

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

Форма № Н-9.02

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

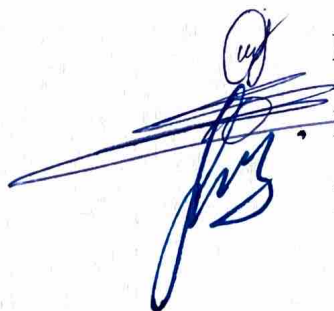
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: «Оптимізація процесу поділу моноліту на прикладі ТОВ «Магма-
Пласт ЛТД»

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



Виконавець: ЛИСЕНКО Софія

Керівник: ПІСКУН Ігор

Рецензент: ШЛАПАК Володимир

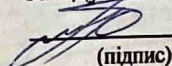
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

(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

Лисенко Софії Павлівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Оптимізація процесу поділу моноліту на прикладі ТОВ «Магма-Пласт ЛТД»

Керівник роботи

асистент ПІСКУН Ігор

(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:** План розвитку гірничих робіт на Губенківському-4 родовищі Габро на 2025 рік; Протокол №365 засідання колегії Державної комісії України по запасах корисних копалин при Державній службі геології та надр України; Зведений план підрахунку запасів з планом опробовування; Зведений план гірничих виробок ТОВ «Магма-пласт ЛТД» для Губенківське-4 родовища габро.
4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):** геолого-гідрогеологічна характеристика Губенківського-4 родовища габро; технологічна схема розробки з детальним аналізом операцій поділу моноліту; характеристика та техніко-економічна оцінка бурового обладнання; заходи з охорони праці й довкілля; техніко-економічне обґрунтування доцільності впровадження FlexiROC T15 R.
5. **Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):** Зведено-суміщений план розробки Губенківського-4 родовища габро; Вертикальні розрізи гірничих виробок Губенківське-4 родовище габро; Паспорт організації видобувних та розкривних робіт; паспорт відвальних робіт; Паспорт роботи верстату FlexiROC T15R; Техніко-економічні показники роботи ТОВ «МАГМА-ПЛАСТ ЛТД»

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	асистент Піскун Ігор		
Розділ 2	асистент Піскун Ігор		
Розділ 3	асистент Піскун Ігор		
Розділ 4	асистент Піскун Ігор		
Графічні додатки	асистент Піскун Ігор		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вибір і затвердження теми, ознайомлення з вихідними даними	01.02.2025 – 07.02.2025	
2	Збір, вивчення та систематизація геологічної, технічної та виробничої інформації	08.02.2025 – 18.02.2025	
3	Розробка розділу 1 «Геолого-гідрогеологічна характеристика»	19.02.2025 – 03.03.2025	
4	Розробка розділу 2 «Технологічні особливості видобування та оптимізація процесу поділу моноліту»	04.03.2025 – 25.03.2025	
5	Технічні розрахунки продуктивності, буріння, економічних параметрів	26.03.2025 – 10.04.2025	
6	Розробка розділу 3 «Охорона праці та довкілля»	11.04.2025 – 20.04.2025	
7	Розробка розділу 4 «Техніко-економічне обґрунтування»	21.04.2025 – 05.05.2025	
8	Оформлення пояснювальної записки відповідно до вимог	06.05.2025 – 10.05.2025	
9	Попередня перевірка, рецензування, внесення правок	11.05.2025 – 18.05.2025	
10	Подання остаточного варіанту роботи	19.05.2025 – 25.05.2025	

Студент


(підпис)

ЛИСЕНКО Софія
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

ПІСКУН Ігор
(прізвище та ініціали)

Я, Лисенко Софія Павлівна, цим засвідчую, що представлена до захисту бакалаврська робота на тему: «Оптимізація процесу поділу моноліту на прикладі ТОВ Магма-Пласт ЛТД» 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».

«16» серпня 2025 р.



(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. Характеристика Губенківського-4 родовища габро	10
1.1. Геологічна будова Губенківського-4 родовища габро.....	10
1.2. Гідрогеологічні умови Губенківського-4 родовища габроу	12
1.3. Якісна характеристика габро Губенківського-4 родовища	14
1.4. Балансові та промислові запаси габро Губенківського-4 родовища.....	17
РОЗДІЛ 2. Технологічні особливості видобування корисних копалин за умов ТОВ «Магма-Пласт ЛТД»	19
2.1. Інформація про підприємство.....	19
2.2. Система розробки родовища	20
2.2.1. Організація розкривних робіт	21
2.2.1.1. Відпрацювання пухкого розкриву	21
2.2.1.2. Відпрацювання скельного розкриву	22
2.2.2. Організація видобувних робіт.....	22
2.2.2.1. Технологія відокремлення монолітів.....	23
2.2.2.2. Операція алмазно-канатного випилювання моноліту.....	24
2.2.2.3. Завалювання моноліту.....	26
2.2.2.4. Поділ моноліту на блоки	29
2.3.4. Відвальні роботи.....	38
2.4. Експлуатація та ремонт гірничого устаткування	39
2.4.1. Основне технологічне устаткування	39

					ГТТБ.ДП25.184.11.ЗМ.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Лисенко			Зміст			Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Піскун								
Кер.розд.		Піскун								
Н. Контр.		Башинський						Житомирська політехніка 184 «Гірництво»		
Зав.каф.		Башинський								

2.4.2. Кар'єрний транспорт.....	41
2.5. Електропостачання кар'єру	42
2.6. Водовідлив.....	43
2.7. Рекультивація	44
РОЗДІЛ 3. Охорона праці та навколишнього середовища	46
3.1. Загальні положення охорони праці.....	46
3.2. Заходи з охорони навколишнього середовища.....	49
3.3. Охорона та раціональне використання надр.....	50
РОЗДІЛ 4. Техніко-економічні показники роботи ТОВ «МАГМА-ПЛАСТ»	52
4.1. Розрахунок доходу від реалізації продукції.....	52
4.2. Розрахунок фонду заробітної плати.....	53
4.3. Розрахунок величини експлуатаційних витрат	57
4.4. Порівняння техніко-економічних параметрів підприємства	65
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	69

					ГТТБ.ДП25.184.11.3М.ПЗ	рк.
мн.	рк.	докум.	пис	дата		

ВСТУП

У територіальному плані Губенківське-4 родовище розташовується приблизно за 1 км на північ від села Губенкове, у північно-східній частині Володарсько-Волинського району Житомирської області, поблизу адміністративної межі з Малинським і Радомишльським районами. Об'єкт геологічно належить до Добринської габроносної групи родовищ, займаючи її східну периферійну зону.

На північний захід від нього функціонують Юліївське та Володимирівське-І родовища габро, які перебувають у стадії активної експлуатації. У західному напрямку розташоване Губенківське-ІІ родовище, де здійснюються дослідно-промислові роботи.

Найближчими інфраструктурними об'єктами є залізнична станція Нова Борова і автомобільна магістраль Житомир–Коростень, які розміщені орієнтовно за 14 км на захід від родовища.

Гірничодобувна галузь і виробництво кам'яної продукції відіграють суттєву роль в економіці цього регіону. Зокрема, тут функціонують Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат, численні кар'єри з видобутку природного каменю, а також підприємства з його обробки.

Район характеризується порівняно високою щільністю сільського населення, з типовою відстанню між населеними пунктами у межах 3–7 км. До найближчих сіл належать Добринь, Буки, Губенкове та Гута-Потіївка. Основними видами транспортного сполучення між селами залишаються ґрунтові дороги.

Кліматичні умови відповідають помірно континентальному типу, із середньорічною температурою повітря, що коливається в межах +6...+8 °С.

Постачання електроенергії в населені пункти району здійснюється

					ГТТБ.ДП25.184.11.ВС.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Лисенко			Вступ			Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Піскун								
Кер.розд.		Піскун						Житомирська політехніка 184 «Гірництво»		
Н. Контр.		Башинський								
Зав.каф.		Башинський								

централізовано через мережу енергопостачальної компанії «Житомиробленерго».

Водопостачання для побутових потреб забезпечується переважно з колодязів, подекуди з гідрогеологічних свердловин, а для технічних цілей – з річок та водосховищ штучного походження.

У регіоні широко розвинена промисловість будівельних матеріалів, зокрема виробництво декоративного каменю, буту та штучної облицювальної продукції. Серед найбільш відомих родовищ габро варто відзначити Добринське, Ямпольське, Дерibasівське, Іванівське та Валентинівське.

У безпосередній близькості до Губенківського-4 родовища ведуться промислові роботи на Юліївському, Миколаївському та Володимирівському-І родовищах.

Гірничодобувна промисловість Житомирського Полісся, зокрема блоковидобувна галузь, залишається одним із системо-утворювальних секторів регіональної економіки: на вузькій ділянці східної периферії Добринської габроносної групи активно експлуатуються кілька кар'єрів, у тому числі Губенківське-4, Юліївське та Володимирівське-І. Збереження конкурентоспроможності у цьому кластері безпосередньо залежить від здатності підприємств швидко адаптуватися до зростання попиту на декоративно-облицювальну продукцію та одночасно скорочувати собівартість видобутку.

Губенківське-4 родовище має затверджені промислові запаси габро 0,795 млн м³, що при поточному обсязі видобутку формує горизонт планового розвитку щонайменше на 42 роки. Якісні характеристики породи (межа міцності на стиск 2,3–2,7 ГПа; водопоглинання $\leq 0,29\%$; морозостійкість F50) відповідають вимогам ДСТУ EN 1469 до фасадного каменю, а середній вихід товарних блоків із масиву становить 26,9%. Попри сприятливу геолого-структурну ситуацію, технологічна продуктивність кар'єру обмежується застарілим парком бурового

					ГТТБ.ДП25.184.11.ВС.ПЗ	Арк.А
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис/Під	Дата		

обладнання, сформованим ще у 1980-х роках (ручні перфоратори У-24, стрічкові установки Dreller 19/2015 тощо).

Ручне буріння характеризується низькою швидкістю (10–20 мм/хв), високими енерговитратами через потребу в стисненому повітрі та значним відсотком браку, зумовленим неможливістю стабілізувати вісь шпура. Для забезпечення планового річного обсягу робіт доводиться утримувати мінімум три перфоратори У-24, але навіть за цієї умови резерв продуктивності відсутній, а ручна праця супроводжується підвищеними ризиками травматизму. Таким чином, буровий комплекс став «вузьким горлом» виробничого ланцюга і головним чинником від’ємної енергетичної та соціальної ефективності.

Стратегія технічного переоснащення передбачає поетапну заміну ручних пневматичних перфораторів на мобільний гідравлічний буровий верстат FlexiROC T15 R від Ерігос. Розрахункові заміри показують, що одна установка FlexiROC, завантажена на 70 %, здатна повністю перекрити потребу кар’єру у шпурових роботах, генеруючи профіцит продуктивності 9 085 м.п./рік — еквівалент приросту 2 064 м³ буріння. Порівняльний аналіз демонструє зростання швидкості проходження шпурів у 3–4 рази та підвищення виходу кондиційних блоків на 12–18 % завдяки точнішому дотриманню геометрії свердловин. Унаслідок цього загальний видобуток каменю збільшується з 4 800 до 6 800 м³/рік, а валовий прибуток зростає у 2,5 раза при одночасному зниженні питомої собівартості на 259 грн/м³.

Економічна раціональність модернізації підсилюється помітним скороченням енерговитрат: відмова від компресорного господарства дає змогу щороку мінімізувати споживання електроенергії на 13 % і зменшити амортизаційну складову за рахунок виведення з обігу зношених пневматичних ліній. Додатковий ефект очікується у сфері охорони праці: дистанційне керування та знижений рівень вібрації FlexiROC T15 R суттєво знижують професійні ризики для буровиків, а перепідготовка персоналу у межах внутрішньої програми мінімізує соціальні втрати та зберігає кадровий потенціал.

					ГТТБ.ДП25.184.11.ВС.ПЗ	Арк.А
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	Підпис/Під	Дата		

Своєчасність запропонованих впроваджень зумовлена одразу декількома макро- та мікроекономічними факторами: високою кон'юктурою ринку облицювального каменю, що стимулює попит на габро; трендом на декарбонізацію та енергоефективність виробничих процесів; необхідністю інтегрувати цифрові системи контролю параметрів буріння для зменшення втрат корисної копалини; посиленням законодавчих вимог щодо безпеки праці та охорони довкілля. У сукупності це формує «вікно можливостей», у межах якого модернізація бурового комплексу набуває стратегічного характеру, забезпечуючи не лише швидку окупність ($\approx 1,5$ року), а й довгострокову стійкість підприємства.

Отже, вдосконалення бурових робіт на Губенківському-4 родовищі з використанням FlexiROC T15 R є науково обґрунтованим, економічно доцільним і своєчасним кроком. Воно усуває критичне технологічне обмеження, підвищує вихід товарної продукції, зменшує енергетичні та трудові витрати, покращує умови праці та створює передумови для подальшої цифрової трансформації кар'єру. Саме це визначає актуальність подальшого дослідження, результати якого покликані розкрити комплексний ефект модернізації—від геолого-технічних передумов до оцінки соціально-економічної віддачі проєкту.

					ГТТБ.ДП25.184.11.ВС.ПЗ	Арк.А
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	ПідписПід	Дата		

РОЗДІЛ 1. Характеристика Губенківського-4 родовища габро

1.1. Геологічна будова Губенківського-4 родовища габро

З геоструктурної точки зору досліджувана територія розташовується у північно-західній частині Українського щита, в південній зоні Коростенського плутонічного комплексу, в межах східної контактної зони Володарсько-Волинського габро-анортозитового масиву.

Район характеризується відносно неглибоким заляганням докембрійського кристалічного фундаменту, перекритого тонкою товщею мезозойсько-кайнозойських осадових утворень. Найбільше поширення мають четвертинні відклади, тоді як палеогенові, неогенові та крейдові присутні меншою мірою.

Фундамент сформовано породами середнього протерозою, що належать до коростенського комплексу, на поверхні вони всюди перекриті продуктами вивітрювання.

Стисла геолого-структурна характеристика території базується на матеріалах державної геологічної зйомки масштабу 1:50 000 (Хворов М.І., 1970) з урахуванням пізніших даних, зокрема результатів Державної геологічної програми (ГДП-200, аркуш М-35-ХІ), використаної при складанні оновленої серії Держгеолкарти-200 (Костенко М.М., 2001).

У геологічному розрізі району виділяються протерозойські породи, перекриті продуктами вивітрювання та осадовими товщами мезозойсько-кайнозойського віку.

Послідовність викладу побудована за віковим принципом, відповідно до нормативно затверджених стратиграфічних схем: схеми стратиграфії України (1993), схеми докембрійських утворень Українського щита (2000) та легенди геологічної карти України масштабу 1:200 000 (1994).

					ГТТБ.ДП25.184.11.01.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Характеристика Губенківського-4 родовища габро		
Студент	Лисенко						
Керівник	Піскун						
Кер.розд.	Піскун						
Н. Контр.	Башинський						
Зав.каф.	Башинський						
					Літ.	Арк.	Акрушів
					Житомирська політехніка		
					184 «Гірництво»		

Мезозойська ератема. Крейдова система:

Нижній відділ – Апт-альбський ярус, Іршанська свита (K1ir): осередковано представлена вторинними каолінами, зрідка супроводжується пісками; потужність змінюється від 1 до 7 м.

Верхній відділ – Туронський ярус, Мошино-Руднянська свита (K2mr): зустрічається на північному заході, представлена пісками й кременями, потужність – 1–14,5 м.

Кайнозойська ератема. Палеоген і Неоген:

Палеоген – Еоцен, Обухівська свита (P2ob): піски, глини, опоки, локальні плями розповсюдження, товщина до 10 м.

Неоген – Міоцен, Новопетрівська свита (N1np): білосніжні “цукроподібні” піски, потужність 2–4 м.

Товща строкатих глин (N1sg): переважають строкаті в'язкі глини з прошарками піску, потужність 2–3 м.

Четвертинна система:

Включає середньо-верхньочетвертинні льодовикові суглинки та сучасні осадки (болотні, озерні, алювіальні, елювіальні), що сформувалися внаслідок складної денудаційно-аккумулятивної динаміки.

Інтрузивні утворення – Коростенський комплекс (PR2ks):

Породи цього комплексу широко представлені в межах району та включають габро-анортозити, габро, габро-норити, граносієніти та біотит-роговообманкові граніти.

Габро-анортозити: найбільш поширені серед габроїдів; крупно- та гігантозернисті, часто з порфіроподібною структурою. Основу складає плагіоклаз (70–85%). Колір – темно-сірий з варіативною іризацією.

Габро, габро-норити: формують смугу вздовж східного контакту з гранітоїдами; характеризуються дрібнозернистою структурою, насиченістю темноколірними мінералами (до 35%). Саме ці породи є об'єктом видобутку на Губенківському-4 родовищі.

					ГТТБ.ДП25.184.11.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Граносієніти та граніти з біотитом, роговою обманкою, піроксеном і олівіном: зустрічаються у вигляді невеликих тіл та жиль, характеризуються різнозернистістю і складною текстурою.

Кора вивітрювання (e1–3MZ–KZ):

Розвинута повсюдно, окрім зон розмиву в долинах річок. Формувалася в умовах спокійного тектонічного режиму та тропічного клімату минулого. В її будові виділяються три зони:

1. *Нижня зона* – зона початкового вивітрювання, з гіпергенними змінами плагіоклазу та біотиту.
2. *Проміжна зона* – збагачена каолінітом, гідрослюдами, монтморилонітом, гетитом.
3. *Верхня зона* – представлена каолінітовими глинами з залишками первинної структури порід.

У породах основного складу (габро, анортозити) зона вивітрювання проявляється через формування каолініт-гетит-монтморилонітових глин з реліктами материнських мінералів.

1.2. Гідрогеологічні умови Губенківського-4 родовища габроу

Відповідно до особливостей геологічної будови ділянки, в межах району робіт виділяються два основні гідрогеологічні комплекси:

- а) водоносний комплекс, пов'язаний із четвертинними відкладами;
- б) водоносний горизонт, сформований у тріщинуватих зонах кристалічного фундаменту докембрійського віку.

Комплекс четвертинних водоносних утворень приурочений до алювіальних наносів заплавних зон річок, воднольодовикових відкладів на схилах вододілів та моренної товщі, яка формує безпосередньо вододільні ділянки. Водоносна товща представлена переважно дрібнозернистими пісками, супісками з домішками глини, подекуди зустрічаються суглинки.

					ГТТБ.ДП25.184.11.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність цих відкладів не перевищує 5 метрів. У нижній частині товщі спостерігаються вивітрілі уламки корінних кристалічних порід, що обумовлює гідравлічний зв'язок між водами четвертинного комплексу та глибшими водами тріщинуватого горизонту. Побутові криниці, облаштовані в межах цього комплексу, демонструють витрати води на рівні 0,01–0,09 л/с. Коефіцієнт фільтрації пісків – до 2,2 м³/добу.

У хімічному аспекті води характеризуються як гідрокарбонатно-сульфатні з перевагою кальцію; мінералізація – не вище 1,0 г/дм³.

Гідрогеологічний горизонт тріщинуватого типу у межах кристалічних порід докембрію поширений на всій площі родовища. Водовміщуюча тріщинувата зона характеризується різним ступенем розвитку тріщинуватості й незначною водозбагаченістю.

Дебіти бурових свердловин коливаються від 0,033 до 3,0 л/с при зниженні рівня води на глибину 2,1–27,0 м. За хімічним складом це переважно гідрокарбонатні кальцієві води з незначною мінералізацією, що не перевищує 0,5 г/дм³.

Основними природними зонами розвантаження підземних вод виступають річкові долини, що належать до водозбірного басейну річки Тетерів.

Відповідно до матеріалів геологічної документації, орієнтовна величина водоприпливу до кар'єру на завершальному етапі експлуатації становитиме приблизно 81 м³/добу.

Води, що будуть відкачані з гірничої виїмки, після проходження через систему відстійників можуть бути використані як технічні для забезпечення виробничих потреб. У разі їх надлишку дозволяється скидання у прилеглі водні об'єкти (болота або водотоки), оскільки за показниками якості вони не містять небезпечних речовин і не несуть ризиків для довкілля.

					ГТТБ.ДП25.184.11.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Якісна характеристика габро Губенківського-4 родовища

Основною корисною копалиною, що розробляється в межах Губенківського-4 родовища, є габро, які належать до незмінених вивітрюванням порід Коростенського комплексу середньопротерозойського віку.

Крім того, у верхній частині геологічного розрізу, в зоні тріщинуватості, зустрічається супутня сировина – габро з підвищеним ступенем тріщинуватості, яка залягає у вигляді суцільної маси поблизу поверхні.

Фізико-механічні властивості гірської породи, що визначають її придатність для промислової переробки та подальшого використання, наведені у таблиці 1.1. Вони охоплюють такі параметри, як міцність на стиск, зносостійкість, водопоглинання тощо, які відповідають вимогам до декоративно-облицювального каменю.

Таблиця 1.1

Якісна характеристика корисної копалини Губенківського-4 родовища габро

Назва показників якості, одиниці вимірювання		Показники якості габро	
		від – до	середнє
Дійсна густина, г/см ³		2,69-3,09	3,0
Середня густина, кг/м ³		2675-3064	2976
Водопоглинання, %		0,03-0,29	0,10
Межа міцності на стиск, кгс/см ²	– у повітряно-сухому стані	2295-2703	2571
	– у водонасиченому стані	2215-2657	2459
Коефіцієнт зниження міцності при насиченні водою		0,89-0,99	0,96
Морозостійкість заморозуванням після 50 циклів	Границя міцності на стиск, кгс/см ²	2090-2573	2409
	Втрати у % після випробувань, у масі	відсутні	-
	Втрати у % після випробувань, у міцності	2,49-16,03	6,57
	Марка каменю	F50	F50
Стираність, г/см ²		0,55-0,82	0,72

					ГТТБ.ДП25.184.11.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз отриманих фізико-механічних характеристик габро із Губенківського-4 родовища дає підстави стверджувати, що ці породи повністю відповідають вимогам національних стандартів, зокрема ДСТУ Б EN 1467:2007 «Камінь природний. Блоки необроблені. Технічні вимоги», ДСТУ Б EN 1468:2007 «Камінь природний. Плити необроблені. Технічні вимоги», а також ДСТУ Б EN 1469:2007 «Вироби з природного каменю. Облицювальні плити. Технічні умови».

Коефіцієнт корисного виходу блоків із масиву становить 26,9%. При цьому середній вихід облицювальної продукції – плит товщиною 20 мм – із одного кубічного метра блоків (за об'ємом 10,19 м³) становить 20,07 м².

Виготовлені плити з габро повністю відповідають нормам ДСТУ Б EN 1469:2007. Однак під час механічної обробки окремих блоків спостерігалися випадки виломлювання фрагментів по природних мікротріщинах, що дещо зменшувало площу готової облицювальної продукції.

Відходи, що утворюються під час добування габро, а також матеріал, змінений вивітрюванням, можуть використовуватися для отримання будівельного щебеню та бутового каменю. Дрібні фракції, що виникають внаслідок подрібнення гірської маси, за своїми властивостями відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-210:2010 «Пісок із відсівів дроблення вивержених гірських порід» і ДСТУ Б В.2.7-32-95 «Пісок щільний природний для будівництва» та є придатними для застосування в дорожньому будівництві, благоустрої територій і загально-будівельних роботах.

Оцінка радіаційної безпеки гірських порід здійснювалася за результатами замірів гамма-фону по стінках кар'єру та лабораторного визначення сумарної питомої активності радіонуклідів у керновому матеріалі. Потужність дози γ -випромінювання, виміряна в межах свердловин, становила 7–17 мкР/год, тоді як питомі активності знаходилися у межах 51–63 Бк/кг.

На підставі наведених даних, габро Губенківського-4 родовища класифікується як сировина І групи радіаційної безпеки, тобто така, що має

					ГТТБ.ДП25.184.11.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

низький рівень природної радіоактивності і є безпечною як у видобутку, так і в експлуатації.

Радіаційно-гігієнічна оцінка здійснена згідно з вимогами нормативних документів: ДБН В.1.4-0.01-97 та НРБУ-97, які регламентують допустимі рівні іонізуючого випромінювання для будівельних матеріалів. Висновок: видобуті породи можуть використовуватись без обмежень в усіх типах будівництва.

Поклади корисної копалини на родовищі перекриваються розкривними товщами, що включають як пухкі, так і щільні скельні породи.

Пухкий розкрив включає ґрунтово-рослинний шар, глинисті піски та продукти вивітрювання піщано-глинистого складу. За результатами буріння свердловин на ділянці встановлено, що потужність ґрунтово-рослинного покриву становить близько 0,3 м. Його ґрунтова характеристика базується на матеріалах суміжного Губенківського-III родовища.

Ґрунти класифікуються як дерново-підзолисті, глинисто-піщаного складу (відповідно до 86 агропромислової групи України). Вони не належать до категорії особливо цінних земель згідно зі статтею 33 Земельного кодексу України, а отже, можуть бути вилучені для потреб видобувної промисловості.

Ґрунти характеризуються низькою родючістю, слабо розвиненим гумусовим горизонтом потужністю 1–3 см або його повною відсутністю. Вміст гумусу не перевищує 0,4%, механічний склад – піщаний з домішкою глини (до 5%). Реакція ґрунтового розчину кисла, рН 4,0–4,8. Згідно з ГОСТ 17.5.1.03-86, такі ґрунти відносяться до незв'язних і за класифікацією придатності для рекультивації – до категорії малопридатних.

Скельний розкрив представлений інтенсивно тріщинуватими габро, що зазнали змін у приповерхневій частині внаслідок вивітрювання. Ці породи є супутніми до основної корисної копалини та можуть бути використані у виробництві буту або щебеню.

					ГТТБ.ДП25.184.11.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Балансові та промислові запаси габро Губенківського-4 родовища

Згідно з протоколом Державної комісії України по запасах корисних копалин (ДКЗ) № 4656 від 26 грудня 2018 року, за станом на 01.06.2018 р., були затверджені запаси габро Губенківського-4 родовища у такому обсязі:

Основна корисна копалина:

- Категорія А — 112,0 тис. м³
- Категорія В — 376,0 тис. м³
- Категорія С — 307,0 тис. м³
- Разом (А+В+С) — 795,0 тис. м³

Супутня сировина (спільно залягаюча корисна копалина):

- Категорія А — 2,0 тис. м³
- Категорія В — 29,0 тис. м³
- Сумарно (А+В) — 31,0 тис. м³

У підрахунок запасів включені товщі габро, які залягають у межах відм. покрівлі до визначеної нижньої межі – горизонту підрахунку, що відповідає абсолютній відмітці +153,0 м.

Зведена інформація щодо техніко-економічних параметрів кар'єру, а також основні геолого-експлуатаційні характеристики родовища наведені у таблиці 1.2.

					ГТТБ.ДП25.184.11.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2

Техніко-економічні параметри кар'єру та основні геолого-експлуатаційні
характеристики родовища

п/п	Показники	Одиниця виміру	Величина
1	Промислові запаси корисної копалини (габро)	тис.м ³	795,5
2	Об'єм розкривних порід в межах кар'єру, всього	тис.м ³	261,8
	у т ч: пухких	-//-	230,2
	скельних	-//-	31,6
3	Промисловий коефіцієнт розкриву	м ³ /м ³	0,33
4	Річна продуктивність кар'єру		
	- по корисній копалині	м ³	18587
	- по розкривним породам, всього	-//-	6100
	в т.ч.: - пухкий	-//-	5400
	- скельний	-//-	700
5	Вихід блочного каменю	%	26,9
6	Річна потужність по товарній продукції:		
	- блоки	м ³	5000
	- бутовий камінь	-//-	1700
	- щебінь	-//-	20922,2
	- відсів	-//-	5704,4
7	Мінімально-промисловий вихід блочного каменю	%	21,0
8	Термін забезпеченості підприємства запасами	рік	42,8

					ГТТБ.ДП25.184.11.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. Технологічні особливості видобування корисних копалин за умов ТОВ «Магма-Пласт ЛТД»

2.1. Інформація про підприємство

Відповідно до плану організації гірничих робіт на 2025 рік, передбачається видобуток товарної продукції у вигляді габро-блоків загальним обсягом 968 м³. Для цього заплановано проведення видобувних операцій із залученням раніше підготовлених гірничих виробок, при цьому обсяг добування незміненого масиву габро складе 3600 м³. Додатково планується вилучення супутньої сировини (спільно залягаючої корисної копалини) в обсязі 1200 м³.

Виконання розкривних робіт у 2025 році не передбачається.

Проект також передбачає формування земляного валу (огорожі з порід) уздовж борту кар'єрної виїмки, а також улаштування системи поверхневого водовідведення у вигляді відкритих каналів.

Режим функціонування кар'єру визначено відповідно до технічного проекту розробки родовища; основні параметри виробничої діяльності викладено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Режим роботи підприємства

№ п/п	Найменування	Видобувні роботи	Розкривні роботи
1	Режим роботи	цілорічний	сезонний
2	Кількість робочих днів у році	260	60
3	Робочий тиждень	п'ятиденний	п'ятиденний
4	Кількість змін у добу	1	1
5	Число годин у зміні	8	8

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічні особливості видобування корисних копалин за умов ТОВ «Магма-Пласт ЛТД»		
Студент		Лисенко					
Керівник		Піскун					
Кер.розд.		Піскун					
Н. Контр.		Башинський					
Зав.каф.		Башинський			Житомирська політехніка 184 «Гірництво»		

2.2. Система розробки родовища

З урахуванням комплексу гірничо-геологічних особливостей Губенківського-4 родовища, включаючи потужність покладів, властивості корисної копалини та розкривних товщ, специфіку добування блочної сировини, а також на основі практичного досвіду розробки аналогічних ділянок у межах кар'єру ДПВ, для даного родовища обґрунтовано застосування транспортної схеми розробки з паралельним, поуступним просуванням фронту робіт та формуванням відвалів поза межами гірничої виїмки.

Передбачена технологічна схема видобутку передбачає отримання блоків одним із двох способів — одно- або двоступеневим.

У разі реалізації одностадійної технології відокремлення гірських блоків від масиву відбувається безпосередньо у вибої. При двоступеневому методі спочатку здійснюється відділення масиву у вигляді монолітів, які потім перевертаються на уступ і розрізаються на блокову продукцію заданих геометричних параметрів. Вибір конкретної схеми видобування залежить переважно від інтенсивності та орієнтації тріщинуватості в гірській породі.

Робоча висота експлуатаційного уступу прийнята на рівні 6,0 м, при цьому висота підступів становить 3,0 м, що також обумовлено структурною розділеністю гірського масиву.

Відділення монолітних фрагментів від масиву виконується за допомогою хімічних генераторів кисню типу «ЛІТОКОЛ», тоді як їх подальше подрібнення до необхідного розміру здійснюється вручну за допомогою металевих клинів.

Для навантажувальних операцій передбачено використання фронтального колісного навантажувача з об'ємом ковша 3,7 м³. Ця ж техніка забезпечує вертикальне переміщення блоків, їх транспортування до складу готової продукції, а також вивезення відходів до зовнішніх відвалів.

Усі ключові параметри гірничої системи, що визначають технічну реалізацію процесів видобутку, зведені в таблицю 2.2.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2

Основні параметри системи розробки

№	Найменування параметрів	Одиниця виміру	Розкрив	Добування
1	Відмітка робочого горизонту	м	покрівля ск. розкриву	176, 171, 165, 159, 153
2	Висота уступу	м	3,0-12,8	5,0-6,0
3	Ширина робочої площадки	м	22,0	31,5
4	Ширина транспортної берми	м	-	15,5
5	Кути укосів уступів: робочого	градус	60	90
	неробочого	градус	40	75
6	Довжина фронту робіт	м	65-310	40-250

2.2.1. Організація розкривних робіт

2.2.1.1. Відпрацювання пухкого розкриву

До складу пухких розкривних порід належать: гумусовий (родючий) шар ґрунту, супіщані та глинисто-піщані відклади, а також продукти вивітрювання кристалічних порід – жорства і каолініти.

Родючий шар ґрунту підлягає вилученню на всій площі, де планується розміщення об'єктів виробничої інфраструктури. Вилучений РШГ тимчасово зберігається в межах спеціально відведеної ділянки – кагату – на території гірничого відводу, призначеного для здійснення добувних робіт.

Розробка пухких розкривних товщ здійснюється за допомогою гусеничного екскаватора марки Volvo EC 240BLC. Далі порода переміщується у відвал за межами підрахованих запасів. Для транспортування використовуються фронтальний навантажувач і автосамоскид. Тимчасовий розкривний відвал розміщено в безпосередній близькості до південно-східного кордону родовища.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На 2025 рік виконання робіт зі зняття пухких порід не передбачене виробничим планом.

2.2.1.2. Відпрацювання скельного розкриву

До категорії скельних розкривних порід на Губенківському-4 родовищі віднесені габро, що зазнали змін унаслідок вивітрювання.

Відповідно до нормативної класифікації, поданої в СНіП IV-5-82, такі породи належать до ґрунтів VIII–IX груп за умовами розробки, а тому частково потребують проведення попереднього розпушення перед екскавацією. У зонах з малою потужністю порід, їх вилучення здійснюється одночасно з розробкою незміненого масиву габро.

Згідно з нормами ЕНіР-88 (ЕНВ-88), розпушений гірський масив за ступенем складності під час розробки екскаваторними механізмами віднесено до IV категорії.

Буріння шпурів для розпушення скельних порід здійснюється із застосуванням пневматичної установки стрічкового типу моделі DRILLER 19/2015. Джерелом стисненого повітря для роботи бурового обладнання слугує мобільна компресорна станція.

Згідно з оперативним планом гірничих робіт на 2025 рік, обсяг видобування супутньої корисної копалини (вивітреного габро) складе 1200 м³.

2.2.2. Організація видобувних робіт

Згідно з виробничим планом на 2025 рік, передбачається отримання 968 м³ товарної блокової продукції. Враховуючи проєктний коефіцієнт виходу блоків з масиву, який становить 26,9%, для досягнення запланованого обсягу товарної продукції необхідно провести видобуток корисної копалини у загальному об'ємі 3600 м³.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, у процесі розробки передбачено вилучення 1200 м³ скельного розкриву, який утворюється у межах приповерхневої частини порід, порушених вивітрюванням.

Деталізовані розрахунки обсягів видобутку як по основній сировині (погашеній), так і по товарних блоках, представлені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Календарний план розкривних та видобувних робіт на 2025 рік

Квартал	Уступ	Горизонт, м	Площа S, м ²	Висота уступа h, м	Об'єм V, м ³	Вихід блоків, %	Об'єм блоків V, м ³
I	СЗКК		300	1	300	-	-
	КК	176	300	3	900	26,9	242
		171	-	-	-	-	-
II	СЗКК		300	1	300	-	-
	КК	176	300	3	900	26,9	242
		171	-	-	-	-	-
III	СЗКК		300	1	300	-	-
	КК	176	300	3	900	26,9	242
		171	-	-	-	-	-
IV	СЗКК		300	1	300	-	-
	КК	176	300	3	900	26,9	242
		171	-	-	-	-	-

2.2.2.1. Технологія відокремлення монолітів

Згідно з класифікаційними нормами СНіП IV-5-82, незмінене габро, яке є основною корисною копалиною родовища, належить до ґрунтів Х групи. Водночас, за класифікацією ЄНіР-88, ці породи віднесено до VI категорії за складністю механізованої розробки екскаваторними машинами.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес відділення монолітних фрагментів від загального масиву здійснюється за одно- або двоступеневою технологічною схемою:

– *Одностадійний метод* передбачає безпосереднє виділення блоків із масиву у забої;

– *Двоступенева технологія* реалізується через формування відрізних щілин уздовж торців моноліту та лінії його відриву від масиву, після чого відокремлений об'ємний фрагмент перевертається на уступ для подальшого розкрою на блоки заданих розмірів.

Беручи до уваги позитивний досвід видобування габро на родовищі кар'єру ДПВ, для Губенківського-4 родовища обґрунтовано застосування схеми, при якій спершу здійснюється відокремлення великих монолітів, а вже в межах уступу виконується їх подальше розчленування на товарну продукцію відповідних габаритів.

З техніко-технологічної точки зору, мінімально допустимими параметрами монолітного блоку, який підлягає відриву від масиву, вважаються: довжина – 6,0 м, ширина – 6,0 м, висота – 3,0 м. Відповідно, об'єм такого блоку становить 108,0 м³.

Розрізання щілин у масиві для формування монолітів здійснюється за допомогою канатно-тросової установки, що забезпечує точність і контрольованість відділення порід з високою щільністю та твердістю.

2.2.2.2. Операція алмазно-канатного випилювання моноліту

Різання щілин в масиві скельних порід з метою відокремлення від нього монолітів досягається канатно-тросовою машиною (тип КТМ не встановлений, устаткування досить старе, яке є результатом об'єднання декількох машин, що тією чи іншою мірою відпрацювали свій ресурс).

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункові питомі витрати ($P_{\text{різ}}$) на проведення даних робіт становлять $0,28 \text{ м}^2$ на $1,0 \text{ м}^3$.

Змінна продуктивність КТМ ($Q_{\text{КТМ}}$), прийнята по даних досягнутих вищевказаними станками на даному об'єкті і становить $8,8 \text{ м}^2$ в змін.

Необхідна кількість змін на виконання робіт по нарізанню щілин:

$$N_{\text{зм}} = \frac{V_{\text{заг}} \cdot P_{\text{різ}}}{Q_{\text{КТМ}}}, \text{зм} \quad (2.1)$$

$$N_{\text{зм}} = \frac{(3600 + 1200) \cdot 0,28}{8,8} = 152,7 \approx 153, \text{зм}$$

Необхідна кількість КТМ становить:

$$N_{\text{КТМ}} = \frac{N_{\text{зм}}}{N_{\text{зм.заг}}}, \text{од.} \quad (2.2)$$

$$N_{\text{КТМ}} = \frac{153}{260} = 0,59, \text{од.}$$

Отже КТМ завантажена лише на 59%, потенційний запас продуктивності становить 41%, або ж 940 м^2 , що при розрахунковій питомій витраті у $0,28 \text{ м}^2$ на $1,0 \text{ м}^3$ становитиме 3600 м^3 потенційного запасу продуктивності.

Організація роботи КТМ показана на рис. 2.1.

Алмазно-канатна машина розміщується на робочій площадці уступу. Потужність уступу не повинна бути більше $6,0 \text{ м}$. Відокремлення моноліту від масиву досягається шляхом утворення відрізних щілин по торцях моноліту. Установлення рейки проводиться на дерев'яні опоки (бруски). Рейки повинні бути установлені паралельно і напрямок рейс повинен проходити через отвір для закладки канату. Допускається відхилення не більше $10,0 \text{ см}$.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

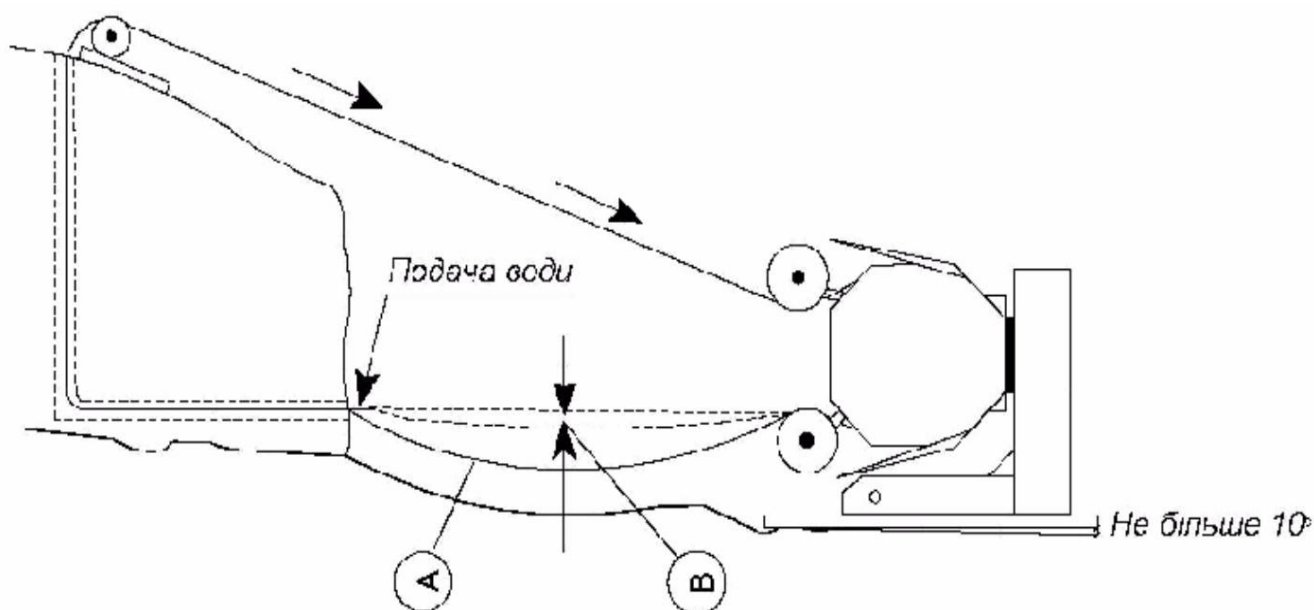


Рис.2.1. Схема роботи КМТ за умов Губенківського-4 родовища габро:

а – початкова фаза, коли канат не повинен бути натягнутим;

в – після пуску канат повинен бути натягнутим так, щоб завжди був невеликий провіс між маховичком і виходом

2.2.2.3. Завалювання моноліту

Відділені від загальної маси породи моноліти спрямовано обвалюються на підшву уступу, де заздалегідь влаштовано амортизуюче ложі з щебеневого матеріалу, що запобігає їх пошкодженню перед подальшим розкромом.

Операції зі звалювання та транспортування монолітних фрагментів від забою до робочої зони виконуються за допомогою фронтального навантажувача Volvo L350. Основні технічні характеристики цієї машини наведено в таблиці 2.4.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4

Технічні характеристики фронтального навантажувача Volvo L350

№ з/п	Параметр	Значення	Одиниці виміру
1	Модель двигуна	Volvo D16E	-
2	Робочий об'єм двигуна	16,1	л
3	Потужність двигуна	397	кВт
4	Максимальний крутний момент	2 532	Н·м
5	Вага в робочому стані	50 000–56 300	кг
6	Ємність ковша	6,2–12,7	м³
7	Висота вивантаження	3 500–4 000	мм
8	Максимальна швидкість	40	км/год
9	Габаритна довжина	11 000–12 000	мм
10	Габаритна ширина	3 500–4 000	мм
11	Габаритна висота	4 000–4 500	мм
12	Об'єм паливного бака	500–600	л
13	Гальмівна система	Дискові, гідравлічні	-
14	Тип трансмісії	PowerShift	-
15	Кількість передач вперед/назад	4/4	-

Розрахунок змінної продуктивності фронтального навантажувача:

$$Q = \frac{60 \cdot G_a \cdot K_{\text{в.з.ч.}} \cdot K_{\text{к.в.в.}} \cdot T_{\text{зм}}}{T_{\text{р.ц.}}}, \text{ м}^3/\text{зм} \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{max}} = \frac{60 \cdot 25 \cdot 0,85 \cdot 0,4 \cdot 8}{17,9} = 227,4, \text{ м}^3/\text{зм}$$

$$Q_{\text{min}} = \frac{60 \cdot 25 \cdot 0,85 \cdot 0,4 \cdot 8}{19,6} = 207,7, \text{ м}^3/\text{зм}$$

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

$K_{\text{в.з.ч.}}$ – коефіцієнт ефективного використання змінного часу;

G_a – номінальна вантажопідйомність навантажувача, т;

$K_{\text{к.в.в.}}$ – коефіцієнт завантаження (відношення маси одного блока до номінальної вантажопідйомності, в нашому випадку становитиме $10 / 25 = 0,4$);

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{p.c.}$ – тривалість повного робочого циклу, хв.

Складові етапи повного робочого циклу навантажувача:

1. Захоплення вантажу (встановлення блока): включає маневрування та позиціонування: 1,5–2,5 хв.

2. Підйом блока до транспортного положення: орієнтовна тривалість: 0,3–0,5 хв.

3. Рух з вантажем по внутрішньокар'єрних шляхах:

$$t_{\text{кар.нав}} = \frac{L_{\text{кар}}}{V_{\text{кар.нав}}} = \frac{0,2}{3,5} = 0,057 \text{ год} = 3,4 \text{ хв} \quad (2.4)$$

де: $L_{\text{кар}}$ – довжина кар'єрного маршруту, км;

$V_{\text{кар.нав}}$ – середня швидкість із вантажем у зоні кар'єру, км/год.

4. Рух з вантажем по траншеї капітального типу:

$$t_{\text{тр.нав}} = \frac{L_{\text{тр}}}{V_{\text{тр.нав}}} = \frac{0,1}{2,5} = 0,04 \text{ год} = 2,4 \text{ хв} \quad (2.5)$$

де: $L_{\text{тр}}$ – протяжність капітальних траншей, км;

$V_{\text{тр.нав}}$ – швидкість навантажувача при русі з вантажем по капітальних траншеях, км/год.

5. Тривалість руху з вантажем по постійних шляхах на поверхні:

$$t_{\text{пов.нав}} = \frac{L_{\text{пов}}}{V_{\text{пов.нав}}} = \frac{0,25}{7} = 0,036 \text{ год} = 2,1 \text{ хв} \quad (2.6)$$

де: $L_{\text{пов}}$ – протяжність шляхів на денній поверхні, км;

$V_{\text{пов.нав}}$ – швидкість навантажувача при русі з вантажем по шляхах на денній поверхні, км/год.

6. Тривалість розвантаження включно з тривалістю необхідних для цього маневрів (1,5-2 хв);

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Тривалість руху без вантажу по постійних шляхах на поверхні:

$$t_{\text{пов.пор}} = \frac{L_{\text{пор}}}{V_{\text{пор.нав}}} = \frac{0,25}{7,5} = 0,033 \text{ год} = 2 \text{ хв} \quad (2.7)$$

де: $V_{\text{пов.нав}}$ – швидкість навантажувача при русі без вантажу по шляхах на денній поверхні, км/год.

8. Тривалість руху без вантажу по капітальних траншеях:

$$t_{\text{тр.пор}} = \frac{L_{\text{тр}}}{V_{\text{пор.нав}}} = \frac{0,1}{3} = 0,033 \text{ год} = 2 \text{ хв} \quad (2.8)$$

де: $V_{\text{тр.нав}}$ – швидкість навантажувача при русі без вантажу по капітальних траншеях, км/год.

9. Тривалість руху без вантажу у привибійному просторі та по кар'єрних дорогах:

$$t_{\text{кар.пор}} = \frac{L_{\text{кар}}}{V_{\text{кар.пор}}} = \frac{0,2}{4,5} = 0,044 \text{ год} = 2,7 \text{ хв} \quad (2.9)$$

де: $V_{\text{кар.нав}}$ – швидкість навантажувача при русі без вантажу по привибійних та кар'єрних шляхах, км/год.

2.2.2.4. Поділ моноліту на блоки

Розділення відокремленого моноліту об'ємом 108,0 м³ буде проводитись на 16 менших частини (об'ємом до 6,75 м³ (1,5 × 1,5 × 3,0 м), шляхом буріння шпурів по лініях найбільш ефективного розколу та отримання товарних блоків, шляхом подальшого застосування металевих клинків (рис.2.2).

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

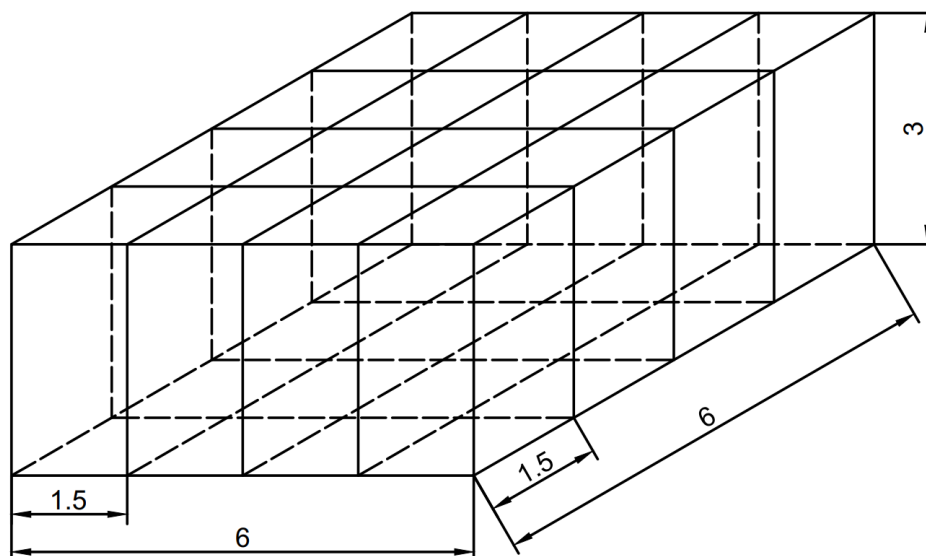


Рис.2.2. Схема поділу моноліту на блоки

Виконуємо початковий аналіз схеми поділу моноліту, завдяки чому встановлюємо, що на відокремлення кожного з блоків необхідно пробурити групи шпурів по двох площинах майбутнього блоку (рис. 2.3, а). Також, на рисунку 2.3, (б) показано вертикальний розріз площини буріння шпурів, відповідно до якого прийнята висота шпура становить $\frac{2}{3}$ висоти моноліту, або ж 2 м для заданих умов. Відстань між шпурами становить 0,2 м.

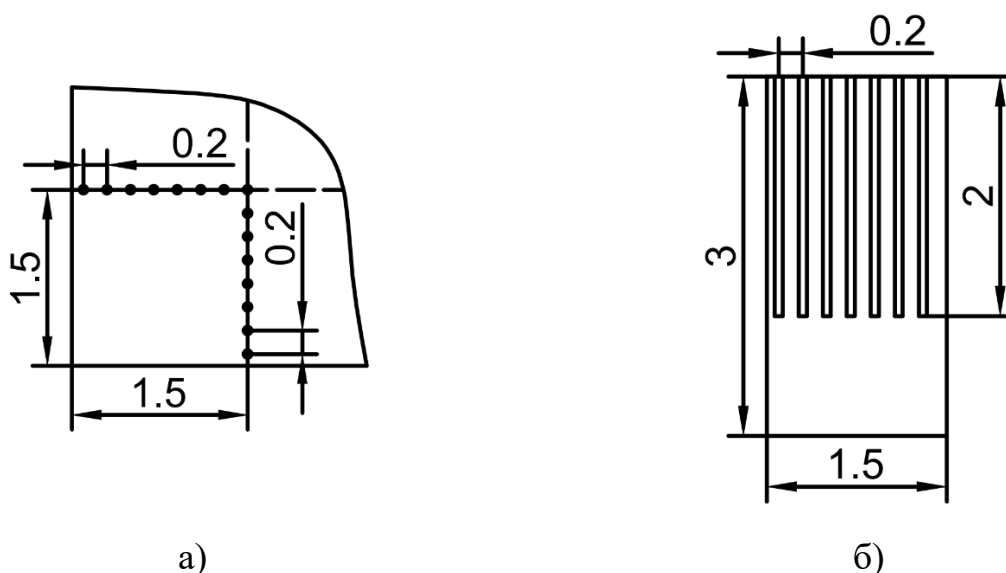


Рис.2.3. Розташування шпурів у горизонтальній (а) та вертикальній (б) площинах поділу моноліту

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до отриманих даних, для відокремлення одного блоку необхідно пробурити 15 шпурів глибиною 2 м кожен, що становить 30 м.п./блок. Враховуючи, що блок має о'єм 6,75 м³, в середньому на відокремлення 1 м³ товарної продукції необхідно пробурити 4,4 м.п шпурів.

Річні об'єми бурових робіт при поділі монолітів на блоки становитимуть:

$$V_{\text{бур.шп}} = V_{\text{заг}} \cdot p_{\text{шп}}, \text{ м. п/рік} \quad (2.10)$$

$$V_{\text{бур.шп}} = 4800 \cdot 4,4 = 21120, \text{ м. п/рік}$$

де $p_{\text{шп}}$ – питомий об'єм буріння, м.п./м³.

Нижче наведено характеристику порід та технічні характеристики перфоратора У-24, що використовується для проходки шпурів при поділі моноліту на блоки.

Характеристики породи	Характеристики перфоратора У-24
Категорія буримості: VIII–IX	Енергія удару: $\approx 35\text{--}40$ Дж
Середній коефіцієнт буримості: 2,0–2,5	Частота ударів: ≈ 30 Гц (1800 уд/хв)
Щільність: $\approx 2800\text{--}3000$ кг/м ³	Середній діаметр буріння: 36–42 мм
	Робоча довжина шпура до 2 м
	Середня швидкість буріння в твердих породах: 10–20 мм/хв

Відповідно до наведених даних виконуємо розрахунок продуктивності перфоратора:

$$Q_{Y-24} = v \cdot t \cdot k_{\text{зм}}, \text{ м/зм} \quad (2.11)$$

$$Q_{Y-24} = 6,5 \cdot 8 \cdot 0,8 = 41,6, \text{ м/зм}$$

де: v – швидкість буріння за заданих умов, м/год;

t – тривалість зміни, год;

$k_{\text{зм}}$ – коефіцієнт використання змінного часу.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідна кількість змін для забезпечення планової продуктивності:

$$N_{\text{зм.шп}} = \frac{V_{\text{бур.шп}}}{Q_{Y-24}}, \text{зм} \quad (2.12)$$

$$N_{\text{зм.шп}} = \frac{21120}{41,6} = 507,7 \approx 508, \text{зм}$$

Кількість перфтораторів, необхідна для забезпечення річної продуктивності:

$$N_{Y-24} = \frac{N_{\text{зм.шп}}}{N_{\text{зм.заг}}}, \text{од.} \quad (2.13)$$

$$N_{Y-24} = \frac{508}{260} = 1,95 \approx 2, \text{од.}$$

Отже, для забезпечення планової роботи необхідно 2 постійно діючих перфторатори У-24 та з врахуванням коефіцієнту технічної готовності – ще один змінний.

Враховуючи те, що наявне гірничо-технічне устаткування дозволяє забезпечити продуктивність, вищу на порядок від тієї, яка забезпечується перфтораторами У-24, було прийнято рішення про внесення пропозиції щодо оптимізації бурових робіт під час поділу моноліту на блоки як обмежуючого фактору сталого розвитку підприємства.

В якості альтернативи до розгляду було взято самохідний буровий верстат виробництва Epirock марки FlexiROC T15 R (табл. 2.5). Головні фактори, що були враховані під час пошуку та підбору альтернативи це необхідність системного оновлення матеріально-технічної бази підприємства, перехід до індустріалізованих методів розробки гірських порід та орієнтації на досвід впровадження ефективних технологій на суміжних гірничодобувних підприємствах.

Більшість українських підприємств, які спеціалізуються на видобутку природного каменю (зокрема, габро), функціонують на технічній основі, сформованій у 1980–1990-х роках. Основне бурове обладнання — це ручні

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перфоратори пневматичного типу (У-24, ПП-63 тощо), які морально та фізично застаріли. Модернізація такого устаткування дозволяє зменшити частку ручної праці в найбільш небезпечних технологічних операціях. Також, суттєвою перевагою такого рішення є забезпечення можливості переходу до енергоефективної і мобільної системи, що не потребує окремого компресорного забезпечення або складної логістики.

Ефективність запропонованого рішення може бути підтверджена і тим, що в останнє десятиліття компанії, що експлуатують родовища граніту, лабрадориту та габро в Польщі, Чехії, Естонії та Фінляндії, здійснили масовий перехід від ручних перфораторів до легких бурових установок типу FlexiROC, зокрема моделей T15 R та T20 R. Практика показала:

- зростання виходу товарних блоків на 12–18%, що безпосередньо пов'язано з точністю та стабільністю буріння;
- зменшення втрат корисної копалини внаслідок тріщиноутворення через надлишкову вібрацію або зміщення векторів буріння;
- підвищення мобільності та адаптивності в умовах нестабільного кар'єрного рельєфу;
- зменшення штату буровиків, із одночасним переходом до керування декількома машинами одним оператором у змінному режимі.

Позитивний досвід експлуатації FlexiROC T15 R, за даними шведського виробника Ерігос, підтверджено у середніх та малих кар'єрах зі щільністю видобутку до 20–25 тис.м³ гірської маси на рік.

Вагомою перевагою є й те, що FlexiROC T15 R має широку мережу технічного обслуговування на території України завдяки наявності представництва компанії Ерігос Україне, а також офіційних дистриб'юторів і складів запчастин. Це зменшує ризики простоїв через технічні несправності. Крім того, з урахуванням поширеності цієї платформи в суміжних галузях

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(будівництво, прокладання комунікацій), навчання персоналу не потребує залучення іноземних інструкторів.

Таблиця 2.5

Технічні характеристики FlexiROC T15 R

№ з/п	Параметр	Значення	Одиниці виміру
1	Перфоратор	COP 1022 / COP 1028	—
2	Різьби	HEX 22x108 / R28, SR28, R32, SR32	—
3	Макс. глибина буріння	9	м
4	Діаметр перфоратора	Ø 27–45 / Ø 33–51	мм
5	Довжина штанги	3660	мм
6	Енергія удару	4.5 / 5.5	кВт
7	Гідравлічний тиск (макс.)	150 / 185	бар
8	Частота ударів	50	Гц
9	Крутний момент на хвостовику (макс.)	126 / 205	Нм
10	Маса перфоратора	50 / 51	кг
11	Двигун	Cummins B3.3 N, Tier 3	—
12	Потужність двигуна	45 (60) при 2200 об/хв	кВт (к.с.)
13	Напруга	2 × 12	В
14	Батареї	2 × 12 В, 56 А·год	—
15	Генератор	14.4 В, 120 А (60 А*)	—
16	Робоче освітлення	4 лампи по 24 В	-
17	Сигнали/фари проблискові	2 сигнальні лампи	-
18	Макс. температура охолоджувача гідросистеми	40	°С
19	Фільтрація (фільтр тонкої очистки)	16 (макс.)	мкм
20	Швидкість пересування (макс.)	3.5	км/год
21	Кут підйому (статичний/динамічний)	20 / 14	градусів
22	Дорожній просвіт	230	мм
23	Підйом / Опускання	20° / 20°	градусів
24	Поперечний нахил (вперед / назад)	12° / 20°	градусів

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

25	Рівень шуму (холостий хід)	92	дБ(А)
26	Рівень шуму (макс. оберти)	98	дБ(А)
27	Рівень шуму (буріння)	123	дБ(А)
28	Гарантований рівень шуму (буріння)	126	дБ(А)
29	Компресор	Atlas Copco C55 C106 GD	—
30	Робочий тиск (макс.)	8.5	бар
31	Продуктивність компресора	23	л/с
32	Подача повітря до заточного станка	Так	—
33	Тип подачі	Гідравлічний ланцюговий подавач	—
34	Висування подавача	600	мм
35	Швидкість подачі (макс.)	1.5	м/с
36	Зусилля подачі / звороту (макс.)	4 / 6	кН
37	Загальна довжина	4988	мм
38	Довжина ходу	3555	мм
39	Пиловсмоктувач DCT T15 – Площа фільтрації	4	м²
40	Продуктивність при 500 мм вод. ст.	300	м³/год
41	Діаметр шланга	102	мм
42	Тиск повітря для очистки	8.5	бар
43	Витрата повітря для очистки	10	л/імпульс
44	Кількість фільтруючих елементів	8	шт
45	Об'єм гідробака	60/70	л
46	Гідросистема (загальний об'єм)	100	л
47	Компресорне масло	6.5	л
48	Моторне масло	8	л
49	Охолоджуюча система двигуна	13	л
50	Паливний бак	67	л
51	Система змащення ECL	1.5	л

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до наведених технічних характеристик виконуємо розрахунок продуктивності FlexiROC T15 R:

$$Q_{T15 R} = v \cdot t \cdot k_{зм}, \text{ м/зм} \quad (2.14)$$

$$Q_{T15 R} = 18,2 \cdot 8 \cdot 0,8 = 116,5, \text{ м/зм}$$

де v – швидкість буріння за заданих умов при використанні перфоратора COP 1022, м/год;

t – тривалість зміни, год;

$k_{зм}$ – коефіцієнт використання змінного часу.

Необхідна кількість змін для забезпечення планової продуктивності при використанні FlexiROC T15 R:

$$N_{зм.шп} = \frac{V_{бур.шп}}{Q_{T15 R}}, \text{ зм} \quad (2.15)$$

$$N_{зм.шп} = \frac{21120}{116,5} = 181,3 \approx 182, \text{ зм}$$

Кількість FlexiROC T15 R, необхідна для забезпечення річної продуктивності:

$$N_{T15 R} = \frac{N_{зм.шп}}{N_{зм.заг}}, \text{ од.} \quad (2.16)$$

$$N_{T15 R} = \frac{182}{260} = 0,69 \approx 1, \text{ од.}$$

Отже, для забезпечення планової роботи необхідно 1 буровий верстат FlexiROC T15 R, який буде завантажений на 70%. Профіцит запасу продуктивності становитиме 78 зм, або ж 9085 м.п. При питомій витраті буріння у 4,4 м.п./зм, потенційний приріст загальної продуктивності становить 2064 м³.

Відповідно до наведених даних та розрахунків, перфоратор У-24 – це ручний ударно-обертальний інструмент, продуктивність якого суттєво обмежена фізичними можливостями оператора та типом бурильного оснащення. Бурова

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установка FlexiROC T15 R, навпаки, належить до класу мобільних гідравлічних бурових машин з можливістю автоматизованого буріння. Швидкість буріння FlexiROC T15 R перевищує ручне буріння мінімум у 3–4 рази.

Автоматизація режиму подачі і навантаження на бур дозволяє досягти стабільної якості отворів, що критично для розділення габро на товарні блоки з мінімальним браком, оскільки FlexiROC T15 R оснащений системою стабілізації подачі, що забезпечує паралельність та рівномірну глибину отворів. Це істотно підвищує вихід кондиційних блоків.

В ручному режимі (перфоратор У-24) неможливо гарантовано контролювати відхилення осі буріння, що призводить до високого відсотка технологічних втрат (від 15% і більше).

Робота з перфоратором У-24 характеризується високим фізичним навантаженням, вібрацією, шумом і ризиком травматизму. Установка FlexiROC T15 R оснащена дистанційним керуванням та захисними системами, що мінімізують участь оператора безпосередньо у зоні буріння. Це значно знижує ризики професійних захворювань, пов'язаних з ручною роботою: вібраційна хвороба, хронічні ушкодження суглобів тощо.

Хоча початкова вартість установки FlexiROC T15 R суттєво перевищує вартість перфоратора У-24, її використання дозволяє:

- скоротити час буріння на одиницю продукції (в 2–4 рази);
- зменшити витрати на обслуговування та заміну інструменту (гідравлічна система має довший ресурс, ніж пневматична);
- збільшити вихід товарної продукції, а отже, зменшити питомі витрати на блок.

Згідно з типовими розрахунками в галузі, окупність подібного рішення досягається за 1,5–2 роки, навіть на невеликому габро-родовищі.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.4. Відвальні роботи

Враховуючи специфіку геолого-технічних умов розробки родовища, передбачено зовнішнє формування відвальних тіл для складування як пухких, так і скельних розкривних порід, а також влаштування резервного сховища родючого шару ґрунту (РШГ) у вигляді кагатів.

Для формування зовнішніх відвалів передбачено використання території у південно-східній частині гірничого відводу — саме сюди вивозитимуться скельні та пухкі маси. Площі під склади родючого шару розташовуються на східних та західних межах виділеної земельної ділянки. Високоміцні скельні породи частково залучатимуться для створення основ під технологічні дороги, зміцнення укосів та облаштування фундаментів майбутніх об'єктів інфраструктури. Водночас пухкі породи використовуються для облаштування та ремонту під'їзних шляхів, тимчасових проїздів і виробничих майданчиків.

Рух і складування розкривних мас забезпечується за допомогою колісного навантажувача у зв'язці з автосамоскидами. Транспортування відбувається ґрунтовими дорогами, які формуються у вигляді профільованих, ущільнених трас, що готуються шляхом багатократного проходу бульдозера.

Для безпечної експлуатації бульдозерного відвалу встановлюється поперечний нахил (кут зсуву) робочої поверхні, який по всьому фронту розвантаження має бути не менше 3° у бік внутрішньої частини відвалу, що сприяє контролю зсуву та стоку вод.

По бровці укосу відвалу облаштовується захисний технологічний вал – насип з породи висотою 1,0 м та шириною 2,0 м, який виконує функцію бар'єра безпеки для самоскидів.

Ширина зони, в межах якої має здійснюватися розвантаження автосамоскидами, визначається залежно від максимальної висоти формування уступу (відвалу).

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку висоти 3,0 м, ширина призми осідання визначається за емпіричним співвідношенням:

$$П_6 = h \cdot (ctg\varphi - ctg\alpha), м \quad (2.17)$$

$$П_6 = 6 \cdot (ctg35^\circ - ctg40^\circ) = 2,8, м$$

де: φ – кут стійкого укосу відвалу,

α – кут робочого укосу відвалу.

При плануванні відвалу бульдозером під'їзд до бровки дозволяється тільки ножем вперед.

Подавати бульдозер заднім ходом до бровки відвалу забороняється.

2.4. Експлуатація та ремонт гірничого устаткування

2.4.1. Основне технологічне устаткування

Для виконання комплексу підготовчих заходів, що передують переходу до стадії промислової експлуатації кар'єру (в межах гірничо-котлованих робіт), передбачається застосування наявного технічного парку гірничого обладнання, що перебуває на балансі підприємства ТОВ «МАГМА-ПЛАСТ ЛТД».

Перелік та конфігурація машин обрані відповідно до технічного завдання та умов виробничого старту. Комплектація технічного оснащення відповідає вимогам до безпечного і ефективного виконання гірничо-підготовчих робіт, зокрема розчищення майданчика, формування під'їзних трас, буро-вибухових і навантажувально-транспортних операцій на етапі відкриття фронту робіт.

Капітальне технічне обслуговування (КТО) та роботи, пов'язані з усуненням значних механічних дефектів або глибоким відновленням функціональних вузлів гірничого устаткування, планується доручати профільним ремонтно-сервісним підрядникам, які мають відповідну ліцензію та виробничі потужності для виконання високотехнологічного обслуговування.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6

Номенклатура основного технологічного устаткування

№ пп	Найменування устаткування	Заводські номери	Рік випуску	Технічний стан
1	Екскаватор Volvo EC 240BLC	VCEC240BLC0018476	2008	задовільний
2	Фронтальний навантажувач Volvo L350	VCEL350H0009354	2011	задовільний
3	Компресорна станція	KAESERCS125-09B571	2005	задовільний
4	Пневматична установка стрічкового буріння DRELLER 19/2015	DRL19-2015-000874	2000	задовільний
5	Камерізна машина	0215-BM00234	2003	задовільний
6	Перфоратори ручні У-24	U24-0610298/0610302	1998	задовільний

Регламентне технічне обслуговування та усунення незначних несправностей проводиться на внутрішньому ремонтному полігоні, спеціально відведеному як зона відстою кар'єрної техніки, де забезпечується швидкий доступ до ремонтних бригад.

Для оперативного виконання поточних відновлювальних робіт у межах виробничого майданчика встановлюється мобільна ремонтна станція. Ця пересувна реммайстерня повністю оснащена базовими верстатами:

- Токарний верстат – для обробки валів, втулок, посадкових місць тощо;
- Свердлильний агрегат – для виконання ремонтних та монтажних отворів;
- Машина для заточування інструменту – для підтримки робочого стану ріжучого обладнання.

Вся інфраструктура побудована з урахуванням зонального принципу обслуговування техніки, що мінімізує простої та сприяє підтриманню стабільного технічного ресурсу парку машин.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.2. Кар'єрний транспорт

Перевезення блоків гірської маси з кар'єру до складу готової продукції, транспортування пухких розкривних порід для удосконалення стану внутрішньокар'єрних доріг, а також видалення відходів від видобутку і скельного розкриву (що класифікуються як супутні корисні копалини) до тимчасових відвалів і частково для відсипання автодорожнього полотна, здійснюється виключно кар'єрним автотранспортом.

У межах проєктного рішення в якості основного транспортного засобу прийнято фронтальний навантажувач. З урахуванням навантаження, що припадає на транспортні артерії, внутрішньокар'єрні дороги класифікуються як дороги III категорії відповідно до вимог СНіП 2.05.07-91 «Промисловий транспорт». Проєктом передбачено застосування наступних нормативних показників:

- кількість смуг руху – одна;
- ширина проїзної частини – 5,5 метра;
- розрахункова швидкість транспорту – 10 км/год;
- мінімальний радіус повороту – 20 метрів;
- граничний повздовжній ухил – 7 %.

На робочих майданчиках допускається влаштування односмугових доріг за умови дотримання мінімальної ширини транспортної смуги не менше 5,5 м. Враховуючи геологічні умови, основна частина транспортної мережі кар'єру проходить через масиви скельних порід, тому проєктом не передбачено асфальтове або інше покриття. У разі потреби виконується профілювання верхнього шару із застосуванням щебеневої суміші.

У зонах з пухкими породами для стабілізації дорожнього полотна передбачене їх ущільнення та зміцнення скельними домішками з масиву розкривних порід. Сумарна довжина внутрішньокар'єрних доріг, яка функціонуватиме до п'ятого року експлуатації, становитиме 0,42 км.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рух технологічного автотранспорту (автосамоскидів) здійснюється без обгону, з обов'язковим маркуванням маршруту відповідно до вимог ГОСТ 10807-73. Зокрема, дорожні знаки повинні містити:

- позначення горизонтів;
- індикатори ухилів і підйомів;
- знаки обмеження швидкості та інші технічні покажчики.

Місця розміщення дорожніх знаків визначаються головним інженером підприємства. В ділянках траншей та транспортних берм проїзна частина повинна бути обладнана запобіжним породним валом із боку низового укосу. При діаметрі колеса техніки 1,2 м висота такого валу не повинна бути меншою за 0,8 м.

У темний період доби дороги повинні освітлюватися з інтенсивністю не менше 5,0 лк. Внутрішньокар'єрні транспортні шляхи повинні постійно підтримуватись у справному технічному стані: здійснюється регулярне очищення від ґрунтових забруднень та снігу, а в літній період проводиться поливання для зменшення запилення.

2.5. Електропостачання кар'єру

Енергетичне живлення кар'єрного господарства здійснюється через зовнішні мережі, що належать до інфраструктури «Київенерго».

Усі електроприймачі, розміщені як на головному виробничому майданчику, так і безпосередньо в межах кар'єру, відповідно до класифікації за критичністю безперервного живлення, належать до III категорії надійності електропостачання.

Згідно з технічними умовами, електричне живлення основного технологічного обладнання (серед яких бурильні агрегати, установки з алмазно-канатним різанням, насосне обладнання водовідливу тощо) забезпечується від трансформаторної підстанції з напругою 6/0,4 кВ та номінальною потужністю 160 кВА. Схематичне зображення системи живлення наведено на відповідному електротехнічному кресленні.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захисні заходи для електроустановок, що експлуатуються у кар'єрі, передбачені як для напруги до 1000 В, так і для установок вищого класу напруги. Усі заходи реалізуються згідно з регламентами ПУЕ, ПТЕЕС та ПБЕЕС. У відповідності до пунктів ПБЕЕС, для забезпечення електробезпеки використовується система електроживлення з ізольованою нейтраллю силового трансформатора, що дозволяє уникати пошкоджень у разі пробоя на землю.

Неактивні частини електрообладнання обов'язково заземлюються — це досягається підключенням четвертої жилки кабелю до основного заземлювального контуру підприємства. Стан електроізоляції системи постійно контролюється за допомогою спеціалізованих реле витоку типу РУ 380-1М та РУ 127/220-1М. Ці прилади автоматично знеструмлюють обладнання у випадках виявлення струмів витоку, що перевищують допустимі значення при аварійному контакті з землею.

Для мереж з робочою напругою 220 В також передбачене застосування ізольованої нейтралі. Це реалізується завдяки впровадженню розподільчих (розмежовуючих) трансформаторів, що відповідають вимогам безпечної експлуатації в умовах відкритих гірничих розробок.

2.6. Водовідлив

Нагромадження води в межах кар'єрного поля зумовлене інфільтрацією атмосферних опадів та надходженням підземного стоку. Розрахунковий сумарний водоприплив у момент завершення гірничих робіт становить 81 м³ на добу. Для організації осушення передбачено застосування насоса типу Нанос МС-30 із номінальною подачею 22 м³/год, що забезпечує достатній запас по продуктивності.

Водовідвідна система передбачає облаштування водозбірника в найнижчій геодезичній точці кар'єру, з формуванням ухилу дна у напрямку до цієї точки, що сприятиме гравітаційному перетоку води. З метою попередньої очистки шахтних

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вод до їх повторного використання, поблизу кар'єру споруджується відстійник, який складається з двох окремих секцій, кожна з яких має об'єм 90 м³. Таке компонування забезпечує поетапне осадження зважених частинок.

Згідно з прогнозними даними, отриманими в результаті детального проєктного розрахунку та аналізу функціонування подібних гірничих об'єктів, очікується, що увесь об'єм відкачаної води буде використано у технологічному циклі кар'єру. Враховуючи це, проєктом не передбачається постійне водовідведення з відстійника в навколишнє середовище, що мінімізує потенційний вплив на гідрогеологічні умови прилеглих територій.

2.7. Рекультивація

Після завершення повного циклу видобутку корисної копалини на родовищі формується вироблений простір загальною площею 4,55 га, який підлягає комплексній гірничотехнічній та біологічній рекультивації. Додатково до цієї площі включаються земельні ділянки промислового майданчика та захисної смуги навколо кар'єру — 0,7 га, територія зовнішніх відвалів — 2,02 га, а також автодорожній під'їзд — 0,3 га.

У результаті розкриття родовища формується котловиноподібна кар'єрна виїмка, яка після завершення експлуатації супроводжується формуванням пластовидного відвалу із розміщенням у ньому пухких розкривних мас. Глибина остаточної виїмки сягає до 32 м. Враховуючи незначний обсяг розкривних робіт, рекультивація цього простору з подальшим сільськогосподарським або лісгосподарським використанням є економічно та агротехнічно недоцільною. Замість цього проєктом передбачено створення штучного водного об'єкта на місці кар'єрної виїмки, а відвальні ділянки — під заліснення.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заповнення котловини водою відбуватиметься природним шляхом — за рахунок атмосферних опадів та фільтраційного припливу ґрунтових вод після повного вичерпання запасів.

Гірничотехнічна рекультивація передбачає виконання таких інженерних заходів:

- зниження крутизни бортів виїмки в зоні розкриву до кута нахилу 25° ;
- облаштування штучного водоймища у межах відпрацьованого простору;
- спорудження земляного захисного валу по периметру водного об'єкта заввишки не менше 1 м.

Біологічний етап рекультиваційних робіт на територіях зовнішніх відвалів та навколишніх площ буде виконаний місцевим лісгосподарським підприємством після завершення гірничотехнічного етапу. Фінансування цих робіт забезпечується за рахунок коштів підприємства, що здійснювало видобуток.

Згідно з планом гірничих робіт на 2025 рік, виконання рекультиваційних заходів у зазначеному періоді не передбачено.

					ГТТБ.ДП25.184.11.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. Охорона праці та навколишнього середовища

3.1. Загальні положення охорони праці

На виконання вимог Закону України «Про охорону праці» на підприємстві функціонує спеціалізована служба, відповідальна за реалізацію політики безпеки праці.

Організація безпечного ведення відкритих гірничих робіт здійснюється на основі затверджених нормативних актів, серед яких: «Правила охорони праці під час відкритої розробки родовищ корисних копалин», «Положення про систему управління охороною праці на підприємстві», «Типове положення про навчання та перевірку знань з питань охорони праці», а також інструкції з охорони праці та обслуговування устаткування. Контроль за дотриманням вимог цих документів покладається на керівника підприємства та керівників структурних підрозділів.

Особи, які займають керівні посади, проходять обов'язкове навчання з охорони праці у ліцензованих навчальних центрах, які мають дозвіл на відповідну діяльність.

Для забезпечення безпеки гірничих процесів реалізуються наступні ключові положення:

1. Медичний огляд та навчання персоналу

Усі працівники, що працевлаштовуються на кар'єрі, проходять попередній медичний огляд. Для осіб, задіяних безпосередньо у видобувних роботах, передбачено періодичні профілактичні огляди. Перед початком виконання обов'язків працівники проходять триденне навчання з відривом від виробничого процесу, ознайомлюються з методикою надання першої медичної допомоги та складають іспит згідно із затвердженою навчальною програмою.

					ГТТБ.ДП25.184.11.03.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент		Лисенко			Охорона праці та навколишнього родовища	Літ.	Арк.	Акрушів	
Керівник		Піскун							
Кер.розд.		Піскун				Житомирська політехніка 184 «Гірництво»			
Н. Контр.		Башинський							
Зав.каф.		Башинський							

2. Інструктажі та документування

Періодичний інструктаж з охорони праці проводиться щонайменше раз на квартал для робіт підвищеної небезпеки і раз на пів року — для інших категорій. Кожен працівник повинен отримати під підпис інструкцію з безпечного виконання робіт за своєю спеціальністю.

3. Організація робочих місць

Кожне робоче місце підлягає огляду відповідальним майстром або за його дорученням — бригадиром. Додатково протягом доби контроль здійснює представник вищого технічного керівництва. Проведення робіт дозволяється лише за наявності письмового наряду, виданого згідно з внутрішньою нарядною системою підприємства. Роботи підвищеної небезпеки виконуються виключно за нарядом-допуском.

4. Дотримання технічних паспортів

Гірничі роботи з формування уступів, траншей, відвалів здійснюються відповідно до паспортів, погоджених технічним керівником. Ці документи визначають допустимі параметри робочих майданчиків, кутів укосу, відстаней до обладнання тощо. Ведення робіт без чинного паспорта категорично забороняється.

5. Вимоги до вантажопідйомних і транспортних операцій

Усі переміщення блоків здійснюються механізованим способом. Категорично заборонено ручне завалювання блоків на себе, а також проведення робіт під піднятим вантажем. Блоки мають бути закріплені для уникнення їх самовільного зміщення під час транспортування.

6. Експлуатація машин

Керувати гірничо-транспортною технікою мають право лише особи, що пройшли відповідне навчання, склали іспит і отримали посвідчення. Уся техніка повинна бути в технічно справному стані, обладнана сигналізацією, огороженням рухомих елементів, системами пожежогашіння та освітленням.

7. Бурові роботи

					ГТТБ.ДП25.184.11.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Буріння виконується відповідно до технологічних регламентів. Робота на несправному обладнанні, зокрема без систем пилоподавлення, заборонена.

8. Експлуатація бульдозерів

Забороняється залишати бульдозер з увімкненим двигуном та піднятим відвалом без нагляду. Під час стоянки на уклоні мають бути встановлені запобіжні засоби.

9. Стан гірничих виробок

Регулярно здійснюється моніторинг стійкості уступів, траншей та відвалів. У разі виявлення деформацій — роботи негайно зупиняються. Періодичність інструментальних вимірювань встановлюється відповідно до чинної Інструкції з контролю деформацій.

10. Безпека автомобільного руху

Кар'єрні автодороги утримуються у справному стані, очищуються від снігу, бруду та поливаються влітку. Рух у кар'єрі регламентується стандартними дорожніми знаками. Породні вали по транспортних бермах мають відповідати нормативам СНіП 2.05.07-91.

11–13. Попереджувальні заходи та регламент відвального транспорту

Усі зони руху людей обладнуються знаками безпеки. Відвали формуються із дотриманням дистанцій до бровок, валиків безпеки та з урахуванням технологічних ухилів. Бульдозерне планування здійснюється за спеціальними вимогами до підходу до бровки укусу.

14. Медичне забезпечення

У зв'язку з чисельністю персоналу менше 300 осіб, медичне обслуговування організовується на договірних умовах із районними медичними закладами.

15. Зв'язок і документація

Оперативний зв'язок у кар'єрі здійснюється за допомогою мобільного телефону. В обов'язковому порядку ведеться технічна та навчальна документація: проект промислового видобутку, журнали інструктажів, протоколи навчання, експлуатаційні інструкції на техніку тощо

					ГТТБ.ДП25.184.11.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Заходи з охорони навколишнього середовища

Експлуатація кар'єру здійснюється відповідно до чинного законодавства України та нормативно-технічних документів, що регламентують порядок ведення відкритих гірничих розробок. Обґрунтовані технологічні рішення у проєкті спрямовані не лише на досягнення розрахункової продуктивності з видобутку габро, але й на забезпечення екологічної безпеки та мінімізацію негативного антропогенного впливу на природне середовище.

Комплекс екологічних заходів, передбачених у межах виробничої діяльності, охоплює три основні напрями:

1. Заходи ресурсозбереження

З метою оптимізації водоспоживання та зменшення обсягів забору свіжої води передбачено використання вторинних ресурсів. Виробничі потреби, зокрема пилопригнічення, забезпечуються за рахунок повторного використання очищеної у ставку-відстійнику кар'єрної води.

2. Природоохоронні заходи

- організовано періодичний моніторинг викидів у атмосферне повітря з метою оцінки рівня запиленості та контролю концентрації шкідливих речовин.
- проводиться радіаційний контроль корисної копалини, зокрема вимірювання рівня природної радіоактивності габро.
- для запобігання забрудненню навколишнього середовища зворотними водами передбачено будівництво двосекційного ставка-відстійника, де здійснюється механічне осадження твердих частинок.
- для зниження запиленості під час пересування техніки й проведення технологічних процесів здійснюється регулярне зволоження виробничої території, включно з внутрішньокар'єрними та під'їзними дорогами.

3. Відновлювальні заходи

Після завершення розробки родовища здійснюється рекультивація порушених земельних ділянок згідно з проєктом гірничотехнічного та

					ГТТБ.ДП25.184.11.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

біологічного відновлення територій. Рекультиваційні заходи мають на меті повернення земель у стан, придатний до подальшого використання, зокрема шляхом заліснення та створення штучного водного об'єкта.

Усі екологічні заходи, які підлягають виконанню в межах об'єкта, розроблено та затверджено у складі проєктної документації, що додається до матеріалів з оцінки впливу на довкілля.

3.3. Охорона та раціональне використання надр

Комплекс заходів із охорони надр розроблено відповідно до вимог чинного законодавства України, зокрема положень «Гірничого закону України» та Кодексу України «Про надра». Вказані заходи мають на меті забезпечення раціонального та ефективного використання мінерально-сировинної бази, недопущення негативного впливу гірничої діяльності на прилеглі території, а також дотримання усіх регламентованих екологічних та виробничих норм щодо збереження надр.

Ключовими принципами охорони надр при здійсненні промислового видобутку природного каменю блочного типу є:

- забезпечення повноцінного та всебічного геологічного вивчення родовища перед початком видобувних робіт;
- суворе дотримання законодавчо встановленої процедури отримання права користування надрами;
- виключення випадків самовільного користування надрами;
- вжиття заходів для мінімізації негативного впливу гірничих процесів на довкілля та гідрогеологічну ситуацію;
- недопущення нераціональної (вибіркової) розробки родовища, яка може призвести до зниження якості корисної копалини або втрати запасів;
- захист кар'єру від підтоплення, надмірного обводнення та інших чинників, що погіршують умови розробки або знижують цінність родовища;

					ГТТБ.ДП25.184.11.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- виконання гірничотехнічного та біологічного відновлення порушених територій після завершення видобутку.

З метою підтвердження правомірності та безпечності видобутку, на підприємстві має бути сформовано повний пакет дозвільної і технічної документації, зокрема:

- ліцензія (спеціальний дозвіл) на провадження господарської діяльності у сфері надрокористування;
- дозвіл на промисловий видобуток корисної копалини;
- геологічний звіт за результатами проведених розвідувальних робіт, а також протокол державної експертизи та затвердження запасів;
- проєктна документація на промислову розробку родовища, матеріали оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС), проєкти з відведення та рекультивації земель;
- дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки;
- план розвитку гірничих робіт;
- встановлені нормативи на викиди забруднюючих речовин і ліміти на утворення та розміщення відходів;
- технічна документація на гірничий і земельний відводи.

Розроблені й погоджені відповідними державними органами заходи з охорони надр додаються до проєкту.

					ГТТБ.ДП25.184.11.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. Техніко-економічні показники роботи ТОВ «МАГМА-ПЛАСТ»

4.1. Розрахунок доходу від реалізації продукції

Відповідно до розрахункових даних, обсяг річного видобутку підприємства становить 4800 м³. Із цієї кількості товарна продукція — блоки, які відповідають вимогам стандартів і можуть бути реалізовані — становить 1291,2 м³. Це відповідає встановленому коефіцієнту виходу придатної кам'яної сировини. Залишковий об'єм у розмірі 3580 м³ класифікується як відходи виробництва, які можуть бути раціонально використані як бутовий камінь або як сировинна база для подальшого дроблення з метою одержання щебеневої продукції.

Таблиця 4.1

Розрахунок річного валового доходу

№ з/п	Тип продукції продукції	Вихід типу продукції	Річний об'єм продукції, м ³	Вартість одиниці продукції, грн	Сума від реалізації, тис.грн.
1	Блоки II гр.	5	64,56	8100	522936
2	Блоки III гр.	18	232,416	7300	1696637
3	Блоки IV гр.	67	865,104	6700	5796197
4	Блоки V гр.	10	129,12	5400	697248
Дохід від реалізації блоків					8713017,6
5	Окол	100	3508,8	480	1684224
Сумарний дохід від реалізації					10397241,6

За результатами впровадження технічних змін очікуваний приріст продуктивності становить 2000 м³/рік в щільному тілі (при виході блоків 26,9% - 538 м³ товарних блоків).

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Техніко-економічні показники роботи ТОВ «Магма-Пласт ЛТД»		
Студент	Лисенко						
Керівник	Піскун						
Кер.розд.	Піскун						
Н. Контр.	Башинський						
Зав.каф.	Башинський				Житомирська політехніка 184 «Гірництво»		

Повторний розрахунок доходу від реалізації наведений в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Розрахунок річного валового доходу за результатом впровадження технологічних рішень

№ з/п	Тип продукції продукції	Вихід типу продукції	Річний об'єм продукції, м ³	Вартість одиниці продукції, грн	Сума від реалізації, тис.грн.
1	Блоки II гр.	5	91,46	8100	740826
2	Блоки III гр.	18	329,256	7300	2403569
3	Блоки IV гр.	67	1225,564	6700	8211279
4	Блоки V гр.	10	182,92	5400	987768
Дохід від реалізації блоків					12096572,77
5	Окол	100	4970,8	480	1739780
Сумарний дохід від реалізації					13836352,77

4.2. Розрахунок фонду заробітної плати

Формування фонду заробітної плати є одним із ключових етапів фінансового планування діяльності підприємства, що безпосередньо впливає на структуру собівартості продукції, обсяг витрат та економічну стійкість виробництва. Правильне та обґрунтоване визначення фонду заробітної плати дозволяє забезпечити стабільність виплат працівникам, дотримання законодавчих вимог та ефективне управління витратами на персонал.

Процес розрахунку фонду заробітної плати включає послідовне виконання низки операцій, кожна з яких має критичне значення для достовірності результатів:

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз кадрової структури

Першочергово визначається загальна чисельність персоналу, розподіл працівників за категоріями (робітники, фахівці, ІТР тощо) та відповідно — по штатних посадах.

Встановлення тарифних ставок та посадових окладів

Залежно від категорії працівника, виду робіт та складності функціональних обов'язків, встановлюється розмір базової заробітної плати згідно з галузевими нормами, тарифною сіткою або внутрішньою політикою підприємства.

Розрахунок основної заробітної плати

Основна заробітна плата визначається як добуток посадового окладу (або тарифної ставки) на відпрацьований час (у годинах або днях). При необхідності враховуються коефіцієнти змінності, підвищені ставки за шкідливі умови праці та інші доплати.

Обчислення додаткових нарахувань

До додаткових виплат відносяться надбавки за вислугу років, премії, доплати за суміщення посад, компенсації за понаднормові години, відпускні, виплати на період тимчасової непрацездатності тощо. Ці складові формуються на основі чинного трудового законодавства та внутрішніх положень.

Визначення обов'язкових нарахувань на фонд оплати праці

На суму нарахованої заробітної плати обчислюються внески до державних цільових фондів: єдиний соціальний внесок (ЄСВ), податок на доходи фізичних осіб (ПДФО), військовий збір. Їхні розміри визначаються у відсотках від суми нарахувань та залежать від поточних норм податкового законодавства.

Складання зведеного розрахунку фонду заробітної плати

На завершальному етапі виконується зведення усіх вищеописаних елементів: основної зарплати, додаткових виплат і нарахувань, після чого визначається загальний фонд заробітної плати, необхідний для забезпечення роботи підприємства у визначеному плановому періоді.

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3

Штатна відомість

Технічні засоби	Професія	Розряд	Всього прац., чол.	В т.ч. по змінах		
				I	II	III
1. Підготовчі і видобувні роботи						
Volvo EC240BLC	Машиніст екскаватора	5	1	1	-	-
Volvo L350	Машиніст навантажувача	5	1	1	-	-
ДЗ-171	Машиніст бульдозера	5	1	1	-	-
Dreller 19/2015	Оператор бурової установки	4	1	1	-	-
У-24	Бурильник шпурів	4	2	2	-	-
Kaesar	Оператор тиско-нагнітальної станції	5	1	1	-	-
-	Оператор алмазно-канатної машини	5	1	1	-	-
Всього:		-	8	8	-	-
2. Ремонтні і допоміжні роботи						
	Слюсар по ремонту устаткування	4	2	1	-	-
	Електрогазозварювальник	5	1	2	-	-
	Прибиральник приміщень		1	1	-	-
	Сторож		3	1	1	1
Всього:		-	7	5	1	1
3. Інженерно-технічні працівники і службовці						
	Начальник кар'єру		1	1	-	-
	Механік		1	1	-	-
	Енергетик		1	1	-	-
	Гірничий майстер		1	1	-	-
	Геолог		1	1	-	-
	Маркшейдер		1	1	-	-
	Комірник		1	1	-	-
Всього:			7	7	-	-
Всього по підприємству:			22	20	1	1

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний фонд заробітної плати підприємства формується з урахуванням чисельності працівників, рівня посадових окладів та чинної системи оплати праці, яка відповідає вимогам трудового законодавства України. На підприємстві застосовується погодинно-місячна форма оплати праці, що передбачає стабільну фіксовану заробітну плату з можливістю додаткового стимулювання працівників через систему преміювання, надбавок, компенсацій та інших заохочувальних виплат.

Основна структура фонду оплати праці охоплює три ключові групи персоналу. Перша категорія — це робітники, які безпосередньо задіяні у підготовчих та видобувних процесах. Їх місячна заробітна плата становить 15 000 грн, а при чисельності 8 осіб загальний фонд для цієї групи досягає 120 000 грн на місяць. Друга категорія представлена працівниками ремонтних і допоміжних підрозділів, для яких передбачено оклад у розмірі 12 000 грн. За наявності 7 працівників цієї групи, їхній місячний фонд заробітної плати становить 84 000 грн. До третьої групи входять інженерно-технічні працівники та адміністративний персонал з окладом 18 000 грн, і за кількості 7 осіб фонд їхньої оплати праці на місяць складає 126 000 грн.

Сумарно загальний місячний обсяг основної заробітної плати по підприємству становить 330 000 грн. При цьому зазначений фонд не включає додаткових нарахувань, які передбачаються у вигляді премій (за досягнення виробничих показників), доплат за шкідливі та складні умови праці, компенсацій за понаднормову зайнятість або роботу в нічний час, а також можливих разових матеріальних допомог.

Впровадження технічного переоснащення, зокрема заміна морально застарілого бурового обладнання типу У-24 на сучасну автоматизовану бурову установку FlexiROC T15 R, матиме безпосередній вплив на організацію праці та фонд оплати. Зокрема, завдяки підвищенню продуктивності техніки, потреба в обслуговуванні бурових робіт зменшується з двох працівників до одного. Щоб уникнути втрати кваліфікованих кадрів та соціального напруження в колективі,

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пропонується здійснити внутрішнє кадрове маневрування: одного працівника перевести до складу ремонтної бригади, а іншому — надати можливість пройти навчальні курси з підвищення кваліфікації для роботи з новим устаткуванням, після чого закріпити його за установкою FlexiROC T15 R у статусі оператора.

Такий підхід дозволяє не лише зберегти кадровий потенціал підприємства без необхідності скорочення штату, а й сприяє ефективному освоєнню нової техніки, раціональному використанню трудових ресурсів і підвищенню загальної продуктивності бурових робіт. Додатково очікується, що підвищення кваліфікації персоналу позитивно позначиться на трудовій дисципліні, зменшить кількість простоїв та втрат виробничого часу, водночас сприяючи загальному зростанню ефективності функціонування підприємства.

4.3. Розрахунок величини експлуатаційних витрат

Розрахунок експлуатаційних витрат здійснювався диференційовано для кожного типу виконуваних робіт відповідно до їхньої технологічної специфіки та обсягів. Такий підхід забезпечує точність у визначенні реального рівня витрат для кожного етапу виробничого циклу, дозволяє більш обґрунтовано формувати кошторисну частину та коректно визначати загальні економічні показники проекту.

Базовим джерелом даних для виконання калькуляції експлуатаційних витрат слугує зведена розрахункова таблиця річної потреби в ресурсах, матеріалах, енергоносіях та послугах, що наведена у таблиці 4.4. Вона містить деталізовану інформацію щодо кількісного складу та вартості витрат на основні виробничі процеси, зокрема: буріння, виїмку та навантаження гірської маси, транспортування, підсилення доріг, обслуговування устаткування, водовідлив, технічне обслуговування машин, а також допоміжні операції.

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4

Розрахункова відомість річних потреб кар'єру в основних експлуатаційних матеріалах

№	Тип машин, кількість	Найменування матеріалів	Вит. на 1000 год.	Кільк. робочих змін /год	Од. виміру	Річні витрати
1	Volvo EC240BLC 1 од.	Дизельне паливо	4 700,00	260/2080	кг	9776
		Мастильні	200		кг	416
		Обтиральні	65		кг	135,2
		Акумулятори	0,3		од	0,4
2	Volvo L350 1 од.	Дизельне паливо	12 800,00	260/2080	кг	26624
		Мастильні	280		кг	582,4
		Обтиральні	35		кг	72,8
		Акумулятори	0,3		од	0,6
		Шини	0,33		од	0,7
3	ДЗ-171 1 од.	Дизельне паливо	2900	260/2080	кг	6032
		Мастильні	320		кг	665,6
		Обтиральні	80		кг	166,4
		Акумулятори	0,3		од	0,4
4	Насосна станція 2 од.	Мастильні	75	260/2080	кг	156
		Обтиральні	18		кг	37,44
5	KAIZER 1 од.	Мастильні	240	260/2080	кг	499,2
		Обтиральні	30		кг	62,4
6	Y-24 4 од.	Мастильні	170	260/2080	кг	353,6
		Обтиральні	25		кг	52
		Коронки бурові Ø 22 мм	19		шт	39,52
7	Dreller 19/2015 1 од.	Мастильні	350	260/2080	кг	728
		Обтиральні	28		кг	58,24
		Коронки бур. Ø 32 мм	36		шт	74,88
8	KTM	Мастильні	135	260/2080	кг	280,8

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№	Тип машин, кількість	Найменування матеріалів	Вит. на 1000 год.	Кільк. робочих змін /год	Од. виміру	Річні витрати
	1 од.	Обтиральні	50		кг	104
		Алмазний трос	280		м	582,4

Окремо враховувалися витрати пально-мастильних матеріалів, електроенергії, витратні матеріали (ріжучі елементи, шланги, фільтри), амортизаційні відрахування, витрати на поточний та середній ремонт, а також заробітна плата персоналу, зайнятого в експлуатації техніки. Усі витрати систематизовано відповідно до груп: прямі витрати на основне устаткування, змінні витрати залежно від обсягу виконаних робіт, та умовно-постійні витрати, пов'язані з утриманням інфраструктури та допоміжних служб.

З метою забезпечення прозорості та обґрунтованості фінансових показників кожен елемент витрат супроводжується обґрунтованими нормативами, коефіцієнтами технічного використання обладнання, а також фактичними розрахунками витратної частини на одиницю продукції (1 м³ товарного каменю або 1 т буту).

Крім того, при розрахунку експлуатаційних витрат враховано планове оновлення технічного парку, що дозволяє скоротити частину витрат, пов'язаних із обслуговуванням застарілої техніки, зменшити витрати на ремонт і збільшити коефіцієнт готовності обладнання до роботи.

У підсумку, отримані дані експлуатаційних витрат використовуються для формування повного фінансового плану проєкту, зокрема — для розрахунку собівартості продукції, визначення точки беззбитковості та прогнозу фінансової ефективності реалізації гірничого підприємства в заданому плановому періоді.

Експлуатаційні витрати необхідні для роботи основного устаткування приведено в таблиці 4.5.

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.5

Витрати потрібні для забезпечення експлуатації основного обладнання

Найменування матеріалів	Од. виміру	Показники по обладнанню			Разом по матеріалах	Вартість одиниці матеріалу	Вартість матеріалу, грн
		Volvo EC240 BLC	Volvo L350	ДЗ-171			
Дизельне паливо	кг	9776	26624	6032	42432	56	2376192
Масильні	кг	416	582,4	665,6	1664	140	232960
Обтиральні	кг	135,2	72,8	166,4	374,4	85	31824
Акумулятори	од	0,4	0,6	0,4	1,4	6000	8400
Шини	шт	0	0,7	0	0,7	6500	4550
Разом							2653926

У результаті впровадження заходів із модернізації технологічного циклу та оновлення технічного парку очікується зростання обсягів видобутку габро на рівні 29,4% порівняно з базовими показниками. Такий приріст продуктивності кар'єру обумовлений застосуванням високопродуктивного бурового та вантажно-розвантажувального обладнання, скороченням простоїв та зниженням питомих витрат часу на виконання операцій.

Пропорційно до зростання виробничих потужностей прогнозується збільшення експлуатаційних витрат на основне технологічне обладнання. Зокрема, витрати на пальне, технічне обслуговування, ремонтні матеріали, запасні частини та амортизацію зростуть на суму 780 566,5 грн у річному розрахунку. Це зумовлено інтенсивнішим використанням машинного парку, зокрема бурових установок, фронтальних навантажувачів, автосамоскидів та допоміжної техніки.

Водночас, незважаючи на номінальне збільшення витрат, економічна ефективність виробництва покращується: вартісна частка експлуатаційних витрат

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у структурі собівартості одиниці продукції залишиться стабільною або навіть зменшиться за рахунок масштабного ефекту. Зростання продуктивності дозволить перерозподілити постійні витрати на більший обсяг видобутої корисної копалини, що позитивно позначиться на рентабельності підприємства.

Крім того, підвищення обсягів видобутку створює передумови для зростання реалізаційного доходу, покриття інвестиційних витрат на оновлення техніки та забезпечення додаткових надходжень до бюджету підприємства. Враховуючи ці фактори, збільшення експлуатаційних витрат розглядається як обґрунтована і стратегічно доцільна зміна, яка сприятиме загальному підвищенню ефективності функціонування гірничого підприємства.

Витрати необхідні для забезпечення водовідливу наведені в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6

Витрати передбачені на забезпечення робіт з водовідливу

Найменування матеріалів	Од. виміру	Показники по матеріалах	Вартість одиниці матеріалу	Вартість матеріалів, грн
Мастильні	кг	156	140	21840
Обтиральні	кг	37,44	85	3182,4
Разом				25022,4

Витрати необхідні для забезпечення бурових робіт показані в таблиці 4.7.

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.7

Витрати необхідні для забезпечення бурових робіт

Найменування матеріалів	Од. виміру	Показники по обладнанню			Разом по матеріалах	Вартість одиниці матеріалу	Вартість матеріалів, грн
		Y-24	Dreller 19/2015	KAESER			
Мастильні	кг	353,6	728	499,2	1580,8	140	221312
Обтиральні	кг	52	58,24	62,4	172,64	85	14674,4
Коронки бурові Ø22 мм	шт	39,52	0	0	39,52	1420	56118,4
Коронки бурові Ø 32 мм	шт	0	74,88	0	74,88	1570	117561,6
Разом							409666,4

У результаті впровадження нових технологічних рішень очікується зниження вартості виконання бурових операцій, що пов'язано насамперед із виведенням з експлуатації ручних пневматичних перфраторів. Раніше для забезпечення їх роботи підприємство змушене було витрачати значні обсяги електроенергії на генерацію стиснутого повітря. Перехід на більш енергоефективне бурове обладнання (зокрема, установку типу *FlexiROC T15 R*) дозволяє суттєво знизити енергетичну складову в структурі експлуатаційних витрат.

Оскільки основні технічні параметри буріння залишаються на рівні, аналогічному попередньому проєкту, витрати бурового інструменту та допоміжних витратних матеріалів очікувано не зазнають суттєвих змін. Однак, завдяки автоматизації процесу та зниженню частки ручної праці, досягається підвищення точності буріння, зменшення втрат продукції та покращення якості формування контурів блоку, що, у свою чергу, опосередковано впливає на зниження витрат у наступних етапах технологічного циклу.

Розрахунок експлуатаційних витрат, необхідних для реалізації бурових робіт, пов'язаних із формуванням відокремлювальної щілини у масиві з метою

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виокремлення гірського моноліту, наведено в таблиці 4.8. У таблиці представлено деталізовані показники витрат електроенергії, амортизаційних нарахувань, витратних матеріалів, зношення бурового оснащення та заробітної плати обслуговуючого персоналу, що забезпечують виконання бурових операцій за оновленою технологічною схемою.

Доповнюючи загальну картину економічної ефективності, варто зазначити, що зниження витрат на буріння також сприяє зменшенню собівартості одиниці продукції та підвищенню загального рівня рентабельності підприємства. Крім того, зменшення енергоспоживання позитивно впливає на екологічний баланс діяльності, оскільки сприяє зниженню викидів парникових газів у процесі генерації електроенергії на кар'єрних компресорних установках.

Таблиця 4.8

Витрати для забезпечення роботи алмазно-канатного верстату

Найменування матеріалів	Од. виміру	КТМ	Вартість одиниці матеріалу	Вартість матеріалів, грн
Мастильні	кг	280,8	140	39312
Обтиральні	кг	104	85	8840
Алмазний трос	м	582,4	1250	728000
Разом				776152

У зв'язку зі збільшенням обсягів гірничих робіт, зумовлених реалізацією заходів із технічної модернізації та інтенсифікації виробництва, передбачається пропорційне зростання витрат на експлуатацію КТМ. Це обладнання відіграє ключову роль у технологічному процесі, забезпечуючи високоточне розрізання гірської маси при виокремленні монолітних блоків габро.

Збільшення навантаження на КТМ супроводжуватиметься підвищенням витрат на споживання електроенергії, прискореним зношенням алмазного канату, зростанням потреби у сервісному обслуговуванні та закупівлі допоміжних

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витратних матеріалів (напр., мастильних рідин, охолоджувачів, фільтрувальних елементів). Окрім того, зростання кількості робочих годин потребуватиме відповідного коригування графіків технічного огляду й поточного ремонту, що також буде відображено у структурі витрат.

Таблиця 4.9

Зведений розрахунок річних експлуатаційних витрат

№ з/п	Роботи, види витрат	Річні витрати, грн		Динаміка
		Поточні	Очікувані	
1	Функціонування основного обладнання (без урахування оплати праці)	2653926,0	3434492,5	780566,5
2	Базовий фонд оплати праці	3960000,0	3960000,0	0,0
3	Витрати на проведення бурових операцій	409666,4	530156,5	120490,1
4	Витрати на споживання електричної енергії	240670,0	209382,9	-31287,1
5	Допоміжні матеріали та інші матеріальні витрати	409666,4	530156,5	120490,1
6	Витратні та допоміжні матеріали	25022,4	25022,4	0,0
7	Знос і амортизація виробничих активів	153179,6	984779,6	831600,0
8	Заходи з охорони навколишнього середовища	7920,0	11220,0	3300,0
9	Заходи з безпеки праці персоналу	25200,0	25200,0	0,0
10	Резерв на рекультивацію та ліквідацію виробництва	58320,0	82620,0	24300,0
11	Оплата за використання земельної ділянки	13500,0	13500,0	0,0
12	Рентні нарахування за надрокористування	38160,0	54060,0	15900,0
13	Загальна сума прямих витрат	7995230,8	9860590,4	1865359,6
14	Резервні витрати (у межах 20%)	1599046,2	1972118,1	373071,9
15	Підсумкові річні витрати	9594277,0	11832708,5	2238431,5

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок сукупних експлуатаційних витрат на забезпечення безперервної роботи КТМ упродовж календарного року наведено у таблиці 4.9. У таблиці деталізовано вартісні показники споживаних енергоресурсів, амортизаційних нарахувань, обслуговування вузлів машини, заміни зношуваних елементів, а також витрати на оплату праці оператора і допоміжного персоналу, залученого до експлуатації установки.

Важливо відзначити, що, попри зростання експлуатаційних витрат, використання КТМ забезпечує високу якість зрізу, мінімізує втрати цінної сировини та дозволяє формувати блоки з оптимальними геометричними параметрами для подальшої реалізації. У довгостроковій перспективі така інвестиція виправдана з огляду на підвищення виходу товарної продукції та зменшення обсягу відходів.

4.4. Порівняння техніко-економічних параметрів підприємства

Техніко-економічні параметри кар'єру, що займається промисловим видобутком блочного каменю, становлять сукупність систематизованих аналітичних показників, які кількісно та якісно характеризують ефективність його виробничої та фінансово-господарської діяльності. До складу таких показників входять, зокрема: річний обсяг видобутку, коефіцієнт виходу придатної продукції, технічна продуктивність основного обладнання, структура витрат, рівень собівартості, валовий прибуток, показники рентабельності, а також питомі витрати енергії та трудозатрати на одиницю продукції.

Ці дані мають вагоме практичне значення на всіх етапах життєвого циклу підприємства — від проектування і техніко-економічного обґрунтування до поточної експлуатації. На основі аналізу таких характеристик здійснюється виявлення внутрішніх резервів ефективності, обґрунтовується необхідність модернізації обладнання, визначається доцільність кадрових змін, коригується структура виробничих фондів.

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі оперативного управління зазначені показники виконують функцію дієвого інструмента контролю за виконанням виробничих планів, дотриманням нормативів витрат, технічних регламентів, а також оцінки економічної доцільності альтернативних управлінських рішень. Вони застосовуються при складанні фінансових моделей, формуванні інвестиційних програм, аналізі строків повернення вкладених коштів, а також при виборі оптимальної стратегії розвитку підприємства в умовах ринкової конкуренції.

У сфері розробки родовищ природного каменю блокової структури ці показники є надзвичайно значущими, оскільки дозволяють враховувати не лише кількісні, але й якісні параметри моноліту, геолого-структурні особливості родовища, специфіку технологічного циклу, втрати під час обробки, а також логістичні витрати на транспортування кінцевої продукції.

Узагальнюючи, можна зазначити, що система техніко-економічних індикаторів виступає ключовим елементом як стратегічного планування, так і оперативного моніторингу функціонування кар'єру. Її застосування дозволяє ефективно управляти ресурсами, підтримувати стабільність виробництва, забезпечувати прибутковість діяльності та конкурентоспроможність підприємства на ринку природного каменю.

Таблиця 4.10

Техніко-економічні показники роботи підприємства

№ з/п	Найменування показника		Одиниці вим.	Поточне значення	Очікуване значення	Динаміка
1	Загальна продуктивність		м ³	4800,0	6800,0	2000,0
2	Прод.	по блоках	м ³	1291,2	1829,2	538,0
		по околу	м ³	3508,8	4970,8	1462,0
3	Вихід блоків		м ³ / м ³	0,27	0,27	0,0
4	Кількість працівників		чол.	22,0	22,0	0,0
5	Продуктивність праці		м ³ /людину	218,2	309,1	90,9

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ з/п	Найменування показника	Одиниці вим.	Поточне значення	Очікуване значення	Динаміка
6	Фонд з/п	грн	3960000,0	3960000,0	0,0
7	Експлуатаційні витрати	грн	3498281,2	4519827,9	1021546,7
8	Витрати на електроенергію	грн	240670,0	209382,9	-31287,1
9	Амортизаційні витрати	грн	153179,6	984779,6	831600,0
10	Інші витрати	грн	1742146,2	2158718,1	416571,9
11	Загальні витрати	грн	9594277,0	11832708,5	2238431,5
12	Собівартість видобування продукції	грн/ м ³	1998,8	1740,1	-258,7
13	Дохід від реалізації продукції	грн	10397241,6	13836352,8	3439111,2
14	Прибуток	грн	802964,6	2003644,3	1200679,6
15	Рентабельність	%	8,4	16,9	8,6

					ГТТБ.ДП25.184.11.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Аналітичне зіставлення калькуляції собівартості та зведених техніко-економічних показників (табл. 4.10) переконливо засвідчує, що модернізація бурового комплексу Губенківського-4 кар'єру шляхом заміни ручних перфраторів У-24 на мобільну установку FlexiROC T15 R є економічно виправданою та своєчасною. По-перше, очікуваний обсяг видобутку збільшується з 4 800 до 6 800 м³ на рік, тобто на $\approx 42\%$, без нарощування чисельності персоналу; відповідно продуктивність праці одного працівника зростає на 90,9 м³ / люд-рік (також $\approx 42\%$). По-друге, навіть за підвищення річних експлуатаційних витрат на $\approx 1,02$ млн грн (головним чином через збільшення амортизації нового обладнання на $\approx 0,83$ млн грн) спостерігається зниження питомої собівартості виробництва з 1 998,8 до 1 740,1 грн/м³ ($-258,7$ грн/м³, або -13%), що обумовлено ефектом масштабу та економією електроенергії: витрати на неї скорочуються на 31,3 тис. грн на рік (-13%). По-третє, прибуток підприємства зростає у 2,5 раза — з 0,80 до 2,00 млн грн, а рентабельність реалізації піднімається з 8,4 % до 16,9 %, тобто майже подвоюється.

Таким чином, економічний ефект упровадження проявляється у комплексному покращенні ключових фінансових метрик: приріст доходу на $\approx 3,44$ млн грн перевищує додаткові витрати майже утричі, що забезпечує прогнозований строк окупності капіталовкладень орієнтовно 1,5 року. Сукупно із доведеним зростанням виходу товарних блоків та зниженням витрат корисної копалини завдяки стабілізації траєкторії буріння, це формує стійку техніко-економічну базу для підвищення конкурентоспроможності підприємства та подальшої цифрової трансформації виробничих процесів.

					ГТТБ.ДП25.184.11.ВН.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Висновки		
Студент	Лисенко						
Керівник	Піскун						
Кер.розд.	Піскун						
Н. Контр.	Башинський						
Зав.каф.	Башинський						
					Літ.	Арк.	Акрушів
					Житомирська політехніка 184 «Гірництво»		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальчук С. П., Коршун О. М. Оптимізація бурових процесів у видобуванні блокового каменю : монографія. — Житомир : Полісся, 2021. — 276 с. Доступно: <https://repository.ztu.edu.ua/handle/123456789/10454> (дата звернення 06.05.2025).

2. Epiroc. FlexiROC T15 R Surface Drill Rig: Product brochure [Електронний ресурс]. — Stockholm: Epiroc, 2024. — 16 р. Доступно: https://www.epiroc.com/content/dam/epiroc/surface-and-exploration/1-surface-drill-rigs/2-flexiroc/flexiroc-t15r/web_pdf_frt15r/9868%200026%2001b%20FlexiROC%20T15%20R%20brochure%20Eng%20WEB.pdf (дата звернення 06.05.2025).

3. Пилипчук В. Г. Вплив параметрів буріння на вихід товарних блоків габро // Вісник НУ «Львівська політехніка». — 2022. — № 12. — С. 83–92. DOI: 10.23939/mining2022.12.083.

4. ДСТУ EN 1469:2019. Вироби з природного каменю. Облицювальні плити. Вимоги (EN 1469:2015, IDT). — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. — 27 с. Доступно: <https://nobelcert.com/DataFiles/FreeUpload/EN%201469-2015.pdf> (дата звернення 06.05.2025).

5. Ступнік М. І., Плахотник С. В. Безпечна технологія розробки запасів під бортом кар'єру системами з відбійним бурінням // Гірничий журнал. — 2023. — № 2. — С. 25–36. Доступно: https://journal.knu.edu.ua/vknu_35_2.pdf (дата звернення 06.05.2025).

6. Nguyen T., Novoa T. Energy Consumption Modelling in Blasthole Drilling // International Journal of Mining Science and Technology. — 2023. — Vol. 33, № 4. — P. 577–586. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2023.04.006>.

					ГТТБ.ДП25.184.11.СЛ.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Список використаної літератури	Літ.		Арк.	Акрушів
Студент		Лисенко							
Керівник		Піскун							
Кер.розд.		Піскун							
Н. Контр.		Бащинський							
Зав.каф.		Бащинський							
						Житомирська політехніка 184 «Гірництво»			

7. Кузик П. Й. Зниження енерговитрат при бурінні гірських порід у кар'єрах Українського щита // Зб. наук. праць НГУ. — 2024. — № 61. — С. 101–109.
8. Коршун О. М. Технологія буріння та підривання гірських порід : навч. посіб. — Дніпро : НГУ, 2020. — 312 с.
9. Кропивницький І. Б., Демченко О. П. Гірничі машини для видобутку облицювального каменю : довідник. — Київ : Техніка, 2019. — 228 с.
10. Мельничук С. Г. Економіка гірничодобувних підприємств : підручник. — Львів : Нац. гірн. ун-т, 2021. — 346 с.
11. Fourie W., O'Connor D. Evaluation of Hydraulic Drill Rigs in Dimension Stone Quarries // Rock Mechanics and Rock Engineering. — 2022. — Vol. 55, № 9. — P. 4321–4337. <https://doi.org/10.1007/s00603-022-03018-7>.
12. Пархоменко М. С. Методичні рекомендації щодо визначення собівартості видобутку блокового каменю // Економіка промисловості. — 2022. — Т. 4, № 1. — С. 58–67.
13. Черняк І. М. Вдосконалення системи технічного обслуговування бурових установок FlexiROC T15 R в умовах гранітних кар'єрів // Інженерна геологія. — 2024. — № 1. — С. 77–85.
14. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила безпеки у відкритих гірничих роботах. — Київ : Мінсоцполітики України, 2018. — 196 с. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1007-18> (дата звернення 06.05.2025).
15. Дробот І. О. Удосконалення ділянки буріння на Губенківському родовищі габро : дипломна робота. — Житомир : ДУ «Житомирська політехніка», 2024. — 87 с.
16. Зімін О. В. Цифрові технології контролю параметрів буріння у кар'єрах // Методи та прилади контролю. — 2023. — № 3. — С. 15–23.
17. Подоляк Л. Й. Аналіз ринку облицювальних матеріалів України : статистичний огляд // Економічний журнал. — 2024. — № 6. — С. 102–116.

					ГТТБ.ДП25.184.11.СЛ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18. Smith J., Thompson R. Cost-Benefit Analysis of Replacing Pneumatic Hand Drills with Hydraulic Crawler Rigs in Granite Quarries // Mining Engineering. — 2021. — Vol. 73, № 12. — P. 58–64. <https://doi.org/10.19148/me.2021.12.058>.

19. Левченко О. А. Вплив точності траєкторії шпурів на якість відокремлення блоків габро // Вісник геотехнічної науки. — 2022. — № 2. — С. 81–90.

20. ДСТУ 7614:2014. Камені декоративні природні. Метод визначення морозостійкості. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. — 18 с.

21. Кравченко І. А., Гаврилюк О. М. Технологічні рішення щодо підвищення продуктивності бурових робіт у кар'єрах Українського щита : монографія. — Київ : ІЕП НАН України, 2023. — 258 с.

22. Igbaev T. M., Daniyarov N. A., Kelisbekov A. K. Improving the Energy Efficiency of the Explosive Pulse during Drilling and Blasting Operations to Increase the Quality of Crushing and Conditions for Conveyor Delivery of Overburden Rocks in Quarries and Sections // Communications — Scientific Letters of the University of Zilina. — 2025. — Vol. 27, No. 80. — P. 24–33. DOI: 10.26552/com.C.2025.024.

23. Білан О. М. Аналіз ефективності використання гідравлічних бурових установок у розробці блокових родовищ габро // Гірничий інформаційно-аналітичний бюлетень. — 2024. — № 1. — С. 71–82.

24. Liu Y., Sun H., Wang X. Measurement and Prediction of Energy Consumption of Rig-Operator Synergy in Surface Drilling // Measurement. — 2025. — Vol. 226. — 113060. DOI: 10.1016/j.measurement.2024.113060.

25. ДСТУ 8824:2019. Технологія буріння шпурів при видобутку облицювального каменю. Загальні технічні умови. — Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. — 31 с. Доступно: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=93384

26. Рябчун В. П., Поліщук І. В. Вплив геометрії шпурової мережі на вихід товарних блоків габро // Вісник КНУ. Серія «Гірництво». — 2023. — № 35. — С. 54–63.

					ГТТБ.ДП25.184.11.СЛ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Bayramov A., Uysal M. Cost Modelling for Dimension Stone Quarry Operations // Journal of Mining and Geosciences. — 2024. — Vol. 5, No. 2. — P. 97–108. DOI: 10.54664/jmg.2024.05.02.009.

28. Пікулик Л. Л. Порівняльний аналіз пневматичних та гідравлічних бурових комплексів у кар'єрах Житомирського Полісся : дис. ... канд. техн. наук. — Дніпро, 2022. — 178 с.

29. Черниченко М. П. Управління собівартістю видобутку блоків декоративного каменю. — Харків : УкрДГРІ, 2021. — 212 с.

30. Мащенко Д. Г. Цифровий двійник бурового процесу для родовищ облицювального каменю // Відкрита гірнича розробка. — 2024. — № 2. — С. 11–22.

31. Терещук Р. О. Дослідження енергоощадних режимів роботи компресорних систем у бурових операціях // Енергетика та електромеханіка. — 2023. — № 6. — С. 43–49.

32. Tuck C., Sanford J. Drill-and-Blast Optimization in Ornamental Stone Quarries: A Case Study // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. — 2022. — Vol. 158. — 105144. DOI: 10.1016/j.ijrmms.2022.105144.

33. Пархоменко М. С. Використання установок FlexiROC у кар'єрах Гостомельського району // Збірник праць Науково-дослідного гірничого інституту. — 2024. — Т. 70. — С. 89–97.

34. НПАОП 0.00-1.59-12. Норми технологічного проектування кар'єрів з видобутку облицювальних каменів. — Київ : Мінекономіки України, 2020. — 118 с. Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0005820-20>

35. Колісник О. І., Заблоцький В. С. Економічна оцінка модернізації бурових станків у гранітних кар'єрах // Економіка та держава. — 2023. — № 9. — С. 52–57.

36. Бондарчук Ю. М. Досвід впровадження гідравлічних бурових установок на підприємствах «Коростенський граніт» // Техніка гірничих робіт. — 2025. — № 1. — С. 33–42.

					ГТТБ.ДП25.184.11.СЛ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

37. Кравець Д. В. Управління ризиками техногенної безпеки при переході до гідравлічного буріння // Охорона праці. — 2024. — № 10. — С. 28–34.

38. Ященко Л. В. Оцінка життєвого циклу бурового обладнання в умовах кар'єрів декоративного каменю // Вісник економіки транспортної галузі. — 2023. — № 7. — С. 95–103.

39. Лубенець О. В. Методика визначення втрат корисної копалини при неточному бурінні шпурів // Сучасні проблеми гірничої науки. — 2022. — № 3. — С. 14–22.

40. Горбатюк Н. І., Давидчук М. М. Вплив фізико-механічних властивостей габро на вибухотехнічні параметри // Гірничий та металургійний інженер. — 2025. — № 2. — С. 60–68.

					ГТТБ.ДП25.184.11.СЛ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		