступу розраховується за формулою (3.6). Кут повороту до автосамоскида при його розміщення з боку вибоя складе 90° , звідси загальний кут повороту можливо визначити за формулою:

$$\varphi_{п.в.2} = \arctg \frac{0,5 \cdot h_B \cdot \operatorname{ctg} \alpha}{0,5 \cdot h_B \cdot \operatorname{ctg} \alpha_3 + z_1 + B_2} + 90^\circ \quad (3.10)$$

Розрахуємо кути повороту для можливих значень висоти нижнього та верхнього підступів.

Результати розрахунків занесемо до таблиці 3.1.

Таблиці 3.1.

Кути повороту екскаватора при відпрацюванні підступів

Висота підступу, м	Кут повороту екскаватора $\varphi_{п}$			
	Тупикова схема		Наскрізна схема	
	Нижній підступ	Верхній підступ	Нижній підступ	Верхній підступ
1	54	158	86	94
2	54	164	83	97
3	54	170	80	100
4	53	175	78	102
5	53	180	76	104
6	53	185	74	106
7	52	190	72	108
8	52	194	70	110
9	52	198	69	111

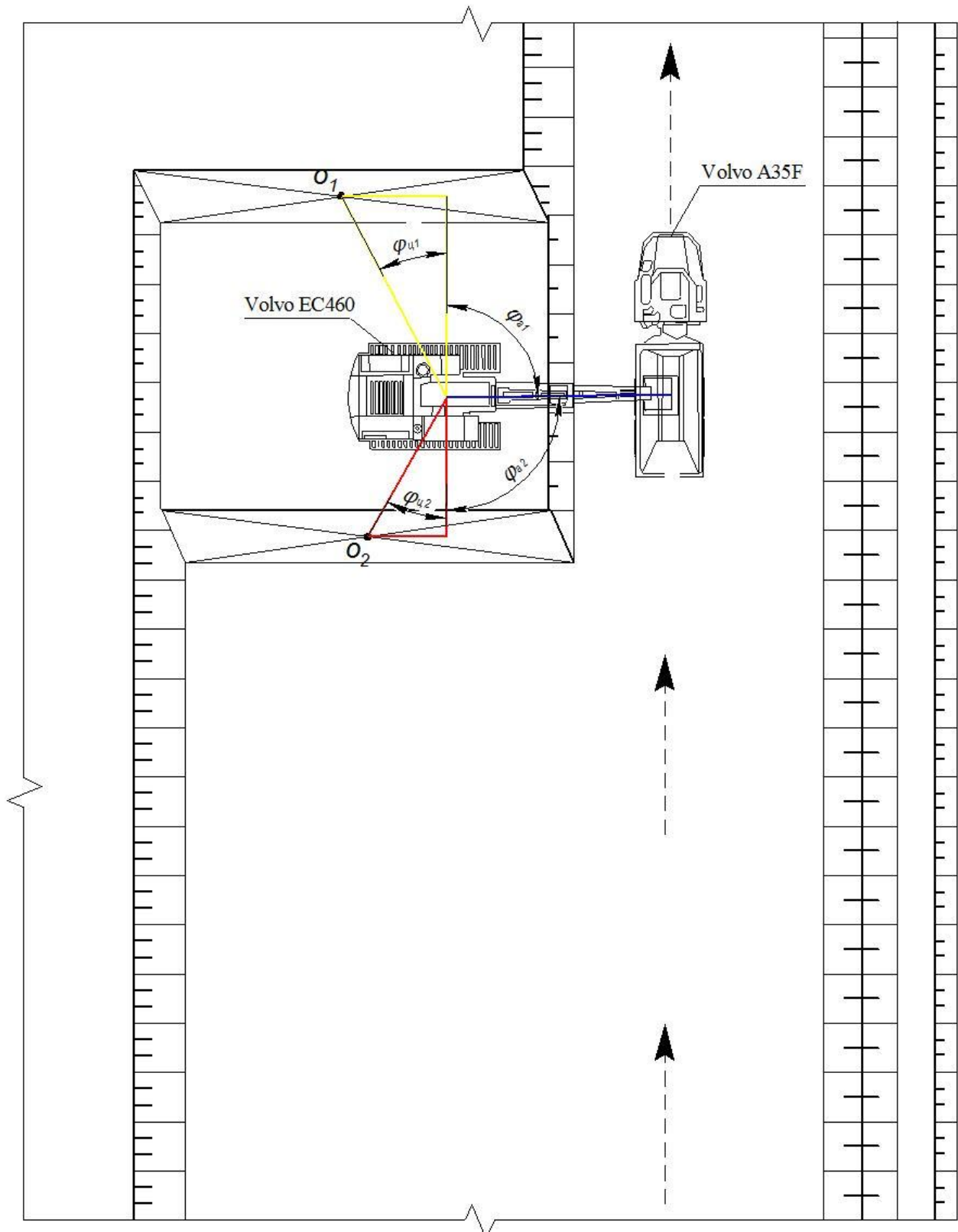


Рис. 3.4. Схема для визначення кутів повороту гідравлічного екскаватору при наскрізній схемі подачі автосамоскида

3.3. Встановлення тривалості циклу роботи екскаватора

Дослідивши роботи гідравлічного екскаватора встановлено, що кут повороту впливає тільки на тривалість повороту. Тривалість інших операцій які входять у тривалість циклу можливо визначити за формулою:

$$t_{\text{сум}} = t_{\text{вр}} + t_{\text{ч}} + t_{\text{р}}, \text{ с} \quad (3.11)$$

де: $t_{\text{вр}}$ — тривалість врізання ківша у вибій, с;

$t_{\text{ч}}$ — тривалість черпання, с;

$t_{\text{р}}$ — тривалість на розвантаження, с.

Виконавши хронометраж при роботі екскаватору розрахуємо тривалість роботи циклу без врахування часу повороту, та отримаємо $t_{\text{сум}} = 10$ с.

Загальна тривалість циклу екскаватора з урахуванням витрат часу на поворот буде складати:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{сум}} + \sum t_{\text{п}}, \text{ с} \quad (3.12)$$

Приймаємо, що тривалість повороту екскаватора у вибій дорівнює тривалість повороту на розвантаження, тоді отримаємо:

$$\sum t_{\text{п}} = 2 \times t_{\text{п}}, \text{ с} \quad (3.13)$$

Для визначення тривалості повороту екскаватора використаємо формулу запропоновану акад. В.В. Ржевським [2]:

$$t_{\text{п}} = \left(0,5 + \frac{2,5}{E}\right) \times \sqrt[3]{\frac{(103 \times E - 300)^{\frac{5}{3}} \times \varphi_{\text{п}}^2}{E}}, \text{ с} \quad (3.14)$$

Розрахуємо тривалість повороту екскаватора Volvo EC460 при розробці нижнього і верхнього підступів для двох технологічних схем під'їзду автосамоскида. Результати розрахунків занесемо в таблицю 3.2.

Кути повороту екскаватора при відпрацюванні підступів

Висота підступу, м	Тривалість повороту екскаватора $t_{п}$, с			
	Тупикова схема		Наскрізна схема	
	Нижній підступ	Верхній підступ	Нижній підступ	Верхній підступ
1	15,11	30,73	20,54	21,69
2	15,02	31,53	20,02	22,18
3	14,94	32,27	19,57	22,61
4	14,87	32,94	19,17	22,98
5	14,80	33,57	18,81	23,30
6	14,74	34,16	18,49	23,59
7	14,69	34,71	18,20	23,84
8	14,63	35,24	17,94	24,07
9	14,59	35,74	17,70	24,27

3.4. Обґрунтування раціональних параметрів роботи екскаватора

Виконавши дослідження тривалості повороту екскаватора при розробці нижнього та верхнього підступів встановлено, що при збільшенні їх висоти тривалість повороту також збільшується. Однак при розробці нижнього і верхнього підступу тривалість повороту є різною. Тому необхідно обґрунтувати ефективну висоту підступів при роботі гідравлічного екскаватора.

Загальна потужність видобувних уступів на Крюківському кар'єрі становить 10 м, тому пропонується встановити спів відношення підступів з сумарною висотою 10 м.

При розробці підступів різної висоти буде змінюватись об'єм гірської породи яку буде виймати екскаватор з одного місця розташування, а отже і час який буде витрачатись на розробку уступу буде різни. Тому пропонується ввести поняття коефіцієнту підступу, який покаже долю об'єму гірничих робіт на розробку підступу.

Враховуючи формули, встановлені для визначення кута повороту гідравлічного екскаватора і формулу тривалості повороту за акад.

В.В. Ржевським, встановимо загальну тривалість повороту для кожного співвідношення підступів.

Виконані розрахунки відобразимо у таблиці 3.3 та побудуємо графік залежності (рис. 3.5).

Таблиця 3.3

Тривалість повороту $\sum t_{\text{п}}$ для кожного співвідношення підступів

Висота нижнього підступу, h_n	Висота верхнього підступу, h_v	Коефіцієнт нижнього підступу, K_1	Коефіцієнт верхнього підступу, K_2	Тупикова схема	Наскрізна схема
				Тривалість повороту, $\sum t_{\text{п}}$, с	Тривалість повороту, $\sum t_{\text{п}}$, с
1	9	0,1	0,9	33,67	23,90
2	8	0,2	0,8	31,19	23,26
3	7	0,3	0,3	28,78	22,56
4	6	0,4	0,4	26,44	21,82
5	5	0,5	0,5	24,19	21,06
6	4	0,6	0,4	22,02	20,28
7	3	0,7	0,3	19,96	19,52
8	2	0,8	0,2	18,01	18,79
9	1	0,9	0,1	16,20	18,10

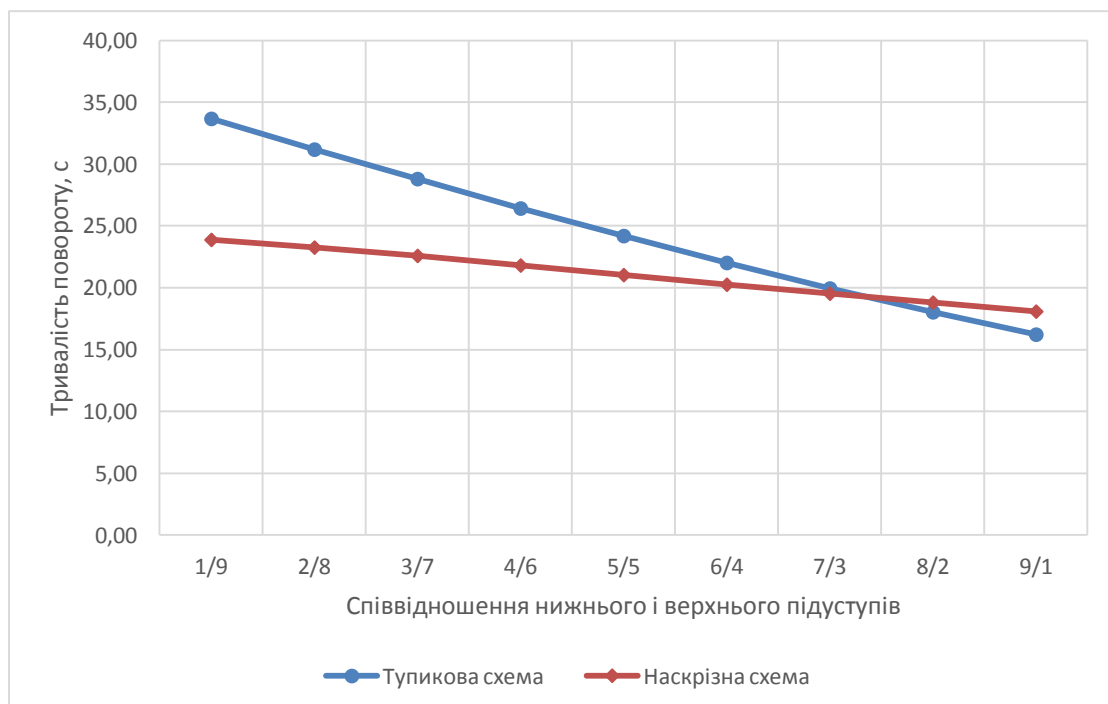


Рис. 3.5. Залежність тривалості повороту t_n від співвідношення висоти нижнього та верхнього підступів

Як бачимо з даних наведених на графіку 3.5, при збільшенні висоти нижнього і зменшенні висоти верхнього підступу тривалість повороту зменшується.

Для встановлення ефективної висоти підступів розрахуємо річну теоретичну продуктивність гідравлічного екскаватора при різному співвідношенні підступів, та побудуємо залежність продуктивності від співвідношення висоти підступів.

Данні розрахунку занесемо до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Річна продуктивність екскаватора для кожного співвідношення підступів

Висота нижнього підступу, h_n	Висота верхнього підступу, h_e	Тупикова схема	Наскрізна схема
		Річна продуктивність екскаватора, $Q_{e.рік}$, тис. м ³ /рік	Річна продуктивність екскаватора, $Q_{e.рік}$, тис. м ³ /рік
1	9	631,3	813,4
2	8	669,4	829,0
3	7	711,0	846,8
4	6	756,6	866,5
5	5	806,5	887,9
6	4	861,0	910,5
7	3	920,3	934,1
8	2	984,3	957,9
9	1	1 052,4	981,3

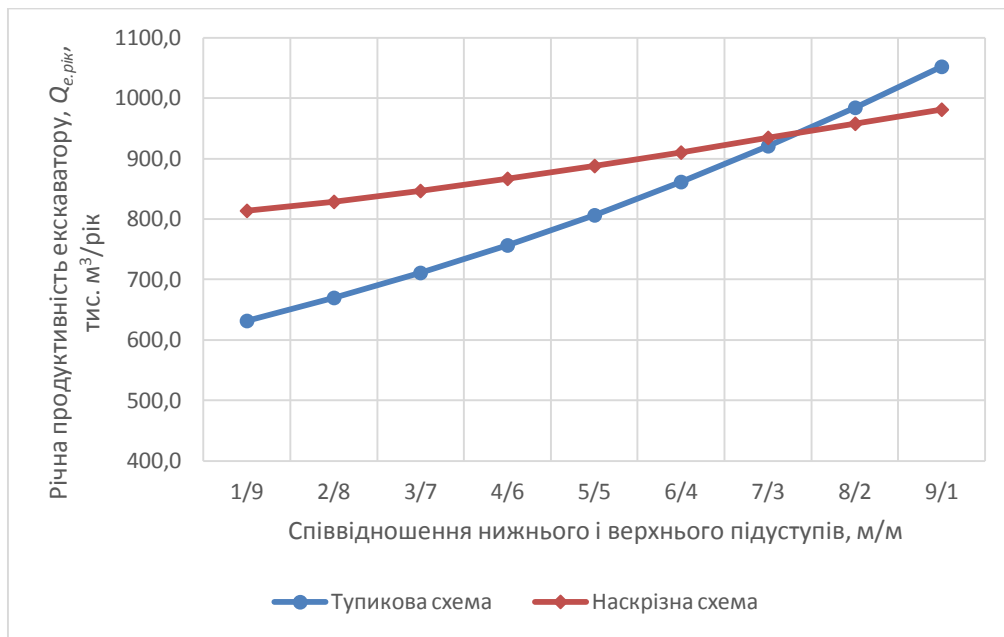


Рис. 3.6. Залежність річної продуктивності екскаватору від співвідношення висоти нижнього та верхнього підступів

Дослідивши данні зображені на графіку, бачимо що максимальна продуктивність гідравлічного екскаватору досягається при максимальній висоті нижнього підступу 9 м і мінімальній верхнього 1 м. Однак враховуючи раніше проведені дослідження, встановлено що в умовах Крюківського родовища гранітів екскаватор Volvo EC460 має максимальну глибину черпання 6 м. Тому ефективним співвідношенням підступів, при якому досягається максимальна продуктивність екскаватору, буде 6/4, тобто нижній уступ буде висотою $h_n = 6$ м а верхній $h_v = 4$ м для тупикової та наскрізної схеми подачі автосамоскиду. Також при встановлених параметрах більш продуктивною є наскрізна схема.

3.5. Економічна оцінка

Для економічної оцінки ефективності проектного рішення був проведений розрахунок експлуатаційних витрат при впровадженні навантажувальних робіт і транспортуванні корисних копалин на дробильно-сортувальні установки. Розрахунок був виконаний для наступних варіантів:

Варіант 1: екскаватор ЕКГ-5 (об'єм ківша 5 м³) і самоскид БелАЗ-7522 (вантажопідйомність 30 тонн).

Варіант 2: екскаватор Volvo EC 460 (ківш об'ємом 3,5 м³) і самоскид Volvo a30f (вантажопідйомністю 30 тонн).

Для обох варіантів Були виконані розрахунки питомих витрат на заробітною плату, амортизацію, паливо та електроенергію. Результати розрахунків занесені до таблиць 3.5- 3.13.

Таблиця 3.14.

Калькуляція питомих витрат на видобуток 1 м³ гірничої породи

Елементи витрат	Витрати на річний об'єм видобутку (280,5 тис. м ³), тис. грн	
	варіант 1	варіант 2
1	2	3
Основна заробітна платня	4104	3078
Додаткова зар. плата (9% від основної)	369	277
Оплата праці разом	4473	3355
Нарахування на заробітну плату (22% від оплати праці)	984	738
Основні та допоміжні матеріали	133	103
Паливо	21771	17417
Амортизація	1796	1915
Електроенергія	9734	0
РАЗОМ	38892	23527
Собівартість 1м³ видобутку, грн.	138,65	83,88

В результаті техніко-економічних розрахунків, які порівнюють використання 2-х видів вантажно-транспортного обладнання, стає ясно, що використання більш нової техніки більш вигідно, оскільки вона відрізняється низьким енергоспоживанням, хорошою економією палива і високою ефективністю використання новітнього обладнання. В результаті проведених розрахунків стає ясно, що вартість вантажно-транспортних операцій при видобутку корисних копалин знизиться на 54,77 грн/м³. Загальна економія за рік складе:

$$П = 54,77 * 280500 = 15,36 \text{ млн грн/рік} \quad (3.15)$$

Основні капіталовкладення при впровадженні запропонованого варіанту складаються з вартості гірничотранспортного обладнання, а саме 5,52 млн. грн вартість екскаватора та 16,744 млн. грн-автосамоскидів.

Знаючи основні капіталовкладення розрахуємо термін окупності проектного рішення:

$$T = \frac{I\text{H}}{\Pi} = \frac{5,52+16,744}{15,36} = 1,5 \text{ року} \quad (3.16)$$

Повна окупність переобладнання кар'єру складу 1,5 року.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі була розглянута можливість удосконалення та встановлення ефективної технологічної схеми видобутку корисної копалини в умовах Крюківського кар'єру. Виконані дослідження дозволили вирішити поставлені задачі у повній мірі. Отримані наступні результати:

1. Виконано аналіз процесів технології видобутку і поточної ситуація із розробки Крюківського родовища гранітів який дозволив встановити, що на кар'єрі застосовується застаріле виймально-навантажувальне та гірничо-транспортне обладнання.

2. Запропоновано переоснащення кар'єру із застосуванням сучасного виймально-навантажувального і транспортного обладнання на видобутку корисної копалини, а саме: заміна виймально-навантажувального обладнання – ЕКГ-5 на високопродуктивний сучасний гідравлічний екскаватор Volvo EC 460 (ківш 3,5 м³), а також транспортні засоби - автосамоскиди БелАЗ-7522 (вантажопідйомністю 30 т) на автосамоскиди Volvo F30 (вантажопідйомністю 30 т).

3. Розрахована продуктивність виймально-навантажувального і транспортного обладнання, яка дозволила встановити їх необхідну кількість для умов Крюківського кар'єру.

4. Виконані дослідження максимальної висоти уступу при нижньому і верхньому черпанні екскаватора Volvo EC 460 в умовах Крюківського родовища гранітів, та встановлено, що максимальна висота уступу при нижньому черпанні складе $h_n=6$ м а при верхньому $h_n=8,5$ м.

5. Досліджені схеми роботи гідравлічного екскаватора з тупиковим і наскрізним під'їздом автосамоскиду під навантаження та встановлені кути повороту екскаватора на розвантаження при різній висоті підступів.

6. Встановлена залежність зміни загального кута повороту екскаватора при різному співвідношенні нижнього та верхнього підступів, яка дозволяє стверджувати, що при збільшенні висоти нижнього і зменшенні висоти верхнього підступу тривалість повороту зменшується.

7. Встановлена залежність річної продуктивності екскаватору від співвідношення висоти підступів дозволяє встановити, що ефективним співвідношенням підступів, при якому досягається максимальна продуктивність екскаватору, буде $6/4$, тобто нижній уступ буде висотою $h_n = 6$ м а верхній $h_e = 4$ м для тупикової та наскрізної схеми подачі автосамоскиду. Також при встановлених параметрах більш продуктивною є наскрізна схема.

8. Розрахована економічна ефективність від переоснащення кар'єру новітнім гірничим обладнанням, та встановлено що питомі витрати на видобуток знизяться на $54,77$ грн/м³, а отже економія складе $15,36$ млн грн. на рік. Термін окупності проектного рішення складе $1,5$ року.