

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 бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студентка Франгова Валерія Олексіївна
(ПІБ)

академічної групи 184-20-7 ІІІ
(шифр)

спеціальності 184 Гірництво
(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹ «Відкрита розробка родовищ»

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

на тему: «Встановлення параметрів виробок при застосуванні
автосамоскидів в умовах кар'єру ТОВ «Єривський ГЗК»».
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Анісімов О. О.			
розділів:				
Технологічний				
Кар'єрний транспорт	Ширін Л.Н.			
Охорона праці	Симанович Г. А.			

Рецензент	Литвинов Р. Г.			
-----------	----------------	--	--	--

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

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Відкритих гірничих робіт

_____ Собко Б. Ю.
(підпис)
«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавр
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студентці Франговій Валерії Олексіївні академічної групи 184-20-7 III
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 184 Гірництво

спеціалізації¹ «Відкрита розробка родовищ»

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

на тему: «Встановлення параметрів виробок при застосуванні
автосамоскидів в умовах кар'єру ТОВ «Єристівський ГЗК»».
(назва за наказом ректора)

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

Розділ	Зміст	Термін виконання
1.	Збір вихідних даних по родовищу ЄГЗК	09.05 - 17.05.2024
2.	Підготовка матеріалів загальних відомостей про родовище і кар'єр ЄГЗК	20.05 – 24.05.2024
3.	Підготовка матеріалів до технологічного розділу	27.05 – 31.05.2024
4.	Підготовка матеріалів до розділу «Кар'єрний транспорт»	03.06. – 07.06.2024
5.	Підготовка матеріалів до розділу «Охорона праці»	17.06 – 21.06.2024

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Анісімов О. О.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 06.05.2024 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 05.07.2024 р.

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Франгова В. О.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 49 с., табл. 12, 6 рисунків, 3 додатки, 10 посилань.

Об'єкт дослідження: залізорудний кар'єр ТОВ «Єристівський ГЗК» та процеси переміщення гірничих порід.

Предмет дослідження: Процеси транспортування порід розкриву з використанням транспортного обладнання в умовах кар'єру «Єристівського ГЗК».

Мета проєкту полягає в дослідженні транспортування порід з використанням безпілотних автосамоскидів в умовах діючого кар'єру «Єристівського ГЗК».

Вихідні дані для проведення роботи:

- пояснювальна записка робочого проєкту;
- план гірничих робіт і геологічні розрізи;
- паспорта роботи гірничого обладнання з розробки вибоїв і маневрування автосамоскидів;
- технічні характеристики обладнання, що використовують в умовах «ЄГЗК».

Ключові слова: КАР'ЄР, АВТОСАМОСКИД, РОБОЧІ МАЙДАНЧИКИ, РОБОТИЗАЦІЯ, ЗАЛІЗОРУДНЕ РОДОВИЩЕ, МАНЕВРЕНІСТЬ.

ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВИХІДНІ ДАНІ	7
1.1. Характеристика гірничого підприємства	7
1.2. Геологічна характеристика родовища	8
1.3 Фізико- механічні властивості гірських порід	12
1.4. Аналіз процесів технології видобутку і поточної ситуації з розробки родовища	16
2. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА	20
2.1. Пропозиція щодо технологічної схеми розробки родовища	20
2.2. Розрахункова частина	22
2.2.1. Основні параметри робочих майданчиків	22
2.2.2. Виймально-навантажувальні роботи.....	26
2.2.3. Допоміжні роботи при зачищенні вибою	27
2.3. Організація гірничих робіт з виконання прийнятих технологічних рішень	30
2.4. Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень	30
3. КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ	35
3.1. Вибір транспортного устаткування	35
3.2. Розрахунки транспортного комплексу	36
3.2.1. Розрахунки автомобільного транспорту	36
3.2.2. Розрахунок елементів рейсу автосамоскидів	37
3.2.3. Ширина транспортних майданчиків	39
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	40
4.1. Охорона праці на гірничому підприємстві	40
4.2. Вимоги до режиму безпеки та охорона праці відповідно до завдання	41
4.2.1. Вимоги безпеки під час роботи однокішшевих екскаваторів.....	41
4.2.2. Вимоги безпеки під час роботи бульдозера.....	41
4.2.3. Вимоги безпеки на автомобільному транспорті	42

ВИСНОВОК	44
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	45
Додаток А	47
Додаток Б	48
Додаток В	49

ВСТУП

Темою роботи є “Розробка параметрів виробок при застосуванні автосамоскидів в умовах кар’єру Єристівського ГЗК”. На меті маємо розглянути загальну, гірничо-геологічну та гірничо-технічну характеристику.

Гірничо-видобувна промисловість України є важливою складовою національної економіки, адже вона забезпечує значну частку валового внутрішнього продукту та експорту. Одним із провідних гірничодобувних підприємств в Україні є Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат (ГЗК), що розробляє потужне Єристівське залізорудне родовище.

Єристівське родовище характеризується значними запасами високоякісних залізних руд з переважним вмістом магнетиту та гематиту. Розробка родовища ведеться відкритим (кар’єрним) способом, що вимагає застосування високопродуктивного гірничого обладнання, зокрема автосамоскидів великої вантажопідйомності. Використання автосамоскидів у гірничих роботах на Єристівському ГЗК зумовлено їхньою високою маневреністю, вантажопідйомністю та прохідністю, що дозволяє ефективно організувати транспортування гірничої маси в складних гірничо-геологічних умовах родовища.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВИХІДНІ ДАНІ

1.1. Характеристика гірничого підприємства

ТОВ «Єривський гірничо-збагачувальний комбінат» є одним із провідних підприємств гірничої галузі України, що спеціалізується на видобутку залізистих кварцитів. Комбінат розташований в межах середньої Наддніпрянщини, на лівобережжі річки Дніпро, на території Кременчуцького району Полтавської області. Відстань до найближчого міста Горішні Плавні складає 10 км на південь.

Єривський ГЗК розташований поблизу залізничної станції Потоки, що знаходиться за 5 км на заході від підприємства. За 9 км на північний схід розташована залізнична станція Нова Галещина. Підприємство добре забезпечене транспортною інфраструктурою, яка включає мережу автошляхів із твердим покриттям. Місто Кременчук знаходиться на відстані 25 км на захід, що забезпечує додаткову логістичну підтримку та доступ до необхідних ресурсів.

Єривський ГЗК був введений в експлуатацію у 2008 році і здійснює видобуток відкритим способом. Сировинною базою підприємства є Єривське родовище, яке входить до Кременчуцької магнітної аномалії.[1].

До початку розробки було визначено балансові запаси руди, затверджені ДКЗ СРСР у 1980 році та переоцінені у 2015 році. Контури кар'єру визначені з урахуванням необхідного рознесення бортів для вилучення всіх затверджених запасів. Північний контур обмежений 200-метровою охоронною зоною від магістрального газопроводу «Диканька-Кременчук-Кривий Ріг». Ділянка запасів, що залишилася за північним кордоном кар'єру, характеризується гіршими технологічними властивостями залізистих кварцитів та більшою товщею покриваючих порід. Відпрацювання цієї ділянки потребує перенесення газопроводу, що є економічно недоцільним через незначні запаси руди.

Кордон по глибині відпрацювання Єривського залізрудного родовища кар'єром визначено до глибини 500 метрів із позначкою дна -435

метрів. Середній вміст заліза в рудах з урахуванням засмічення в період з 2021 до 2048 року становить: Feзаг – 32,87 %; Feмагн – 25,83 %.

Клімат району помірно-континентальний, що переходить від степу до лісостепу. Літо порівняно спекотне, зима помірно холодна. Температурні коливання від +40°C у липні до -35°C у січні, глибина промерзання ґрунту становить 0,7-1 метр. Річна кількість опадів складає 570 мм. Панівні вітри – північно-східні, північно-західні, східні, зі швидкістю 5-6 м/сек.

Основною водною артерією району є р. Дніпро, на якій збудовано два водосховища: Кременчуцьке та Кам'янське. Ці водосховища забезпечують потреби підприємства у водних ресурсах, необхідних для виробничих процесів.

Єристівський ГЗК є важливим елементом економіки регіону, забезпечуючи значну кількість робочих місць та сприяючи розвитку інфраструктури. Видобуток і збагачення залізистих кварцитів забезпечують сировину для металургійної промисловості України, що робить підприємство стратегічно важливим.

ТОВ «Єристівський ГЗК» є сучасним гірничо-збагачувальним підприємством з ефективною організацією виробничих процесів і значними запасами якісної руди. Завдяки вигідному географічному розташуванню та розвиненій інфраструктурі, підприємство має всі передумови для подальшого розвитку та збільшення виробничих потужностей

1.2. Геологічна характеристика родовища

Єристівське родовище залізистих кварцитів приурочене до східного крила Кременчуцького синклінорію. Родовище межує з Біланівським родовищем на півночі та з Лавриківським на півдні. Протяжність родовища становить 4800 метрів, при цьому ширина рудоносного покладу на верхніх горизонтах варіюється від 470 метрів на півдні до 200 метрів на півночі.

У структурному відношенні родовище знаходиться в межах східного крила Горішньо-Плавнівської синкліналі. Загальне падіння порід на глибині є

крутим з кутами 70–85°, на верхніх горизонтах падіння є субвертикальним (80–88°). Структура родовища ускладнена великими розривними порушеннями субмеридіонального простягання з падінням на захід під кутами від 75 до 85°. Зокрема, в західній частині родовища спостерігається головний (Кременчуцько-Криворізький) розлом, а на схід від нього – Єристівський розлом.

Єристівське родовище знаходиться в зоні розвантаження Дніпровського артезіанського басейну. За 6 км на південь від нього протікає річка Дніпро, де в 1964 році було створено водосховище Дніпродзержинської ГЕС, а за 3 км на захід знаходиться річка Псел, лівий приплив Дніпра.

На території родовища виділяються такі водоносні горизонти:

- верхньочетвертинні сучасні алювіальні відкладення;
- палеогенові відкладення харківської свити;
- палеогенові відкладення бучацької свити;
- тріщинувата зона кристалічних порід докембрію.

Аналізи якісного складу показують, що підземні води Єристівського родовища не підходять для господарсько-питного водопостачання. Гідрогеологічні умови родовища складні, і всі водоносні горизонти братимуть участь у його обводненні. Під час розробки кар'єру необхідно виконати комплекс осушувальних заходів.

Район Кременчуцької магнітної аномалії характеризується наявністю докембрійських метаморфічних і вивержених порід, а також різноманітних осадових утворень палеозою, мезозою та кайнозою.

Докембрійські породи широко поширені в цьому районі. Вони складають фундамент, який перекривається осадовими відкладеннями товщиною від 0 м на півдні до 650 м на півночі. У долинах річок ці породи виходять на поверхню.

Згідно з кореляційно-стратиграфічною схемою, метаморфічні породи докембрію представлені відкладами конської серії архею (AR_{kv}) і криворізької серії протерозою (PR_{1kr}), а також породами двох гранітоїдних

комплексів – дніпропетровського комплексу архею (AR_{2dn}) і криворізького комплексу нижнього протерозою (PR_{1kg}).

В районі Кременчуцької магнітної аномалії зазначені відклади виділяються на схід від Криворізько-Кременчуцького розлому.

На захід від цього розлому розповсюджені метаморфічні породи криворізької серії.

Конська серія (AR_{kv}) складається з асоціації амфіболових та біотит-амфіболових сланців з підпорядкованим поширенням амфіболітів.

Криворізька серія (PR_{1kr}) представлена товщею метаморфічних порід протерозою, яка поділяється на кілька світ знизу вгору: новокриворізьку, скелеватську, саксаганську та гданцевську. В межах Горішне-Плавнинського родовища криворізька серія складається з порід новокриворізької (PR_{1nk}) та саксаганської (PR_{1sx}) світ.

Новокриворізька світа (PR_{1nk}) головним чином представлена амфіболітами та кварц-біотитовими сланцями.

Скелюватська світа (PR_{1sk}) складається з кварцових метапісковиків, кварц-хлорит-слюдистих та карбонат-талькових сланців, з загальною товщиною від 40 до 140 м.

Саксаганська світа (PR_{1sx}) повністю вивчена лише на Галещинській ділянці і поділяється на 10 підсвіт: K_2^1 , K_2^2 , K_2^3 , K_2^4 , K_2^5 , K_2^6 , K_2^7 , K_2^8 , K_2^9 , K_2^{10} .

Перша підсвіта (K_2^1), відома як перша сланцева підсвіта, складається з кварц-слюдистих сланців з прошарками слюдисто-кварцевих пісковиків та силікат-магнетитових кварцитів.

Друга підсвіта (K_2^2), або перша (основна) залізна підсвіта, є найбільш продуктивною по залізу і складається з залізистих кварцитів з товщиною від 80 до 200 м.

Третя підсвіта (K_2^3), або друга залізна підсвіта, складається з кумінгтоніт-магнетитових кварцитів з прошарками кварц-магнетит-біотитових сланців і має товщину від 240 до 500 м.

Четверта підсвіта (K_2^4) саксаганської світи, відома як друга сланцева підсвіта, складається з кварц-біотитових, іноді кварц-гранат-біотитових, а також серицитових сланців з прошарками біотитових кварцитів. Її потужність становить 300-350 м.

П'ята підсвіта (K_2^5), або третя залізна підсвіта, переважно представлена магнетитовими сіросмугастими і червоносмугастими кварцитами, а також меншою мірою кумінгтоніт-магнетитовими кварцитами і кварц-магнетит-слюдяними сланцями. Її потужність варіюється від 70-80 до 300 м.

Шоста підсвіта (K_2^6), третя сланцева підсвіта, в основному складається з кварц-слюдяних сланців з прошарками кварцевих пісковиків. Її потужність становить близько 350 м.

Сьома підсвіта (K_2^7), або четверта залізна підсвіта, складається з кумінгтоніт-магнетитових і магнетитових кварцитів з прошарками кварц-магнетит-слюдяних сланців. Її потужність становить 200 м.

Восьма підсвіта (K_2^8), четверта сланцева підсвіта, складається з кварц-слюдяно-філітовидних сланців. Її потужність становить 35-100 м.

Дев'ята підсвіта (K_2^9), або п'ята залізна підсвіта, складається з біотит-магнетитових і кумінгтоніт-магнетитових кварцитів з прошарками слюдистих сланців. Її потужність становить 45-50 м.

Завершує розріз саксаганської світи десята підсвіта (K_2^{10}), також відома як п'ята сланцева підсвіта. Вона представлена темно-сірими глинистими сланцями з потужністю від 50 до 200 м.

Загальна потужність саксаганської світи в межах Кременчуцької магнітної аномалії становить 1200-1500 м.

Гданцевська світа (PR_{1gd}) криворізької серії переважно складається з слюдистих кварц-польовошпатових пісковиків з лінзами доломітів. Загальна потужність криворізької серії в цьому районі досягає 1700-2200 м.

Дніпропетровський комплекс (AR_{2dn}) та кіровоградський комплекс (PR_{1kg}) складаються з плагіогранітів та мігматитів. Відклади палеозою в

цьому районі представлені карбованими (С) алевролітовими глинами та пермськими (Р) кварцовими пісковиками, з загальною потужністю до 100 м. Мезозойські відклади включають тріасові (Т) строкатокольорові глини та юрські (J) безкарбонатні глини з прошарками пісковиків, з потужністю 190-220 м.

Кайнозойські відклади складаються з палеогену (бучацька серія P₂bč – кварцові піски, вугільні глини), київська світа P₂kv – зеленувато-сірі мергелі, харківська світа P₂hr – кварц-глауконітові глини.

Четвертинні відклади (Q) представлені червоно-бурими суглинками, алювіальними кварцовими пісками та піщанистими суглинками. Товщина суглинків варіюється від 4 до 13 м, місцями містять прошарки та лінзи сірих або зеленувато-сірих щільних в'язких глин. Потужність четвертинних відкладів коливається від 1-2 до 21 м.

Загальна товщина осадових відкладів у районі Кременчуцької магнітної аномалії змінюється від 1 м на півдні до 650 м на півночі.

Геологічна характеристика Єристівського родовища свідчить про значний потенціал залізорудних запасів, але також вимагає комплексного підходу до розробки з урахуванням гідрогеологічних та екологічних умов. Ефективне управління ресурсами та впровадження сучасних технологій дозволить забезпечити стійкий розвиток родовища та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

1.3. Фізико- механічні властивості гірських порід

У межах родовища з давніх кристалічних порід поширені метаморфічні утворення конксько-верхівцевської архейської серії та криворізької серії протерозою, а також відповідні їм за віком комплекси гранітоїдів.

З точки зору структурної геології, район Кременчуцької магнітної аномалії належить до північно-східного схилу Українського кристалічного щита. Його поверхня має чітко виражене занурення у північно-східному напрямку під кутом 3-5° у бік Дніпровсько-Донецької западини. Ця територія

є північною частиною крайового Криворізько-Кременчуцького прогину протерозойської геосинкліналі.

Територія Єристівського родовища структурно розташована в межах східного крила Горішньо-Плавнінської синкліналі.

Загальне падіння порід має західне круте нахилення під кутом $70 - 85^\circ$, проте біля поверхні фундаменту воно переважно східне під кутом $80 - 88^\circ$.

На території родовища присутні два розломи: Головний та Єристівський.

Тут виділяються чотири основні рудні поклади, кожен з яких прив'язаний до певних стратиграфічних підрозділів. Три з них – поклади підсвіт K_2^2 , K_2^5 та пачки K_2^3Z – складаються з магнетитових та куммінгтоніт-магнетитових кварцитів і містять промислові запаси залізорудної сировини. Четверта, пов'язана з пачкою K_2^3Z , представлена слабрудними кварцитами, які на даний момент не мають практичного значення. Морфологічно поклади є крутопадаючими ($70^\circ - 90^\circ$) пластоподібними тілами середньої потужності від 80 до 380 м.

До видобування гірських порід відносяться:

- залізні руди (кондиційні та некондиційні) представлені магнетитовими та куммінгтоніт-магнетитовими червоно- та сіросмугастими залізистими кварцитами;

- скельні рудовмістні породи розкриву представлені кварцево-слюдяними сланцями, безрудними кварцитами, метапісковиками;

- порожні породи скельного розкриву представлені плагіогранітами, мігматитами архейського віку дніпровського комплексу та амфіболітами, сланцями архейського віку кіровоградського комплексу.

Таблиця 1.1 - Фізичні властивості порід

Найменування породи	Питома вага, г/см ³	Пористість, %	Відстань між природними тріщинами, м	Коефіцієнт міцності по шкалі Протод'яконова
Кварцити магнетитові Червоно-смугасті	3.35	2.82	1.45-1.7	15 - 17
Кварцити магнетитові сіросмугасті	3.35	3.42	1.45-1.7	15 - 17
Кварцити кумінгтоніт-магнетитові	3.33	4.08	1.45-1.7	15 - 17
Сланці кварцево-слюдяні	2.87	3.36	0.45-1.5	9-14
Безрудні кварцити, метапісковики	2.73	3.99	0.45-1.5	9-14
Плагіограніти, мігматіти	2.69	2.97	0.45-1.5	9-14
Амфіболіти	2.96	3.25	0.45-1.5	9-14

Магнетитові кварцити поділяються на червоносмугасті та сіросмугасті.

Вміст загального заліза в червоносмугастих магнетитових кварцитах становить 35,63 - 37,63%, магнетитового – 28,08 - 30,84%, гематитового – 2,09 - 3,88%, силікатного та карбонатного – 3,25 - 5,92%.

В даний час і до завершення розробки, кар'єрне поле буде освоюватися за допомогою простої поглиблювальної транспортної системи з зовнішнім та внутрішнім розташуванням відвалів розкривних порід.

Виходячи з умов залягання корисних копалин, їх потужності, фізико-механічних властивостей та інших факторів, а також з дотриманням правил безпеки, на проектованому кар'єрі передбачено циклічну технологію гірничих робіт.

В залежності від стратиграфічного контакту між різновидами порід та їх водонасиченості, а також при подальшому формуванні зазначених горизонтів, може проводитися виїмка порід на проміжних горизонтах з відмітками 50 м, 30 м та 15 м.

Скельні породи, що потребують попереднього розпушення, розробляються уступами висотою 15 м з подальшим здвоюванням при формуванні кінцевого контуру.

Механічні властивості порід представлені у таблиці 1.2.

Таблиця 2.1 - Фізико-механічні властивості порід

Найменування породи	Категорія по підриваємості	Категорія побуримості
Кварцити магнетитові червоно-смугасті	VIII	XVII-XX
Кварцити магнетитові сіросмугасті	VIII	XVII-XX
Кварцити кумінгтоніт-магнетитові	VIII	XVII-XX
Сланці кварцево-слюдяні	VI	XIV-XVI
Безрудні кварцити, метапісковики	VI	XIV-XVI
Плагіограніти, мігматити	VI	XIV-XVI
Амфіболіти	VI	XIV-XVI

Кути укосів робочих уступів у проекті передбачені такі: у пісках – 30-35°, у піщано-глинистих породах – 40-45°, у глинистих – до 50°, у міцних скельних породах – до 80°.

Розкривні породи Єристівського родовища представлені наносами (суглинки, піски, глини) та скельними породами.

В даний час відвалоутворення розкривних порід здійснюється на діючих Західних відвалах Полтавського ГЗК і східному відвалі А6. Відвали є зовнішніми багатоярусними і розміщуються безпосередньо біля кар'єру: Західний – поблизу південного борту, А6 – на східному борту кар'єру.

Висота окремого ярусу становить 10-30 м. Проектний кут окремого відвального ярусу: для наносів – 32-35°, для скельних порід – 35-37°.

1.4. Аналіз процесів технології видобутку і поточної ситуації з розробки родовища

На сьогоднішній день і до завершення робіт кар'єр функціонує за транспортно-поглиблювальною системою розробки із зовнішнім розташуванням відвалів розкривних порід.

Глибина відпрацювання Єристівського залізорудного родовища визначена проектом наступним чином:

- у південній і центральній частинах – до глибини 500 м з відміткою дна мінус 435 м;
- у північній частині – до глибини 370 м з відміткою дна мінус 300 м.

Станом на 01.01.2024 року, глибина кар'єру становить 196 м, довжина – 2470 м, ширина – 1280 м.

План розвитку гірничих робіт на 2024 рік Єристівського кар'єру представлений на рис. 1.1. [2].

Розробка кар'єру здійснюється по транспортній системі із застосуванням великовантажних автосамоскидів Caterpillar 793D (220 т), Caterpillar 789C (180 т), Caterpillar 777D (90 т).

В якості основного виймально-навантажувального обладнання в кар'єрі для розробки м'яких порід, в тому числі водонасичених, використовуються драглайни ЕШ-11/70 і ЕШ-14/50, для розробки всіх видів порід – гідравлічні екскаватори Bucyrus RH 200, Bucyrus RH 340 і Caterpillar 6060, Komatsu PC 3000.

На перевантажувальних пунктах – використовуються екскаватори ЕКГ-10, ЕКГ-8 та фронтальні навантажувачі Caterpillar 994Н, Komatsu WA 900.

На планувальних та допоміжних роботах в кар'єрі, а також на відвалоутворення розкривних порід використовуються гусеничні бульдозери Caterpillar D10Т, Caterpillar D6R і Komatsu D475А, колісні бульдозери Caterpillar 844Н і Caterpillar 824Н.

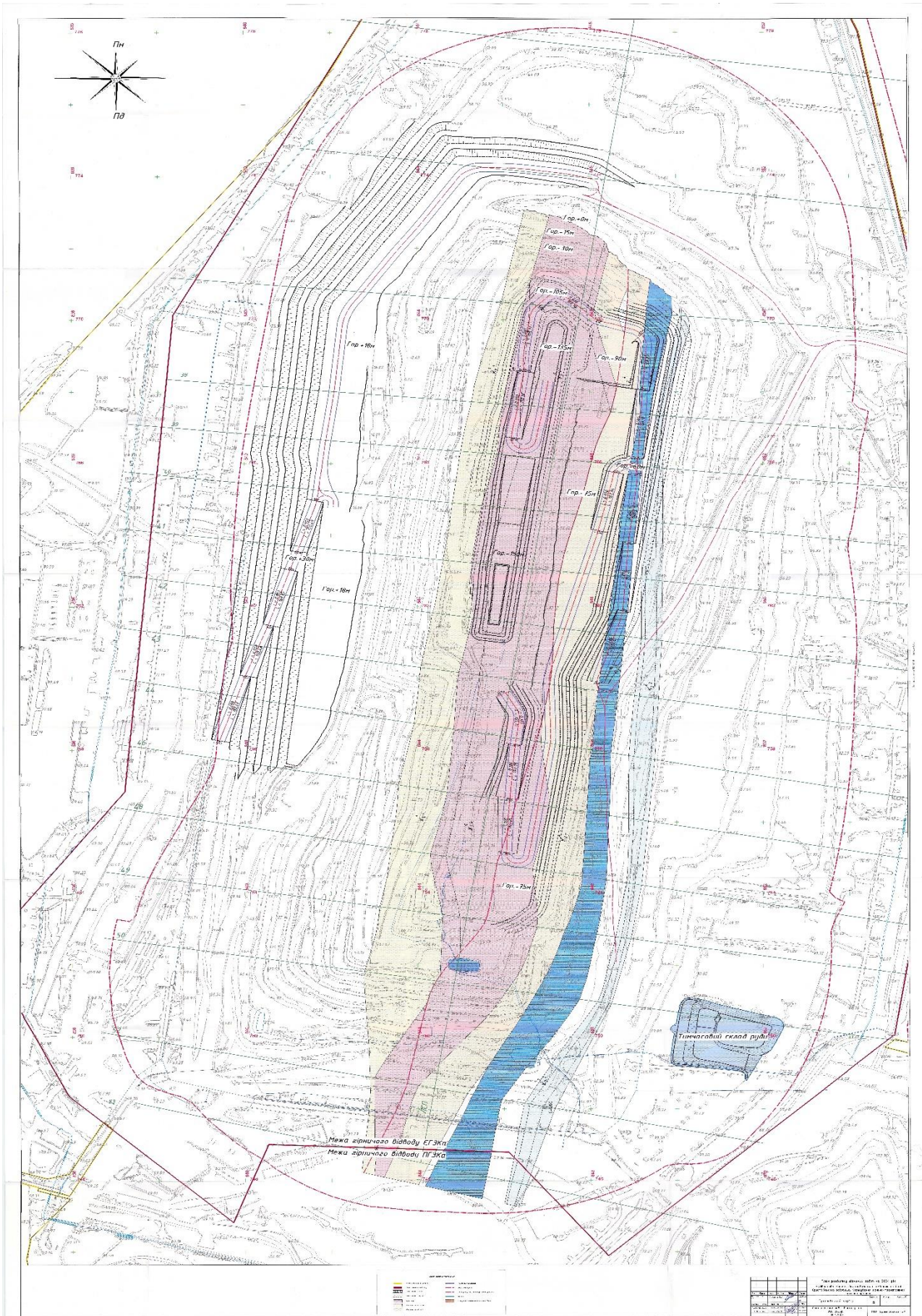


Рисунок 1.1 – Стан гірничих робіт на 2024 рік [2].

Підготовка скельних порід до виїмки здійснюється буропідривним способом. Роботи проводяться відповідно до вимог "Типового проекту буропідривних робіт методом свердловинних і шпурових зарядів в кар'єрі ТОВ "Єристівський ГЗК" та його доповнень. Бурові роботи виконуються власними силами підприємства буровою дільницею гірничо-транспортного комплексу. Як обладнання використовуються бурові верстати шарошечного способу буріння Flexi Roc L8 (165 мм) і Pit Viper 275 HP (250 мм). Вибухові роботи проводить підприємство «Інтервибухпром».

ТОВ «Єристівський ГЗК» впроваджує новітні технології, такі як : автоматизовані бурові верстати, безпілотні автосамоскиди та використання квадрокоптерів для маркшейдерської зйомки. Коротко про них:

- Безпілотні бурові установки можуть автоматично виконувати буріння свердловин згідно з заданими параметрами, що забезпечує високу точність і повторюваність робіт. Оператори можуть контролювати роботу бурових установок дистанційно, використовуючи спеціалізоване програмне забезпечення. Інтеграція сенсорів та систем діагностики дозволяє постійно моніторити стан обладнання, своєчасно виявляти несправності та проводити профілактичне обслуговування.

- Завдяки системам GPS та LIDAR, автосамоскиди можуть самостійно навігувати по кар'єру, уникаючи перешкод та інших транспортних засобів. Автономні системи можуть розраховувати найбільш ефективні маршрути для транспортування гірничої маси. Автоматизація зменшує ймовірність помилок, викликаних людським фактором, таких як втома або неуважність водіїв.

- Сучасні квадрокоптери оснащені високоточними камерами та GPS системами, що забезпечує точність зйомки і створення детальних 3D-моделей рельєфу кар'єру. Їх використання дозволяє здійснювати регулярний моніторинг змін рельєфу та обсягів видобутих матеріалів, що допомагає оперативно коригувати плани розробки та управління кар'єром.

Таким чином, впровадження безпілотних систем на Єристівському кар'єрі сприяє підвищенню ефективності, безпеки та точності гірничих робіт, що є важливим кроком у розвитку сучасних технологій у гірництві.

2. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА

2.1. Пропозиція щодо технологічної схеми розробки родовища

Розвиток технологій у сфері гірництва значно впливає на ефективність та безпеку відкритих розробок родовищ. Одним із передових рішень є впровадження роботизованих автосамоскидів, що дозволяє автоматизувати процеси транспортування гірничої маси. Це рішення підвищує продуктивність, знижує витрати та мінімізує ризики для людей.

В кваліфікаційній роботі пропонується порівняти роботизовані автосамоскиди Caterpillar 793D та Komatsu Innovative Autonomous Haulage Vehicle для встановлення параметрів виробок в умовах кар'єру ТОВ «Єристівський ГЗК».

У 2022 році ТОВ «Єристівський ГЗК» запустив в експлуатацію перші безпілотні автосамоскиди CAT 793D, на яких є змонтована система автоматизованого дистанційного керування ASI американського виробництва (рис. 2.1).



Рисунок 2.1. – автосамоскид CAT 793D з системою автоматизованого дистанційного керування

Вдосконаленою версією CAT 793D є цілком повністю автономний самоскид Komatsu (Autonomous Haulage Vehicle, AHV), який представляє значний прорив у гірничодобувній промисловості (рис 2.2).



Рисунок 2.2. – автосамоскид Komatsu Innovative Autonomous Haulage Vehicle

Для порівняння обраних автосамоскидів необхідно враховувати специфіку їхньої роботи:

- **Ширина доріг:** Ширина транспортних шляхів повинна бути достатньою для безпечного роз'їзду автосамоскидів і забезпечення маневреності.
- **Радіуси поворотів:** Необхідно забезпечити оптимальні радіуси поворотів для роботизованих автосамоскидів, які, як правило, мають більші габарити і менш гнучкі, ніж керовані людиною машини.
- **Схили:** Системи автоматизації повинні враховувати максимальні допустимі ухили доріг, щоб забезпечити безпечну і ефективну роботу автосамоскидів.
- **Інфраструктура для заправки та обслуговування:** Необхідно передбачити місця для заправлення та технічного обслуговування

роботизованих автосамоскидів, які повинні бути розташовані у зручних точках кар'єру.

2.2. Розрахункова частина

2.2.1. Основні параметри робочих майданчиків

Ширина площадки для маневрів автосамоскидів при подачі під навантаження, визначається:

$$p = \sqrt{(1,3 \cdot R_a)^2 - B^2} + B + B_n, \text{ м} \quad (2.1)$$

де R_a – габаритний радіус повороту автосамоскиду, м;

B – відстань між осями переднього і заднього колеса, м;

B_n – відстань від осі передніх коліс до виступаючої частини машини, м.

При використанні автосамоскида CAT 793D:

$$p = \sqrt{(1,3 \cdot 16,4)^2 - 5,9^2} + 5,9 + 3,2 = 29,6 \text{ м}$$

де $R_a = 16,4$ м;

$B = 5,9$ м;

$B_n = 3,2$ м.

При використанні автосамоскида Komatsu:

$$p = \sqrt{(1,3 \cdot 15,9)^2 - 6,4^2} + 6,4 + 4,3 = 30,4 \text{ м}$$

де $R_a = 15,9$ м;

$B = 6,4$ м;

$B_n = 4,3$ м.

Навантаження автосамоскидів відбувається екскаватором Komatsu PC 3000, технічні характеристики наведені в Таблиці 2.1.

Ширина робочого майданчика, при навантаженні корисної копалини(рис. 2.3), визначається:

$$Ш_{PB} = B_{kl} + d + p + g + S + a, \text{ м} \quad (2.2)$$

де B_{kl} – ширина дренажної канави по верху, по скельним породам, 2 м;

d – відстань від верхньої брівки дренажної канави до нижньої брівки уступа, до площадки для маневрів автосамоскидів, 1 м;

g – відстань від площадки для маневрів автосамоскидів до нижньої брівки запобіжного валу, 2 м;

S – ширина запобіжного валу, 5 м;

a – ширина призми обвалення, 2,3 м.

CAT 793D: $Ш_{PB} = 2 + 1 + 29,6 + 2 + 5 + 2,3 = 41,9$ м;

Komatsu: $Ш_{PB} = 2 + 1 + 30,4 + 2 + 5 + 2,3 = 42,7$ м.

Ширина робочого майданчика, при навантаженні м'яких порід (рис. 2.4), визначається:

$$Ш_{PB} = B_{kl} + 2d + p + g + S + a, \text{ м} \quad (2.3)$$

де B_{kl} – ширина дренажної канави по верху, по скельним породам, 3,5 м;

g – відстань від площадки для маневрів автосамоскидів до нижньої брівки запобіжного валу, 1,5 м;

a – ширина призми обвалення, 3 м.

CAT 793D: $Ш_{PB} = 3,5 + 2 + 29,6 + 1,5 + 5 + 3 = 44,6$ м;

Komatsu: $Ш_{PB} = 3,5 + 2 + 30,4 + 1,5 + 5 + 3 = 45,4$ м.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики екскаватора Komatsu PC 3000

Місткість ковша, м ³	15
Потужність двигуна, кВт	940
Максимальний радіус копання, м	13,5/16,2
Максимальна висота копання, м	15,3/14,2
Максимальна глибина копання, м	3,3/8
Максимальна висота розвантаження, м	10/8,7
Швидкість пересування, км/год	2,4
Робоча маса, т	250-258

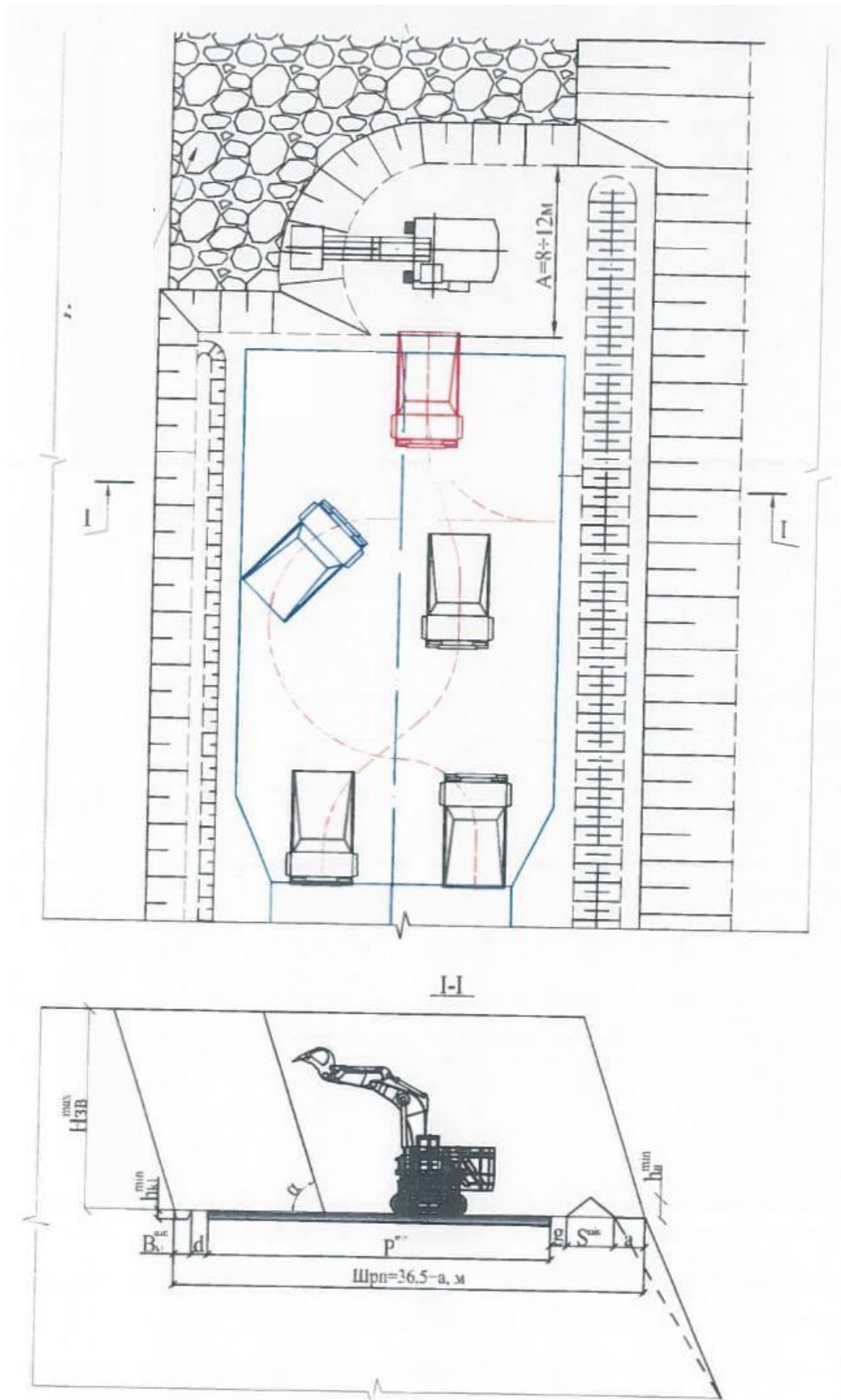


Рисунок 2.3 – Схема роботи екскаватора Komatsu PC 3000 на скельних порадах, на рівні стоянки

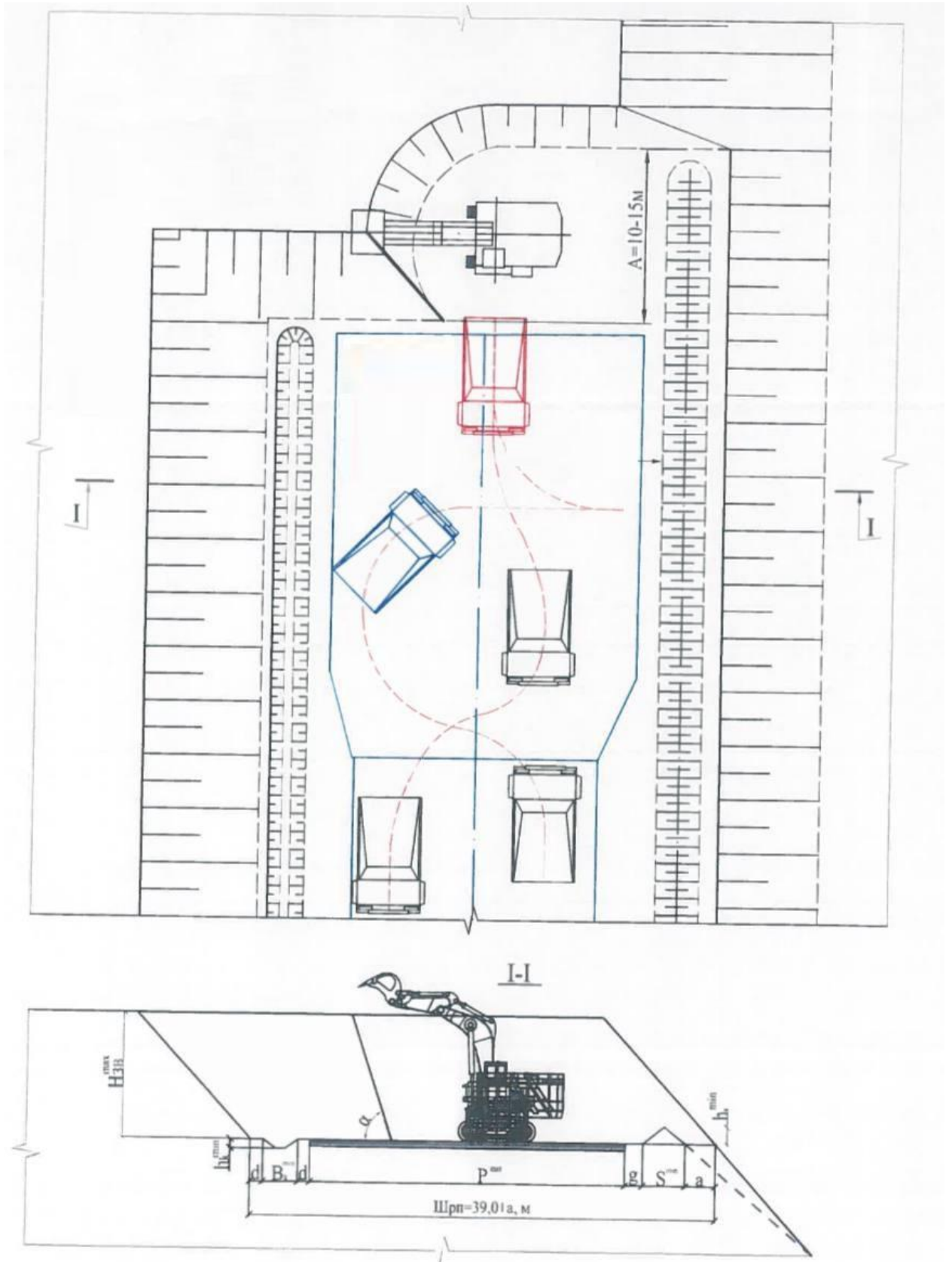


Рисунок 2.4 – Схема роботи екскаватора Komatsu PC 3000 на м'яких породах на рівні стоянці

2.2.2. Виймально-навантажувальні роботи

Варіант 1. Продуктивність екскаватора Komatsu PC 3000 при навантаженні автосамоскидів CAT 793D:

$$H_B = \frac{T_{зм} - T_{п.з} - T_{л.н}}{T_{п.с} + T_{обм.}} \cdot V, \text{ м}^3 / \text{змін у} \quad (2.4)$$

де $T_{зм}$ - тривалість зміни, 480 хв;

$T_{п.з}$ - час виконання підготовчо-заключних операцій, 25 хв [4];

$T_{л.н}$ - час на індивідуальні потреби, 10 хв [4];

$T_{обм.}$ - час обміну автосамоскидів або тривалість простою екскаватора від моменту закінчення навантаження однієї машини до моменту подачі під навантаження наступної машини, 2,2 хв [4];

V - обсяг гірничої маси в одному автосамоскиді з «з шапкою», 129 м³;

$T_{п.с}$ - час навантаження одного автосамоскида:

$$T_{п.с} = t_{ц} \cdot n = 40/60 \cdot 6 = 4 \text{ хв} \quad (2.5)$$

де $t_{ц}$ - час циклу екскавації, 40 сек;

n - число ковшів в одному автосамоскиді:

$$n = \frac{C_T}{E \cdot \gamma} = \frac{220}{15 \cdot 2,4} = 6,1; \text{ приймається } 6 \text{ ковшів} \quad (2.6)$$

де C_T - вантажопідйомність автосамоскида, 220 т;

E - місткість ковша екскаватора, 15 м³;

γ - питома вага породи, 2,4 т/м³.

$$H_B = \frac{480 - 25 - 10}{4 + 2,2} \cdot 129 = 9\,259 \text{ м}^3 / \text{змін у}$$

Варіант 2. Продуктивність екскаватора Komatsu PC 3000 при навантаженні автосамоскидів Komatsu:

$$H_B = \frac{T_{зм} - T_{п.з} - T_{л.н}}{T_{п.с} + T_{обм.}} \cdot V, \text{ м}^3 / \text{змін у}$$

де $T_{зм}$ - тривалість зміни, 480 хв;

$T_{п.з}$ - час виконання підготовчо-заключних операцій, 25 хв [4];

$T_{л.н}$ - час на індивідуальні потреби, 10 хв [4];

$T_{обм.}$ – час обміну автосамоскидів або тривалість простою екскаватора від моменту закінчення навантаження однієї машини до моменту подачі під навантаження наступної машини, 2,2 хв [4];

V – обсяг гірничої маси в одному автосамоскиді з «з шапкою», 142 м³;

$T_{н.с}$ – час навантаження одного автосамоскида:

$$T_{н.с} = t_{ц} \cdot n = 40/60 \cdot 6 = 4 \text{ хв}$$

де $t_{ц}$ – час циклу екскавації, 40 сек;

n – число ковшів в одному автосамоскиді:

$$n = \frac{C_T}{E \cdot \gamma} = \frac{230}{15 \cdot 2,4} = 6 \text{ ковшів}$$

де C_T – вантажопідйомність автосамоскида, 230 т;

E – місткість ковша екскаватора, 15 м³;

γ – об'ємна вага породи, 2,4 т/м³.

$$H_B = \frac{480 - 25 - 10}{4 + 2,2} \cdot 142 = 10\,191 \text{ м}^3/\text{зміну}$$

2.2.3. Допоміжні роботи при зачищенні вибою

Технічні характеристики бульдозера CAT D10T, наведені в Таблиці 2.2.

Продуктивність бульдозера CAT D10T (рис. 2.5) визначається[4]:

$$Q_6 = \frac{3600 \cdot V_{ц} \cdot a_n \cdot K_B \cdot K_{укл}}{T_{ц} \cdot K_p}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.7)$$

де K_B – коефіцієнт використання в часі, 0,8;

$K_{укл}$ – коефіцієнт, який враховує ухил роботи дільниці, 1;

K_p – коефіцієнт розпушування породи, 1,2;

$V_{ц}$ – об'єм породи, що переміщується відвалом бульдозера,:

$$V_{ц} = \frac{l \cdot h \cdot a}{2}, \text{ м}^3 \quad (2.8)$$

де l – довжина відвалу бульдозера, 4,86 м;

h – висота відвалу бульдозера, 2,12 м;

a – ширина призми переміщеної породи:

$$a = \frac{h}{tg\varphi}, \text{ м} \quad (2.9)$$

де φ – кут природного укосу ґрунту, 35° ;

$$a = \frac{2,12}{\operatorname{tg}35^\circ} = 3 \text{ м}$$

$$V_{\text{ц}} = \frac{4,86 \cdot 2,12 \cdot 3}{2} = 15,5 \text{ м}^3$$

a_n – коефіцієнт, який враховує втрати породи при переміщенні:

$$a_n = 1 - l_n \cdot \beta \quad (2.10)$$

де l_n – довжина переміщення породи, 7 м;

$$a_n = 1 - 7 \cdot 0,008 = 0,944$$

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу:

$$T_{\text{ц}} = \frac{\frac{l_1}{V_1} + \frac{l_2}{V_2} + \frac{l_3}{V_3} + \frac{l_4}{V_4} + t_0 + 2t_{\text{пов}}}{3600}, \text{ ГОД} \quad (2.11)$$

де l_1 – шлях завантаження, 1 м;

V_1 – швидкість бульдозера при завантаженні, 0,4 м/с;

l_2 – шлях переміщення породи, 6 м;

V_2 – швидкість бульдозера під час транспортування, 0,72 м/с;

l_3 – шлях розвантаження, 1 м;

V_3 – швидкість бульдозера при розвантаженні, 0,72 м/с;

l_4 – шлях бульдозера порожнього, 6 м;

V_4 – швидкість порожнього бульдозера, 1,27 м/с;

t_0 – час на перемикання передач, 8 с;

$t_{\text{пов}}$ – час одного повороту бульдозера, 40 с.

$$T_{\text{ц}} = \frac{\frac{1}{0,4} + \frac{6}{0,72} + \frac{1}{0,72} + \frac{6}{1,27} + 8 + 2 \cdot 40}{3600} = 0,029 \text{ год} = 1 \text{ хв } 45 \text{ с}$$

$$Q_6 = \frac{3600 \cdot 15,5 \cdot 0,944 \cdot 0,8 \cdot 1}{105 \cdot 1,2} = 335 \text{ м}^3/\text{год}$$



Рисунок 2.5. – кар’єрний бульдозер CAT D10T

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики бульдозера CAT D10T

Вага, т	64,1
Транспортна ширина, м	3,7
Довжина транспорту, м	9,26
Транспортна висота, м	4,34
Ширина доріжки, мм	710
Ширина переднього леза, м	5,26
Потужність двигуна, кВт	462
Робочий об’єм, л	27

2.3. Організація гірничих робіт з виконанням прийнятих технологічних рішень

Організація виймально-навантажувальних робіт в гірничодобувній промисловості вимагає ретельного планування та координації.

Підготовчий етап містить в собі аналіз та планування проведення гірничих робіт, підготовку техніки та робочої зони. Аналіз та планування включають: проведення геологічних досліджень; розробку детального плану робіт, включаючи маршрути руху техніки та розташування відвалів. Далі йде підготовка техніки та перевірка і налаштування гідравлічних систем, двигунів та інших ключових компонентів техніки. Підготовка робочої зони включає розчищення територій від сторонніх предметів, та встановлення знаків безпеки і огороження небезпечних зон.

Екскавація здійснюється за допомогою гідравлічного екскаватору Komatsu PC 3000. Водій екскаватору повинен слідувати чітко встановлених маршрутам та інструкціям, щоб забезпечити ефективність і безпеку роботи.

Навантаження породи здійснюється в автосамоскиди CAT 793D, для подальшого транспортування на відвали, де відбувається його розвантаження. Щоб автосамоскид міг рухатися під час завантаження, використовується система сигналів, зрозуміла як водієві вантажівки, так і машиністу екскаватора.

Транспортування проводиться чітко встановленим маршрутам для роботизованих автосамоскидів, щоб мінімізувати час простою та забезпечити безпеку руху.

Завданням бульдозера є вирівнювання робочого майданчика та створення обмежувального (запобіжного) валу. Висота цього валу становить 2,3 м, а ширина – 3-5 м. Виконання робіт з вирівнювання майданчика та формування запобіжного валу бульдозером дозволяється тільки у напрямку вперед, перпендикулярно до краю укосу. «Пороги» зі скельних порід попередньо підривають та обурюють.

2.4. Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень

В економічній частині має бути розрахунок експлуатаційних та капітальних витрат під час виїмково-навантажувальних роботах.

В кваліфікаційній роботі порівнюється використання двох автосамоскидів: CAT 793D та Komatsu (Autonomous Haulage Vehicle, AHV).

Таблиця 2.3 – Розрахунок фонду заробітної плати

Фах робітника	Оклад. Тариф, грн.	Чисельність		Місячний фонд з/п, грн.	Нічні		Премія		Загальний ФЗП за місяць, грн	Загальний ФПЗ за рік, грн.
		За зміну	За добу		%	Сумма	%	Сумма		
Гірничий майстер	25 000	1	2	50 000	40	10 000	30	15 000	75 000	900 000
Машиніст екскаватору Ур	20 000	1	2	40 000	40	8 000	30	12 000	60 000	720 000
Помічник машиніста екскаватора	10 000	1	2	20 000	40	4 000	30	6 000	30 000	360 000
Водій автосамоскиду	20 000	3	6	120 000	40	8 000	30	38 400	174 400	2 092 800
Машиніст бульдозеру Ур	20 000	1	2	40 000	40	8 000	30	12 000	60 000	720 000
ВСЬОГО		7	14	270 000		38 000		57 000	399 400	4 792 800

Таблиця 2.4 – Розрахунок витрат на електроенергію

Споживачі	Кількість	Встановлена потужність, кВт	Загальна встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт завантаження	Споживна потужність, кВт	Кількість годин	Витрати електроенергії		ККД мережі	Загалом з урахуванням витрат, кВт	Тариф, грн/кВт	Вартість електроенергії за рік, грн
							за добу	за місяць				
Komatsu PC 3000	1	940	940	0,8	752	20	15 040	451 200	0,9	501 333,3	8,8	52 940 800
Всього											52 940 800	
Невраховані витрати 13%											6 882 304	
ВСЬОГО											59 823 104	

Таблиця 2.5 – Витрата і вартість матеріалів при застосуванні автосамоскиду CAT 793D

Вид матеріалу	Одиниці виміру	Норма витрат на 1 тис.м3	Заплановані витрати	Ціна одиниці, грн	Сума витрат, грн
1	2	3	4	5	6
Шини	од.	0,002	1	1 200 000	1200000
Фільтри масляні	шт.	0,003	3	4 177	12531
Зуби ковша	шт.	0,04	25	8 910	222750
Паливо	л.	380	380000	53	20140000
Масильні матеріали масло	л.	0,05	490	34 800	17052000
Всього					38627281
Інші матеріали разового використання (15% від осн. матеріалів)					5794092
Матеріали тривалого користування (2%)					772546
Невраховані матеріали (1,7%)					656664
ВСЬОГО					45850583

Таблиця 2.6 – Витрата і вартість матеріалів при застосуванні автосамоскиду Komatsu

Вид матеріалу	Одиниці виміру	Норма витрат на 1 тис.м3	Заплановані витрати	Ціна одиниці, грн	Сума витрат, грн
1	2	3	4	5	6
Шини	од.	0,002	1	1 200 000	1200000
Фільтри масляні	шт.	0,003	3	4 177	12531
Зуби ковша	шт.	0,04	25	8 910	222750
Паливо	л.	380	380000	53	20140000
Масильні матеріали масло	л.	0,05	490	34 800	17052000
Всього					38627281
Інші матеріали разового використання (15% від осн. матеріалів)					5794092
Матеріали тривалого користування (2%)					772546
Невраховані матеріали (1,7%)					656664
ВСЬОГО					45850583

Таблиця 2.7 – Балансова вартість обладнання та амортизаційні відрахування при застосуванні автосамоскиду CAT 793D

Найменування машин	Кількість	Коеф. Резерву	Кількість од. наявно	Ціна од., тис.грн	Загальна вартість, тис.грн	Річна норма амортизації, %	Сума амортизації за період роботи, тис.грн
Екскаватор Komatsu PC3000	1	1,2	1	2 200	2200	15	18,333
Пункт ЯКНО–6	1	1,2	1	5	5	15	0,042
Бульдозер CAT D10T	1	1,2	1	9 800	9800	15	81,667
Автосамоскид CAT 793D	3	1,1	3	8 700	26100	10	145,000
ЛЕП, 1км	5,2			1,2	6,24	5	0,017
ВСЬОГО							245,059
Невраховане 12%							29,407
ВСЬОГО							274,466

Таблиця 2.8 – Балансова вартість обладнання та амортизаційні відрахування при застосуванні автосамоскиду Komatsu

Найменування машин	Кількість	Коеф. Резерву	Кількість од. наявно	Ціна од., тис.грн	Загальна вартість, тис.грн	Річна норма амортизації, %	Сума амортизації за період роботи, тис.грн
Екскаватор Komatsu PC3000	1	1,2	1	2 200	2200	15	18,333
Пункт ЯКНО–6	1	1,2	1	5	5	15	0,042
Бульдозер CAT D10T	1	1,2	1	9 800	9800	15	81,667
Автосамоскид Komatsu	3	1,1	3	10 000	30000	10	166,667
ЛЕП, 1км	5,2			1,2	6,24	5	0,017
ВСЬОГО							266,726
Невраховане 12%							32,007
ВСЬОГО							298,733

Таблиця 2.9 – Калькуляція питомих витрат на розкривні роботи

Елементи витрат	Сума витрат, грн		±	%
	CAT 793D	Komatsu		
Основна заробітна плата	4 792 800	4 792 800	0	0
Нарахування на заробітню плату 22%	1054416	1054416	0	0
Електроенергія	59 823 104	59 823 104	0	0
Матеріали	49082784	45850583	3232201	6,59
Амотризація	274466	298733	-24267	-8,84
Разом	115 027 570	111 819 636	3207934	2,79
Собівартість, грн/м ³	63,90	62,12	1,78	2,79

В результаті техніко-економічних розрахунків при порівнянні двох автосамоскидів CAT 793D та Komatsu видно, що застосування новішого обладнання більш вигідніше, у більшості за рахунок витрат на матеріали. В результаті розрахунків бачимо, що собівартість знижується на 2 грн/м³. В результаті спостерігаємо, що загальні витрати на автосамоскид Komatsu менші на 3,2 млн. грн..

3. КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ

3.1 Вибір транспортного устаткування

Розробка кар'єру здійснюється з використанням автомобільного транспорту з відвалоутворенням за межами кар'єру. Породи розкриву вивозяться до Західних відвалів по західній системі з'їздів, і до відвалу А6 (2 етап) — по східній. Основними типами автосамоскидів, що використовуються в кар'єрі, є, САТ 785С (136 т), САТ 789С (177 т) та САТ 793D (220 т). У поєднанні з автомобільним транспортом працюють екскаватори типу ЕКГ-8І, ЕКГ-10, РС4000-6 і РС 3000.

Для технологічних доріг у кар'єрі, призначених для руху великовагових самоскидів, приймаються проєктні параметри поперечного профілю, з урахуванням особливо складних умов. Ці умови включають рельєфні, геологічні та гідрологічні фактори, що впливають на гірничі роботи.

На технологічних дорогах і тимчасових виїздах у кар'єр та на сміттєзвалищах для забезпечення безпеки руху транспортних засобів, з боку відкритого простору передбачений паркан у вигляді орієнтуючого валу з гірничих порід. Висота цього валу становить половину діаметра колеса самоскида.

Дороги в кар'єрі характеризуються чергуванням спусків і підйомів, а також наявністю кривих і поворотів. Мінімальні радіуси кругових кривих в плані відповідають двом конструктивним радіусам обертання переднього колеса самоскида.

Покриття технологічних доріг у кар'єрі складається з кількох шарів щебеню різних фракцій, укладених методом заклинювання з ретельним ущільненням.

3.2 Розрахунки транспортного комплексу

3.2.1. Розрахунок автомобільного транспорту

Пропускна спроможність автодороги визначається:

$$N = \frac{1000 \cdot V \cdot n_n \cdot K_n}{l_6}, \text{ авто/годину} \quad (3.1)$$

де V – середн швидкість автосамоскида, км/год;

n_n – кількість смуг для руху автосамоскидів в одному напрямку;

K_n – коефіцієнт нерівномірності руху автосамоскиду, 0,5;

l_6 – безпечна відстань між автосамоскидами на дорозі, 50 м.

$$\text{CAT 793D:} \quad N = \frac{1000 \cdot 27,2 \cdot 1 \cdot 0,5}{50} = 272 \text{ авт/год};$$

$$\text{Komatsu:} \quad N = \frac{1000 \cdot 32 \cdot 1 \cdot 0,5}{50} = 320 \text{ авт/год.}$$

Провізна здатність автодороги:

$$M = \frac{N \cdot m}{K_{рез}}, \text{ т/год} \quad (3.2)$$

де m – вантажопідйомність автосамоскида, т;

$K_{рез}$ – коефіцієнт резерву провізної здатності, 1,75-2.

$$\text{CAT 793D:} \quad M = \frac{272 \cdot 220}{2} = 29929 \text{ т/год};$$

$$\text{Komatsu:} \quad M = \frac{320 \cdot 230}{2} = 36800 \text{ т/год.}$$

Технічні характеристики автосамоскидів CAT 793D та Komatsu наведені в Таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики автосамоскидів

	CAT 793D	Komatsu
Вантажопідйомність, т	220	230
Потужність двигуна, кВт	1801	1986
Максимальна швидкість, км/год	54,3	64
Радіус розвороту, м	16,35	15,9
Габарити, м	13*6	15*8,5

3.2.2. Розрахунок елементів рейсу автосамоскидів

Продуктивність автосамоскида:

$$P_a = \frac{60A}{T}, \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (3.3)$$

де A – обсяг гірничої маси в одному автосамоскиді з «з шапкою»;

T – тривалість рейсу, хв:

$$T = \frac{60L_r}{V_r} + \frac{60L_n}{V_n} + t_p + t_n + t_m + t_{пр} + t_{ож}, \text{ хв} \quad (3.4)$$

де L_r – відстань транспортування навантаженого автосамоскиду від вибою до відвалу, 2,2 км;

V_r – швидкість навантаженого автосамоскиду, км/год;

L_n – відстань транспортування порожнього автосамоскиду від відвалу до вибою, 2,2 м;

V_n – швидкість порожнього автосамоскиду, км/год;

t_p – час розвантаження автосамоскиду, 0,3 хв;

t_n – час навантаження автосамоскидів, хв;

t_m – час маневрів автосамоскиду, хв;

$t_{пр}$ – час простою автосамоскиду протягом години, 1,5 хв;

$t_{ож}$ – час очікування, 1 хв.

Робочий парк автосамоскидів для одного забою, визначається:

$$P_{п} = \frac{P_k \cdot K_{сут} \cdot K_v}{P_a \cdot П}, \text{ автосамоскидів} \quad (3.5)$$

де P_k – змінна продуктивність екскаватора Komatsu PC 3000, 9550 м³;

$K_{сут}$ – коефіцієнт добової нерівномірності перевезень, 0,9;

K_v – коефіцієнт використання автосамоскидів, 0,9;

$П$ – кількість годин роботи за зміну, 10 годин.

Інвентарний парк автосамоскидів, визначається:

$$N = \frac{P_{п}}{K_{т.г}}, \text{ автосамоскидів} \quad (3.6)$$

де $K_{т.г}$ – коефіцієнт технічної готовності, 0,9.

Експлуатаційна продуктивність автосамоскида:

$$P_e = \frac{60 \cdot C_T \cdot T \cdot K_{и}}{T}, \text{ т/зміну} \quad (3.7)$$

де C_m – вантажопідйомність автосамоскида, т;

T – тривалість робочої зміни, 10 годин;

K_u – коефіцієнт використання автосамоскидів, 0,9.

Варіант 1. Розрахунки формул 3.3 - 3.7, для автосамоскиду CAT 793D.

Тривалість рейсу:

$$T = \frac{60 \cdot 2,2}{27,2} + \frac{60 \cdot 2,2}{35} + 0,3 + 4 + 3 + 1,5 + 1 = 19 \text{ хв}$$

Продуктивність:

$$P_a = \frac{60 \cdot 129}{19} = 407 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Робочий парк:

$$P_n = \frac{9550 \cdot 0,9 \cdot 0,9}{407 \cdot 10} = 2 \text{ автосамоскиди}$$

Інвентарний парк:

$$N = \frac{2}{0,9} = 3 \text{ автосамоскиди}$$

Експлуатаційна продуктивність:

$$P_e = \frac{60 \cdot 220 \cdot 10 \cdot 0,9}{19} = 6252 \text{ т/зміну}$$

Варіант 2. Розрахунки формул 3.3 - 3.7, для автосамоскиду Komatsu Innovative Autonomous Haulage Vehicle.

Тривалість рейсу:

$$T = \frac{60 \cdot 2,2}{32} + \frac{60 \cdot 2,2}{40} + 0,3 + 4 + 3 + 1,5 + 1 = 17 \text{ хв}$$

Продуктивність:

$$P_a = \frac{60 \cdot 142}{17} = 501 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Робочий парк:

$$P_n = \frac{9550 \cdot 0,9 \cdot 0,9}{501 \cdot 10} = 2 \text{ автосамоскиди}$$

Інвентарний парк:

$$N = \frac{2}{0,9} = 3 \text{ автосамоскиди}$$

Експлуатаційна продуктивність:

$$P_e = \frac{60 \cdot 230 \cdot 10 \cdot 0,9}{17} = 7306 \text{ т/зміну}$$

3.2.3. Ширина транспортних майданчиків

При застосуванні автосамоскидів, мінімально допустима ширина транспортного майданчика визначається[7]:

$$Ш_{pm} = a + s + z + p + b_k + 2d, \text{ м} \quad (3.8)$$

де a – ширина призми обрушення робочого уступу, $a = 3$ м;

s – ширина орієнтуючого ґрунтового валу, $s = 4,8$ м;

z – відстань від підосви ґрунтового валу до кромки проїжджої частини автодороги, $z = 0,5$ м;

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

b_k – ширина дренажної канави по верхівці, $2,16$ м;

d – відстань від верхньої бровки дренажної канави до нижньої бровки уступу, $1,5$ м.

CAT 793D: $Ш_{pm} = 3 + 4,8 + 0,5 + 29,6 + 2,16 + 2 \cdot 1,5 = 43 \text{ м}$

Komatsu: $Ш_{pm} = 3 + 4,8 + 0,5 + 30,4 + 2,16 + 2 \cdot 1,5 = 44 \text{ м}$

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Охорона праці на гірничому підприємстві

У цьому розділі розглядаються основні аспекти охорони праці та техніки безпеки на ТОВ «Єривіському ГЗК».

Забезпечення працівників санітарно-побутовими приміщеннями, медичним та оздоровчо-профілактичним обслуговуванням планується здійснювати за такою схемою:

- Кар'єр, який є в експлуатації, є частиною гірничозбагачувального комбінату, тому штат працівників забезпечується санітарно-побутовими приміщеннями, що були побудовані раніше і функціонують на даний момент.

- Медичне обслуговування працівників проводиться у поліклініці на промисловому майданчику комбінату.

- Забезпечення харчування здійснюється через мережу діючих і пересувних їдалень, а також у наявних комбінатах для прийому їжі, які обладнані холодильниками, кип'ятильниками та мають гарячу і холодну воду.

- Оздоровлення працівників планується у профілакторії гірничозбагачувального комбінату з дотриманням режиму праці та відпочинку.

- Забезпечення робітників спецодягом, взуттям та спеціальними захисними пристроями проводиться відповідно до вимог ДНАОП 1.2.90-1.01-94 та місцевих інструкцій і норм, розроблених та затверджених керівництвом Єривіського гірничозбагачувального комбінату.

- Доставка працівників до робочих місць здійснюється спеціалізованим автотранспортом підприємства. Проїзд робітників від місць постійного проживання до промислового майданчика комбінату здійснюється громадським транспортом і частково автобусами підприємства.

4.2. Вимоги до режиму безпеки та охорони праці відповідно до завдання

4.2.1. Вимоги безпеки під час роботи одноківшевих екскаваторів

Під час переміщення екскаватора по горизонтальній поверхні або на підйом, його ведуча вісь повинна бути ззаду, а при спусках зі схилу - спереду. Ківш необхідно опорожнити і тримати не вище ніж 1 м від ґрунту, а стрілу направити по ходу екскаватора.

Переміщення гірничих машин дозволяється лише за письмовим розпорядженням відповідальної посадової особи, яка здійснює контроль за безпекою робіт, і за наявності затвердженого проекту організації робіт.

Екскаватори повинні розташовуватись на уступі кар'єру або відвалу на твердій вирівняній основі зі схилом, що не перевищує допустимий технічним паспортом екскаватора.

Під час роботи екскаватора забороняється перебування працівників (включаючи обслуговуючий персонал) у зоні дії ковша.

На екскаваторах повинні бути паспорти завантаження автосамоскидів та вагонів-самоскидів.

У разі необхідності допускається проведення робіт на більш близькій відстані за розробленим на підприємстві паспортом безпечного проведення робіт.

4.2.2. Вимоги безпеки під час роботи бульдозера

Забороняється рух бульдозерів у межах призми обвалення уступу.

Не можна залишати бульдозер з працюючим двигуном і піднятим ножем. Під час роботи не можна спрямовувати трос, ставати на підвісну раму та ніж. Робота бульдозерів на крутих схилах забороняється, якщо бокові та повздовжні кути нахилу перевищують допустимі значення, передбачені інструкцією заводу-виробника.

Робота на бульдозері дозволяється лише за наявності блокування, що унеможливорює запуск двигуна при включеній коробці передач, і наявності обладнання для запуску двигуна з кабіни.

Для ремонту, змащування та регулювання бульдозера його потрібно встановити на горизонтальній площадці, вимкнути двигун, а ніж опустити на землю або на спеціальну опору.

У разі аварійної зупинки бульдозера на похилій площадці необхідно вжити заходи, що унеможливають його самовільний рух по схилу.

Для огляду ножа знизу його потрібно опустити на надійні підкладки, а двигун бульдозера вимкнути. Не дозволяється перебувати під піднятим ножем.

Відстань від краю гусениці бульдозера до краю укусу визначається з урахуванням гірничо-геологічних умов і заноситься в паспорт ведення робіт у вибої (на відвалі), розроблений на підприємстві.

4.2.3. Вимоги безпеки на автомобільному транспорті

Для будівництва земляного полотна автодороги слід використовувати міцні ґрунти, виключаючи торф, дерен і рослинні залишки.

На ділянках із затяжними повздовжніми ухилами (понад 0,06) слід робити горизонтальні майданчики з ухилом не більше 0,02, довжиною не менше 50 метрів, розміщуючи їх не далі ніж через кожні 600 метрів ухилу.

В особливо складних умовах на кар'єрних і відвальних дорогах допустимо використовувати радіуси кривих, що дорівнюють не менше двом конструктивним радіусам розвороту транспортного засобу по передньому зовнішньому колесу для одиночних автомобілів.

На узбіччях технологічних автодоріг і тимчасових з'їздів у кар'єрі з боку відпрацьованого простору необхідно споруджувати захисний вал, що захищає від обвалень.

Керівництво гірничого підприємства має забезпечувати безпечні умови для руху транспорту, своєчасно ремонтувати автомобільні дороги, а взимку очищати їх від снігу і льоду, посипати піском, шлаком, дрібним щебенем або обробляти спеціальними розчинами.

Швидкість і порядок руху на кар'єрних дорогах визначаються з урахуванням дорожніх умов, рух на технологічних шляхах регулюється відповідними знаками.

Обгін транспортних засобів на технологічних дорогах заборонений, за винятком випадків, коли транспортні засоби мають різну технічну швидкість і забезпечена безпека руху.

Очищення кузова від налиплої або намерзлої маси потрібно проводити в спеціально відведених місцях з використанням механічних або інших засобів.

Кабіну кар'єрного автосамоскида слід обладнати спеціальним захисним козирком для безпеки водія під час навантаження.

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі на тему: "Встановлення параметрів виробок при застосуванні автосамоскидів в умовах кар'єру ТОВ «Єристівський ГЗК»" було досліджено та проаналізовано впровадження сучасних технологій роботизованого транспорту на прикладі автосамоскидів CAT 793D та Komatsu Autonomous Haulage Vehicle (AHV). З яких автосамоскид CAT 793D успішно використовується з 2022 року.

Проведені розрахунки дозволили визначити оптимальні параметри виробок, які були оптимізовані з урахуванням технічних характеристик обох автосамоскидів.

Проведений економічний аналіз показав, що використання роботизованого автосамоскиду Komatsu Autonomous Haulage Vehicle (AHV) є економічно вигіднішим за рахунок витрат на матеріали, підвищення продуктивності та зниження простоїв обладнання.

Впровадження нових роботизованих автосамоскидів, таких як Komatsu, впливають на підвищення безпеки в кар'єрі із-за зменшення людського фактору, та підвищують точність та стабільність робочих процесів, що веде до зменшення втрат та підвищення ефективності використання ресурсів.

Отже, впровадження автономних автосамоскидів Komatsu AHV в умовах кар'єру ТОВ «Єристівський ГЗК» є технічно можливим та економічно доцільним, що сприятиме підвищенню продуктивності та безпеки виробничих процесів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат. Робочий проект Єристівського родовища. Горішні Плавні : Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат, 2012.
2. Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат. План розвитку гірничих робіт на 2024 рік від директора розвитку гірничих робіт Гелета С. Л.. Горішні Плавні : Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат, 2024.
3. Собко Б.Ю. Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин. Ч.1. Розкриття родовищ / Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, Г.Я. Корсунський, О.В. Ложніков // Дніпро: Літограф.– 2017. – с.
4. Норми технологічного проектування підприємств промисловості нерудних будівельних матеріалів. Л., 1968. – 326 с.
5. Паспорт ЕК.ПО.49-ОКП «Паспорт роботи екскаватора Komatsu PC 3000», с04.01.2020р. / В. Ф. Мищенко, А. Н. Нікітін, В. Ю. Юрченко, О. Б. Юренко // ТОВ «Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат».
6. Програма і методичні вказівки з виконання економічної частини дипломного проекту 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.
7. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Частина 1. Гірничі роботи. Ліквідація гірничодобувних підприємств. Техніко-економічна оцінка та показники. СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007. Настанова міністерства промислової політики України. –К.: Міністерство промислової політики України, 2007.
8. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 184 Гірництво спеціалізації «Відкрита розробка родовищ» / Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, О.В. Ложніков, О.О. Анісімов; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 22 с.

9. ЕК.АД.5-ОКП «Автомобільна дорога для автоматизованих автомобілей САТ 793D», с 25.02.2022р./ Є. Шкурін, А. Нікітін, А. Горний, Б. Юренко// ТОВ «Єристівський гірничо-збагачувальний комбінат».

10. НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом», 2010. с.

РЕЦЕНЗІЯ

На кваліфікаційну роботу бакалавра на тему:

«Встановлення параметрів виробок при застосуванні автосамоскидів в умовах кар'єру ТОВ «Єристівський ГЗК»

Студентки групи 184-20-7 ІІІ Франгової Валерії Олексіївни

Актуальність теми кваліфікаційної роботи полягає в тому, що розроблено технологічні рішення, які дозволяють знизити собівартість перевезення гірничої маси вибою до майданчику розвантаження в умовах Єристівського кар'єру.

У кваліфікаційній роботі студент грамотно та в повному обсязі відобразив основні елементи технологічної схеми, що включають продуктивність гірничого обладнання, кількість одиниць техніки, що застосовується, параметри елементів системи розробки.

Тема кваліфікаційної роботи повністю розкрита та відповідає поставленим задачам.

Робота задовольняє вимоги до кваліфікаційних робіт на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 184 Гірництво і заслуговує оцінки «відмінно», а Франгова Валерія Олексіївна присвоєння відповідної кваліфікації.

Технічний керівник

_____ (підпис)

Литвинов Р. Г.
(ініціали, прізвище)