

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
(бакалаври, спеціаліста, магістра)

Студента Вороного Максима Віталійовича
(ПІБ)

академічної групи 184М-21-7 III
(шифр)

спеціальності 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)

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

на тему: «Встановлення впливу насипної густини гірничої маси залізородного кар'єру на продуктивність колісних навантажувачів»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінки за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>Ложніков О.В.</i>			
розділів:				
<i>Технологічний</i>	<i>Ложніков О.В.</i>			
<i>Кар'єрний транспорт</i>	<i>Ширін Л.Н.</i>			
<i>Охорона праці</i>	<i>Симанович Г.А.</i>			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

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

Дніпро

2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Відкритих гірничих робіт
(повна назва)

_____ Собко Б.Ю.
(підпис)

« ____ » _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу**

ступеня магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Вороному Максиму Віталійовичу академічної групи 184М-21-7 III
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 184 Гірництво

спеціалізації _____

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

на тему: «Встановлення впливу насипної густини гірничої маси залізорудного кар'єру на продуктивність колісних навантажувачів»
(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
_____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Ложніков О.В.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Вороний М.В.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 77 с., табл. 19, 2 додатки, 29 посилань.

Мета. Встановити залежність продуктивності фронтального навантажувача від насипної густини гірничої маси при розробці залізорудного родовища.

Методика дослідження. При розробці методики використовувався аналітичний та розрахунковий методи досліджень по визначенню часу відпрацювання гірничої маси різної щільності фронтальним навантажувачем. Відповідні методи розрахунків актуальні для визначення необхідної кількості технічного обладнання та прийнятні для сучасного гірничого виробництва.

Результати дослідження. Розроблено методику встановлення тривалості робочого циклу та продуктивності фронтального навантажувача під час відпрацювання різних типів гірничої маси на залізорудному підприємстві. Встановлено ефективні параметри видобутку гірничої породи в залежності від зміни щільності порід. В процесі дослідження встановлено взаємозв'язок щільності гірничої маси і коефіцієнта наповнення та коефіцієнта розпушення гірничої породи. Визначено вплив цих коефіцієнтів безпосередньо на продуктивність фронтальних навантажувачів.

Наукова новизна. Визначено вплив щільності гірничої маси на тривалість робочого циклу та продуктивність фронтального навантажувача. Розраховано необхідну кількість фронтальних навантажувачів різної потужності в якості виймально-навантажувального обладнання в умовах сучасного залізорудного родовища.

Практичне значення. Визначено ефективне використання фронтальних навантажувачів в умовах «Єристівського» ГЗК.

Ключові слова: *продуктивність виймально-навантажувального обладнання, фронтальний навантажувач, щільність гірничої маси, залізорудне родовище.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	6
1.1 Загальні відомості.....	6
1.2 Загальні відомості про фронтальні одноковшеві навантажувачі	8
1.3 Аналіз нуково-дослідних робіт за темою досліджень	15
2. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	19
2.1 Обґрунтування галузі застосування фронтальних навантажувачів.....	19
2.2 Методика розрахунку залежності продуктивності фронтального навантажувача від щільності гірничої маси	26
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	34
3.1 Обґрунтування вибору фронтального навантажувача САТ 994К в умовах Єристівського ГЗК.....	34
3.2 Аналіз технологічних схем та паспортів роботи навантажувача на Єристівському ГЗК.....	38
3.3 Організація гірничих робіт з виконання прийнятих технологічних рішень.....	46
3.4 Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень.....	47
4. КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ.....	57
4.1 Загальна характеристика та вибір транспортного устаткування	57
4.2 Розрахунки транспортного устаткування.....	58
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	63
5.1 Промислова санітарія.....	63
5.2 Основні правила техніки безпеки	64
5.3 Охорона навколишнього середовища й раціональне природо-використання.....	68
ВИСНОВКИ.....	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72
Додаток А.....	76
Додаток Б	77

ВСТУП

Сучасний стан залізорудних кар'єрів характеризується значною глибиною (близько 300-380 м), яка і надалі буде збільшуватися до проектних позначок. Це призводить до збільшення загального фронту гірничих робіт у кар'єрі, який вже зараз сягає 20-25 км. Щоб забезпечити за гірничими можливостями продуктивність кар'єру на рівні проектної, а це, як правило, більше $30 \cdot 10^6$ т/рік, достатнім буде активний фронт 3,5-5 км. Тому цілком зрозумілою є тенденція на сучасних кар'єрах концентрувати гірничі роботи на їх окремих дільницях. У теорії проектування така практика відома як відпрацювання кар'єрів етапами та чергами. Існуючі в цій теорії критерії та методи планування параметрів робочої зони кар'єру з урахуванням змінних якісних характеристик рудної сировини, взаємозв'язку режиму гірничих робіт з проектною потужністю потребують удосконалення [1].

Відкритий спосіб розробки родовищ корисних копалини є найбільш продуктивним, економічним і безпечним по відношенню до підземного способу. Сучасне потужне гірничо-транспортне устаткування дозволяє вести відкриту розробку на глибинах більше 600 м.

До основних періодів освоєння родовища відносяться: геологорозвідувальні роботи і підрахунок запасів; розробка проектної і робочої документації; підготовка родовища до експлуатації; розкриття родовища і розвиток гірських праць до проектної продуктивності; період експлуатації при заданій продуктивності; реконструкція; період загасання гірських робіт.

Одним з важливих етапів освоєння родовища є його розкриття, тобто виконання комплексу гірських робіт з метою забезпечення вантажо-транспортного зв'язку робочих горизонтів з поверхнею і створення первинного фронту розкривних і добувних робіт. Від правильно вибраного місця заставляння розкривних вироблень, їх конструкції і параметрів залежить ефективність розробки усього родовища.

1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальні відомості

З кожним роком з розвитком світової економіки збільшується використання корисних копалин. Для розкриття та видобутку руди, як правило, необхідно виймати та переміщувати великі кількості розкривних порід. Трудомісткість розробки визначається коефіцієнтом розкриву: співвідношенням між обсягом розкривних порід, що видаляються з кар'єрного поля, до промислових запасів корисної копалини у межах того ж кар'єрного поля. Вартість видобутої корисної копалини значною мірою обумовлюється витратами на розкривні роботи. Процес виробництва розкривних робіт складається з таких операцій: виймання розкривних порід, транспортування їх до відвалів і розміщення у відвалах [2].

Головною метою будь-якої комерційного гірничодобувного підприємства є експлуатація родовища корисних копалин з найменшими можливими витратами з метою максимізації прибутку. Вибір параметрів проектування та планування технологій видобутку корисних копалин та розкривних порід - це складні інженерні рішення, що мають велике економічне значення. Отже, планування родовищ - це, в основному, справа в галузі економіки, обмежена певними геологічними та гірничотехнічними аспектами [3].

На сьогоднішній день видобуток корисних копалин проводиться переважно відкритим способом. Проектні роботи з відпрацювання родовищ виконуються відповідно до нормативних законів та актів з жорсткими вимогами щодо часу їх виконання та вартості виконуваних робіт. При веденні відкритих гірничих робіт з метою досягнення максимальної економічної ефективності їх виробництва, необхідно застосовувати більше досконалу виймально-навантажувальну та транспортну техніку, що має різні

характеристики, типорозміри. Правильний вибір гірничої техніки безпосередньо визначає собівартість продукції.

Основними технологічними процесами на відкритих гірських роботах є: підготовка гірських порід до виїмки, виймально-навантажувальні, транспортування кар'єрних вантажів та їх складування чи відвалоутворення.

Виймально-навантажувальні роботи є другим після підготовки гірських порід до виїмки виробничим процесом відкритих гірничих робіт. При транспортній технології виїмка породи проводиться з одночасним її навантаженням у транспортні засоби, за допомогою яких порода транспортується до місця розвантаження.

Питома вага витрат на виймально-навантажувальні роботи загальні сумарні витрати на одиницю обсягу гірничої маси при транспортній технології в залежності від властивостей порід становить від 15 до 40%. При безтранспортній технології з перевалкою породи у вироблений простір ці витрати становлять 50-70%, а при розробці щодо слабких порід, виїмка і перевалка яких проводиться без застосування буро-вибухових робіт, вони наближаються до 100%.

До основних видів застосовуваних на кар'єрах виймальних машин відносяться:

- одноковшеві та багатоковшеві екскаватори;
- одноковшеві навантажувачі;
- машини для невибухової виїмки, напівскельних та скельних порід;
- скрепери;
- бульдозери.

За своїм призначенням усі виймальні машини поділяються на виймально-навантажувальні та виймально-транспортуючі. Виймально-навантажувальні машини здійснюють виїмку породи з завантаженням у транспортні засоби (автосамоскиди, думпкари та інші), а виймально-транспортуючі призначені не тільки для виїмки породи, але і для її переміщення до місця розвантаження на відстань від кількох десятків метрів

до 2-3 км. До виймально-навантажувального устаткування відносяться всі екскаватори та фрезерні комбайни, а одноковшеві навантажувачі, скрепери та бульдозери належать до класу машин виймально-транспортуючого типу. Навантажувачі можуть також виконувати функцію виймально-навантажувальних машин, якщо є можливість подання транспортних засобів безпосередньо до місця роботи навантажувача.

За принципом дії виймкові машини поділяють на машини циклічної та безперервної дії. До першої групи відносяться одноковшеві екскаватори, навантажувачі, скрепери та бульдозери, а до другої — багатоковшеві екскаватори та фрезерні комбайни. Робочий цикл машин циклічної дії складається з декількох послідовно виконуваних елементів (процесів). У одноковшевих екскаваторів це процеси черпання породи (наповнення ковша), поворот ковша до місця розвантаження, розвантаження та зворотній поворот ковша до забою. При цьому сама виймка породи відбувається лише у процесі черпання, тривалість якого становить лише 20-30% часу циклу. Всі інші процеси, займаючи в загальній складності основну частину часу, не пов'язані безпосередньо з виймкою породи. Тому можливості збільшення продуктивності цих машин дуже обмежені [4].

1.2 Загальні відомості про фронтальні одноковшеві навантажувачі

Одноковшеві фронтальні навантажувачі відносяться до класу виймальних-транспортуючих машин. Вони використовуються при розробці різних за властивостями порід - від м'яких і сипучих до міцних напівскельних і скельних порід при хорошій якості їх вибухового дроблення.

Одноковшеві навантажувачі розрізняються між собою за типом ходового пристрою - на пневмоколісному або гусеничному ході; за способом розвантаження ковша - з передньою, бічною або заднім розвантаженням («через себе»); за типом приводу - дизельний, дизель-електричний,

карбюраторний; по потужності і іншим характеристикам. З усього різноманіття моделей навантажувачів на сучасних кар'єрах майже виняткове застосування отримали потужні машини на пневмоколісному ході з передньої, так званої «фронтальної» системи розвантаження, що і відображено в їх назві.

Ці навантажувачі представляють собою самохідні машини з дизельним приводом, що володіють високою маневреністю. Завдяки високій швидкості пересування, що досягає 30-40 км/год, навантажувачі легко переміщуються по уступу або з уступу на уступ і тому здатні обслуговувати одночасно кілька забоїв. Висока швидкість руху дозволяє ефективно використовувати навантажувачі для транспортування породи, яка знаходиться в ковші від забою до місця розвантаження (дробильно-перевантажувальний пункт, рудоспуск та ін.) на відстань до 500 - 700 м, виконуючи таким чином функцію виймальних-транспортуючих машини. Однак частіше навантажувачі, аналогічно однокішневим екскаваторів, використовуються в якості виймальних-навантажувальних машин і працюють в цьому випадку, як правило, в комплексі з автомобільним транспортом. При такому варіанті використання потужних сучасних навантажувачів успішно конкурують з кар'єрними екскаваторами [4].



Рис. 1.1 Фронтальний навантажувач під час відпрацювання вибою

На невеликих кар'єрах навантажувачі застосовуються в якості основного виймальних-навантажувального обладнання в комплексі з автосамоскидами. При невеликій дальності перевезення порід вони успішно працюють як виймально-транспортуючі машини, замінюючи собою екскаватори і автосамоскиди. Досить ефективно використання навантажувачів в комплексі з механічними розпушувачами і бульдозерами, коли бульдозери формують штабелі з розпушеної породи, а навантажувачі здійснюють її навантаження в транспортні засоби.

На великих кар'єрах навантажувачі працюють зазвичай в поєднанні з потужними екскаваторами, зокрема, при селективної розробці складних вибоїв, представлених різносортними рудами, при виймальних-навантажувальних роботах в умовах обмеженого простору, де ускладнена робота екскаваторів, для роботи на перевантажувальних пунктах, складах та ін. При використанні комбінованого транспорту навантажувачі успішно справляються з доставкою гірської маси від вибоїв до внутрішньокар'єрним дробильно-перевантажувальних пунктах, рудоспускам, до перевантажувальних пристроїв скіпових підіймачах.

Навантажувачі можуть також провести зачистку майданчика уступу і під'їзної автомобільної дороги від шматків породи (в тому числі негабаритних), що заважають роботі обладнання. Замість ковша на навантажувачі може навішуватися змінне робоче устаткування, наприклад бульдозерний відвал.

Таким чином навантажувачі відрізняються своєю універсальністю. Вони здатні працювати в різних за потужністю кар'єрах, виконуючи функції виймально-навантажувального або виймально-транспортуючого обладнання, вести розробку складних вибоїв при обмежених розмірах робочих майданчиків, виконувати ряд допоміжних робіт. При однаковій місткості ковша маса навантажувачів в 5-8 разів менше, ніж у кар'єрних екскаваторів, а при більш простій конструкції вони ще й в кілька разів дешевше екскаваторів. Все це сприяє все більшому поширенню навантажувачів на кар'єрах. З урахуванням мобільності і автономності приводу їх застосування особливо ефективно в період освоєння родовищ, і на кар'єрах з обмеженим терміном служби [4].

Колісний навантажувач використовується для навантаження всіх пухких та насипних вантажів, а також для розпушування та навантаження порід легко, середньо або важко рихлих, залежить головним чином, від використовуваної машини, тобто від її робочої ваги, кінематики навантажувального обладнання, розмірів ковша, зусилля відриву. Деякі з цих характеристик, важливі для розрахунку продуктивності та безпеки під час робіт, докладніше розглянуті нижче:

- Зусилля відриву

Зусилля відриву є максимальною силою, що діє по вертикалі в точці, розташованій ззаду від самої передньої ріжучої кромки ножа ковша з відривом 102 мм. Це зусилля розвивається циліндром при підйомі стріли та/або перекидання ковша навколо шарнірних кріпильних пальців, що використовуються при цьому як осі повороту.

- Статичне перекидне навантаження

Статичне перекидне навантаження є значенням сили, що діє в центрі тяжкості корисного вантажу в ковші, за якої задні колеса колісного навантажувача починають відриватися від ґрунту.

При розрахунку статичного перекидного навантаження застосовуються такі умови:

- Навантажувач стоїть на міцній, горизонтальній основі.
- Вантаж при підйомі знаходиться в крайньому передньому положенні.
- Шарнірно-зчленований навантажувач знаходиться в положенні максимального повороту вліво чи вправо.

Завдяки універсальності, високій мобільності та маневреності, здатності виконувати вантажні та допоміжні роботи, можливості проводити зачистку робочих майданчиків, одноковшеві фронтальні навантажувачі можуть ефективно застосовуватися в комплексі з іншими видами виймального устаткування [5].

Робоче обладнання навантажувачів (рис. 1.2) включає ківш, стрілу і гідрофіковану систему управління, яка включає системи повороту (перекидання) ковша щодо стріли, підймання та опускання стріли і розвороту передньої рами навантажувача (разом з передньою парою коліс) щодо його поздовжньої осі, за рахунок чого навантажувач здійснює розвороти в процесі виймальних-навантажувальних робіт і при русі.

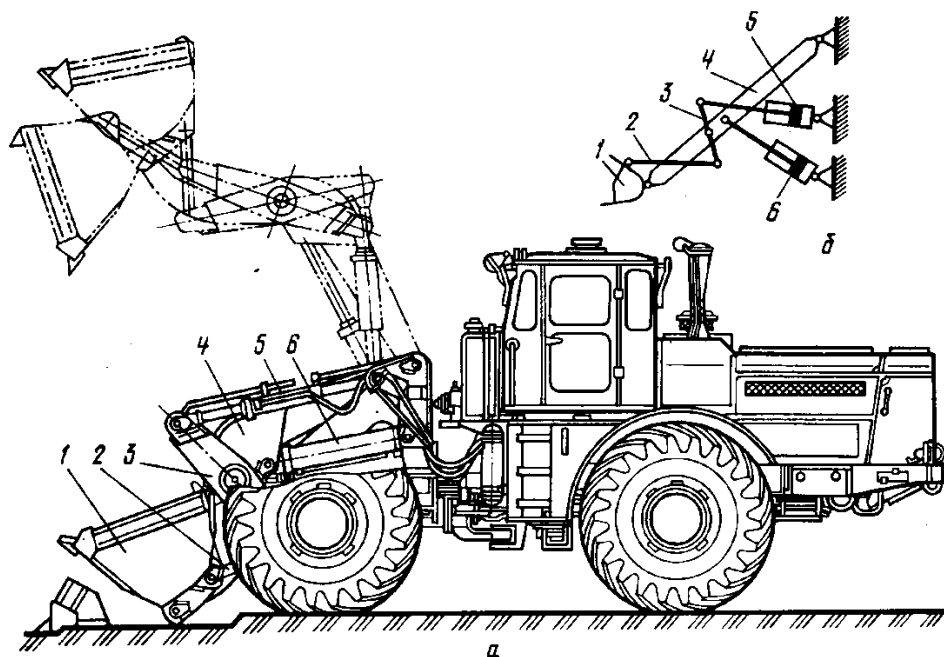


Рис. 1.2 Одноковшевий фронтальний навантажувач (а) та схема його важільно-гідравлічної системи управління (б):

1 - ківш; 2,3 - важільні механізми; 4 - стріла; 5,6 - гідроциліндри.

Ківш навантажувача має совкову форму. В процесі черпання стріла з ковшем опускається вниз так, щоб ріжуча кромка ковша перебувала на рівні підшви забою. Впровадження ковша в породу і його заповнення відбувається в результаті руху (наїзду) навантажувача на забій на зниженій передачі.

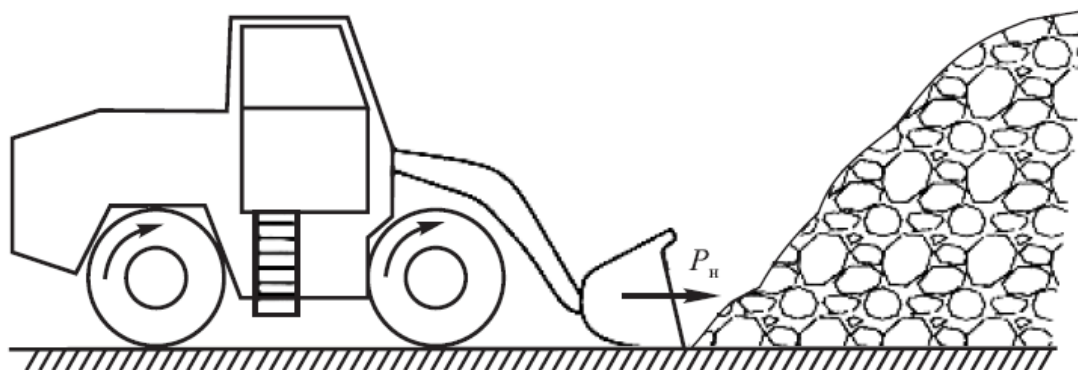


Рис. 1.3 Схема процесу виїмки гірничої маси фронтальним навантажувачем

Навантажувачі не мають напірного механізму. Напірне зусилля черпання (зусилля впровадження) вони створюють за рахунок сил зчеплення між обертовими колесами навантажувача і поверхнею робочого майданчика (рис. 1.3). Величина цього зусилля становить:

$$P_H \leq P_T = \Psi G_{\text{сц}} g, \text{ кН}$$

де P_H – максимальне тягове зусилля, кН;

$G_{\text{сц}}$ – маса фронтального навантажувача, т;

Ψ – коефіцієнт зчеплення між колесами та породою ($\Psi = 0,2 \div 0,9$);

g – прискорення вільного падіння.

Коефіцієнт зчеплення залежить перш за все від виду породи, по якій переміщується навантажувач (сипучі, м'які, тверді), або типу дорожнього покриття та від внутрішнього тиску в шинах коліс. Для збільшення зчеплення і терміну служби дорогих шин на колеса навантажувача надягають ланцюга з міцної сталі, які збільшуючи зчеплення, практично виключають зіткнення гуми з ґрунтом. Термін служби шин збільшується при цьому в 2-3 рази.

Після заповнення ковша породою навантажувач припиняє свій рух вперед, ківш з допомогою гідроциліндрів повертають щодо стріли «на себе», а потім разом зі стрілою піднімають його в транспортне положення на висоту 0,3-0,4 м над поверхнею майданчика уступу [4].

Основними недоліками, що обмежують широке застосування фронтальних навантажувачів на кар'єрах, є невеликі параметри робочого обладнання, що обмежують висоту розроблюваних уступів та низьке зчеплення з робочою поверхнею. Зміна властивостей ґрунту (зволоження, зледеніння, розморожування) також погіршує значення зчеплення. Одноковшеві фронтальні навантажувачі мають недостатнім зусиллям відриву по всій висоті вибою. Основне зусилля відриву спостерігається у нижній частині вибою, що обумовлено особливістю схеми копання.

1.3 Аналіз науково-дослідних робіт за темою досліджень

Оцінка розміру вихідної гірничої маси має вирішальне значення для ефективності гірничо-добувної роботи, тобто темпу виїмки, завантаження, транспортування та дроблення. Тому необхідно приділяти велику увагу до буро-вибухових робіт, які в свою чергу мають вплив на кількість інвентарного парку, що виконує процеси навантаження та транспортування для досягнення максимально можливої продуктивності.

Насправді, дроблення гірничих порід — явище широкіє і включає багато параметрів, відповідальних за кінцевий результат. Буро-вибухові роботи мають велику кількість проблем і невирішених питань, що мають вплив на всі інші технологічні процеси та продуктивність всього гірничого підприємства. Ключова мета виробництва вибухових робіт полягає в досягненні оптимізації процесу фрагментації породи. Важливу роль відіграє ступінь фрагментації для досягнення мінімізації загальних витрат виробництва включаючи вартість навантаження, транспортування та дроблення [6]. В роботі [7] відображена нова модель для прогнозування фрагментації гірських порід під час буро-вибухових робіт, яка базувалася на основних поняттях гірничої інженерної системи (RES). Це дає можливість зробити висновок, що система RES працює краще, ніж інші моделі.

Фрагментація породи означає процес зменшення розміру великих гірничих масивів до розмірів, придатних для виймання в процесі буро-підривних робіт. Авторами роботи [8] зазначено, що коли порода підривається, результуючий розмір уламків істотно впливає на всі подальші процеси, особливо навантаження і транспортування.

У роботі [9] Процес фрагментації має два основних впливи на продуктивність гірничих робіт: виймання (час копання) і корисне навантаження ковша (коефіцієнт пустоти і коефіцієнт заповнення). «Якщо дроблення породи не контролювати, то воно може збільшити собівартість виробництва та затримку процесу розробки кар'єрів через зайве вторинне

підривання або дроблення. Тому проект буро-підривних робіт повинен враховувати висновки в оцінці фрагментації породи для зниження вартості видобутку і скорочення часу роботи» [10]. Автор роботи також заявляє, що результат вибуху впливає не тільки на розмір вихідного матеріалу, а й на продуктивність виймально-навантажувального обладнання.

Протягом багатьох років було проведено значні дослідження щодо впливу технології вибуху на кінцевий результат. Недостатню увагу приділяють до процесу фрагментації гірничої маси, яка в свою чергу має вплив на продуктивність виймальної та транспортуючої техніки. Тобто існує значна кореляція між середнім розміром гірничої маси і продуктивністю виймально-навантажувальної і транспортної операцій.

На процес фрагментації впливає багато факторів, що сприяють його результату. А саме такі параметри: інтервал і відстань навантаження, діаметр свердловин, питомий заряд, вид вибухової речовини, ефект часу затримки, структури вибуху та неоднорідність гірничого вибою [11]. Ця операція має бути ефективно адаптована і корельована для отримання відповідного результату (однорідності гірничої маси).

За останні двадцять років знання в буро-вибуховій технології значно удосконалились та дали можливість поліпшити вирішальні значення для розробки успішних методів швидкого видобутку корисних копалин різного виду [12]. Фрагментація надзвичайно впливає на вдосконалення видобувних робіт: навантаження, транспортування, що в значній мірі сприяє збільшенню ефективності, зменшенню собівартості та економії енергії для подальших операцій обробки.

Автор роботи [13] проводив дослідження продуктивності навантажувача у вапняку та на кар'єрах з видобутку пісків. Під час дослідження виявлена залежність робочого циклу виймального обладнання безпосередньо від середнього розміру кусків гірничої маси.

У роботі [14] досліджено вплив порохового фактора на продуктивність драглайна, було відмічено, що при збільшенні кількості вибухової речовини

підвищується якість фрагментації. Отже, було помічено, що збільшення порошкового коефіцієнта перевищує оптимальну область та призводить до значного зменшення коефіцієнта наповнення ковша. У роботі [15] представлено тематичне дослідження для кількісної оцінки ефекту кускуватості на продуктивність гірничого підприємства. Це дослідження зосереджено в основному на транспортних операціях. Було зроблено висновок, що менша фрагментація збільшила продуктивність кар'єру впливаючи на тоннаж індивідуального циклу ковшів і тягачів.

Автори роботи [11] вивчали вплив фрагментації на ефективність навантажувача і зосередив увагу на розподілі розмірів вибухових матеріалів та кількісного визначення його впливу на продуктивність навантажувача. Отже, вони зробили висновок, що гірнича маса в ковші зменшується зі збільшенням середнього розміру кусків породи та зменшується сила впровадження ковша. Таким чином ківш має можливість збільшити об'єм набраного матеріалу.

Автори роботи [16] вивчали вплив розміру частинок підірваної породи на продуктивність завантаження екскаватора. Дослідження проекту спочатку полягали у відвідуванні кар'єру та аналізу запису зображень відеокамери з типового інтерфейсу навантажувача, кабельного і гідравлічних екскаваторів. Результати свідчать про те, що вирішальний вплив на продуктивність виймально-навантажувального устаткування (тривалість циклу завантаження та максимальна ефективність) мають розмірні особливості видобутих матеріалів. У роботі [17] під час проведення дослідження на навантажувальне обладнання спостерігається досить хороша лінійна кореляція між 50%, 80% і 90% прохідного розміру матеріалу та коефіцієнта наповнення ковша.

В роботі [18] досліджено час робочого циклу виймання, щоб отримати дані про вплив вибухової енергії на продуктивність навантажувального обладнання. Було помічено, що вибухова енергія це не єдиний фактор, що впливає на фрагментацію. Структура гірничої маси також має суттєвий вплив відносно напрямку вибуху.

SPLIT — це програмне забезпечення для аналізу зображень, розроблене компанією Університет Арізони, щоб з'ясувати розподіл породи за розміром фрагментів [19]. Аналіз фотографій або аналіз цифрових зображень технології (DIAT) у гірничих роботах може забезпечити автоматизована система. Вона попереджає підприємство про існування проблем з матеріалами, що призводить до економії та зменшення затрат, спричинених надгабаритними матеріалами. Це також може допомогти визначити ефективність буро-вибухових робіт [20].

Висновок. Аналіз літературних джерел наукових дослідницьких робіт дає можливість вивчити вплив типу виймальної гірничої маси на продуктивність виймально-навантажувальної техніки. Так як ці дослідження були проведені з урахуванням впливу якості буро-вибухових робіт, то основним фактором ефективності видобутку являється безпосередньо щільність гірничої маси.

2. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обґрунтування галузі застосування фронтальних навантажувачів

Найбільшого поширення на кар'єрах України і зарубіжних країн в останні десятиліття отримали одноковшеві з дизельним двигуном колісні навантажувачі, що відрізняються від гусеничних більш високою маневреністю. Технологічні параметри колісних навантажувачів включають їх вантажопідйомність, місткість ковша, зусилля черпання, масу і швидкість руху, від якої в основному залежить тривалість робочого циклу навантажувача при транспортуванні гірської маси від вибою до місця розвантаження. До робочих параметрів навантажувачів можна віднести ширину ковша, яка визначає ширину захвату при черпанні породи, а значить і ширину заходки, висоту розвантаження і радіус повороту.

На відміну від всіх інших виїмкових машин головним параметром навантажувачів є номінальна вантажопідйомність, яка визначає місткість ковша і масу знаходиться в ньому породи. Можливість використання навантажувача в комплексі з автосамоскидом тієї чи іншої вантажопідйомності визначається висотою розвантаження навантажувача і висотою кузова автосамоскида, а також співвідношенням місткості ковша і кузова.

Зі збільшенням вантажопідйомності і місткості ковша навантажувачі практично не втрачають свою маневреність і мобільність. Цьому сприяє конструкція шарнірно-зчленованою рами навантажувача з гідравлічним розворотом (рис. 2.1) передньої напіврами і привід всіх коліс від вбудованих в них електродвигунів (мотор - колеса), які отримують живлення від генератора з дизельним приводом. При шарнірно-зчленованій рамі передня напіврама разом з передніми колесами може повертатися на кут до 35-45°, що значно зменшує радіус повороту і полегшує маневрування навантажувача

в забої і на місці розвантаження. Змінні ковші різної місткості дозволяють забезпечувати високу ефективність роботи навантажувача при виїмці різних за складністю екскавації порід.

Вибір моделі і параметрів одноківшових навантажувачів для конкретних гірничо-технічних умов визначається перш за все властивостями гірських порід, планованим обсягом і технологією гірничих робіт в кар'єрі. При виїмці навантажувачем напівскельних і скельних порід необхідна більш висока інтенсивність їх вибухового дроблення, ніж для механічних лопат, оскільки зусилля черпання у навантажувачів у багато разів менше, ніж у екскаваторів [4].

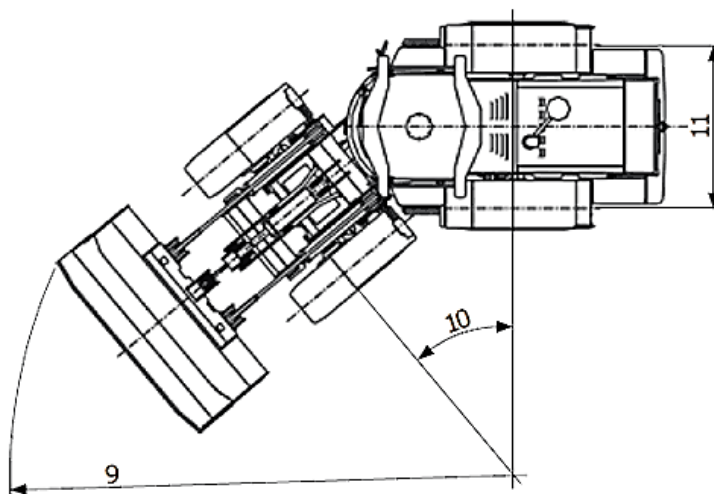


Рис. 2.1 Конструкція шарнірно-зчленованою рами навантажувача з гідравлічним розворотом

За допомогою навантажувачів здійснюють виїмку як м'яких, сипучих порід безпосередньо з масиву, так і попередньо зруйнованих порід з розвалу або штабеля. При цьому підготовка щільних і напівскельних порід з відносно невеликою міцністю здійснюється механічним способом (бульдозерними розпушувачами). Після розпушування зруйнована порода збирається бульдозером в штабель, з якого навантажувач відвантажує її в засоби транспорту. При розробці міцних напівскельних і скельних порід, підготовка

яких проводиться вибуховим способом, виїмка підірваної породи відбувається з розвалу.

Процес завантаження ковша навантажувача при виїмці м'яких порід здійснюється способом пошаровим виїмки тонких горизонтальних або похилих шарів, при якому заповнення ковша відбувається в результаті безперервного руху навантажувача вперед на нижчій передачі (рис. 2.2, а). При виїмці порід з більш високим показником труднощі екскавації ківш, розташований на рівні підшви вибою, за рахунок напірного зусилля навантажувача спочатку впроваджується в породу на невелику глибину. Потім його поступово повертають «на себе» при одночасному підйомі стріли і триваючому русі навантажувача вперед, на забій (рис. 2.2, б). У ще більш важких по екскавації порід застосовують спосіб виїмки, аналогічний екскаваторного, коли заповнення ковша відбувається в результаті підйому ковша із стрілою при одночасному поступальному русі навантажувача (рис. 2.2, в).

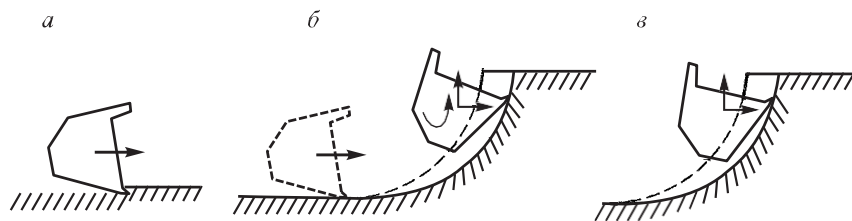


Рис. 2.2 Схеми виїмки різних за властивостями порід одноковшевим навантажувачем (стрілками вказані напрямки руху ковша)

Технологічна схема роботи навантажувачів вибирається відповідно до прийнятої на кар'єрі технологією гірничих робіт (рис. 2.3). При використанні навантажувачів в якості виймальних-навантажувальних машин вони працюють з навантаженням в автосамоскиди, але можуть вести навантаження також і в думпкари (рис. 2.3, а, б). Як виймальних-транспортують машин навантажувачі виробляють виїмку і доставку гірничої

маси до дробильним пунктами, рудоспускам, складів та інших місць розвантаження.

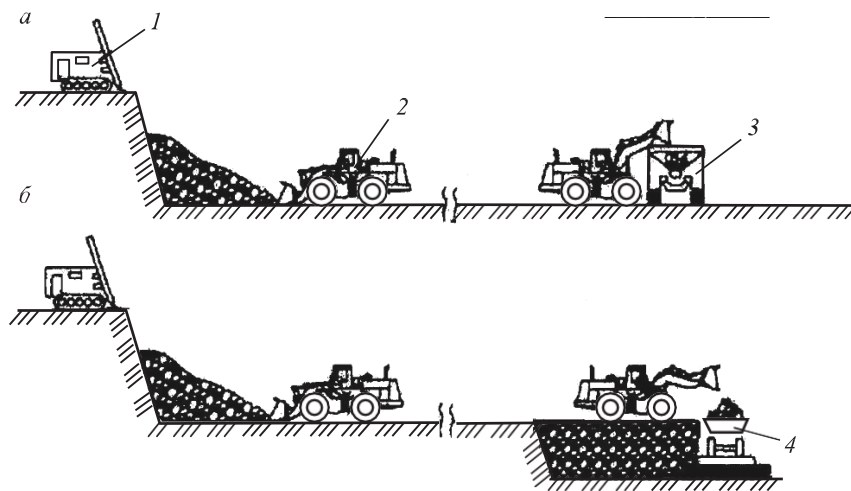


Рис. 2.3 Основні технологічні схеми роботи навантажувачів:

1 - буровий верстат; 2 - навантажувач; 3 - автосамоскид; 4 – думпкар;

На «Єристівському» ГЗК використовують ці дві технологічні схеми (рис. 2.3, а,б) з навантаженням в технологічний автотранспорт та на перевантажувальних пунктів з використанням залізничного транспорту, навантаження в думпкари на рівні установки фронтального навантажувача.

Виймка породи навантажувачами проводиться торцевим або фронтальним забоєм, а також забоєм-майданчиком. При роботі в комплексі з автосамоскидами використовують в основному дві схеми маневрування навантажувач і автосамоскид - з розворотом навантажувача при його підїзді до автосамоскидів і з човниковим рухом навантажувача і автосамоскида. Перша схема (рис. 2.3, а) застосовується при виїмці породи торцевих забоєм при достатній ширині заходки, що забезпечує можливість розвороту навантажувача. Автосамоскид при цьому встановлюють збоку від навантажувача, в безпосередній близькості від забою під кутом 10-20° до лінії укосу уступу, чим забезпечується мінімальна відстань переміщення навантажувача. Після заповнення ковша породою навантажувач заднім

ходом від'їжджає від забою зазвичай на відстань 5-7 м, достатня для його розвороту, а потім переднім ходом з розворотом на 30-45° під'їжджає до автосамоскидів і розвантажує ківш. Таким же шляхом він повертається до забою. При такій короткій відстані переміщення, забезпечується мінімальна тривалість робочого циклу навантажувача, а, отже, максимальна його продуктивність. При фронтальному забої схема маневрів навантажувача аналогічна (рис. 2.4, б).

При човниковій схемі, яка застосовується в більш вузьких західках, автосамоскид встановлюють позаду навантажувача, за межами західки перпендикулярно лінії укосу уступу і напрямку переміщення навантажувача (рис. 2.4, в). Навантажувач, після заповнення ковша породою, заднім ходом від'їжджає від забою на відстань до 8-10 м і зупиняється, а автосамоскид також заднім ходом подається ближче до укосу уступу. Навантажувач під'їжджає до нього і розвантажує ківш, після чого автосамоскид пересувається знову на своє місце, а навантажувач повертається до забою. І такі пересування навантажувача і автосамоскида відбуваються стільки раз, скільки ковшів треба розвантажити, щоб заповнити кузов автосамоскида. Тривалість циклу навантажувача при цій схемі збільшується в порівнянні з попередньою. Крім того, в цьому випадку слід мати чітку злагожденість в діях машиніста навантажувача і водія автосамоскида.

Всі інші схеми роботи навантажувачів в комплексі з автосамоскидами є варіантами двох основних описаних вище схем. Навантаження породи в засоби залізничного транспорту мало ефективна, оскільки при цьому, по-перше, значно зростають відстані переміщення породи навантажувачем, а, по-друге, потрібно спорудження спеціальних пунктів вантаження.

Використання навантажувачів в якості виймально-транспортуючих машин найдоцільніше на кар'єрах, де застосовується комбінований транспорт, що включає два і більше видів транспорту в єдиний транспортний ланцюг. Навантажувачі в цьому випадку обслуговують забійну зону, замінюючи собою екскаватори і автосамоскиди.

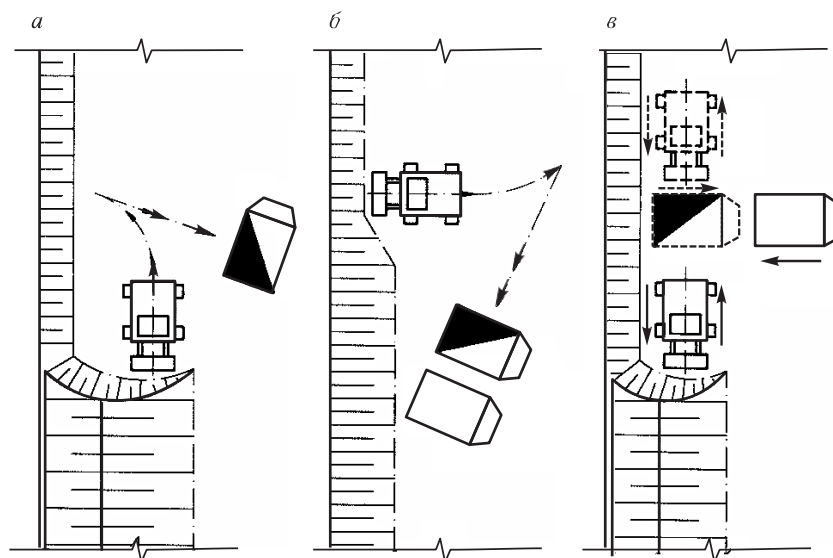


Рис. 2.4 Схеми маневрування навантажувачів і автосамоскидів при виймально-навантажувальних роботах

При виконанні такого роду роботи (з розвантаженням ковша не вище його транспортного положення) в м'яких або добре розпушених породах навантажувачі слід оснащувати змінними ковшами збільшеної місткості, оскільки вантажопідйомність навантажувача при транспортуванні може збільшуватися на 25-40% в порівнянні з номінальною. Ефективність роботи навантажувачів в цій якості залежить перш за все від відстані між забоєм і пунктом розвантаження і від швидкості руху навантажувача, що залежить, в свою чергу, від якості дороги [4].

Висновки:

Використання навантажувачів в якості виймально-транспортуючих машин найдоцільніше на кар'єрах, де застосовується комбінований транспорт, що включає два і більше видів транспорту в єдиний транспортний ланцюг.

Сучасні фронтальні навантажувачі мають ряд переваг та недоліків перед екскаваторами:

До переваг відносять:

- Висока маневреність;
- Висока швидкість пересування;
- Здатність до зміни робочого устаткування;
- Здатність виконувати функції виймально-навантажувального або виймально-транспортуючого обладнання;
- Можливість вести розробку складних вибоїв при обмежених розмірах робочих майданчиків, виконувати ряд допоміжних робіт;
- Малі габарити та металоємкість, при однакових за розміром ковша порівнюючи з екскаваторами;
- Можливість завантаження кузова автосамоскиду з максимальним коефіцієнтом заповнення;
- Автономність роботи, яка не потребує ЛЕП, що є досить важливим в процесі ведення буро-вибухових робіт та не вимагає додаткових затрат на обслуговування електро-комутаційних пунктів;
- Спосіб ведення виймально-навантажувальних робіт даним устаткуванням дозволяє знизити ударні навантаження, а отже зменшити кількість ремонтів кузова автосамоскида.

До недоліків відносять:

- Навантажувачі не можуть здійснювати виїмку недостатньо зруйнованої породи, через невелике напірне зусилля;
- Вимагають дороговартісне обслуговування та створюють загазованість гірничих виробок, особливо в погано провітрюваних горизонтах.

2.2 Методика розрахунку залежності продуктивності фронтального навантажувача від щільності гірничої маси

Огляд літературних джерел дозволив проаналізувати, конструктивні особливості фронтального навантажувача та параметри, які впливають на продуктивність даного гірничого обладнання. Основним чинником виявляється тип порід, що виймаються, а саме її щільність. Тому була розроблена методика визначення продуктивності та встановлення необхідної кількості робочого обладнання по відпрацюванню вибоїв по різним за щільністю гірничим породам.

Методика визначення продуктивності фронтального навантажувача представлена нижче [4].

1. Тривалість робочого циклу навантажувача в режимі виймально-навантажувального обладнання:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{ч}} + t_{\text{м}} + t_{\text{р}}, \text{ с}$$

$$t_{\text{м}} = 2L / v_{\text{ср}}, \text{ с}$$

де $t_{\text{ч}}$ – час черпання гірничої маси, с; $t_{\text{м}}$ – час маневрування, с; $t_{\text{р}}$ – час розвантаження ковша, с; L – відстань переміщення породи, м; $v_{\text{ср}}$ – середня швидкість переміщення фронтального навантажувача, м/с.

2. Технічна продуктивність фронтального навантажувача за годину:

$$Q_{\text{т}}^{\text{н}} = \frac{3600 q_{\text{н}} K_{\text{н.к}}}{t_{\text{ц}} \gamma K_{\text{р.к}}}, \text{ м}^3/\text{ГОД.}$$

де $q_{\text{н}}$ – вантажопідйомність фронтального навантажувача, т; $K_{\text{н.к}}$ – коефіцієнт наповнення ковша; γ – щільність гірничої маси, т/м³; $K_{\text{р.к}}$ – коефіцієнт розпушення породи в ковші.

3. Експлуатаційна (змінна) продуктивність фронтального навантажувача:

$$Q_{зм}^H = Q_T^H T_{зм} K_B, \text{ м}^3/\text{змін}$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год; K_B – коефіцієнт використання навантажувача на протязі зміни.

4. Річна продуктивність фронтального навантажувача:

$$Q_{річ}^H = Q_{зм}^H N_{зм} N_{р,дн}, \text{ м}^3/\text{рік}$$

де $N_{зм}$ – кількість змін в робочому дні, од.; $N_{р,дн}$ – кількість робочих днів у році, од.

5. Кількість інвентарного парку фронтальних навантажувачів:

$$N_H = K_{рез} V_K / Q_{річ}^H, \text{ од.}$$

де $K_{рез}$ – коефіцієнт резерву; V_K – річна продуктивність кар'єру по гірничій масі, $\text{м}^3/\text{рік}$.

При виконанні досліджень розглядалось використання фронтального навантажувача в різних умовах: за щільністю гірничої маси та типорозміру обладнання. Приймались наступні вихідні дані: відстань переміщення породи – 15 м; тривалість зміни – 12 год.; коефіцієнт використання навантажувача на протязі зміни – 0,65; кількість змін в робочому дні – 2 од.; кількість робочих днів у році – 275 од.; коефіцієнт резерву – 1,2.

Відповідно до методики визначення продуктивності фронтального навантажувача, вплив щільності гірничої породи на продуктивність обладнання залежить від тривалості часу черпання колісного навантажувача. При виконанні досліджень було розглянуто параметри роботи трьох різних за вантажопідйомністю фронтальних навантажувачів фірми Caterpillar: САТ 994К, САТ 992К та САТ 990К [21], коротка технічна характеристика яких вказана в таблиці 2.1.

Технічна характеристика фронтальних навантажувачів фірми Caterpillar

Найменування	Показники		
	САТ 994К	САТ 992К	САТ 990К
Номінальне корисне навантаження в залежності від модифікації стріли, т	38,1	21,7	15,88
Діапазон місткості ковшів, м ³	19,1 – 24,5	10,7 – 12,3	8,6 – 10,0
Корисна потужність, кВт	1297	671	521
Час розвантаження, с	3,3	1,8	2,9
Експлуатаційна маса, т	240	101	81

Оскільки на Єривівському ГЗК використовується фронтальний навантажувач САТ 994К, саме для нього експериментальним шляхом були визначені показники часу черпання на ділянках кар'єру з м'якими і скельними гірничими породами, а також корисною копалиною. На рисунку 2.5 подано отриману залежність тривалості часу черпання фронтального навантажувача САТ 994К від щільності гірничої маси, що виймається.

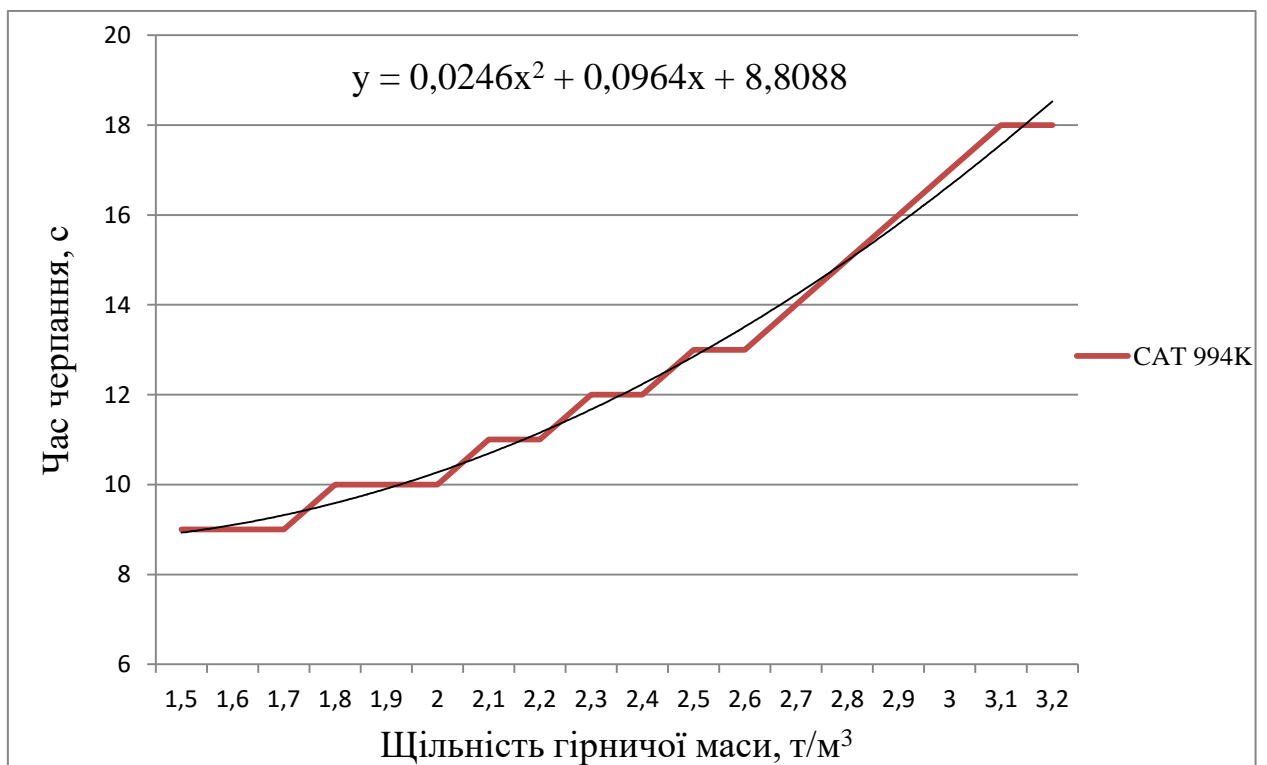


Рис. 2.5 Залежність часу черпання від щільності гірничої маси

Виходячи з отриманої функції залежності часу черпання $y = 0,0246x^2 + 0,0964x + 8,8088$, з'являється можливість визначити тривалість робочого циклу для різних типів фронтальних навантажувачів. Приймаючи до уваги технічні характеристики навантажувачів, поданих в табл. 2.1., визначена їх продуктивність в залежності від щільності гірничої маси (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Залежність тривалості робочого циклу навантажувачів від щільності гірничої маси

Щільність гірничої маси γ , т/м ³	Тривалість робочого циклу $t_{ц}$, с		
	САТ 994К	САТ 992К	САТ 990К
1,5	29,3	24,8	22,4
2,0	30,3	25,8	23,4
2,5	33,3	28,8	26,4
3,0	37,3	32,8	30,4
3,2	38,3	33,8	31,4

Відповідно до отриманих результатів розрахунків (табл. 2.2) можна зробити висновок, що в основі тривалості робочого циклу лежить час черпання (в залежності від питомої ваги гірничої маси) час маневрування та час розвантаження, які обумовленні технічними характеристиками. Встановлені залежності дозволяють стверджувати, що зі збільшенням густини виймальної породи буде зростати тривалість робочого циклу навантажувача. Це пояснюється тим, що час черпання ковша збільшується через складність наповнення ковша щільними породами. При цьому змінюються коефіцієнти наповнення та розпушення (табл. 2.3), за рахунок яких знижується ефективність номінального об'єму ковша. Також з розрахунків можна зробити наступний висновок: чим більша вантажопідйомність навантажувача, тим більший робочий цикл за рахунок інертності робочого обладнання фронтального навантажувача (табл. 2.2).

Коефіцієнти розпушення гірничої маси, наповнення ковша та екскавації [22]

За класифікацією Протодяконова	Щільність породи кг/м ³	Коефіцієнти		
		Розпушення K_p	Наповнення K_n	Екскавації $K_e = \frac{K_n}{K_p}$
0,5-0,8	1600	1,15	1,05/1,00	0,91/0,87
0,8-1	1800	1,25	1,05/1,00	0,84/0,80
1,5-6	2000	1,35	0,95/0,90	0,70/0,67
6-12	2500	1,50	0,90/0,85	0,60/0,57
12-14	3500	1,60	0,90/ -	0,56/ -

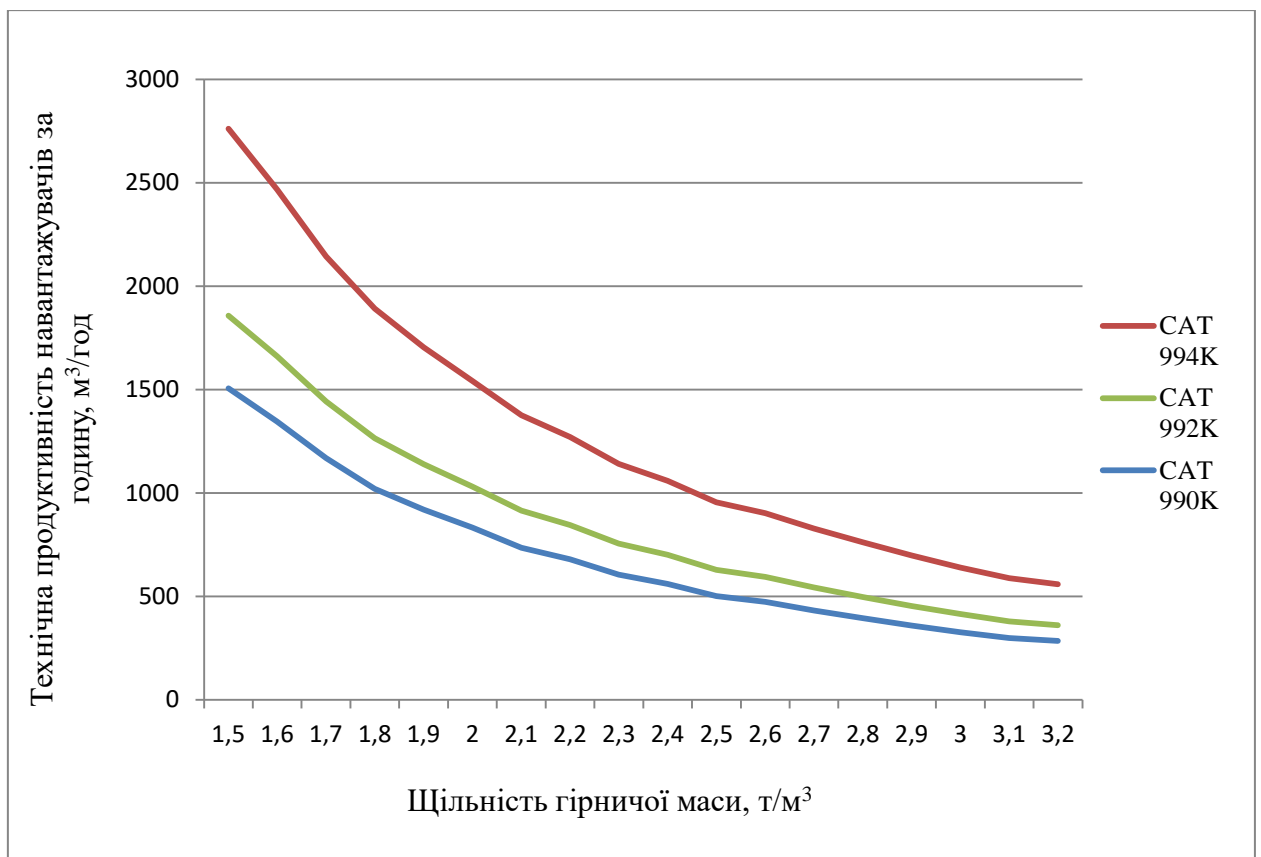


Рис. 2.6 Залежність продуктивності фронтальних навантажувачів від щільності гірничої маси

З отриманих результатів (рис. 2.6) встановлено, що продуктивність фронтальних навантажувачів має досить велику залежність від типу гірничої маси, що виймається. Під час екскавації м'яких порід фронтальний навантажувач працює в найпродуктивнішому режимі. Але чим більша

щільність породи, тим пропорційно нижчий показник ефективності використання фронтального навантажувача. Різниця в продуктивності виймання гірничої маси за об'ємом становить майже в 5 разів в порівнянні з м'якими та скельними породами.

Відповідно до отриманих розрахунків (рис. 2.6), встановлюємо мінімальну необхідну кількість фронтальних навантажувачів на залізорудному кар'єрі в умовах «Єристівського» ГЗК. В наведеному родовищі є три основні групи порід по щільності: м'які ($\gamma = 2,0 \text{ т/м}^3$) та скельні породи розкриву ($\gamma = 3,0 \text{ т/м}^3$), корисні копалини ($\gamma = 3,2 \text{ т/м}^3$). Результати розрахунків наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Необхідна кількість фронтальних навантажувачів в умовах
«Єристівського» ГЗК

Типи порід	Щільність, т/м^3	Річна продуктивність кар'єру, м^3	Кількість фронтальних навантажувачів, од.		
			САТ 994К	САТ 992К	САТ 990К
М'які породи розкриву	2,0	4120500	1	1	2
Скельні породи розкриву	3,0	2027500	1	2	2
Корисні копалини	3,2	2507000	2	2	3

Згідно проведених розрахунків (табл. 2.4) встановлено, що кількість фронтальних навантажувачів в першу чергу залежить від щільності порід що виймаються, а в другу чергу від технічних характеристик навантажувачів. Наприклад, при використанні САТ 990К, який має найменші технічні показники, в кількості 1 одиниці, продуктивність в об'ємній масі по м'яким породам розкриву становить на 65% більше, ніж 3 одиниць цього ж навантажувача по корисним копалинам. Дана залежність графічно відображена на рис. 2.7.

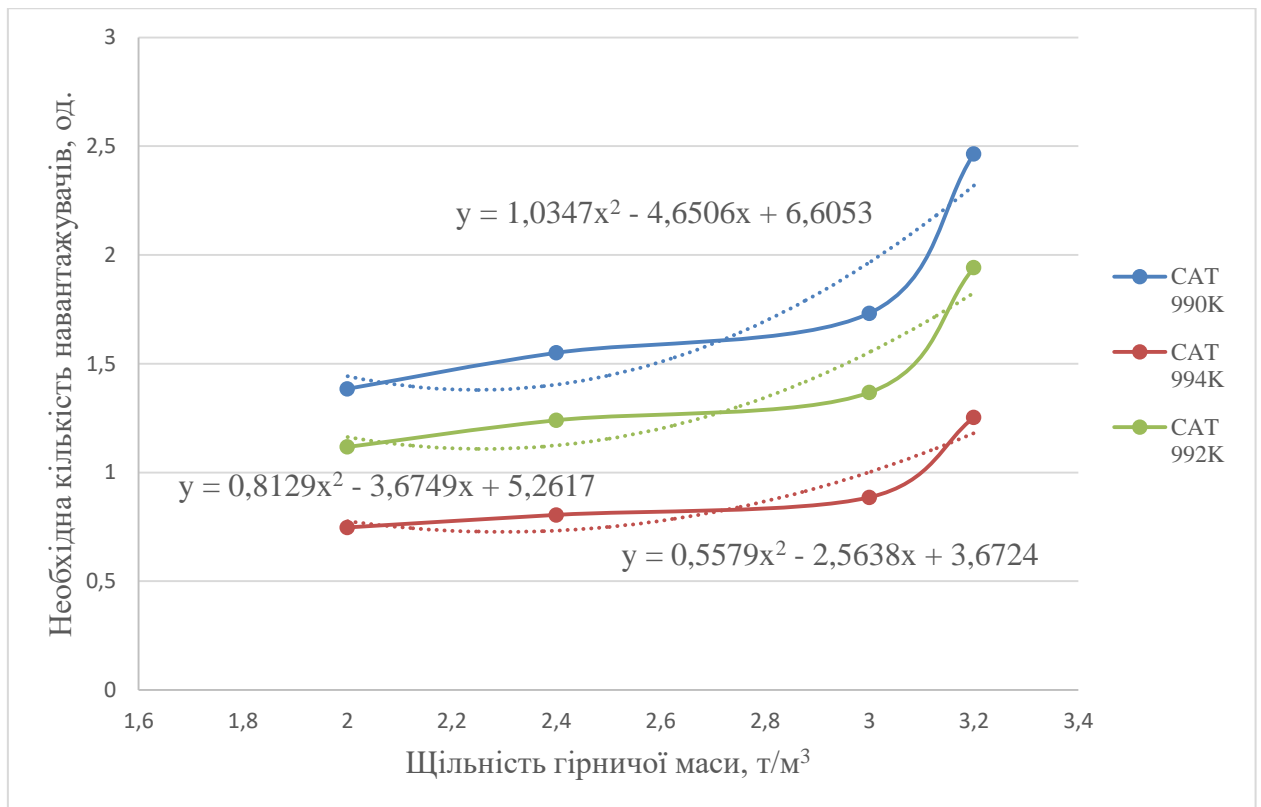


Рис. 2.7 Порівняння кількості необхідного резерву фронтальних навантажувачів в умовах «Єривтівського» ГЗК

Аналіз залежностей, наведених на графіках (рис. 2.6 і 2.7), дозволяє стверджувати, що при збільшенні щільності гірничої маси зменшується продуктивність фронтальних навантажувачів, що в свою чергу призводить до необхідності збільшення їх парку. Це пов'язано з тим, що більш щільна гірничка маса потребує пропорціонального збільшення часу черпання та усього робочого циклу в цілому. Також щільна порода не дає використовувати робоче обладнання ефективно за рахунок пустот між кускуватими шматками гірничої маси.

Отримані розрахунки демонструють залежність необхідної кількості виймально-навантажувальної техніки від типу гірничої маси. А саме: по м'яким породам розкриву кількість необхідних навантажувачів становить 1-2 одиниці, по скельним породам розкриву 1-2 одиниці, а по корисним копалинам 1-3 одиниць (в залежності від потужності обладнання). Але в

таких умовах об'єм виймальних порід за рік по скелі менше на 103%, а по корисним копалинам менше на 65% від м'яких порід розкриву.

Висновки. Розроблено методику розрахунку продуктивності фронтального навантажувача в залежності від щільності гірничої маси, яка дозволяє визначити ефективне застосування навантажувачів в умовах залізорудних кар'єрів на прикладі навантажувачів фірми Caterpillar.

Встановлено залежність робочого циклу навантажувачів від щільності гірничої маси: зі збільшенням щільності збільшується час черпання. В свою чергу через збільшення щільності зменшується ефективність використання робочого обладнання (ковша).

Визначена необхідна кількість технічного обладнання при вийманні різних типів порід безпосередньо в умовах «Срестівського» ГЗК. Встановлено, що чим більша щільність порід, які виймаються, тим пропорційно менша ефективність використання фронтальних навантажувачів під час відпрацювання уступів.

Встановлено, що при відпрацюванні порід різної щільності, а саме м'яких порід розкриву та корисних копалин, кількість виймального обладнання збільшується від 2 до 3 разів відповідно для САТ 994К та САТ 990К. При цьому об'єм порід, що виймаються зменшується з 4120500 м³ до 2507000 м³ (різниця становить 65%). Отже, в свою чергу раціональне використання фронтального навантажувача в якості виймально-навантажувального обладнання призведе до покращення техніко-економічних показників та зменшить собівартість видобутку корисних копалин.

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору фронтального навантажувача CAT 994К в умовах Єристівського ГЗК

На ринку гірничого обладнання виступають наступні фірми конкуренти: Hitachi, Terex, Komatsu, JCB, Liebherr тощо. Але вибір компанії виробника випав саме на Caterpillar, тому що на Полтавському ГЗК є сервісне обслуговування та велика кількість продукції саме цієї фірми. Характеристики CAT 994К оптимізовані під роботу з самоскидами серій Cat 785, 789, які працюють на Єристівському ГЗК, однак він має велику універсальність, доказом чого служить можливість комплектації машини стрілами ковша чотирьох різних типорозмірів, а також великий шлейф ковшів: для скельних порід, для високоабразивних порід, для вугілля та ін. Ці ковші пропонуються ємністю від 15 до 36 м³. Основними характеристиками даної машини є висока потужність і здатність демонструвати високу продуктивність протягом тривалого терміну служби. Простота технічного обслуговування і низькі питомі витрати на тонну переміщуваного матеріалу при високій продуктивності роблять великі фронтальні навантажувачі 994К в довгостроковій перспективі високоефективними машинами.

Продаж навантажувачів компанією «Цеппелін Україна» супроводжується можливістю комплектації на заводі виробнику найбільш підходящим обладнанням. Так в залежності від вимог замовника машина може комплектуватися різними типами стріл з висотою розвантаження від 5,5 до 7 метрів, а спеціально спроектований ківш для роботи зі скельними породами, кам'яним вугіллям або високо абразивними породами, допоможе максимально оптимізувати навантажувач під конкретні умови роботи. Конструкція силових елементів має посилене виконання, що забезпечує надійну роботу машини в найсуворіших умовах.

Навантажувач комплектується планетарної коробкою передач з перемиканням під навантаженням, спеціально розробленої для машин, що працюють в гірничодобувній промисловості. Гідротрансформатор має муфту крильчатки і систему контролю тягового зусилля на колесах, що дозволяє регулювати це зусилля в межах від 100 до 25%. Останнє запобігає пробуксовку коліс, причому при цьому не потрібно зниження подачі основних насосів гідросистеми.

На CAT 994K встановлена гідросистема робочого обладнання з об'ємним регулюванням гідроприводів, до складу якої входять чотири насоса змінної подачі з електронним регулюванням, які забезпечують потік 1460 л/хв при робочому тиску 32,8 МПа.

Новинкою є об'єднання керування напрямком руху, рульового управління і вибору передачі в одному блоці Steering and Transmission Integrated Control System (STIC), що полегшує роботу оператора.

Комфортна кабіна має припливну вентиляцію, клімат-контроль і потужну звукоізоляцію (рівень шуму на робочому місці оператора не перевищує 71 дБ (А)). Камера заднього виду є стандартним елементом комплектації. За окремим замовленням на машину встановлюється система запобігання від зіткнення зі сторонніми об'єктами на основі радіолокаційних пристроїв.

Крім стандартної телематичної системи 994K Vital Information Management System (VIMS), поєднаної з системою контролю корисного навантаження Payload Control System, можлива установка телематичної системи Cat Mine Star, яка розроблена спеціально для машин, що працюють в кар'єрах [21].

Основні переваги фронтального навантажувача CAT 994K:

Надійна робоча стріла: Важкий навантажувач має надійну перевірену конструкцію підймальних важелів, що забезпечує безвідмовну роботу і високу продуктивність при будь-яких навантаженнях. Використання в

конструкції Z-подібного профілю дозволяє поліпшити огляд ковша і робочого майданчика. На шарнірні з'єднання в кар'єрних навантажувачів встановлюються цільні литі деталі, що гарантують високу міцність і стійкість.

Гідросистема з регулюванням позитивного потоку: В своїй конструкції великі фронтальні навантажувачі мають гідросистему PFC, що характеризується можливістю паралельного управління гідророзподільника і насосом. Це дозволило на 10% знизити витрату палива в порівнянні з попередньою моделлю 994F, а також забезпечити поліпшене керування ковшем за рахунок більш чутливою гідросистеми.

Комфорт роботи оператора: Установлювана на великі фронтальні навантажувачі система клімат-контролю забезпечує оператору оптимальні умови роботи. Дві камери заднього виду, великий LCD екран і регульоване крісло оператора сприяють комфортній і безпечній роботі.

Зручність техобслуговування: Великі колісні навантажувачі 994К відрізняються збільшеними інтервалами планової заміни фільтрів і експлуатаційних рідин. Моторний відсік має відкидні дверцята, що забезпечують зручне виконання щоденного огляду та технічного обслуговування. Система VIMS своєчасно оповіщає персонал про несправності та необхідність виконання робіт з обслуговування обладнання [21].

Всі дані переваги стали підставою для вибору саме цього фронтального навантажувача CAT 994К фірми Caterpillar на Єристівському ГЗК.

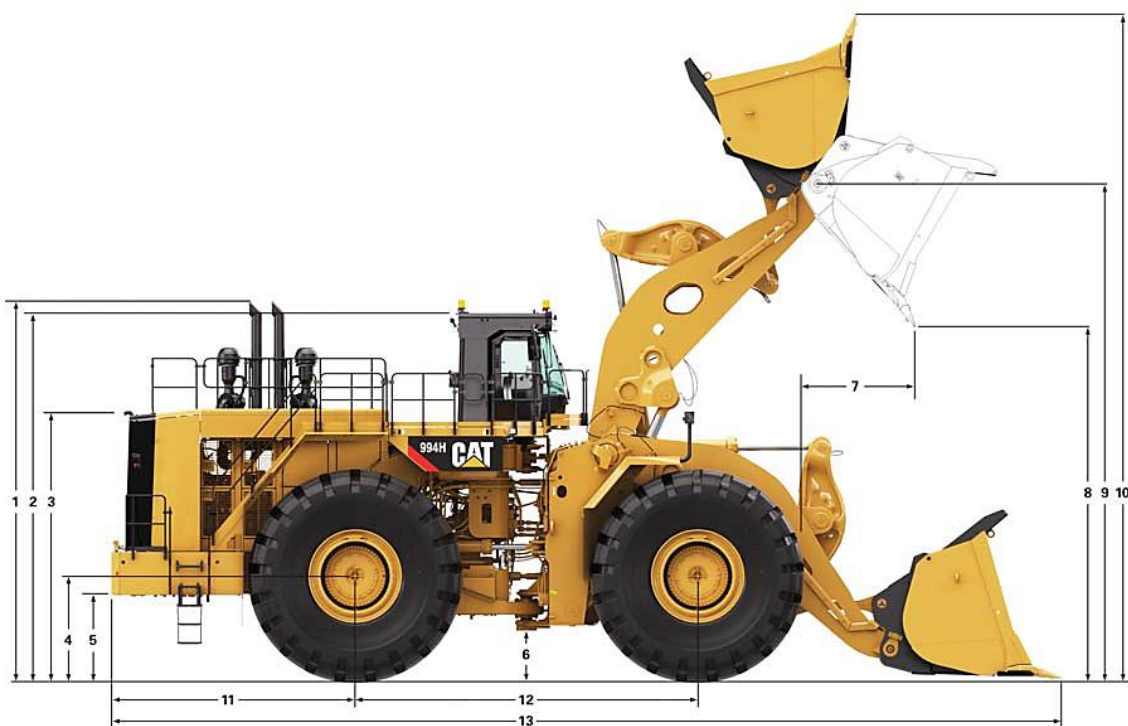


Рис. 3.1 Параметри фронтального навантажувача CAT 994К [21]

Табл. 3.1 Технічні параметри фронтального навантажувача CAT 994К

Найменування	Показники
1. Висота від опорної поверхні до верху вихлопних труб, мм	6990
2. Висота від опорної поверхні до верхньої точки конструкції ROPS, мм	6740
3. Висота від опорної поверхні до верхньої точки капота, мм	4840
4. Висота від опорної поверхні до центру переднього моста, мм	1820
5. Дорожній просвіт до бампера, мм	1480
6. Дорожній просвіт до нижнього пальця шарнірного зчленування, мм	820
7. Виліт при положенні максимального підйому/перекидання, мм	2764
8. Дорожній просвіт при положенні максимального підйому/розвантаження, мм	6024
9. Висота від опорної поверхні до центральної осі нижнього шарніра ковша при максимальному підйомі, мм	8479
10. Висота від опорної поверхні до верхньої точки ковша при максимальному підйомі, мм	10 983
11. Відстань від центральної лінії заднього моста до бампера, мм	4560
12. Відстань від осі переднього моста до осі заднього моста (колісна база), мм	6400
13. Відстань від бампера до краю ковша (довжина машини), на землі, мм	17 521

3.2 Аналіз технологічних схем та паспортів роботи навантажувача на Єристівському ГЗК

Під час навантаження гірничої маси фронтальним навантажувачем CAT 994К в автосамоскид CAT 793D машиніст зобов'язаний дотримуватись необхідних параметрів (рис. 3.2): безпечна відстань становить 1,0 м, висота розвантаження не повинна перевищувати 8,48 м, висота борта кузова становить 5,87 м. Данні параметри дають змогу працювати ефективно, безпечно, як для функціональності транспорту так і для операторів даних машин, зі збереженням високої продуктивності.

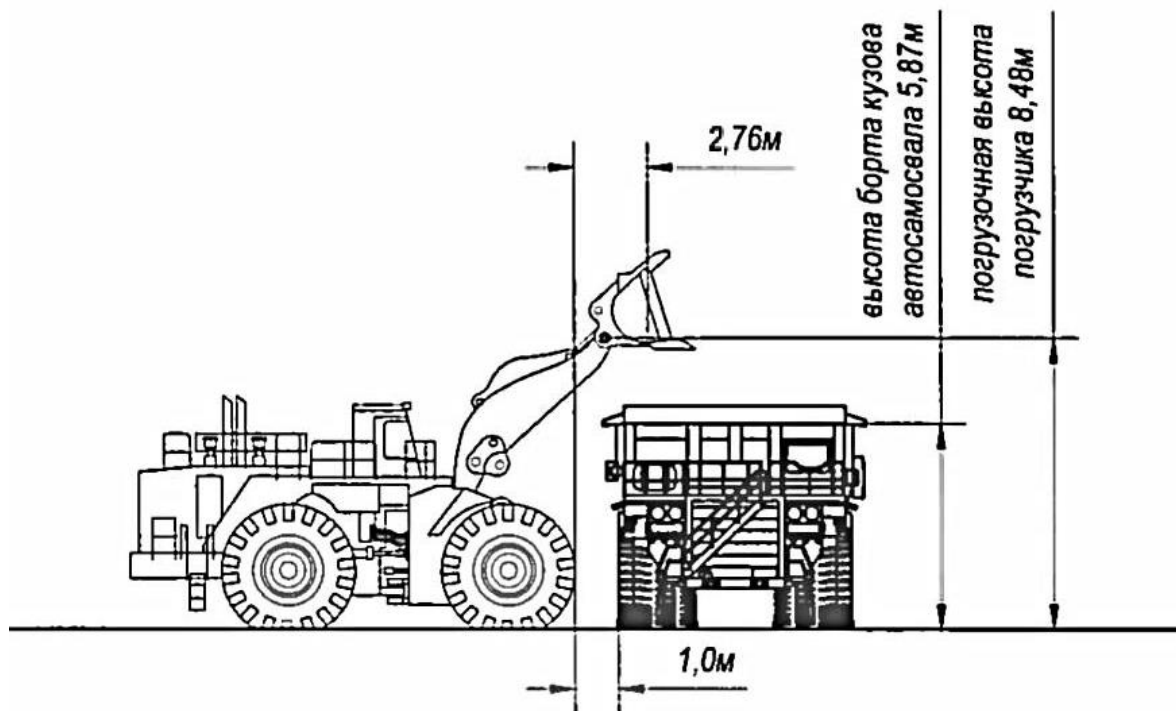


Рис. 3.2 Схема навантаження гірничої маси навантажувачем CAT 994К в автосамоскид CAT 793D

Техніко-економічні показники роботи кар'єрів, на яких використовуються навантажувачі в якості навантажувального обладнання, багато в чому залежать від схем роботи навантажувачів в забоях. Основні

схеми відпрацювання на Єристовському ГЗК вказані на рис. 3.3, рис. 3.4 та рис. 3.5. При цих технологічних схемах навантажений навантажувач від'їжджає від забою заднім ходом, з розворотом під кутом 30-45° в протилежну сторону від автосамоскида, встановленому під кутом 45° до фронту забою. Розвернувшись, він переднім ходом під'їжджає до автосамоскидів і розвантажується. Порожній навантажувач заднім ходом від'їжджає від автосамоскиду і розвертається на невеликий кут, а потім переднім ходом під'їжджає до забою для наповнення ковша і т.д. Така схема забезпечує мінімальну відстань (до 10-15 м) пересування навантажувача від забою до автосамоскидів і назад із збереженням перпендикулярності підходу до забою для завантаження ковша.

Дана схема (рис. 3.3) відображає взаємодію операторів фронтального навантажувача САТ 994К та самоскида. Водій самоскида під'їжджає до зони роботи навантажувача та чекає завершення загрузки попереднього самоскида. Потім за сигналом машиніста навантажувача водій технологічного транспорту подає автосамоскид до місця навантаження. Машиніст навантажувача дає спеціальний сигнал про завершення навантаження. Після сигналу водій починає рух самоскида з місця навантаження, при цьому радіус повороту становить 16,3 м.

Ширина технологічної дороги передбачає зустрічний рух з безпечною відстанню та захисною брівкою, яка розташована на краю уступу. При даній технологічній схемі ширина робочої площадки повинна бути не меншою за 52 м.

За даних умов час маневрування автосамоскиду є мінімальним, що забезпечує більшу продуктивність виймально-транспортної системи.

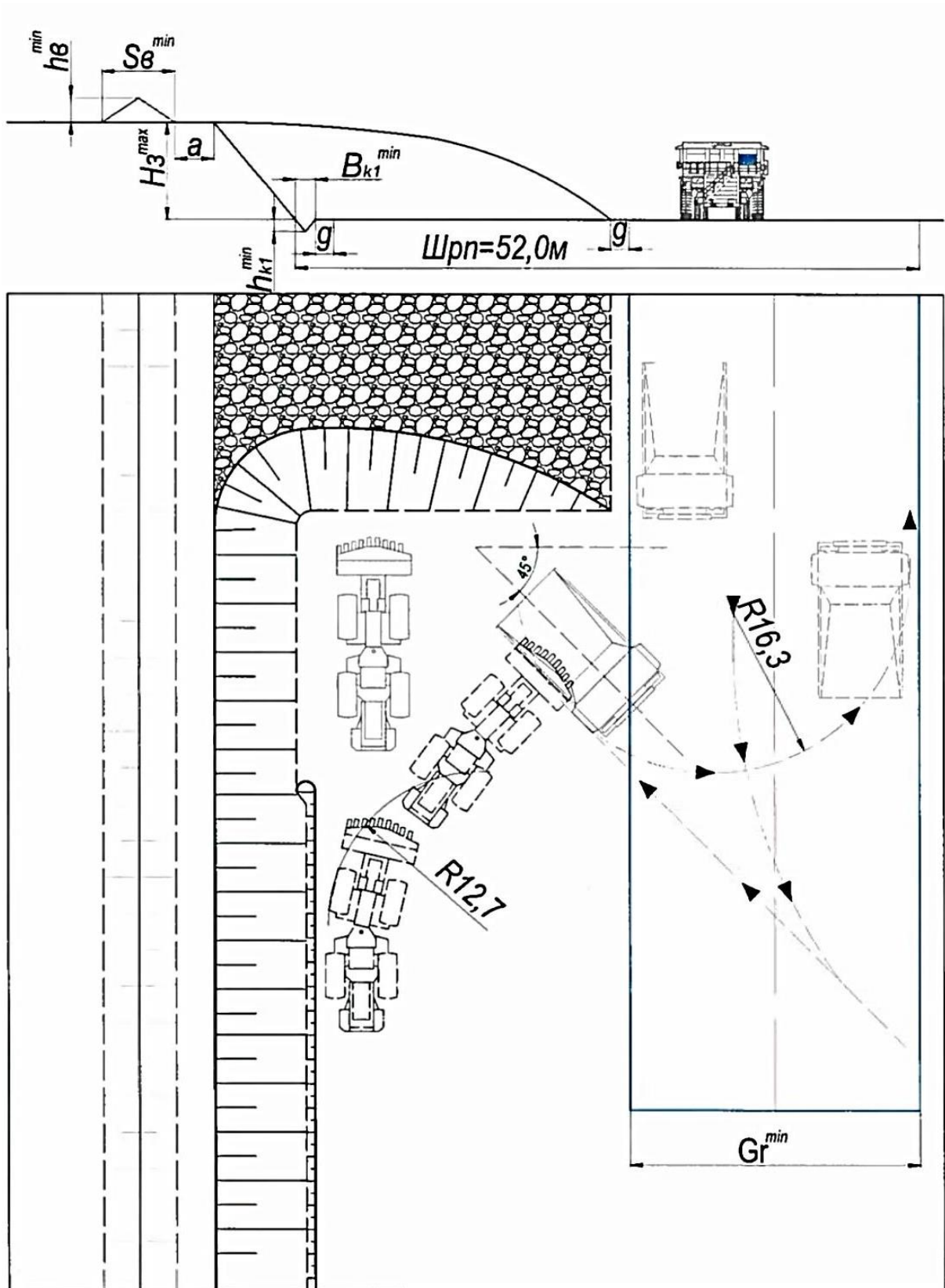


Рис. 3.3 Схема роботи фронтального навантажувача САТ 994К при відпрацюванні забою скельних порід або руди в автосамоскиди

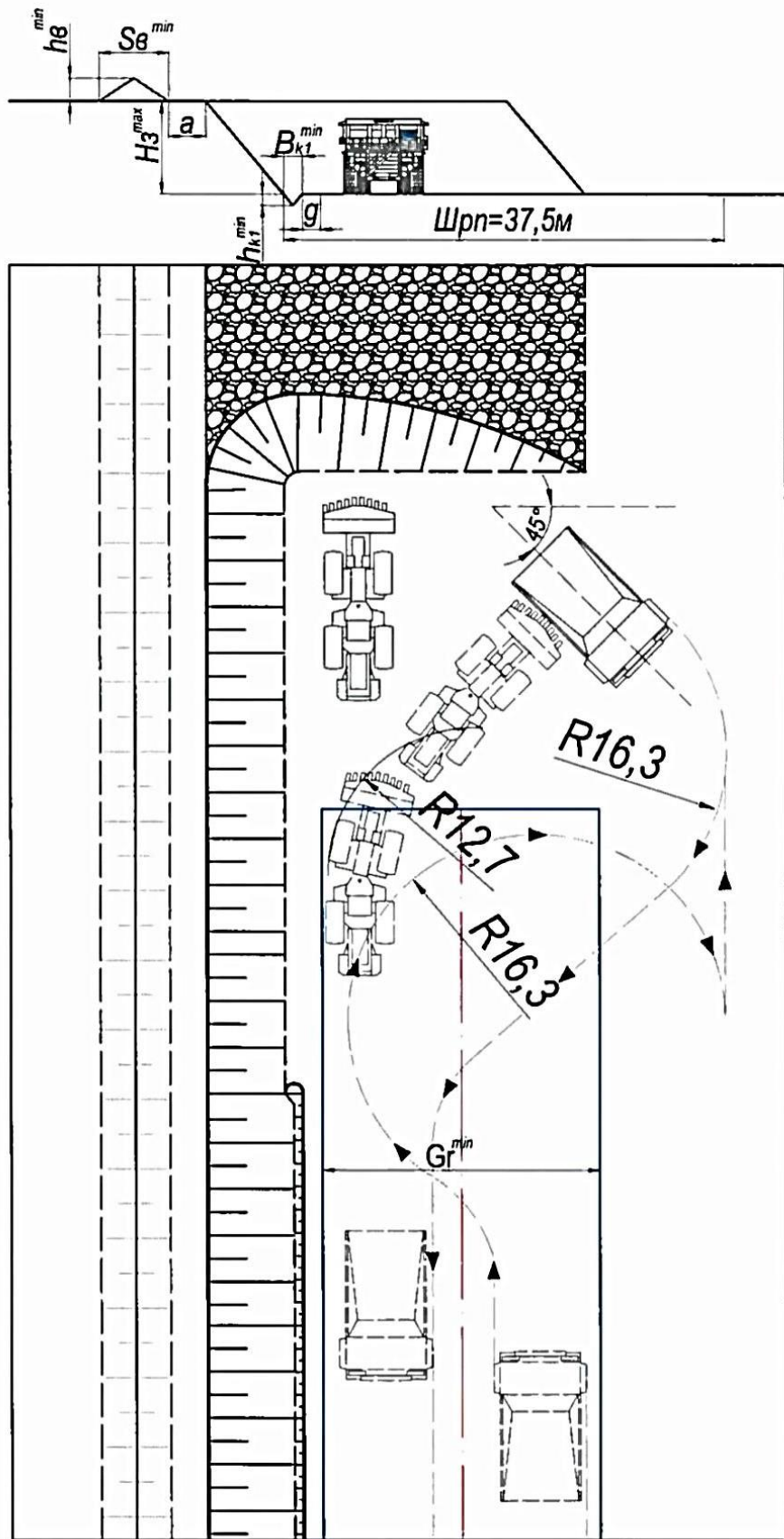


Рис. 3.4 Схема роботи фронтального навантажувача САТ 994К при відпрацюванні забою скельних порід в автосамоскиди

Дана технологічна схема (рис. 3.4) відображає взаємодію фронтального навантажувача САТ 994К з автосамоскидом в умовах вузького уступу, де мінімальна ширина робочої площадки становить 37,5 м.

Під час відпрацювання уступу за даною схемою час маневрування автосамоскидів збільшується, тому що водію необхідно виїхати на зустрічну смугу, розвернутися і вже потім здавати заднім ходом до місця навантаження. Після сигналу машиніста навантажувача водій автотранспорту починає рух з виконанням радіусу розвороту 16,3 м.

Технологічна дорога має таку ж саму ширину, що й при першій схемі (рис. 3.3) з зустрічним рухом, але розташована не з боку розвалу, а позаду виробленого простору. Це дає змогу працювати в вузьких забоях з мінімальними втратами продуктивності. Зменшення продуктивності обумовлено збільшеним часом маневрування автосамоскида порівняно з першою схемою.

Схема (рис. 3.6) відображає роботу навантажувача САТ 994К та самоскида при відпрацюванні м'яких порід розкриву та має мінімально допустиму ширину робочої площадки 43,5 м. Принцип взаємодії машин такий же, як і в попередніх схемах, де радіус повороту навантажувача становить 12,7 м, а радіус автотранспорту – 16,3 м. Технологічна дорога має зустрічний рух, безпечну відстань та захисну брівку.

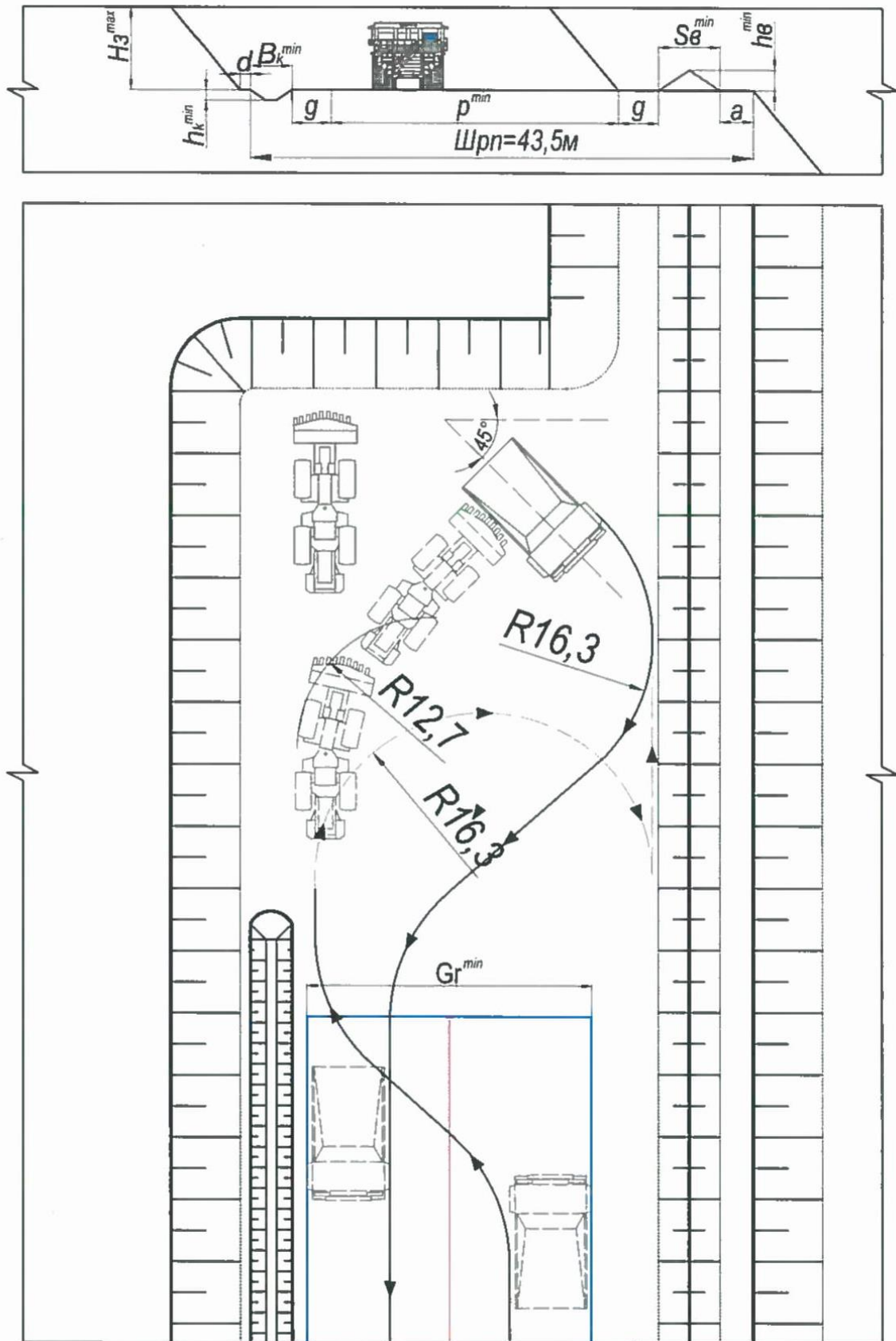


Рис. 3.5 Схема роботи фронтального навантажувача САТ 994К при відпрацюванні забою м'яких порід розкриву в автосамоскиди

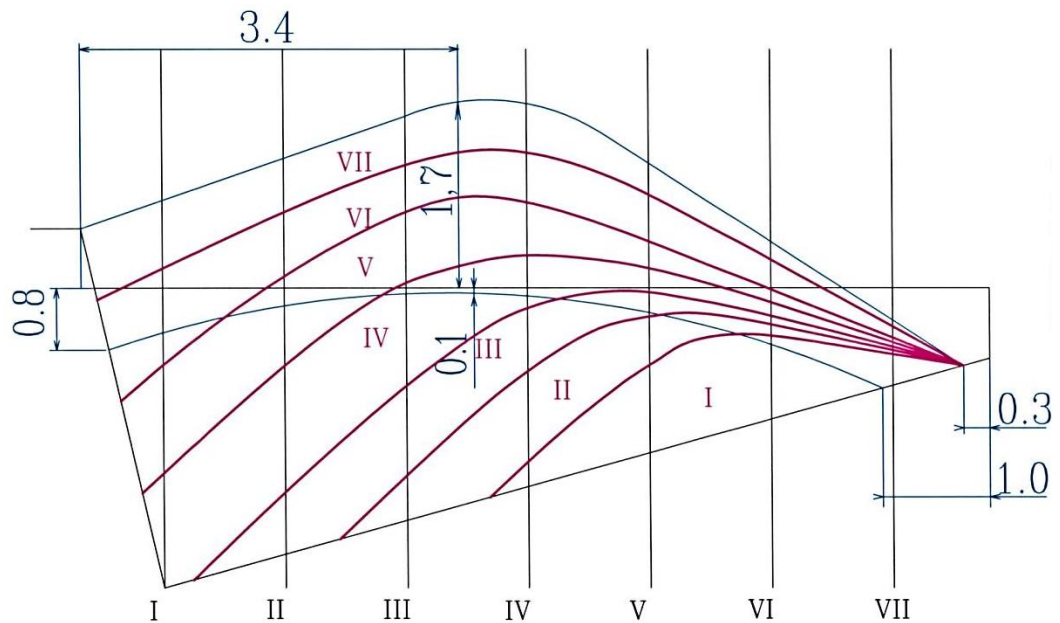


Рис. 3.6 Паспорт навантаження технологічного автомобіля CAT-793D рудою та скельними породами розкриву фронтальним навантажувачем CAT 994K.

Виходячи з рис. 3.6, при навантаженні автосамоскида CAT-793D рудою машиніст навантажувача CAT 994K повинен виконувати наступні вимоги:

- Кількість ковшів не повинна перевищувати 7 одиниць;
- Негабарити та крупну масу навантажувати в шари II, III, IV, V;
- Висота з шапкою не повинна перевищувати 7,6 м від землі;
- Висота шапки від бортів не повинна перевищувати 1,7 м;
- Відстань від фронтального борта до краю шапки не менше 3,4 м;

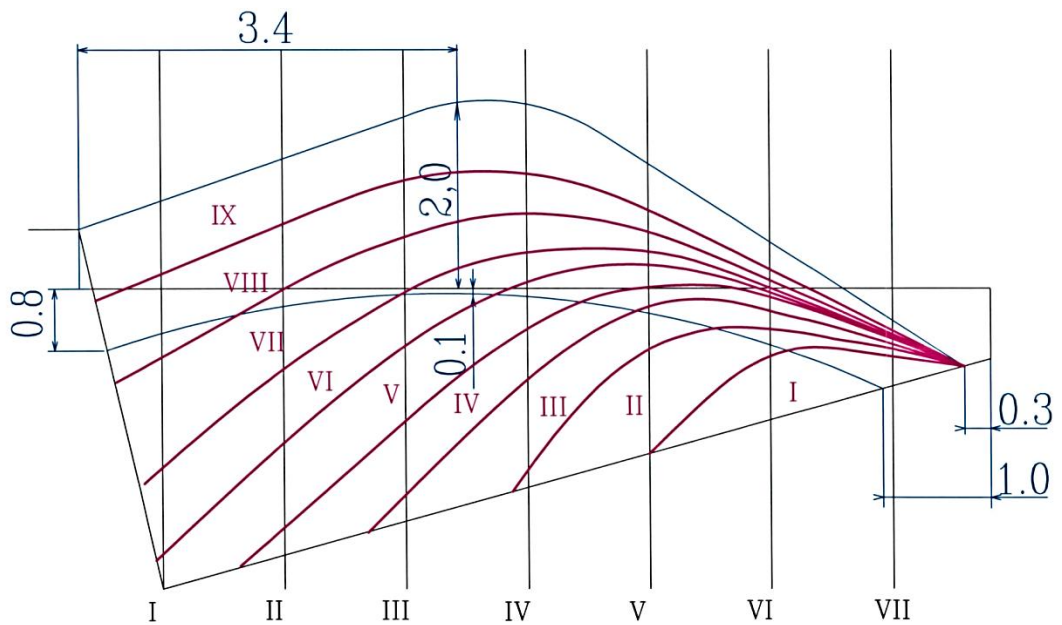


Рис. 3.7 Паспорт навантаження технологічного автомобіля CAT-793D м'якими породами розкриву фронтальним навантажувачем CAT 994К

Виходячи з рис. 3.7, при навантаженні автосамоскида CAT-793D м'якими породами машиніст навантажувача CAT 994Н повинен виконувати наступні вимоги:

- Кількість ковшів не повинна перевищувати 9 одиниць;
- Негабарити та крупну масу навантажувати в шари II, III, IV, V;
- Висота з шапкою не повинна перевищувати 7,9 м від землі;
- Висота шапки від бортів не повинна перевищувати 2,0 м;
- Відстань від фронтального борта до краю шапки не менше 3,4 м;

3.3 Організація гірничих робіт з виконання прийнятих технологічних рішень

В умовах кар'єру Єристівського ГЗКа використовують транспортно-поглиблювальну систему розробки із зовнішнім розташуванням відвалів розкривних порід. Породи розкриву вантажаться на вибоях в автотсамоскиди типу CAT 793D, які в свою чергу транспортують гірничу масу на відвали або на перевантажувальні пункти.

Основним виймально-навантажувальним устаткуванням по породам розкриву було запропоновано використання фронтальних навантажувачів. Вибой робочого обладнання розташовані на різних горизонтах. Через це відстань транспортування порід розкриву може бути нерівномірною, але для цього використовують різні відвали та заплановану максимальну відстань транспортування, яка становить – 4,2 км. Для навантаження автотранспорту оператору самоскиду необхідно встановити машину в заданому місці з використанням сигналів машиніста екскаватору та з дотриманням параметрів проектного паспорту робочої площадки. Паспорта роботи обладнання знаходяться в оператора автосамоскида і машиніста екскаватора та повинні дотримуватись по обидві сторони співпрацювання. Після завантаження автосамоскид транспортує породи розкриву на відвал, де відбувається розвантаження гірничої маси під укіс. Подача автосамоскиду до місця розвантаження відбувається заднім ходом, перпендикулярно до захисного валу. При цьому подається звуковий сигнал. Для планування відвальних робіт застосовується бульдозери типу CAT D10T. Його робота полягає в переміщенні гірничої маси за допомогою бульдозерного відвалу під укіс уступу [23, 24].

Кількість людей задіяних для виймально-навантажувальних робіт по скельним породам розкриву протягом доби

Посада	Варіанти	
	I	II
1. Начальник дільниці	1	1
2. Гірничий майстер	2	2
3. Оператори САТ 994К	2	-
5. Оператори САТ 990К	-	4
Разом	5	7

3.4 Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень

Постановка завдання: в умовах Єристівського ГЗКа розрахувати витрати на виймально-навантажувальні роботи по скельних породах розкриву із застосуванням фронтальних навантажувачів типу САТ 994К та САТ 990К. Скласти калькуляцію собівартості виймальних робіт та вибрати найбільш ефективний варіант.

Розрахунок фонду заробітної плати на штат працівників, що працюють на виймально-навантажувальних роботах

Працівники в кар'єрі, крім робітників ІТР, працюють за графіком в 4 бригади, режим роботи – 2 змінний, тривалість зміни – 12 годин.

Для безперебійної роботи обладнання необхідно:

- за першим варіантом: оператори фронтального навантажувача САТ 994К в складі бригади – 4 чоловік;
- за другим варіантом: оператори фронтального навантажувача САТ 990К в складі бригади – 8 чоловік;

Баланс робочого часу для одного працюючого 238 робочих днів у році.

Таблиця 3.3

Розрахунок фонду заробітної плати при роботі фронтального навантажувача САТ 994К

Професія	Розряд	Кількість працівників	Годинна тарифна ставка, грн./год.	Годин на місяць	Основна заробітна плата на , грн.	Доплата за роботу в нічний час, 40%, грн.	ФЗП за місяць, грн.
Оператор навантажувача	6	4	150	168	100800	40320	141120
ФЗП _{год} = ФЗП _{міс} * 12							1693440,00

Таблиця 3.4

Розрахунок фонду заробітної плати при роботі фронтального навантажувача САТ 990К

Професія	Розряд	Кількість працівників	Годинна тарифна ставка, грн./год.	Годин на місяць	Основна заробітна плата, грн.	Доплата за роботу в нічний час, 40%, грн.	ФЗП за місяць, грн.
Машиніст екскаватора	6	8	150	168	201600	80640	282240
ФЗП _{год} = ФЗП _{міс} * 12							3386880,00

Розрахунок витрат на матеріали

Сума витрат на основні матеріали:

$$C_{\text{мат}} = (Ц * N_{\text{в}} * A) / 1000, \text{ тис.грн.}$$

де Ц – вартість матеріалу, грн.;

$N_{\text{в}}$ – норма використання матеріалу на тис.т;

A – продуктивність кар'єру по породам розкриву, тис.т.

Таблиця 3.5

Розрахунок суми витрат на матеріали для фронтального навантажувача САТ 994К

Найменування матеріалів	Одиниці виміру	Вартість одиниці матеріалу, грн.	Норма витрат грн на т	Сума витрат грн., $C_{\text{мат}}$
Масло для двигуна	кг	150	0,0345	570240,0
Колеса	кг	540	0,3495	5760000,0
Рідина для гідросистеми	кг	230	0,057	940240,0
Масло для коробки передач	кг	215	0,011	178880,0
Охолоджуюча рідина	кг	47,7	0,0015	24804,0
Зуби ковша	шт.	9000	0,0655	1080000,0
Спецодяг	комплект	3000	0,0007	12000,0
РАЗОМ				8566164,0
Інші матеріали = $C_{\text{мат}} * 0,05$				428308,4
$\Sigma C_{\text{мат}}$ при використанні САТ 994К				8994472,2

Таблиця 3.6

Розрахунок суми витрат на матеріали для фронтальних навантажувачів САТ 990К

Найменування матеріалів	Одиниці виміру	Вартість одиниці матеріалу, грн.	Норма витрат грн на т	Сума витрат грн., $C_{\text{мат}}$
Масло для двигуна	кг	150	0,0369	599574,0
Колеса	кг	516	0,501	8266014,0
Рідина для гідросистеми	кг	230	0,088	1462873,0
Масло для коробки передач	кг	215	0,00573	94605,0
Охолоджуюча рідина	кг	47,7	0,0012	19845,0
Зуби ковша	шт.	4500	0,065	1080054,0
Спецодяг	комплект	3000	0,0015	24000,0
РАЗОМ				13009802,0
Інші матеріали = $C_{\text{мат}} * 0,05$				650490,1
$\Sigma C_{\text{мат}}$ при використанні САТ 990К				13660292,1

Визначення витрат на дизельне паливо

Методика визначення кількості витрат дизельного палива для фронтальних навантажувачів [25]:

Визначення кількості витрат дизельного палива за годину роботи:

$$G_{\text{П.Н}} = \frac{N_{\text{Е.Н}} g_e K_{\text{N.e}}}{10^3}, \text{ кг/ГОД}$$

де $N_{\text{Е.Н}}$ – номінальна потужність двигуна, кВт;

g_e – питома витрата палива, г/(кВт*год), для дизельних двигунів -
 $g_e = 235 \div 188$ (г/(кВт*год));

$K_{\text{N.e}}$ – коефіцієнт використання двигуна, $K_z = 0,5 \div 0,8$;

Розрахунок витрат дизельного палива на добу для одного навантажувача:

$$G_{\text{П.Н.Д}} = G_{\text{Т.П}} * T_{\text{чс}}, \text{ кг/добу}$$

де $T_{\text{чс}}$ – час роботи устаткування на добу, годин, $T_{\text{чс}} = 22,5$ год.

Споживання електроенергії обладнанням на рік:

$$G_{\text{Т.П.Р}} = G_{\text{П.Н.Д}} * N_{\text{д}} * n, \text{ кг/рік}$$

де $N_{\text{д}}$ – кількість робочих днів у році, днів;

n – кількість навантажувачів, що працює, од.

Вартість дизельного палива:

$$C_{\text{П.Р}} = G_{\text{Т.П.Р}} * C_{\text{п}}, \text{ тис.грн.},$$

$C_{\text{п}}$ – плата за 1 кг споживаного дизельного палива, $C_{\text{п}} = 50$ грн.

Таблиця 3.7

Розрахунок вартості споживаного дизельного палива на рік при роботі фронтальних навантажувачів типу CAT 994К

Найменування устаткування	Кількість обладнання	Потужність двигуна, кВт	Споживана кількість палива, л/год.	Споживана кількість палива на добу, л/добу	Споживана кількість палива в рік для 1 навантажувача, л/рік	Вартість споживаного дизельного палива устаткуванням, грн.
CAT 994К	2	1377	192,78	4337,6	1192826,25	59641312,5
Всього						59641312,5

Таблиця 3.8

Розрахунок вартості споживаного дизельного палива на рік при роботі фронтальних навантажувачів типу CAT 990К

Найменування устаткування	Кількість обладнання	Потужність двигуна, кВт	Споживана кількість палива, л/год.	Споживана кількість палива на добу, л/добу	Споживана кількість палива в рік для 1 навантажувача, л/рік	Вартість споживаного дизельного палива устаткуванням, грн.
CAT 994К	3	561	78,54	1767,2	485980	48598000,0
Всього						48598000,0

Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація устаткування розраховується по формулі:

$$\Sigma C_{\text{обор}} = (C_{\text{нач}} + C_{\text{тр}} + Z_{\text{ск}} + Z_{\text{м}})M, \text{ тис.грн.}$$

де $C_{\text{нач}}$ – початкова вартість обладнання, тис.грн.;

$C_{\text{тр}}$ – витрати на транспортування, тис.грн. (5,5% від початкової ціни);

$Z_{\text{ск}}$ – складські витрати, тис.грн. (2,5% від початкової ціни);

$Z_{\text{м}}$ – витрати на монтаж устаткування, тис.грн. (10% від початкової ціни);

M – кількість устаткування, од.

$$C_{\text{ам}} = \Sigma C_{\text{обор}} * H_0, \text{ тис.грн.}$$

H_0 – норма амортизаційних відрахувань на устаткування, $H_0 = 15\%$.

Таблиця 3.9

Розрахунок амортизаційних відрахувань при роботі фронтальних навантажувачів САТ 994К

Найменування устаткування	Початкова вартість всього парку устаткування, тис.грн.	Витрати на транспортування устаткування, тис.грн.	Складські витрати, тис.грн.	Витрати на монтаж, тис.грн.	Вартість устаткування загальна, тис.грн.	Сума амортизаційних відрахувань, тис.грн.
Навантажувачі САТ 994К	39603	2178	990,1	3960,3	46731,4	7009,71
Разом						7009,71

Розрахунок амортизаційних відрахувань при роботі фронтальних навантажувачів САТ 990К

Найменування устаткування	Початкова вартість всього парку устаткування, тис.грн.	Витрати на транспортування устаткування, тис.грн.	Складські витрати, тис.грн.	Витрати на монтаж, тис.грн.	Вартість устаткування загальна, тис.грн.	Сума амортизаційних відрахувань, тис.грн.
Навантажувачі САТ 990К	32391	1781,5	809,8	3239,1	38221,4	5733,21
Разом						5733,21

Відрахування ФЗП на соціальне страхування

Відрахування ФЗП на соціальне страхування розраховують з виразу

$$V_{\text{соц.стр}} = \Sigma \text{ФЗП} * 0,37, \text{ тис.грн.}$$

де $V_{\text{соц.стр}}$ – відрахування на соціальне страхування, $V_{\text{соц.стр}} = 37\%$;

$\Sigma \text{ФЗП}$ – сумарний ФЗП на працівників, які обслуговують всі одиниці устаткування, тис. грн. [26]

Розрахунок загальних витрат на експлуатацію й обслуговування ПП

Аналіз витрат на експлуатацію та обслуговування ділянки по скельним породам розкриву з використанням фронтальних навантажувачів САТ 994К та його альтернативою САТ 990К показані в таблиці 2.16 та 2.17 відповідно.

Місячний обсяг виймально-навантажувальних робіт по скельним породам розкриву становить – 2027500 м³ або 6082500 т.

Таблиця 3.11

Калькуляція собівартості при розкривних роботах за допомогою фронтальних навантажувачів САТ 994К

Елементи витрат	Витрати на річний обсяг розкривних робіт, тис.грн.	Витрати на 1м ³ , грн.	Структура витрат % до підсумку
Основна заробітна плата	1693,44	0,835	2,16
Додаткова заробітна плата (9%)	152,41	0,075	0,20
Разом фонд оплати праці	1845,85	0,910	2,36
Нарахування на заробітну плату (37%) від фонду оплати праці	682,96	0,337	0,87
Матеріали	8994,47	4,436	11,55
Паливо	59641,31	29,416	76,26
Амортизація	7009,71	3,457	8,96
УСЬОГО	78204,99	38,572	100

Таблиця 3.12

Калькуляція собівартості при розкривних роботах за допомогою фронтальних навантажувачів САТ 994К

Елементи витрат	Витрати на річний обсяг розкривних робіт, тис.грн.	Витрати на 1м ³ , грн.	Структура витрат % до підсумку
Основна заробітна плата	3386,88	1,670	4,63
Додаткова заробітна плата (9%)	304,82	0,150	0,41
Разом фонд оплати праці	3691,70	1,820	5,04
Нарахування на заробітну плату (37%) від фонду оплати праці	1365,93	0,674	1,87
Матеріали	13660,29	6,738	18,72
Паливо	48598,00	23,969	66,52
Амортизація	5733,21	2,828	7,85
УСЬОГО	73049,13	36,029	100

Основні техніко-економічні показники проекту

Показник	Величина		Відхилення	
	Варіант 1 (САТ 994К)	Варіант 2 (САТ 990К)	+/-	%
Тип породи	скеля	скеля	–	–
Продуктивність кар'єру по скельним розкривним породам, тис.м ³ /міс.	168,96	168,96	–	–
Режим роботи кар'єру (річний)				
по видобутку руди	365	365	–	–
по розкриву	365	365	–	–
Штат робочих на розкривних породах	4	8	4	100
Повна собівартість видобутку 1 м ³ м'яких розкривних порід	38,572	36,029	2,543	6,59
Витрати і місячний економічний ефект, тис. грн	6517,08	6087,43	429,65	6,59

З економічних розрахунків по м'яким розкривним роботам та їх організації на Єристівському ГЗКа найвигіднішим способом по виймально-навантажувальним роботам є використання фронтальних навантажувачів типу САТ 990К.

Таким чином, економія експлуатаційних витрат при виймально-навантажувальних робіт скельних порід розкриву за допомогою фронтальних навантажувачів САТ 990К складе:

$$Э_{в} = З_1 - З_2, \text{ тис.грн/міс.}$$

де $З_1$ – витрати на виймально-навантажувальні роботи із застосуванням фронтального навантажувача САТ 994К, тис.грн (табл. 3.12);

$З_2$ – витрати на виймально-навантажувальні роботи із застосуванням фронтальних навантажувачів САТ 990К, тис.грн (табл. 3.12).

$$Э_{в} = 6517,08 - 6087,43 = 429,65 \text{ (тис.грн/міс)}$$

Висновок: при експлуатації в кар'єрі Єристівського ГЗКа фронтальних навантажувачів типу САТ 990К можна отримати економію 429,65 тис.грн/міс за рахунок зниження витрат на дизельне паливо та амортизаційні відрахування. Основні затрати при розробці родовища за допомогою фронтальних навантажувачів залежать переважно від палива. Було розраховано, що 3 одиниці фронтальних навантажувачів типу САТ 990К потребують на 18,5% палива менше, ніж 2 одиниці навантажувачів типу САТ 994К. Також, після введення в експлуатацію даного обладнання згодом можна збільшити економію, бо в перші роки великі витрати йдуть на транспортування, складування та монтаж обладнання (табл. 2.14). Але, навіть в перші роки роботи фронтальних навантажувачів САТ 990К витрати на розкривні роботи значно менше, ніж в порівнянні з використанням фронтального навантажувача САТ 994К, який працює на гірничому підприємстві ТОВ «Єристівський ГЗК».

4. КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ

4.1 Загальна характеристика та вибір транспортного устаткування

Єристівський ГЗК розміщується в районі з розвинутою існуючою мережею автомобільних і залізних доріг, які пов'язують окремі об'єкти і майданчики підприємства.

На підприємстві склалася мережа автомобільних доріг, що забезпечує проїзд технологічного транспорту від комплексу обслуговування до кар'єру, а також заїзди в кар'єр, з'їзди на робочі горизонти і під'їзди до перевантажувальних пунктах.

В даний час транспортування гірської маси з Єристівського кар'єра здійснюється великовантажними самоскидами Caterpillar 789C і Caterpillar 793D вантажопідйомністю 180 і 218 т.

Будівництво автодоріг ведеться на розкривних і рудних горизонтах кар'єра за періодами його відпрацювання.

У верхній зоні кар'єра передбачається будівництво постійних доріг, в нижній зоні тимчасових автодоріг і з'їздів.

Тимчасові дороги в кар'єрі з терміном дії до одного року відносяться до III-ї категорії незалежно від обсягу перевезень. Вони перевлаштовуються слідом за посування фронту екскаваторних робіт.

Технологічні дороги з терміном дії від року до трьох років і обсягом перевезень понад 5 млн.т в рік відносяться до постійних.

При відпрацюванні порід розкриву та корисних копалин в якості транспортного устаткування прийнятий самоскид САТ 793D вантажопідйомністю 218 т.

Технічні характеристики автосамоскиду CAT 793D [16]

Найменування	Показники
Номінальне корисне навантаження, т	218
Об'єм кузова, м ³	129
Радіус розвороту, м	16,3
Габаритні розміри:	
- довжина, мм	12862
- ширина, мм	7680
- висота, мм	6494
Повна експлуатаційна маса, т	384

4.2 Розрахунки транспортного устаткування

Для безперебійної роботи фронтальних навантажувачів по м'яким, скельним породам розкриву та корисній копалині необхідно визначити продуктивність автосамоскидів та їх кількість [27].

Маса породи в ковші [28]:

$$q_k = Q_k * K_n / K_p * \rho, \text{ т}$$

Де Q_k – ємність ковша навантажувача, м³;

K_n та K_p – коефіцієнт наповнення ковша та коефіцієнт розпушення;

ρ – щільність породи, т/м³;

$$q_{k.m} = 19,1 * 0,92 / 1,35 * 2 = 26 \text{ (т)}$$

$$q_{k.ck} = 19,1 * 0,82 / 1,57 * 3 = 29,9 \text{ (т)}$$

$$q_{k.kk} = 19,1 * 0,8 / 1,6 * 3,2 = 30,5 \text{ (т)}$$

Кількість ковшів для завантаження по вантажопідйомності автосамоскидів:

$$n_k = G_{ав} / q_k, \text{ од.}$$

$G_{ав}$ – вантажопідйомність самоскида, т.

$$n_{k.m} = 218 / 26 = 8 \text{ (од.)}$$

$$n_{k.ck} = 218 / 29,9 = 7 \text{ (од.)}$$

$$n_{\text{к.кк}} = 218/30,5 = 7 \text{ (од.)}$$

Кількість ковшів для завантаження по об'єму автосамоскидів:

$$n_{\text{к}} = V_{\text{ав}}/V_{\text{п.к.}}, \text{ од}$$

Де $V_{\text{п.к.}}$ – об'єм породи в ковші, м^3 ;

$$V_{\text{п.к.}} = Q_{\text{к}} * K_{\text{н}}/K_{\text{р}} * K_{\text{з.р.}}, \text{ м}^3$$

Де $K_{\text{з.р.}}$ – коефіцієнт зміни розпученості породи, $K_{\text{з.р.}} = 0,9$.

$$V_{\text{п.к.м}} = 19,1 * 0,92/1,35 * 0,9 = 11,7 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$V_{\text{п.к.ск}} = 19,1 * 0,82/1,57 * 0,9 = 9 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$V_{\text{п.к.кк}} = 19,1 * 0,8/1,6 * 0,9 = 8,6 \text{ (м}^3\text{)}$$

$$n_{\text{к.м}} = 129/11,7 = 11 \text{ (од.)}$$

$$n_{\text{к.ск}} = 129/9 = 14 \text{ (од.)}$$

$$n_{\text{к.кк}} = 129/8,6 = 15 \text{ (од.)}$$

З розрахунків по вантажопідйомності та геометричного об'єму кузова автосамоскида, робимо висновок, що необхідна кількість ковшів фронтального навантажувача САТ 994К для повного завантаження автосамоскида САТ 793D становить: для м'яких порід розкриття – 8 од.; для скельних порід розкриття – 7 од.; для корисної копалини – 7 од.

Фактична вантажопідйомність автосамоскиду:

$$G_{\text{ав.ф}} = n_{\text{к}} * q_{\text{к}}, \text{ Т}$$

$$G_{\text{ав.ф.м}} = 8 * 26 = 208 \text{ (Т)}$$

$$G_{\text{ав.ф.ск}} = 7 * 29,9 = 209,3 \text{ (Т)}$$

$$G_{\text{ав.ф.кк}} = 7 * 30,5 = 215,6 \text{ (Т)}$$

Визначаємо час рейсу автосамоскида:

$$T = t_{\text{р}} + t_{\text{з}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{м}}, \text{ ГОД.}$$

Де $t_{\text{р}}$ – час руху:

$$t_{\text{р}} = (t_{\text{р.в}} + t_{\text{р.п}}) * k_{\text{р.г}}, \text{ ХВ.}$$

$t_{\text{р.в}}$ – час руху з вантажем:

$$t_{\text{р.в}} = 60L_{\text{Т}}/v_{\text{в}}, \text{ ХВ.}$$

$t_{p,п}$ – час руху порожнім:

$$t_{p,п} = 60L_T/v_{п}, \text{ хв.}$$

Де $k_{p,г}$ – коефіцієнт, що враховує розгін та гальмування, $k_{p,г} = 1,1$;

L_T – відстань транспортування гірничої маси, км;

v_B – швидкість автомобіля з вантажем 25-30 км/год.

$v_{п}$ – швидкість автомобіля порожнім 30-40 км/год;

$$t_{p,B} = 60 * 4,2/30 = 8,4 \text{ (хв.)}$$

$$t_{p,п} = 60 * 4,2/40 = 6,3 \text{ (хв.)}$$

$$t_p = (8,4 + 6,3) * 1,1 = 16,2 \text{ (хв.)}$$

t_3 – час завантаження автосамоскида:

$$t_3 = n_K * T/60, \text{ хв.}$$

T – час циклу роботи навантажувача, с;

$$t_{3,м} = 8 * 30,3/60 = 4 \text{ (хв.)}$$

$$t_{3,СК} = 7 * 37,3/60 = 4,35 \text{ (хв.)}$$

$$t_{3,КК} = 7 * 38,3/60 = 4,46 \text{ (хв.)}$$

$t_{роз}$ – час розвантаження, $t_{роз} = 2$ хв.;

t_M – час маневрів при подачі автосамоскиду по тупиковій схемі, $t_M = 1,2$ хв.

$$T_M = 16,2 + 4 + 2 + 1,2 = 23,4 \text{ (хв.) або } 0,39 \text{ (год)}$$

$$T_{СК} = 16,2 + 4,35 + 2 + 1,2 = 23,8 \text{ (хв.) або } 0,4 \text{ (год)}$$

$$T_{КК} = 16,2 + 4,46 + 2 + 1,2 = 23,9 \text{ (хв.) або } 0,44 \text{ (год)}$$

Продуктивність роботи автосамоскиду протягом зміни:

$$П_{a,зМ} = G_{ав.ф} * \frac{T_{зМ}}{T} * k_{вик}, \text{ Т/зМ}$$

$k_{вик}$ – коефіцієнт використання автосамоскиду на протязі зміни, $k_{вик} = 0,7$.

$$П_{a,зМ,м} = 208 * \frac{12}{0,39} * 0,7 = 4480 \text{ (Т/зМ)}$$

$$П_{a,зМ,СК} = 209,3 * \frac{12}{0,4} * 0,7 = 4395 \text{ (Т/зМ)}$$

$$П_{a,зМ,КК} = 215,6 * \frac{12}{0,4} * 0,7 = 4528 \text{ (Т/зМ)}$$

Необхідна кількість автомобілів для безперебійного обслуговування екскаваторів:

$$N_{ав} = \Pi_{н.зм} * \rho / \Pi_{а.зм}, \text{ од.}$$

$$N_{ав.м} = 12031 * 2 / 4480 = 5 \text{ (од.)}$$

$$N_{ав.м} = 4609,4 * 3 / 4395 = 3 \text{ (од.)}$$

$$N_{ав.м} = 4028,9 * 3,2 / 4528 = 3 \text{ (од.)}$$

Для забезпечення вантажообігу кар'єру:

$$\Sigma N_{ав} = k_{н.р} * (N_{н.} * N_{ав}), \text{ од.}$$

$k_{н.р}$ – коефіцієнт нерівномірності роботи, $k_{н.р} = 1,2$;

$$\Sigma N_{ав.м} = 1,2 * (1 * 5) = 6 \text{ (од.)}$$

$$\Sigma N_{ав.ск} = 1,2 * (1 * 3) = 4 \text{ (од.)}$$

$$\Sigma N_{ав.кк} = 1,2 * (2 * 3) = 7 \text{ (од.)}$$

Інвентарний парк автосамоскидів:

$$N_{інв.ав} = \Sigma N_{ав} / K_{тех.гот}, \text{ од.}$$

$K_{тех.гот}$ – коефіцієнт технічної готовності, $K_{тех.гот} = 0,95$.

$$N_{інв.ав.м} = 12 / 0,95 = 7 \text{ (од.)}$$

$$N_{інв.ав.ск} = 7 / 0,95 = 5 \text{ (од.)}$$

$$N_{інв.ав.кк} = 7 / 0,95 = 8 \text{ (од.)}$$

Таблиця 4.2

Порівняльна характеристика роботи автосамоскидів САТ 793D по першому та другому варіанті відпрацювання розкривних порід

Показники	Типи порід		
	М'які	Скельні	КК
Кількість ковшів для завантаження, од.	7	5	8
Час завантаження автосамоскида, хв.	4	4,35	4,46
Час рейсу автосамоскида, хв.	23,4	23,8	23,9
Продуктивність автосамоскида за зміну, т/зм	4480	4395	4528
Необхідна кількість автосамоскидів, од.	13	8	8

Отже, для безперебійної роботи кар'єру по розкривним роботам необхідно: для м'яких порід розкриву – 13 од.; для скельних порід розкриву – 8 од.; для корисних копалин – 8 од. автосамоскидів типу САТ 793D.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Промислова санітарія

Робота практично усіх машин і механізмів, що становлять технологічний комплекс кар'єрів, супроводжується виділенням шкідливих домішок. При досить активному природному повітрообміні між процесами вступу і винесення встановлюється динамічна рівновага, завдяки чому середній зміст шкідливих домішок в атмосфері кар'єру велику частину часу не перевищує гранично допустимих концентрацій.

У місцях виділення газів і пилу повинні застосовуватися заходи по боротьбі з пилом і газами, розроблені в установленому порядку. У випадках, коли вживані засоби не забезпечують необхідного зниження концентрації шкідливих домішок, повинна здійснюватися герметизація кабін екскаваторів, бурових верстатів, автомобілів і іншого устаткування з подачею в них очищеного повітря і створенням надмірного тиску. На робочих місцях, де концентрація пилу перевищує встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК), обслуговуючий персонал має бути забезпечений індивідуальними засобами захисту органів дихання.

Для зниження пилоутворення при екскавації гірської маси в теплі періоди року необхідно проводити систематичне зрошування підірваної гірської маси водою (розчинами змочуючих речовин).

Для зниження пилоутворення на автомобільних дорогах при плюсовій температурі повітря повинне проводитися поливання доріг водою із застосуванням при необхідності єднальних добавок.

При інтенсивному здуванні пилу з голих поверхонь в розрізі і на відвалі необхідно здійснювати заходи по запобіганню пилоутворення (єднальні розчини, озеленення та ін.).

Якщо робота автомобілів, бульдозерів, тракторів і інших машин з двигунами внутрішнього згорання супроводжується утворенням концентрацій отруйних домішок вихлопних газів в робочій зоні, що перевищують ГДК, то мають бути передбачені заходи по їх зниженню до безпечних концентрацій. Технічне обслуговування і ремонт гірських машин з дизельним двигуном повинні виконуватися відповідно до порядку організації і ведення контролю за забезпеченням безпечних рівнів викидів газів гірських машин, що відпрацювали, з дизельним приводом на відкритих гірських роботах або повинні застосовуватися способи нейтралізації вихлопних газів.

Організація повинна проводити систематичний контроль за змістом шкідливих домішок у вихлопних газах.

При виділенні отруйних газів з дренажних вод на територію розрізу повинні здійснюватися заходи, води, що скорочують або повністю усувають фільтрацію, через укуси уступів об'єкту.

При виявленні на робочих місцях шкідливих газів в концентраціях, що перевищують допустимі величини, роботу необхідно припинити і вивести людей з небезпечної зони.

5.2 Основні правила техніки безпеки

5.2.1 По навантаженню гірничої маси

При вантаженні гірської маси в автомобілі екскаваторами повинні виконуватися наступні умови:

- очікуючий вантаження автомобіль повинен знаходитися за межами радіусу дії екскаватора і ставати під вантаження тільки після дозволяючого сигналу машиніста екскаватора;
- автомобіль, що знаходиться під вантаженням, має бути в межах видимості машиніста екскаватора;

- автомобіль, що знаходиться під вантаженням, має бути загальмований;
- вантаження в кузов автомобіля повинне робитися тільки ззаду або збоку, перенесення екскаваторного ковша над кабіною автомобіля забороняється;
- висота падіння вантажу має бути мінімально можливою і в усіх випадках не перевищувати 3 м;
- навантажений автомобіль може слідувати до пункту розвантаження тільки після дозволяючого сигналу машиніста екскаватора.

Не допускається одностороннє або надгабаритне завантаження, а також що перевищує встановлену вантажопідйомність автомобіля.

5.2.2 По транспортуванню гірничої маси

Швидкість і порядок руху автомобілів, автомобільних і тракторних потягів на дорогах кар'єру встановлюються технічним керівником організації і автотранспортного підприємства з урахуванням місцевих умов.

Буксирування несправних автосамоскидів вантажопідйомністю 15 т і більше повинна здійснюватися спеціальними тягачами. Забороняється залишати на проїжджій частині дороги несправні автосамоскиди.

Допускається короткочасне залишення автосамоскида на проїжджій частині дороги у разі його аварійного виходу з ладу при обгороджуванні автомобіля з двох сторін попереджувальними знаками відповідно до діючих правил дорожнього руху.

Рух на технологічних дорогах повинен регулюватися дорожніми знаками, передбаченими діючими правилами дорожнього руху.

При випуску на лінію і поверненні в гараж водіями і посадовцями повинен забезпечуватися передрейсовий і післярейсовий контроль технічного стану автотранспортних засобів в порядку і в об'ємах, затверджених технічним керівником організації.

При роботі на лінії забороняються:

- рух автомобіля з піднятим кузовом;
- ремонт і розвантаження під ЛЕП;
- у пунктах вантаження рух заднім ходом більше 30 м (за винятком робіт по проведенню траншей);
- переїзд кабелів, укладених по ґрунту і не захищених спеціальними запобіжними пристроями;
- перевезення сторонніх людей в кабіні без дозволу адміністрації;
- вихід з кабіни автомобіля до повного підйому або опускання кузова;
- зупинка автомобіля на ухилі і підйомі;
- рух уздовж залізничних колій на відстані менше 5 м від найближчої рейки;
- експлуатація автомобіля з несправним пусковим пристроєм двигуна.

У разі зупинки автомобіля на підйомі або ухилі внаслідок технічної несправності водій зобов'язаний вжити заходи, що виключають мимовільний рух автомобіля.

У усіх випадках при русі автомобіля заднім ходом повинен подаватися звуковий сигнал.

5.2.3 По роботах на відвалах

Проїзні дороги повинні розташовуватися за межами кордонів скочування кусків породи з відвалів. На відвалах повинні вивішуватися попереджувальні написи про небезпеку знаходження людей на укосах відвалів.

Автомобілі повинні розвантажуватися в місцях передбачених паспортом, за можливої призмою обвалення породи. Під'їзд заднім ходом дозволяється тільки перпендикулярно до бровки.

На бульдозерних відвалах майданчик повинен мати поперечний ухил не менше 3 у напрямку від бровки укусу в глибину відвалу. По всій протяжності бровки слід мати породну відсипання (запобіжний вал, стінку)

висотою не менше 0,7 м для автосамоскидів вантажопідйомністю до 10 т, і не менше 1 м при вантажопідйомності більше 10 т.

При плануванні відвалу бульдозером під'їзд його до бровки укусу дозволяється тільки ножем уперед. Подавати заднім ходом бульдозер до бровки забороняється. Поза призмою обвалення допускається переміщення уздовж запобіжного валу.

Забороняється робити розвантаження автосамоскидів на відвалі при появі тріщин і просідань на поверхні розвантажувального майданчика (про це водій повинен негайно повідомити начальнику зміни кар'єра).

Забороняється одночасна робота в одному секторі бульдозера і автосамоскидів з екскаватором (на нижче лежачому горизонті, ярусі).

Відстань між стоять на розвантаженні і проїжджаючими транспортними засобами повинно бути не менше 5 м.

Забороняється: пристрій контактної мережі на естакаді; знаходження людей і виробництво яких або робіт на розвантажувальному майданчику в робочій зоні автосамоскида і бульдозера. У всіх випадках люди повинні знаходитися від механізмів не ближче 5 м.

5.2.4 По виконанню допоміжних робіт

Основні технологічні процеси відкритих гірських робіт тісно взаємозв'язані з допоміжними роботами, до яких відносяться: зачистка покрівлі корисної копалини, зачистка забоїв, зачистка і планування автодоріг, пристрій з'їздів. Для механізації цих робіт використовується бульдозер.

На кар'єрі ведеться боротьба з пилоутворенням, сніговими заметами і ожеледдю. У зимовий час розчищення автодоріг, майданчиків уступу і забою від снігових заметів ведеться також бульдозером. При утворенні ожеледі в кар'єрі робиться посипання автодоріг піском. Перевезення запасних частин і господарських вантажів для кар'єру здійснюється на вантажному автотранспорті, робітники доставляються в кар'єр на автобусі. До допоміжних робіт відноситься також і водовідлив.

Для запобігання скупченню поверхневих вод у виробленому просторі кар'єру, дно кар'єру має невеликий ухил. Для запобігання забрудненню водоносного горизонту, дна кар'єру, що залягає нижче, заходами з довкілля охорони передбачено недопущення зливу і витоків паливно-мастильних матеріалів, а також скидання у вироблений простір кар'єру побутових відходів.

5.3 Охорона навколишнього середовища й раціональне природо-використання

5.3.1 Форма захисту навколишнього середовища від дії шкідливих промислових викидів

Захист навколишнього середовища – це комплексна проблема, що вимагає зусиль учених багатьох спеціальностей. Найбільш активною формою захисту навколишнього середовища від шкідливої дії викидів промислових підприємств є повний перехід до безвідходних і маловідхідних технологій і виробництв. Це зажадає рішення цілого комплексу складних технологічних, конструкторських і організаційних завдань, заснованих на використанні новітніх науково-технічних досягнень. Важливими напрямками екологізації промислового виробництва слід вважати: вдосконалення технологічних процесів і розробку нового устаткування з меншим рівнем викидів домішок і відходів в навколишнє середовище, екологічну експертизу всіх видів виробництва і промислової продукції, заміну токсичних відходів на нетоксичних, заміну неутилізованих відходів на утилізованих, широке застосування додаткових методів і засобів захисту навколишнього середовища.

Як додаткові засоби захисту застосовують: апарати і системи для очищення газових викидів, стічних вод від домішок, глушники шуму при скиданні газів в атмосферу, віброізолятори технологічного устаткування, екрани для захисту від ЕМП. Ці засоби захисту постійно удосконалюються і

широко упроваджуються в технологічні і експлуатаційні цикли у всіх галузях народного господарства.

Додаткові засоби захисту навколишнього середовища застосовують на транспорті і пересувних енергоустановках. Це – глушники, сажоуловлювачі, нейтралізатори відпрацьованих газів ДВС, глушники шуму компресорних установок і ГТДУ, віброізолятори рейкового транспорту і т. д.

5.3.2 Раціональне природо-використання на відкритих гірничих роботах

Під впливом відкритих розробок відбувається повне або часткове знищення первинної рослинності, ґрунтів, різке порушення біологічної продуктивності екосистем. Нові біоценози, як правило, є одноманітними та випадковими за складом видів, примітивними за структурою, малостійкими і часто не здатними до самовідтворення. Часто нові екотопи освоюються організмами не на ґрунті, а на специфічному мінеральному субстраті.

Також відкриті розробки викликають значні зміни гідрологічного режиму території. Самі кар'єри витрачають величезну кількість води, з чим пов'язане всихання та виснаження ґрунтових вод у районах діючих кар'єрів, причому зміни охоплюють території, які приблизно у 25 разів більші, ніж сам кар'єр. Навпаки, в рівнинних районах часто виникає локальне заболочування території, яке посилюється порушенням природного стоку акумулятивними формами неорельєфу. І нарешті, для регіонів відкритих кар'єрних розробок характерним є забруднення природного середовища, тобто атмосферного повітря, вод, ґрунтово-рослинного покриву продуктами вивітрювання глибинних порід, а також промисловими викидами, газами внаслідок пожеж на відвалах і териконах.

6.3.3 Комплекс робіт з рекультивації порушених земель

Рекультивація земель - один з ефективних заходів у вирішенні питань раціонального використання земельних ресурсів і проблеми охорони природи в цілому. Рекультивації підлягають усі землі, що зазнають змін у рельєфі, ґрунтовому покриві, материнських та підстильних породах, які відбуваються

або вже відбулися у процесі гірничих, будівельних, гідротехнічних, геологорозвідувальних та інших робіт.

Основне завдання рекультивації полягає у тому, щоб довести порушені землі до стану, придатного для їх використання у сільському, лісовому, рибному господарствах, для промислового та комунального будівництва, створення тепличних господарств і зон відпочинку, тобто за призначенням.

Об'єкти рекультивації дуже різноманітні - відвали та кар'єрні виїмки відкритих розробок, різних розрізів та рудників із самими різноманітними системами відвалоутворення; території, які були порушені при підземному видобуванні корисних копалин; відвали золи та лінійні порушення поверхні при будівництві трубопроводів, доріг та інших комунікацій. Роботи з рекультивації порушених земель здійснюються у декілька послідовних етапів.

Підготовчий етап включає дослідження і типізацію порушених територій, вивчення специфіки умов на землях, що підлягають рекультивації.

Гірничотехнічна рекультивація (інженерна підготовка території до різних видів подальшої рекультивації) здійснюється після повної підготовки території, що підлягає рекультивації.

Біологічна рекультивація та перехід до цільового використання рекультивованих територій. Роботи на цьому етапі спрямовані на остаточне відновлення родючості та біологічної продуктивності порушених земель, створення сільськогосподарських та лісогосподарських угідь тощо.

ВИСНОВКИ

Розроблено методику розрахунку продуктивності фронтального навантажувача в залежності від щільності гірничої маси, яка дозволяє визначити ефективне застосування навантажувачів в умовах залізородних кар'єрів на прикладі навантажувачів фірми Caterpillar.

Встановлено залежність робочого циклу навантажувачів від щільності гірничої маси: зі збільшенням щільності збільшується час черпання. В свою чергу через збільшення щільності зменшується ефективність використання робочого обладнання (ковша).

Визначена необхідна кількість технічного обладнання при вийманні різних типів порід безпосередньо в умовах «Єрестівського» ГЗК. Встановлено, що чим більша щільність порід, які виймаються, тим пропорційно менша ефективність використання фронтальних навантажувачів під час відпрацювання уступів.

Встановлено, що при відпрацюванні порід різної щільності, а саме м'яких порід розкриву та корисних копалин, кількість виймального обладнання збільшується від 2 до 3 разів відповідно для САТ 994К та САТ 990К. При цьому об'єм порід, що виймаються зменшується з 4120500 м³ до 2507000 м³ (різниця становить 65%). Отже, в свою чергу раціональне використання фронтального навантажувача в якості виймально-навантажувального обладнання призведе до покращення техніко-економічних показників та зменшить собівартість видобутку корисних копалин.

Встановлено, що запропоновані рішення при розробці порід розкриву в кар'єрі Єрестівського ГЗКа з використанням фронтальних навантажувачів САТ 990К дозволяють досягти економічного ефекту у 429,65 тис. грн./міс.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом», 2010. с.
2. Луценко С.О. Визначення режиму гірничих робіт при змінних параметрах і інтенсивності відпрацювання ділянок залізородного кар'єру. Кривий Ріг. 2008. – 15 с.
3. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту спеціаліста за фахом 7.090301 Розробка родовищ корисних копалин, спеціалізація 7.090301.03 Відкриті гірничі роботи / Уклад.: І.Л. Гуменик, Г.Я. Корсунський, Г.Д. Пчолкін. – Д.: НГУ, 2007. – 12 с.
4. Репин Н.Я., Репин Л.Н. Р41 Выемочно-погрузочные работы: Учеб. пособие. — 2-е изд., стер. —М.: Издательство «Горная книга», 2012. — 267с.: ил. (ПРОЦЕССЫ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ).
5. Логинов, Е.В. Управление эксплуатационным коэффициентом вскрыши при использовании гидравлических экскаваторов типа обратная лопата в углубочных системах разработки. Дис. на соискание к.т.н.: Санкт-Петербург –2018, 123с.
6. Siddiqui F.I., Ali S.M. and Behan M.Y., (2009). Measurement of Size Distribution of Blasted Rock Using Digital Image Processing. JKAU: Eng. Sci., Vol. 20 No. 2, pp: 81-93.
7. Faramarzi, F., Mansouri, H. and Ebrahimi Farsangi, M.A. (2013): A rock engineering systems based model to predict rock fragmentation by blasting, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, 60, pp.82-94.
8. Cottee, S. (2001): Impact of fragmentation on truck and loader productivity, The University of Queensland, B.Sc Thesis, pp. 61
9. Doktan M., (2001), Impact of Blast Fragmentation on Truck Shovel Fleet Performance. 17th International Mining Congress and Exhibition of Turkey IMCET2001. Pp. 375-379

10. Bhanwar S. C., (2013). Firing Patterns and Its Effect on Muckpile Shape Parameters and Fragmentation in Quarry Blasts. *International Journal of Research in Engineering and Technology*
11. Singh, S.P. and Narendrula, R., (2006). Factors Affecting the Productivity of Loaders in Surface Mines. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 20 (1):20-32.
12. Sang H.C. and Katsuhiko K. (2004). Rock Fragmentation Control in Blasting. The Mining and Materials Processing Institute of Japan
13. McGill, M. and Freadrich, J., (1994). The Effect of Fragmentation on Loader Productivity. *Proc. of 5th State of the Art Seminar on Blasting Technology, Instrumentation and Explosives Application*, pp.713- 724.
14. Frimpong, M., Kabongo, K., Davies, C., (1996). Diggability in a Measure of Dragline Effectiveness and Productivity. *Proc. of 22nd Annual Conf. On Explosives and Blasting Techniques*, pp.95-104.
15. Michaud, P.R. and Blanchet, J.Y., (1996). Establishing a quantitative relation between post blast fragmentation and mine productivity: a case study. *Proc. of 5th Int. Symp. on Rock Fragmentation by Blasting*, pp.386-396.
16. Mehmet S. and Paul J. A. (2007). Effect of Blasted Rock Particle Size on Excavation Machine Loading Performance. *20th International Mining Congress and Exhibition of Turkey*. pp. 121-126
17. Neilson, K., (1987). Model studies of loading capacity as a function of fragmentation from blasting. *Proc. of 3rd Mini-Symp. on Explosives and Blasting Research*, pp.71-80.
18. Chung, S.H., Lee, N.H. and Hunter, C.J., (1991). A blast design analysis for optimizing productivity at INCO Ltd's Thompson Open Pit. *Proc. of 17th Conf. On Explosives and Blasting Techniques*, pp.119-127.
19. Higgins, M., BoBo, T., Girdner, K., Kemeny, J. and Seppala, V.,(1999). "Integrated Software Tools and Methodology for Optimization of Blast Fragmentation", *Proceedings of the Twenty- Fifth Annual Conference on*

Explosives and Blasting Technique, Nashville, Tennessee, USA, Volume II, pp. 355-368.

20. Franklin, J. A., Maerz, N.H., Rothenburg, L. and Coursen, D.L. (1987). Measurement of rock fragmentation by digital photo analysis, 5 th Int. Congr. Int. Soc. Rock Mech, pp: 687-692.

21. <https://zeppelin.ua/>

22. Петренко В.В. Методичні рекомендації для студентів спеціальності 5.05030101 Відкрита розробка корисних копалин. Політехнічний коледж Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського. – 49 с.

23. План розвитку гірничих робіт на 2020 р. "Будівництво гірничо-збагачувального комбінату на базі Єристовського родовища. Корегування гірничо-транспортної частини проєкту". ТОВ «Науково-виробниче підприємство» – Кривий Ріг. 2020. – 52 с.

24. Рабочий проект „Вскрытие Еристовского месторождения для поддержания мощности комбината” (№ 04-41-РП-ОПЗ.К), выполненному ООО „Южгипроруда”. – 113 с.

25. «Методика определения потребности и стоимости дизельного топлива при выполнении погрузочно-транспортных работ в карьере», В. В. Бирюков, В. Н. Тарасов, И. В. Бояркина

26. Програма і методичні вказівки з виконання економічної частини дипломного проєкту для студентів спеціальності 7.090305 "Відкриті гірничі роботи" /Укл. В.І. Прокопенко, Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, А.Ю. Череп, Т.М. Мормуль. Дніпропетровськ, Національний гірничий університет, 2016. – 19 с.

27. Транспорт на гірничих підприємствах : підручник / за ред. М. Я. Біліченка. – 3-е вид. – Дніпропетровськ : НГУ, 2005. – 636 с.

28. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Технология и комплексная механизация. –М.: Недра. 1985 – 549 с.

29. Дипломна робота магістра. Методичні рекомендації для студентів спеціальності 184 «Гірництво» освітньо-професійної програми «Відкрита

розробка родовищ» / Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, О.В. Ложніков; М-во освіти і науки України, НТУ «Дніпровська політехніка». – Д.: НГУ, 2021. – 31 с.

Відгук керівника на дипломний проект магістра

на тему: «Встановлення впливу насипної густини гірничої маси залізородного кар'єру на продуктивність колісних навантажувачів»
студента грипи 184-21м-7 ІІІ Вороного М.В.

Дипломна робота виконана на кафедрі відкритих гірничих робіт.

Розкривні роботи в умовах розробки глибоких родовищ – є пріоритетним напрямком. Формування забоїв по розкривним роботам та їх продуктивність впливає на подальшу розробку глибоких горизонтів. Визначення параметрів і технології розкривних робіт в умовах кар'єру Єривського ГЗК мають **актуальне значення**.

В роботі встановлено залежність продуктивності фронтального навантажувача від насипної густини гірничої маси на залізородному родовищі. Проект технології розкривних робіт розроблений відповідно до умов проектування. Здійснено огляд гірничо-геологічних умов, надані пропозиції для вирішення питання технологічного розділу, наведені умови щодо безпечної експлуатації ділянок по породам розкриву, виконаний економічний аналіз запропонованих рішень.

Ступінь обґрунтованості отриманих результатів та висновків підтверджується виконаними розрахунками. Достовірність отриманих даних запропонованих технологічних схем відповідають сучасному рівню виробництва.

Робота є завершеною і відповідає встановленим вимогам, студент *Вороний М.В.* заслуговує отримати ступінь «магістр».

Керівник кваліфікаційної роботи,

Професор кафедри ВГР

(підпис)

Ложніков О.В.

