

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій


Факультет «Транспортна інженерія»

Кафедра «Прикладна механіка та матеріалознавство»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: **Порівняльний аналіз продуктивності колісних навантажувачів**
за освітньою програмою **«Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання»**
зі спеціальності: 133 Галузеве машинобудування

Виконав: студент групи: ПМ2321


(підпис)


/ Олександр СОЛОМЕННИЙ /

Керівник:


(підпис)

/ Володимир ЧЕРКУДІНОВ /

Нормоконтролер:


(підпис)

/ Олександр ПОСМІТЮХА /

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро -- 2025

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Faculty of Transport Engineering

Department of Applied Mechanics and Materials Science

Explanatory Note
to Master's Thesis

on the topic:

Comparative analysis of wheel loader performance

according to educational curriculum «Lifting and transport, road, construction,
reclamation machines and equipment»

in the Speciality: 133 Industrial mechanical engineering

Done by the student of the group: ПІМ2321

Scientific Supervisor:

Normative controller :



/ Oleksandr SOLOMENNYI /

/ Volodymyr CHERKUDINOV /
(position, name, surname)

/ Oleksandr POSMITIUKHA /
(position, name, surname)

Dnipro – 2025

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Транспортна інженерія
Кафедра: Прикладна механіка та матеріалознавство
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
Освітня програма: Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні,
меліоративні машини і обладнання
Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

Сергій РАКША

(підпис)

Дата _____

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу _____ на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
студенту Олександр Соломенному

1. Тема роботи: **Порівняльний аналіз продуктивності колісних навантажувачів**

Керівник роботи: Черкудінов Володимир Едуардович, старший викладач

затверджені наказом від "27" 10 20 23 р. № 1041ст

2. Строк подання студентом роботи: 10.01.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технічні характеристики навантажувачів CAT 994K, CAT 990K, CAT 992K.

Умови використання машини – природно-кліматична зона України.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати): Вступ.

1. Огляд аналогів. 2. Розрахунок продуктивності колісних навантажувачів.

3. Обґрунтування вибору фронтального навантажувача. 4. Питання охорони праці

5. Перелік демонстраційного матеріалу: Загальний вигляд навантажувачів. Огляд технічних рішень-аналогів. Результати розрахунку продуктивності.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ.	06.09.2024	<i>век</i>
2	Огляд аналогів	24.09.2024	<i>век</i>
3	Розрахунок продуктивності колісних навантажувачів	20.10.2024	<i>век</i>
4	Обґрунтування вибору фронтального навантажувача	10.11.2024	<i>век</i>
5	Охорона праці	25.11.2024	<i>век</i>
6	Презентація	01.01.2025	<i>век</i>

Студент


(підпис)

Олександр СОЛОМЕННИЙ

Керівник роботи


(підпис)

Володимир ЧЕРКУДИНОВ

РЕФЕРАТ

Кількість томів: 1

В записці всього 61 сторінки

Найменування роботи: «Порівняльний аналіз продуктивності колісних навантажувачів».

Ілюстрації: схем 1, рисунків 8

графіків 4, фотографій 0

таблиць 4.

Ключові слова: навантажувач, самоскид, кар'єр, продуктивність.

Текст реферату: Дослідження стосується визначення залежності продуктивності фронтальних навантажувачів від щільності гірничої маси на залізорудному родовищі. Суть роботи полягає у створенні методики для розрахунку часу робочого циклу навантажувача та його продуктивності залежно від щільності оброблюваного матеріалу.

Застосовані аналітичні та розрахункові методи, щоб оцінити тривалість обробки матеріалу різної щільності.

Розроблено методику, яка дозволяє встановити тривалість робочого циклу навантажувача та його продуктивність при роботі з різними типами гірничої маси. Виявлено ефективні параметри роботи для фронтальних навантажувачів в залежності від щільності гірничої породи. Встановлено взаємозв'язок між щільністю матеріалу, коефіцієнтами наповнення та розпушення, що прямо впливає на продуктивність навантажувача.

Міністерство освіти і науки України

Український державний університет науки і технологій

Відгук керівника

кваліфікаційної роботи магістр
(ступінь вищої освіти)

Студент групи ПМ2321 Соломкнний Олександр Сергійович
(шифр групи) (Прізвище, Ім'я, По батькові)

Тема випускної роботи: Порівняльний аналіз продуктивності колісних навантажувачів

1. Якісні відмінності кваліфікаційної роботи: Розроблено методикку, яка дозволяє встановити тривалість робочого циклу навантажувача та його продуктивність при роботі з різними типами гірничої маси.

2. Зауваження: В подальшому було б доцільно більш докладно дослідити питання сотійкості колісних навантажувачів.

3. Висновок щодо дотримання академічної доброчесності _____
На основі проведеного дослідження на плагіат виявлено, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Комплексна оцінка кваліфікаційної роботи: Вважаю, що робота заслуговує на позитивну оцінку, а студент Соломенний О. С. на присвоєння звання магістр за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування

Керівник: ст. викл. Володимир ЧЕРКУДІНОВ _____
(посада) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Дата: _____

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	6
1.1. Огляд літературних джерел	7
1.2. Загальні відомості про фронтальні одноковшеві навантажувачі	10
2 РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ КОЛІСНИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ	16
2.1. Обґрунтування галузі застосування фронтальних навантажувачів	16
2.2. Методика розрахунку залежності продуктивності фронтального навантажувача від щільності гірничої маси	21
3. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ФРОНТАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ РОБОТИ НАВАНТАЖУВАЧА	31
3.1. Обґрунтування вибору фронтального навантажувача	31
3.2. Аналіз технологічних схем роботи навантажувача	34
3.3. Організація гірничих робіт з виконання прийнятих технологічних рішень	41
3.4. Розрахунки транспортного устаткування	43
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	49
4.1. Промислова санітарія	49
4.2. Основні правила техніки безпеки	50
4.3. Охорона навколишнього середовища й раціональне природовикористання	54
5. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	57
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	59

					ДІП. 450000. 205. МРПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
Розроб.		<i>Соломенний</i>			<i>ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ КОЛІСНИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
Перевірив		<i>Черкудінов</i>				4	61	
Н. контр.		<i>Посмітюха</i>			<i>УДУНТ, гр. ПМ2321</i>			
Затв.		<i>Ракиа</i>						

ВСТУП

Дослідження стосується визначення залежності продуктивності фронтальних навантажувачів від щільності гірничої маси на залізорудному родовищі. Суть роботи полягає у створенні методики для розрахунку часу робочого циклу навантажувача та його продуктивності залежно від щільності оброблюваного матеріалу.

Основні етапи та результати дослідження.

Застосовані аналітичні та розрахункові методи, щоб оцінити тривалість обробки матеріалу різної щільності. Це дозволяє визначити, скільки технічного обладнання потрібно для ефективної роботи в умовах сучасного гірничого виробництва.

Розроблено методику, яка дозволяє встановити тривалість робочого циклу навантажувача та його продуктивність при роботі з різними типами гірничої маси. Виявлено ефективні параметри роботи для фронтальних навантажувачів в залежності від щільності гірничої породи. Встановлено взаємозв'язок між щільністю матеріалу, коефіцієнтами наповнення та розпушення, що прямо впливає на продуктивність навантажувача.

Досліджено залежність щільності гірничої маси на тривалість робочого циклу та продуктивність фронтального навантажувача. Розраховано кількість необхідних навантажувачів різної потужності для використання в якості виймально-навантажувального обладнання в умовах сучасного залізорудного родовища.

Ця методика дозволяє оптимізувати кількість і потужність техніки для підвищення ефективності виробничих процесів на залізорудних родовищах.

					<i>ДІТ. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Основні аспекти видобутку корисних копалин, зокрема процеси, що включають видобуток, транспортування, та складування гірничої маси, виймально-навантажувальна техніка відіграють ключову роль в ефективності видобутку при відкритих роботах.

З кожним роком зростає потреба в корисних копалинах, і для їх ефективного видобутку необхідно оптимізувати процеси розкривних робіт. Ефективність та вартість робіт визначаються коефіцієнтом розкриву — співвідношенням обсягів видобутої гірничої маси до запасів корисної копалини.

Переважно видобуток здійснюється відкритим способом, що вимагає використання різних видів виймальної техніки для зниження витрат та максимізації прибутків.

Вибір та параметри цієї техніки мають безпосередній вплив на собівартість продукції.

Основні операції включають підготовку породи до виїмки, виймально-навантажувальні роботи, транспортування та складування. Виймально-навантажувальні роботи є другим етапом після підготовки породи. Вони можуть складати від 15 до 70% загальних витрат, залежно від типу технології.

Техніка для видобутку поділяється на дві групи: виймально-навантажувальні машини (наприклад, одноковшеві екскаватори) і виймально-транспортуючі машини (наприклад, бульдозери).

Машини можуть бути циклічної та безперервної дії, де циклічні машини мають обмеження у підвищенні продуктивності через наявність послідовних елементів робочого циклу.

Для машин циклічної дії час на безпосередню виїмку породи становить лише частину загального робочого циклу, тому можливості збільшення продуктивності таких машин обмежені.

					ДІП. 450000. 205. МРПЗ	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Для досягнення максимальної ефективності видобутку, необхідно оптимально вибрати виймально-навантажувальну техніку, враховуючи її продуктивність, типорозміри та економічну доцільність, з огляду на властивості гірничої маси [4].

1.1. Огляд літературних джерел

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-підричних робіт. Авторами роботи [8] зазначено, що коли порода підривається, результуючий розмір уламків істотно впливає на всі подальші процеси, особливо навантаження і транспортування.

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
						7
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

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

					<i>ДІІТ. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
						9
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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].

1.2. Загальні відомості про фронтальні одноковшеві навантажувачі

Одноковшеві фронтальні навантажувачі належать до класу виймально-транспортуючих машин, що використовуються для розробки різноманітних порід — від сипучих і м'яких до міцних напівскельних і скельних, за умови якісного вибухового дроблення породи.

Навантажувачі відрізняються типом ходової частини (на пневмоколісному або гусеничному ході), способом розвантаження ковша (переднє, бічне або заднє розвантаження), а також типом приводу (дизельний, дизель-електричний, карбюраторний) і потужністю. На сучасних кар'єрах переважно використовують потужні пневмоколісні машини з переднім розвантаженням, яке й визначає їхню «фронтальну» назву.

Самохідні на оснащені дизельним двигуном і мають високу маневреність. Завдяки швидкості руху 30...40 км/год, вони легко переміщуються між різними забоями на уступах, що дозволяє їм обслуговувати кілька виробок одночасно.

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Швидкість пересування також сприяє ефективному транспортуванню породи на відстань до 500...700 м, включно з доставкою до дробильно-перевантажувальних пунктів або рудоспусків, виконуючи роль виймально-транспортуючих машин.

Водночас, аналогічно однокішшеvim екскаваторам, фронтальні навантажувачі часто використовують як виймально-навантажувальні машини, працюючи спільно з автомобільним транспортом. За такого способу використання потужні навантажувачі можуть успішно конкурувати з кар'єрними екскаваторами



Рис. 1.1 Фронтальний навантажувач під час відпрацювання вибою

На невеликих кар'єрах навантажувачі застосовуються в якості основного виймально-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 виймально-навантажувальних роботах в умовах обмеженого простору, де ускладнена робота екскаваторів, для роботи на перевантажувальних пунктах, складах та ін. При використанні

										Арк.
										11
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІТ. 450000. 205. МРПЗ					

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 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.

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- Статичне перекидальне 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 перекидального 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].

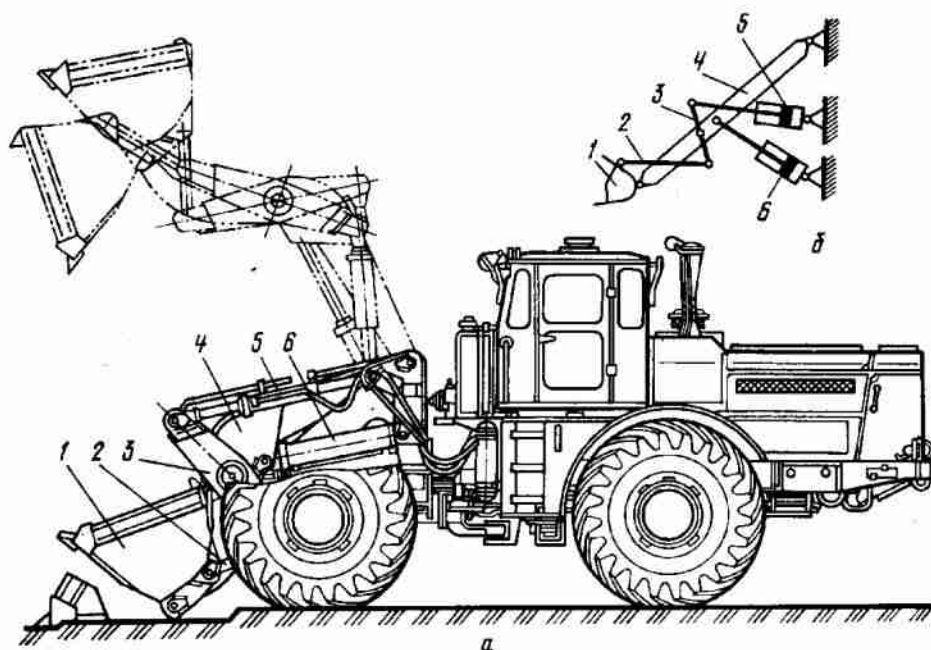


Рис. 1.2. Одноковшевий фронтальний навантажувач (а) та схема його важільно-гідролічної системи управління (б):

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

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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.

Висновки по розділу: Аналіз наукових досліджень дозволяє оцінити, як тип видобутої гірничої маси впливає на продуктивність техніки для виймання та навантаження. Оскільки ці дослідження враховують якість буро-вибухових робіт, критичним фактором ефективності видобутку є щільність гірничої маси. Щільніші породи зазвичай вимагають потужнішого вибухового впливу, що впливає на подальші операції навантаження та транспортування. Рівномірність фрагментації, досягнута завдяки оптимальним буро-вибуховим параметрам, сприяє підвищенню продуктивності навантажувачів, знижуючи зусилля на ківш і збільшуючи обсяг переміщеного матеріалу за цикл.

					<i>ДІТ. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2. РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ КОЛІСНИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ

2.1. Обґрунтування галузі застосування фронтальних навантажувачів

Останні десятиліття на кар'єрах України та інших країн найширше застосування отримали одноковшеві колісні фронтальні навантажувачі з дизельним двигуном. Їхня популярність пояснюється високою маневреністю, значно більшою в порівнянні з гусеничними аналогами. Колісні навантажувачі мають технологічні параметри, такі як вантажопідйомність, місткість ковша, зусилля черпання, власну масу та швидкість руху, що визначає тривалість робочого циклу при транспортуванні матеріалу.

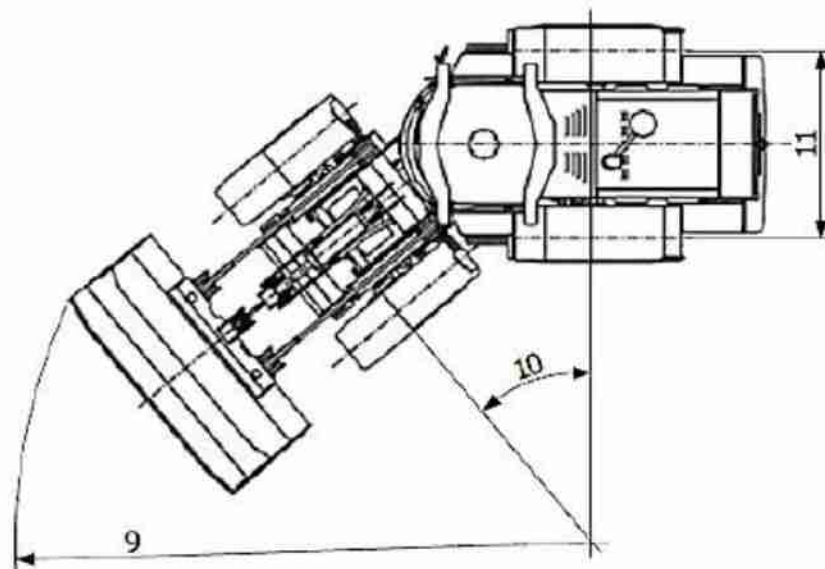


Рис. 2.1. Конструкція шарнірно-зчленованою рами навантажувача з гідравлічним розворотом

Головною характеристикою таких навантажувачів є номінальна вантажопідйомність, яка впливає на вибір місткості ковша і, відповідно, масу гірничої маси в ньому. Це значення, разом з висотою розвантаження, визначає, з якими автосамоскидами навантажувач може ефективно працювати. Збільшення

вантажопідйомності навантажувача не знижує його маневреність завдяки конструкції із шарнірно-зчленованою рамою, яка дозволяє кут повороту до 35...45°. Така конструкція, з гідравлічним розворотом передньої напіврами та приводом на всі колеса, забезпечує зменшення радіуса повороту, що є особливо зручним у забої або при розвантаженні.

Моделі одноковшових навантажувачів підбираються з урахуванням характеристик порід, обсягу робіт та технології видобутку. Для ефективної роботи з напівскельними та скельними породами необхідний підвищений рівень попереднього вибухового дроблення через нижчі зусилля черпання в порівнянні з екскаваторами, що дозволяє навантажувачам працювати з цими матеріалами на одному рівні з іншими видами видобувної техніки

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 підосви 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

									Арк.
									17
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІП. 450000. 205. МРПЗ				

підйому ковша із стрілою при одночасному поступальному русі навантажувача (рис. 2.2, в).

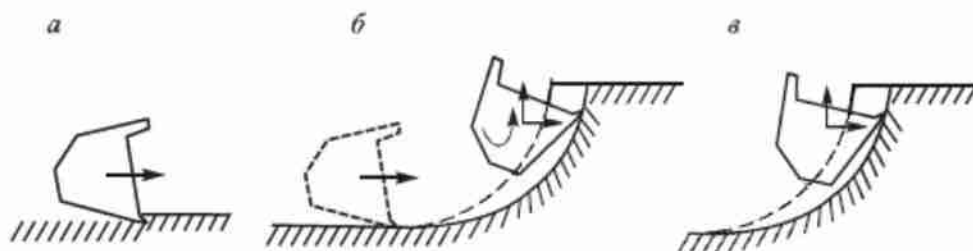


Рис. 2.2. Схеми виїмки різних за властивостями порід одноковшевим навантажувачем (стрілками вказані напрямки руху ковша)

Технологічна схема роботи навантажувачів на кар'єрі визначається особливостями технологічного процесу гірничих робіт, що застосовується на конкретному об'єкті. Якщо навантажувачі використовуються як виймально-навантажувальні машини, вони завантажують породу в автосамоскиди для подальшого транспортування, хоча можуть також працювати з думпкарами. Такі машини ефективно видаляють і переміщують гірничу масу, доставляючи її до дробильних пунктів, рудоспусків, складів або інших місць розвантаження.

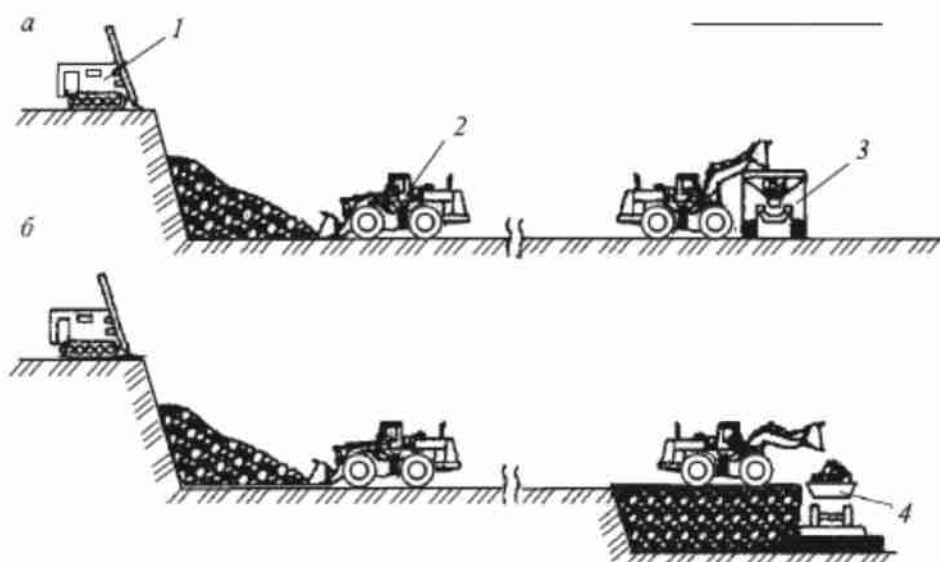


Рис. 2.3. Основні технологічні схеми роботи навантажувачів:
1 - буровий верстат; 2 - навантажувач; 3 - автосамоскид; 4 – думпкар;

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Навантажувачі здатні працювати як в комплексі з іншою технікою, так і виконувати функції самостійного транспортування, якщо відстані між забоєм і місцем розвантаження не перевищують певної межі.

При розробці породи на кар'єрі навантажувачі можуть використовувати декілька схем роботи залежно від умов забою та вимог до транспортування матеріалу, основними з них є:

1. Схема з розворотом навантажувача при під'їзді до автосамоскида — підходить для торцевих забоїв з достатньою шириною заходки. Навантажувач бере матеріал і, розвертаючись на відстані 5...7 метрів, під'їжджає до самоскида для розвантаження. Самоскид зазвичай розміщується під кутом 10...20° до укосу уступу, що скорочує відстань, яку має подолати навантажувач, тим самим підвищуючи продуктивність роботи.

2. Човникова схема руху — використовується в умовах обмеженої ширини заходки, коли автосамоскид знаходиться за навантажувачем. Після завантаження ковша навантажувач заднім ходом від'їжджає на 8...10 метрів, де самоскид також подається ближче до укосу уступу для зручного розвантаження. При цій схемі необхідна скоординована робота операторів, оскільки збільшується тривалість робочого циклу.

Ці дві основні схеми мають декілька варіантів, адаптованих для різних умов роботи та особливостей кар'єру.

Щодо використання навантажувачів для навантаження в залізничний транспорт, така практика є менш ефективною, оскільки вимагає більших відстаней переміщення та облаштування спеціальних вантажних пунктів.

Комбінований транспорт, який включає кілька видів транспорту (наприклад, навантажувачі, екскаватори, автосамоскиди) у єдиному логістичному ланцюгу, є оптимальним для кар'єрів, де потрібно гнучке транспортування матеріалу. У такому випадку навантажувачі часто замінюють інші типи техніки, забезпечуючи високу продуктивність і зменшуючи потребу в додаткових засобах транспорту.

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

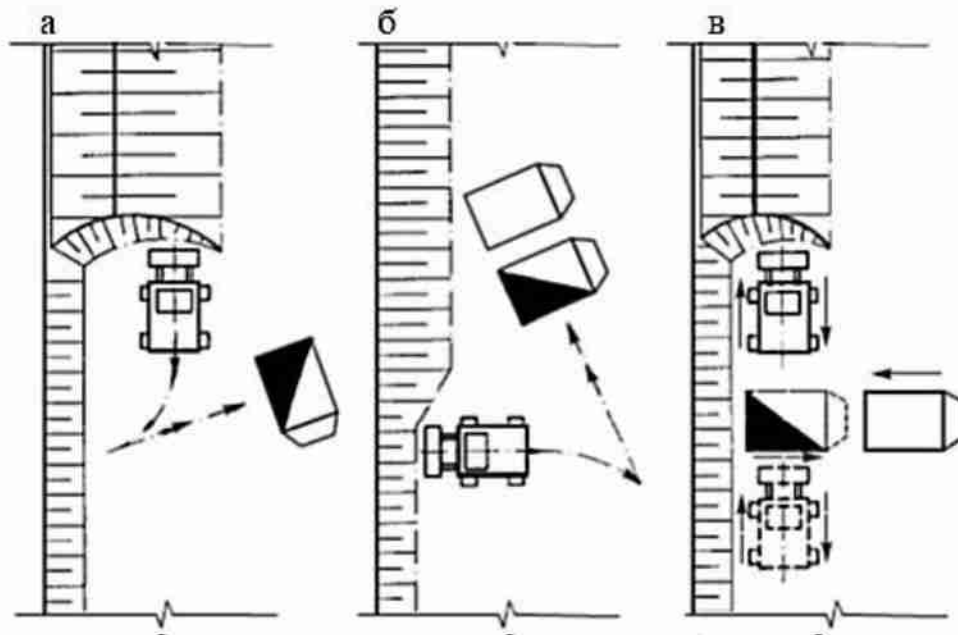


Рис. 2.4. Схеми маневрування навантажувачів і автосамоскидів при виймально-навантажувальних роботах

Навантажувачі у гірничій промисловості ефективно застосовуються як виймально-навантажувальні та виймально-транспортуючі машини, особливо у кар'єрах із комбінованим транспортом, що поєднує кілька типів транспорту.

Переваги фронтальних навантажувачів перед екскаваторами:

- 1) Висока маневреність і швидкість пересування — дозволяє швидко виконувати задачі в межах робочої зони і обслуговувати кілька забоїв.
- 2) Здатність до зміни обладнання — адаптується під різні види робіт, зокрема за допомогою змінних ковшів різної місткості.
- 3) Можливість виконувати декілька функцій — фронтальні навантажувачі ефективно працюють як виймально-навантажувальне та виймально-транспортуюче обладнання, спрощуючи логістику на кар'єрі.
- 4) Компактні розміри та низька металоємність — менші розміри при однаковій місткості ковша у порівнянні з екскаваторами, що знижує витрати на метали.

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

5) Автономність — дизельний двигун не потребує підключення до електромережі, що є перевагою під час буро-вибухових робіт, коли електрообладнання може потребувати додаткових затрат на обслуговування.

б) Можливість зниження ударних навантажень на автосамоскид — при розвантаженні породи з ковша завантаження кузова здійснюється з максимальним коефіцієнтом заповнення та з меншою кількістю ударів, що знижує знос кузова.

Недоліки:

1) Низьке напірне зусилля — фронтальні навантажувачі менш ефективні для виїмки порід, які не пройшли належного вибухового дроблення, що обмежує їх застосування на складних породах.

2) Високі витрати на обслуговування і загазованість — дизельний двигун може викликати загазованість, особливо у гірничих виробках з недостатньою вентиляцією, що підвищує вартість обслуговування техніки та знижує безпеку роботи.

Таким чином, фронтальні навантажувачі доцільно використовувати на кар'єрах із відносно м'якими чи розпушеними породами, де ефективність роботи підвищується завдяки збільшенню місткості ковша і зменшенню тривалості робочого циклу завдяки швидкому пересуванню техніки між забоєм та пунктом розвантаження.

2.2. Методика розрахунку залежності продуктивності фронтального навантажувача від щільності гірничої маси

Аналіз літературних джерел допоміг виявити важливі конструктивні особливості фронтальних навантажувачів, а також визначити ключові параметри, що впливають на їхню продуктивність у процесі виймання гірничих порід. Зокрема, основний вплив на продуктивність навантажувача має тип породи, яка підлягає обробці, а саме її щільність та фізико-механічні властивості.

На основі цього було розроблено методику для оцінки продуктивності навантажувачів з урахуванням щільності гірничої маси.

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Методика дозволяє:

1) Оцінити продуктивність навантажувача залежно від щільності породи, що дозволяє визначити кількість породи, яку можна переміщати за один цикл навантаження.

2) Встановити оптимальну кількість обладнання для відпрацювання вибоїв з різною щільністю порід, що дозволяє підвищити ефективність роботи й раціонально використовувати техніку.

Основні етапи методики включають:

- Визначення основних параметрів навантажувача (місткість ковша, час робочого циклу, транспортна відстань).

- Розрахунок продуктивності для різних значень щільності гірничої маси, враховуючи, що підвищена щільність збільшує навантаження на обладнання, що може вимагати змін у робочому циклі чи використанні змінних ковшів.

Також методика дозволяє адаптувати техніку до різних умов і забезпечити оптимальне навантаження для максимізації продуктивності, що особливо актуально для кар'єрів зі складною структурою порід.

Тривалість робочого циклу навантажувача в режимі виймально-навантажувального обладнання.

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

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

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.

Технічна продуктивність фронтального навантажувача за годину

$$Q_{\text{Т}}^{\text{Н}} = \frac{3600 q_{\text{Н}} K_{\text{Н.К}}}{t_{\text{ц}} \gamma K_{\text{р.К}}},$$

					ДІП. 450000. 205. МРПЗ	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

де q_H – вантажопідйомність фронтального навантажувача, т;

K_{HK} – коефіцієнт наповнення ковша;

γ – щільність гірничої маси, т/м³;

K_{PK} – коефіцієнт розпушення породи в ковші.

Експлуатаційна (змінна) продуктивність фронтального навантажувача:

$$Q_{зм}^H = Q_T^H T_{зм} K_B,$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год;

K_B – коефіцієнт використання навантажувача на протязі зміни.

Річна продуктивність фронтального навантажувача.

$$Q_{річ}^H = Q_{зм}^H N_{зм} N_{р,дн},$$

де $N_{зм}$ – кількість змін в робочому дні, од.;

$N_{р,дн}$ – кількість робочих днів у році, од.

Кількість інвентарного парку фронтальних навантажувачів.

$$N_H = K_{рез} V_K / Q_{річ}^H,$$

де $K_{рез}$ – коефіцієнт резерву;

V_K – річна продуктивність кар'єру по гірничій масі, м³/рік.

При виконанні досліджень розглядалось використання фронтального навантажувача в різних умовах: за щільністю гірничої маси та типорозміру обладнання. Приймалися 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: CAT 994K,

					ДІП. 450000. 205. МРПЗ	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

CAT 992K та CAT 990K [21], коротка технічна характеристика яких вказана в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Технічна характеристика фронтальних навантажувачів фірми Caterpillar

Найменування	Показники		
	CAT 994K	CAT 992K	CAT 990K
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

На рисунку 2.5 подано отриману залежність тривалості часу черпання фронтального навантажувача CAT 994K від щільності гірничої маси, що виймається.

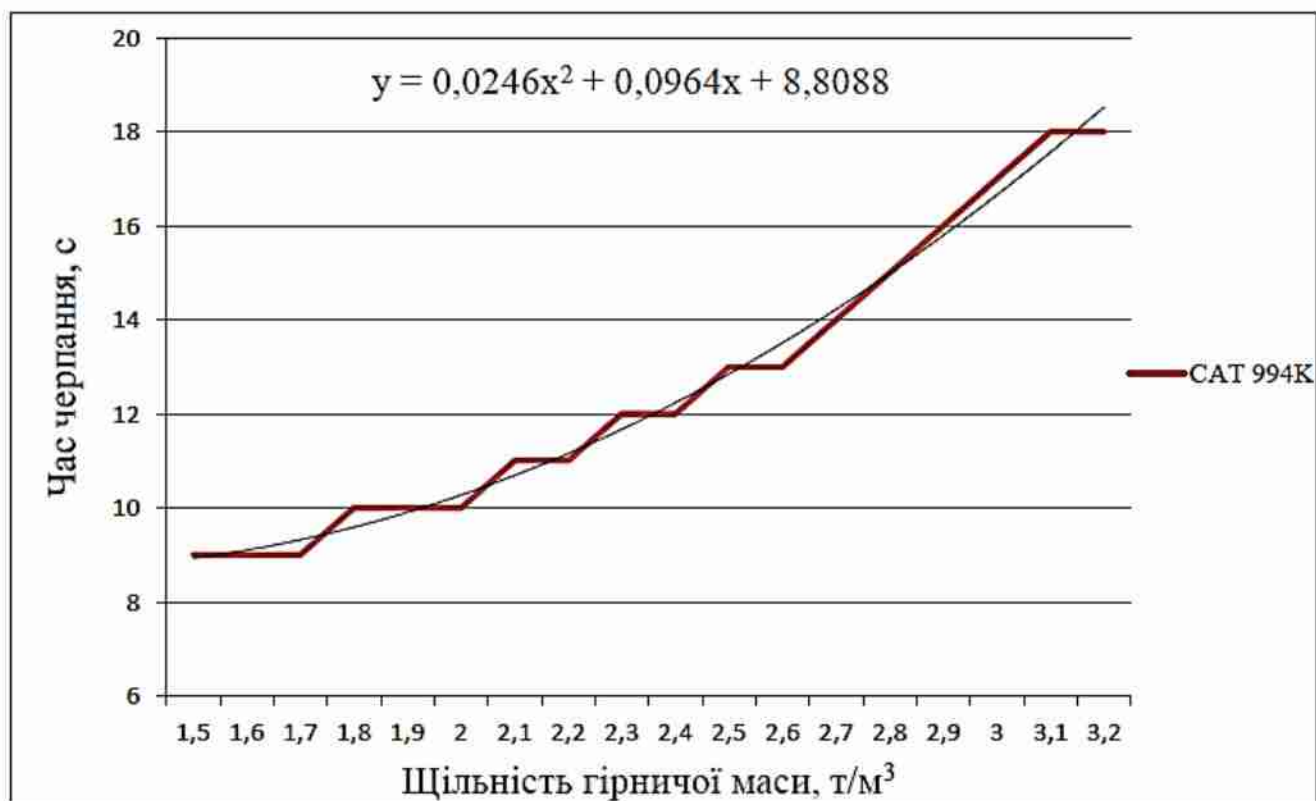


Рис. 2.5. Залежність часу черпання від щільності гірничої маси

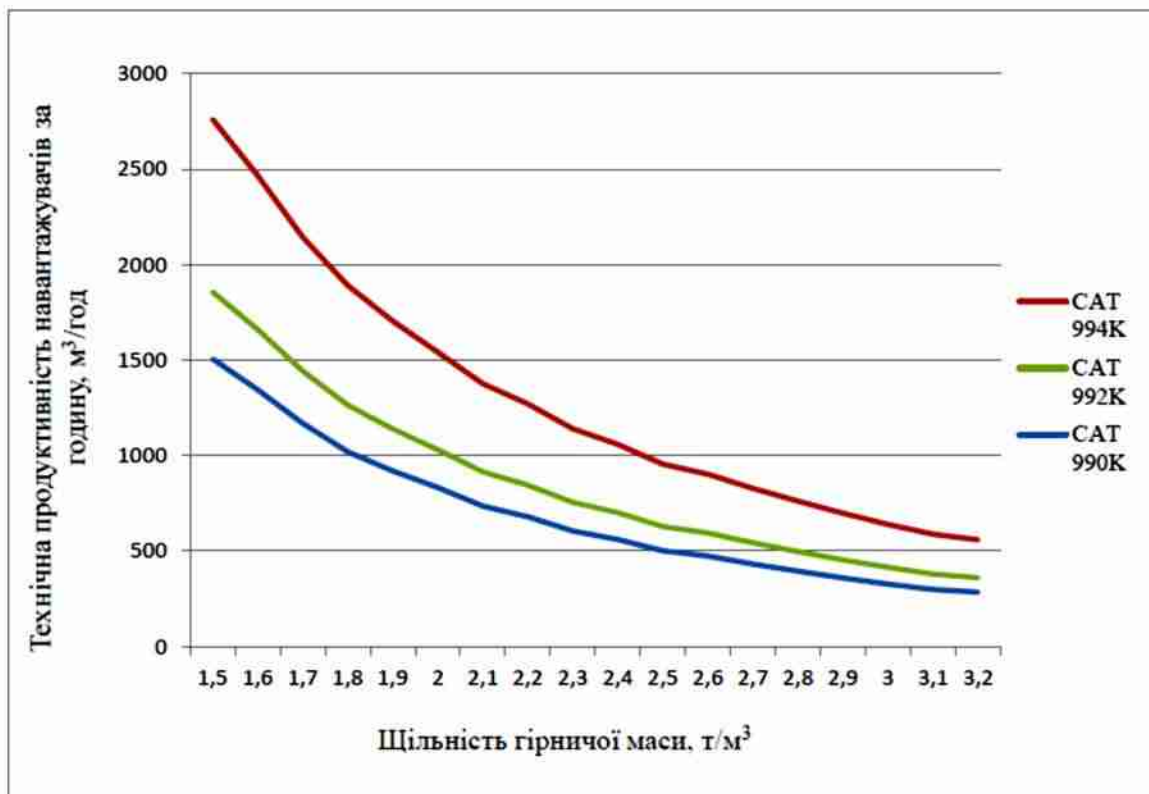


Рис. 2.6. Залежність продуктивності фронтальних навантажувачів від щільності гірничої маси

Відповідно до отриманих розрахунків (рис. 2.6.), встановлюємо мінімальну необхідну кількість фронтальних навантажувачів на залізородному кар'єрі. 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

Типи порід	Щільність, т/м³	Річна продуктивність кар'єру, м³	Кількість фронтальних навантажувачів, од.		
			CAT 994K	CAT 992K	CAT 990K
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

Із зростанням щільності гірничої маси продуктивність фронтальних навантажувачів знижується. Це пояснюється збільшенням часу черпання, необхідного для наповнення ковша. Виникає проблема з ефективністю використання об'єму ковша через пустоти між великими шматками щільної породи, що знижує коефіцієнт заповнення ковша. Для компенсації зниження продуктивності щільних порід потрібно збільшити кількість навантажувачів.

Для м'яких порід розкриву достатньо 1-2 одиниць техніки. Для скельних порід розкриву також потрібно 1-2 одиниць, залежно від умов. Для корисних копалин кількість техніки може варіюватися від 1 до 3 одиниць, залежно від потужності навантажувачів і технологічних умов.

В умовах однакової кількості техніки, річний об'єм виймальних порід суттєво зменшується для скельних порід видобуток знижується на 103%, для корисних копалин видобуток менший на 65%, порівняно з м'якими породами розкриву.

Аналіз графіків підтверджує, що підвищення щільності гірничої маси призводить до зниження продуктивності фронтальних навантажувачів, зменшення ефективності їх використання та необхідності збільшення парку техніки. Раціональний підбір кількості та потужності навантажувачів є ключовим фактором для оптимізації технологічного процесу в умовах різних типів гірничої маси.

Висновок за розділом. 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).

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Визначена необхідна кількість технічного обладнання при вийманні різних типів порід. Встановлено залежність, 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.

					<i>ДІТ. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

3. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ФРОНТАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ РОБОТИ НАВАНТАЖУВАЧА

3.1. Обґрунтування вибору фронтального навантажувача

На ринку гірничого обладнання представлені такі компанії-конкуренти, як Hitachi, Terex, Komatsu, JCB, Liebherr тощо. Однак вибір зупинився на техніці Caterpillar, оскільки в Україні є розвинене сервісне обслуговування та значний парк машин цього виробника. Зокрема, фронтальний навантажувач CAT 994К оптимально підходить для роботи з самоскидами Cat 785 і 789, які використовуються на Єриствському ГЗК. Машина демонструє високу універсальність, адже може оснащуватися стрілами чотирьох типів і ковшами різного призначення: для скельних порід, високоабразивних матеріалів, вугілля тощо. Ємність ковшів варіюється від 15 до 36 м³.

Головні переваги CAT 994К — потужність, продуктивність і довговічність. Навантажувач вирізняється низькими експлуатаційними витратами на тонну переміщеного матеріалу та простотою технічного обслуговування, що робить його економічно ефективним вибором у довгостроковій перспективі. Окрім того, компанія «Цеппелін Україна» пропонує можливість заводської комплектації машини згідно з потребами замовника. Наприклад, можна обрати стрілу із висотою розвантаження від 5,5 до 7 метрів або ковші, оптимізовані для конкретних умов роботи — зі скельними породами, вугіллям чи абразивними матеріалами.

Конструкція CAT 994К має підсилені силові елементи, що забезпечують стабільну роботу навіть у найжорсткіших умовах. Навантажувач оснащений планетарною коробкою передач з можливістю перемикання під навантаженням. Це доповнюється гідротрансформатором із системою контролю тягового зусилля, яка дозволяє регулювати його у межах від 25% до 100%, що запобігає пробуксовці коліс без зниження продуктивності гідросистеми.

					ДІП. 450000. 205. МРПЗ	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Інноваційна гідросистема з об'ємним регулюванням включає чотири насоси зі змінною подачею (1460 л/хв при тиску 32,8 МПа), що забезпечують стабільну роботу навіть за високих навантажень. Система управління STIC об'єднує контроль напрямку руху, рульового управління і вибору передач, спрощуючи роботу оператора.

Кабіна забезпечує високий рівень комфорту завдяки клімат-контролю, припливній вентиляції, ефективній шумоізоляції (рівень шуму не перевищує 71 дБ) і наявності камери заднього виду. Опційно доступна система запобігання зіткнень із радіолокаційними датчиками.



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

Стандартна телематична система VIMS інтегрована із системою контролю корисного навантаження Payload Control System, а за потреби може бути доукомплектована системою Cat Mine Star, спеціально розробленою для роботи в кар'єрах.

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

Основні переваги CAT 994К:

1) Надійність конструкції: Z-подібна стріла покращує огляд робочого майданчика, а литі деталі забезпечують міцність і довговічність.

2) Ефективна гідросистема: Система PFC дозволяє паралельно керувати насосами та знижує витрати палива на 10% порівняно з моделлю 994F.

3) Комфорт оператора: Ергономічна кабіна з клімат-контролем, камерами заднього виду та регульованим сидінням забезпечує безпечну і зручну роботу.

4) Зручне техобслуговування: Збільшені інтервали заміни витратних матеріалів, відкидні дверцята моторного відсіку та система VIMS для моніторингу стану машини спрощують обслуговування.

										Арк.
										33
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІП. 450000. 205. МРПЗ					

CAT 994K — це потужна, продуктивна і довговічна техніка, яка адаптована до складних умов роботи в кар'єрах і забезпечує високу економічну ефективність.

3.2 Аналіз технологічних схем роботи навантажувача

Під час навантаження гірничої маси фронтальним навантажувачем CAT 994K 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 самосвала 5,87 м. Данні параметри дають змогу працювати ефективно, безпечно, як для функціональності транспорту так і для операторів даних машин, зі збереженням високої продуктивності.

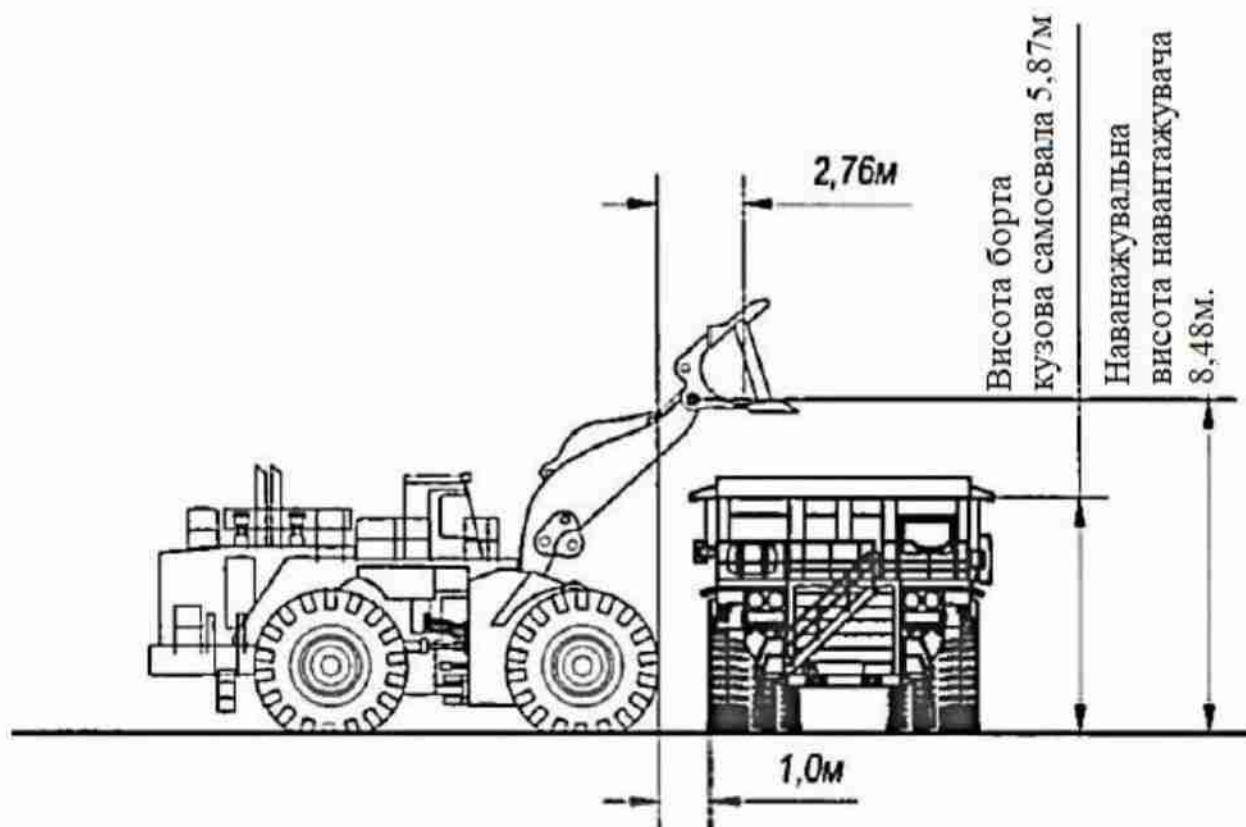


Рис. 3.2. Схема навантаження гірничої маси навантажувачем CAT 994K в автосамоскид CAT 793D

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

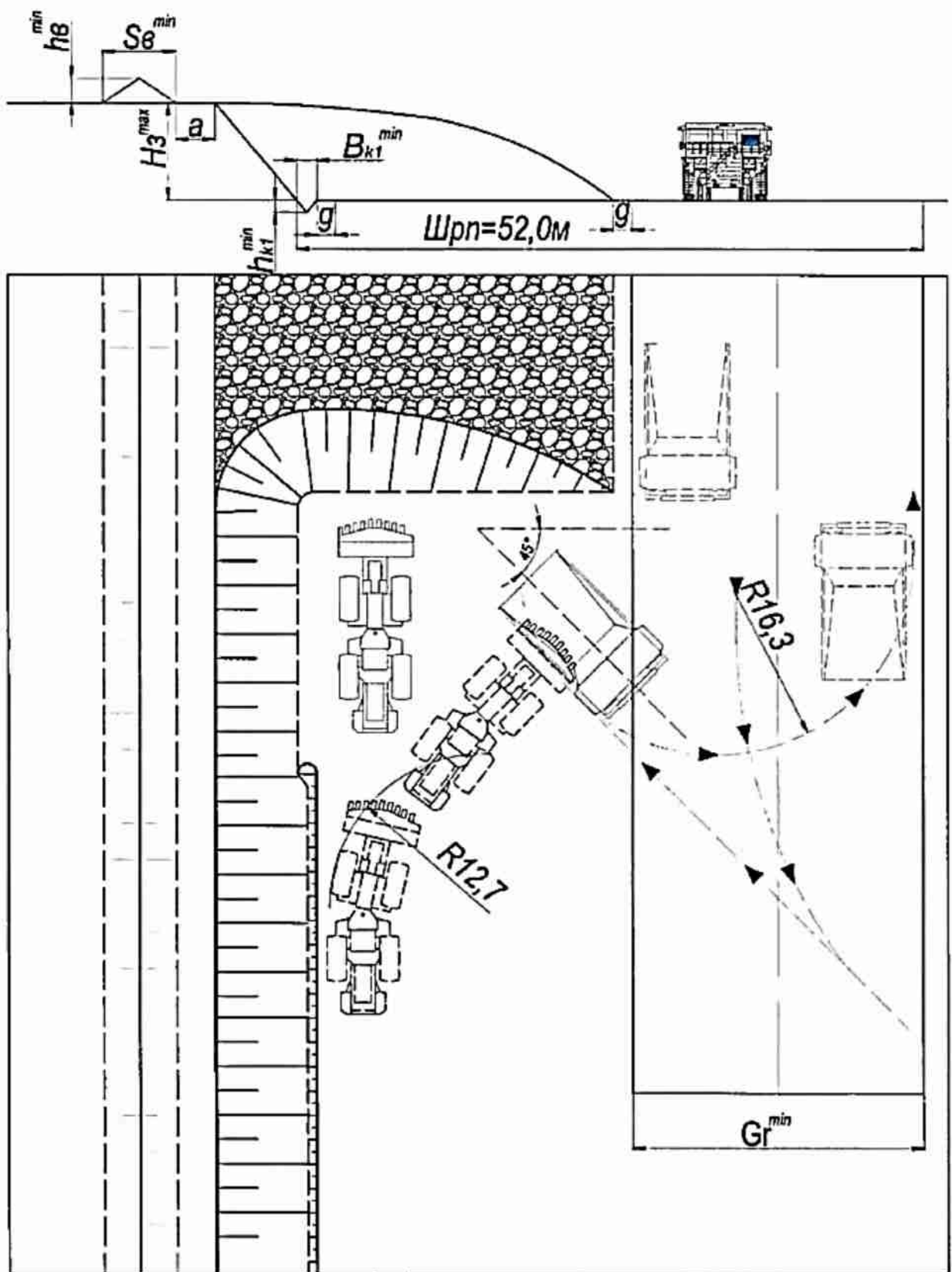


Рис. 3.3. Схема роботи фронтального навантажувача САТ 994К при відпрацюванні забою скельних порід або руди в автосамоскиди

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДІП. 450000. 205. МРПЗ

Арк.

35

Ефективність роботи кар'єрів, де фронтальні навантажувачі використовуються як основне навантажувальне обладнання, значною мірою залежить від обраних схем їх роботи в забоях. Основні схеми експлуатації зображені на рисунках 3.3 - 3.5.

У цих схемах навантажувач після завантаження ковша заднім ходом від'їжджає від забою, виконуючи розворот на 30-45° у бік, протилежний напрямку автосамоскида, який розташовується під кутом 45° до лінії забою. Потім навантажувач переднім ходом під'їжджає до автосамоскида для розвантаження. Після цього, рухаючись заднім ходом, він віддаляється від самоскида, повертається на невеликий кут і знову переднім ходом повертається до забою для наповнення ковша. Такий підхід дозволяє звести до мінімуму відстань пересування (10-15 м) між забоем і автосамоскидами, зберігаючи оптимальне положення навантажувача під час завантаження.

Зокрема, схема на рис. 3.3 демонструє взаємодію між фронтальним навантажувачем САТ 994К і самоскидом. Водій самоскида під'їжджає до робочої зони навантажувача та чекає завершення завантаження попереднього самоскида. Після сигналу від оператора навантажувача водій підводить автосамоскид до місця завантаження. Завершивши завантаження, оператор подає сигнал, після якого самоскид виїжджає, виконуючи поворот із радіусом 16,3 м.

Технологічна дорога побудована для зустрічного руху з дотриманням безпечних відстаней і наявністю захисної брівки на краю уступу. При такій схемі роботи ширина робочого майданчика повинна бути не меншою за 52 м.

Ця організація руху мінімізує час маневрування автосамоскидів, що сприяє підвищенню продуктивності всієї виймально-транспортної системи.

					ДІП. 450000. 205. МРПЗ	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

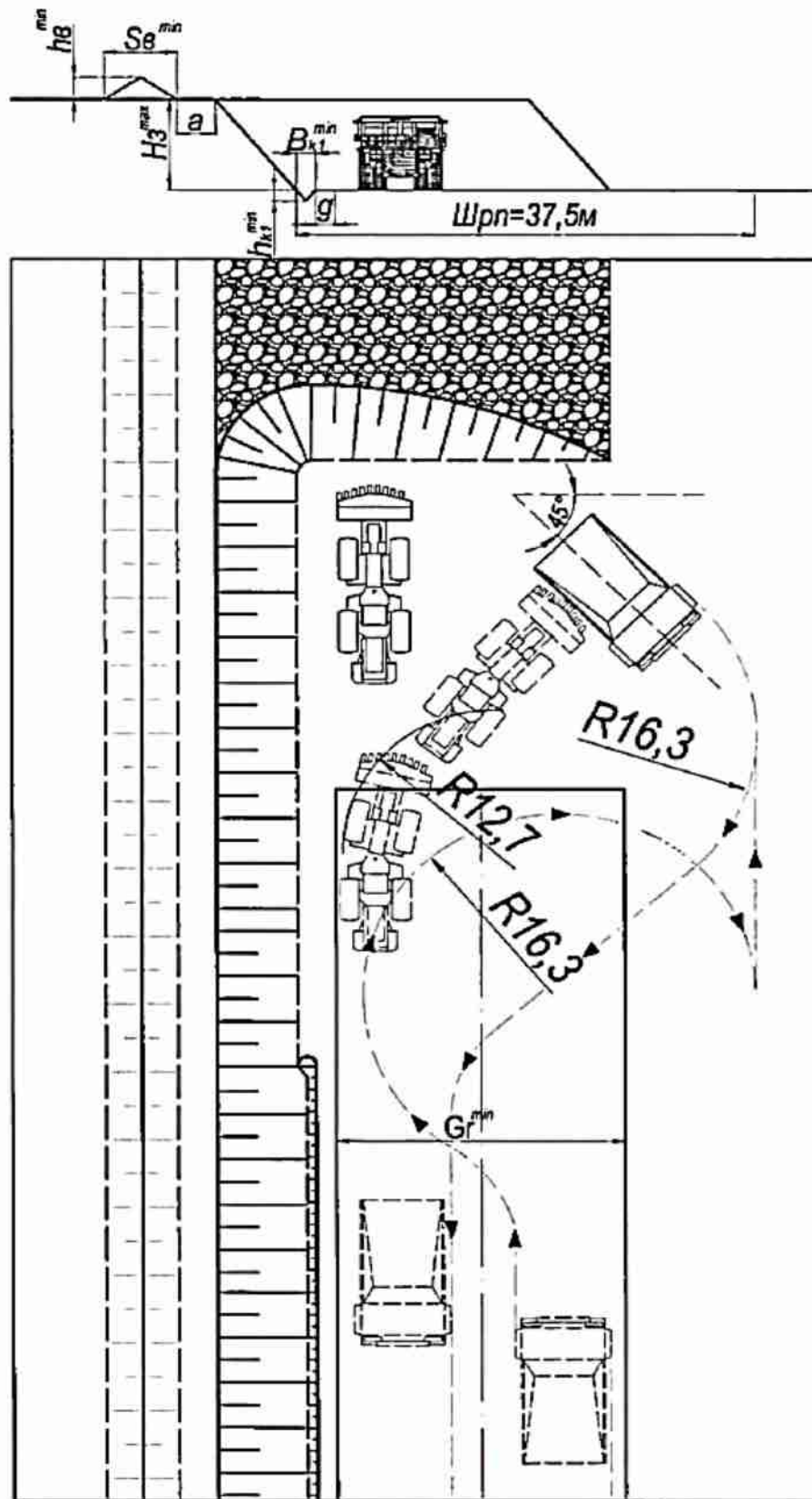


Рис. 3.4. Схема роботи фронтального навантажувача САТ 994К при відпрацюванні забою скельних порід в автосамоскиди

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДІП. 450000. 205. МРПЗ

Арк.

37

На технологічній схемі (рис. 3.4) показано взаємодію фронтального навантажувача САТ 994К з автосамоскидом в умовах вузького уступу, де ширина робочої площадки становить щонайменше 37,5 м.

У цій схемі час маневрування самоскидів збільшується, оскільки водієві необхідно виїхати на зустрічну смугу, виконати розворот, а потім заднім ходом підїхати до місця завантаження. Після отримання сигналу від оператора навантажувача водій самоскида розпочинає маневр із виконанням розвороту, радіус якого складає 16,3 м.

Технологічна дорога має ту ж ширину, що й у попередній схемі (рис. 3.3), з організацією зустрічного руху. Однак її розташування змінено: вона проходить позаду виробленого простору, а не біля розвалу. Такий підхід дозволяє працювати в обмежених забоях із мінімальним зниженням продуктивності. Зменшення продуктивності спричинено збільшеним часом маневрування самоскида порівняно з першою схемою.

Інша схема (рис. 3.6) демонструє взаємодію навантажувача САТ 994К і автосамоскида під час розробки м'яких порід розкриву. Тут мінімально допустима ширина робочої площадки становить 43,5 м. Принцип роботи техніки залишається аналогічним попереднім схемам: радіус повороту навантажувача дорівнює 12,7 м, а самоскида – 16,3 м.

Технологічна дорога організована із зустрічним рухом, забезпечує безпечну дистанцію між транспортними засобами та обладнана захисною брівкою для підвищення рівня безпеки.

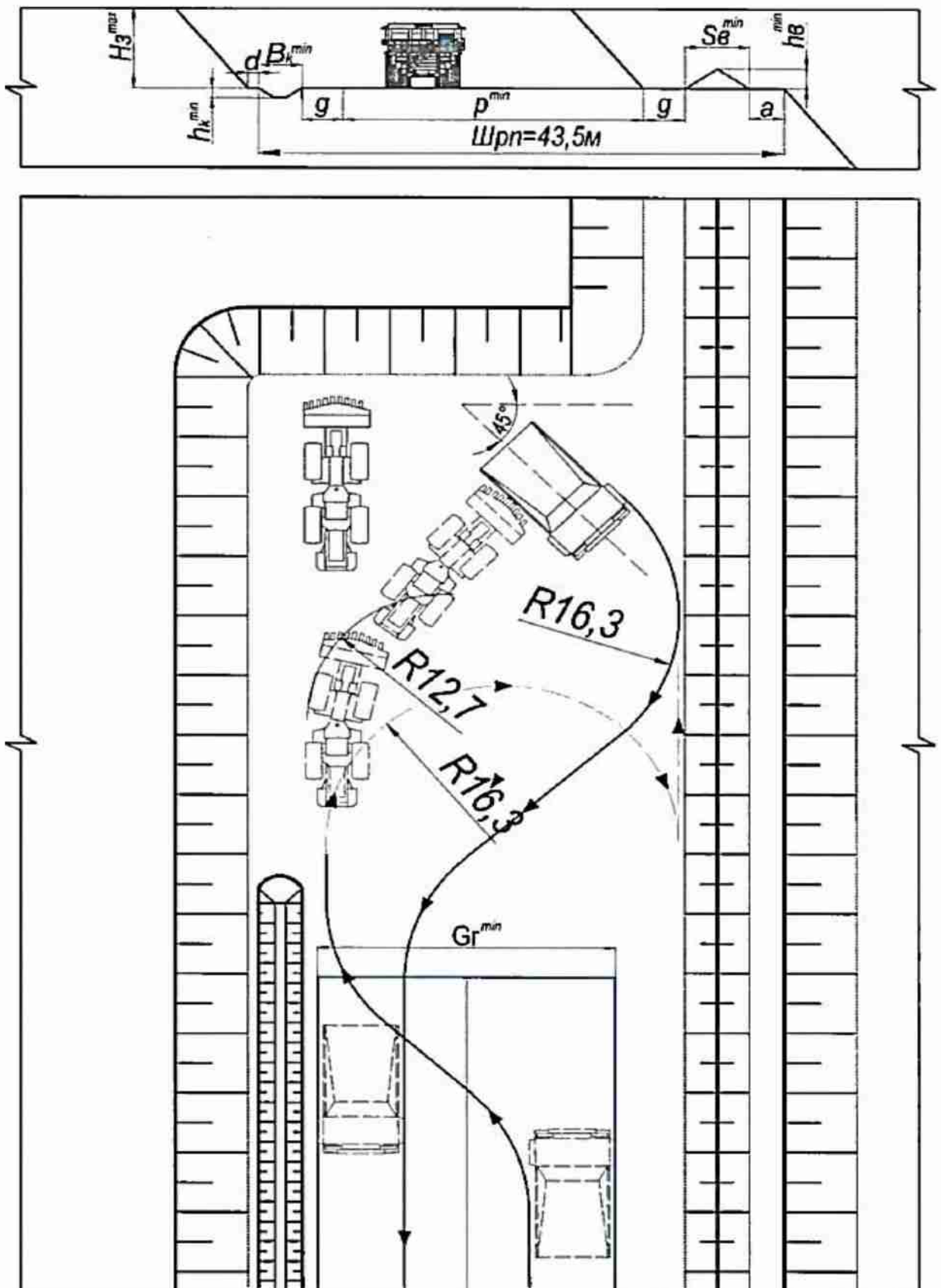


Рис. 3.5. Схема роботи фронтального навантажувача САТ 994К при відпрацюванні забою м'яких порід розкриву в автосамоскиди

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДІП. 450000. 205. МРПЗ

Арк.

39

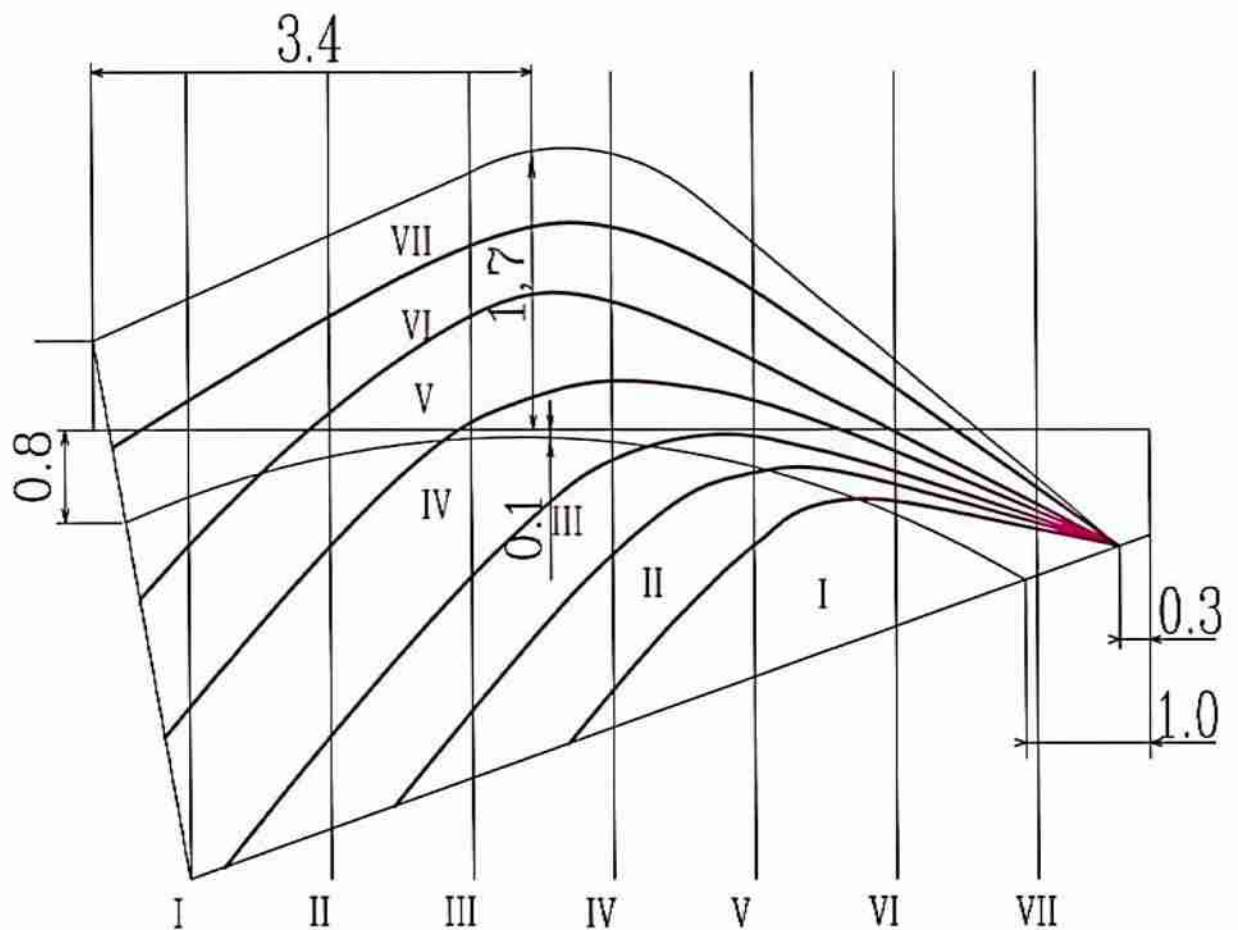


Рис. 3.6. Паспорт навантаження технологічного автомобіля CAT-793D рудою та скельними породами розкриву фронтальним навантажувачем CAT 994К

Виходячи з рис. 3.6, при навантаженні автосамоскида CAT-793D рудою машиніст навантажувача CAT 994К 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.

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДІП. 450000. 205. МРПЗ

Арк.

40

завантажують в автосамоскиди типу CAT 793D, які транспортують гірничу масу до відвалів або перевантажувальних пунктів.

Для виймання і навантаження порід розкриву пропоновано використовувати фронтальні навантажувачі. Робочі вибої розташовані на різних горизонтах, що призводить до нерівномірної відстані транспортування порід. Для цього використовують різні відвали, при цьому максимальна відстань транспортування обмежується 4,2 км.

Процес завантаження автосамоскида вимагає точного розташування машини у визначеному місці, що забезпечується сигналами машиніста екскаватора та дотриманням параметрів проектного паспорта робочої площадки. Паспорти обладнання є у водія автосамоскида та машиніста екскаватора і повинні виконуватися обома сторонами.

Після завантаження автосамоскид транспортує породи до відвалу, де розвантажує гірничу масу під укіс. Подача самоскида до місця розвантаження здійснюється заднім ходом перпендикулярно до захисного валу з обов'язковою подачею звукового сигналу. Для планування відвальних робіт використовуються бульдозери типу CAT D10T, які переміщують гірничу масу бульдозерним відвалом під укіс уступу [23, 24].

Таблиця 3.2

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 CAT 994K	2	-
5. Оператори CAT 990K	-	4
Разом	5	7

3.4. Розрахунки транспортного устаткування

В даний час при транспортуванні гірської маси в кар'єрах України використовують великовантажні самоскиди 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 CAT 793D вантажопідйомністю 218 т.

Таблиця 3.3

Технічні характеристики автосамоскиду CAT 793D

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

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

Маса породи в ковші

$$q_k = Q_k K_H / K_p \rho,$$

де Q_k – ємність ковша навантажувача, м³;

K_H, K_p – коефіцієнт наповнення ковша та коефіцієнт розпушення;

ρ – щільність породи, т/м³;

$$q_{к.м} = 19,1 * 0,92 / 1,35 * 2 = 26 \text{ т};$$

$$q_{к.ск} = 19,1 * 0,82 / 1,57 * 3 = 29,9 \text{ т};$$

$$q_{к.кк} = 19,1 * 0,8 / 1,6 * 3,2 = 30,5 \text{ т}.$$

Кількість ковшів для завантаження по вантажопідйомності автосамоскидів

$$n_k = G_{ав} / q_k.$$

де $G_{ав}$ – вантажопідйомність автосамоскида, т.

$$n_{к.м} = 218 / 26 = 8;$$

$$n_{к.ск} = 218 / 29,9 = 7;$$

$$n_{к.кк} = 218 / 30,5 = 7.$$

Кількість ковшів для завантаження по об'єму автосамоскидів

$$n_k = V_{ав} / V_{п.к}.$$

де $V_{п.к}$ – об'єм породи в ковші, м³.

$$V_{п.к} = Q_k K_H / K_p K_{з.р}.$$

де $K_{з.р}$ – коефіцієнт зміни розпушеності породи, $K_{з.р}=0,9$.

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

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

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

$$n_{к.м} = 129 / 11,7 = 11;$$

$$n_{к.ск} = 129 / 9 = 14;$$

$$n_{к.кк} = 129 / 8,6 = 15.$$

					ДІП. 450000. 205. МРПЗ	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Фактична вантажопідйомність автосамоскиду

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

$$G_{\text{ав.ф.м}} = 8 * 26 = 208 \text{ т};$$

$$G_{\text{ав.ф.ск}} = 7 * 29,9 = 209,3 \text{ т};$$

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

Час рейсу автосамоскида

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

де $t_{\text{з}}$ – час завантаження автосамоскида;

$t_{\text{р}}$ – час руху.

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

де $k_{\text{р.г}}$ – коефіцієнт, що враховує розгін та гальмування, $k_{\text{р.г}}=1,1$;

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

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

де $L_{\text{т}}$ – відстань транспортування гірничої маси, км;

$v_{\text{в}}$ – швидкість автомобіля з вантажем 25...30 км/год.

$t_{\text{р.п}}$ – час руху порожнім.

$$t_{\text{р.п}} = 60L_{\text{т}}/v_{\text{п}},$$

$v_{\text{п}}$ – швидкість автомобіля порожнім 30...40 км/год.

$$t_{\text{р.в}} = 60 \cdot 4,2/30 = 8,4 \text{ хв};$$

$$t_{\text{р.п}} = 60 \cdot 4,2/40 = 6,3 \text{ хв};$$

$$t_{\text{р}} = (8,4 + 6,3) \cdot 1,1 = 16,2 \text{ хв}.$$

Час завантаження автосамоскида

$$t_{\text{з}} = n_{\text{к}} T/60.$$

T – час циклу роботи навантажувача, с;

					ДІП. 450000. 205. МРПЗ	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

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

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

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

$$t_{\text{з.м}} = 8 \cdot 30,3/60 = 4 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{з.СК}} = 7 \cdot 37,3/60 = 4,35 \text{ хв.}$$

$$t_{\text{з.КК}} = 7 \cdot 38,3/60 = 4,46 \text{ хв.}$$

$t_{\text{роз}}$ – час розвантаження, $t_{\text{роз}} = 2 \text{ хв.}$:

t_M – час маневрів при подачі автосамоскиду по тупиковій схемі,

$$t_M = 1,2 \text{ хв.}$$

Продуктивність роботи автосамоскиду протягом зміни

$$P_{\text{а.з.м}} = G_{\text{ав.ф}} \frac{T_{\text{з.м}}}{T} k_{\text{вик}},$$

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

$$P_{\text{а.з.м.м}} = 208 \frac{12}{0,39} 0,7 = 4480 \text{ т/зм};$$

$$P_{\text{а.з.м.СК}} = 209,3 \frac{12}{0,4} 0,7 = 4395 \text{ т/зм};$$

$$P_{\text{а.з.м.КК}} = 215,6 \frac{12}{0,4} 0,7 = 4528 \text{ т/зм.}$$

Необхідна кількість автомобілів для безперебійного обслуговування екскаваторів

$$N_{\text{ав}} = P_{\text{н.з.м}} \rho / P_{\text{а.з.м}},$$

$$N_{\text{ав.м}} = 12031,2/4480 = 5;$$

$$N_{\text{ав.СК}} = 4609,4 \cdot 3/4395 = 3;$$

$$N_{\text{ав.КК}} = 4028,9 \cdot 3,2/4528 = 3.$$

Забезпечення вантажообігу кар'єру

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

					ДІП. 450000. 205. МРПЗ	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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

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 CAT 793D.

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 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 еднальних добавок.

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

Якщо робота автомобілів, бульдозерів, тракторів і інших машин з двигунами внутрішнього згорання супроводжується утворенням концентрацій

					ДІП. 450000. 205. МРПЗ	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

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 укоси 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.

4.2 Основні правила техніки безпеки

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;

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

- 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.

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;

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- 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.

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 укосу 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 укосу 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).

					<i>ДІІТ. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

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.

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 довілля охорони передбачено недопущення зливу і витоку паливно-мастильних матеріалів, а також скидання у вироблений простір кар'єру побутових відходів.

5.3 Охорона навколишнього середовища й раціональне природо-використання

Захист навколишнього середовища – це комплексна проблема, що вимагає зусиль учених багатьох спеціальностей. Найбільш активною формою захисту

					<i>ДІІТ. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

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 рівням 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.

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 висихання 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

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

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.

Рекультивация земель - один з ефективних заходів у вирішенні питань раціонального використання земельних ресурсів і проблеми охорони природи в цілому. Рекультивация 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 рекультивация 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 рекультивация 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 рекультивация порушених земель здійснюються у декілька послідовних етапів.

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

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

Біологічна рекультивация та перехід до цільового використання рекультивованих територій. Роботи на цьому етапі спрямовані на остаточне

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

відновлення родючості та біологічної продуктивності порушених земель, створення сільськогосподарських та лісогосподарських угідь тощо.

					<i>ДІТ. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

5. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У результаті застосування аналітичного та розрахункового методу оцінив тривалість обробки матеріалу різної щільності. Що дозволяє визначити, скільки технічного обладнання потрібно для ефективної роботи в умовах сучасного гірничого виробництва, також можна сформулювати низку висновків та рекомендацій:

1) Аналіз наукових досліджень дозволяє оцінити, як тип видобутої гірничої маси впливає на продуктивність техніки для виймання та навантаження. Оскільки ці дослідження враховують якість буро-вибухових робіт, критичним фактором ефективності видобутку є щільність гірничої маси. Щільніші породи зазвичай вимагають потужнішого вибухового впливу, що впливає на подальші операції навантаження та транспортування. Рівномірність фрагментації, досягнута завдяки оптимальним буро-вибуховим параметрам, сприяє підвищенню продуктивності навантажувачів, знижуючи зусилля на ківш і збільшуючи обсяг переміщеного матеріалу за цикл.

2) 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. Встановлено залежність, 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 CAT 994K

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

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) Проводений аналіз показав що використовуючи навантажувач САТ 994К при навантаженні автосамоскида САТ-793D рудою кількість ковшів не повинна перевищувати 7 одиниць, висота з шапкою не повинна перевищувати 7,6 м від землі, висота шапки від бортів не повинна перевищувати 1,7 м. При навантаженні м'якими породами кількість ковшів не повинна перевищувати 9 одиниць, висота з шапкою не повинна перевищувати 7,9 м від землі, висота шапки від бортів не повинна перевищувати 2,0 м. 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 розкриву – 8 од.; для скельних порід розкриву – 7 од.; для корисної копалини – 7 од. 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.

					<i>ДІТ. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом», 2010 р.
2. Луценко С.О. Визначення режиму гірничих робіт при змінних параметрах і інтенсивності відпрацювання ділянок залізородного кар'єру. Кривий Ріг. 2008. – 15 с.
3. Транспорт на гірничих підприємствах : підручник / за ред. М. Я. Біліченка. – 3-е вид. – Дніпропетровськ : НГУ, 2005. – 636 с.
4. Спецтехніка в Україні. Електронний ресурс, режим доступу: <https://specmachinery.com.ua/news/build/13625-cat-predstavyyv-onovlenyi-kolisnyi-navantazhuvach>
5. Журнал CAT. Електронний ресурс, режим доступу <https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/CM20210819-f9803-31c71>
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 TurkeyIMCET2001. 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

										Арк.
										59
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДІИТ. 450000. 205. МРПЗ					

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.

					<i>ДІИТ. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

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. «Цеппелін Україна», Київ. Електронний ресурс, режим доступу: <https://zeppelin.ua/>

22. Caterpillar 966M. Технічні характеристики та технічні дані (2019-2024). Електронний ресурс, режим доступу: <https://www.lecturaspecs.com.ua/ua/model/budivel-na-tehnika/kolisni-navantazuvaci-caterpillar/966m-11731482>

23. В. І. Симоненко, Н. І. Ярошик. "Організація виймально-транспортувальних робіт на нерудних кар'єрах в сучасних умовах." Збірник наукових праць Національного гірничого університету 35 (1) (2010): 44-51.

24. О. О. Фролов, І. К. Бабичев. "Вибір ефективних параметрів розкриття вугільного родовища Окаба в умовах басейну Анабра." Вісник Національного технічного університету України Київський політехнічний інститут. Серія: Гірництво 28 (2015): 84-91.

25. Краснокутський В. М. "Методика розрахунку параметрів повороту фронтального навантажувача на базі колісного трактора та вивчення впливу навантажень на втомну довговічність його стріли." Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія: Машинознавство та САПР 1 (2019): 28-38.

					<i>ДІП. 450000. 205. МРПЗ</i>	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61