

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: «Оптимізація технології видобутку граніту на кар'єрі ТОВ «Граніт
Резерв»»

Виконав: студент 4 курсу,
групи РР-51
спеціальності 184 «Гірництво»,
освітньо-професійна програма:
«Гірництво»

Виконавець: Харчук О.О. 

Керівник: Наумов Я.О. 

Рецензент: Башинський С.І. 

Житомир – 2025

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення: гірничої справи, природокористування та будівництва
Кафедра: Гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Спеціальність: 184 «Гірництво»
Освітня програма «Гірництво»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри


(підпис) Башинський С.І.
(Прізвище та ініціали)
«13» березня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Харчук Олександр Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оптимізація технології видобутку граніту на кар'єрі ТОВ «Граніт Резерв»

Керівник роботи Асистент Наумов Ярослав Олегович

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом ректора Житомирської
політехніки від

13.03.2025 р. №94/с

2. Строк подання студентом роботи:

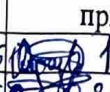
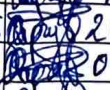
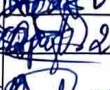
3. Вихідні дані до роботи: зведений план гірничих робіт на кар'єрі, орієнтовні дані по видобутку граніту протягом року, дані про використання техніки на кар'єрі.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Наведення загальних відомостей про підприємство; дослідження Методів видобутку граніту; дослідження та опис запропонованих впроваджень з Метою оптимізації видобутку граніту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Зведено-суміщений план гірничих виробок ТОВ «Граніт Резерв», геологічний розріз та план розвитку гірничих робіт на 2025 рік, план гірничих виробок розкривного та видобувного уступів, паспорти видобувних вибоїв.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Наумов Я.О.	 17.03.2025	 17.03.2025
Розділ 2	Наумов Я.О.	 24.03.2025	 24.03.2025
Розділ 3	Наумов Я.О.	 01.04.2025	 01.04.2025
Розділ 4	Наумов Я.О.	 28.04.2025	 28.04.2025
Графічні додатки	Наумов Я.О.	 05.05.2025	 05.05.2025

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

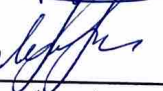
№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання розділу 1	16.02.2025-28.02.2025	
2	Написання розділу 2	01.03.2025-14.03.2025	
3	Написання розділу 3	15.03.2025-04.04.2025	
4	Написання розділу 4	05.04.2025-25.04.2025	
5	Порівняння техніко-економічних показників роботи підприємства	26.04.2025-02.05.2025	
6	Підготування графічних матеріалів	03.05.2025-22.05.2025	
7	Кінцеве оформлення кваліфікаційної роботи	23.05.2025-30.05.2025	

Студент


(підпис)

Харчук О.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

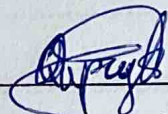

(підпис)

Наумов Я.О.
(прізвище та ініціали)

Я, Харчук Олександр Олегович, цим засвідчую, що представлена до захисту бакалаврська робота на тему: «Оптимізація технології видобутку граніту на кар'єрі ТОВ «Граніт Резерв» виконана на основі власних наукових досліджень. Текст не містить доробку інших дослідників без відповідних посилань на їх праці.

Я попереджений про те, що у разі виявлення фактів порушення мною академічної доброчесності буду недопущений до захисту, а в разі отримання диплому – буду позбавлений його відповідно до: Закону України «Про освіту», Постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку скасування рішення про присудження ступеня вищої освіти та присвоєння відповідної кваліфікації» та Положення про академічну доброчесність та етику академічних взаємовідносин в Державному університеті «Житомирська політехніка».

«11» серпня 2025 р.


(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ПЕКАРЩИНСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАНІТІВ.....	11
1.1. Геологічна будова родовища	11
1.2. Характеристика гідрогеологічних умов	14
1.3. Якісна характеристика корисної копалини.....	16
1.4. Підрахунок запасів та відомості про експлуатаційні втрати	18
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ТОВ «ГРАНІТ РЕЗЕРВ» ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ ПЕКАРЩИНСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАНІТІВ	21
2.1. Загальні відомості про ТОВ «Граніт Резерв»	21
2.2. Розкриття родовища та параметри системи розробки ТОВ «Граніт Резерв»	22
2.3. Основні відомості про гірничо-видобувні роботи ТОВ «Граніт Резерв»	26
2.3.1. Режим роботи та календарні плани	26
2.3.2. Організація розкривних робіт	31
2.3.3. Підготовка порід до виймання	34
2.3.4. Організація видобувних робіт.....	39
2.3.5. Водовідведення та водовідлив	52
2.3.6. Відвальне господарство та організація відвальних робіт	53
2.4. Електрозабезпечення	55
2.5. Рекультивація земель порушених гірничими роботами.....	56

					КГТБ.ДР25.184.ЗМ.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Харчук О.О.			Зміст			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Наумов Я.О.								
Кер.розд.		Наумов Я.О.								
Н. Контр.		Башинський С.І.						Державний університет «Житомирська політехніка» Гр. РР-51		
Зав.каф.		Башинський С.І.								

РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ ОХОРОНИ ПРАЦІ	57
3.1. Відомості про організацію системи охорони праці	57
3.2. Характеристика системи організації охорони надр	59
3.2. Вплив виробництва на навколишнє середовище та використовувані заходи зменшення впливу на нього	60
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА ТА АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ РІШЕНЬ	63
4.1. Розрахунок фонду робочого часу та заробітної платні ТОВ «Граніт Резерв»	63
4.2. Розрахунок витрат пов'язаних з виробничою діяльністю ТОВ «Граніт-Резерв»	66
4.2.1. Розрахунок вартості виконання вибухових робіт	66
4.2.2. Розрахунок вартості паливо-мастильних матеріалів	67
4.2.3. Розрахунок вартості робочого інструменту	69
4.2.4. Розрахунок вартості амортизаційних витрат.....	70
4.2.5. Розрахунок вартості електроенергії	73
4.3. Розрахунок собівартості видобування продукції та техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень.....	74
ВИСНОВКИ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	81

					КГТБ.ДР25.184.ЗМ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Важливим аспектом, який передусе пошуку технологічних параметрів, є аналіз макро-умов, у яких функціонує вітчизняна щебенева галузь, оскільки саме вони визначають технологічні й економічні пріоритети оптимізації виймально-навантажувального комплексу.

Після шокового обвалу у 2022 р. (9,1 млн м³ граніту), спричиненого повномасштабною агресією РФ та блокуванням логістичних коридорів, 2023 р. позначився відновлювальним приростом видобутку до 13,9 млн м³ (+52 % р/р). Утім цей показник становить лише 41 % від докризового рівня 2021 р. (33,9 млн м³), що свідчить про суттєву недозавантаженість кар'єрних потужностей і консервованій структурний потенціал сфери відкритого видобутку будівельного каменю.

З боку попиту ринок зберігає про-циклічний характер і залишається міцно пов'язаним із програмами державно-приватного дорожнього та житлового відновлення. За оцінкою IndexBox, внутрішнє споживання щебеню у грошовому еквіваленті 2024 р. зросло на 4,3 %, до 166 млн дол. США, повернувшись на траєкторію помірної експансії після дворічної просадки. Середня експортна ціна піднялася до 14 дол./т, тоді як імпортна перевищила 113 дол./т, формуючи негативний ціновий диференціал і стимулюючи заміщення імпорту внутрішнім видобутком.

Ключовим стримувальним чинником лишається транспортна компонента: намічена на 2025 р. уніфікація тарифів «Укрзалізниці» підвищує вартість перевезення позакласних вантажів (щебінь, пісок, шлаки) одразу на 52 %, а повернення порожніх вагонів — на 67 %. Отже, енерго-транспортні витрати у собівартості відвантажень зростатимуть швидше, ніж ціни на видобуток, що

					КГТБ.ДР25.184.ВС.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Студент		Харчук О.О.			Вступ			Літ.		Арк.		Аркушів	
Керівник		Наумов Я.О.											
Кер.розд.		Наумов Я.О.						Державний університет «Житомирська політехніка» Гр. РР-51					
Н. Контр.		Башинський С.І.											
Зав.каф.		Башинський С.І.											

посилює вимогу до ресурсної та паливної ефективності фронту навантаження. Таким чином, сучасний стан галузі характеризується одночасним поєднанням:

- недозавантажених запасів і устаткування;
- прогнозованого післявоєнного сплеску внутрішнього попиту;
- висхідного цінового тиску з боку логістики та енергоносіїв.

У цих умовах модернізація виймально-навантажувального комплексу - зокрема перехід на високопродуктивні гідравлічні екскаватори та раціоналізація параметрів автосамоскидів є не лише локальним технічним заходом, а й системною відповіддю на галузевий виклик: забезпечити конкурентну собівартість і стабільність поставок щебеню в період масштабного відновлення інфраструктури України.

В свою чергу, саме граніт є базовим конструкційний матеріалом сучасної інфраструктури. Його споживання прямо корелює з темпами будівництва та реконструкції дорожньо-транспортних, енергетичних і житлових об'єктів. На цьому тлі Пекарщинське родовище, що відпрацьовується ТОВ «Граніт Резерв», посідає провідне місце у Житомирському гірничопромисловому вузлі як за підтвердженими балансами (18,0 млн м³ промислових запасів після вирахування втрат), так і за структурою рентабельності: питомий коефіцієнт розкриву 0,076 м³/т дозволяє мінімізувати непродуктивні витрати й забезпечує конкурентну собівартість готового щебеню.

Проте, фактичний обсяг видобутку (61,6 тис. м³ за дев'ять місяців 2020 р.) становить лише 0,3 % від проєктної потужності 1,2 млн м³/рік. Причини диспропорції комплексні й охоплюють, зокрема, технологічну інерцію діючого парку виймально-навантажувального устаткування. Основна видобувна ланка, електромеханічний екскаватор ЕКГ-5А у зв'язці з автосамоскидами БелАЗ-75405, формувалася за стандартами 1980-х років і нині характеризується зниженими коефіцієнтами використання вантажопідйомності (0,80) та кузовного об'єму (0,93) при підвищених витратах дизельного палива.

					КГТБ.ДР27.17.ВС.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналітичне порівняння десяти сучасних машин показало, що перехід на гідравлічний екскаватор Liebherr R 9200 збільшує коефіцієнт завантаження автосамоскида до 0,86–1,00 і водночас знижує річну витрату пального більш ніж на 7 %. Крім того, модернізований комплекс здатен забезпечити фронт навантаження до 14 м³ за цикл, що на 34 % перевищує показник ЕКГ-5А і дозволяє реалістично досягти проєктної продуктивності без розширення транспортного штату.

Таким чином, оптимізація технології видобутку граніту саме через удосконалення комплексу виймально-навантажувального устаткування видається найбільш економічно й організаційно доцільним шляхом підвищення ефективності гірничих робіт. Її впровадження забезпечує:

1. Зростання техніко-технологічних показників. Підвищення продуктивності екскавації на 30–35 % та скорочення простоїв автотранспорту завдяки кращій узгодженості ковш-кузов.

2. Зменшення собівартості. Сумарна економія експлуатаційних витрат за рахунок палива, вибухових матеріалів і технічного обслуговування становить до 22 % від базового рівня, що підтверджується порівняльними калькуляціями балансової вартості видобутку.

3. Підвищення екологічної та енергетичної безпеки. Зниження річного викиду CO₂ на 970 т та зменшення шумового навантаження кар'єру через застосування низькошумних гідронасосних систем Liebherr Power Efficiency.

4. Розширення виробничої гнучкості. Нове обладнання інтегрується з цифровими системами моніторингу навантаження, що дає змогу оперативно адаптувати видобуток до коливань ринку і усувати «вузькі місця» у логістиці.

У цьому контексті метою роботи є науково-прикладне обґрунтування та техніко-економічна оцінка заходів, спрямованих на підвищення ефективності кар'єрних гірничих робіт шляхом оптимізації виймально-навантажувального комплексу. Для її досягнення у пояснювальній записці:

- виконано геологічний, гідрогеологічний та економічний аналіз Пекарщинського родовища;

					КГТБ.ДР27.17.ВС.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розроблено варіантну модель технічного переоснащення із заміною екскаватора ЕКГ-5А на Liebherr R 9200 в існуючій структурі транспорту та буропідливних процесів;

- визначено інтегральний ефект оптимізації за критеріями продуктивності, собівартості, безпеки та екологічної сталості.

Запропоновані підходи відповідають вимогам «Правил безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом» та методології ОНТП 18-85 і можуть бути використані як типові рішення для аналогічних гранітних кар'єрів Українського щита. Таким чином, робота має як теоретичне значення з погляду розвитку концепції ресурсоефективного відкритого видобутку, так і вагомую практичну цінність, оскільки окреслює конкретний шлях до підвищення конкурентоспроможності підприємства «Граніт Резерв» у середньостроковій перспективі.

					КГТБ.ДР27.17.ВС.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ПЕКАРЩИНСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАНІТІВ

1.1. Геологічна будова родовища

З геоструктурної точки зору Пекарщинське родовище гранітоїдів розміщене у північно-західному секторі Українського щита й відзначається майже монолітною будовою. Його розріз сформовано здебільшого протерозойськими кристалічними породами, які перекриваються тонким покривом континентальних четвертинних відкладів. Поверхня масиву вирівняна; фіксується лише незначний ухил, орієнтований із південного заходу на схід і далі на північний схід.

Геологічний розріз Пекарщинського родовища гранітів представлено п'ятьма стратиграфічними горизонтами, що чітко відбивають етапи формування й пізніших трансформацій корінного кристалічного масиву.

Перший, приповерхневий горизонт належить до пізньочетвертинної товщі (індекс Qiv) та являє собою ґрунтово-рослинний шар. Його потужність коливається у межах від 0 до 0,7 м і в середньому становить лише 0,11 м. Незважаючи на мінімальну товщу, саме цей горизонт виконує ключову роль у біогеохімічному обміні, акумулюючи органічну речовину та забезпечуючи захисно-ізоляційну функцію для підстилаючих відкладень.

Другий горизонт, теж четвертинного віку (Qii–iii), складений лесовидними суглинками льодовикового походження жовтувато-сірого забарвлення. Потужність цієї суглинистої товщі змінюється від 0 до 3,0 м, а середнє значення сягає 0,7 м. Генетичні ознаки й колір свідчать про перігlačіальні умови утворення та часткове вторинне оксидування, що зумовило слабку карбонатизацію й подекуди вертикальну зональність забарвлення.

					КГТБ.ДР25.184.01.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Харчук О.О.			Характеристика геологічної будови Пекарщинського родовища гранітів			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Наумов Я.О.								
Кер.розд.		Наумов Я.О.						Державний університет «Житомирська політехніка» Гр. РР-51		
Н. Контр.		Башинський С.І.								
Зав.каф.		Башинський С.І.								

Третій горизонт, за своїм походженням пермський (індекс Ptel), представлений жорсткими кристалічними порід – це уламкові залишки гранітів, що пройшли інтенсивне фізичне вивітрювання. Товща має змінну потужність від 0 до 3,5 м при середньому значенні 0,62 м. Нерідко жорстка трансформуються у брекчіювані маси з фрагментами первинного гранітного текстурного малюнка, просочені вторинними опорядковими мінералами (глинистими, оксидними та гідрооксидними фазами Fe й Mn).

Четвертий горизонт охоплює слабо-вивітрілі граніти протерозойського віку (Pt). Вони переважно світло-рожеві або буровато-червоні та зберігають первинну дрібнозернисту структуру, хоч і частково змінені у верхній частині розрізу. Потужність коливається від 0,1 до 9,0 м; середнє значення через значну латеральну мінливість не встановлено. Зональність вивітрювання проявляється у слабкому гідротаційному перефарбуванні біотиту та локальному розкладанні польових шпатів.

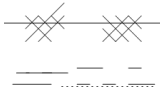
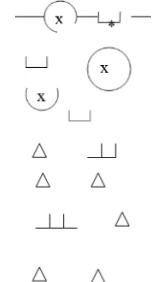
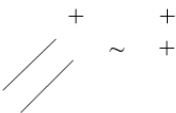
Основну частину розрізу формує п'ятий горизонт – дрібнозернисті порфіровидні біотитові граніти протерозойського комплексу, включно з прошарками лужних дрібнозернистих біотитових різновидів (індекс Pt). Їхня потужність варіює від 1,0 до 69,92 м, а середнє значення становить 67,55 м, що свідчить про домінування цього літотипу у межах кар'єрного поля. Петрографічно породи вирізняються порфіровими кварцом і калієвим полікомпонентним польовим шпатом у тонкозернистій граундмасі; біотит локально заміщується вторинними хлоритом та серицитом, що вказує на слабкий гідротермальний вплив.

Сумарна розкрита потужність розрізу перевищує 70 м. Його будова демонструє послідовний перехід від четвертинного елювію та делювію до незміненого протерозойського інтрузиву, що має велике значення для оцінки техногенної стійкості родовища, параметрів буровибухових робіт та прогнозу можливих геолого-технічних ризиків під час видобутку.

					КГТБ.ДР25.184.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1

Геологічний розріз Пекарщицького родовища гранітів

№ з/п	Система	Індекс	Літологія	Склад прошарку	Потужність min-max, м	Потужність Evg, м
1	Четвертинна	Qiv		Поверхневий ґрунтово-рослинний горизонт, що формується за рахунок органічних залишків та мінеральних елементів	0.0 – 0.7 м	0.11 м
2	Неогенова	Qii-iii		Лесоподібні суглинки, що мають льодовикове походження, характерні жовтувато-сірим відтінком, утворені внаслідок тривалих геологічних процесів накопичення пиловатих часток	0.0 – 3.0 м	0.7 м
3	Середній протерозой	Ptel		Шар жорсткості, представлений уламками кристалічних порід, що утворилися в результаті механічного руйнування більш твердих мінеральних структур	0.0 – 3.5 м	0.62 м
4	Нижній протерозой	Pt		Зона вивітрених гранітів, які піддалися дії зовнішніх геологічних факторів. Тут переважають дрібнозернисті порфіровидні біотитові граніти, що зазнали певних змін під впливом процесів фізичного та хімічного вивітрювання	1.0 – 69.2 м	67.5 м

1.2. Характеристика гідрогеологічних умов

Згідно зі схемою гідрогеологічного зонування кадастру підземних вод, Пекарщинське родовище належить до 1-б підрайону, який характеризується потенційними можливостями використання тріщинних вод, що залягають у межах кристалічних порід Коростенського комплексу, продуктах їх руйнування, а також у четвертинних осадових відкладеннях.

Тріщинні води були виявлені під час буріння свердловин, їхній водоносний горизонт розташовується на глибині від кількох сантиметрів до 45–47 м. П'єзометричний рівень підземних вод варіюється в межах 0,5–2,4 м, тоді як натиск коливається від 7,7 до 28,8 м. Прогнозований дебіт водозаборів, визначений на основі розрахунків, здебільшого не перевищує 1,8–3,6 м³/год, що є типовим для таких геоструктурних умов.

Тріщинні води кристалічних порід мають невисокий рівень мінералізації. Концентрація сухого залишку коливається в межах від 80 до 300 мг/л, що свідчить про їх відносну чистоту. Загальна жорсткість вод становить 0,96–5,96 мг-екв/л, а за своїм хімічним складом вони належать до гідрокарбонатно-кальцієвого типу, що забезпечує їх високу якість.

На території родовища також добре розвинені водоносні горизонти, сформовані внаслідок руйнування докембрійських кристалічних порід. Вони зустрічаються на глибинах від 1,5 до 25,0 м. Водоносність гранітів досліджувалася методом відкачування води з бурових свердловин № 1–3, 12, 14, тоді як водонасиченість змішаних горизонтів, що включають осадові та кристалічні породи, оцінювалася на основі даних зі свердловин № 4, 6, 18, 19. Середній коефіцієнт фільтрації, розрахований для родовища, становить 0,15 м/добу, що відповідає його природним гідрогеологічним характеристикам.

Під час максимальної стадії розкриття Пекарщинського кар'єру притік води формують два основні гідрологічні чинники – підземний дренаж інтрузії та

					КГТБ.ДР25.184.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпосередні атмосферні опади, причому їхнє співвідношення суттєво змінюється залежно від категорії достовірності гідрогеологічних запасів (А, В, С₁).

Для найбільш докладно розвіданої категорії А сумарний притік коливається від 49 м³/год до 1 170 м³/год. Питома участь підземних вод становить абсолютну більшість – від 45 м³/год до 1 080 м³/год, що відповідає 92–93 % загального об'єму. Частка поверхневого стоку, обумовлена звичайними атмосферними опадами, у межах 4–90 м³/год, тобто лише 7–8 % від сумарного притоку. Таке співвідношення свідчить про порівняно стабільну роль глибинного водоносного комплексу й другорядне значення прямого інфільтраційного живлення на ранній (експлуатаційній) стадії робіт.

Категорія В, яка відображає менш детальну ступінь вивченості, демонструє істотне зростання абсолютних значень: сумарний водопритік підвищується до 127–3 060 м³/год. При цьому пазушні води забезпечують 118–2 845 м³/год, а внесок опадів збільшується до 9–215 м³/год. Незважаючи на різке нарощування абсолютних об'ємів, частка атмосферного компонента залишається стабільною (приблизно 7 %), що підтверджує керівну роль тріщинно-порового водоносного середовища у гідродинаміці кар'єру.

Найменш вивчена, але об'ємно найзначніша категорія С₁ характеризується діапазоном сумарних притоків 288–6 851 м³/год. Підземна складова домінує (270–6 430 м³/год), тоді як атмосферне живлення (18–421 м³/год) варіює у межах приблизно 6 %. Висока верхня межа притоку свідчить про потенційну активізацію припливів через розкриття додаткових водопровідних тріщин та збільшення площі водозбору в міру поглиблення видобувних робіт.

Системне порівняння всіх трьох категорій демонструє збереження сталих відносних пропорцій: підземні води постійно забезпечують понад 90 % притоку, тоді як атмосферні опади становлять лише 6–8 %. Таким чином, проектування системи водовідливу має орієнтуватися переважно на регулювання глибинного дебіту – зокрема, вибір насосного обладнання з робочим діапазоном до 7 000 м³/год і створення раціональної мережі спостережних свердловин для оперативного

					КГТБ.ДР25.184.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контролю п'єзометричних рівнів. Атмосферна складова, попри другорядність, потребує врахування у пік дощових періодів із метою резервування насосного фонду та облаштування перехоплювальних каналів для зменшення поверхневого стоку до виробки.

Оцінка варіативності водопритоку за категоріями запасів є критичною для визначення кроку наросування водо відливних потужностей, прогнозу гідродинамічних ризиків (залпові припливи, підтоплення бортів) і розроблення сценаріїв адаптивного управління водоохоронними заходами протягом усього життєвого циклу кар'єру.

1.3. Якісна характеристика корисної копалини

Поклади корисних копалин на території Пекарщинського родовища представлені дрібнозернистими порфіровидними біотитовими гранітами, які місцями переходять у лесовидні структури та характеризуються підвищеною тріщинуватістю, що виникла внаслідок катаклазії. У межах покладів зустрічаються як вивітрені, так і повністю збережені граніти рожевого забарвлення, які не зазнали суттєвих змін під впливом зовнішніх геологічних процесів.

Згідно з чинними стандартами, при оцінюванні якості будівельного каменю з цього родовища основну увагу приділяють його фізико-механічним параметрам, а також мінералогічному та хімічному складу. Важливим критерієм є також концентрація радіонуклідів, яка повинна відповідати вимогам безпеки та нормативним показникам.

Кристалічні породи, що формують родовище, представлені переважно порфіровидними біотитовими гранітами, у складі яких інколи трапляються аплітовидні граніти та граніт-порфіри. Ці граніти характеризуються однорідною текстурою та рожевим кольором, що вказує на стабільний мінералогічний склад.

Мінеральна структура гранітів включає такі основні компоненти у відсотковому співвідношенні: калієво-польовий шпат (30–45%), кварц (15–35%),

					КГТБ.ДР25.184.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

плагіоклаз (10–15%) та біотит (1–10%). До акцесорних мінералів, які виявлені у породі, належать апатит, циркон, магнетит і флюорит, що свідчить про складність і багатство її геохімічної структури.

Хімічні показники ґрунтово змінених і свіжих гранітів Пекарщинського родовища окреслюють відтворювану модель їхньої еволюції від первинного магматичного складу до результатів тривалого субаерального вивітрювання.

У більшості зразків вивітрілих гранітів середній уміст SiO_2 зростає до $\approx 73,1$ % (проти $\approx 72,0$ % у свіжих), тоді як загальні межі коливань (72,28–74,78 %) залишаються порівняно вузькими. Таке відносне збагачення кремнеземом є прямим наслідком селективного вимивання базових катіонів і утворення вторинних кремнеземистих залишків. Паралельно фіксується систематичне зменшення сумарного заліза: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ у середньому падає з $\approx 5,34$ % до $\approx 4,31$ %. Це свідчить про окисно-восстановні перетворення біотиту з переходом частини Fe^{2+} у гідрооксидні та гідроксоферитні фази, які частково вилуговуються або акумулюються у корі вивітрювання поза межами аналітичної проби.

Масивні лужні оксиди реагують по-різному. K_2O скорочується приблизно на 0,27 %, тоді як Na_2O практично стабільний; подібна поведінка відображає домінування калій-польових шпатів у механізмі гідролізу й вищу стійкість альбіту. CaO та MgO загалом втрачаються (–0,07 % і –0,08 % у середньому відповідно), що корелює з розпадом плагіоклаз-біотитових пароструктур і ви- руйнуванням акцесорних карбонатів. Невеликі зміни TiO_2 ($\approx 0,4$ % у свіжих і $\approx 0,37$ % у змінених) підтверджують інертність ільменіту й рутилу під час субаерального вивітрювання.

Показник втрати при прожарюванні (П.С.С.) піднімається від 0,55 % до 0,82 %, чітко вказуючи на накопичення гідратованих вторинних фаз (каолініту-сметиту, хлориту) та залишкової вологи. Концентрації SO_3 в обох серіях залишаються нижчими за межу визначення ($< 0,1$ %), що підтверджує відсутність суттєвих сульфідних скарнів і мінімальний ризик утворення кислотного дренажу.

Спостережена хімізма має прикладне значення. По-перше, підвищення SiO_2 і втрата заліза-магнію знижують об'ємну густину й міцність вивітрілої товщі, що

					КГТБ.ДР25.184.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

слід враховувати при коригуванні буро-вибухових параметрів та під час техногенної стабілізації бортів. По-друге, збагачення вуглекислими та гідратними фазами у зоні вивітрювання підвищує реакційну здатність дробленого продукту, що, з одного боку, сприяє використанню такого матеріалу як активної мінеральної добавки, а з іншого – потребує ретельного контролю при виробництві щебеню високих марок морозостійкості. Практично незмінний уміст TiO_2 та незначний вміст SO_3 засвідчують екологічно стійкий характер кар'єрних відвалів, обмежуючи потребу в спеціальних брудо- та сульфатозних водоочисних спорудах.

Залежно від інтенсивності вивітрювання, граніти Пекарщинського родовища класифікуються на три основні категорії: повністю вивітрені, частково вивітрені (зачеплені процесами вивітрювання) та "свіжі" або незмінені різновиди, які зберегли первинні властивості.

З точки зору фізико-механічних характеристик, як корисна копалина найбільшу цінність становлять частково вивітрені та незмінені граніти. Вони відзначаються достатньою міцністю, однорідністю структури та стійкістю до зовнішніх впливів, що робить їх перспективними для використання у будівельній сфері.

1.4. Підрахунок запасів та відомості про експлуатаційні втрати

Розрахунок проектних втрат гранітів при розробці Пекарщинського родовища здійснюється відповідно до положень, визначених у «Нормах технологічного проектування підприємств промислових нерудних будівельних матеріалів» та «Галузевій інструкції щодо визначення і обліку втрат нерудних будівельних матеріалів під час видобування». Ці документи були офіційно затверджені Комітетом Держгіртехнагляду СРСР 12 липня 1973 року та Міністерством промисловості будівельних матеріалів СРСР 16 липня 1973 року.

У процесі експлуатації Пекарщинського родовища передбачається наявність втрат двох основних категорій:

					КГТБ.ДР25.184.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. **Загальнокар'єрні втрати (ВЗ-1)** — це втрати, що виникають під час розробки капітальних в'їзних траншей, де обсяг втраченої корисної копалини становить 871,1 тис. м³.
2. **Експлуатаційні втрати (ВЕ-1 та гр.2ВЕ-2)** — включають обсяги граніту, що втрачаються під час облаштування бортів кар'єру для їхньої стабілізації, особливо у північній та південній зонах. Сумарний обсяг таких втрат визначено на рівні 1664,7 тис. м³.

Експлуатаційні втрати другої групи (гр.2ВЕ-2) формуються в процесі транспортування, розвантаження та складування гранітів. Для визначення їхнього обсягу проводяться точні виміри і розрахунки маркшейдерською службою підприємства, що забезпечує облік втрат видобутої гірничої маси безпосередньо в кар'єрі.

Станом на 15 жовтня 2021 р. балансові запаси Пекарщинського родовища гранітів оцінюються з урахуванням повного комплексу геолого-економічних чинників і гірничо-технічних обмежень. Достовірні запаси категорій А + В + С₁, затверджені ДКЗ протоколом № 3762 від 15 грудня 2016 р. (актуалізовані на 15 жовтня 2020 р.), становлять 16 370,39 тис. м³. Це значення репрезентує останню офіційну експертизу державного балансу й у подальших розрахунках слугує відправною точкою.

Порівняння з вихідними балансовими запасами, зафіксованими 17 грудня 2007 р. (17 972,4 тис. м³), демонструє номінальне зниження майже на 1,6 млн м³. Проте вже упродовж експлуатації втрати частково компенсовано за рахунок зовнішньої фіксації бортів кар'єру: геодезичне уточнення геометрії кар'єрного поля й додаткове прирізання контурів дозволили приростити 2 347,9 тис. м³ балансових запасів. У підсумку проєкт уводить у розробку 20 624,9 тис. м³ гранітної маси, що перевищує початковий ресурс на 2,9 млн м³ і свідчить про поступове розширення гірничих робіт у плані та по глибині.

					КГТБ.ДР25.184.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водночас неunikні втрати матеріалу деталізовані за двома основними групами. До загальнокар'єрних (ВЗ-1) віднесено 871,1 тис. м³ – це блоки, технічно недоступні через конструктивну шпурову мережу, транспортні виїмки й охоронні цілики. Експлуатаційні втрати І групи формуються переважно внутрішньою фіксацією бортів (ВЕ-1) і сягають 1 664,7 тис. м³; їхня величина обумовлена необхідністю забезпечити геотехнічну стійкість стін при глибинах, що наближаються до проєктного максимуму. Сукупно втрати оцінено у 2 535,8 тис. м³, тобто близько 12 % від обсягу, залученого в розробку.

На тлі цих величин фактичний видобуток за дев'ять місяців 2020 р. (61,583 тис. м³) виглядає відносно скромним, адже представляє лише 0,3 % від загального проєктного фонду. Така диспропорція пояснюється комплексом обмежень, зокрема, карантинними простоями, переглядом буровибухових схем і перерозподілом виробничих потужностей у бік переробки раніше нагромаджених відвалів.

Узагальнена величина промислових запасів після вирахування втрат становить 18 023,5 тис. м³. Відношення цієї суми до початково залучених проєктом запасів формалізується коефіцієнтом видобування 0,99, що відповідає втратам на рівні лише 1 %. Такий показник підтверджує високий рівень технологічного опрацювання проєктної документації та раціональний вибір параметрів кар'єрного поля. Водночас навіть мінімальні втрати у понад 2,5 млн м³ в абсолютному обчисленні потребують подальшої оптимізації, зокрема, удосконалення контурного буріння, застосування прецизійних методів відриву уступів і впровадження автоматизованого моніторингу деформацій бортів.

					КГТБ.ДР25.184.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ТОВ «ГРАНІТ РЕЗЕРВ» ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ ПЕКАРЩИНСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАНІТІВ

2.1. Загальні відомості про ТОВ «Граніт Резерв»

Пекарщинське родовище гранітів розташоване приблизно за 600 метрів на південь від села Пекарщина, що знаходиться в межах Черняхівського району Житомирської області. Видобуток граніту на цій території здійснює підприємство ТОВ «Граніт-Резерв», яке володіє спеціальним дозволом № 4562, виданим 17 грудня 2007 року. Найближчими населеними пунктами є села Селянщина та Андріївка, які розташовані відповідно на відстані 3 км на південний захід і 5 км на південний схід від місця розробки.

Районний центр, селище міського типу Черняхів, знаходиться в 8 км на південний схід від родовища і сполучений із ним транспортною магістраллю, яка проходить через село Пекарщина на відстані 200 м від кар'єру. Географічні координати центральної частини родовища складають 50°30'23,9" пн.ш. та 28°37'21,1" сх.д. Територія родовища залишається незабудованою, а площа, визначена для підрахунку запасів, дорівнює 27,4 га.

Проектна продуктивність ТОВ «Граніт-Резерв» становить 1 200 тис. м³ у щільному об'ємі. Для виконання буро-вибухових робіт і подрібнення гірничої маси методом свердловинних зарядів укладено договір із ТОВ «Техрозробка».

Структурно підприємство поділяється на кілька основних цехів і відділів, зокрема: гірничий цех, що відповідає за постачання гірничої маси, електротехнічний цех, який забезпечує енергопостачання та займається ремонтом електрообладнання, маркшейдерський відділ, а також транспортний цех.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Організація гірничих робіт ТОВ «Граніт Резерв» при відпрацюванні Пекарщинського родовища гранітів						Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Харчук О.О.											
Керівник		Наумов Я.О.											
Кер.розд.		Наумов Я.О.									Державний університет «Житомирська політехніка» Гр. РР-51		
Н. Контр.		Башинський С.І.											
Зав.каф.		Башинський С.І.											

Гірничий цех працює за графіком п'ятиденної робочої неділі з восьмигодинним робочим днем, що становить 260 робочих днів на рік. Транспортний підрозділ функціонує згідно з узгодженим графіком руху із залізничною колією, тоді як інші структурні підрозділи та адміністрація кар'єру дотримуються стандартного режиму п'ятиденного робочого тижня з такою ж кількістю робочих днів на рік.

2.2. Розкриття родовища та параметри системи розробки ТОВ «Граніт Резерв»

Проектні рішення щодо розробки Пекарщинського родовища не передбачають виконання додаткових робіт зі створення нових капітальних або розрізних траншей, а також облаштування з'їздів до нижчих горизонтів, оскільки всі необхідні інженерні споруди вже наявні на місцевості.

Заплановані заходи включають використання існуючої системи капітальних траншей для забезпечення доступу до робочих горизонтів. Відкриття експлуатаційних рівнів здійснюватиметься за допомогою ковзних з'їздів, що забезпечують зручне переміщення між різними висотними позначками родовища.

Кут нахилу ковзних з'їздів встановлено на рівні 80%, що є оптимальним з урахуванням технологічних вимог транспортування видобутої гірничої маси. Для здійснення перевезення породи передбачено використання автомобільного транспорту, який забезпечує належну швидкість доставки матеріалу до місць переробки та складування.

Необхідна довжина транспортного з'їзду визначається за наступною розрахунковою формулою:

$$L = \frac{1000H_y}{i} \quad (2.1)$$

- для випадку відпрацювання корисної копалини:

$$L = \frac{1000 \cdot 14}{80} = 175, \text{ м}$$

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для випадку відпрацювання розкривних порід:

$$L = \frac{1000 \cdot 1.63}{80} = 20,5, \text{ м}$$

де H_y – висота уступу;

i – проектний кут ухилу з'їзду.

Розкриття видобувних горизонтів проводиться з метою створення стійкої системи транспортних шляхів на уступах, що забезпечують безперебійне переміщення видобутої гірничої маси до пунктів її подальшої обробки та складування. Формування транспортних комунікацій на уступах дозволяє оптимізувати логістичні процеси, забезпечуючи ефективний рух вантажопотоків.

Згідно з проектною документацією, вилучення породи, що була розпушена в процесі видобування у межах траншей, здійснюється за допомогою спеціалізованої техніки. Для цього залучаються наступні засоби механізації: екскаватор типу ЕКГ-5А з прямою механічною лопатою, що забезпечує ефективне навантаження масивів породи, а також гідравлічний екскаватор Hidromex 300LC-2 з оберненою лопатою, який дозволяє здійснювати більш точне та маневрове вилучення гірничої маси.

Обчислення об'єму похилої траншеї здійснюється за допомогою узагальненої розрахункової моделі:

$$V_T = \frac{1}{2} \cdot \frac{1000 \cdot H_y^2}{i} \left(\frac{B_{\text{т.р.}}}{2} + \frac{H_{\text{т.р.}}}{3tg\alpha_{\text{тр}}} \right) \quad (2.2)$$

- при видобутку корисної копалини:

$$V_T = \frac{1}{2} \cdot \frac{1000 \cdot 14^2}{80} \cdot \left(\frac{21}{2} + \frac{14}{3tg70^\circ} \right) = 14943.2, \text{ м}^3$$

- при видобутку розкривних порід:

$$V_T = \frac{1}{2} \cdot \frac{1000 \cdot 1.63^2}{80} \cdot \left(\frac{21}{2} + \frac{1.63}{3tg40^\circ} \right) = 266.7, \text{ м}^3$$

де $B_{\text{т.р.}}$ – ширина основи траншеї, м;

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$H_{т.р.}$ – глибина закладання траншеї, м;

$\alpha^{тр}$ – кут укосів бортів траншеї.

Мінімальна ширина робочого майданчика для забезпечення безпечних умов транспортування та робочих процесів визначається за формулою:

$$Ш_{п} = A_1 + П_{п} + П_1 + П_6 + П_0 \quad (2.3)$$

де A_1 – ширина робочого майданчика;

$П_{п}$ – ширина проїзної частини;

$П_1$ – ширина узбіччя з нагірної сторони;

$П_0$ – ширина узбіччя з низинної сторони, з урахуванням огорожі;

$П_6$ – ширина основи призми можливого обрешення:

$$П_6 = H_y(ctg\varphi - ctg\alpha_{роб}) \quad (2.4)$$

- при видобутку корисної копалини:

$$П_6 = 14 \cdot (ctg70^\circ - ctg80^\circ) = 2.6, м$$

- при видобутку розкривних порід:

$$П_6 = 1.63 \cdot (ctg40^\circ - ctg60^\circ) = 1.1, м$$

Значення ширини робочого майданчика прийняті рівними 33 м при відпрацюванні розкривних порід та 63 м при відпрацюванні корисної копалини.

З огляду на специфічні гірничо-геологічні умови залягання покладів, фізико-механічні характеристики корисних копалин та покривних порід, а також з урахуванням рельєфу території, відстаней транспортування гірничої маси, річних обсягів видобутку та розкривних робіт, у проектній документації передбачено застосування транспортної системи, заснованої на використанні автомобільного транспорту. Всі покривні породи планується розміщувати у зовнішніх відвалах, що дозволяє ефективно організувати процес видобування.

Параметри вибраної системи розробки ґрунтуються на положеннях ОНТП 18-85 та вимогах «Правил безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

способом». Проектна організація гірничих робіт здійснюється з урахуванням затвердженої технології видобутку, що включає проведення нарізки робочих майданчиків на розкривних та видобувних уступах.

Таблиця 2.1

Основні параметри системи розробки

№ з/п	Технічні показники	Од. вим	Тип порід		
			ГРШ	Пухкий розкрив	Корисна копалина
1	Кількість уступів	шт	1	1	5
2	Висота уступів	м	0 – 0.7	0 – 6.5	14.0
3	Відмітки робочих горизонтів	м	змінна		
			1 – гор. 204.0 м 2 – гор. 190.0 м 3 – гор. 176.0 м 4 – гор. 162.0 м 5 – гор. 148.0 м		
4	Величина кута укосу робочого борту кар'єру	гр.	20.0	60.0	80.0
5	Величина кута укосу неробочого борту кар'єру	гр.	20.0	40.0	70.0
6	Величина граничного кута укосу неробочого уступу	гр.	30.0	30.0	65.0
7	Ширина робочого майданчика	м	10.0	33.0	63.0
8	Ширина транспортних берм	м	-	-	21.0
9	Ширина запобіжних берм	м	-	-	8.0
10	Ширина заходки екскаватора	м	10.0	15.0	13.0
11	Ширина заходки бурового верстату	м	-	-	20.0
12	Ширина в'їзної траншеї по низу	м	-	-	25.0
13	Довжина фронту робіт	м	від 140 до 328		від 165 до 316

Ширина робочих майданчиків визначається з огляду на необхідність забезпечення безпечних умов для виконання гірничих робіт, розміщення техніки та створення тримісячного запасу корисної копалини, готової до видобутку. Зокрема, для розкривних уступів ширина майданчика складає 33,0 м, для видобувних — 63,0 м, а для горизонтальних розрізів (Г.Р.Ш.) — 10,0 м. Ці параметри були розраховані відповідно до нормативів ОНТП 18-85.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі зміни характеристик видобувної техніки або транспортних засобів, ширина робочих майданчиків підлягає коригуванню для забезпечення технологічної відповідності. Рух автомобільного транспорту на майданчиках організовано за маятниковою схемою з тупиковим розворотом для автосамоскидів біля екскаватора, що дозволяє підвищити ефективність вантажопотоків та оптимізувати логістику на кар'єрі.

2.3. Основні відомості про гірничо-видобувні роботи ТОВ «Граніт Резерв»

2.3.1. Режим роботи та календарні плани

Режим роботи підприємства стандартизований: виробничий цикл триває п'ять днів на тиждень із двома вихідними, що забезпечує 260 робочих днів на рік. Впродовж кожного робочого дня здійснюються дві зміни по 8 годин.

Формула для розрахунку об'єму видобутої гірничої маси у щільному стані має вигляд:

$$V = Q/\gamma \quad (2.5)$$

$$V = 2580.7/2.62 = 985 \text{ тис. м}^3$$

де Q – кількість отриманої готової продукції, тис.т;

γ – об'ємна маса граніту у щільному тілі, м³/т.

Обчислення втрат гірничої маси під час проведення бурових робіт на 1 м³ у щільному тілі є важливим етапом при плануванні видобутку. Цей показник дозволяє визначити кількість сировини, яка не підлягає вилученню внаслідок технологічних особливостей процесу буріння.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення об'єму втрат на 1 м³ гірничої маси застосовується наступна формула:

$$V_{\text{втр}} = \frac{p_2}{V_{\text{гірн.маси}}} \quad (2.6)$$

$$V_{\text{втр}} = \frac{837.28 \cdot 100}{1050000} = 0.08 \%/\text{м}^3$$

де $V_{\text{гірн.маси}}$ – річний обсяг видобутку гірничої маси у щільному тілі, м³.

p_1 – загальний об'єм втраченої гірничої маси при бурінні одного метра свердловини типового діаметру:

$$p_1 = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{h}{h_1} \quad (2.7)$$

$$p_1 = 3.14 \cdot 0.275^2 \cdot \frac{15.5}{14} = 0.0208, \text{м}^3$$

де r – діаметр свердловини, мм;

h – глибина свердловини з урахуванням перебуру, м;

h_1 – висота видобувного уступу, м.

Загальний обсяг втрат при бурінні для забезпечення річного видобутку визначається як добуток втрат на 1 м.п. та загальної довжини буріння:

$$p_2 = p_1 \cdot L \quad (2.8)$$

$$p_2 = 0.0208 \cdot 40254 = 837.28, \text{м}^3$$

де L – сумарна довжина буріння впродовж року, м.

Річний виробничий план Пекарщинського кар'єру ґрунтується на випуску 2 580,7 тис. т товарної продукції, рівномірно розподіленої за кварталами: I кв. – 445,4 тис. т, II кв. – 510,9 тис. т, III кв. – 917,0 тис. т, IV кв. – 707,4 тис. т. Для досягнення зазначеного обсягу необхідно добути 985 тис. м³ гранітної маси у щільному тілі, що за середньою природною густиною 2,62 т/м³ еквівалентно плановій товарній тонажності. Норма витрат гірничої сировини на одиницю готової продукції

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

становить 0,08 % і вкладається у допустимий норматив, підтверджуючи ефективність технологічної схеми дроблення-сортування.

Календарна схема видобування передбачає поетапне виймання двох експлуатаційних уступів. На верхньому горизонті (+204 м) упродовж року відібрано 700 тис. м³: у I кварталі – 170 тис. м³, II – 180 тис. м³, III – 200 тис. м³, IV – 150 тис. м³. Середня висота уступу 14 м, а фронтна площа відпрацювання змінюється від 12 140 м² на початку року до 14 285 м² у період пікового навантаження, що забезпечує необхідний обсяг буровибухових робіт без перевищення проєктних параметрів стійкості борту.

Нижній горизонт (+190 м) активізується з другого кварталу і дає додатково 285 тис. м³ (15 тис. м³ у II кв., 150 тис. м³ у III кв., 120 тис. м³ у IV кв.). Зона має ту саму проєктну висоту уступу (14 м); фронт робіт 90 м при робочій площадці завширшки 63 м, що відповідає мінімально допустимим параметрам для безпечного маневрування навантажувально-транспортного комплексу.

Таблиця 2.2

Календарний план видобувних робіт

№ з/п	Гор.	Кв.	Об'єм у щільному тілі, тис.м ³	Висота уступу, м	Площа відпрацювання, м ²
1	+204.0	I	170.0	14.0	12140.0
2	+204.0	II	180.0		12857.0
3	+204.0	III	200.0		14285.0
4	+204.0	IV	150.0		10714.0
5	+190.0	II	15.0		1071.0
6	+190.0	III	150.0		10714.0
7	+190.0	IV	120.0		8571.0

Готовність запасів підтверджує інтегрований план підготовчих робіт. На уступі +204 м залишок розкритих та повністю підготовлених щільних запасів становить 135 тис. м³, тобто цілком перекриває квартальну потребу, тоді як фактична ширина робочої площадки (26 м) удвічі менша за розрахункову, що свідчить про резерв для її оперативного розширення без додаткової виїмки

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надлишкової породи. На уступі +190 м підготовлено 296,5 тис. м³, що майже на 4 % перевищує річний обсяг його експлуатаційного навантаження, забезпечуючи безперервність видобутку навіть за форс-мажорних простоїв. Запаси під робочими бермами відсутні, тож додатковий ризик «заморожування» корисної копалини не виникає.

Таблиця 2.3

Календарний план підготовки запасів

№ з/п		1	2	
Уступ		+204.0	+190.0	
Середня висота уступу, м		14.0	14.0	
Значення довжини фронту робіт, м		300.0	90.0	
Ширина робочого майданчика, м	Теоретична	63.0	63.0	
	Експлуатаційна	26.0	-	
Залишок запасів розкритої кор.коп., тис.м ³	Загалом		135.0	296.5
	Підготовлених	Загалом	135.0	296.5
		Готових	135.0	296.5
	Залишок у бермах		-	-

Календарний графік розкривних робіт на уступі +204 м сформовано з урахуванням двох ключових передумов:

- по-перше, підтримання тримісячного мінімуму підготовлених до виїмки запасів корисної копалини;
- по-друге, гарантоване збереження робочої площадки нормативної ширини, потрібної для безпечного маневрування буровибухової й транспортної техніки.

Саме з цих міркувань обрано поквартальний розподіл обсягів розкриву та диференційовано фронт робіт у просторі й часі.

Упродовж року планується видалити 75 тис. м³ нерудного покриву (20 тис. м³ у I та II кварталах, 25 тис. м³ у III, 10 тис. м³ у IV). Така траєкторія відповідає логіці «заздалегідь прискореного» розкриття: пікове навантаження припадає на третій квартал, коли інтенсивність видобутку корисної копалини найбільша, а отже, потребує збільшеного резерву оголеної площі. Разом зі зниженням обсягу розкриву

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в четвертому кварталі до 10 тис. м³ кар'єр фактично переходить у режим підтримувального видалення порід – запас готового фронту вже сформовано, і додаткові роботи виконуються лише для компенсації локального «зношування» площадок та часткового поповнення складованих відвалів.

Незмінна проектна висота розкривного уступу 1,63 м підтверджує характерно тонку елювіально-делювіальну покривку над корінними гранітами. Попри скромну товщину, розкрив у суцільному тілі потребує значної фронтальної протяжності, що варіює від 408 м у перших двох кварталах до 543 м у третьому і знову скорочується до 212 м наприкінці року. Відповідно площа відпрацювання змінюється від 32 600 м² до 40 750 м², аби компенсувати сезонні коливання видобутку і забезпечити нормативний запас оголеного корисного горизонту. Просування фронту робіт лишається співмірним з квартальними обсягами (80 м – 90 м), що виключає утворення «висячих» плеч та сприяє стабільності бортів.

Таблиця 2.4

Календарний план розкривних робіт

№ з/п	1	2	3	4
Уступ	+204.0	+204.0	+204.0	+204.0
Квартал	I	II	III	IV
Об'єм розкривних порід у щільному тілі, тис.м ³	20.0	20.0	25.0	10.0
Значення середньої висоти уступу, м	1.63	1.63	1.63	1.63
Значення середньої довжини фронту ведення робіт, м	408.0	408.0	543.0	212.0
Величина посування фронту ведення робіт, м	80.0	80.0	90.0	77.0
Значення площі відпрацювання, м ²	32600.0	32600.0	40750.0	16300.0

Розрахований поточний коефіцієнт розкриву 0,076 м³/т свідчить про економічно сприятливу геологічну будову родовища: на кожен тону товарної гранітної продукції доводиться вилучити лише 0,076 м³ розкривної маси. Для гранітів, що залягають неглибоко і практично без ґрунто-рослинної товщі, це один із найнижчих показників у галузі, що безпосередньо зменшує частку непродуктивних витрат у собівартості й підвищує ресурсну стійкість підприємства.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водночас такий низький розкривний коефіцієнт підвищує вимоги до оперативної організації робіт: навіть незначне відставання в розкриві миттєво трансформується у дефіцит оголеної руди, ставлячи під загрозу дотримання тримісячного буфера.

2.3.2. Організація розкривних робіт

Видобуток основних покривних порід, таких як суглинки, каоліни та жорства, здійснюється за допомогою одноступної системи розробки. Для цього використовується сучасна техніка — гідравлічний екскаватор Hidromek 300LC-2, обладнаний зворотною лопатою з об'ємом ковша 2,0 м³. Ця модель екскаватора відзначається високою маневровістю та продуктивністю, що дозволяє ефективно виконувати роботи з вилучення покривних порід.

Транспортування видобутої маси до зовнішніх відвалів здійснюється за допомогою самоскидів Foton BJ 3251 та HOWO ZZ 3257, вантажопідйомність яких становить відповідно 20 та 22 тонни. Такий підхід до організації перевезень забезпечує оптимізацію логістичних процесів та мінімізує час простою техніки.

Експлуатаційна потужність одного екскаватора Hidromek 300LC-2 під час проведення видобувних робіт розраховується з урахуванням його технічних характеристик, умов залягання порід та ефективності використання автотранспортних засобів у процесі перевезення гірничої маси:

$$P_e = \frac{3600 \cdot E \cdot K_n \cdot K_p}{T_y \cdot K_p} \quad (2.9)$$

$$P_e = \frac{3600 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 0,7}{30 \cdot 1,4} = 84, \text{ м}^3/\text{год}$$

де: E — об'єм ковша навантажувального обладнання;

K_n — коефіцієнт наповнення ковша (характеризує фактичне заповнення ковша відносно номінального об'єму);

K_p — коефіцієнт розрихлення породи (відображає збільшення об'єму породи після її виїмки);

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_B – коефіцієнт використання обладнання у часі (враховує простої та технічні перерви).

T_y – тривалість робочого циклу, взята за практичними даними з урахуванням розкладки негабариту.

Змінна продуктивність навантажувального обладнання визначається за допомогою наступного рівняння:

$$P_{зм} = P_e \cdot T_{зм} \quad (2.10)$$

$$P_{зм} = 84 \cdot 8 = 672, \text{ м}^3/\text{зм}$$

Добова продуктивність визначається, виходячи з кількості змін на добу:

$$P_{доб} = P_{зм} \cdot n_{зм} \quad (2.11)$$

$$P_{доб} = 672 \cdot 2 = 11344, \text{ м}^3/\text{добу}$$

Розрахунок продуктивності самоскида HOWO ZZ 3257 в умовах завантаження екскаватором Hidromek 300 LC-2 (зворотна лопата) здійснюється за наступною розрахунковою формулою:

$$H_B = \frac{T_{см} - T_{пз} - T_{лн}}{T_{об}} \cdot Q_k \cdot P_k \quad (2.12)$$

$$H_B = \frac{480 - 35 - 10}{14,6} \cdot 1,3 \cdot 6,9 \cdot 0,9 = 241, \text{ м}^3/\text{зм}$$

де: $T_{см}$ – номінальна тривалість зміни, хв;

$T_{пз}$ – час необхідний на виконання підготовчо-заключних операцій, хв;

$T_{лн}$ – часовий проміжок втрат, зумовлених нерегламентованими перервами, хв;

Q_k – об'єм гірничої маси в щільному тілі у одному ківші екскаватора, м^3 ;

P_k – кількість ківшів, що завантажуються в один самоскид, шт;

$T_{об}$ – час одного оберту самоскида;

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{об} = 2P \frac{60}{C} + T_{пог} + T_{роз} + T_{оч} + T_{уп} + T_{ур} \quad (2.13)$$

$$T_{об} = 2 \cdot 0,7 \cdot \frac{60}{12} + 3 + 1 + 3 + 0,3 + 0,3 = 14,6, \text{ хв}$$

де: P – дистанція переміщення автосамоскида (у одному напрямку), км;

C – середнє значення швидкості руху автосамоскида, км/год;

$T_{пог}$ – тривалість маневрування самоскида під час встановлення для навантаження, хв;

$T_{роз}$ – тривалість маневрів автосамоскида під час розвантаження, хв;

$T_{оч}$ – тривалість очікування автосамоскида, хв;

$T_{уп}$ – витрати часу, необхідні для виконання операції підйому кузова, хв;

$T_{ур}$ – витрати часу на виконання розвантаження самоскида, хв.

Для забезпечення належного темпу видобутку покривних порід на Пекарщинському родовищі добова потреба у транспортуванні маси складає 450 тонн. З урахуванням двозмінного режиму роботи, потреба вивезення на одну зміну становить 225 тонн. Необхідна кількість транспортних засобів: $255:320=0,6$ приймаємо 1 автосамоскид.

Продуктивність одного самоскида марки Foton BJ 3251 на зміну розраховується з урахуванням параметрів завантаження за допомогою екскаватора Hidromek 300 LC-2 (обернена лопата). Важливим фактором при цьому є ефективність завантаження, яка визначається об'ємом ковша екскаватора та циклічністю виконання робіт:

$$H_B = \frac{T_{см} - T_{пз} - T_{лн}}{T_{об}} \cdot Q_k \cdot P_k \quad (2.14)$$

$$H_B = \frac{480 - 35 - 10}{14,6} \cdot 1,3 \cdot 6,1 \cdot 0,9 = 222, \text{ м}^3/\text{зм}$$

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час одного оберту самоскиду в хвилинах становитиме:

$$T_{об} = 2P \frac{60}{C} + T_{пог} + T_{роз} + T_{оч} + T_{уп} + T_{ур} \quad (2.15)$$

$$T_{об} = 2 \cdot 0,7 \cdot \frac{60}{12} + 3 + 1 + 3 + 0,3 + 0,3 = 14,6, \text{ хв}$$

Для забезпечення належного рівня видобувних робіт на Пекарщинському родовищі добова потреба у транспортуванні покривних порід становить 450 тонн. З огляду на двозмінний режим роботи підприємства, обсяг породи, що потребує вивезення в одну зміну, визначено на рівні 225 тонн. Для реалізації цього обсягу перевезень передбачено використання автомобільного транспорту, зокрема самоскидів марки Foton BJ 3251. Розрахунок кількості необхідних транспортних одиниць виконується за формулою, яка враховує змінну потребу та вантажопідйомність одного самоскида: $255:320=0,6$. Зважаючи на результати розрахунку, для забезпечення транспортування необхідної кількості породи в одну зміну приймається один самоскид марки Foton BJ 3251.

2.3.3. Підготовка порід до виймання

Видобування корисних копалин на Пекарщинському родовищі проводиться шляхом використання технології буропідричних робіт із застосуванням свердловинних зарядів. Такий метод забезпечує ефективне розпушення гірничої маси, що значно полегшує її подальше вилучення та транспортування.

Для створення свердловин використовуються вертикальні бурові отвори діаметром 125 мм. Буріння здійснюється за допомогою сучасних установок шарошкового типу, зокрема бурових станків Atlas Copco ROC, які відзначаються високою продуктивністю та надійністю у важких гірничо-геологічних умовах.

Проведення бурових та вибухових робіт виконується підрядними організаціями, що спеціалізуються на таких технологічних процесах. Це дозволяє

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищити рівень безпеки, забезпечити високу якість підривних операцій та дотримання всіх нормативних вимог під час видобутку корисної копалини.

Формула розрахунку діаметра заряду вибухової речовини (ВР) з урахуванням зазору при бурінні:

$$d_3 = d_{\text{св}} K_{\text{роз}} \quad (2.16)$$

$$d_3 = 0,125 \cdot 1,05 = 0,131, \text{ м}$$

Формула розрахунку питомої витрати вибухової речовини:

$$q_p = q^{\text{етал}} k_{\text{вр}} \quad (2.17)$$

$$q_p = 0,5 \cdot 1 = 0,5, \text{ кг/м}^3$$

де $q^{\text{етал}}$ – еталонна витрата вибухової речовини, кг/м³, визначається як базова кількість ВР, необхідна для стандартних умов підривання.

Формула розрахунку місткості одного метра свердловини вибуховою речовиною:

$$P_{\text{св}} = 0,785 \cdot d_3^2 \Delta \quad (2.18)$$

$$P_{\text{св}} = 0,785 \cdot 0,131^2 \cdot 1000 = 13,4 \text{ кг/мп}$$

Відстань лінії опору по підошві визначається відповідно до технологічних вимог видобувних робіт і становить 5,5 метра. Це значення забезпечує оптимальне розташування свердловин для досягнення максимальної ефективності підривних операцій.

Додатково передбачено технологічний перебув свердловин, який становить 2 метри. Такий запас довжини дозволяє врахувати можливі втрати при бурінні та забезпечує повне розпушення гірничої маси під час підриву, підвищуючи загальну продуктивність процесу видобування.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формула розрахунку висоти набивки свердловини:

$$L_{\text{наб}} = (25 - 30)d_3 \quad (2.19)$$

$$L_{\text{наб}} = 25 \cdot 0,131 = 3,4, \text{ м}$$

Формула розрахунку глибини свердловини:

$$L_{\text{св}} = H_y + L_{\text{пер}} \quad (2.20)$$

$$L_{\text{св}} = 14 + 2 = 16, \text{ м}$$

Формула розрахунку довжини колонки заряду вибухової речовини:

$$L_{\text{зар}} = L_{\text{св}} - L_{\text{наб}} \quad (2.21)$$

$$L_{\text{зар}} = 16 - 3,4 = 12,6, \text{ м}$$

Згідно з проектними рішеннями, при проведенні бурових робіт на родовищі застосовується квадратна схема розміщення свердловин. Така сітка дозволяє забезпечити рівномірне розпушення гірничої маси та оптимальне охоплення вибуховою хвилею.

Відстань між окремими свердловинами в одному ряду становить 4,4 метра. Аналогічна відстань у 4,4 метра підтримується і між сусідніми рядами свердловин. Така конфігурація забезпечує ефективне використання вибухових матеріалів і сприяє рівномірному роздробленню породи під час підривних робіт.

Формула розрахунку маси вибухової речовини (ВР), необхідної для однієї свердловини:

$$Q = aN_y W q_p \quad (2.22)$$

$$Q = 4,4 \cdot 14 \cdot 5,5 \cdot 0,5 = 170, \text{ кг}$$

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формула розрахунку необхідної кількості свердловин у ряду для забезпечення місячної роботи:

$$n_{\text{св}}^{\text{м}} = \frac{Q^{\text{доб}} N_{\text{дн.міс}}}{K_p a [W + b(n_p - 1)] H_y} \quad (2.23)$$

$$n_{\text{св}}^{\text{м}} = \frac{3788 \cdot 21}{1,4 \cdot 4,4 \cdot [5,5 + 4,4 \cdot (4 - 1)] \cdot 14} = 49, \text{ шт}$$

де $N_{\text{дн.міс}}$ – кількість робочих днів у місяці (період, протягом якого виконується підривання та видобуток);

K_p – коефіцієнт розрихлення породи, що визначає, наскільки збільшується об'єм породи після підривання;

n_p – кількість рядів свердловин для підривання.

Формула розрахунку загальної кількості свердловин для місячної роботи:

$$n_{\text{св}}^{\text{заг}} = n_p n_{\text{св}}^{\text{м}} \quad (2.24)$$

$$n_{\text{св}}^{\text{заг}} = 4 \cdot 49 = 196, \text{ шт}$$

Формула розрахунку фактичного об'єму гірської маси, що підлягає підриванню за місяць:

$$V_{\text{г.м}}^{\text{міс}} = a n_{\text{св}}^{\text{м}} [W + b(n_p - 1)] H_y \quad (2.25)$$

$$V_{\text{г.м}}^{\text{міс}} = 4,4 \cdot 49 [5,5 + 4,4 \cdot (4 - 1)] \cdot 14 = 56444, \text{ м}^3$$

Формула розрахунку об'єму підірваної гірської маси в розрихленому стані:

$$V_{\text{г.м.роз}}^{\text{міс}} = V_{\text{г.м}}^{\text{міс}} K_p \quad (2.26)$$

$$V_{\text{г.м.роз}}^{\text{міс}} = 56444 \cdot 1,4 = 79021,7, \text{ м}^3$$

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок параметрів бурових робіт

Формула розрахунку змінної продуктивності бурового верстата:

$$П_{б.зм} = \frac{T_{зм}}{T_o + T_d} K_{в.б} \quad (2.27)$$

$$П_{б.зм} = \frac{8}{0,08 + 0,02} \cdot 0,9 = 69,7, \text{ м/зм}$$

де T_o – час виконання основних операцій, що включає процес безпосереднього буріння:

$$T_o = 1/v_б \quad (2.28)$$

$$T_o = 1/12 = 0,08, \text{ год}$$

де $v_б$ – швидкість буріння, що визначає темп проходження бурового інструмента у породу, м/год;

T_d – тривалість допоміжних операцій, включно з усіма непрофільними діями: переміщення, налаштування, зміну бурових штанг, год;

$K_{в.б}$ – коефіцієнт використання бурового верстата, що враховує втрати часу на підготовчо-заклучні операції, регламентні перерви та позапланові простої:

$$K_{в.б} = \frac{T_{зм}(T_{н.з} + T_p + T_{н.в})}{T_{зм}} \quad (2.29)$$

$$K_{в.б} = \frac{8 \cdot (0,5 + 0,3)}{8} = 0,9$$

де $T_{н.з} + T_p$ – час виконання підготовчо-заклучних операцій і регламентних перерв;

$T_{н.в}$ – тривалість позапланових простоїв (аварійні простої та непередбачені затримки).

Формула розрахунку місячної продуктивності бурового верстата:

$$П_{б.міс} = П_{б.зм} N_{дн.міс} n_{зм} \quad (2.30)$$

$$П_{б.міс} = 69,7 \cdot 18 \cdot 2 = 2508, \text{ м/міс}$$

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формула розрахунку виходу підірваної гірської маси з 1 метра свердловини:

$$q_{г.м} = \frac{[W + b(n_p - 1)]aH_y}{n_p L_{св}} \quad (2.31)$$

$$q_{г.м} = \frac{[5,5 + 4,4(4 - 1)] \cdot 4,4 \cdot 14}{4 \cdot 16} = 17,9, \text{м}^3/\text{м}$$

Формула розрахунку необхідного місячного обсягу буріння:

$$L_{св.заг} = n_{св}^{заг} \cdot L_{св} \quad (2.32)$$

$$L_{св.заг} = 196 \cdot 16 = 3136, \text{м}$$

2.3.4. Організація видобувних робіт

Видобування гірничої маси здійснюється за допомогою одноковшового екскаватора моделі ЕКГ-5А, обладнаного прямою лопатою з об'ємом ковша 5 м³. Технічні характеристики та конструкційні параметри цього екскаватора повністю відповідають вимогам гірничо-технічних умов родовища, а також затвердженим проектним параметрам видобувних робіт.

Виробнича потужність екскаватора моделі ЕКГ-5А під час виконання видобувних робіт визначається його технічними характеристиками та умовами експлуатації:

$$P_e = \frac{3600 \cdot E \cdot K_H \cdot K_B}{T_y \cdot K_p} \quad (2.33)$$

$$P_e = \frac{3600 \cdot 5 \cdot 0,75 \cdot 0,9}{45 \cdot 1,4} = 270, \text{м}^3/\text{год}$$

де: E – об'єм ковша екскаватора;

K_H – коефіцієнт заповнення ковша (враховує втрати під час завантаження та транспортування);

K_p – коефіцієнт розрихлення породи (враховує збільшення об'єму після розпушування);

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_B – коефіцієнт використання обладнання у часі (показує ефективність роботи протягом циклу);

T_y – тривалість циклу роботи екскаватора (включає час на завантаження, транспортування та вивантаження матеріалу, враховуючи додаткові операції, як розкладка негабариту):

Змінна продуктивність ЕКГ-5А за заданих умов експлуатації складає:

$$P_{зм} = P_e \cdot T_{зм} \cdot K_{вз} \quad (2.34)$$

$$P_{зм} = 270 \cdot 8 \cdot 0,85 = 1836, \text{ м}^3/\text{зм}$$

Добова продуктивність двох екскаваторів ЕКГ-5А за заданих умов експлуатації складає:

$$P_{доб} = P_{зм} \cdot n_{зм} \quad (2.35)$$

$$P_{доб} = 1836 \cdot 2 = 3672, \text{ м}^3/\text{добу}$$

З метою забезпечення ритмічної роботи кар'єру необхідно щодобово виконувати відвантажування гірничою масою в кількості: $985000/260 = 3790 \text{ м}^3/\text{добу}$, як свідчать розрахунки, наявності на кар'єрі двох екскаваторів типу ЕКГ-5А, з огляду на їх технічну та моральну застарілість, не дозволяє повністю забезпечити видобування корисної копалини в обсязі, необхідному для виконання програми дробарно-сортувального заводу на протязі 260 робочих днів на рік в дві зміни.

Для транспортування гірничої маси від забою екскаватора до дробильно-сортувального комплексу на Пекарщинському родовищі застосовуються великовантажні самоскиди різних моделей, зокрема БелАЗ-75405, БелАЗ-75404-10, БелАЗ-7540В. Вантажопідйомність цих транспортних засобів варіюється в межах від 20 до 30 тонн, що дозволяє оптимально організувати логістичний процес на кар'єрі.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність кожної з моделей самоскидів визначається на підставі затверджених методик та нормативних показників, встановлених у «Єдиних нормах виробітку на відкритих гірничих роботах». Ці розрахунки враховують робочий цикл машини, відстань транспортування, тривалість завантаження та розвантаження, а також технологічні особливості експлуатації.

Визначення продуктивності одного самоскида моделі БелАЗ-75405 за одну зміну під час навантаження екскаватором ЕКГ-5А здійснюється за допомогою формули:

$$H_B = \frac{T_{cm} - T_{пз} - T_{лн}}{T_{об}} \cdot Q_k \cdot P_k \quad (2.36)$$

$$H_B = \frac{480 - 35 - 10}{27,3} \cdot 2,94 \cdot 5 \cdot 0,9 = 210,8, \text{ м}^3/\text{зм}$$

де: T_{cm} – тривалість робочої зміни, хв;

$T_{пз}$ – тривалість підготовчо-заключних операцій, хв;

$T_{лн}$ – час на особисті потреби оператора, хв;

Q_k – об'єм гірничої маси в ущільненому стані в одному ковші екскаватора, м^3 ;

P_k – кількість ковшів, що завантажуються в один самоскид, шт;

$T_{об}$ – тривалість одного оберту самоскиду:

$$T_{об} = 2P \frac{60}{C} + T_{пог} + T_{роз} + T_{оч} + T_{уп} + T_{ур} \quad (2.37)$$

$$T_{об} = 2 \cdot 1,8 \cdot \frac{60}{12} + 3 + 1,5 + 3 + 0,5 + 1,3 = 27,3, \text{ хв}$$

де: P – відстань перевезення гірничої маси в один кінець маршруту, км;

C – показник середньої швидкості на маршруті, включаючи можливі затримки, км/год;

$T_{пог}$ – час встановлення самоскида під навантаження, включаючи позиціонування та заповнення кузова породою, хв;

$T_{роз}$ – час встановлення самоскида під розвантаження, включно з підготовкою до вивантаження на дробильний комплекс, хв;

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{оч}$ – час очікування самоскида, що враховує можливі затримки на маршруті або під час черг, хв;

$T_{уп}$ – тривалість підймання кузова для вивантаження породи, хв;

$T_{ур}$ – тривалість розвантаження самоскида, включаючи скидання матеріалу та вирівнювання кузова, хв.

Для забезпечення транспортування гірничої маси на дробильно-сортувальний комплекс, добовий обсяг вивезення становить 5000 тонн. З огляду на двозмінний режим роботи підприємства, обсяг породи, що потребує перевезення за одну зміну, розраховується на рівні 2500 тонн.

Для виконання цього завдання використовується важка кар'єрна техніка, зокрема самоскиди моделі БелАЗ-75405. Продуктивність одного такого самоскида складає 548 тонн за зміну. Відповідно, кількість необхідних транспортних одиниць визначається наступним чином: $2500:548=4,6$. Для забезпечення безперебійної роботи та оптимізації вантажопотоків було прийнято рішення використовувати 5 самоскидів БелАЗ-75405 у кожній зміні. Зважаючи на те, що інші моделі БелАЗ, залучені до процесу, мають аналогічні параметри кузова та вантажопідйомність, їх потреба визначається на тому ж рівні. Це дозволяє підтримувати стабільний ритм перевезення гірничої маси до дробарно-сортувального цеху, забезпечуючи високу продуктивність та ритмічність технологічного процесу.

Проаналізувавши наявний за умов ТОВ «Граніт Резерв» комплекс засобів механізації виймально-навантажувальних робіт та прийнятий парк вантажних засобів, було зроблено рішення про доцільність заміни електричного екскаватора ЕКГ-5 на більш сучасний гідравлічний.

Першопочатково, дане рішення можна пояснити наступними тезами:

- гідравлічні екскаватори, як правило, більш енергоефективні, ніж електричні, що може призвести до значної економії коштів, особливо з урахуванням зростаючих цін на електроенергію в Україні;

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гідравлічні екскаватори, як правило, мають більш просту конструкцію, ніж електричні, що може призвести до зниження витрат на ремонт та обслуговування;
- сучасні гідравлічні екскаватори, як правило, оснащені більш комфортними кабінами та кращими системами управління, що може покращити умови праці операторів;
- гідравлічні екскаватори, як правило, оснащені кращими системами безпеки, що може допомогти зменшити ризик нещасних випадків;
- гідравлічні екскаватори, як правило, більш універсальні, ніж електричні, і можуть використовуватися для ширшого кола завдань.

Окрім вищезазначених причин, в контексті сьогодення України слід також враховувати такі фактори:

- війна в Україні призвела до значних руйнувань та перебоїв в постачанні запчастин та обладнання, це може ускладнити та підвищити вартість ремонту та обслуговування електричних екскаваторів, не менш суттєвим є і вплив руйнації енергосистеми країни на спроможність функціонування устаткування даного типу;
- санкції, накладені на росію, ускладнили доступ до запчастин та обладнання для російських екскаваторів, таких як ЕКГ-5;

Для того, щоб виконати якомога більш повний та достовірний пошук альтернативи, яка дозволить замінити наявний ЕКГ-5, до розгляду було прийнято 10 найменувань гідравлічних екскаваторів з об'ємом ковша в межах від 3,4 до 6,7 м³.

Для початку, було проаналізовано годинну технічну продуктивність екскаваторів:

$$P_{\text{год}} = \frac{3600E}{T_{\text{ц.р}}} K_e K_v \quad (2.38)$$

де: E – об'єм ковша екскаватора;

$T_{\text{ц.р}}$ – час необхідний для виконання повороту на кут у 90°;

K_e – величина коефіцієнта екскавації (0,55);

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_B – коефіцієнт вибою, що враховує вплив допоміжних операцій (0,8).

Змінна експлуатаційна продуктивність:

$$P_{зм} = P_{год} T_{зм} K_{вз} \quad (2.39)$$

де: $K_{вз}$ – коефіцієнт корисного використання часу впродовж зміни (0,85).

Річна продуктивність становитиме:

$$P_{рік} = P_{зм} \cdot n_{зм} \cdot N_{дн} \quad (2.40)$$

де: $n_{зм}$ – кількість змін впродовж доби;

$N_{дн}$ – кількість робочих днів впродовж року.

Зведені результати розрахунку продуктивності обраних екскаваторів показані в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Розрахунок продуктивності екскаваторів

Марка екскаватора	Об'єм ковша, м ³	Тривалість циклу, с	Годинна продуктивність, м ³	Змінна продуктивність, м ³	Річна продуктивність, м ³
ЕКГ-5	5	45	270,00	1836,00	477360,00
CAT 6020B	5,3	30	429,30	2919,24	759002,40
CAT 6015B	3,4	36	229,50	1560,60	405756,00
Hitachi ZX470H-3	4,7	39	292,85	1991,35	517752,00
Komatsu PC5500	5,5	30	445,50	3029,40	787644,00
Liebherr R 9150	5,9	36	398,25	2708,10	704106,00
Komatsu PC3000	4,5	33	331,36	2253,27	585850,91
CAT 6030	5,7	30	461,70	3139,56	816285,60
Hitachi EX5600	5,6	27	504,00	3427,20	891072,00
Komatsu PC4000	5,7	30	461,70	3139,56	816285,60
Liebherr R 9200	6,7	36	452,25	3075,30	799578,00

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним кроком є визначення основних показників, які характеризуватимуть ступінь досконалості взаємозалежності між вантажним та транспортним засобом.

Число ковшів у кузові автосамоскида за вантажопідйомністю і ємністю кузова:

$$n_{kq} = \frac{q_a \cdot k_p}{E \cdot k_H \cdot \rho_{\text{ц}}} \quad (2.41)$$

$$n_{kv} = \frac{V_a \cdot k_{\text{вер}}}{0,9 \cdot k_H \cdot E} \quad (2.42)$$

де E – об'єм ковша, м³;

k_H – коефіцієнт наповнення ковша породою;

$k_{\text{вер}}$ – коефіцієнт завантаження автосамоскида;

k_p – коефіцієнт розпушення породи.

Фактична вантажопідйомність і ємність кузова автосамоскида:

$$q_{\text{аф}} = \frac{n_k \cdot E \cdot k_H \cdot \rho_{\text{ц}}}{k_p} \quad (2.43)$$

$$V_{\text{аф}} = \frac{n_k \cdot 0,9 \cdot k_H \cdot E}{k_{\text{вер}}} \quad (2.44)$$

Коефіцієнт використання вантажопідйомності і місткості кузова:

$$k_q = q_{\text{аф}}/q_a \quad (2.45)$$

$$k_v = V_{\text{аф}}/V_a \quad (2.46)$$

Результат розрахунку фактичних значень вантажопідйомності та об'єму при транспортуванні наведено в таблиці 2.6.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6

Результати розрахунку транспортних параметрів автосамоскиду БелАЗ-75405 при роботі в парі з різними видами виймально-навантажувального устаткування

Марка екскаватора	Кількість ковпів за в/л, шт	Кількість ковпів за об' ємом, шт	Кількість ковпів	Фактична в/л, т	Фактичний об' єм породи що транспортується, м ³	Коефіцієнт використання вантажопідйомності	Коефіцієнт використання об' єму
ЕКГ-5	6,22	5,37	5	24,11	14,06	0,80	0,93
CAT 6020B	5,87	5,06	5	25,55	14,91	0,85	0,99
CAT 6015B	9,15	7,90	7	22,95	13,39	0,77	0,89
Hitachi ZX470H-3	6,62	5,71	5	22,66	13,22	0,76	0,88
Komatsu PC5500	5,66	4,88	4	21,21	12,38	0,71	0,82
Liebherr R 9150	5,27	4,55	4	22,76	13,28	0,76	0,88
Komatsu PC3000	6,91	5,97	5	21,70	12,66	0,72	0,84
CAT 6030	5,46	4,71	4	21,99	12,83	0,73	0,85
Hitachi EX5600	5,56	4,79	4	21,60	12,60	0,72	0,83
Komatsu PC4000	5,46	4,71	4	21,99	12,83	0,73	0,85
Liebherr R 9200	4,64	4,01	4	25,84	15,08	0,86	1,00

Середня тривалість рейсу автосамоскида:

$$T_p = t_{\text{нав}} + t_{\text{рух}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{зат}} + t_{\text{ман}}, \text{ хв} \quad (2.47)$$

де $t_{\text{нав}}$ – час навантажування автосамоскиду, хв;

$t_{\text{рух}}$ – час руху автосамоскида, хв;

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

$t_{\text{зат}}$ – час очікування навантаження і розвантаження, хв;

$t_{\text{ман}}$ – час маневрів машини, хв.

Час навантаження автосамоскида:

$$t_{\text{нав}} = \frac{n_k \cdot t_{\text{ц}}}{60}, \text{ хв} \quad (2.48)$$

де $t_{\text{ц}}$ – технічна тривалість циклу черпання екскаватора, с.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний пробіг автосамоскида за зміну:

$$l_{\text{заг}} = Q_{\text{зм}} \cdot (l_{\text{с.р}} + l_{\text{с.х}}) / q_{\text{аф}}, \text{ км/зміну} \quad (2.49)$$

де $l_{\text{с.р}}$ та $l_{\text{с.х}}$ – середня дальність пробігу відповідно при робочому і холостому ході, км.

Таблиця 2.7

Результат розрахунку тривалості рейсу самоскида та пробігу при роботі з різними видами виймально-навантажувальної техніки

Марка екскаватора	Тривалість рейсу, хв	Тривалість розвантаження, хв	Тривалість затримок при очікуванні на завантажування, хв	Тривалість маневрів, хв	Тривалість навантажування, хв	Тривалість руху, хв	Загальний пробіг для забезпечення планової продуктивності, км	Пробіг за зміну, км	Кількість рейсів впродовж зміни, необхідна для забезпечення планової продуктивності
ЕКГ-5	15,25	1,5	1	1,5	3,75	7,5	252160,00	969,85	270
CAT 6020B	14,00	1,5	1	1,5	2,50	7,5	237886,79	914,95	255
CAT 6015B	15,70	1,5	1	1,5	4,20	7,5	264873,95	1018,75	283
Hitachi ZX470H-3	14,75	1,5	1	1,5	3,25	7,5	268255,32	1031,75	287
Komatsu PC5500	13,50	1,5	1	1,5	2,00	7,5	286545,45	1102,10	307
Liebherr R 9150	13,90	1,5	1	1,5	2,40	7,5	267118,64	1027,38	286
Komatsu PC3000	14,25	1,5	1	1,5	2,75	7,5	280177,78	1077,61	300
CAT 6030	13,50	1,5	1	1,5	2,00	7,5	276491,23	1063,43	296
Hitachi EX5600	13,30	1,5	1	1,5	1,80	7,5	281428,57	1082,42	301
Komatsu PC4000	13,50	1,5	1	1,5	2,00	7,5	276491,23	1063,43	296
Liebherr R 9200	13,90	1,5	1	1,5	2,40	7,5	235223,88	904,71	252

Витрата палива за зміну:

$$A_{\text{пзм}} = 0,01 \cdot l_{\text{заг}} \cdot A_{\text{н}} \cdot \gamma_{\text{ман}} \cdot \gamma_{\text{гар}} \cdot \gamma_{\text{зим}}, \text{ л/зм} \quad (2.50)$$

де $A_{\text{н}}$ – нормативна витрата палива на 100 км пробігу;

$\gamma_{\text{ман}}$ – коефіцієнт витрати на маневри і зупинки;

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$\gamma_{\text{гар}}$ – коефіцієнт витрати на гаражні нестатки;

$\gamma_{\text{зим}}$ – коефіцієнт підвищення витрати палива в зимовий час

Витрата мастильних матеріалів:

$$A_{\text{ммзм}} = \frac{c_{\text{м}} \cdot A_{\text{пзм}}}{100}, \text{ л/зм} \quad (2.51)$$

де $c_{\text{м}}$ – норма витрати пастильних матеріалів.

Таблиця 2.8

Результати розрахунку витрат паливо-мастильних матеріалів автосамоскидом
БелАЗ-75405 за умови спільної роботи з різними видами виймально-
навантажувального устаткування

Марка екскаватора	Змінна витрата палива, л	Змінна витрата мастильних матеріалів, кг	Річна витрата палива, л	Річна витрата мастильних матеріалів, кг
ЕКГ-5	1492,71	91,05529	388104,499	23674,37
CAT 6020B	1408,22	85,90	366136,32	22334,32
CAT 6015B	1567,97	95,65	407672,79	24868,04
Hitachi ZX470H-3	1587,99	96,87	412877,13	25185,50
Komatsu PC5500	1696,26	103,47	441027,84	26902,70
Liebherr R 9150	1581,26	96,46	411127,65	25078,79
Komatsu PC3000	1658,57	101,17	431227,22	26304,86
CAT 6030	1636,74	99,84	425553,18	25958,74
Hitachi EX5600	1665,97	101,62	433152,34	26422,29
Komatsu PC4000	1636,74	99,84	425553,18	25958,74
Liebherr R 9200	1392,45	84,94	362037,78	22084,30

Виходячи з отриманих даних, розуміємо, що найбільш оптимальним буде той виймально-навантажувальний засіб, який забезпечить максимальні значення використання коефіцієнтів використання вантажопідйомності та об'єму і мінімальні значення пробігу та витрат паливо-мастильних матеріалів. Задля цього, було побудовано ряд діаграм, показаних нижче.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис.2.1. Діаграма порівняння коефіцієнтів використання вантажопідйомності та об'єму кузова автосамоскида БелАЗ-75405 при роботі з різними марками виймально-навантажувального устаткування

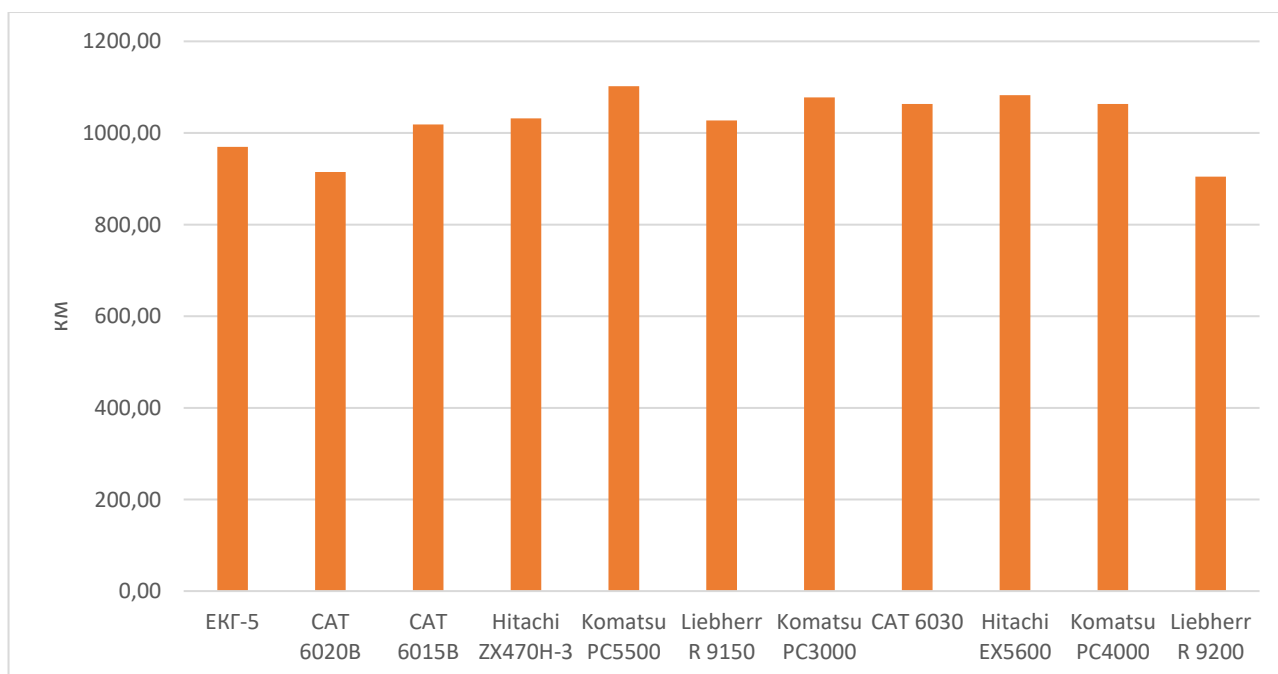


Рис.2.2. Діаграма порівняння пробігу автосамоскида БелАЗ-75405 при роботі з різними марками виймально-навантажувального устаткування

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

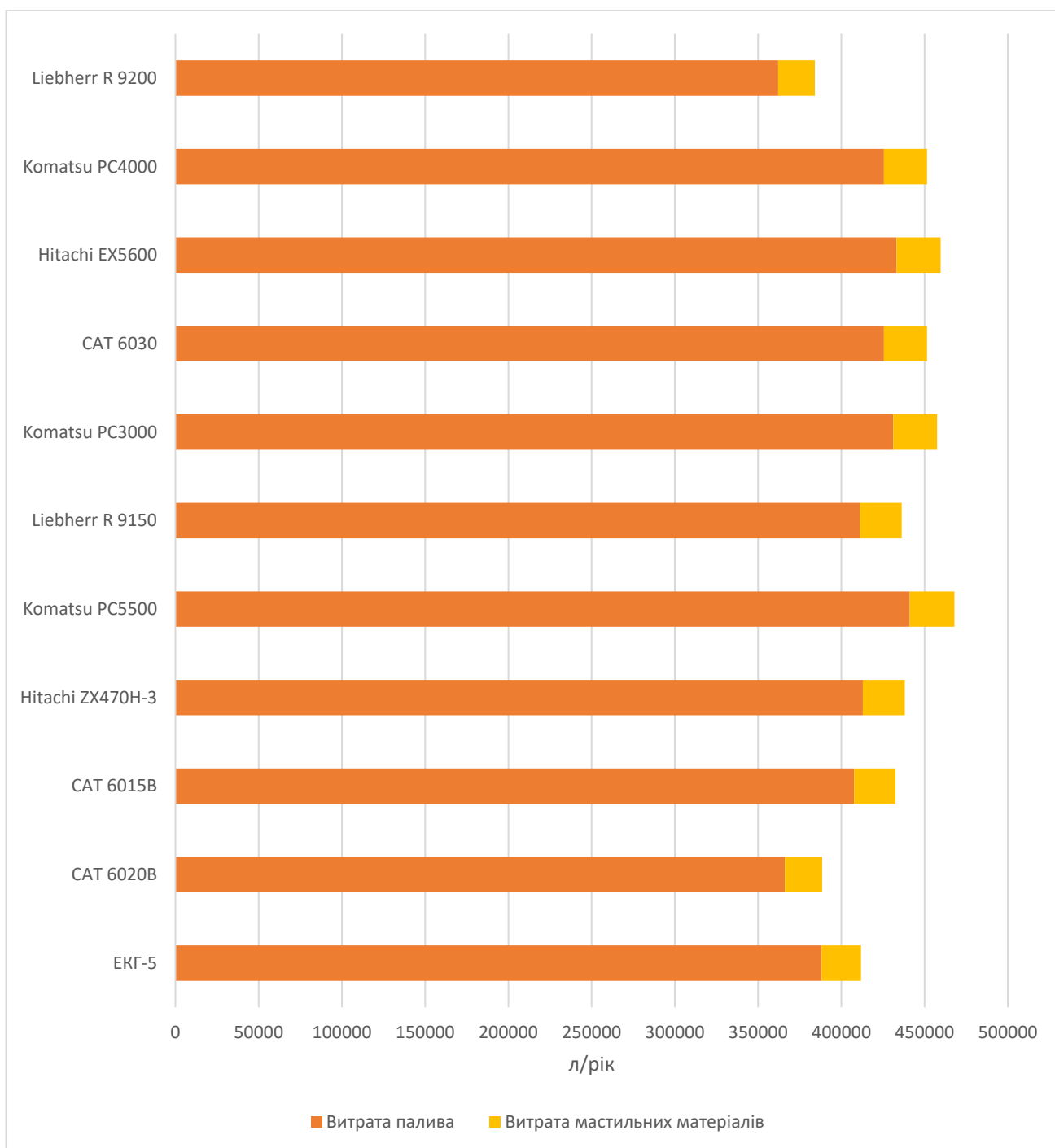


Рис. 2.3. Діаграма порівняння витрати палива та мастильних матеріалів автосамоскидом БелАЗ-75405 при роботі з різними марками виймально-навантажувального устаткування

Відповідно до одержаних розрахунків, було зроблено висновок про доцільність заміни екскаватора ЕКГ-5 на екскаватор Liebherr R9200.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9

Технічні параметри екскаватора Liebherr R9200

№	Назва показника	Значення	Одиниці виміру
1	Робоча маса з ковшем зворотної лопати	205	т
2	Робоча маса з ковшем прямої лопати	210	т
3	Потужність двигуна при 1800 об/хв	810	кВт
4	Модель двигуна	Cummins QSK38	—
5	Кількість циліндрів двигуна	12	—
6	Об'єм двигуна	37,8	л
7	Об'єм ковша	6,7	м³
8	Максимальна глибина копання	8,4	м
9	Максимальний горизонтальний радіус	15,3	м
10	Максимальне зусилля відриву	750	кН
11	Максимальне зусилля подачі	924	кН
12	Ширина гусеничної стрічки	800	мм
13	Транспортна довжина	16,7	м
14	Транспортна ширина	7,4	м
15	Транспортна висота	6,78	м
16	Ємність паливного бака	4500	л
17	Система охолодження	Незалежна, електронно керована	
18	Гідравлічна система	4 аксіально-поршневі насоси по 512 л/хв	
19	Система повороту	Закритий контур, 1 насос	

Це дозволить оптимізувати спільну роботу виймального та навантажувального устаткування, зменшити витрати на паливо-мастильні матеріали і забезпечить можливість збільшення приросту продуктивності підприємства до 309640 м³/рік за рахунок оптимізації співвідношення між об'ємом ковша екскаватора та кузовом автосамоскида, що дозволить транспортувати більше гірничої маси за один рейс.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.10

Результуюча таблиця порівняння продуктивності роботи та розрахунку приросту продуктивності автосамоскида БелАЗ-75405 при переході від ЕКГ-5 до Liebherr R9200

Тривалість рейсу, хв	15,33	13,90	-1,43
Необхідна кількість рейсів для забезпечення річного об'єму видобування у 985000 м ³ /рік, рейсів/зм	270	252	-18,0
Час, необхідний на виконання транспортних робіт при виконанні змінних об'ємів продуктивності, хв	4140	3502,8	-637,2
Наявна кількість автомобілів, од.	12	12	0,0
Загальний змінний фонд робочого часу (з розрахунку на два екскаватори), хв	5760	5760	0,0
Фактичний змінний фонд робочого часу (з розрахунку на два екскаватори), хв	4608	4608	0,0
Профіцит змінного фонду робочого часу, хв	468	1105,2	637,2
Запас кількості рейсів за рахунок наявного профіциту змінного фонду робочого часу, хв	30	79	49
Профіцит прдуктивності, м ³ /зм	421,875	1190,9	769,05
Профіцит прдуктивності, м ³ /рік	109687	309640	199953
Продуктивність парку транспортного устаткування, м ³ /рік	1094687	1294640	199953

2.3.5. Водовідведення та водовідлив

Згідно з гідрогеологічною класифікацією, що визначена в кадастрі підземних вод, Пекарщинське родовище відноситься до 1-б підрайону, який характеризується потенційною можливістю використання підземних вод, що циркулюють у межах кристалічних порід Коростенського комплексу, а також у продуктах їхнього руйнування та четвертинних осадових відкладах.

Гідрогеологічні умови родовища вирізняються наявністю єдиного водоносного горизонту, що локалізується у тріщинуватій зоні кристалічних порід та їхніх вивітрених залишках. Основними чинниками, які визначають обсяги накопичення та циркуляції підземних вод, є інтенсивність тріщинуватості порід та їхній фізичний стан.

Водоносний горизонт має вільний рівень, що забезпечує природний рух підземних вод. До моменту початку експлуатації кар'єру рівень ґрунтових вод

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фіксувався на глибині від 0,8 до 1,92 м, що відповідає позначкам 214,2 – 212,55 м відносно рівня моря. Потужність цього горизонту для Пекарщинського родовища визначена на рівні 70 м, що забезпечує достатній запас води для технологічних потреб.

Згідно з даними геологічних досліджень, загальний приток підземних вод разом з водами, що надходять з опадів, складає 128 м³/год. Для ефективного збору води у кар'єрі на рівні горизонту +204 м облаштовано водозбірник ємністю 150 м³. Вода з нього відкачується насосною станцією ДЗ-300-70А 300/100 у спеціальний відстійник, де проходить процес очищення від механічних домішок.

Відстійник розташований у південно-західній частині родовища і має геометричні розміри 50×20×3 м, що забезпечує загальний об'єм 3000 м³. Після відстоювання очищена вода відкачується насосом у залізобетонний лоток, а далі спрямовується у дренажну канаву для відведення.

Відстійник додатково обладнаний бензиноуловлювачем, який дозволяє відокремлювати нафтопродукти з поверхні води. Цей пристрій потребує періодичного очищення в залежності від ступеня його заповнення, що забезпечує стабільну роботу всієї дренажної системи родовища.

2.3.6. Відвальне господарство та організація відвальних робіт

Згідно з проектними рішеннями, у процесі розробки Пекарщинського родовища передбачається зовнішнє розміщення відвалів покривних порід. Такі відвали розташовуються на західній ділянці родовища, за межами проектного контуру кар'єру. Це планування враховує рельєф місцевості, геологічні умови залягання покривних порід, а також структуру покрівлі корисної копалини.

Розкриття основних покривних порід проводиться одним уступом із використанням екскаватора Hidromek 300LC-2, оснащеного зворотною лопатою.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Такий підхід забезпечує ефективне вилучення матеріалу та його подальше транспортування до відвалів.

Окремий уступ формується для розробки ґрунтово-рослинного шару (ГРШ), що здійснюється за допомогою бульдозера на базі трактора Т-130МГ-3. Максимальна висота уступів становить 0,7 м для ГРШ та 6,5 м для основної покрівлі. У випадку необхідності, висота уступів може бути скоригована бульдозером, що забезпечує додаткову гнучкість у технологічному процесі.

При досягненні меж кар'єрного поля проводиться стабілізація неробочих бортів кар'єру з формуванням укосів під кутом 30° , що виконується з використанням того ж технологічного обладнання.

Всі роботи з організації розкривних операцій, навантаження гірничої маси у вибоях та вивантаження її на відвали здійснюються відповідно до затверджених технічним керівництвом паспортів виконання робіт.

Перед початком формування відвалів на ділянці їхнього розміщення виконується зняття ґрунтово-рослинного шару та його окреме складування. Для забезпечення довготривалої стійкості відвалів кути відсипки укосів встановлені на рівні 40° , тоді як стійкий кут укосу визначено в 33° , що відповідає природному куту сповзання матеріалів, з яких формуються відвали.

Відсипка відвалів відбувається зверху вниз, при цьому покривні породи доставляються на їхню поверхню за допомогою самоскидів вантажопідйомністю 20 та 22 тонни. Вивантаження гірничої маси проводиться поза межами призми обрушення, яка для відвалів висотою 10 м має розрахункову ширину 3,5 м.

Подальше переміщення породи до верхньої частини укосу відвалу виконується бульдозером із одночасним ущільненням поверхні. Робочі майданчики відвалів плануються з поперечним ухилом не менше 3° , що спрямований від краю укосу вглиб відвалу. Для підвищення безпеки вздовж бровки відвалу формується захисна відсипка висотою не менше 1 м і шириною у нижній частині не менше 1,5 м.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Щоб запобігти ерозійним процесам, поверхня відвалів закотковується і висівається спеціальною сумішшю багаторічних злакових та бобових трав. Це дозволяє зміцнити ґрунт і знизити ризики вимивання порід під впливом атмосферних опадів.

2.4. Електрозабезпечення

На території гірничого цеху Пекарщинського родовища основними споживачами електроенергії є екскаватори типу ЕКГ-5А, а також інше допоміжне обладнання. Живлення електроустаткування здійснюється від повітряної магістральної лінії електропередач ВЛ-10 кВ, яка підключена до трансформаторної підстанції з використанням трансформатора ТМ-1000.

Експлуатація цього трансформатора відбувається згідно з нормативами "Правил безпеки при експлуатації ізольованої нейтралі", що регламентує умови підключення, обслуговування та технічної підтримки електрообладнання на об'єктах гірничої промисловості.

Система заземлення електроустановок у кар'єрі організована за загальною схемою, що включає центральне заземлення та магістральні відгалуження. Відповідно до встановлених вимог, перевірка заземлюючих контурів пересувних електроустановок проводиться щомісяця, а також після кожного їх переміщення. За цю роботу відповідають фахівці служби головного енергетика підприємства. Раз на рік комплексна перевірка здійснюється спеціалізованою організацією — "Київське пусконаладжувальне управління № 427", яке базується в місті Київ. Ця ж організація за договором виконує планові регламентні роботи з обстеження та налаштування систем електропостачання на підприємстві.

Система освітлення кар'єру та робочих майданчиків реалізована в комбінованому форматі, що включає загальне та локальне освітлення. Такий підхід відповідає вимогам єдиних правил безпеки та забезпечує належний рівень видимості для виконання технологічних операцій.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обслуговування електроустаткування на родовищі проводиться кваліфікованим електротехнічним персоналом, який проходить щорічну атестацію знань. За результатами перевірки фахівцям присвоюється відповідна кваліфікаційна група з електробезпеки, що підтверджує їхню компетентність у сфері експлуатації високовольного обладнання.

2.5. Рекультивация земель порушених гірничими роботами

У 2025 році на території Пекарщинського родовища не заплановано проведення рекультивацийних робіт, оскільки відпрацьовані земельні ділянки ще не потребують відновлення. Водночас, відповідно до затвердженого технічного проекту з рекультивации земель, що зазнали порушень у процесі видобутку граніту, в майбутньому передбачається комплекс заходів з відновлення екологічної рівноваги на цій території.

Планується, що на місці відпрацьованого кар'єру буде створено штучне водоймище, яке сприятиме відновленню місцевого водного балансу та стане осередком біологічного різноманіття. Поверхня відвалів, а також їхні виположені схили будуть підготовлені для подальшого озеленення. Відкоси кар'єру також планується вирівняти та підготувати під насадження лісових культур і чагарників, що сприятиме укріпленню ґрунту та запобіганню ерозійним процесам.

Ці заходи з рекультивации мають на меті не лише відновити природний ландшафт, але й підвищити екологічну стійкість території, перетворюючи її на зону з відновленим біоценозом.

					КГТБ.ДР25.184.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1. Відомості про організацію системи охорони праці

На підприємстві ТОВ «Граніт-Резерв» діє служба охорони праці, створена відповідно до вимог чинного законодавства України у сфері безпеки та охорони праці. Основне завдання цієї служби — забезпечення належного рівня безпеки на виробничих ділянках та контроль за дотриманням нормативних вимог. В своїй роботі інженер з охорони праці керується положеннями Закону України «Про охорону праці», Закону України «Про пожежну безпеку», а також Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Діяльність служби організована згідно з «Типовим положенням про службу охорони праці», затвердженим наказом Держгірпромнагляду № 73 від 3 серпня 1993 року, та іншими нормативними документами.

Для ефективного функціонування служби на підприємстві розроблено та затверджено ряд регламентуючих документів, зокрема: «Посадова інструкція начальника служби охорони праці», «Положення про службу охорони праці», «Положення про порядок проведення навчання та перевірку знань з охорони праці». Також передбачено проведення триденного вступного навчання для нових працівників, яке включає ознайомлення з «Переліком питань вступного інструктажу». Додатково підготовлено «Положення про порядок виконання робіт підвищеної небезпеки, на які необхідно оформлювати наряди-допуски», та «Інструкції з охорони праці» для всіх основних професій на підприємстві.

					КГТБ.ДР25.184.03.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Основні відомості про організацію охорони праці	Літ.	Арк.	Акрушів
Студент								
Керівник								
Кер.розд.								
Н. Контр.								
Зав.каф.								
						Житомирська політехніка 184 «Гірництво»		

Перш ніж розпочати роботу, всі працівники проходять обов'язковий медичний огляд, вступний, первинний та повторні інструктажі з питань охорони праці. Новоприйнятий персонал зобов'язаний пройти триденний навчальний курс з охорони праці, після чого складається іспит на знання основних вимог безпечної роботи, включно з правилами експлуатації на родовищах корисних копалин.

На підприємстві щороку проводяться планові перевірки знань з безпечних методів роботи. Ці перевірки виконуються спеціально створеними комісіями, які призначаються наказом по підприємству. Для інженерно-технічного складу передбачена періодична перевірка знань один раз на три роки, як того вимагають нормативні положення.

Підвищення кваліфікації працівників здійснюється на регулярній основі у спеціалізованих навчальних закладах. Це стосується таких посад як машиністи екскаваторів, оператори бурових установок, стропальники, відповідальні за експлуатацію вантажопідіймальної техніки, спеціалісти з енергетичного та котлового нагляду, а також фахівці, що обслуговують посудини під тиском та заправні станції.

Для контролю стану охорони праці на підприємстві застосовується трирівнева система нагляду. Відповідальні особи отримують «Акти комплексних перевірок» та «Приписи», де вказуються всі виявлені недоліки та порушення, що мають бути усунені у визначені терміни.

Щороку розробляються "Комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці, запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням". Вони інтегруються до розділу «Охорона праці» у колективному договорі підприємства, що забезпечує їх реалізацію та контроль виконання запланованих заходів.

					КГТБ.ДР25.184.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Характеристика системи організації охорони надр

Заходи щодо охорони надр на підприємстві ТОВ «Граніт-Резерв» розроблені відповідно до положень Кодексу України про надра та спрямовані на забезпечення максимальної повноти видобутку корисної копалини, захист споруд та природних об'єктів від негативного впливу гірничих робіт, а також дотримання всіх встановлених нормативів і вимог з охорони надр.

Запаси граніту на родовищі визнані балансовими та затверджені Державною комісією з запасів (ДКЗ) протоколом № 3762 від 15 грудня 2016 року. Станом на січень 2017 року обсяг балансових запасів граніту становив 17 299 тис. м³. Якість видобутої сировини відповідає вимогам державних стандартів ГОСТ 8267-64 та 10268-62, а також МРТУ 21-33-67, що дозволяє використовувати її для виробництва бутового каменю та будівельного щебеню.

Під час проведення геологорозвідувальних робіт на території родовища не було виявлено інших видів корисних копалин, що мають промислове значення. Це підтверджує зосередженість видобувних робіт виключно на граніті, який характеризується високими фізико-механічними властивостями та відповідає технічним вимогам для будівельних матеріалів.

Покривні породи, що зустрічаються в межах родовища, включають ґрунтово-рослинний шар, лесоподібні суглинки, первинні каоліни та жорстку. Хоча ці породи не мають комерційної цінності для промислового використання, вони плануються до застосування під час рекультиваційних робіт на відпрацьованих ділянках кар'єру. Це дозволить відновити природний ландшафт і забезпечити екологічне відновлення території після завершення видобувних робіт.

					КГТБ.ДР25.184.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Вплив виробництва на навколишнє середовище та використовувані заходи зменшення впливу на нього

Видобувні роботи на Пекарщинському родовищі супроводжуються утворенням кар'єрних вод, які за своїм хімічним складом не містять шкідливих речовин, здатних негативно вплинути на навколишнє середовище. Завдяки цьому можливе їхнє скидання в існуючу дренажну канау без ризику забруднення ґрунтів та водних об'єктів. Однак перед скиданням кар'єрні води проходять етап очищення в спеціально обладнаному ставку-відстійнику, обсяг якого становить не менше 8400 м³. У процесі відстоювання здійснюється осадження завислих часток гірничих порід, а також видалення нафтових залишків. Частина очищеної води повторно використовується для зволоження технологічних доріг та поверхні відвалів, що сприяє зменшенню пилоутворення під час транспортування та навантажувальних робіт.

Атмосферні опади з територій, що межують із кар'єром, відводяться за допомогою нагірної канави. Це рішення запобігає ерозії бортів кар'єру та забезпечує їхню стабільність, що особливо важливо для довгострокової безпеки видобувних робіт.

Покривні породи, які вилучаються під час розробки, тимчасово складуються у відвалах, розташованих поблизу кар'єру. Щоб уникнути обвалення уступів у пухких покривних породах, під час їхнього формування прийнятий кут нахилу у 30°, тоді як для міцних шарів корисної копалини — 80°. Такий підхід забезпечує надійну стійкість схилів і запобігає утворенню зсувів.

Для запобігання потраплянню нафтопродуктів на відкриті ґрунти, на ділянках, де працює важка техніка, здійснюються заходи з попередження розливів. Заправка машин та їх технічне обслуговування проводяться у спеціально відведених місцях, обладнаних відповідно до екологічних норм.

Варто підкреслити, що на території поблизу кар'єру відсутні водозабори, які могли б зазнати негативного впливу від видобувних робіт. Це мінімізує можливі

					КГТБ.ДР25.184.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ризика порушення водного балансу підземних горизонтів у процесі експлуатації родовища.

З метою зниження викидів токсичних речовин у повітря під час роботи техніки, проєктом передбачено використання сучасного обладнання, яке відповідає екологічним стандартам за рівнем викидів шкідливих газів і шумового забруднення. Це сертифіковані машини, що відповідають вимогам з охорони навколишнього середовища.

Для запобігання надмірному пилоутворенню під час навантаження та перевезення гірничої маси заплановано систематичне зволоження її водою. У випадку підвищеного рівня пилу можливе використання спеціальних пилосв'язуючих добавок, що підвищують ефективність придушення пилу.

Повітрообмін у кар'єрі забезпечується природним шляхом завдяки відкритій конфігурації та невеликій глибині виробіток. Після завершення видобувних робіт заплановано рекультивацію відпрацьованих ділянок, що сприятиме зниженню пилоутворення та запобігатиме водній і вітровій ерозії на відновлених територіях.

Дотримання всіх передбачених технологічних і екологічних заходів забезпечує відповідність показників забруднюючих речовин у повітрі гранично допустимим концентраціям, визначеним ГОСТ 12-1-005-85 «Повітря робочої зони» та «Правилами безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом» (1994 р.). Зокрема, визначені наступні максимальні допустимі концентрації:

- Оксиди азоту — до 0,0001% (5 мг/м³);
- Оксид вуглецю — до 0,0017% (20 мг/м³);
- Сірководень — до 0,00071% (10 мг/м³);
- Сірчистий ангідрид — до 0,00033% (10 мг/м³);
- Акролеїн — до 0,00009% (0,2 мг/м³);
- Формальдегід — до 0,00004% (0,5 мг/м³);
- Пил — не більше 6 мг/м³.

					КГТБ.ДР25.184.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вміст кисню в повітрі робочої зони підтримується на рівні не менше 20%, а концентрація вуглекислого газу не перевищує 0,5%. Рівень запиленості у місцях роботи не повинен перевищувати 2 мг/м³.

Для забезпечення постійного контролю якості повітря на території кар'єру проводиться щоквартальний відбір проб, які підлягають лабораторному аналізу. Це дозволяє своєчасно виявляти відхилення від встановлених норм та вживати необхідних заходів для підтримання екологічної безпеки на виробничих ділянках.

					КГТБ.ДР25.184.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА ТА АНАЛІЗ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ РІШЕНЬ

4.1. Розрахунок фонду робочого часу та заробітної платні ТОВ «Граніт Резерв»

Розрахунок витрат на оплату праці співробітників підприємства здійснюється на основі даних зі штатного розпису (таблиця 4.1).

Штатний розпис підприємства структурований на дві основні частини. Перша частина охоплює перелік спеціалістів виробничого профілю, залучених до виконання основних технологічних процесів, пов'язаних із видобутком корисних копалин.

Друга частина включає список працівників, задіяних у виконанні підготовчих та планових операцій. Вона, здебільшого, складається з інженерно-технічного персоналу, який забезпечує належний рівень організації виробничих процесів та контроль за їх виконанням.

Таким чином, структура штатного розпису чітко відображає розподіл обов'язків та функцій між виробничим і допоміжним персоналом, що дозволяє більш ефективно планувати та контролювати витрати на оплату праці.

Таблиця 4.1

Штатна відомість ТОВ «Граніт Резерв»

№ з/п	Професія, посада	Необхідна кількість персоналу	
		на зміну	на добу
А. Чисельність виробничого персоналу			
1	Екскаваторник	3	3
2	Помічник екскаваторника	2	2
3	Водій самоскида	14	14

					КГТБ.ДР25.__.04.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок техніко-економічних показників роботи підприємства та аналіз економічної ефективності запропонованих оптимізаційних рішень		
Студент		Харчук О.О.					
Керівник		Наумов Я.О.					
Кер.розд.		Наумов Я.О.					
Н. Контр.		Башинський С.І.					
Зав.каф.		Башинський С.І.			Державний університет «Житомирська політехніка» Гр. РР-51		

№ з/п	Професія, посада	Необхідна кількість персоналу	
		на зміну	на добу
4	Бульдозерист	1	1
5	Оператор бурових робіт	1	1
6	Механіко-ремонтна бригада	3	3
7	Слюсар-ремонтник	2	2
8	Оператор дренажних систем	1	1
9	Водій спецтехніки (поливомийна машина)	1	1
10	Оператор паливозаправної станції	1	1
11	Робітники загального профілю	4	4
Разом		33	33
Б. Чисельність інженерно-технічних працівників			
12	Керівник видобувної дільниці	1	1
13	Головний маркшейдер	1	1
14	Виробничий геолог	1	1
15	Майстер гірничих робіт	1	1
16	Механік дільниці	1	1
17	Енергетик дільниці	1	1
18	Оператор насосної станції	1	1
19	Електрослюсар чергової зміни	1	1
20	Інженер-опробувальник	1	1
21	Технік з обліку видобутку	1	1
22	Інспектор з охорони об'єкта	3	15
Разом		13	25
Всього		46	58

Калькуляція річного обсягу робочого часу:

$$F = N_{\text{дн}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}} \quad (4.1)$$

$$F = 260 \cdot 1 \cdot 8 = 2080, \text{ год}$$

де $N_{\text{дн}}$ – кількість робочих днів протягом календарного року;

$n_{\text{зм}}$ – кількість змін на добу;

$t_{\text{зм}}$ – тривалість однієї робочої зміни.

Розрахунок базового фонду заробітної плати:

$$З_{\text{зп}} = F \cdot n_{\text{вир}} \cdot С \quad (4.2)$$

$$З_{\text{зп}} = 2080 \cdot 33 \cdot 107,5 = 7378800, \text{ грн}$$

де $n_{\text{вир}}$ – чисельність виробничого персоналу;

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C – розмір погодинної тарифної ставки для основних виробничих робітників.

Додатковий фонд заробітної плати:

$$\begin{aligned} Z_{\text{ін}} &= Z_{\text{зп}} \cdot 5\% \\ Z_{\text{ін}} &= 7378800 \cdot 5\% = 368940, \text{ грн} \end{aligned} \quad (4.3)$$

Преміальний фонд заробітної плати:

$$\begin{aligned} Z_{\text{прем}} &= Z_{\text{зп}} \cdot 20\% \\ Z_{\text{прем}} &= 7378800 \cdot 20\% = 1475760, \text{ грн} \end{aligned} \quad (4.4)$$

Повний фонд заробітної плати:

$$\begin{aligned} Z_{\text{осн}} &= Z_{\text{зп}} + Z_{\text{ін}} + Z_{\text{прем}} \\ Z_{\text{осн}} &= 7378800 + 368940 + 1475760 = 9223500, \text{ грн} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Фонд заробітної плати інженерно-технічного персоналу:

$$\begin{aligned} Z_{\text{ітп}} &= 12 \cdot C_1 \cdot n_{\text{ітп}} \\ Z_{\text{ітп}} &= 12 \cdot 27000 \cdot 25 = 8100000, \text{ грн} \end{aligned} \quad (4.6)$$

де C_1 – середньомісячна заробітна плата інженерно-технічного персоналу;
 $n_{\text{ітп}}$ – чисельність інженерно-технічного персоналу.

Калькуляція витрат на соціальне забезпечення:

$$\begin{aligned} B_{\text{с.ц.}} &= Z_{\text{ітп}} \cdot 20\% \\ B_{\text{с.ц.}} &= 8100000 \cdot 20\% = 1620000, \text{ грн} \end{aligned} \quad (4.7)$$

Витрати на охорону праці та техніку безпеки:

$$\begin{aligned} B_{\text{опітб}} &= (Z_{\text{зп}} + Z_{\text{ітп}}) \cdot 3\% \\ B_{\text{опітб}} &= (7378800 + 8100000) \cdot 3\% = 464364, \text{ грн} \end{aligned} \quad (4.8)$$

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Розрахунок витрат пов'язаних з виробничою діяльністю ТОВ «Граніт-Резерв»

4.2.1. Розрахунок вартості виконання вибухових робіт

Розрахунки, наведені нижче, базуються на даних про потребу у вибухових речовинах і матеріалах, необхідних для здійснення одного масового вибуху. Здійснення такого вибуху забезпечує місячний обсяг підготовленої (розпушеної) гірничої маси, що відповідає виробничим потребам підприємства. Відповідно, для досягнення річного рівня продуктивності необхідно здійснити 12 масових вибухів. Деталізована калькуляція витрат, пов'язаних з підготовкою гірничої маси, представлена у таблиці 4.2.

Варто підкреслити, що реалізація запропонованих технологічних рішень сприятиме підвищенню фактичної продуктивності підприємства за рахунок зростання обсягів товарної продукції. При цьому, така оптимізація не передбачає додаткових витрат на буро-вибухові роботи, що дозволяє зберегти ефективність виробничих процесів без збільшення собівартості.

За рахунок впровадження запропонованих змін потреба у вибухових матеріалах зросте пропорційно до приросту продуктивності підприємства (на 24%).

Перш за все, значне підвищення витрат спостерігається на «Анемікс 70». Його загальна вартість зросте з 55 977 600 грн до 69 212 614 грн.

Витрати на допоміжні вибухові компоненти також зросли. Зокрема, вартість хвилеводів, які забезпечують передачу детонаційного імпульсу, підвищиться з 469113,6 грн до 580028,06 грн. Це відображає потребу в збільшеній кількості з'єднань для передачі вибухової хвилі на більші об'єми сировини.

Подібна ситуація спостерігається і з детонаторами. Їхня вартість зросте з 486864 грн до 601975,26 грн, що пояснюється збільшенням обсягів підривних робіт, де необхідно забезпечити якісне і точне ініціювання вибуху в кожній свердловині.

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.2

Розрахунок вартості вибухових робіт для забезпечення річної продуктивності підприємства

№ з/п	Найменування ВМ	Витрата ВМ на один масовий вибух	Вимірюється в	К-сть вибухів на рік	Ціна одиниці ВМ	Вартість одиниці	Річні витрати на ВМ
1	Вибухова речовина (переважно Анемікс 70)	33320	кг	12	140	грн/кг	55977600
3	Хвилеводи	1844	м	12	21,2	грн/м	469113,6
4	Детонатори	392	шт	12	103,5	грн/шт	486864
5	Сповільнюючі пристрої	196	шт	12	110,6	грн/шт	260131,2
6	Монтажні елементи	40	кг	12	189,4	грн/кг	90912
Разом							57284620,8

Вартість сповільнюючих пристроїв також зазнає змін, підвищившись з 260131,2 грн до 321635,09 грн. Це обумовлено необхідністю більш ретельного контролю за послідовністю підривів, що дозволяє ефективніше руйнувати породу та зменшувати втрати матеріалу.

Окрім того, зростуть витрати на монтажні елементи, що використовуються для з'єднання та фіксації вибухових пристроїв. Їхня загальна вартість збільшилася з 90912 грн до 112406,7 грн, що також є пропорційним до зростання кількості підривів.

4.2.2. Розрахунок вартості паливо-мастильних матеріалів

У ході проведеного дослідження вартісних параметрів паливно-мастильних матеріалів (ПММ) було використано розширений масив вихідних показників, що включав не лише середні годинні витрати основних енергоносіїв, але й їхню діапазонну варіативність у межах робочого циклу, що дало змогу адекватно

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відобразити стохастичну природу споживання ресурсів на гірничих підприємствах. Додатково до паспортних характеристик вузлів і агрегатів залучено результати стендових випробувань, проведених у реальних виробничих умовах, що сприяло скоригуванню номінальних показників у бік більшої достовірності й дозволило компенсувати можливо занижений вплив факторів зношення техніки. Розширений облік коефіцієнтів ефективного використання машинно-транспортного парку охоплював сезонні коливання навантажуваної здатності, вплив гірничо-технічних та організаційно-виробничих умов, а також статичні й динамічні простої, що суттєво деталізувало часову структуру експлуатаційних втрат.

Сам розрахунок витрат на ПММ був виконаний у декілька етапів: спершу визначено базову витратну матрицю для існуючої конфігурації обладнання, після чого здійснено її нормалізацію з огляду на питому енергоємність гірничих операцій; далі, шляхом введення коригувальних коефіцієнтів, отримано прогнозні значення для запропонованої інженерної схеми з урахуванням модернізації окремих одиниць техніки та впровадження енергоощадних режимів. Результати згруповано у табличному форматі, де вартісні статті подано у розрізі технологічних елементів, що підвищує наочність і спрощує подальший порівняльний аналіз. Така структуризація забезпечує можливість швидко ідентифікувати критичні центри витрат, відстежити, як змінюється сумарний фінансовий тягар ПММ залежно від ступеня завантаження технічних засобів, а також оцінити економічний ефект від переходу на альтернативні види пального або змінену логіку виробничих циклів. На підставі отриманих даних сформовано рекомендації щодо оптимізації ресурсного балансу, що включають комплексну систему моніторингу, діджиталізацію обліку споживання та ітеративне коригування нормативів, що в сукупності створює підґрунтя для сталого зниження собівартості гірничих робіт при збереженні належного рівня технічної готовності обладнання.

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3

Розрахунок потреби та вартості паливних і мастильних матеріалів

Устаткування	Витрата палива, л/год		К-сть змін	Трив. зміни, год	Робочих днів на рік, тиж.	Коеф. використання змінного часу	К-сть машин, од.	Річна витрата палива, л/рік		Коеф. витрати мастильних мат. %	Річна витрата мастильних матеріалів, кг/рік	
	Поточна	Очікувана						Поточна	Очікувана		Поточна	Очікувана
Hidromec k 300LC-2	20	20	1	8	150	0,65	1	15600	15600	6	936	936
Atlas Copco ROC	18	18	1	8	260	0,7	1	26208	26208	9	2358,72	2358,72
T-130 МГ-3	25	25	1	8	260	0,6	2	62400	62400	32	19968	19968
БелАЗ-75405	15,5	14,5	1	8	260	0,8	4	103168	96512	15	15475,2	14476,8
БелАЗ-75404-10	15,5	14,5	1	8	260	0,8	4	103168	96512	15	15475,2	14476,8
БелАЗ-7540В	15,5	14,5	1	8	260	0,8	4	103168	96512	15	15475,2	14476,8
HOWO ZZ 3257	12	12	1	8	150	0,8	1	11520	11520	6	691,2	691,2
Foton BJ 3251	8,5	8,8	1	8	150	0,75	1	7650	7920	6	459	475,2
Поливна машина ЗІЛ	10	10	1	8	150	0,4	1	4800	4800	20	960	960
Liebherr	-	55	1	8	260	0,85	2	-	194480	6	-	11668,8
Розрахунок річної потреби матеріалів								437682	612464	-	71798,52	80488,32
Розрахунок річних відрахувань на паливні та мастильні матеріали (при виконанні розрахунку вартість палива прийнято на рівні 55 грн/л, а вартість мастильних матеріалів 180 грн/кг)								24072510	33685520	-	12923733,6	14487897,6

4.2.3. Розрахунок вартості робочого інструменту

Розрахунок витрат на буровий інструмент здійснюється аналогічно до визначення інших витратних параметрів і базується на нормативних показниках споживання бурових долот. Для гранітів, міцність яких за шкалою Протодьяконова становить $f = 12-14$, середній норматив витрати долота під час проведення бурових

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

робіт складає 450 метрів проходки. Такий підхід дозволяє забезпечити оптимальне планування матеріальних ресурсів у процесі видобутку, враховуючи специфіку гірничих умов і технічні характеристики обладнання.

Калькуляція потреби в буровому інструменті:

$$N_{\text{дол}} = \frac{L_{\text{заг}} \cdot m}{P_{\text{дол}}} \quad (4.9)$$

$$N_{\text{дол}} = \frac{4560 \cdot 12}{450} = 122, \text{ шт}$$

$L_{\text{заг}}$ – сумарний обсяг буріння, необхідний для виконання одного масового вибуху;

m – кількість масових вибухів, необхідних для забезпечення річного обсягу видобутку;

$P_{\text{дол}}$ – ресурс експлуатації одного бурового інструменту (долота) при стандартних умовах роботи.

Визначення загальних витрат на буровий інструмент:

$$V_{\text{дол}} = N_{\text{дол}} \cdot C_{\text{дол}} \quad (4.10)$$

$$V_{\text{дол}} = 122 \cdot 20500 = 2501000, \text{ грн}$$

$C_{\text{дол}}$ – вартість одного бурового інструменту.

Підвищення витрат на забезпечення буріння з урахуванням приросту виробничих обсягів складе: 3092321,7 грн/рік.

4.2.4. Розрахунок вартості амортизаційних витрат

Для визначення розміру амортизаційних витрат використовуються встановлені коефіцієнти зносу обладнання. Розрахунок обсягу амортизаційних витрат здійснювався на основі вартості основних виробничих фондів підприємства (таблиця 4.4), до складу яких входять механізовані засоби для виконання

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

видобувних і допоміжних операцій. Крім того, було проведено окремий розрахунок амортизаційних відрахувань для будівель та споруд, що відображено у таблиці 4.5. Такий підхід дозволяє більш точно врахувати витрати на знос основних засобів, забезпечуючи достовірність фінансового планування.

Калькуляція витрат на плановий ремонт обладнання:

$$V_{\text{пот.рем}} = \sum C_{\text{обл}} \cdot 5,2\% \quad (4.11)$$

$$V_{\text{пот.рем}} = 29454000 \cdot 5,2\% = 1531608, \text{ грн}$$

Розрахунок витрат на ремонт обладнання після заміни виймально-навантажувальних машин:

$$V_{\text{пот.рем}} = \sum C_{\text{обл}} \cdot 5,2\% \quad (4.12)$$

$$V_{\text{пот.рем}} = 90254000 \cdot 5,2\% = 4693208, \text{ грн}$$

Закладений термін амортизації двох одиниць техніки Liebherr R9200 становить 4 роки, що відповідає річній амортизації на рівні 25% від первісної вартості. При початковій ціні у 60800000 грн, річна амортизаційна сума розраховується наступним чином:

$$A_{\text{річ}} = V_{\text{екс}} \cdot k_{\text{амор}} \quad (4.13)$$

$$A_{\text{річ}} = 60800000 \cdot 0,25 = 15200000, \text{ грн}$$

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4

Амортизація основних виробничих фондів

№ з/п	Найменування обладнання	К-сть одиниць обладнання	Вартість одиниці обладнання, грн		Вартість обладнання, грн		Норма амортизації, %	Річна сума амортизації, грн	
			Поточна	Прогнозована	Поточна	Прогнозована		Поточна	Прогнозована
1	ЕКГ-5А	2	360000 0	-	720000 0	-	0	0	0
2	Hidromeck 300LC-2	1	214000 0	2140000	214000 0	2140000	15	321000	321000
3	Atlas Copco ROC	1	259200 0	2592000	259200 0	2592000	0	0	0
4	T-130 МГ-3	2	512000	512000	102400 0	1024000	0	0	0
5	БелАЗ-75405	4	140700 0	1407000	562800 0	5628000	0	0	0
6	БелАЗ-75404-10	4	104300 0	1043000	417200 0	4172000	0	0	0
7	БелАЗ-7540В	4	109500 0	1095000	438000 0	4380000	0	0	0
8	HOWO ZZ 3257	1	121800 0	1218000	121800 0	1218000	20	243600	243600
9	Foton BJ 3251	1	980000	980000	980000	980000	20	196000	196000
10	Поливна машина ЗИЛ	1	120000	120000	120000	120000	0	0	0
11	Liebherr	2	-	3040000 0	-	6080000 0	25	-	15200000
Разом								760600	15960600

Таблиця 4.5

Амортизація невикористаного фонду

№ з/п	Тип будівлі	Вартість будівлі, грн	Норма амортизації, %	Річна сума амортизації, грн
1	Гаражні приміщення	5600000	5	280000
2	Склади малярно-мастильних мат	1210000	5	60500
3	Ремонтні цехи	2630000	7	184100
Разом				524600

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.5. Розрахунок вартості електроенергії

Розрахунок загальних витрат на електроенергію:

$$B_{\text{ел}} = V_{\text{год}}^{\text{ел}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot N_{\text{дн}} \cdot C_{\text{ел}} \quad (4.14)$$

$$B_{\text{ел}} = 857,8 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 260 \cdot 6,86 = 12239776,64, \text{ грн}$$

де $V_{\text{год}}^{\text{ел}}$ – середньогодинна витрата електроенергії обладнанням;

$C_{\text{ел}}$ – вартість 1 кВт·год електроенергії для підприємства.

Розрахунок середньогодинної витрати електроенергії:

$$V_{\text{год}}^{\text{ел}} = V_{\text{ел}}^{\text{екс}} \cdot n_{\text{екс}} + V_{\text{ел}}^{\text{ос}} \cdot n_{\text{ос}} + V_{\text{ел}}^{\text{рем}} + V_{\text{ел}}^{\text{гар}} + V_{\text{ел}}^{\text{пм}} + V_{\text{ел}}^{\text{вод}} \quad (4.15)$$

$$V_{\text{год}}^{\text{ел}} = 250 \cdot 2 + 0,1 \cdot 18 + 140 + 50 + 16 + 150 = 857,8, \text{ кВт}$$

де $V_{\text{ел}}^{\text{екс}}$ – споживча потужність одного екскаватора (модель ЕКГ-5);

$n_{\text{екс}}$ – кількість екскаваторів на об'єкті;

$V_{\text{ел}}^{\text{ос}}$ – потужність освітлювальних приладів для майданчиків та доріг;

$n_{\text{ос}}$ – кількість елементів освітлення;

$V_{\text{ел}}^{\text{рем}}$ – споживча потужність ремонтного цеху;

$V_{\text{ел}}^{\text{гар}}$ – споживча потужність гаражних приміщень;

$V_{\text{ел}}^{\text{пм}}$ – споживча потужність заправних станцій та складів;

$V_{\text{ел}}^{\text{вод}}$ – споживча потужність системи водовідведення.

Після припинення експлуатації екскаватора ЕКГ-5, середньогодинна витрата електроенергії зменшиться з 857,8 кВт до 357,8 кВт. Це призведе до зниження річних витрат на електроенергію з 12239776,64 грн до 5105376,64 грн, забезпечуючи економію в 7134400 грн щорічно.

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Розрахунок собівартості видобування продукції та техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень

Підсумковий розрахунок собівартості видобутку одиниці продукції для ТОВ «Граніт-Резерв», що подано в таблиці 4.6, був здійснений із залученням багаторівневої моделі формування витрат, у межах якої базові прямі виробничі витрати—заробітна плата основного персоналу, амортизація технологічного комплексу, витрати на енергоносії та вибухові матеріали—було інтегровано з непрямыми накладними статтями, зокрема адміністративними витратами, витратами на охорону праці та екологічні платежі. Кожен із цих елементів деталізовано за підстаттями відповідно до чинних галузевих стандартів бухгалтерського обліку, що забезпечує коректне відображення електроенергетичної, паливної та матеріально-технічної компонент у грошовому еквіваленті. Крім того, було скориговано коефіцієнти перерозподілу витрат між добувними, допоміжними та управлінськими підрозділами, що дозволило зменшити міжцехову асиметрію та підвищити прозорість облікових процедур.

Таблиця 4.7, натомість, фіксує прогнозовану собівартість після впровадження технологічного апгрейду, що передбачає автоматизацію буровибухових операцій, заміну дизельних екскаваторів на електрогідравлічні машини, а також оптимізовану схему транспортно-відвальної логістики з використанням кар'єрних самоскидів підвищеної вантажопідйомності. Для адекватного порівняння з базовим станом було застосовано методику факторного аналізу, яка дозволяє диференціювати внесок окремих інноваційних заходів у загальне зниження собівартості: зокрема, паливно-енергетичний компонент зменшується за рахунок підвищення к.к.д. привідних систем на 11 %, витрати на ремонт—завдяки впровадженню предиктивного техобслуговування—на 6 %, тоді як скорочення часу циклу виїмки та навантаження матеріалу формує додатковий економічний ефект у межах 4 % від базового рівня повних витрат.

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміщення акценту з оперативного скорочення витрат на стратегічне підвищення операційної ефективності суттєво підвищує інвестиційну привабливість ТОВ «Граніт-Резерв».

Таблиця 4.6

Собівартість видобування продукції за умов ТОВ «Граніт-Резерв»

№ з/п	Найменування параметрів	Фактичні значення		
		Витрат на рік, грн	Витрат на 1 м ³ сировини, грн	Відсоток від загальної вартості, %
1	Основні витрати на заробітну плату	19407864,00	19,70	14,79
1.1	Фонд заробітної плати прямої дії	7378800,00	7,49	-
1.2	Доплата за нічні зміни	0,00	0,00	-
1.3	Додаткові компенсаційні виплати	368940,00	0,37	-
1.4	Заробітна плата ІТП	8100000,00	8,22	-
1.5	Витрати на соціальне страхування	1620000,00	1,64	-
1.6	Витрати на охорону праці та техніку безпеки	464364,00	0,47	-
1.7	Преміальні виплати	1475760,00	1,50	-
2	Вибухові роботи на об'єкті	57284620,80	58,16	43,65
2.1	Закупівля вибухових речовин	55977600,00	56,83	-
2.2	Витрати на хвилеводи	469113,60	0,48	-
2.3	Закупівля детонаторів	486864,00	0,49	-
2.4	Витрати на сповільнюючі пристрої	260131,20	0,26	-
2.5	Монтажні елементи для вибухових робіт	90912,00	0,09	-
3	Закупівля паливо-мастильних матеріалів	36996243,60	37,56	28,19
3.1	Витрати на мастильні матеріали	12923733,60	13,12	-
3.2	Споживання дизельного палива	24072510,00	24,44	-
4	Вартість закупівлі інструменту	2501000,00	2,54	1,91
5	Амортизаційні витрати на обладнання	760600,00	0,77	0,58
5.1	<i>ЕКГ-5</i>	0,00	0,00	-
5.2	<i>Hidromeck 300LC-2</i>	321000,00	0,33	-
5.3	<i>Atlas Copco ROC</i>	0,00	0,00	-
5.4	<i>T-130 МГ-3</i>	0,00	0,00	-
5.5	<i>БелАЗ-75405</i>	0,00	0,00	-
5.6	<i>БелАЗ-75404-10</i>	0,00	0,00	-
5.7	<i>БелАЗ-7540В</i>	0,00	0,00	-
5.8	<i>HOWO ZZ 3257</i>	243600,00	0,25	-
5.9	<i>Foton BJ 3251</i>	196000,00	0,20	-
5.10	<i>Поливна машина ЗИЛ</i>	0,00	0,00	-
6	Амортизація будівель та споруд	524600,00	0,53	0,40
6.1	Утримання гаражних приміщень	280000,00	0,28	-

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ з/п	Найменування параметрів	Фактичні значення		
		Витрат на рік, грн	Витрат на 1 м ³ сировини, грн	Відсоток від загальної вартості, %
6.2	Утримання складів паливо-мастильних матеріалів	60500,00	0,06	-
6.3	Утримання ремонтних цехів	184100,00	0,19	-
7	Витрати на освітлення	12239776,64	12,43	9,33
8	Витрати на ремонт обладнання	1531608,00	1,55	1,17
Разом		131246313,04	133,24	-

Таблиця 4.7

Собіварність видобування продукції за умов ТОВ «Граніт-Резерв» після
імплементатії запропонованих рішень

№ з/п	Найменування параметрів	Очікуванні значення			Динаміка
		Витрат на рік, грн	Витрат на 1 м ³ сировини, грн	Відсоток від загальної вартості, %	
1	Основні витрати на заробітну плату	19407864,00	15,04	11,57	0,00
1.1	Фонд заробітної плати прямої дії	7378800,00	5,72	-	0,00
1.2	Доплата за нічні зміни	0,00	0,00	-	0,00
1.3	Додаткові компенсаційні виплати	368940,00	0,29	-	0,00
1.4	Заробітна плата ІТП	8100000,00	6,28	-	0,00
1.5	Витрати на соціальне страхування	1620000,00	1,26	-	0,00
1.6	Витрати на охорону праці та техніку безпеки	464364,00	0,36	-	0,00
1.7	Преміальні виплати	1475760,00	1,14	-	0,00
2	Вибухові роботи на об'єкті	70828659,05	54,91	42,21	+13544038,25
2.1	Закупівля вибухових речовин	69212613,95	53,65	-	+13235013,95
2.2	Витрати на хвилеводи	580028,06	0,45	-	+110914,46
2.3	Закупівля детонаторів	601975,26	0,47	-	+115111,26
2.4	Витрати на сповільнюючі пристрої	321635,09	0,25	-	+61503,89
2.5	Монтажні елементи для вибухових робіт	112406,70	0,09	-	+21494,70
3	Закупівля паливо-мастильних матеріалів	48173417,60	37,34	28,71	+11177174,00
3.1	Витрати на мастильні матеріали	14487897,60	11,23	-	+1564164,00
3.2	Споживання дизельного палива	33685520,00	26,11	-	+9613010,00

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ з/п	Найменування параметрів	Очікуванні значення			Динаміка
		Витрат на рік, грн	Витрат на 1 м ³ сировини, грн	Відсоток від загальної вартості, %	
4	Вартість закупівлі інструменту	3092321,71	2,40	1,84	+591321,71
5	Амортизаційні витрати на обладнання	15960600,00	12,37	9,51	+15200000,00
5.1	<i>ЕКГ-5А</i>	0,00	0,00	-	0,00
5.2	<i>Hidromeck 300LC-2</i>	321000,00	0,25	-	0,00
5.3	<i>Atlas Copco ROC</i>	0,00	0,00	-	0,00
5.4	<i>T-130 МГ-3</i>	0,00	0,00	-	0,00
5.5	<i>БелАЗ-75405</i>	0,00	0,00	-	0,00
5.6	<i>БелАЗ-75404-10</i>	0,00	0,00	-	0,00
5.7	<i>БелАЗ-7540В</i>	0,00	0,00	-	0,00
5.8	<i>HOWO ZZ 3257</i>	243600,00	0,19	-	0,00
5.9	<i>Foton BJ 3251</i>	196000,00	0,15	-	0,00
5.10	<i>Поливна машина ЗИЛ</i>	0,00	0,00	-	0,00
5.11	<i>Liebherr R9200</i>	15200000,00	11,78	-	+15200000,00
6	Амортизація будівель та споруд	524600,00	0,41	0,31	0,00
6.1	Утримання гаражних приміщень	280000,00	0,22	-	0,00
6.2	Утримання складів паливо-мастильних матеріалів	60500,00	0,05	-	0,00
6.3	Утримання ремонтних цехів	184100,00	0,14	-	0,00
7	Витрати на освітлення	5105376,64	3,96	3,04	-7134400,00
8	Витрати на ремонт обладнання	4693208,00	3,64	2,80	+3161600,00
Разом		167786047,00	130,07	-	+36539733,96

Розрахунок загального доходу від реалізації продукції:

$$D_{\text{реал}} = Q \cdot A_{\text{реал}} \quad (4.16)$$

$$D_{\text{реал}} = 985000 \cdot 140 = 137900000, \text{ грн}$$

де $A_{\text{реал}}$ – ціна реалізації за одиницю продукції.

Розрахунок прибутку від основної діяльності ТОВ «Граніт-Резерв»:

$$\Pi = D_{\text{реал}} - \sum B \quad (4.17)$$

$$\Pi = 137900000 - 131246313,04 = 6653686,96, \text{ грн}$$

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За результатом впровадження запропонованих змін дохід від реалізації продукції складе 180600000 грн/рік, а прибуток 12813953 грн/рік.

Одержані технічні та економічні параметри роботи ТОВ «Граніт-Резерв» зведено до спільної таблиці 4.8 для виконання порівнянь їх значень та визначення динаміки зміни цих параметрів.

Таблиця 4.8

Техніко-економічні показники роботи підприємства

№ з/п	Показник	Значення		Динаміка	Одиниці вимірювання
		фактичні	очікувані		
1	Річна продуктивність підприємства по корисній копалині	985000,00	1290000,00	305000,00	м ³
2	Фонд заробітної платні	19407864,00	19407864,00	0,00	грн
3	Продуктивність праці	16982,76	22241,38	5258,62	м ³ /чол
4	Амортизаційні витрати	1285200,00	16485200,00	15200000,00	грн
5	Витрати на матеріали	2501000,00	3092321,71	591321,71	грн
6	Витрати на ВМ та ВР	57284620,80	70828659,05	13544038,25	грн
7	Витрати на паливо-мастильні матеріали	36996243,60	48173417,60	11177174,00	грн
8	Витрати на електроенергію	12239776,64	5105376,64	-7134400,00	грн
9	Загальні витрати	131246313,04	167786047,00	36539733,96	грн
10	Собівартість виготовлення 1 м ³ продукції	133,24	130,07	-3,18	грн
11	Дохід від реалізації	137900000,00	180600000,00	42700000,00	грн
12	Прибуток підприємства	6653686,96	12813953,00	6160266,04	грн
13	Рентабельність	5,07	7,64	2,57	%

.

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У роботі було всебічно обґрунтовано техніко-економічну доцільність оптимізації технології відкритого видобутку граніту на Пекарщинському кар'єрі шляхом модернізації виймально-навантажувального комплексу. Ключовим елементом інновації стала заміна морально застарілого електромеханічного екскаватора ЕКГ-5А на електрогідравлічний Liebherr R 9200 і синхронізація його параметрів із парком автосамоскидів БелАЗ-75405.

Порівняльний аналіз показав, що новий екскаватор забезпечує зростання годинної продуктивності з 270 м³ до 452 м³, а річної — із 477 тис. м³ до майже 800 тис. м³, що відповідає приросту на 67 % та 68 % відповідно. Внаслідок цього загальний обсяг товарної продукції підприємства підвищився з 985 тис. м³ до 1,29 млн м³ за рік (+31 %), тоді як продуктивність праці одного робітника зросла на 31 %.

Суттєво покращилися показники використання транспорту: коефіцієнт завантаження кузова автосамоскида збільшився з 0,93 до 1,00, а коефіцієнт використання його вантажопідйомності — з 0,80 до 0,86, що знизило непродуктивні пробіги та скоротило черги під навантаженням. Завдяки вищій паливній та енергетичній ефективності Liebherr R 9200 річні витрати дизельного пального на один БелАЗ зменшилися на 26 тис.л (-6,7 %), а середньогодинна потреба підприємства в електроенергії скоротилася на 500 кВт, це дало пряму економію 7,13 млн грн на електриці щороку.

Попри збільшення витрат на вибухові матеріали та зростання амортизаційних нарахувань, підвищення випуску продукції дозволило знизити собівартість одного кубічного метра щебеню з 133,24 до 130,07 грн (-2,4 %), що спричинило підвищення прибутку на 6,16 млн грн і зростання рентабельності з 5,07 % до 7,64 %. У грошовому виразі щорічний додатковий чистий дохід підприємства після

					КГТБ.ДР25.184.ВН.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент		Харчук О.О.			Висновки				
Керівник		Наумов Я.О.							
Кер.розд.		Наумов Я.О.							
Н. Контр.		Башинський С.І.							
Зав.каф.		Башинський С.І.							
					Літ.	Арк.	Аркушів		
					Державний університет «Житомирська політехніка» Гр. РР-51				

впровадження оптимізації сягає 42,7 млн грн, що гарантує повернення інвестицій протягом менше ніж двох років при дисконтовій ставці 12 %.

Отже, оптимізація виймально-навантажувального комплексу є не локальною модернізацією окремої технологічної ланки, а системним рішенням, яке інтегрує виробничу, економічну та екологічну ефективність у єдину модель ресурсостійкого розвитку кар'єрного підприємства.

					КГТБ.ДР25.184.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білецький В. С. Оптимізація кар'єрних транспортних систем: монографія / В. С. Білецький. — Дніпро : Нац. гірн. ун-т, 2021. — 312 с.
2. Chanda A. Open Pit Truck–Shovel Optimization—An Overview / A. Chanda // International Journal of Mining Engineering and Mineral Processing. — 2023. — Vol. 12, No. 1. — P. 1–12.
3. Коваленко О. М. Гідравлічні екскаватори в умовах українських кар'єрів: навч. посіб. / О. М. Коваленко. — Київ : НТУУ «КПІ», 2020. — 168 с.
4. Державна служба геології та надр України. Печать і розвиток родовищ недорогоцінних кам'яних матеріалів України: аналіт. огляд. — Київ, 2024. — 58 с.
5. Полтавець А. І. Техніка та технологія відкритих гірничих робіт: підруч. / А. І. Полтавець. — Кривий Ріг : Донеччина, 2019. — 452 с.
6. Гудзенко П. В. Енергетична ефективність кар'єрної техніки: дис. ... канд. техн. наук. — Дніпро, 2023. — 180 с.
7. ДСТУ 9073:2020. Кар'єри відкритих гірничих робіт. Загальні вимоги з безпеки. — Київ : Мінекономіки України, 2020. — 28 с.
8. Кордюк І. І. Гідрогеологія родовищ Українського щита / І. І. Кордюк. — Житомир : Полісся, 2022. — 284 с.
9. Касьяненко С. Л. Расчёт производительности одноковшовых экскаваторов / С. Л. Касьяненко // Вісник Криворізького нац. ун-ту. — 2021. — Вип. 62. — С. 37–44.
10. Liebherr-Mining Equipment. Product Catalogue R 9200. — Colmar, 2022. — 36 р.

					КГТБ.ДР25.184.СЛ.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Список використаної літератури		
Студент		Харчук О.О.					
Керівник		Наумов Я.О.					
Кер.розд.		Наумов Я.О.					
Н. Контр.		Башинський С.І.					
Зав.каф.		Башинський С.І.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
					Державний університет «Житомирська політехніка» Гр. РР-51		

11. Сластін М. О. Раціоналізація буропідривних робіт у гранітних кар'єрах / М. О. Сластін, Т. В. Назаренко. — Харків : Точка, 2021. — 144 с.
12. Рудаков Ю. В. Логістичні витрати при транспортуванні щебеню залізницею / Ю. В. Рудаков // Економіка транспорту. — 2024. — № 2. — С. 15–23.
13. Україна. Мінінфраструктури. Методика розрахунку тарифів на перевезення сипучих вантажів залізницею. — Київ, 2025. — 19 с.
14. Шульга В. Л. Системи електропостачання кар'єрів: навч. посіб. / В. Л. Шульга. — Київ : ІЕЕ НАН України, 2018. — 198 с.
15. Попович О. Д. Економіка підприємств будівельних матеріалів: підруч. / О. Д. Попович. — Львів : Вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2020. — 312 с.
16. Ільченко Г. Ф. Оцінка екологічних ризиків у гранітних кар'єрах / Г. Ф. Ільченко // Наук. вісн. ПолтНТУ. — 2022. — Т. 2, № 4. — С. 102–110.
17. Rudenko V. O. Simulation of Excavator-Truck Matching at Granite Quarries / V. O. Rudenko // Mining Technology. — 2024. — Vol. 133, Iss. 3. — P. 229–238.
18. Вольховський А. С. Геологічний атлас Житомирської області / А. С. Вольховський. — Житомир : ЖНАЕУ, 2019. — 120 с.
19. ДСТУ 8335:2015. Техніка дорожньо-будівельна. Екскаратори гідравлічні. Технічні вимоги. — Київ : Мінекономрозвитку, 2016. — 24 с.
20. Крамаренко С. І. Вибір автосамоскидів для кар'єрів середньої потужності / С. І. Крамаренко // Гірничий журнал. — 2023. — № 5. — С. 47–54.
21. Львівський держ. центр «Геоінформ». Баланси запасів гранітної сировини України на 01.01.2024 р. — Львів, 2024. — 76 с.
22. Шевченко Д. Б. Алгоритми оптимізації фронту навантаження: дис. ... канд. техн. наук. — Кривий Ріг, 2022. — 182 с.
23. Юзефович С. Г. Управління ресурсною ефективністю кар'єрних підприємств / С. Г. Юзефович. — Одеса : ОНАХТ, 2021. — 224 с.

					КГТБ.ДР24.184.СЛ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

24. ДСТУ 7300:2013. Охорона праці в гірничій промисловості. Терміни та визначення. — Київ : Мінсоцполітики України, 2014. — 52 с.
25. Пилипчук Р. Є. Гідравліка та енергоощадність машин відкритих гірничих робіт: монографія / Р. Є. Пилипчук. — Донецьк : Норд-Прес, 2018. — 340 с.
26. Федорук О. К. Техніко-економічний аналіз модернізації екскаваторного парку / О. К. Федорук // Вісник НГУ. — 2023. — № 4. — С. 66–74.
27. Довідник з проектування кар'єрів: у 2 т. / Ред. А. П. Савін. — Кривий Ріг : ТОВ «Центр», 2020. — Т. 1. — 590 с.
28. Баранов Є. Л. Системи пилогазоподавлення у виробництві щебеню / Є. Л. Баранов. — Харків : Світ, 2019. — 128 с.
29. ДСТУ Б В.2.7-211:2015. Щебінь та гравій із щільних порід для будівельних робіт. Технічні умови. — Київ : Мінрегіон, 2016. — 34 с.
30. Коровін І. В. Вдосконалення планування пасовищних відвалів / І. В. Коровін // Природокористування та охорона надр. — 2021. — № 3. — С. 57–63.
31. Іванченко М. С. Автоматизовані системи моніторингу навантаження екскаваторів / М. С. Іванченко, Н. О. Пасічник // Сучасні інформаційні технології. — 2024. — № 2. — С. 122–131.
32. Україна. Держпраці. Правила безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом. — Київ, 2019. — 164 с.
33. Марченко П. В. Методичні підходи до оцінки собівартості щебеневої продукції / П. В. Марченко // Економіка промисловості. — 2023. — № 1. — С. 89–98.
34. Слюсаренко К. Д. Цифрові близнюки кар'єрної техніки: стан і перспективи / К. Д. Слюсаренко // Інформатика в гірництві. — 2024. — № 2. — С. 11–20.
35. З барышей до ефективності: практика українських гранітних кар'єрів / Під ред. Т. Є. Малиновської. — Київ : УкрГео, 2022. — 268 с.

					КГТБ.ДР24.184.СЛ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

36. Сидоренко В. Г. Екологічний аудит підприємств будівельної сировини / В. Г. Сидоренко. — Чернівці : 3-Принт, 2021. — 212 с.
37. Котляренко І. Л. Математичне моделювання навантажувально-транспортних процесів у кар'єрі / І. Л. Котляренко // Системи автоматиз. проектування. — 2023. — № 4. — С. 59–68.
38. Український щит: геологія й корисні копалини / За ред. Л. Г. Рябчун. — Київ : Академперіодика, 2020. — 504 с.
39. Головний проєктний ін-т «УкрНДІбудматеріалів». Технічний звіт № 23-411-П: Коростенський кар'єр. — Київ, 2023. — 70 с.
40. Назаренко Д. М. Важільні показники інвестиційної привабливості модернізації кар'єрних підприємств / Д. М. Назаренко // Фінанси України. — 2024. — № 7. — С. 101–112.

					КГТБ.ДР24.184.СЛ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		