

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

Форма № Н-9.02

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

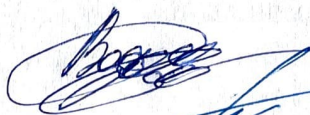
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи
бакалавра

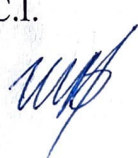
на тему: «Розроблення проектних рішень з нарощування продуктивності в умовах Іршансько-гірничого збагачувального комбінату кар'єру № 9»

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




Виконавець: Кириленко В.В.

Керівник: Башинський С.І.

Рецензент: Шамрай В.І. 

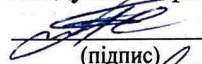
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

(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)

Бабинський С.І.

(Прізвище та ініціали)

“05”  2025 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Кириленко Вадим Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення проектних рішень з нарощування продуктивності в умовах Іршансько-гірничого збагачувального комбінату кар'єру № 9

Керівник роботи

к.т.н., доц. Бабинський Сергій Іванович

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

затверджені наказом ректора Житомирської політехніки від «10» 09 2025 р. № 1474-с

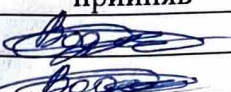
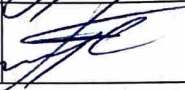
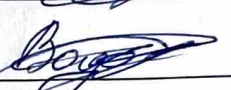
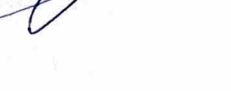
2. Строк подання студентом роботи: 24 Серпень 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: геологічні, гідрогеологічні та виробничі дані кар'єру №9; паспорти обладнання; карти водопостачання; економічний річний звіт по оперативній діяльності підприємства; набір вихідної графічної документації; відомості по запасах корисних копалин.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): характеристика геологічної будови Межирічного родовища; опис діючої технології добування та первинного збагачення на ІГЗК; охорона праці та безпеки гірничих робіт; техніко-економічні показники (трудові ресурси, структуру витрат, собівартість і економічне обґрунтування запроваджених рішень).

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Зведений план гірничих виробок на 2025 рік по Кар'єру №9; План розвитку гірничих робіт на 2025 рік по кар'єру №9; Паспорт ведення розкривних робіт ЕК-10/70; Паспорт організації спільної роботи екскаватора ЕК-10/70 та гідромонітора; Загальний вигляд гідромонітору ГМД-250; Конструкція запропонованої до використання насадки з компенсатором; Техніко-економічні показники роботи підприємства.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Башинський С.І.		
Розділ 2	Башинський С.І.		
Розділ 3	Башинський С.І.		
Розділ 4	Башинський С.І.		
Графічні додатки	Башинський С.І.		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

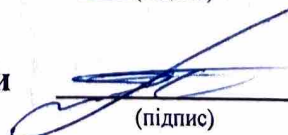
№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір і систематизація вихідних даних	01.09.2025-03.09.2025	Отримання геол., гідрогеол. та виробничих даних кар'єру №9; паспорти обладнання, карти водопостачання.
2	Вступ. Характеристика району й підприємства	04.09.2025-06.09.2025	Географія, адміністративне положення, клімат, енерго- та водопостачання та сучасний стан ІГЗК.
3	Розділ 1. Геологічна будова, якість сировини	07.09.2025-09.09.2025	Літологія, потужність шарів, вміст ільменіту, кондиції, вимоги споживачів.
4	Розділ 2. Характеристика діючої технологічної схеми	10.09.2025	Опис і розрахунок пропускних спроможностей вузлів (гідромонітори, екскаватори, грохочення, сепарація).
5	Розробка рішень з підвищення продуктивності	11.09.2025-14.09.2025	Оптимізація параметрів струменя гідротранспорту, варіанти компоновки; порівняльні розрахунки.
6	Розділ 3. Охорона праці та довкілля	15.09.2025-16.09.2025	Ідентифікація небезпек, оцінка ризиків, заходи ПБ.
7	Розділ 4. Економічна частина (ТЕО)	17.09.2025-18.09.2025	Розрахунок експлуатаційних витрат та собівартості видобування одиниці продукції, економічна оцінка запропонованих рішень, розрахунок прибутку та рентабельності.
8	Графічна частина	19.09.2025-22.09.2025	Схеми, графіки, креслення, їх підготовка до друку.
9	Висновки, анотації, список джерел	23.09.2025	Формулювання висновків та оформлення ПЗ і графічних додатків

Студент


(підпис)

Кириленко В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Башинський С.І.
(прізвище та ініціали)

Я, **Кириленко В.В.**, цим засвідчую, що представлена до захисту бакалаврська робота на тему: «Розроблення проектних рішень з нарощування продуктивності в умовах Іршансько-гірничого збагачувального комбінату кар'єру № 9» 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».

«24» 09 2025 р.



(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА.....	11
1.1. Стратиграфічний і літологічний опис юрського блоку Межирічного родовища.....	11
1.2. Геолого-структурна та гірничотехнічна характеристика юрської ділянки Межирічного родовища	11
1.3. Гідрогеологічна характеристика юрського блоку Межирічного родовища.	12
1.4. Петрографо-хімічна оцінка ільменітової сировини	13
1.5. Мінералогічна та якісна характеристика спільно залягаючих корисних копалин	16
1.6. Балансові запаси.....	18
Висновок до розділу 1	19
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДОБУВАННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН	21
2.1. Відомості про підприємство	21
2.1.1. Загальна інформація про підприємство	21
2.1.2. Морфологічні та гідрографічні характеристики території проведення гірничих робіт	22
2.1.3. Кліматичні особливості території розробки родовища.....	23
2.2. Інженерно-технологічні рішення з розкриття родовища	23
2.3. Система розробки родовища	24

					ГТТБ.ДП25.184.01.ЗМ.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Кириленко В.В.			Зміст			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Башинський С.І.								
Кер.розд.		Башинський С.І.						Житомирська політехніка 184 «Гірництво»		
Н. Контр.		Башинський С.І.								
Зав.каф.		Башинський С.І.								

2.4. Організація розкривних робіт.....	25
2.5. Організація видобувних робіт	28
2.5.1. Визначення потреби у водних ресурсах та розрахунок потужності насосних агрегатів	28
2.5.2 Технологічна схема проведення гідромоніторного розмиву та визначення потреби в кількості гідромоніторів	31
2.5.3 Обчислення параметрів гідромоніторного вибою	34
2.6. Формування відвалів	42
2.7. Відновлення територій, трансформованих унаслідок відкритого видобування корисної копалини	42
2.8. Електропостачання кар'єру	43
2.9. Водовідлив.....	44
Висновок до розділу 2	44
РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ ОХОРОНИ ПРАЦІ	47
3.1. Загальні відомості	47
3.2. Заходи з забезпечення безпеки гірничих робіт.....	50
Висновок до розділу 3	53
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПІДПРИЄМСТВА.....	54
4.1. Визначення обсягів трудових ресурсів і фінансових витрат на оплату праці	54
4.2. Розрахунок вартості виробництва за умов кар'єру №9 Іршанського ГЗК ...	57
4.3.1. Розрахунок вартості зняття розкриву.....	57
4.3.2. Розрахунок вартості паливно-мастильних матеріалів.....	58
4.3.4. Розрахунок витрат на електроенергію	60

					ГТТБ.ДП25.184.01.3М.ПЗ	

4.4 Розрахунок собівартості видобування та економічне обґрунтування запропонованих рішень.....	60
Висновок до розділу 4	65
ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	69

					ГТТБ.ДП25.184.01.3М.ПЗ	

ВСТУП

Стійке забезпечення титанової сировини є критичним чинником для пігментної, металургійної та високотехнологічної галузей. В умовах інтеграції України у глобальні ланцюги поставок підвищення продуктивності на діючих кар'єрах Іршанського гірничо-збагачувального комбінату (ІГЗК) набуває беззаперечної актуальності. Об'єктом дослідження є кар'єр № 9 Юрської ділянки Межирічного родовища, що відпрацьовується екскаваторно-гідравлічним методом із застосуванням гідромоніторів та замкненої системи водопостачання. Підприємство функціонує як структурна одиниця філії «Іршанський ГЗК» АТ «Об'єднана гірничо-хімічна компанія»; розробка першої черги розпочата у III кварталі 2005 р., проєктна потужність — 850 тис. м³ рудних пісків на рік. Кар'єр розташований у Хорошівському районі Житомирської області, приблизно за 2 км від смт Іршанськ; чорновий концентрат після первинної переробки подається на фабрику № 3 і далі — на прирейкову базу, що сполучена зі станцією Нова Борова.

Географічно й адміністративно ділянка належить до Житомирського Полісся з помірно хвилястим моренно-зандровим рельєфом та загальним північно-східним ухилом поверхні. Клімат помірно континентальний: середньорічна температура становить +6...+7 °С, зима триває 95–110 діб зі сніговим покривом 10–30 см; річна сума опадів — орієнтовно 570 мм. Гідрографічна мережа розвинена, територія належить до басейну струмка Рихта — правої притоки р. Тростяниця. Такі умови сприятливі для гідромеханізованої технології, але потребують організованого водовідливу й контролю за рівнями ґрунтових вод. Джерела енергопостачання — мережі ІГЗК відповідно до проєктних рішень; водопостачання виробництва — замкнений цикл із застосуванням насосних агрегатів типів Warman/ГРАТ та хвостового господарства.

					ГТТБ.ДП25.184.01.ВС.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент		Кириленко В.В.			Вступ	Літ.	Арк.
Керівник		Башинський С.І.					Аркушів
Кер.розд.		Башинський С.І.					
Н. Контр.		Башинський С.І.				Житомирська політехніка 184 «Гірництво»	
Зав.каф.		Башинський С.І.					

Сировинна база кар'єру № 9 представлена ільменітовмісними пісками промислового горизонту, сформованими алювіальними та алювіально-делювіальними відкладами верхньої юри та нижньої крейди, що залягають на каоліновій корі вивітрювання. Товщина продуктивного пласта коливається від 1,0 до 22,0 м (у середньому 13,1 м) при середній потужності розкриву 9,2 м; середній вміст ільменіту в рудоносних пісках — близько 50 кг/м³. Хімічні й мінералогічні характеристики ільменіту за кварталними вибірками 2020 р. засвідчують типові для ІГЗК значення TiO₂ на рівні ≈60–64 % із контрольованими домішками P₂O₅ та Cr₂O₃. Для споживачів концентрату ключовими є стабільність вмісту TiO₂, обмеження фосфору та хрому, а також відтворюваність гранулометричного складу — ці параметри визначають збутову кондиційність продукції та ефективність подальшого збагачення.

Історично запаси Межирічного родовища розвідані та передані ІГЗК у 1959 р.; їх переоцінка й затвердження у 2018 р. підтвердили промислову значущість ділянки. Станом на початок 2020 р. у проєктному контурі кар'єру (категорії В+С₁) обліковано 6 507,1 тис. м³ пісків із 404,4 тис. т ільменіту (еквівалентно 254,2 тис. т TiO₂); після планового погашення протягом року очікуваний залишок на 01.01.2021 р. становив 5 628,7 тис. м³, або 359,3 тис. т ільменіту та 226,1 тис. т TiO₂. Така динаміка зумовлює необхідність переосмислення технологічних режимів, оптимізації параметрів гідророзмиву, водного транспорту та розкривних робіт для стримування собівартості на фоні природної неоднорідності пласта.

Сучасний технологічний комплекс ІГЗК охоплює гідромонітори ГМД-250, крокуючі екскаватори ЕШ-10/70, систему грохочення, обезшламлення, гвинтової сепарації та зневоднення, які у взаємодії забезпечують одержання «чорнового» концентрату з подальшим доведенням до товарного. Логістичний ланцюг «кар'єр — фабрика первинної переробки — фабрика № 3 — прирейкова база» опирається на діючу транспортну інфраструктуру регіону й передбачає мінімізацію водних втрат завдяки замкненому водообігу. Водночас геологічні та гідрогеологічні особливості (висока варіабельність розмивистості, локальні підпірні води,

					ГТТБ.ДП25.184.01.ВС.ПЗ	Арк.А
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

різномірність порід) обмежують паспортну продуктивність обладнання, що безпосередньо мотивує пошук і впровадження проєктних рішень із нарощування видобутку без погіршення якості концентрату та підвищення екологічних ризиків.

Мета дипломної роботи — обґрунтувати та розробити сукупність проєктних рішень, спрямованих на нарощування продуктивності кар'єру № 9 за умов збереження кондиційності продукції, дотримання вимог безпеки та оптимізації витрат. Об'єкт дослідження — технологічний процес відкритої гідравлічної розробки ільменітовмісних пісків; предмет дослідження — параметри гідромоніторного вибою, водно-енергетичне забезпечення, організація розкривних і видобувних робіт, а також відвалоутворення в контексті продуктивності.

Для досягнення поставленої мети у роботі вирішуються такі взаємопов'язані завдання: систематизувати геолого-структурні, гідрогеологічні та якісні характеристики Юрської ділянки; надати виробничо-географічну характеристику підприємства з урахуванням клімату, енерго- та водопостачання й транспортної мережі; проаналізувати чинну систему розкриття й розробки родовища; визначити потребу у водних ресурсах та параметри насосних станцій; оптимізувати схему гідромоніторного розмиву і параметри вибою; встановити раціональні підходи до формування відвалів і рекультивації; обґрунтувати заходи з охорони праці; виконати техніко-економічну оцінку запропонованих рішень і підтвердити їх ефективність для кар'єру № 9.

Таким чином, вступ окреслює актуальність і значущість тематики, характеризує об'єкт і умови функціонування підприємства, формулює мету та завдання дослідження, що надалі розкриваються в розділах роботи — від геологічного підґрунтя до техніко-економічного обґрунтування розроблених проєктних рішень.

Дипломна робота має наступну структуру: вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел із 43 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 66 сторінок, з яких: 10 таблиць, 3 рисунки та 0 додатків.

					ГТТБ.ДП25.184.01.ВС.ПЗ	Арк.А
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ МЕЖИРІЧНОГО РОДОВИЩА

1.1. Стратиграфічний і літологічний опис юрського блоку Межирічного родовища

Юрська ділянка належить до числа давніх розсіпів, які знаходяться під наносним шаром розкритих порід. Вона перекрита товщею четвертинних водно-льодовикових та алювіальних відкладів. Продуктивний горизонт представлений алювіальними й алювіально-делювіальними формаціями верхньоярського віку (батський – байоський яруси, J₂bt–b), а також нижньокрейдовими відкладами (аптський – альбський яруси, K₁al–a). Ці комплекси залягають на підстилюючій безрудній товщі, утвореній більш давньою корою вивітрювання (eMz–Kz).

1.2. Геолого-структурна та гірничотехнічна характеристика юрської ділянки Межирічного родовища

У геологічній структурі Межирічного родовища беруть участь відклади континентального та морського походження різного віку, які сформувалися на каоліновій корі вивітрювання основних порід Володарсько-Волинського масиву, що належить до Коростенського інтрузивного комплексу. Промисловий горизонт представлений головним чином піщанистими вторинними каолінами, часто із включеннями гравію та дрібної гальки, а також каолінізованими пісками, що поступово переходять одні в одних. Додатково в його складі зустрічаються піщано-кременисті різновиди.

Вологі піщані каоліни відзначаються високою в'язкістю та утрудненим розпушенням, тоді як каолінізовані піски демонструють в'язкі властивості переважно у перехідній зоні, а в нижніх горизонтах шару вони пухкі та часто

					ГТТБ.ДП25.184.01.01.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент	Кириленко В.В.				Характеристика геологічної будови Межирічного родовища			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Башинський С.І.									
Кер.розд.	Башинський С.І.							Житомирська політехніка 184 «Гірництво»		
Н. Контр.	Башинський С.І.									
Зав.каф.	Башинський С.І.									

містять слабонапірні води. Товщина продуктивного пласта змінюється в межах від 1,0 до 22,0 м, із середнім значенням 13,1 м. Потужність розкривних порід коливається від 5,0 до 17,0 м, у середньому – 9,2 м. У рудоносних пісках середній вміст ільменіту становить 50,1 кг/м³. Каолінова кора вивітрювання габро-лабрадоритів слугує підшоною розсипу й на окремих ділянках характеризується підвищеною концентрацією ільменіту. Нижче за розрізом трапляються вивітрені габро та лабрадорити Володарсько-Волинського комплексу [14].

Породоутворюючими мінералами є кварц, каолініт і польові шпати, тоді як провідним рудним компонентом виступає ільменіт. Товщина супутнього корисного шару будівельних пісків варіює від 0,5 до 3,3 м, у середньому сягаючи 2,3 м. Розкривними породами для цього шару слугує торф'яно-піщана товща потужністю близько 0,5 м.

1.3. Гідрогеологічна характеристика юрського блоку Межирічного родовища

Гідрогеологічні умови Межирічного родовища формуються під впливом кліматичних чинників, морфології рельєфу та особливостей геологічної будови. Серед наведених факторів ключове значення має саме геологічна структура, оскільки вона визначає закономірності накопичення та поширення підземних вод. У гідрогеологічному відношенні досліджувана територія належить до басейну струмка Рихта, який є правою притокою річки Тростяниця. За хімічним складом ґрунтові води відносяться до гідрокарбонатно-кальцієво-магнієвого типу з підвищеною концентрацією агресивних кислотних компонентів [13].

На значній частині кар'єрного поля рівень ґрунтових вод є невеликим, коливаючись у межах від 0,3 до 1,5 м, місцями досягаючи глибини 4,5 м. Найглибше вони залягають у зонах, приурочених до вододілів між річками Ірша та Тростяниця. У деяких локальних зниженнях рівень вод підходить безпосередньо до поверхні землі, що зумовлює утворення заболочених ділянок. Динаміка рівня ґрунтових вод у більшості випадків визначається кількістю атмосферних опадів, а

					ГТТБ.ДП25.184.01.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водоносні властивості порід залежать від вмісту в них глинистих фракцій. Гідрогеологічні умови розробки Юрської ділянки можна охарактеризувати як відносно прості. Враховуючи, що на території одночасно функціонує кар'єр № 8, який перехоплює частину водного притоку, вплив підземних вод у межах кар'єру № 9 істотно знизився.

1.4. Петрографо-хімічна оцінка ільменітової сировини

Ільменіт, що виступає основною титановою рудою, належить до літофільних елементів. Він не формує природних сульфідів, арсенідів чи солей слабких кислот, оскільки сам по собі характеризується властивостями слабкої основи. Утворення ільменіту в гідротермальних умовах малоімовірно, натомість у вигляді летких сполук галогенідного та сульфідного типу (наприклад, TiCl_4) він фіксується у складі природних конденсатів вулканічних газів у кількості до 5,52 мг/дм³. У структурі мінералу атом титану представлений п'ятьма стабільними ізотопами: ⁴⁸Ti (73,95 %), ⁴⁶Ti (7,95 %), ⁴⁷Ti (7,75 %), ⁴⁹Ti (5,51 %) та ⁵⁰Ti (5,34 %). Серед радіонуклідів присутній ⁴⁵Ti з періодом напіврозпаду близько 3 годин та ⁴⁴Ti із періодом 47 років, які трапляються незначно й не нормуються, хоча мають радіотоксичні властивості. Титан як елемент вирізняється високою міцністю, поєднаною з пластичністю при підвищених температурах, а також стійкістю до дії агресивних хімічних середовищ, магнітних та електричних полів.

У межах продуктивного пласта ільменіт розподілений нерівномірно: його концентрація в розсипних відкладах коливається від кількох одиниць до 238,0 кг/м³, тоді як у корі вивітрювання вона становить 10–35 кг/м³. Мінералогічний та хімічний склад ільменіту наведено у таблицях 1.1 та 1.2. У таблиці 1.3 подано співвідношення потужностей пісків і вторинних каолінів у межах промислового горизонту та показники виходу зернистої маси за літологічними характеристиками. Прогнозні дані щодо складності розмивання порід промислового шару подано в таблиці 1.4.

					ГТТБ.ДП25.184.01.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1

Мінералогічна характеристика первинних «пісків» кар'єру № 9 (2020 р)

Часовий проміжок	Вміст	Масова частка мінералів в шліху, %									
		Е-тна фракція						Неел-на фракція			
		FeTiO ₃	Fe ²⁺ (Fe ³⁺ , Ti) ₂ O ₄	FeO(OH)·nH ₂ O	FeCO ₃	(Ca(Mg,Fe,Al)(Si,Al) ₂ O ₆)	FeS ₂	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (F,Cl,OH)	TiO ₂	FeS ₂	ZrSiO ₄
Квартал I	Мін.	5.9	-	зн.	зн.	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	Макс.	9.9	-	0.4	0.3	-	2.0	0.3	0.3	0.7	0.2
	Сер.	7.6	-	0.3	0.2	-	1.0	0.2	0.2	0.5	0.2
Квартал II	Мін.	5.9	-	зн.	0.1	-	0.1	0.1	зн.	0.1	зн.
	Макс.	8.9	-	0.4	0.4	-	2.0	0.3	0.6	0.9	0.2
	Сер.	7.2	-	0.3	0.3	-	0.8	0.2	0.3	0.6	0.1
Квартал III	Мін.	6.8	-	0.1	0.1	-	0.1	зн.	зн.	0.2	0.1
	Макс.	9.2	-	0.3	0.4	-	0.4	0.3	0.6	0.9	0.2
	Сер.	8.3	-	0.2	0.3	-	0.3	0.2	0.3	0.6	0.2
Квартал IV	Мін.	7.2	-	0.2	0.1	-	0.1	зн.	зн.	0.1	0.1
	Макс.	13.5	-	0.5	0.3	-	0.3	0.3	0.2	0.7	0.2
	Сер.	9.5	-	0.4	0.2	-	0.2	0.2	0.1	0.5	0.2

Таблиця 1.2

Хімічна характеристика ільменіту по кар'єру № 9 у 2020 році

Часовий проміжок		Масова доля домішок в ільменіті, %				
		TiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
Квартал I	Мін.	61.5	6.82	19.97	0.153	0.034
	Макс.	64.8	7.90	21.58	0.162	0.037
	Сер.	63.0	7.18	20.90	0.144	0.035
Квартал II	Мін.	61.5	6.82	17.6	0.117	0.029
	Макс.	65.3	16.9	21.6	0.144	0.034
	Сер.	62.3	11.9	19.6	0.131	0.032
Квартал III	Мін.	55.2	12.2	17.6	0.108	0.029
	Макс.	64.2	16.9	22.4	0.117	0.044
	Сер.	60.5	14.6	19.9	0.113	0.037
Квартал IV	Мін.	59.0	6.10	19.9	0.146	0.037
	Макс.	66.9	8.80	21.2	0.176	0.044
	Сер.	63.6	7.41	20.5	0.160	0.041

					ГТТБ.ДП25.184.01.01.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 1.3

**Розподіл виходу зернистої маси у промисловому шарі відповідно до
літологічної будови за 2020 р.**

Часовий проміжок	Значення виходу зернистої маси за шаром, %	Значення виходу зернистої маси в пісках та каолінах, %
Квартал I	54.7	Пісок – 59.5 %, каолін – 37.7 %
Квартал II	50.7	Пісок – 54.0 %, каолін – 28.4 %
Квартал III	43.8	Пісок – 55.0 %, каолін – 23.0 %
Квартал IV	53.0	Пісок – 63.3 %, каолін – 32.8 %

Таблиця 1.4

Співвідношення розмивистості порід промислового шару за 2020 рік

Часовий проміжок	Складність розмивання	Співвідношення, %
I квартал	Дуже важко розмиваються	20
	Важко розмиваються	24
	Середня важкість розмивання	26
	Легко розмиваються	30
II квартал	Дуже важко розмиваються	19
	Важко розмиваються	26
	Середня важкість розмивання	25
	Легко розмиваються	30
III квартал	Дуже важко розмиваються	22
	Важко розмиваються	25
	Середня важкість розмивання	26
	Легко розмиваються	27
IV квартал	Дуже важко розмиваються	25
	Важко розмиваються	30
	Середня важкість розмивання	19
	Легко розмиваються	26

					ГТТБ.ДП25.184.01.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5. Мінералогічна та якісна характеристика спільно залягаючих корисних копалин

Супутньою корисною копалиною в межах юрської ділянки Межирічного родовища виступають кварцові дрібнозернисті піски четвертинного віку. У 2016 році було проведено спеціальні дослідження з метою визначення придатності цих пісків для використання у будівельних розчинах відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.7-32-95 «Піски для виготовлення будівельних розчинів, окрім оздоблювальних» та пункту «Піски для дорожнього будівництва».

Якісні параметри пісків наведено за результатами попередньої геолого-економічної оцінки 2016 року. Порівняння фактичних характеристик із нормативними значеннями, встановленими стандартом ДСТУ Б.В.2.7-32-95, подано у таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Співставлення фактичних якісних характеристик пісків із нормативними вимогами ДСТУ Б.В.2.7-32-95

Параметр	Вимоги ДСТУ Б.В.2.7-32-95	Фактичні значення		
		середнє	від	до
Модуль крупності	1-2.2	1.6	1.2	2.1
Вміст фракції з зернами розміром більше 5 мм, не має перевищувати	0.5 %	0	0	0
Вміст фракції з зернами розміром менше 0,16 мм, не має перевищувати	20 %	9.84	0.73	21.77
Вміст глинистих часток, не має перевищувати	7 %	4.16	0.94	7.10

Як свідчать наведені у таблиці дані, алювіальні піски повністю відповідають встановленим нормативним вимогам та можуть використовуватися як для виготовлення будівельних розчинів, так і в дорожньому будівництві. Детальний

					ГТТБ.ДП25.184.01.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. За фракційним складом (>5 мм, 1,25 мм та $<0,16$ мм) матеріал відповідає нормам ДСТУ Б.В.2.7-32-95.

Таким чином, за результатами досліджень і згідно з вимогами ДСТУ Б.В.2.7-29-95, піски покривних товщ Юрської ділянки Межиріченського родовища класифікуються як природні рядові матеріали, що відносяться до класу щільних, групи важких, переважно дрібнозернисті та дуже дрібнозернисті. Вони характеризуються середнім і високим вмістом пилюватих та глинистих фракцій і низьким рівнем органічних домішок.

Згідно з положеннями ДБН В.1.4-0.02-97, ці піски належать до I класу та можуть застосовуватися у всіх видах будівництва без обмежень. За якісними характеристиками четвертинні піски кар'єру Юрської ділянки Межирічного родовища задовольняють вимоги ДСТУ Б.В.2.7-32-95 і придатні для виготовлення будівельних розчинів, силікатної цегли та каменю, а також як в'язучий компонент щільних силікатних бетонів. Крім того, вони можуть використовуватися в дорожньому будівництві, для благоустрою територій та рекультиваційних робіт.

1.6. Балансові запаси

Сировинна база кар'єру сформована за рахунок балансових запасів категорій $B+C_1+C_2$ Юрської ділянки Межирічного родовища, які були розвідані та передані у розпорядження Іршанського ГЗК Житомирською геологорозвідувальною експедицією ще у 1959 році.

У 2018 році приватним підприємством «КАІ» здійснено повторну геолого-економічну оцінку запасів титанових руд Межирічного родовища. На основі цих робіт підготовлено звіт під назвою «Повторна геолого-економічна оцінка запасів Межирічного родовища титанових руд – ділянки Середня, Емілівська, Юрська, Осінова та Букінська» із підрахунком запасів станом на 01.01.2018 року (ПП «КАІ», 2018) [6].

					ГТТБ.ДП25.184.01.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На початок 2020 року у проектному контурі кар'єра (категорії В+С₁) було обліковано 6507,1 тис. м³ рудних пісків. Вміст ільменіту в цих запасах оцінювався на рівні 404,4 тис. т, що відповідало 254,2 тис. т діоксиду титану (TiO₂). Упродовж 2020 року передбачалося погашення частини балансових запасів, яке становило 878,4 тис. м³, що відповідало вилученню 45,1 тис. т ільменіту й 28,1 тис. т TiO₂. Таким чином, станом на 1 січня 2021 року очікуваний залишок у межах проектного контуру кар'єра оцінювався у 5628,7 тис. м³ рудних пісків. Цей обсяг містив 359,3 тис. т ільменіту та 226,1 тис. т діоксиду титану.

Протягом року відбулося зменшення запасів майже на 13,5 % за об'ємом рудних пісків, тоді як вміст ільменіту та діоксиду титану скоротився відповідно на 11,2 % і 11,0 %. Це свідчить про поступове вичерпання балансових запасів у межах кар'єра, що об'єктивно зумовлює необхідність стратегічного планування подальшої розробки та раціонального використання залишкового потенціалу родовища.

Висновок до розділу 1

Юрська ділянка Межирічного родовища сформована алювіальними та алювіально-делювіальними відкладами верхньої юри (J2bt–b) і нижньої крейди (K1al–a), що залягають на каоліновій корі вивітрювання; промисловий горизонт представлений піщанистими вторинними каолінами та каолінізованими пісками, які закономірно змінюються по розрізу.

Потужність продуктивного пласта варіює від 1,0 до 22,0 м (у середньому 13,1 м) при середній потужності розкриття 9,2 м; середній вміст ільменіту в рудоносних пісках становить 50,1 кг/м³. Гідрогеологічні умови відносно прості: ґрунтові води гідрокарбонатно-кальцієво-магнієвого складу залягають переважно на глибинах 0,3–1,5 м, їхній вплив додатково послаблюється завдяки перехопленню притоку кар'єром № 8.

					ГТТБ.ДП25.184.01.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ільменіт розподілений нерівномірно (від одиниць до 238 кг/м³ у розсипних відкладах), хімічні показники коливаються в межах, прийнятних для подальшого збагачення (типові середні значення TiO₂ ~60–64 % за кварталними вибірками 2020 р.).

Супутні четвертинні кварцові піски відповідають ДСТУ Б.В.2.7-32-95 та ДСТУ Б.В.2.7-29-95, належать до I класу за ДБН В.1.4-0.02-97 і можуть використовуватися у всіх видах будівництва без обмежень [1].

Стан балансових запасів на початок 2020 р. (6 507,1 тис. м³; 404,4 тис. т ільменіту; 254,2 тис. т TiO₂) та очікувані залишки на 01.01.2021 р. після погашення (5 628,7 тис. м³; 359,3 тис. т ільменіту; 226,1 тис. т TiO₂) фіксують зниження на 13,5 % за об'ємом і ~11 % за вмістом ільменіту/TiO₂ протягом року. Сукупність цих факторів визначає стабільну, технологічно керовану сировинну базу з прогнозовано неоднорідною якістю та розмивистістю порід, що потребує адаптивної гідромеханізованої системи видобутку та пріоритету на підвищення ефективності гідророзмиву й водопостачання. Водночас наявність кондиційних супутніх пісків створює додатковий економічний резерв. Стратегічно доцільним є оптимізація параметрів розкриву й вибою з урахуванням літолого-гідрогеологічної мінливості та темпів погашення запасів, що стане підґрунтям для рішень з нарощування продуктивності у наступних розділах [2, 3].

					ГТТБ.ДП25.184.01.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДОБУВАННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН

2.1. Відомості про підприємство

2.1.1. Загальна інформація про підприємство

Кар'єр № 9 функціонує як структурна одиниця філії «Іршанський гірничо-збагачувальний комбінат» Акціонерного товариства «Об'єднана гірничо-хімічна компанія». Згідно з проектними матеріалами, цей кар'єр призначений для відпрацювання запасів першої черги Юрської ділянки Межирічного родовища. Територіально ділянка розташована в межах Хорошівського району Житомирської області, приблизно за два кілометри від селища міського типу Іршанськ та за двадцять кілометрів від фабрики № 3, що спеціалізується на переробці чорнових концентратів у готову продукцію.

Проектні рішення з освоєння та промислової експлуатації кар'єра № 9 були розроблені проектно-конструкторським підрозділом Іршанського ГЗК відповідно до «Норм технологічного проектування підприємств кольорової металургії», «Правил безпеки при відкритих гірничих роботах» та чинного законодавства України, включно з нормативно-правовими актами з охорони надр і довкілля [4, 5].

Запланована проектна потужність підприємства з видобутку й переробки рудних пісків становить 850 тис. м³ на рік. Відпрацювання першої черги Юрської ділянки було розпочато у третьому кварталі 2005 року. До складу гірничо-збагачувального комплексу входять безпосередньо кар'єр із видобутку ільменітовмісних рудних пісків, збагачувальна фабрика первинної обробки, що виробляє «чорновий» концентрат із вмістом титану на рівні 70 %, а також хвостове господарство із системою замкнутого водопостачання.

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Кириленко В.В.			Технологічні аспекти видобування корисних копалин			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Башинський С.І.								
Кер.розд.		Башинський С.І.						Житомирська політехніка 184 «Гірництво»		
Н. Контр.		Башинський С.І.								
Зав.каф.		Башинський С.І.								

Видобуті ільменітовмісні піски за допомогою гідротранспорту подаються на збагачувальну фабрику, де відбувається первинна обробка. Отриманий чорновий концентрат далі транспортується на фабрику № 3, розташовану на її промисловому майданчику, для доведення до стану товарного концентрату. Після завершення збагачення готовий продукт автомобільним транспортом доставляється з фабрики № 3 на прирейкову базу філії «ІГЗК», яка безпосередньо з'єднана із залізничною станцією Нова Борова.

Супутнім корисним компонентом Юрської ділянки Межирічного родовища виступають кварцові піски дрібнозернистої структури, що належать до відкладів четвертинного періоду.

Під час підготовки робочого проекту були враховані балансові запаси титанових руд Юрської ділянки Межирічного родовища, офіційно затверджені Протоколом № 4419 – ДСК засідання колегії Державної комісії України по запасах корисних копалин при Державній службі геології та надр України (14–25 червня 2018 р.). Також використано дані щодо балансових запасів будівельних пісків як супутньої корисної копалини, що залягає у розкривних породах даної ділянки, підтверджені Протоколом № 3599 засідання цієї ж Колегії від 06 липня 2016 р [7].

2.1.2. Морфологічні та гідрографічні характеристики території проведення гірничих робіт

Територія, в межах якої розташоване підприємство, характеризується помірно хвилястим рельєфом і належить до моренно-зандрового типу, що є типовим для рівнинних ділянок Житомирського Полісся. Для даної місцевості властивий загальний ухил у північно-східному напрямку. Абсолютні відмітки висот переважно становлять від 200 до 220 метрів над рівнем нульової позначки. Значна частина площі вкрита лісовими масивами, а також поширені заболочені ділянки.

Гідрографічна мережа території є доволі густою й добре розвиненою. Орієнтація течії річок визначається головним чином ухилом поверхні. Русла мають

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

добре виражені долини, сформовані діяльністю водних потоків, з характерними пологими й симетричними берегами. Ширина окремих долин сягає понад одного кілометра.

2.1.3. Кліматичні особливості території розробки родовища

Для Житомирської області характерний помірно континентальний клімат, який визначається поєднанням теплого та вологого літа з м'якою, часто похмурою зимою. Середні показники температури найхолоднішого місяця сягають близько – 6 °С, тоді як у найтепліший період року вони піднімаються до +19 °С. Відповідно, середньорічна температура коливається в межах +6...+7 °С. Абсолютні мінімальні значення температури не перевищують позначки –30 °С.

Сніговий покрив формується поступово й зазвичай тримається впродовж другої половини грудня, січня та лютого. Його середня висота становить від 10 до 30 см. Зимовий період триває орієнтовно від 95 до 110 діб, при цьому глибина промерзання ґрунту варіює в межах 0,1–0,7 м.

Літо вирізняється підвищеною вологістю та відносно високими температурами. У цей час часто випадають дощі, спостерігаються грози й град, що трапляються 5–7 разів за сезон. Річна кількість атмосферних опадів у середньому становить близько 570 мм.

2.2. Інженерно-технологічні рішення з розкриття родовища

Для кар'єру № 9 у проєкті передбачено використання системи безтраншейного освоєння покладів із застосуванням екскаваторно-гідравлічного методу. Розкривні роботи, вибірка та транспортування пісків здійснюватимуться за допомогою крокуючих екскаваторів ЕК-10/70 № 436 та № 150 у поєднанні з гідромоніторами. Середня ширина розкривної полиці становитиме 110 метрів, що відповідає аналогічному показнику видобувної полиці.

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з обраною схемою відпрацювання розкривних порід, на початковому етапі передбачено їх попереднє розпушення за допомогою крокуючого екскаватора, який встановлюється на підшві уступу, що відпрацьовується. Вийнята маса складається у відокремлений відвал, після чого підлягає розмиванню та переміщується системою гідротранспортних комунікацій до місця постійного складування.

2.3. Система розробки родовища

Під відкритою гідравлічною системою розробки розуміють організацію гірничих робіт, що охоплює процеси розмиву порід, їх гідротранспортування та складування у відвалах, які здійснюються у тісному взаємозв'язку з добувними роботами у просторі й часі. Характерні ознаки такої системи визначаються способом виконання розкривних операцій. Технологічні параметри відкритої гідравлічної розробки залежать передусім від прийнятих методів розмиву гірських порід та їх транспортування водним потоком. Саме спосіб гідротранспорту поза межами робочого горизонту формує основні елементи системи. Водночас метод розмиву визначає висоту уступу, конфігурацію робочих площадок і потребу в потужності розкривного обладнання. У сукупності всіх факторів ключовим вважається саме спосіб транспортування, тому його беруть за основу при класифікації систем розробки пластових родовищ.

У випадку горизонтальних і пологих покладів створюється первинний фронт розкривних та видобувних робіт, який може оновлюватися під час реконструкції кар'єру. Такі схеми експлуатації характеризуються послідовністю виконання вскришних і добувних операцій та зміною довжини фронту чи висоти уступів і площі робочих майданчиків. Подібні системи, що називаються суцільними, застосовуються здебільшого при відпрацюванні родовищ з невеликою потужністю розкриву і корисної копалини. Для похилих та крутих покладів підготовчі роботи тривають не лише на етапі будівництва, а й у процесі експлуатації з метою

					ГТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

формування фронту видобувних і розкривних операцій, що передбачає відкриття та нарізку нових горизонтів.

Узагальнена технологічна схема відпрацювання і збагачення ільменітових пісків на Іршанському ГЗК включає кілька етапів. Породи в кар'єрі розмиваються гідромоніторами типу ГМД-250, після чого через решітки з комірками 60×60 мм потрапляють у зумпф насосів Warman 14/2. Далі пульпа по трубопроводу Ø426 мм транспортується у приймальний зумпф фабрики. З нього злив подається самопливом у струменевий зумпф, а піски надходять на грохочення. Процес грохочення здійснюється на грохотах ГІСЛ-62 з двома ситовими поверхнями (20 і 6 мм), у результаті чого виділяють надрешітний продукт (+6 мм), який транспортується у хвостосховище, та підрешітний (–6 мм), що надходить у систему подальшого обезшламлювання [8].

Надалі матеріал проходить послідовність операцій у гідроциклонах, зневоднювальних конусах і на гвинтових сепараторах різних модифікацій (СВЗЛ-1500, СВ2-1000, ММ5/2). Кожний цикл включає розподіл на концентрат, промпродукт і хвости, які перекачуються відповідними насосами (Warman, ГРАТ, ГРУЛ) у спеціальні зумпфи чи хвостосховища. Система зневоднення та контрольних стадій сепарації забезпечує отримання чорнового концентрату, що подається у відповідні котловани, та хвостових продуктів, які видаляються в хвостосховища. Таким чином формується замкнений цикл гідравлічного розмиву, транспортування і комплексної гравітаційної обробки, що дозволяє ефективно відділяти ільменітовий концентрат від пустої породи.

2.4. Організація розкривних робіт

Відповідно до попереднього розділу, розкривні роботи здійснюються із застосуванням екскаваторів моделі ЕШ-10/70, технічні параметри яких наведені у таблиці 2.1.

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Екскаватор ЕШ-10/70 належить до повноповоротних землерийних машин і оснащений крокуючим ходом, що забезпечує ефективність його експлуатації. Для розширення функціональних можливостей застосовується додаткове обладнання драглайна. Конструкція машини дозволяє виконувати виїмку ґрунтів різних категорій — від першої до четвертої — без потреби у використанні додаткового транспорту. За необхідності оператор має змогу переміщувати породи у відпрацьовану частину кар'єру або ж відвантажувати їх на борт розрізу.

Таблиця 2.1

Основні робочі параметри ЕШ-10/70 [11]

Найменування параметрів	Значення
Об'єм ковша, м ³	10
Довжина стріли, м	70
Кут встановлення стріли, град.	30
Зусилля відриву, кН	1800
Протяжність робочого циклу, с	60
Паспортна продуктивність, м ³ /год	600
Максимальна висота розвантаження, м	27.5
Глибина копання, м	35
Значення радіусу розвантаження, м	66.5
Маса машини, т	688

Екскаватор ЕШ-10/70 застосовується у широкому спектрі землерийних робіт, зокрема під час видобутку вугілля, піску, глини, сланців та різних типів скельних порід. Конструктивні особливості цієї машини дозволяють ефективно працювати в різних кліматичних умовах, оскільки експлуатаційний діапазон температур становить від –50 до +40 °С. Завдяки цьому сфера його використання є надзвичайно широкою.

					ГТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опорою машини слугує кругла зварна рама з низьколегованої сталі, яка забезпечує стійкість на ґрунті. На цій основі закріплена поворотна платформа з робочим обладнанням і надбудовою, що вміщує допоміжні механізми. Важливим елементом є роликовий опорно-поворотний пристрій, який забезпечує плавність руху. Надбудова виконує функцію несучої конструкції для підвісу стріли та одночасно забезпечує роботу циліндрів механізму крокування.

З урахуванням особливостей геологічної будови родовища та фізико-механічних характеристик порід, продуктивність екскаватора визначається шляхом відповідних розрахунків, що дозволяють оптимізувати процес екскавації.

Розрахунок теоретичної продуктивності:

$$Q_T = 60 \cdot E \cdot n_s \quad (2.1)$$

$$Q_T = 60 \cdot 10 \cdot 1 = 600 \text{ м}^3/\text{год}$$

де: E – об'єм ковша драглайна;

n_s – число ковшів, що розвантажуються за хвилину:

$$n_s = 60/t_{\text{ц}} \quad (2.2)$$

$$n_s = \frac{60}{60} = 1$$

де: $t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу.

Розрахунок технічної продуктивності:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{3600 \cdot E \cdot K_n}{K_p \cdot t_{\text{ц}}} \quad (2.3)$$

$$Q_{\text{тех}} = \frac{3600 \cdot 10 \cdot 0.9}{1.2 \cdot 60} = 450 \text{ м}^3/\text{год}$$

де: K_n – коефіцієнт що визначає ступінь наповнення ковша;

K_p – коефіцієнт що враховує розпушування породи.

Розрахунок експлуатаційної продуктивності:

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_e = Q_{\text{тех}} \cdot K_v \quad (2.4)$$

$$Q_e = 450 \cdot 0.9 = 405 \text{ м}^3/\text{год}$$

де: K_v – коефіцієнт що враховує ефективність використання екскаватора в часі.

Розрахунок змінної продуктивності драглайна:

$$Q_{\text{зм}} = Q_e \cdot T_{\text{зм}} \quad (2.5)$$

$$Q_{\text{зм}} = 405 \cdot 8 = 3240 \text{ м}^3/\text{зм}$$

де: $T_{\text{зм}}$ – протяжність зміни.

Розрахунок добової продуктивності:

$$Q_{\text{доб}} = Q_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}} \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{доб}} = 3240 \cdot 3 = 9720 \text{ м}^3/\text{добу}$$

де: $n_{\text{зм}}$ – число змін на добу.

Розрахунок річної експлуатаційної продуктивності:

$$Q_{\text{річ}} = Q_{\text{доб}} \cdot n \quad (2.7)$$

$$Q_{\text{річ}} = 9720 \cdot 260 = 2527200 \text{ м}^3/\text{рік}$$

де: n – число робочих днів впродовж року.

2.5. Організація видобувних робіт

2.5.1. Визначення потреби у водних ресурсах та розрахунок потужності насосних агрегатів

Питомі витрати води при гідромоніторному розмиві визначаються як середньозважене значення, що враховує особливості гранулометричного складу порід, які підлягають розмиванню (табл. 2.2):

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q = \frac{\sum q_i P_i}{100} \quad (2.8)$$

$$q = \frac{0.33 \cdot 5.4 \cdot 100 + 0.2 \cdot 6.3 \cdot 100 + 0.4 \cdot 8.1 \cdot 100 + 0.07 \cdot 10.8 \cdot 100}{100} = 7 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Таблиця 2.2

Таблиця визначення питомих витрат води на розмивання порід в умовах Іршанського ГЗК з урахуванням їх гранулометричної структури

№ з/п	Тип породи	Відношення потужності шару породи до висоти уступу, %	Питома витрата води м ³ / м ³	Напір потрібний для розмивання, м.вод.ст.
1	Дрібнозернистий пісок	0.33	5.4	100
2	Легкий суглинок	0.2	6.3	
3	Середній суглинок	0.4	8.1	
4	Перемішаний з каоліном пісок	0.07	10.8	

Визначення годинної продуктивності насосних станцій для забезпечення процесів гідромоніторного розмиву:

$$Q = \frac{W \cdot q \cdot K_1}{n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot T_{\text{с}} \cdot K_{\text{ч}}} \quad (2.9)$$

$$Q = \frac{850000 \cdot 7 \cdot 1.1}{2 \cdot 8 \cdot 250 \cdot 0.95} = 1722.4 \text{ м}^3/\text{год}$$

де W – об'єм порід, що розмиваються, м³;

q – питома витрата води, м³/м³;

K_1 – коефіцієнт врахування запасу;

n – число змін впродовж доби;

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t_c – тривалість зміни;

T_c – сезонна тривалість робіт;

K_q – коефіцієнт що враховує використання гідромоніторних установок у часі.

Визначення годинної продуктивності землесосних установок по гідравлічній суміші:

$$Q_{\Gamma} = \frac{W \cdot (1 - m + q)}{n_{\text{зм}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot T_c \cdot K_B} \quad (2.10)$$

$$Q_{\Gamma} = \frac{850000 \cdot (1 - 0.15 + 7)}{2 \cdot 8 \cdot 250 \cdot 0.95} = 3336.2 \text{ м}^3/\text{год}$$

де m – пористість породи.

Таблиця 2.3

Технічні параметри насосу ГРАТ 1800/67 [9]

№ з/п	Параметри	Значення	Одиниці вимірювання
1	Величина подачі	3850	м ³ /год
		1250	л/сек
2	Значення напору	56	м.вод.ст.
3	Частота обертання робочого колеса	500	об/хв
4	Коефіцієнт корисної дії	59	%
5	Потужність електродвигуна	1250	кВт
6	Найменший прохідний перетин	550	мм ²

Встановлення продуктивності ґрунтового насосу по породі:

$$Q_{\Pi} = \frac{Q_{\Gamma}}{(1 - m + q)} \quad (2.11)$$

$$Q_{\Pi} = \frac{3850}{1 - 0.15 + 7} = 490.5 \text{ м}^3/\text{год}$$

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок витрат води на роботу ґрунтового насосу:

$$Q_v = Q_n \cdot q \quad (2.12)$$

$$Q_v = 490.5 \cdot 7 = 343.12 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для стабільного функціонування ґрунтового насоса необхідна дещо більша кількість води, ніж це впливає з розрахунків річного обсягу видобутку за питомими витратами, тому приймається підвищене значення Q_v .

2.5.2 Технологічна схема проведення гідромоніторного розмиву та визначення потреби в кількості гідромоніторів

Кар'єрне поле, призначене для відпрацювання гідромоніторним способом, поділяється на заходки та блоки. Заходкою називають частину уступу по його ширині, яка розробляється без переміщення основного гідротранспортного комплексу. Блоком вважається фрагмент заходки, що відпрацьовується окремими засобами виїмки [10].

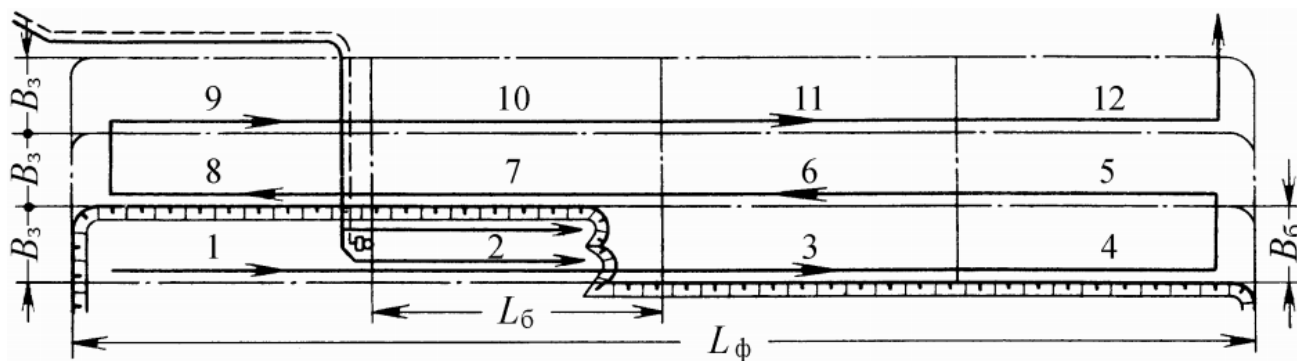


Рис. 2.1. Варіанти поділу кар'єрного поля на блоки під час відпрацювання заходок уздовж фронту робіт та блоків з торцевої частини

В умовах Іршанського ГЗК розмивання уступу може виконуватися зустрічним або побіжно-зустрічним вибоєм. Для подальших розрахунків прийнято метод із застосуванням зустрічного вибою, оскільки при розташуванні гідромонітора на

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нижньому майданчику струмінь води не лише розробляє масив, а й сприяє підбійці та обваленню уступу. Такий спосіб відзначається високою ефективністю. Його недолік полягає у зволоженні робочої площадки, що ускладнює експлуатацію обладнання та створює додаткові труднощі для персоналу.

Таблиця 2.4

Основні технічні параметри гідромонітора ГМД-250

Перелік параметрів	Значення
Величина робочого тиску біля насадки, МПа	1.5
Діаметр вхідного отвору, мм	300
Витрата води з розрахунку м ³ /год	До 3800
Значення кута повороту, градуси (гориз./вгору/вниз)	360 / 27 / 27
Номенклатура діаметрів змінних насадок, мм	100/ 115 / 125 / 140 / 175
Ключові розміри, мм (ДхШхВ)	5625×2465×2680
Тип керування	Дистанційне
Маса гідромонітора, кг	196

Визначення кількості гідромоніторів, необхідних для забезпечення річного обсягу видобутку:

$$N = \frac{W_p \cdot q}{t_p \cdot K_B \cdot Q_{ГМ}} \quad (2.13)$$

$$N = \frac{850000 \cdot 7}{4000 \cdot 0.55 \cdot 3200} = 1 \text{ шт}$$

де W_p – річні обсяги робіт, м³;

t_p – число робочих годин на рік;

$Q_{ГМ}$ – значення годинної продуктивності монітору по воді, м³/год.

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідний діаметр насадки (розрахунковий):

$$d = 0.52 \sqrt{\frac{Q_B}{\sqrt{H_M}}} \quad (2.14)$$

$$d = 0.52 \sqrt{\frac{3800/3600}{\sqrt{100}}} = 0.169 \text{ м}$$

де Q_B – значення витрати води, м³/с;

H_M – необхідна величина напору для забезпечення ефективного розмивання м.вод.ст.

Діаметр насадки гідромонітора прийнято рівним 175 мм, при цьому швидкість виходу водяного струменя з такого отвору становить 42,1 м/с.

Розрахунок втрат напору в колінах і стовбурі гідромонітора:

$$h_K = K_H \cdot Q_{ГМ}^2 \quad (2.15)$$

$$h_K = 14 \cdot (3800/3600)^2 = 15.6 \text{ м. вод. ст.}$$

де K_H – коефіцієнт що враховує втрату напору в гідромоніторі.

Втрата напору що виникає у насадці гідромонітора:

$$h_H = 0.06 \frac{V_0^2}{2g} \quad (2.16)$$

$$h_H = 0.06 \frac{42.1^2}{2 \cdot 9.81} = 5.42 \text{ м. вод. ст}$$

Загальна величина втрат напору:

$$h_T = h_K + h_H \quad (2.17)$$

$$h_T = 5.42 + 15.6 = 21.02 \text{ м. вод. ст}$$

					ГТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5.3 Обчислення параметрів гідромоніторного вибою

Розрахунок ширини заходки гідромонітора:

$$A_{\Gamma} = 2 \cdot \sqrt{l_{\max}^2 - (H_y + a_{\text{опт}})^2} \quad (2.18)$$

$$A_{\Gamma} = 2 \cdot \sqrt{70^2 - (6 + 38)^2} = 91.5 \text{ м}$$

де $L_{\max}$ – максимальна відстань від гідромонітора до вибою, м
($400d_{\Gamma}=400 \cdot 0,175=70\text{м}$).

Мінімальна допустима відстань від гідромонітора до вибою:

$$l_{\min} = a \cdot H_y \quad (2.19)$$

$$l_{\min} = 0.4 \cdot 6 = 2.4 \text{ м}$$

де a – коефіцієнт що враховує величину допустимого наближення гідромонітора до вибою.

Розрахунок відстані оптимальної ефективності розмивання:

$$a_{\text{опт}} = \frac{1}{4} \left(\sqrt{8l_{\max}^2 + H_y^2} - 3H_y \right) \quad (2.20)$$

$$a_{\text{опт}} = \frac{1}{4} \left(\sqrt{8 \cdot 70^2 + 6^2} - 3 \cdot 6 \right) = 38 \text{ м}$$

Об'єм ґрунту, що може бути відпрацьований з однієї позиції:

$$W = A_{\Gamma} \cdot a_{\text{опт}} \cdot H_y \quad (2.21)$$

$$W = 91.5 \cdot 38 \cdot 6 = 20862 \text{ м}^3$$

Розрахунок кроку переміщення установки:

$$a_{\Gamma} = \frac{\Delta h}{i} \quad (2.22)$$

$$a_{\Gamma} = \frac{2}{0.03} = 66.7 \text{ м}$$

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Δh – висота частини що не домивається, м;

i – величина ухилу підшви вибою.

Розрахунок об'єму частини що не домивається:

$$W_H = 0,5 \frac{a_r \cdot i}{H_y} W \quad (2.23)$$

$$W_H = 0,5 \frac{66,7 \cdot 0,03}{6} 20862 = 3478 \text{ м}^3$$

Визначення часового проміжку між двома стадіями переміщення гідромонітора:

$$t = \frac{W}{Q_{\text{грунт}}} + t_d + t_n + t_m \quad (2.24)$$

$$t = \frac{20862}{3800} + 2 = 7,5 \text{ год}$$

де $Q_{\text{грунт}}$ – величина експлуатаційної продуктивності гідромонітора по ґрунту;

t_i – витрати часу на демонтаж, переміщення та повторний монтаж гідромонітора.

Визначення довжини блоку, що розмивається з одного положення гідромонітора:

$$L_6 = \frac{K_1 \cdot H_y + K_2 \cdot H_3}{i} \quad (2.25)$$

$$L_6 = \frac{0,3 \cdot 6 + 0,5 \cdot 4}{0,03} = 126,6 \text{ м}$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує недомиту частину уступу по висоті;

i – ухил поверхні недомитої частини;

K_2 – коефіцієнт, що враховує глибину пульповідвідної канави;

H_3 – глибина зумпфу.

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ширина блоку, що підлягає розмиванню за одну стоянку гідромоніторної установки:

$$B_6 = 0,5L_6 \quad (2.26)$$

$$B_6 = 0,5 \cdot 126,6 = 63,3 \text{ м}$$

Розрахунок ширини робочого майданчику уступу:

$$B_{\text{рп}} = B_6 + b_3 + b_{\text{пр}} + \Delta \quad (2.27)$$

$$B_{\text{рп}} = 63,3 + 10 + 5,3 + 10 = 88,6 \text{ м}$$

де b_3 – ширина зумпфу;

$b_{\text{пр}}$ – ширина призми можливого обрешення, м;

Δ – сумарне значення інших параметрів що формують робочий майданчик, включно з бермою безпеки.

$$b_{\text{пр}} = H_y \cdot (ctga \cdot ctg\varphi) \quad (2.28)$$

$$b_{\text{пр}} = 6 \cdot (ctg40 - ctg50) = 2,6 \text{ м}$$

В контексті нарощування продуктивності видобування ільменітового піску, за основу було покладено розробку рішень задля підвищення ефективності роботи гідромоніторного струменя. За умов Кар'єру №9 використовується водний струмінь тиском 0,3-2 МПа (рис.2.2). Даний струмінь є ефективним за умови розробки пісків, супісків, суглинків, крейдомергелів й інших аналогічних порід, що мають тимчасовий опір на стиск 0,075...1,0 МПа. Для цих тисків струменя промисловість виготовляє насоси з витратою води до 4000 м³/год., що дозволяє створювати гідромонітори високої продуктивності по породі (до 700 м³/год.). Робоча довжина струменя при цій технології використовується в межах від 10 до 80 м.

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

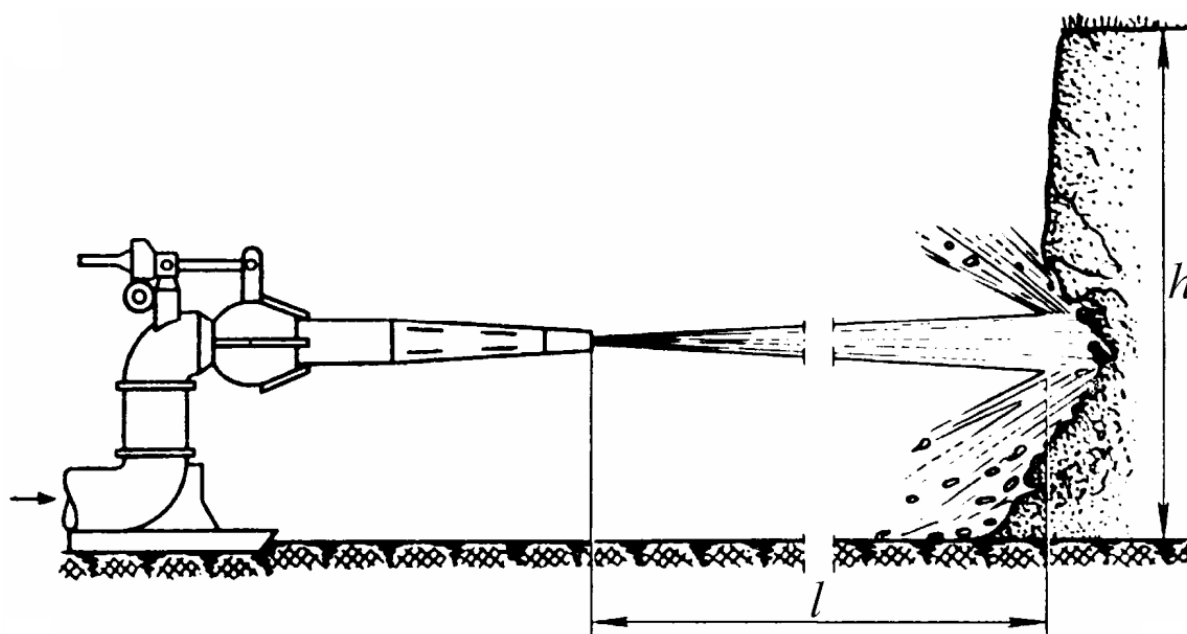


Рис.2.2. Схема руйнування породного масиву низьконапірним струменем

Дослідження структури гідромоніторного струменя свідчать, що поперечний перетин його характеризується наявністю трьох зон (рис. 2.3). Перша зона, що знаходиться в центрі струменя, називається ядром. У ядрі струмінь має найбільшу щільність, оскільки суцільність потоку рідини ще не порушена. Швидкість потоку і динамічний тиск у ядрі дорівнюють швидкості і тиску на виході з насадки. З віддаленням від насадки площа перетину ядра зменшується.

Друга зона оточує ядро. Вона характеризується порушенням суцільності потоку — наявністю пухирців повітря. У результаті взаємодії струменя з оточуючим повітрям швидкість потоку й динамічний тиск у цій зоні знижуються.

Третя зона являє собою окремі роздроблені струмені і дрібні краплі води, що рухаються в повітряному середовищі.

Також, уздовж струменя розрізняють три ділянки. На початковій ділянці у поперечному перетині струменя є перша і друга зони. Струмінь компактний, має велику щільність та динамічний тиск. Наприкінці цієї ділянки перша зона (ядро) зникає. Для перехідної ділянки характерна наявність другої та третьої зон. Струмінь інтенсивно насичується повітрям і починає розпадатися, його щільність

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та динамічний тиск значно знижуються. На ділянці розпаду наявною є тільки третя зона — струмінь розпадається та практично повністю втрачає динамічний тиск.

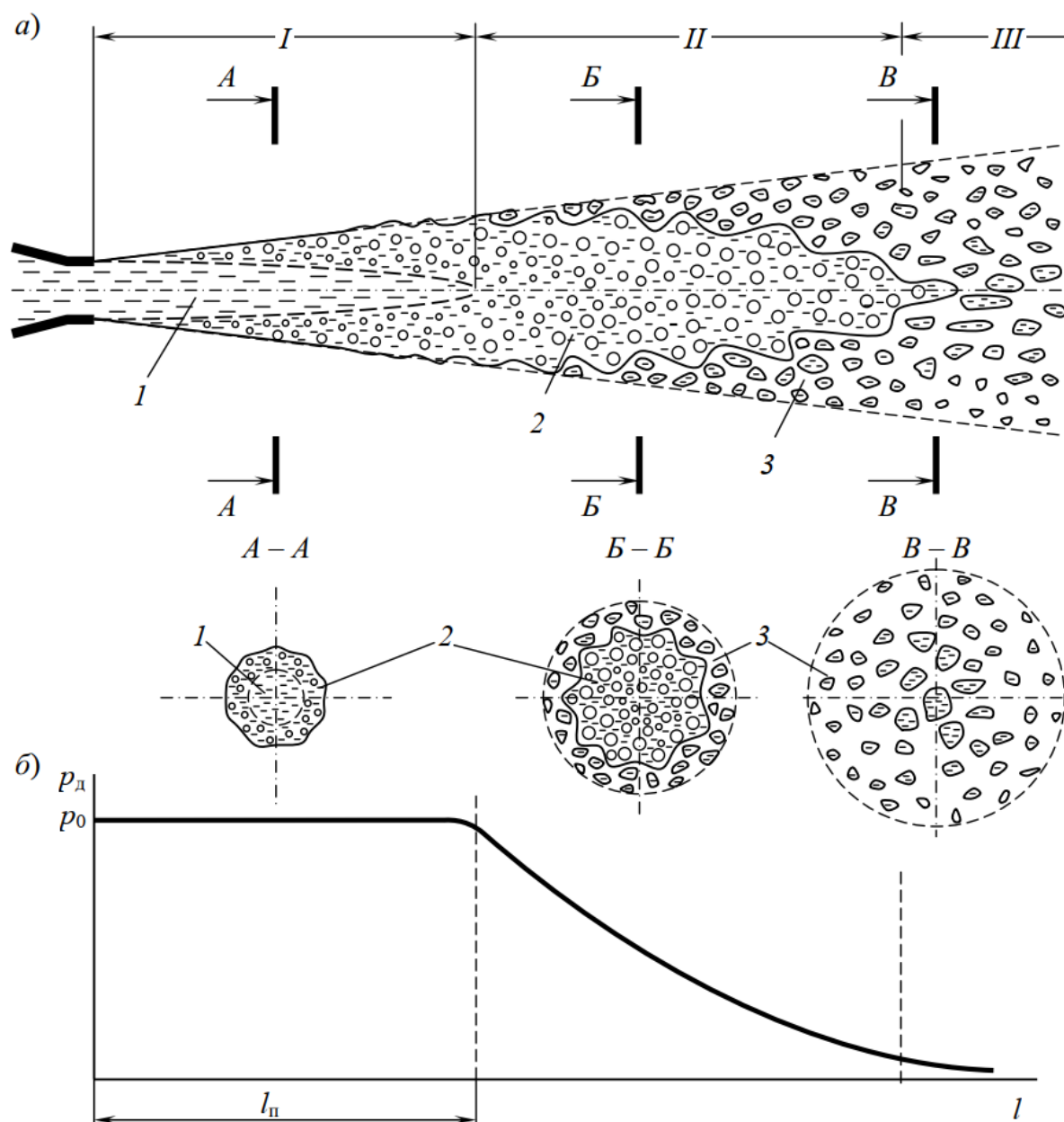


Рис.2.3. Структурна схема гідромоніторного струменя (а) та графік залежності осевого динамічного тиску p_d від відстані l до насадки гідромонітора (б):
 I – початкова ділянка; II – перехідна ділянка; III – ділянка розпаду; 1 – ядро;
 2, 3 – друга та третя зони щільності струменя

					ГТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Режим руху води у гідромоніторах завжди турбулентний. Крім природної турбулентності, вихрі виникають на поворотах і в розширеннях трубопроводу. Завихрення в потоці перед насадкою знижують працездатність струменя.

Однією з основних умов формування напірного струменя води для руйнування гірських порід є необхідність одержання при вильоті з насадки струменя з динамічними характеристиками, що забезпечують високу ефективність руйнування масиву. Якість струменя може бути охарактеризована шляхом комплексного зіставлення таких його характеристик, як довжина початкової ділянки, осьовий і середній динамічні тиски по перетину струменя та ін. Більш компактний струмінь має велику довжину початкової ділянки, повільніше зменшення осьового динамічного тиску по довжині, більше значення середнього динамічного тиску на однаковій відстані [15].

Як наслідок, структура і динамічні характеристики гідромоніторного струменя в значній мірі залежать від умов руху потоку води в проточному каналі. Проточний канал гідромонітора включає коліна, поворотні шарніри, ствол, насадку і специфічні для тієї чи іншої конструкції гідромонітора вузли і деталі.

Найбільш істотною вадою потоку води в каналі гідромонітора є обертання потоку навколо подовжньої осі каналу, нерівномірність подовжньої швидкості, турбулентність і кавітація при великому тиску. Джерелом виникнення цих збурювань потоку в проточному каналі гідромонітора служать повороти каналу і різкі місцеві порушення прямолінійності у фасонних частинах.

Основна задача при формуванні струменя в стволі гідромонітора полягає в тому, щоб забезпечити ліквідацію збурювань, що з'являються в гідромоніторі. Для повного усунення несприятливого впливу на структуру і динаміку струменя турбулентних пульсацій необхідно мати прямолінійний ствол, довжина якого складала би приблизно 40 ... 50 діаметрів його каналу. У цьому випадку довжина ствола в низьконапірних гідромоніторів, найбільш розповсюджених на відкритих гірничих роботах, складала б 10-18 м. Однак, стволи таких розмірів у практичних умовах не можуть бути використані, оскільки в цьому випадку керування

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гідромоніторами дуже ускладнюється, а їхня маса і трудомісткість обслуговування збільшуються [16].

Тому для погашення підвищеної турбулентності за наявних умов, при використанні гідромонітора ГМД-250 пропонується використати вирівнювач потоку. При наявності вирівнювача потоку в стволі гідромонітора довжина початкової ділянки струменя збільшується в 2 рази й осьовий динамічний тиск у струмені вже на відстані 7 м від насадки теж збільшується в 2 рази (рис. 2.4).

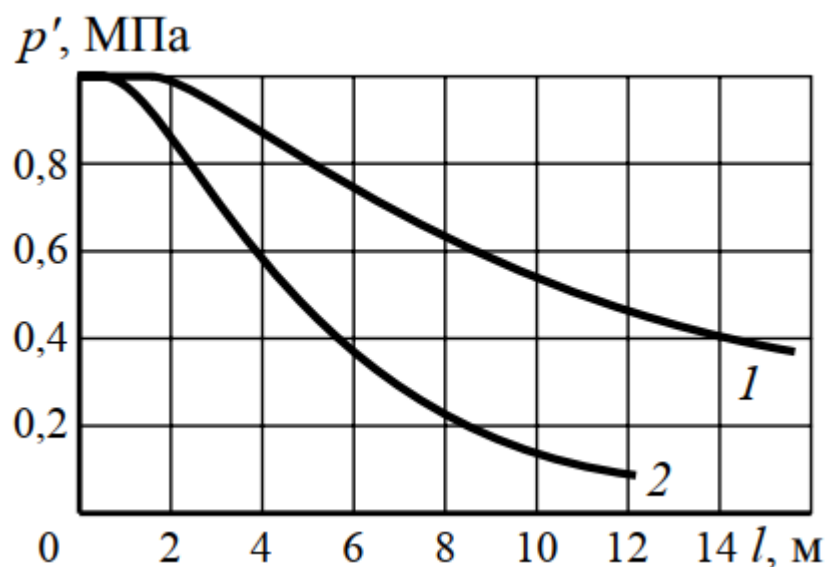


Рис.2.4. Графік залежності осевого динамічного тиску в струмені від відстані до насадки гідромонітора при наявності (1) і відсутності (2) вирівнювача потоку

Конструкція вирівнювача відіграє істотну роль у процесі формування потоку води й усунення в ньому різного роду збурювань. На ефективність гасіння турбулентних пульсацій і збурювань потоку води в стволі гідромонітора впливають також довжина і місце розташування вирівнювача потоку в стволі. Найбільш раціональним є стільниковий вирівнювач із шістнадцятьма комірками, утвореними пластинами. При відстані між вирівнювачем і кінцем ствола, рівним двом діаметрам ствола D_c , і довжині пластин $2,6 D_c$, гідромоніторний струмінь має

					ГТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

найкращу компактність, тому що осьовий тиск у струмені на відстані 4 м від насадки найбільший в порівнянні з іншими розмірами і формами вирівнювачів. Для гідромоніторів, що застосовуються на відкритих роботах, раціональна довжина вирівнювача знаходиться в межах $(1,8 \dots 2) D_c$. Максимальні значення динамічного тиску струменя отримані у випадку, коли відстань між кінцем ствола і вирівнювачем складала $(1 \dots 1,5) D_c$ [12].

Оскільки остаточне формування водяного струменя відбувається в насадці, обрис профілю насадки і чистота її внутрішньої поверхні визначають характер розподілу енергії потоку уздовж насадки.

Падіння статичного напору залежить від довжини і кута конусності насадки, а компактність струменя — від умов формування потоку в насадці і втрат кінетичної енергії в ній. Відповідно до напрацьованих емпіричних шляхом результатів, найбільш раціональним є застосування насадки конічної форми з кутом конусності $\alpha = 7-10^\circ$ та вирівнювачем потоку довжиною $l_{\text{ц}} = (1,7 \dots 2,5)d_0$, де d_0 – діаметр насадки [17-20].

Враховуючи, що впровадження вирівнювача потоку забезпечує приріст дальності ефективного розмиву на 17%, то об'єм породи, що розмивається з одного положення гідромонітору зросте з 20862 м^3 , до $24408,5 \text{ м}^3$. Як наслідок, зменшиться кількість циклів перестановки гідромонітора, необхідних для забезпечення планової продуктивності у 850000 м^3 з 41 переміщення до 35.

Враховуючи, що тривалість переміщення гідромонітору з однієї позиції у іншу займає близько 3,5 годин, це дозволить зекономити 21 годину робочого часу, або ж 2,6 зміни. Виходячи зі змінної планової продуктивності на рівні $1700 \text{ м}^3/\text{зм}$, впровадження запропонованих рішень дозволить збільшити продуктивність гідромоніторного розмиву на $4420 \text{ м}^3/\text{рік}$.

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6. Формування відвалів

Розкривні операції на кар'єрі № 9 здійснюються за безтранспортною схемою із застосуванням драглайнів ЕК-10/70 № 150 та ЕК-10/70 № 436. Відпрацьовані породи складуються у внутрішній простір кар'єру, де формується відвал з укосами під кутом 30°.

На початковій стадії проміжний продукт спрямовується у водовідстійник, однак у процесі звільнення площ він переміщується до відпрацьованих ділянок, частково виконуючи функцію технічної рекультивації.

У межах промислового майданчика збагачувальної фабрики додатково утворюються відходи допоміжного характеру, зокрема відпрацьовані люмінесцентні лампи, металобрухт чорних і кольорових металів, а також побутові відходи. Ці матеріальні залишки передаються спеціалізованим організаціям для подальшої утилізації відповідно до чинних договорів.

Таким чином, техногенні відходи підприємства не призводять до додаткового відведення земельних площ і не чинять прямого негативного впливу на навколишнє середовище.

2.7. Відновлення територій, трансформованих унаслідок відкритого видобування корисної копалини

На початковому етапі виконання робіт проміжний продукт спрямовується у водовідстійник, проте в міру вивільнення площ він переміщується у відпрацьований простір кар'єру, частково виконуючи функцію технічної рекультивації. Проведення технічного етапу рекультивації в межах кар'єрного поля здійснюється шляхом розрівнювання внутрішніх відвалів розкривних порід за допомогою драглайнового екскаватора з подальшою засипкою виїмок та вирівнюванням рельєфу бульдозером. Водночас у 2020 році виконання робіт із рекультивації на кар'єрі № 9 не передбачалося.

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.8. Електропостачання кар'єру

Підключення енергоспоживачів Юрської ділянки здійснюється через повітряну лінію напругою 6 кВ від трансформаторної підстанції 35/6 кВ № 2 кар'єру. Для передачі необхідної потужності у зону розробки використовуються фідери № 4 та № 7 ПЛ-6 кВ. Розподільча мережа виконана кабелями типу КГЕ-6 кВ і КГЕВ-6 кВ, прокладеними по землі на дерев'яних опорах, а також у металорукаві вздовж конструкцій насосних і вибійних станцій.

Живлення гірничих установок забезпечується від приєднувальних пунктів ППКЗ-10 і ЯКНО-10 з напругою 6 кВ, а також від ПКТП із ізольованою нейтраллю на 0,4 кВ, розташованих на відстані близько 5 метрів від опор ПЛ-6 кВ. Збагачувальна фабрика (схема електропостачання представлена в однолінійному вигляді) отримує живлення від комірок РУ-6 кВ № 4 і № 9 через кабель АВББШв 3×70+1×25. Насоси системи оборотного водопостачання підключені до ППКЗ № 1 та № 99 гнучким кабелем КГ 3×50+1×25. Будівництво повітряних ліній, що відходять від підстанції 35/6 кВ, проводиться поступово, синхронно з просуванням гірничих робіт.

Для компенсації реактивної потужності на кар'єрі застосовуються конденсаторні установки напругою 0,4 кВ та 6 кВ. Система заземлення організована через кожні 2 км по ПЛ-6 кВ, а також у вигляді локальних контурів, з'єднаних між собою заземлювальним дротом АС-35 і спеціальною жилою кабелю. Біля пересувних підстанцій та пунктів-перемикачів передбачені додаткові заземлювачі, виконані у вигляді металевих штирів із гнучкими провідниками. Приєднання пересувних механізмів до системи заземлення реалізується через четверту жилу гнучкого кабелю.

Освітлення кар'єру підтримується на рівні 0,2 лк за допомогою прожекторів М-Г-250Вт і М-Г-400Вт із розсіювальними світлорозподільниками, встановлених як на стаціонарних електроустановках, так і на переносних прожекторних опорах висотою 2 м.

					ГТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.9. Водовідлив

Згідно з планом розвитку гірничих робіт на 2020 рік для Юрської ділянки передбачалося здійснення комплексу заходів з відкачування підземних вод із гірничих виробок та організації їхнього захисту від підтоплення поверхневими стоками.

Захисна система кар'єру від дії поверхневих вод проектувалася шляхом спорудження нагірних каналів по західному та східному флангах. Геометричні параметри цих гідротехнічних елементів (ширина та глибина) визначаються рельєфом місцевості та обсягами поверхневого стоку.

Гідрогеологічні умови Юрської ділянки оцінюються як відносно прості. Оскільки одночасно з роботою кар'єру № 9 проводився видобуток на кар'єрі № 8, який перехоплював частину водопритоку, величина надходження підземних вод у межах кар'єру № 9 істотно зменшилася. Це створило передумови для застосування водовідливних установок із ґрунтовими насосами типу ГрА, розташованими на понтонах, які відкачують воду у ставок-відстійник, де відбувається її освітлення.

Додатково у відстійнику встановлено насос 8Гр8 продуктивністю 400 м³/год, який транспортує освітлену воду по трубопроводу через водоутримуючу перемичку у відстійник системи оборотного водопостачання кар'єру № 9.

Висновок до розділу 2

У розділі обґрунтовано технологічну схему гідромеханізованої розробки Юрської ділянки з прийняттям зустрічного вибою як базового способу, що забезпечує інтенсивний розмив масиву та підбійку уступу при розміщенні гідромонітора на нижньому майданчику; водночас зафіксовано технологічний ризик — перезволоження робочої площадки й ускладнення експлуатації обладнання, які мають бути враховані в оперативному плануванні робіт.

					ГТТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметризацію вибою виконано під фактичні характеристики гідромонітора ГМД-250: робочий тиск 1,5 МПа, витрата води до 3800 м³/год, прийнята насадка Ø175 мм із розрахунковою швидкістю струменя ~42,1 м/с; визначено граничні та оптимальні дистанції дії струменя, зокрема максимальну $L_{\max} \approx 70$ м за умов діаметра насадки 0,175 м, що задає геометрію й крок переміщення установки, а також межі ефективної довжини струменя у процесі розмиву.

Розділ містить розрахунки продуктивності гідромоніторів і землесосних установок та водоподачі з урахуванням питомої витрати води для різних літотипів (дрібнозернисті піски, суглинки, піски з каоліном), що дозволяє балансувати продуктивність ґрунтових насосів і витрати оборотної води; як опорне обладнання обрано насос ГРАТ 1800/67 (подача ~3850 м³/год, напір ~56 м, $N_{\text{дв}} \approx 1250$ кВт), що відповідає вимогам до гідравлічного режиму системи.

Для підвищення енергоефективності струменя запропоновано застосування вирівнювача потоку у стволі гідромонітора, що подвоює осьовий динамічний тиск уже на 7-метровій відстані та практично вдвічі подовжує початкову компактну ділянку струменя.

Водовідлив організовано комбіновано: перехоплення поверхневого стоку нагірними канавами по обох флангах, відкачування ґрунтових вод понтонними ґрунтовими насосами типу ГрА у ставок-відстійник та подальша подача освітленої води в контур оборотного водопостачання кар'єру №9 насосом 8Гр8 (≈ 400 м³/год); спільна робота з кар'єром №8 знижує притік і спрощує гідрогеологічний режим.

Прийнята схема доводить технологічну життєздатність гідромоніторного способу для різнозернистих пісків і каолінізованих товщ при наявній енергетичній та водній інфраструктурі; ключові резерви підвищення продуктивності зосереджені у керуванні гідродинамікою струменя (раціональний діаметр насадки, оптимальна дистанція до вибою, застосування вирівнювача), у погодженні пропускної здатності насосно-трубопровідної системи з питомою водовитратою за літотипами та у дисципліні водообігу (стабільне освітлення води, мінімізація втрат). Практично це означає необхідність підтримувати режим роботи ГМД-250 в

					ГТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

межах оптимальних відстаней і напорів, підтягувати параметри ґрунтових і рециркуляційних насосів до «вузьких місць» процесу та забезпечувати електро- і гідробезпекові допуски, закладені в розділі, як обов'язкові технологічні умови.

					ГТБ.ДП25.184.01.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1. Загальні відомості

СУОП кар'єру № 9 орієнтована на превенцію травматизму та професійних захворювань через інтегроване управління ризиками в трьох взаємопов'язаних площинах: організаційній, технічній та операційній. На організаційному рівні встановлюються відповідальність і повноваження: керівник робіт і головний інженер забезпечують функціонування СУОП і ресурсне планування безпеки; служба охорони праці координує і методично супроводжує процеси ідентифікації небезпек, планування заходів і внутрішнього аудиту; начальники ділень і змінні майстри впроваджують локальні процедури та контролюють щоденне виконання вимог; працівники несуть персональну відповідальність за дотримання інструкцій і використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Комунікація про ризики забезпечується через передзмінні п'ятихвилинки, інформаційні стенди на вибоях і насосних, а також систему реєстрації небезпечних дій/умов із подальшим аналізом причин.

На технічному рівні безпека забезпечується:

- підтриманням стійкості бортів і уступів із урахуванням висот уступів, ширини робочих майданчиків і призм можливого обрушення, що закладаються в параметрах проекту;
- утриманням водно-дренажної мережі (нагірні канами, зумпфи, відстійники) у працездатному стані;
- електробезпекою силових кіл 6 кВ (системи заземлення на повітряних лініях 6 кВ і локальні контури; додаткові заземлювачі біля пересувних підстанцій; під'єднання пересувних механізмів через четверту жилу гнучкого кабелю);
- нормативним рівнем освітленості робочих зон у темний час доби.

					ГТТБ.ДП25.184.01.03.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Кириленко В.В.			Основні відомості про організацію охорони праці			Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Башинський С.І.								
Кер.розд.		Башинський С.І.								
Н. Контр.		Башинський С.І.								
Зав.каф.		Башинський С.І.								
					Житомирська політехніка 184 «Гірництво»					

Електропостачання дільниці здійснюється від ПЛ-6 кВ із розподілом по кабелях КГЕ/КГЕВ-6 кВ та прокладанням по землі/в металорукавах — рішення, що зобов'язують до посиленого контролю цілісності ізоляції, стану заземлювачів, справності пересувних підстанцій та відповідності схем захисту.

Особливу увагу приділено безпечній експлуатації гідромоніторів високої витрати: випробування і маркування трубопроводів, перевірка запірної арматури, організація огорожених зон дії струменя і регламентованих дистанцій до людей та машин, а також порядок безпечного переміщення установки з урахуванням «недомитих» ділянок уступу і геометрії зумпфів/каналів пульповідведення.

На операційному рівні базовими є:

- планово-попереджувальні ремонти і передзмінні огляди драглайнів ЕШ-10/70 (механізми крокування, канати, гальма, запобіжні пристрої); випробування ЗІЗ від падіння з висоти під час робіт на стрілах і майданчиках обслуговування; керування доступом на небезпечні зони (борт кар'єру, робочі полігони розмиву) з урахуванням траєкторій переміщення ковша і радіусу розвантаження.

- підтримання гідрорежиму вибою: контроль водоприпливу, своєчасне відведення поверхневих вод, робота понтонних насосів і відстійників оборотного водопостачання для запобігання підтопленню, розмоканню і «зрізання» укосів.

- стандартизовані процедури підвищеної небезпеки за нарядами-допусками: гарячі роботи біля трубопроводів пульпи, роботи в замкнених просторах (насосні/зумпфи), вивішування/блокування енергій (LOTO) на електроустановках 6 кВ і пересувних механізмах, вантажопідіймальні операції під час заміни насадок/секцій трубопроводу.

- інструктажі (вступний, первинний, повторний), навчання і перевірка знань (у т. ч. групи з електробезпеки для обслуговувального персоналу, допуски стропальників і машиністів драглайнів, операторів гідромоніторів), обов'язкові періодичні медогляди для робіт у вологому і шумному середовищі.

- ЗІЗ за мінімальним стандартом для вибою і насосних: захисна каска, окуляри/щиток від бризок, засоби захисту слуху, рукавиці з протиковзним

					ГТТБ.ДП25.184.01.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

покриттям, діелектричні/гумові чоботи з антиковзною підошвою, сигнальний одяг; за необхідності — респіратори для зниження дії пилу кварц-каолінової аеродисперсної фази.

- виробнича дисципліна і порядок: урахування метеорологічних факторів Полісся (дощі, грози, ожеледь) під час планування змін і ведення робіт; оперативне закриття/перепланування фронту в разі підвищених опадів та нерівномірного зволоження уступів (ризик зсувів, ґрунтових зрушень).

Інженерні засоби безпеки включають системи заземлення і компенсації реактивної потужності; освітлення робочих зон до рівня не менш як 0,2 лк у темний час; попереджувальне маркування небезпечних зон; фізичні огороження і блокування на люках/штрумах насосних; вимірювальний контроль шуму/вібрації та аерозолів; періодичні гідравлічні випробування пульпопроводів і ревізії запірної арматури.

СУОП взаємопов'язана із системою екологічного менеджменту (кероване відведення поверхневих стоків; експлуатація відстійників; поетапне формування внутрішніх відвалів з урахуванням подальшої рекультивації), що знижує інтегральні ризики для людей і довкілля.

Підсумовуючи: профіль небезпек кар'єру № 9 обумовлений поєднанням робіт драглайнами великої вантажопідймальності, гідромоніторного розмиву високої витрати/тиску та водовідливу за умов близького стояння ґрунтових вод. СУОП орієнтована на попереджувальне управління цими ризиками через належно спроектовані технічні бар'єри, дисципліну операцій і навчання персоналу, а також на безперервний контроль електробезпеки, стійкості укосів і гідрорежиму вибою — що є необхідною передумовою як безпеки праці, так і нарощування продуктивності.

					ГТТБ.ДП25.184.01.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Заходи з забезпечення безпеки гірничих робіт

Заходи безпеки формуються на основі прийнятої на підприємстві технології — розкрив драглайнами ЕШ-10/70, гідромоніторний розмив із гідротранспортом та централізованими системами електропостачання, водовідливу й освітлення. Технічні параметри ключового обладнання та природні умови майданчика визначають профіль небезпек і, відповідно, структуру інженерно-організаційних бар'єрів безпеки. Для драглайна ЕШ-10/70 паспортні характеристики (об'єм ковша 10 м^3 ; стріла 70 м ; радіус розвантаження $66,5 \text{ м}$; продуктивність $600 \text{ м}^3/\text{год}$) задають геометрію небезпечних зон і вимоги до огороження траєкторій переміщення ковша, а також до ширини робочих майданчиків і берм безпеки на уступах.

Безпечна експлуатація гідромоніторних установок передбачає обмеження доступу персоналу у зону дії струменя, що встановлюється за результатами розрахунків гідромоніторного вибою. Максимальна робоча відстань струменя в умовах кар'єру № 9 прийнята близько 70 м (критерій $400 \cdot d$ для насадки $d=175 \text{ мм}$), що, разом із мінімально допустимою та оптимальною відстанями за формулами (2.19) та (2.20), визначає внутрішній контур небезпечної зони та місця встановлення попереджувальних знаків і огорожень. За цими ж розрахунками задається крок перестановки установки і обсяг ґрунту, який відпрацьовується з однієї позиції; це унеможливило наближення струменя до «недомитої» призми й знижує ризик зрізу укусу.

З огляду на фактичні параметри гідромоніторів (робочий тиск біля насадки близько $1,5 \text{ МПа}$; витрата до $3800 \text{ м}^3/\text{год}$; номенклатура насадок $100\text{--}175 \text{ мм}$; дистанційне керування) та діапазон робочих тисків водяного струменя для пісків і суглинків $0,3\text{--}2 \text{ МПа}$, ключовими є: випробування трубопроводів на міцність і щільність до початку зміни; щозмінний огляд запірної арматури; встановлення запобіжних пристроїв (захист від гідроударів і розривів рукавів); організація аварійного скидного каналу та оперативне зниження тиску перед переміщеннями; жорстка заборона перебування людей у межах робочої довжини струменя. Такі

					ГТТБ.ДП25.184.01.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимоги безпосередньо впливають із енергетики струменя та великих витрат води, притаманних прийнятим агрегатам.

Параметри планування фронту робіт і стійкості укосів регламентуються через розрахунок ширини робочого майданчика з урахуванням призми можливого обрушення $b_{пр}$ і геометрії зумпфів/каналів пульповідведення; це забезпечує безпечне розміщення техніки та маршрутів евакуації навіть за нестійких вологих ґрунтів Полісся. Для гідромоніторного вибою ширина берми та майданчика визначається залежностями (2.26)–(2.28), які включають елементи пульповідведення (b_z), призму обрушення ($b_{пр}$) і додаткові параметри безпеки Δ . У практичному застосуванні це означає, що будь-яке наближення техніки до урізу укосу виключається поза межами розрахункової берми, а передзмінні обходи обов'язково включають інструментальний контроль ознак розмокання, тріщиноутворення та «зрізу» укосів.

Електробезпека забезпечується селективністю схеми живлення та достатністю заземлення розподільчої мережі напругою 6 кВ. Живлення ведеться від ПЛ-6 кВ із розподілом по кабелях КГЕ/КГЕВ-6 кВ; застосовуються ППКЗ-10, ЯКНО-10 і пересувні комплектні підстанції (ПКТП 0,4 кВ), до яких пред'являються підвищені вимоги щодо контурів заземлення і випробувань ізоляції. Для компенсації реактивної потужності використовуються конденсаторні установки 0,4 і 6 кВ; контури заземлення виконано по трасі ПЛ-6 кВ з інтервалом близько 2 км і в місцях розміщення пересувних підстанцій, із приєднанням пересувних механізмів через четверту жилу гнучкого кабелю. Практично це означає: робота тільки при справних заземлювачах і цілісних металорукавах; будь-які роботи з відкритими струмопровідними частинами — виключно за нарядом-допуском із повним зняттям напруги.

Система освітлення має підтримувати рівень не менше 0,2 лк у темний час доби; ужиті прожекторні установки (М-Г-250/400) вимагають регулярного контролю електробезпеки, чистоти розсіювачів і коригування напрямків світла для усунення сліпучих зон на маршрутах техніки та поблизу відкритих водних дзеркал.

					ГТТБ.ДП25.184.01.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водовідлив та керування водним режимом — критична умова безпечності. Захист від поверхневих вод забезпечують нагірні канали по флангах кар'єру; підземні та змішані води відкачуються ґрунтовими насосами (розміщеними на понтонах) у ставок-відстійник для освітлення, звідки освітнена вода подається в контур оборотного водопостачання (насос 8Гр8 близько 400 м³/год). У поєднанні з перехопленням притоку на сусідньому кар'єрі це знижує підтоплення вибою і ризик втрати стійкості укосів. Організаційно це закріплено добовими обхідними інспекціями каналів, зумпфів і відстійників, регламентом очищення та швидкого відновлення пропускної здатності, а також заборона робіт у зонах локального заболочення до їх осушення.

Технічні засоби гідротранспорту та насосні агрегати вибираються з урахуванням фактичних витрат і напорів. Для прикладу, ґрунтовий насос ГРАТ 1800/67 має подачу близько 3850 м³/год при напорі ~56 м, що визначає вимоги до міцності й кріплення напірних магістралей, а також до періодичних гідровипробувань і контролю вібрації/шуму. Переобладнання та капремонт виконуються за знеструмлення і спуску тиску, зі встановленням заглушок і блокуванням пуску.

Для драглайнів установлюються правила безпечної роботи: обмеження доступу в площину розмахування ковша та в сектор розвантаження (орієнтир — радіус 66,5 м і висота розвантаження 27,5 м); передзмінні огляди канатів, гальм і запобіжних пристроїв; заборона роботи на укосах без підтвердження достатньої ширини майданчика та відсутності просочування води в зоні опор; виконання висотних операцій на стрілах із використанням перевірених систем запобігання падінню. Такі вимоги прямо впливають з кінематичних і вантажних характеристик ЕШ-10/70.

З урахуванням кліматичних факторів Полісся (тривалий період від'ємних температур, сніговий покрив 10–30 см, глибина промерзання 0,1–0,7 м) планування змін передбачає сезонні коригування: протиожеледні заходи на пересувних

					ГТТБ.ДП25.184.01.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

майданчиках і під'їздах; обмеження робіт під час сильних опадів і гроз; прискорене укриття та дренаж свіжих відвалів; контроль стану берм після відлиг.

Системно заходи безпеки доповнюються підготовкою та навчанням персоналу під технології підвищеної небезпеки (гідромонітор, робота біля напірних трубопроводів, електроустановки 6 кВ, вантажопідіймальні операції), застосуванням нарядів-допусків і ЛОТО-процедур, а також документованими передзмінними інструктажами та реєстрацією небезпечних дій/умов із подальшим аналізом, що забезпечує превентивний характер СУОП. У підсумку запропонована система інженерних і організаційних бар'єрів безпеки відповідає технологічним особливостям кар'єру № 9 і створює необхідні передумови для безперервного, контрольованого й безпечного ведення гірничих робіт.

Висновок до розділу 3

Система охорони праці на кар'єрі № 9 ІГЗК вибудована на ризик-орієнтованих засадах і забезпечує нормативно підтверджений рівень безпеки гірничих робіт за умов відкритої гідравлічної розробки. Ключові елементи — ідентифікація небезпек вибою та уступів, керування гідрогеологічними ризиками через організований водовідлив, регламентовані параметри укосів і берм, контроль пилогазового та шумового навантаження, електробезпека насосно-енергетичного господарства. У практиці експлуатації реалізовано замкнений водообіг і технологічну дисципліну роботи гідромоніторів та землесосів, що знижує виробничі ризики та екологічні впливи без втрати продуктивності. Залишковими визначаються ризики, пов'язані з варіабельністю розмивистості каолінізованих пісків і локальними підпірними водами. У сукупності впроваджені організаційно-технічні заходи є достатніми для безпечного виконання планових обсягів, а безперервне поліпшення СУОП слід вважати обов'язковою умовою подальшого нарощування продуктивності.

					ГТТБ.ДП25.184.01.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПІДПРИЄМСТВА

4.1. Визначення обсягів трудових ресурсів і фінансових витрат на оплату праці

Розрахунок фінансових ресурсів, необхідних для забезпечення заробітної плати як основного виробничого персоналу, так і інженерно-технічних працівників, здійснюється на підставі штатного розпису підприємства. У цьому документі відображені назви ключових посад, чисельність працівників за кожною позицією та деталізована калькуляція їх розподілу за окремими категоріями.

Перед безпосереднім обчисленням фонду оплати праці була проведена систематизація кадрового складу із занесенням даних до єдиної зведеної таблиці. У ній наведено кількість співробітників за основними професійними групами, безпосередньо задіяними у процесі видобутку корисних копалин (виробничі робітники, допоміжний персонал – зокрема помічники, різноробочі, техніки-ремонтники та інші), а також фахівцями, що відповідають за планування та організацію робіт, тобто працівниками інженерно-технічного відділу (таблиця 4.1).

Обчислення річного балансу робочого часу:

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

$$F = 250 \cdot 2 \cdot 8 = 4000, \text{ год}$$

де $N_{\text{дн}}$ – число днів роботи на рік;

$n_{\text{зм}}$ – число змін на добу;

$t_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни з урахуванням регламентованих перерв.

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Техніко-економічні показники підприємства		
Студент		Кириленко В.В.					
Керівник		Башинський С.І.					
Кер.розд.		Башинський С.І.					
Н. Контр.		Башинський С.І.					
Зав.каф.		Башинський С.І.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
					Житомирська політехніка 184 «Гірництво»		

Таблиця 4.1

Кадровий розпис кар'єру № 9 Іршанського ГЗК

№ з/п	Посада	Розрахунок кількості працівників	
		Змінна потреба	Добова потреба
Робітники гірничо-технічного цеху			
1	Машиніст екскаватора ЕШ 10/70	2	4
2	Машиніст екскаватора Е-2503	1	2
3	Помічних машиніста екскаватора	3	6
4	Оператор гідромоніторного розмиву ГМД-250	2	4
5	Оператор землесосної станції	1	2
6	Оператор системи водовідливу і подачі	2	4
7	Оператор бульдозерної техніки	1	2
8	Ремонтно-технічна бригада	7	14
9	Оператор станції заправки	1	2
10	Допоміжний виробничий персонал	3	3
Разом		23	43
Робітники інженерно-технічного напрямку			
11	Керівник кар'єру	1	1
12	Головний маркшейдер підрозділу	1	1
13	Геолог діляниці	1	1
14	Майстер гірничих робіт	1	2
15	Механік діляниці	1	2
16	Енергетик діляниці	1	1
17	Оператор системи водовідливу	1	2
18	Електрослюсар черговий	1	2
19	Фахівець з опробування (опробувальник)	1	1
20	Обліковий працівник	1	1
21	Охоронець	2	6
Разом		12	20
Всього		35	63

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення показника базового фонду оплати праці:

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

$$З_{зп} = 4000 \cdot 43 \cdot 140,2 = 24114400, \text{ грн}$$

де $n_{\text{вир}}$ – число працівників, що залучені до виробничих процесів;

C – годинна ставка оплати праці.

Відповідно до норм чинного законодавства, працівникам, зайнятим у нічний період (з 22:00 до 24:00), нараховується додаткова оплата. Враховуючи затверджений режим роботи, визначено, що протягом одного місяця працівники відпрацьовують 20 годин у нічний час, що у річному вимірі становить 240 годин. Розмір доплати за виконання трудових обов'язків у нічний час складає 40% і може бути обчислений за формулою:

$$З_{\text{ніч}} = T_{\text{р.ніч}} \cdot P_{\text{ніч}} \cdot n_{\text{вир}} \cdot C \quad (4.3)$$

$$З_{\text{ніч}} = 240 \cdot 0,4 \cdot 43 \cdot 140,2 = 578745,6, \text{ грн}$$

де $T_{\text{р.ніч}}$ – річний обсяг годин праці одного працівника у часовому проміжку з 22:00 до 24:00;

$P_{\text{ніч}}$ – Розмір доплати за виконання трудових обов'язків у нічний час.

Обчислення вартості інших (компенсаційних) виплат, що також входять до складу фонду оплати праці:

$$З_{\text{ін}} = З_{\text{зп}} \cdot 5\% \quad (4.4)$$

$$З_{\text{ін}} = 24114400 \cdot 5\% = 1205720, \text{ грн}$$

Обчислення обсягу фінансових ресурсів, необхідних для забезпечення преміальних нарахувань:

$$З_{\text{прем}} = З_{\text{зп}} \cdot 20\% \quad (4.5)$$

$$З_{\text{прем}} = 24114400 \cdot 20\% = 4822880, \text{ грн}$$

					ГТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчислення розміру базового річного фонду оплати праці:

$$З_{осн} = З_{зп} + З_{ніч} + З_{ін} + З_{прем} \quad (4.6)$$

$$\begin{aligned} З_{осн} &= 24114400 + 578745,6 + 1205720 + 4822880 \\ &= 30721745,6, \text{ грн} \end{aligned}$$

Обчислення розміру фонду оплати праці інженерно-технічного персоналу:

$$З_{ітп} = 12 \cdot C_1 \cdot n_{ітп} \quad (4.7)$$

$$З_{ітп} = 12 \cdot 35000 \cdot 20 = 8400000, \text{ грн}$$

де C_1 – величина середнього місячного окладу інженерно-технічного персоналу;

$n_{ітп}$ – чисельність інженерно-технічного персоналу.

Обчислення витрат, необхідних для фінансування соціального страхування:

$$В_{с.ц.} = З_{ітп} \cdot 20\% \quad (4.8)$$

$$В_{с.ц.} = 8400000 \cdot 20\% = 1680000, \text{ грн}$$

Обчислення витрат, потрібних для реалізації заходів з охорони праці та дотримання правил техніки безпеки:

$$В_{опітб} = (З_{зп} + З_{ітп}) \cdot 3\% \quad (4.9)$$

$$В_{опітб} = (24114400 + 8400000) \cdot 3\% = 975432, \text{ грн}$$

4.2. Розрахунок вартості виробництва за умов кар'єру №9 Іршанського ГЗК

4.3.1. Розрахунок вартості зняття розкриву

Обчислення вартості робіт із зняття розкриву зводиться до визначення річних витрат, необхідних для реалізації цього процесу за відомих значень об'єму розкривних порід та вартості їх зняття в розрахунку на одиницю. Виходячи з наявних даних, витрати на підготовку робочого фронту для відпрацювання

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корисної товщі основної сировини можуть бути розраховані за допомогою наступної формули:

$$B_{\text{роз}} = V_{\text{роз}} \cdot c_{\text{роз}} \quad (4.10)$$

$$B_{\text{роз}} = 380000 \cdot 216,8 = 82384000, \text{ грн}$$

де $V_{\text{роз}}$ – річний обсяг розкривних порід, що підлягають зняттю;

$c_{\text{роз}}$ – собівартість зняття одного кубічного метра розкривних порід.

4.3.2. Розрахунок вартості паливно-мастильних матеріалів

Обчислення вартості паливно-мастильних матеріалів здійснюється на основі галузевих нормативів потреби та діючих цін згідно з офіційними прейскурантами. Визначення витрат, необхідних для забезпечення підприємства дизельним паливом, проводиться за цими показниками:

$$B_{\text{дп}} = Q \cdot k_{\text{дп}} \quad (4.11)$$

$$B_{\text{дп}} = 850000 \cdot 7,84 = 666400, \text{ грн}$$

де $k_{\text{дп}}$ – Показник норми витрат дизельного пального на видобуток 1 м³ породи (з урахуванням специфіки даного підприємства, де воно здебільшого використовується для транспортування допоміжних інструментів, обладнання та матеріалів, а також при роботі бульдозера під час формування відвалів), грн/м³.

Показник витрат на мастильні матеріали:

$$B_{\text{мм}} = Q \cdot k_{\text{мм}} \quad (4.12)$$

$$B_{\text{мм}} = 850000 \cdot 10,8 = 9180000, \text{ грн}$$

де $k_{\text{мм}}$ – норма витрат мастильних матеріалів на виробництво одиниці продукції, грн/м³.

ЗВитрати на бензин визначаються як:

$$B_{\text{б}} = Q \cdot k_{\text{б}} \quad (4.13)$$

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_B = 850000 \cdot 4,76 = 4046000, \text{ грн}$$

де k_B – норма витрат бензину на видобуток одного кубічного метра породи, грн/м³.

4.3.3. Розрахунок амортизаційних витрат

Визначення амортизаційних витрат здійснюється з урахуванням встановлених коефіцієнтів зносу обладнання, інструментів, будівель та споруд, виходячи з їхньої вартості (капітальних інвестицій на придбання чи будівництво). Розрахунок амортизаційних відрахувань проведено для основних виробничих фондів (табл. 4.2), до складу яких входять засоби механізації видобувних, транспортних і допоміжних процесів. Також розглянуто визначення амортизаційних витрат будівель і споруд, що забезпечують виконання основних та допоміжних робіт (табл. 4.3). Вартісні показники устаткування, механізмів і споруд прийнято відповідно до проекту розробки кар'єру №9 Іршанського ГЗК.

Таблиця 4.2

Амортизація основних виробничих фондів

№ з/п	Назва обладнання	Кількість одиниць	Ціна за одиницю, грн	Загальна вартість, грн	Норма амортизації, %	Річні амортизаційні
1	Крокуючий екскаватор ЕШ-10/70	2	2560000	5120000	15	0
2	Екскаватор Е-2503	1	1990000	1990000	20	0
3	Гідромонітор ГМД-250	2	450000	900000	35	0
4	Насос Warman 14/2	1	476000	476000	30	142800
5	Землесосна станція ГРАТ 1800/67	3	380000	1140000	30	342000
6	Бульдозер	1	1560000	1560000	20	0
7	Система транспортування	1	10130000	10130000	35	3545500
9	Разом					699600

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчислення розміру витрат на поточний ремонт обладнання здійснено за такою формулою:

$$V_{\text{пот.рем}} = \sum C_{\text{обл}} \cdot 5,2\% \quad (4.14)$$

$$V_{\text{пот.рем}} = 21316000 \cdot 5,2\% = 1598700, \text{ грн}$$

Таблиця 4.3

Амортизаційні відрахування невиробничих фондів

№ з/п	Тип будівлі	Вартість будівлі, грн	Коефіцієнт амортизації, %	Річні амортизаційні відрахування, грн
1	Паливно-мастильні склади та гаражні приміщення	4120000	5	206000
2	Адміністративно-побутовий корпус	1570000	5	78500
3	Збагачувальна дільниця	5930000	7	415100
4	Разом			699600

4.3.4. Розрахунок витрат на електроенергію

Вартість електроенергії визначається за такою формулою:

$$V_{\text{ел}} = V_{\text{год}}^{\text{ел}} \cdot t_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}} \cdot N_{\text{дн}} \cdot C_{\text{ел}} \quad (4.15)$$

$$V_{\text{ел}} = 28450 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 250 \cdot 6,9 = 49076250, \text{ грн}$$

де $V_{\text{год}}^{\text{ел}}$ – годинна норма споживання електроенергії;

$C_{\text{ел}}$ – ціна електроенергії для підприємств.

4.4 Розрахунок собівартості видобування та економічне обґрунтування запропонованих рішень.

Розрахунок собівартості видобутої продукції наведено у таблиці 4.4.

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4

Собівартість видобутої продукції в умовах кар'єру №9 Іршанського ГЗК

№ з/п	Статті витрат	До впровадження змін			Після впровадження змін*			Динаміка
		Річні витрати, грн	Витрат на 1 м ³ сировини, грн	Частка у загальній вартості, %	Річні витрати, грн	Витрат на 1 м ³ сировини, грн	Частка у загальній вартості, %	
1	Витрати на оплату праці	41777177,60	49,15	20,95	41777177,60	48,90	20,91	0,00
1.1	Прямий фонд заробітної плати	24114400,00	28,37	-	24114400,00	28,22	-	0,00
1.2	Доплати за роботу у нічний час	578745,60	0,68	-	578745,60	0,68	-	0,00
1.3	Інші види надбавок	1205720,00	1,42	-	1205720,00	1,41	-	0,00
1.4	Заробітна плата інженерно-технічного персоналу	8400000,00	9,88	-	8400000,00	9,83	-	0,00
1.5	Витрати на соціальне страхування	1680000,00	1,98	-	1680000,00	1,97	-	0,00
1.6	Витрати на охорону праці та техніку безпеки	975432,00	1,15	-	975432,00	1,14	-	0,00
1.7	Преміальні нарахування	4822880,00	5,67	-	4822880,00	5,64	-	0,00
2	Вартість розкривних робіт	82384000,00	96,92	41,30	82589960,00	96,66	41,33	205960,00
3	Вартість паливо-мастильних матеріалів	19890000,00	23,40	9,97	19915381,90	23,31	9,97	25381,90
3.1	Вартість мастильних засобів	6664000,00	7,84	-	6678556,84	7,82	-	14556,84
3.2	Вартість дизельного пального	9180000,00	10,80	-	9190825,06	10,76	-	10825,06
3.3	Вартість бензину	4046000,00	4,76	-	4046000,00	4,74	-	0,00

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ з/п	Статті витрат	До впровадження змін			Після впровадження змін*			Динаміка
		Річні витрати, грн	Витрат на 1 м³ сировини, грн	Частка у загальній вартості, %	Річні витрати, грн	Витрат на 1 м³ сировини, грн	Частка у загальній вартості, %	
4	Вартість інструменту	0,00	0,00	0,00	15600,00	0,02	0,01	15600,00
5	Амортизаційні відрахування на обладнання	4030300,00	4,74	2,02	4030300,00	4,72	2,02	0,00
5.1	ЕШ-10/70	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00
5.2	Е-2503	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00
5.3	ГМД-250	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00
5.4	Warman 14/2	142800,00	0,17	-	142800,00	0,17	-	0,00
5.5	ГРАТ 1800/67	342000,00	0,40	-	342000,00	0,40	-	0,00
5.6	Бульдозер	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00
5.7	Транспортна система	3545500,00	4,17	-	3545500,00	4,15	-	0,00
6	Амортизація будівель і споруд	699600,00	0,82	0,35	699600,00	0,82	0,35	0,00
6.1	Гаражні приміщення	206000,00	0,24	-	206000,00	0,24	-	0,00
6.2	Склади паливо-мастильних матеріалів	78500,00	0,09	-	78500,00	0,09	-	0,00
6.3	Ремонтні цехи	415100,00	0,49	-	415100,00	0,49	-	0,00
7	Витрати на електроенергію	49076250,00	57,74	24,61	49198940,63	57,58	24,62	122690,63
8	Витрати на ремонт обладнання	1598700,00	1,88	0,80	1598700,00	1,87	0,80	0,00
Разом		199456027,60	234,65	-	199825660,12	233,87	-	369632,52

*Впровадження запропонованих рішень зумовить зростання річної продуктивності, значення експлуатаційних витрат за результатами впровадження змін було збільшено пропорційно до приросту продуктивності.

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчислення доходу від реалізації продукції до моменту впровадження змін:

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

$$D_{\text{реал}} = 850000 \cdot 325 = 276250000, \text{ грн}$$

де $A_{\text{реал}}$ – розрахункова вартість продажу одного кубічного метра виробу.

Визначення суми податку:

$$\text{ПД} = 22,5\% D_{\text{реал}} \quad (4.17)$$

$$\text{ПД} = 22,5\% \cdot 276250000 = 62985000, \text{ грн}$$

Обчислення фінансового результату, отриманого під час експлуатаційної діяльності Кар'єру №9 Іршанського ГЗК:

$$\Pi = D_{\text{реал}} - \sum B \quad (4.18)$$

$$\Pi = 276250000 - (199456027,6 + 62985000) = 13808972,4, \text{ грн}$$

Розрахунок доходу від реалізації, податків та прибутку для оптимізаційних рішень було виконано аналогічним чином, до вище описаної методики. Узагальнені техніко-економічні показники роботи Кар'єру №9 Іршанського ГЗК подані в таблиці 4.5.

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.5

Техніко-економічні показники роботи підприємства

№ з/п	Показник	Значення		Динаміка	Одиниці вимірювання
		до впровадження змін	після впровадження змін		
1	Річний обсяг виробництва корисної копалини підприємством	850000,0	854420,0	4420,0	м ³
2	Фонд оплати праці	41777,2	41777,2	0,0	тис.грн
3	Показник продуктивності праці	13492,1	13562,2	70,2	м ³ /чол
4	Амортизаційні нарахування	4729,9	4729,9	0,0	тис.грн
5	Витрати на матеріальні ресурси	0,0	15,6	15,6	тис.грн
6	Витрати, пов'язані зі зняттям розкривних порід	82384,0	82590,0	206,0	тис.грн
7	Витрати на паливно-мастильні ресурси	19890,0	19915,4	25,4	тис.грн
8	Витрати на споживання електроенергії	49076,3	49198,9	122,7	тис.грн
9	Сукупні витрати підприємства	199456,0	199825,7	369,6	тис.грн
10	Собівартість виробництва одного кубічного метра продукції	234,7	233,9	-0,8	грн/м ³
11	Дохід від реалізації продукції	276250,0	277686,5	1436,5	тис.грн
12	Податок на додану вартість (ПДВ)	62985,0	63312,5	327,5	тис.грн
13	Фінансовий результат (прибуток) підприємства	13809,0	14548,3	739,3	тис.грн
14	Показник рентабельності	6,9	7,3	0,4	%

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок до розділу 4

Технічні рішення мають позитивний, хоч і помірний економічний ефект за рахунок перерозподілу витрат і підвищення питомої ефективності без розширення штату. Норматив штатної чисельності становить 35 осіб у зміні та 63 – у добовому режимі, що формує вихідну базу для фонду оплати праці.

Частка «Витрат на оплату праці» у собівартості залишається ~21% і не змінюється після впровадження рішень; прямий фонд зарплати теж зберігається на попередньому рівні, отже, економічний ефект досягається не скороченням персоналу, а за рахунок технологічної оптимізації.

Структура витрат за основними статтями свідчить: амортизаційні нарахування стабільні (4 729,9 тис. грн), тоді як витрати, пов'язані зі зняттям розкриву, ПММ і електроенергією, дещо зростають (відповідно до 82 590,0; 19 915,4; 49 198,9 тис. грн). Це підтверджує, що ключовими «важелями» управління собівартістю залишаються гірничо-підготовчі та енергетичні статті.

Попри незначне зростання сукупних витрат (до 199 825,7 тис. грн, +369,6 тис. грн), собівартість одиниці продукції зменшується з 234,7 до 233,9 грн/м³ (-0,8 грн/м³), що вказує на приріст операційної ефективності в розрахунку на кубічний метр. Паралельно зростають дохід (до 277 686,5 тис. грн, +1 436,5 тис. грн) та прибуток (до 14 548,3 тис. грн, +739,3 тис. грн), а показник рентабельності підвищується з 6,9% до 7,3% (+0,4 в. п.). Сукупно це обґрунтовує доцільність упроваджених змін за критерієм «результат/витрати».

Отже, економічна модель після впровадження рішень є збалансованою: персонал і фонд оплати праці утримуються без зростання, амортизація — на стабільному рівні, а маржинальний ефект забезпечується технологічними покращеннями, що знижують питому собівартість. Для подальшого зростання рентабельності доцільно фокусуватися на енергоємних процесах (струменевий розмив і насосно-трубопровідні контури), дисципліні витрат ПММ і керуванні

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фронтом розкриву — саме ці статті зберігають найбільшу чутливість і визначають потенціал додаткової економії.

					ГТТБ.ДП25.184.01.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Аналіз запропонованих рішень довів їх ефективність. Ключовими результатами є перепараметризація гідромоніторного вибою та балансування водно-енергетичного контуру, забезпечуючи зменшення питомої собівартості з 234,7 до 233,9 грн/м³ (–0,8 грн/м³) на тлі невеликого приросту сукупних витрат. Паралельно зросли дохід і прибуток, а рентабельність підвищилась із 6,9% до 7,3% (+0,4 в.п.), що підтверджує позитивне співвідношення «результат/витрати».

Прийнята насадка Ø175 мм із розрахунковою швидкістю струменя ~42,1 м/с задала геометрію фронту робіт і дозволила працювати на максимальних дистанціях дії $L_{\max} \approx 70$ м без надмірної частоти перестановок, що прямо впливає на змінну продуктивність. Додатково запропонований вирівнювач потоку подвоює осьовий динамічний тиск уже на 7-й метр та подовжує компактну ділянку струменя приблизно вдвічі — це покращує розмивистість і знижує непродуктивні витрати енергії. Сукупно ці заходи узгоджені з добором насосного обладнання (типу ГРАТ 1800/67) і пропускною здатністю оборотного водопостачання, тож втрати напору та «вузькі місця» у гідроконтурі мінімізовані.

Економічний ефект досягнуто без розширення штату: норматив чисельності у зміні/добі збережено, частка фонду оплати праці в собівартості тримається поблизу 21% до і після змін. Це означає, що приріст маржинальності забезпечено саме технологічною оптимізацією, а не «адміністративною економією» на персоналі.

Структура витрат при цьому лишається чутливою до енергоємних і гірничо-підготовчих статей: зняття розкриву, ПММ і електроенергія дещо зростають і залишаються головними важелями керування собівартістю; отже, подальше нарощування рентабельності слід шукати саме у зниженні кВт/м³ струменевого розмиву, у дисципліні витрат ПММ та в керуванні фронтом розкриву.

					ГТТБ.ДП25.184.01.ВН.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент	Кириленко В.В.				Висновок	Літ.	Арк.	Аркушів	
Керівник	Башинський С.І.								
Кер.розд.	Башинський С.І.								
Н. Контр.	Башинський С.І.					Житомирська політехніка 184 «Гірництво»			
Зав.каф.	Башинський С.І.								

Додатково варто відзначити, що впорядкування водного режиму (перехоплення притоку, понтонні ґрунтові насоси, ставка-відстійники й замкнений оборот води) зменшує ризик підтоплень і простоїв, підвищуючи фактичну доступність обладнання — це непрямий, але суттєвий компонент ефективності.

Описані рішення коректно адресують головні лімітувальні фактори гідромеханізованого видобутку на кар'єрі № 9 й дають статистично стійкий, хоча й невеликий, економічний виграш без компромісів щодо чисельності персоналу та технологічної надійності. Зафіксоване зниження собівартості на м³ і приріст рентабельності — достатня підстава для їх впровадження, а подальший приріст ефективності залежатиме насамперед від енергоменеджменту струменя і насосно-трубопровідних контурів.

					ГТТБ.ДП25.184.01.ВН.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б В.2.7-32-95. Будівельні матеріали. Піски для будівельних розчинів. Технічні умови. Київ: Держбуд України, 1995. 26 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-29-95. Будівельні матеріали. Піски будівельні. Технічні умови. Київ: Держбуд України, 1995. 24 с.
3. ДБН В.1.4-0.02-97. Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. Київ: Держбуд України, 1997. 38 с.
4. НПАОП 0.00-1.24-10. Правила безпеки під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом. Київ: Мінпраці України, 2010. 184 с.
5. «Норми технологічного проектування підприємств кольорової металургії». Київ: Мінпромполітики України, 2000. 312 с.
6. ПП «КАІ». Повторна геолого-економічна оцінка запасів Межирічного родовища титанових руд (ділянки Середня, Емільвська, Юрська, Осінова, Букінська). Звіт станом на 01.01.2018. Київ, 2018. 250 с.
7. Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ). Протокол № 4419-ДСК засідання колегії (14–25.06.2018). Київ, 2018. 45 с.
8. Weir Minerals. Slurry Pump Manual (Warman®). 6th ed. Madison, WI: Weir Minerals, 2016. 448 p.
9. ТОВ «ГРАТ». Насос ґрунтовий ГРАТ 1800/67. Паспорт і настанови з експлуатації. Дніпро, 2016. 52 с.
10. Паспорт і настанова з експлуатації гідромонітора ГМД-250. Харків: Виробник, 2012. 64 с.
11. Екскаватор драглайн ЕШ-10/70. Експлуатаційна документація (паспорт, інструкція). Єкатеринбург: ПАТ «Уралмашзавод», 1989. 120 с.
12. Гребенюк С.Г., Коваленко В.В. Гідромеханізація гірничих робіт: підручник. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 432 с.

					ГТТБ.ДП25.184.01.СЛ.ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент		Кириленко В.В.			Список використаної літератури			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Башинський С.І.								
Кер.розд.		Башинський С.І.								
Н. Контр.		Башинський С.І.								
Зав.каф.		Башинський С.І.								

13. Руденко Л.Г. Гідрогеологія: навч. посібник. Київ: Ліра-К, 2010. 368 с.
14. НАН України (ред.). Геологія Українського щита: монографія. Київ: Наук. думка, 2005. 640 с.
15. Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. An Introduction to the Rock-Forming Minerals. 3rd ed. London: The Mineralogical Society, 2013. 498 p.
16. Klein C., Dutrow B. Manual of Mineral Science (23rd ed.). Hoboken: John Wiley & Sons, 2007. 675 p.
17. CRC Handbook of Chemistry and Physics. 104th ed. Boca Raton: CRC Press, 2023. 2656 p.
18. Hustrulid W., Kuchta M., Martin R. Open Pit Mine Planning and Design. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2013. 1257 p.
19. Wills B.A., Finch J. Wills' Mineral Processing Technology. 9th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2016. 512 p.
20. Барабаш Б.В., Польовікова Н.В. Клімат України: монографія. Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

					КГТБ.ДР24.17.СЛ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		