

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

Форма № Н-9.02

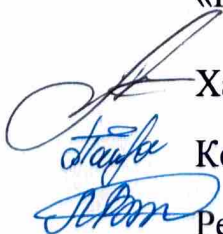
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра маркшейдерії

Пояснювальна записка

до випускної кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: **Визначення об'ємів видобутої корисної копалини в умовах ПМП
“ГРАНІТ”**

Виконав: студент 4 курсу,
групи ГГ-29
спеціальності 184 «Гірництво»,
освітньо-професійна програма
«Гірництво»



Харчук Сергій Васильович

Керівник: Побігайло Д.П.

Рецензент: Левицький В. Г.

Житомир - 2025

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення: Факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
 Кафедра: маркшейдерії
 Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
 Спеціальність: 184 «Гірництво»
 Освітня програма «Гірництво»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

Шлапак В. О.
 (підпис) (Прізвище та ініціали)
 «04» 04 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Харчука Сергія Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Визначення об'ємів видобутої корисної копалини в умовах ПМП «ГРАНІТ»

Керівник роботи асистент Побігайло Діана Петрівна

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

затверджені наказом ректора Житомирської політехніки від «01» 04 2025 р. №129/с

2. Строк подання студентом роботи:

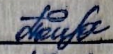
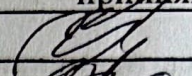
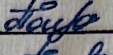
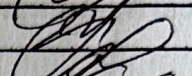
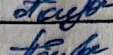
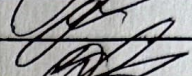
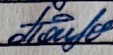
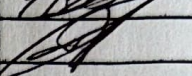
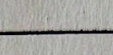
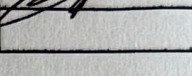
3. Вихідні дані до роботи:

Робочий проект розробки Північно-Східної ділянки Покостівського родовища гранодіоритів ПМП «ГРАНІТ», документація підприємства, графічні матеріали Північно-Східної ділянки Покостівського родовища ПМП «ГРАНІТ», геологічний звіт Північно-Східної ділянки Покостівського родовища ПМП «ГРАНІТ»

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Технологія та основні параметри видобувних та розкривних робіт, порядок побудови планової опорної мережі, полігонометрія, нівелювання, зйомочні роботи у кар'єрі, маркшейдерське забезпечення визначення об'ємів видобутої корисної копалини ПМП «ГРАНІТ», розробка та впровадження новітнього програмного забезпечення на базі ШП для покращення визначення типу та об'ємів видобутої корисної копалини

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Ситуаційний план, геологічний розріз, технологічна схема розробки родовища, опорна мережа, методи визначення об'ємів видобутої корисної копалини

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Побігайло Діана Петрівна		
2	Побігайло Діана Петрівна		
3	Побігайло Діана Петрівна		
4	Побігайло Діана Петрівна		
5	Побігайло Діана Петрівна		
6	Побігайло Діана Петрівна		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	10.04.2025 р.	
2	Розділ 1	20.04.2025 р.	
3	Розділ 2	25.04.2025 р.	
4	Розділ 3	07.05.2025 р.	
5	Розділ 4	10.05.2025 р.	
6	Розділ 5	15.05.2025 р.	
7	Розділ 6	20.05.2025 р.	
8	Висновки та оформлення	25.05.2025 р.	
9	Підготовка графічної частини	30.05.2025 р.	
10	Передзахист	06.06.2025 р.	
11	Виправлення помилок, за необхідності	19.06.2025 р.	
12	Захист	18.06.2025 р.	

Студента

(підпис)

Харчук С.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

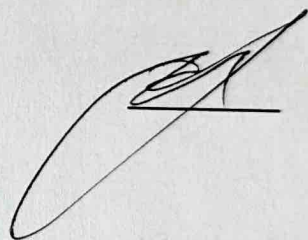
Побігайло Д.П.

(прізвище та ініціали)

Я, Харчук Сергій Васильович, цим засвідчую, що представлена до захисту випускна кваліфікаційна робота на тему: «Визначення об'ємів видобутої корисної копалини в умовах ПМП «ГРАНІТ»» 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».

«23» 06 2025 р.



ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА РОДОВИЩА КОРИСНИХ КОПАЛИН 6	
1.1. Стратиграфія та літологія	6
1.2. Геологічна та гірничотехнічна характеристика родовища	7
1.3. Гідрогеологічна характеристика	9
1.4. Межі родовища	10
Розділ 2. ГІРНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 12	
2.1. Інформація про підприємство	12
2.2. Система розробки родовища корисних копалин	14
2.2.1. Загальні положення	14
2.2.2. Система розробки родовища корисних копалин	15
2.2.3. Видобувні роботи	17
2.2.4. Відвалоутворення	20
Розділ 3. ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА 23	
3.1. Планово-висотна опорна мережа	23
3.2. Розвиток та згущення опорної мережі	25
3.3. Проект на згущення мережі	27
Розділ 4. МАРКШЕЙДЕРСЬКЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ 34	
4.1. Маркшейдерська служба ПМП “ГРАНІТ”	34
4.2. Маркшейдерські роботи на кар'єрі	35
4.3. Методи маркшейдерських зйомок на ПМП “ГРАНІТ”	36
4.4. Визначення об'ємів видобутої корисної копалини	38
Розділ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 48	
5.1. Організація служби охорони праці на підприємстві	48
5.2. Аналіз умов праці та небезпечних виробничих факторів	48
5.3. Інженерно-технічні заходи з охорони праці	51
5.4. Електробезпека та пожежна безпека	55
5.5. Безпека при проведенні буропідливних робіт	59
5.6. Охорона навколишнього середовища	64
5.7. Рекультивація порушених земель	71
5.8. Заходи безпеки при надзвичайних ситуаціях	73
Розділ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ 78	
6.1. Техніко-економічні показники гірничого підприємства	78
6.2. Організація та економіка маркшейдерських робіт на підприємстві	81
6.3. Економічна ефективність підприємства	91
ВИСНОВКИ 96	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ 98	
ДОДАТКИ 101	

					КМ.ДР25.21.ЗМ.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент	Харчук С.В.				ЗМІСТ			
К. розділ	Побігало Д.П.							
Керівник	Побігало Д.П.							
Н. контр.	Криворучко А.О.							
Зав. каф.	Шлапак В.О.							
						Літ.	Арк.	Аркуші
							1	1
						ДУ «Житомирська політехніка» гр. ГГ-29		

ВСТУП

Дипломний проект присвячено комплексному дослідженню Північно-Східної ділянки Покостівського родовища гранодіоритів, яке експлуатує Приватне мале підприємство “ГРАНІТ” у Житомирському районі Житомирської області.

У межах роботи проведено: Геологічне та гідрогеологічне обґрунтування умов залягання і просторового поширення корисного вмісту;

Аналіз технології розробки відкритим способом із висотою уступів 6 м для корисної копалини та 5-6 м для розкриву із застосуванням навантажувача Volvo L220F, бурильних установок Benetti і вибухових та невибухових методів розпушування породи; Розроблення маркшейдерського та геодезичного забезпечення, що включає створення й згущення планово-висотної опорної мережі та методи контролю обсягів виїмки; Оцінку рекультиваційних заходів для мінімізації впливу на навколишнє середовище; Розрахунок економіко-технічних показників, які обґрунтовують ефективність видобування та рентабельність діяльності ПМП “ГРАНІТ”.

Метою проекту є точне визначення об’ємів видобутої корисної копалини з урахуванням фактичних геофізичних і технологічних параметрів, а також обґрунтування комплексу заходів з оптимізації процесів розробки та забезпечення безпеки гірничих робіт.

Структура роботи відображає логічну послідовність досліджень: від аналізу стратиграфічних, літологічних та гідрогеологічних особливостей (розділ 1), через технологічну та маркшейдерську частини (розділи 2-4), до верифікації безпечного виконання гірничих операцій і економічної оцінки проекту (розділи 5-6). Це забезпечує цілісне бачення процесу від розвідування до виробничої реалізації та дозволяє формувати надійні інженерні рішення для перспективного використання запасів родовища.

					<i>КМ.ДР25.21.ВС.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Студент</i>		<i>Харчук С.В.</i>			ВСТУП			
<i>К. розділц</i>		<i>Побігайло Д.П.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Побігайло Д.П.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Криворучко А.О.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Шлапак В.О.</i>						
						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
							<i>1</i>	<i>1</i>
					ДЧ «Житомирська політехніка» гр. ГГ-29			

РОЗДІЛ 1. ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОДОВИЩА

1.1. Стратиграфія та літологія

Північно-Східна ділянка Покостівського родовища гранодіоритів (ПМП “ГРАНІТ”) знаходиться приблизно за 1,5-1,8 км на північний схід від с.Покостівка Житомирського району, Житомирської області. Загальна площа ділянки становить близько 2,29 га. Територія розташована в межах південно-західної частини Українського щита, що характеризується відносно неглибоким заляганням кристалічних порід [25].

Верхню частину геологічного розрізу в межах родовища складають переважно четвертинні породи, які утворюють відносно тонкий покрив над гранітною (гранодіоритовою) основою. Згідно з наявними геологорозвідувальними даними:

1. потужність четвертинних відкладів (піски, субпіски, суглинки та ґрунтовий шар) може коливатися від 0 до 5,8 м;
2. верхній шар родючого ґрунту зазвичай становить до 0,3-0,5 м;
3. у частині пагорбів щільність кореневої системи та ґрунтового горизонту дещо зменшена, натомість можуть бути присутні прошарки суглинка з включеннями дрібного щебеню;
4. за результатами геологічної зйомки, глибина вивітрювання (утворення глинясто-щебенистих кор) часто сягає 2,4-5,5 м. [27].

Здебільшого четвертинні відклади можна умовно поділити на:

1. Рослинно-ґрунтовий шар (гумусовий): 0,2-0,5 м, іноді до 0,7 м на пологих схилах.
2. Піски та супіски: середньої чи дрібної зернистості, з домішками пилюватої фракції. Ці відклади здебільшого спостерігаються у пониженнях

					КМ.ДР25.21.01.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Студент		Харчук С.В.			РОЗДІЛ 1. ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОДОВИЩА			Літ.	Арк.	Аркуші	
К. розділц		Побігайло Д.П.								1	10
Керівник		Побігайло Д.П.						ДУ «Житомирська політехніка» гр. ГГ-29			
Н. контр.		Криворучко А.О.									
Зав. каф.		Шлапак В.О.									

рельєфу або у верхніх частинах схилів, де шар може досягати 2,0-3,0 м.

3. Суглинки: зустрічаються як перешарування з супісками чи пісками, іноді мають прошарки щебеню. У деяких свердловинах виявлялися прошарки глинисто-щебенистих порід товщиною до 1,0 м.

За приблизними оцінками, у межах більш підвищених точок ділянки верхній пухкий шар має невелику потужність (0-2,4 м), тоді як у зниженнях, де накопичується більше осадів, товща четвертинних порід може сягати 5,0-5,8 м.

Точний розподіл компонентів четвертинного покриву може варіювати залежно від конкретного місця, однак із загальних польових спостережень та результатів геологічних свердловин можна приблизно визначити таку орієнтовну літологічну структуру: 15-20% $\approx$ гумусово-рослинний шар (чорнозем, перегнійна складова); 35-45% $\approx$ піски та супіски (середньозернисті й дрібнозернисті); 25-30% $\approx$ суглинки (включно з глинясто-щебенистими прошарками); решта (до 10%) - можуть траплятися незначні прошарки глини та уламки вивіреного граніту.

Нижче четвертинних відкладів залягає корінна гранітна (гранодіоритова) товща, яка місцями вивітрена до глибини 0-2,4 м (причому інтенсивність вивітрювання зменшується з глибиною). У місцях, де четвертинний покрив тонший, кристалічні породи можуть виходити майже на денну поверхню [8].

Ділянка має слабо розчленований, хвилястий рельєф. Четвертинні відклади накопичуються переважно в пониженнях, що зумовлює певну нерівномірність товщини покриву. Така структура зумовлює відносно прості умови для проведення розкривних робіт:

1. при мінімальній товщі (0-1 м) четвертинні породи досить легко видаляються автосамоскидами та екскаваторами;
2. у місцях більшої потужності (4-5 м) можливі тимчасові труднощі з відвалоутворенням і потреба у більшій кількості техніки.

					КМ.ДР25.21.01.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, Північно-Східна ділянка Покостівського родовища має порівняно тонкий і нерівномірний чохол четвертинних відкладів (у середньому 2-3 м), складених переважно пісками, супісками та суглинками. Це дає відносно сприятливі умови для відкритої розробки, оскільки товщина порід, що підлягають розкриву, не є надмірною. У літологічному відношенні істотних перешкод у вигляді щільних глин чи кам'янистих конгломератів майже не виявлено; натомість переважають розсипчасті осади, що полегшує підготовчі гірничі роботи. З урахуванням зазначених особливостей, подальші розділи роботи детально розглянуть умови залягання власне гранітних порід, їх фізико-механічні властивості та вплив на технологію видобування.

1.2. Геологічна та гірничотехнічна характеристика родовища

Форма та потужність покладу, кут падіння, тектонічні порушення

Північно-Східна ділянка Покостівського родовища (ПМП "ГРАНІТ") належить до інтрузивних утворень гранітно-гранодіорового складу, характерних для південно-західної частини Українського щита. За результатами геологорозвідувальних робіт, корисна копалина залягає у вигляді відносно компактного масиву з помірною (малою) або близькою до вертикальної тектонічною розтрісканістю [9].

Потужність. Згідно з даними переоцінки запасів (1997, 2015 рр.), потужність гранітної товщі, придатної для промислового використання, може сягати кількох десятків метрів (залежно від глибини кар'єрного поля). Вивітрювання у верхній частині становить від 0 до 2,4 м, але нижче залягає невивітрена масивна порода.

Для блокових гранітних масивів кут не настільки актуальний, як для шаруватих осадових покладів, однак загальне положення вказує на субвертикальне залягання порід. Тобто фактично масив не має похилої «пластино-» чи «жильного» типу.

Тектонічні порушення. На ділянці виявлені незначні розривні порушення під час геологічної розвідки. Основні тріщини, як правило, мають

					КМ.ДР25.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

субвертикальний характер із азимутом 30-50°, а також зустрічаються полого нахилені системи (55-75°). Проте масштабних розломів чи добре виражених зонами дроблення не спостерігається. Це позитивно позначається на блокуватості гранітних порід (із середньою густиною тріщин 0,44).

Якісна характеристика корисникапітальних копалин: гранодіоритів.

Мінеральний склад. Порода представлена гранодіоритом світло-сірого кольору, інколи з блідо-рожевими нюансами. У його складі присутні: Плагіоклаз (35-50%); Мікроклін (15-35%); Кварц (10-25%); Біотит (5-15%); Амфіболи (3-10%).

Додатково трапляються акцесорні мінерали [14].

Структура і текстура. Переважно середньо- або дрібнозерниста структура з масивною текстурою. Тріщинуватість помірна; вихід кондиційних блоків на ділянці оцінювався на рівні 20-22,03%.

Декоративні властивості. У світло-сірому відтінку з контрастними вкрапленнями біотиту й амфіболу гранодіорит набуває при поліруванні естетичного вигляду; полірована поверхня характеризується «зернистою» текстурою. Це робить камінь популярним у виробництві облицювальних плит і пам'ятників.

За даними випробувань і літературних джерел (у межах Покостівського родовища):

Міцність при стисканні (сухий стан): 188,2-246,8 МПа [9] ;

Міцність при стисканні (водонасичений стан): 171,4-206,3 МПа;

Пористість: 0,72-14,47% (коливається залежно від зони вивітрювання; для свіжого моноліту зазвичай <1,5%);

Водопоглинання: 0,08-0,21%;

Стираність: 0,59-0,74 г/см²;

Морозостійкість: марка F50.

Ці властивості свідчать про високу міцність та задовільну морозостійкість, що є важливим при застосуванні для зовнішнього облицювання та бруківки [9].

					КМ.ДР25.21.01.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тріщинуватість - один із ключових параметрів, що впливає на блочність гранітних (гранодіоритових) масивів. У Північно-Східній ділянці переважають: субвертикальні тріщини з азимутом 30-50°; пологі тріщини з кутом 55-75°.

Густина тріщин у середньому оцінена як 0,44, що дозволяє відносно вільно добувати монолітні шматки великого розміру (корисно для облицювального чи будівельного каменю). Локальні зони з більшою тріщинуватістю можуть підвищувати відсоток відходів [17].

Відтінок: світло-сірий до біло-сірого з вкрапленнями темних мінералів (біотит, рогова обманка).

При поліруванні проявляється контрастне «зерно», яке надає декоративного ефекту; камінь має рівномірний колір, без різких плям чи «жил».

Придатний для виробництва фасадних плит, сходів, бруківки, меморіальних виробів.

Згідно з дослідженнями на Покостівському родовищі, сумарна питома активність природних радіонуклідів у гранодіориті становить 137-170 Бк/кг, що відповідає I класу радіаційної безпеки [1]. Це означає, що камінь можна використовувати без обмежень у будь-яких будівельних та декоративних цілях. Додатково, відходи виробництва зазвичай належать до IV класу небезпеки (умовно безпечні) [15].

Гранодіоритові породи Північно-Східної ділянки Покостівського родовища характеризуються високими міцнісними показниками, малою пористістю, низьким водопоглинанням та привабливими декоративними властивостями, що робить їх затребуваними на ринку облицювального і конструкційного каменю. Тріщинуватість масиву не надто висока, що дозволяє отримувати доволі великі блоки без надмірних втрат [10]. Радіаційні показники порід відповідають I класу безпеки, а відтак не створюють обмежень для використання у цивільному та промисловому

					КМ.ДР25.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

будівництві. Сукупність цих факторів визначає високу гірничо-технічну привабливість родовища й оптимальні умови для відкритого видобування.

В загальному процес можна описати схемою, що представлена в Додатку Б.

1.3. Гідрогеологічна характеристика

Водоносні горизонти

За результатами геологорозвідувальних робіт на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища (ПМП “ГРАНІТ”), у верхніх шарах четвертинного комплексу можуть бути присутні один або декілька водоносних горизонтів малої потужності. Основні водоносні прошарки зазвичай приурочені до:

піщано-супіщаних прошарків у межах товщі четвертинних відкладів (глибина 1-5 м);

тріщинуватої зони у верхній частині гранітного (гранодіоритового) масиву, де породи вивітрені та мають підвищену проникність [12].

Водоносний горизонт четвертинних відкладів. Цей шар може характеризуватися різною потужністю (залежно від товщини піску/супіску). Глибина залягання - переважно 1-3 м від поверхні. Вода накопичується після опадів, а також частково за рахунок фільтрації з атмосферних опадів. Воду таких горизонтів можна вважати умовно прісною чи слабомінералізованою; дебіт свердловин, зазвичай, невеликий.

Тріщинувата зона корінних порід. У зоні тріщинуватості (верхні 2-4 м кристалічних порід) також може накопичуватися деяка кількість води. Проте із зростанням глибини мікротріщини стають менш відкритими, тож основне водонасичення можливе лише поблизу вивітреної кори. Згідно з практичним досвідом роботи кар'єру, значні водопритоки з тріщинуватої зони не спостерігаються.

					КМ.ДР25.21.01.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водоносний горизонт у четвертині значно залежить від атмосферних опадів, тому може сезонно коливатися. У посушливий період дебіт свердловин/шурфів помітно спадає.

Атмосферні опади. Частина дощової і талої води інфільтрується в четвертинну товщу й тріщини верхнього шару корінних порід. При кар'єрній виїмці ці води можуть надходити в забій або накопичуватися на нижніх горизонтах, утворюючи незначні застої.

Підземні води з водоносних горизонтів. На невеликих глибинах (до 5-10 м) у зонах тріщинуватості також можливий слабкий приплив (зазвичай 0,1-1,0 м³/год, залежно від конкретної ділянки). Якщо в кар'єрі досягають більш масивних блоків гранітного ложа, порода стає монолітнішою, і водопритоки помітно скорочуються.

Зона поверхневого стоку. Певна частина поверхневого стоку (з навколишніх схилів) може періодично спрямовуватися у бік вибою кар'єру - особливо під час інтенсивних опадів. Щоб зменшити ці обсяги води, зазвичай передбачають дренажні канами чи водовідвідні канали по периметру.

Сезонність. Основний приплив відбувається під час інтенсивних дощів та під час танення снігу (весняно-літній період). У літньо-осінній сезон при відсутності сильних злив ситуація стабільніша [25].

Обсяги. Для оцінки водоприпливу можна використовувати середньорічний шар опадів (у Житомирському районі - близько 600-650 мм/рік), коефіцієнт стоку та площу водозбору. Оскільки кар'єр має відносно невелику площу, розрахункові водоприпливи (через інфільтрацію) не очікуються занадто великими [26].

Заходи з водовідливу. У разі необхідності на нижній позначці кар'єру може бути влаштовано насосну станцію (водовідлив). Проте з огляду на слабку водоносність тріщинуватої зони, поточні відомості свідчать, що серйозного дренажу не передбачено (принаймні в теперішніх межах глибини).

					КМ.ДР25.21.01.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гідрогеологічні умови на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища доволі сприятливі для відкритого способу розробки. Водоносні горизонти представлені переважно тонким інфільтраційним шаром у четвертині та слабoproдуктивною тріщинуватою зоною на контакті з корінними гранітами. Приплив вод до кар'єру є сезонним і невеликим, що не вимагає складної системи водовідливу. Основні зусилля зосереджуються на відведенні поверхневих опадів (дренажні канами) та періодичному відкачуванні (якщо утворюються локальні застої води на нижніх робочих горизонтах). Такий стан гідрогеологічних умов значно полегшує ведення гірничих робіт, знижує витрати на відкачування і мінімізує ризики раптових затоплень.

1.4. Межі родовища

Північно-Східна ділянка Покостівського родовища гранодіориту (ПМП “ГРАНІТ”) була вперше детально окреслена в результаті геологорозвідувальних робіт 1995-1996 рр., а потім додатково підтверджена й уточнена під час переоцінки запасів у 1997 та 2015 роках [11].

Границі ділянки в установленому порядку визначені за координатними точками (кутовими пунктами), що фіксують гірничий відвід. У документах Держгеонадр (спецдозвіл №1422 від 08.06.1998 р. та його продовження у 2018 році) зазначено географічні координати та описи межових ліній. Земельні ділянки знаходяться в приватній власності, земельний відвід відповідно до кадастрового плану (1822081500:01:000:0867, 1822081500:01:000:0866, 1822081500:01:000:0865, 1822081500:05:000:0001). Дивитись **Додаток А**.

Ступінь розвіданості. За результатами робіт ДКЗ (Державної комісії по запасах) ділянка зазнала докладної геологічної розвідки: були пробурені свердловини, виконані шурфи та геофізичні дослідження, що забезпечило високу точність визначення якості та контурів покладу. Запаси корисної

					КМ.ДР25.21.01.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

копалини (гранодіориту) віднесені до категорій А+В+С1 (залежно від глибини, локальних зон тріщинуватості та техногенних втрат).

На момент першої оцінки (Протокол ДКЗ №446, 1997 р.) підтверджені запаси становили близько 328,1 тис. м³ гранодіориту, придатного для облицювального використання.

За станом на 2015 р. (оновлений протокол, №3373), з урахуванням відпрацьованих і приросту розвіданих областей, сумарні залишкові запаси для всієї Північно-Східної ділянки оцінювали приблизно у 185,83 тис. м³ (категорії А, В, С1 разом). Частину (близько 1,89 тис. м³) віднесено до категорії А, тобто детально розвідані й підтверджені в оперативному контурі.

Деякі ділянки з підвищеною тріщинуватістю чи високим вмістом включень можуть бути віднесені до позабалансових. Такі обсяги зазвичай слугують джерелом щебеню, бруківки, але не облицювального блочного каменю.

За попередніми оцінками, співвідношення «балансових» / «позабалансових» може становити 4:1, тобто приблизно 20% можуть відійти в розряд «умовно технічної» сировини.

З огляду на те, що ПМП «ГРАНІТ» провадить видобування на суміжних ділянках і що в прилеглих секторах корінні гранітно-гранодіоритові породи зберігають схожі властивості, припускають можливість відкриття додаткових розвідувальних контурів, за умови розробки технічної документації та отримання відповідних погоджень в майбутньому.

Збільшення глибини кар'єру або розширення його площі також може призвести до приросту запасів, однак це залежить від техніко-економічних показників і від зміни кута укосів, безпеки та актуальних ліцензійних меж.

Потужність покривних порід. Четвертинний чохол коливається за товщиною від 0 до 5,8 м, у середньому 2-3 м. Місцями, на верхніх підвищеннях ділянки, потужність не перевищує 1-2 м.

					КМ.ДР25.21.01.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт розкриву. Він визначається відношенням обсягу (або маси) розкривних порід до обсягу (або маси) корисної копалини, що видобувається.

Середні цифри в межах 0,3-0,5 м³ розкриву на 1 м³ балансового граніту (тобто коефіцієнт розкриву від 0,3 до 0,5) [19].

$$k_p = \frac{V_p}{V_k}$$

Цей показник дещо змінюється залежно від ділянки кар'єру: там, де четвертинний шар тонший, коефіцієнт може бути близьким до 0,2-0,25; на більш «засипаних» ділянках досягає 0,6.

Загалом коефіцієнт розкриву на Північно-Східній ділянці вважається порівняно невисоким, що підтверджує економічну доцільність ведення відкритих гірничих робіт.

Межі Північно-Східної ділянки Покостівського родовища юридично зафіксовані в межах гірничого відводу та підтверджені геологорозвідувальними роботами. Ступінь розвіданості досить високий, що дозволяє класифікувати запаси за категоріями А, В, С1. Балансові запаси за сучасними оцінками становлять близько 185 тис. м³, із можливістю приросту за рахунок детальнішого вивчення сусідніх зон. Середня потужність четвертинного покриву (2-3 м) сприяє невеликому коефіцієнту розкриву (0,3-0,5), а це робить видобуток економічно вигідним і передбачуваним із точки зору гірничо-технологічних операцій.

Отримані геолого-гірничі дані слугують основою для вибору оптимальної системи відкритої розробки. Далі розглянемо технологію розкривних, видобувних та відвальних робіт, а також рекультиваційні заходи, необхідні для мінімізації впливу виробництва на довкілля.

Загальна характеристика родовища та технологій розробки в таблиці в Додатку В.

					КМ.ДР25.21.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

РОЗДІЛ 2. ГІРНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Інформація про підприємство

Приватне мале підприємство “ГРАНІТ” (ПМП “ГРАНІТ”) було засноване для промислового видобутку гранітних (гранодіоритових) порід на Покостівському родовищі, розташованому в Житомирському районі Житомирської області. Підприємство є одним із найбільших виробників граніту в регіоні, зокрема облицювального каменю, щебеню, бруківки та плитки. Продукція користується попитом як в Україні, так і за кордоном, завдяки якісним декоративним і фізико-механічним властивостям місцевого гранодіориту [8], [17].

Розробка родовища проводиться відкритим способом із застосуванням сучасної техніки та технологій, що забезпечує високу якість кінцевої продукції. Основною сировиною є гранодіоритові породи, які характеризуються високою міцністю, стійкістю до атмосферних впливів та привабливими естетичними властивостями.

Спеціальний дозвіл на користування надрами (№ 1422 від 08.06.1998 р.) було видано Державною службою геології та надр України. У подальшому термін дії дозволу неодноразово продовжувався, останні зміни підтвердили право ПМП “ГРАНІТ” на промислову розробку родовища до 2038 р. (відповідно до наказів Держгеонадр 2018 року).

Підприємство має всі необхідні дозвільні документи для здійснення гірничої діяльності, включаючи гірничий відвід, погодження екологічних служб та дозволи на виконання буропідливних робіт. Усі роботи виконуються з дотриманням державних норм і стандартів, а також вимог з охорони праці та довкілля [18].

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Студент	Харчук С.В.				РОЗДІЛ 2. ГІРНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА			Літ.	Арк.	Аркушів	
К. розділу	Побігайло Д.П.									1	18
Керівник	Побігайло Д.П.							ДУ «Житомирська політехніка» зр. ГГ-29			
Н. контр.	Криворучко А.О.										
Зав. каф.	Шлапак В.О.										

Межі ділянки закріплені в натурі й прописані у додатках до спецдозволу:

- географічне розташування: приблизно 1,5-1,8 км на північний схід від села Покостівка;
- гірничий відвід: контур визначається координатами поворотних точок (кутових пунктів), у яких закріплені маркери (бетонні або металеві) [16];
- земельний відвід: знаходиться на землях Високопічської сільської ради (частково на запасах сільради та орендованих ділянках).

Межі кар'єру визначені проектом розробки родовища і затверджені в установленому порядку. Контур кар'єрного поля формується з урахуванням геологічної будови родовища, технічних можливостей видобутку та економічної доцільності.

Для відведеної кар'єрної зони передбачено охоронну смугу; у ній заборонено самовільну забудову й ведення господарської діяльності, несумісної з гірничими роботами. Охоронна смуга створює буферну зону між кар'єром та прилеглими територіями, забезпечуючи безпеку для навколишнього середовища та населення.

Виробнича потужність підприємства досить значна - ПМП "ГРАНІТ" здатне видобувати до 100 тисяч тонн граніту на рік, з урахуванням сумарного обсягу як облицювального блочного каменю, так і технічної сировини (щебінь, вторинні продукти). Фактичний видобуток може змінюватися залежно від попиту та умов експлуатації.

Технологічний процес включає буропідривні роботи, екскаваційні роботи, транспортування породи, первинну обробку блоків та виготовлення кінцевої продукції. Все це вимагає чіткої організації виробничого процесу та дотримання графіка робіт.

Режим роботи кар'єру є гнучким і залежить від сезону та виробничих потреб. У більшості сезонів кар'єр працює цілорічно, за винятком періоду надмірних морозів або рясних опадів. Для забезпечення безперебійного

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесу видобутку й дробіння порід зазвичай застосовують дві або три зміни (по 8 годин), з урахуванням денного та нічного графіку:

- Денна зміна: 8 годин активних робіт (буропідбивна, екскаваторна, транспортування);
- Нічна зміна (за потреби): переважно відвантаження, дробіння, іноді ремонтні роботи.

У періоди підвищеного попиту можливе збільшення кількості змін або тривалості робочого дня, що дозволяє оперативно реагувати на ринкові зміни та забезпечувати своєчасне виконання замовлень.

Продуктивність за корисною копалиною зумовлена геологічними особливостями родовища та технологічними можливостями підприємства. Завдяки високій блочності граніту з родовища, ПМП "ГРАНІТ" може виробляти в середньому близько 1 тис. м³ облицювального каменю (блоків) на рік (якщо метою є великі блоки). Окрім того, залишковий матеріал (роздрібнена порода) переробляють у щебінь, бруківку, плитку, що забезпечує комплексне використання мінеральної сировини.

Якість продукції контролюється на всіх етапах виробництва, від видобутку до фінальної обробки. Це дозволяє підтримувати високий рівень якості та відповідність продукції міжнародним стандартам.

Термін існування підприємства має тривалу історію. Відкриття кар'єру та початок активних робіт відбулося у 1998 році після оформлення спецдозволу. З урахуванням наявних запасів (понад 180 тис. м³) і середніх показників щорічного видобутку, термін експлуатації Північно-Східної ділянки теоретично може тривати 15-20 років, залежно від динаміки збуту й масштабів поглиблення кар'єру.

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

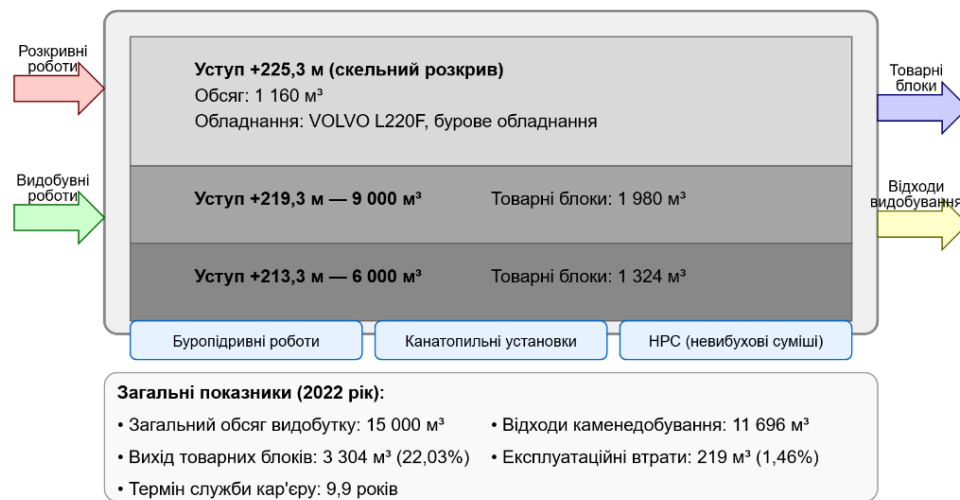


Рис. 2.1. Технологічна схема розробки родовища

2.2. Система розробки родовища корисних копалин

2.2.1. Загальні положення

На Північно-Східній ділянці Покостівського родовища (ПМП “ГРАНІТ”) застосовується транспортна система розробки із зовнішнім розташуванням відвалів розкривних порід. Вибір даної системи розробки зумовлений гірничо-геологічними умовами родовища, потужністю і фізико-механічними властивостями корисної копалини та розкривних порід, а також технологічними особливостями видобутку блочного каменю.

Транспортну систему (автомобільно-екскаваторну) - найпоширенішу для невеликих та середніх кар'єрів у регіоні. Ця система забезпечує високу мобільність та гнучкість при виконанні гірничих робіт, а також дозволяє ефективно маневрувати в обмеженому просторі кар'єру площею 2,29 га.

Покрокове поглиблення кар'єру - у міру відпрацювання поступово формуються робочі горизонти (уступи). Це забезпечує раціональне використання запасів родовища та підтримання стабільної продуктивності протягом всього терміну експлуатації.

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відвалоутворення - розкривні породи складуються у зовнішньому відвалі, розташованому біля східного контуру кар'єру, що обумовлено доступністю площі та топографією місцевості.

Для ефективної реалізації обраної системи розробки на кар'єрі використовується сучасне технологічне обладнання:

Колісний навантажувач VOLVO L220F для розкривних робіт та транспортування породи;

Канатопильна установка Benetti GAMMA 875 для розрізання моноліту;

Установки стрічкового буріння Benetti TB 616, TB 610 та PP 691 для буріння шпурів;

Компресор SEK-550-8 для забезпечення роботи пневматичного обладнання;

Повітрязбірник В-10,0 для накопичення стисненого повітря;

Водовідливний відцентровий насос К45-45 продуктивністю 60 м³/год при напорі 30 м для відкачування води з кар'єру [29].

Розробка Північно-Східної ділянки Покостівського родовища проводиться уступами згори донизу. Висота уступів для корисної копалини складає 6 м, що забезпечує ефективне використання наявного обладнання та підтримання безпечних умов праці. Для зручності видобутку блоків уступи можуть розділятися на підуступи висотою 3 м, що дозволяє більш ретельно відбирати якісні ділянки гранодіоритового масиву.

Кар'єрне поле розкрито у північно-західній частині шляхом проходки групової траншеї внутрішнього закладення з денної поверхні (відмітка +230,6 м) на нижній горизонт підрахунку запасів (відмітка +207,3 м). Ширина в'їзної траншеї по низу - 15,5 м, максимальний позовжній ухил - 7%, що відповідає нормативним вимогам для автомобільного транспорту [15].

Ширина робочих майданчиків на уступах становить 31,5 м, що включає:

- ширину окремого моноліту - 3,0 м;
- ширину смуги безпеки - 10,0 м;

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ширину транспортної смуги для навантажувача - 9,5 м;
- ширину смуги для розміщення допоміжного обладнання - 6,0 м;
- ширину смуги безпеки по верхній бровці нижче лежачого уступу - 3,0 м.

Кути укосів робочих уступів прийняті 90° для корисної копалини та 75° для розкривних порід, а кути неробочих укосів - 75° та 40° відповідно, що забезпечує стійкість бортів кар'єру протягом усього терміну експлуатації.

Режим роботи кар'єру цілорічний - 260 робочих днів на рік в одну зміну з п'ятиденним робочим тижнем. Тривалість зміни - 8 годин. Це дозволяє підтримувати стабільну продуктивність кар'єру та забезпечувати планові обсяги видобутку.

Запаси корисної копалини (незмінених гранодіоритів) підраховані на площі 2,29 га до горизонту +206 м та затверджені ДКЗ України (протокол № 446 від 27.10.1997 р.). Проектна продуктивність кар'єру за корисною копалиною становить 15 000 м³ по гірничій масі на рік. З урахуванням коефіцієнта виходу блоків (22,03%), річний обсяг видобутку товарних блоків складає 3 305 м³.

При таких показниках видобутку розрахунковий термін служби кар'єру складає:

$$T = 185,83 / 15,0 = 9,9 \text{ років.}$$

Застосована система розробки родовища забезпечує раціональне використання запасів корисної копалини, мінімізацію втрат при видобутку та відповідність усім нормативним вимогам з безпеки ведення гірничих робіт [30].

2.2.2. Система розробки родовища корисних копалин

Розкривні роботи є важливим етапом розробки родовища, що забезпечує доступ до основної корисної копалини - незмінених гранодіоритів [4]. На Північно-Східній ділянці Покостівського родовища розкриття здійснюється відкритим автотранспортно-екскаваторним методом із

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

попереднім зняттям і переміщенням розкривних порід у зовнішні відвали [15].

Розкривні породи на ділянці представлені різними типами:

1. Пухкий розкрив, що включає:

1.1. Грунтово-рослинний шар (потужність 0-0,2 м);

1.2. Піски жовтувато-сірого кольору, дрібнозернисті, глинисті, ущільнені (потужність 0-5,8 м);

1.3. Кора вивітрювання зеленувато-сірого кольору, глинисто-гідрослюдиста (потужність 0-5,5 м).

2. Скельний розкрив:

2.1. Гранодіорити, порушені вивітрюванням (потужність 0,5-1,5 м);

2.2. Вивітрені гранодіорити (зустрічаються спорадично, потужність до 0,7 м).

Загальна потужність розкривних порід на ділянці коливається від 1,7 м до 9,0 м. Пухкі розкривні породи віднесені до II групи ґрунтів за складністю екскавації, а скельний розкрив - до VIII групи порід за міцністю. Середня потужність четвертинного чохла становить 2-3 м, що є відносно невеликим показником і не становить значних технічних або економічних труднощів при видаленні.

Технологія розкривних робіт включає наступні основні операції:

Зачистка поверхні від рослинного ґрунту. Згідно з висновком Житомирської філії Інституту земпроекту, селективна розробка ґрунтово-рослинного шару не передбачається через його малу потужність (0,1 м) та низьку якість. Грунтово-рослинний шар слабо гумусований з включеннями значної кількості (20-30%) уламків кристалічних порід.

Виїмка та транспортування пухких розкривних порід. Розробка здійснюється фронтальним пневмоколісним навантажувачем VOLVO L220F. Пухкі породи відпрацьовуються одним уступом. Транспортування розкривних порід здійснюється тим же навантажувачем у зовнішні відвали.

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробка скельного розкриву. Для розпушування гранодіоритів, порушених вивітрюванням, застосовуються два способи:

- Невибуховий - із застосуванням невибухових руйнуючих сумішей (НРС);
- Вибуховий - із застосуванням пороху в шпурах.

Скельний розкрив відпрацьовується спільно з основною корисною копалиною і відділяється при обробленні монолітів на товарні блоки.

Висота уступу для розкривних порід зазвичай приймається 5-6 м (іноді до 8 м), що забезпечує оптимальну роботу екскаватора та полегшує транспортування відходів у відвал. Фронт розкривних робіт формується залежно від поточної потреби у відвалах та плану послідовності відпрацювання. На початку фронт розкриву може сягати 30-40 м завширшки, далі може розширюватися або зсуватися відповідно до плану гірничих робіт.

Кути укосу розкривних уступів: Робочих - 75°; Неробочих - 40°.

Для сипких четвертинних порід приймають робочий укіс орієнтовно 30-35° або до 45° у тимчасових зонах, якщо порода достатньо стабільна. При довгостроковому зберіганні відходів кут зовнішнього укосу розкривних порід зазвичай не перевищує 28-30° для запобігання зсувам.

Для виконання розкривних робіт на кар'єрі використовується наступне обладнання:

Колісний навантажувач VOLVO L220F - основна машина для розробки та транспортування пухкого розкриву. Даний навантажувач має високу продуктивність та маневреність, що дозволяє ефективно працювати у стиснених умовах кар'єру.

Установки стрічкового буріння Benetti TB 616, TB 610 та PP 691 - для буріння шпурів діаметром 36 мм при підготовці скельного розкриву до руйнування.

Компресор SEK-550-8 - для забезпечення роботи пневматичного обладнання.

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бульдозери - для планування трас, відвалів і підтримання доріг у належному стані.

У випадках, коли в зоні розкриву трапляється міцна вивітрена гранодіоритова кора (твердість за шкалою Протодяконова 8-12), може знадобитися попереднє руйнування вибухом. Тоді застосовують бурові верстати малого діаметра (76-110 мм). Проте в більшості випадків розкривна порода пухка й розробляється без буровибухових робіт.

Згідно з планом гірничих робіт на 2022 рік, обсяг розкривних робіт становить 1 160 м³ скельного розкриву. За кварталами роботи розподілено наступним чином:

- I квартал: 280 м³ скельного розкриву;
- II квартал: 285 м³ скельного розкриву;
- III квартал: 315 м³ скельного розкриву;
- IV квартал: 280 м³ скельного розкриву.

Розкривні роботи виконуються з випередженням відносно видобувних робіт, що забезпечує підготовлений фронт для видобутку корисної копалини. Випередження по розкриву складає не менше 2-3 місяці роботи кар'єру.

2.2.3. Видобувні роботи

Видобувні роботи на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища спрямовані на видобуток основної корисної копалини - незмінених гранодіоритів, придатних для отримання блоків і облицювальних виробів. Технологічний процес видобування передбачає комплекс операцій з відокремлення моноліту від масиву та його подальшої обробки на товарні блоки необхідних розмірів.

Основною корисною копалиною на родовищі є незмінені гранодіорити, які мають високі декоративні та фізико-механічні властивості. Макроскопічно гранодіорити представляють собою породу сірого кольору, рівномірно середньозернисту, масивну, слабо тріщинувату. Перебурені потужності незмінених гранодіоритів по родовищу складають від 30,3 м до

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

44,7 м. Потужність незмінених гранодіоритів, які увійшли в підрахунок запасів по ділянці, коливається в межах від 10,8 м до 23,0 м.

За даними пробного видобутку, проведеного на родовищі, вихід блоків становив 32,9%, хоча в розрахунках використовується більш консервативний показник - 22,03%. Якість продукції відповідає вимогам ГОСТ 9479-84 "Блоки із природного каменю для виробництва облицювальних виробів", ДСТУ Б В.2.7-59-97.

Згідно з робочим проектом, на кар'єрі застосовується двостадійна технологічна схема видобутку блоків:

Перша стадія - відділення моноліту від масиву. Для цього використовуються два основні методи:

- Буропідливний метод - буріння шпурів по лінії передбачуваного відколу та підривання невеликих зарядів димного пороху;
- Канатопильний метод - використання канатопильної установки Benetti GAMMA 875 для створення щілин у масиві.

Друга стадія - оброблення монолітів на блоки потрібних розмірів. Це здійснюється:

- Ручним буроклиновим способом;
- За допомогою невибухових руйнуючих засобів (НРС).

У випадках, коли відстань між горизонтальними тріщинами в масиві невелика, видобуток блоків може організовуватися за одностадійною схемою. При цьому висота підступу не повинна перевищувати 1,5 м.

Після відділення моноліту від масиву та його розділення на блоки виконуються такі операції:

Перекидання моноліту на підшву уступу. Ця операція виконується за допомогою гідравлічних домкратів, повітряних подушок або іншого допоміжного обладнання.

Сортування продукції. Видобута маса сортується за якістю:

- Великі шматки, придатні до блочного виробництва (облицювальний камінь);

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Дрібні або негабаритні уламки, які направляються на виробництво щебеню.

Навантаження. Для навантаження блоків використовується колісний навантажувач VOLVO L220F, який має достатню вантажопідйомність для роботи з великими блоками гранодіориту.

Видобувні роботи на кар'єрі характеризуються наступними параметрами:

- Висота уступу - 6 м. Це оптимальна висота для існуючого обладнання та забезпечує безпечні умови праці.
- Висота підступу - 3 м. Розділення уступу на підступи дозволяє більш ретельно вести видобувні роботи та контролювати якість продукції.

Ширина робочого майданчика - 31,5 м. Вона включає: Ширину окремого моноліту - 3,0 м; Ширину смуги безпеки - 10,0 м; Ширину транспортної смуги для навантажувача - 9,5 м; Ширину смуги для розміщення допоміжного обладнання - 6,0 м; Ширину смуги безпеки по верхній бровці нижче лежачого уступу - 3,0 м.

Кути укосів: Робочого - 90°; Неробочого - 75°.

Буровибухові роботи на кар'єрі виконуються для відділення блоків гранодіоритів від масиву. Роботи ведуться підрядним способом підприємством "Украгровибухпром" з дотриманням усіх вимог безпеки.

Буріння шпурів виконується установками стрічкового буріння Benetti ТВ 610 і ТВ 616. Всі фахівці-бурильники пройшли курси навчання за професією бурильник.

Параметри буровибухових робіт:

- Діаметр шпурів - 36 мм;
- Середня відстань між шпурами - 0,45 м;
- Глибина шпурів - від 0,9 м до 4,9 м (залежно від висоти моноліту);
- Кут нахилу шпурів до горизонту - 90°;
- Кількість шпурів на один моноліт - 32 шт.;

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Тип вибухової речовини - чорний порох;
- Питомі витрати ВР - 0,2 кг/м³;
- Величина заряду на моноліт - від 3 до 15 кг (залежно від об'єму);
- Величина зарядів у шпурі - від 0,19 до 0,94 кг;
- Питомі витрати буріння - від 0,96 до 1,04 м/м³.

Вибухові роботи проводяться за графіком у світлий час доби. Безпечні відстані при вибухових роботах встановлюються відповідно до вимог "Єдиних правил безпеки при вибухових роботах" і становлять 200 м для методу шнурових зарядів.

Для виконання видобувних робіт на кар'єрі використовується наступне обладнання:

1. Канатопильна установка Benetti GAMMA 875 - для створення щілин у масиві при відділенні моноліту.
2. Установки стрічкового буріння Benetti ТВ 616, ТВ 610 та РР 691 - для буріння шпурів під буровибухові роботи та під клинове розколювання.
3. Компресор SEK-550-8 - для забезпечення пневматичних інструментів.
4. Колісний навантажувач VOLVO L220F - для навантаження і транспортування блоків.

Згідно з планом гірничих робіт на 2022 рік, річний обсяг видобувних робіт становить 15 000 м³ гірничої маси, з яких: 3 305 м³ - товарні блоки; 11 696 м³ - відходи каменедобування.

Видобувні роботи розподілені по двох уступах:

- Уступ +219,3 м: 9 000 м³ (1 980 м³ товарних блоків);
- Уступ +213,3 м: 6 000 м³ (1 324 м³ товарних блоків).

За кварталами роботи розподілено наступним чином:

- I квартал: 3 750 м³ (825 м³ товарних блоків);
- II квартал: 3 750 м³ (825 м³ товарних блоків);
- III квартал: 3 750 м³ (825 м³ товарних блоків);

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- IV квартал: 3 750 м³ (825 м³ товарних блоків).

Експлуатаційні втрати при видобуванні гранодіоритів складають 219 м³ або 1,46% від загального обсягу видобутку. Ці втрати включають:

Втрати при бурінні свердловин - 13,0 м³. Розраховуються за формулою:

$$V_{(cv)} = (\pi \times d^2 / 4) \times L = 0,0062 \times 2\,100 = 13,0 \text{ м}^3,$$

де $V_{(cv)}$ - об'єм втрат при бурінні свердловин, м³;

π - математична константа (3,14159);

d - діаметр свердловини, м ($d = 0,089$ м);

L - загальна довжина свердловин, м (2 100 м);

0,0062 - площа перерізу свердловини, м².

Втрати при нарізанні щілин - 97,5 м³. Розраховуються як:

$$V_{(ф)} = S \times b = 7\,500 \times 0,013 = 97,5 \text{ м}^3,$$

де $V_{(ф)}$ - об'єм втрат при нарізанні щілин, м³;

S - загальна площа нарізаних щілин, м² (7 500 м²);

b - ширина щілини пропила, м (0,013 м). Втрати при бурінні шпурів на відділення моноліту від масиву - 19,7 м³.

Втрати при бурінні шпурів з розділення і пасирування моноліту на блоки - 88,8 м³.

Обводнення кар'єру відбувається за рахунок підземних вод зони вивітрювання і тріщинуватості кристалічних порід, а також атмосферних опадів.

Для забезпечення нормальних умов роботи кар'єр обладнано водовідливною установкою з насосом К45-45 продуктивністю 60 м³/год при напорі 30 м. Водовідливний трубопровід виконаний зі сталевих труб діаметром умовного проходу 150 мм, довжиною 125 м. Пуск і зупинка насоса проводиться автоматично залежно від рівня води в водозбірнику.

За результатами проведених випробувань, незмінені гранодіорити Покоствіського родовища відповідають вимогам: ГОСТ 9479-84 "Блоки із природного каменю для виробництва облицювальних виробів"; ДСТУ Б В.2.7-59-97; За художньо-декоративними властивостями гранодіорит визнаний декоративним і рекомендований для зовнішнього і внутрішнього

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

облицювання стін, підлог, сходів і кам'яних виробів; За рівнем природної радіоактивності відноситься до I класу (відповідає вимогам НРБ 76/87).

Технологія видобування на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища забезпечує ефективне використання запасів корисних копалин, високу якість продукції та дотримання всіх вимог безпеки при проведенні гірничих робіт.

2.2.4. Відвалоутворення

Відвалоутворення є важливою складовою технологічного процесу розробки Північно-Східної ділянки Покостівського родовища і передбачає комплекс робіт з розміщення, складування та формування відвалів розкривних порід і відходів видобування.

Характеристика порід, що розміщуються у відвалах

- Обсяг складованих порід у 2022 році складає 12 637 м³, що включає:

- 0 м³ - м'які розкривні породи (відсутні в плані на 2025 рік);
- 1 160 м³ - скельний розкрив (гранодіорити, порушені вивітрюванням);
- 11 477 м³ - некондиційна корисна копалина (відходи каменедобування).

Скельний розкрив представлений гранодіоритами, порушеними вивітрюванням, з потужністю від 0,5 до 1,5 м. Ці породи придатні для використання як сировина для виробництва щебеню, що відповідає вимогам ГОСТ 8267-82 "Щебінь з природного каменю для будівельних робіт".

Відходи каменедобування утворюються внаслідок:

1. неможливості видобутку монолітних блоків через надмірну тріщинуватість;
2. розділення монолітів на блоки (відходи обробки);
3. експлуатаційних втрат при бурінні шпурів, нарізанні щілин тощо.

На Північно-Східній ділянці Покостівського родовища застосовується система із зовнішнім розташуванням відвалів. Відвал розміщується поза кар'єром біля східного контуру кар'єрного поля. Вибір місця розташування

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відвалу зумовлений: наявністю вільних земельних ділянок; відносно рівнинним рельєфом; мінімальною відстанню транспортування; врахуванням напрямку переважаючих вітрів для мінімізації пилового забруднення.

Для створення сприятливих умов для майбутньої рекультивації відвал формується з урахуванням природного рельєфу місцевості, з плавними переходами до навколишнього ландшафту.

Відвалоутворення на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища здійснюється за наступною технологією:

- Підготовка основи відвалу. Перед початком відсипання проводиться підготовка ділянки: видалення рослинності, планування поверхні, за необхідності - створення дренажних каналів для відведення поверхневих вод.

- Транспортування порід до відвалу. Розкривні породи та відходи каменедобування доставляються до місця складування колісним навантажувачем VOLVO L220F. Перевагою використання навантажувача є його мобільність та можливість ефективно працювати на відносно невеликих відстанях.

- Формування відвалу. Відвал відсипається одним ярусом. На майданчику відвалу фронтальний навантажувач VOLVO L220F розподіляє матеріал, формуючи східчасто-пологі укоси. Складування скельних і м'яких розкривних порід проводиться окремо, що дозволяє в подальшому використовувати скельний розкрив для виробництва щебеню.

- Планування поверхні відвалу. Для забезпечення стійкості відвалу та його підготовки до майбутньої рекультивації проводиться планування поверхні відвалу. Ця операція також виконується фронтальним навантажувачем VOLVO L220F.

Зовнішній відвал розкривних порід і відходів каменедобування характеризується наступними параметрами:

Висота відвалу - 8-10 м. Відвал формується у декілька ярусів, що забезпечує його стійкість і зменшує площу, що займається.

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кути укосів: Робочого - 35°; Неробочого (остаточного) - 28-30°.

Вибір кутів укосів зумовлений фізико-механічними властивостями порід, що складуються, і необхідністю забезпечення довгострокової стійкості відвалу.

Довжина відвалу залежить від доступної землі та обсягу порід, що складуються. При формуванні зовнішнього відвалу враховується смуга безпеки та відстань від дороги, щоб уникнути осипання.

Площа відвалу розраховується з урахуванням загального обсягу порід, що підлягають складуванню протягом всього терміну експлуатації кар'єру, та запланованої висоти відвалу.

Для забезпечення безпеки при проведенні відвальних робіт передбачаються наступні заходи:

1. Моніторинг стійкості відвалів. У сезон сильних злив періодично перевіряється стійкість укосів, відводяться поверхневі води. У ситуаціях збільшеної вологості кут укосу може стабілізуватися за рахунок злежування, але перевищення нормативів не допускається.

2. Безпечні укоси. Для сипких порід рекомендований кут 28-32° - це зводить до мінімуму ризик зсувів. На верхніх берегових площадках встановлюється вал чи бруствер 0,7 м заввишки для запобігання з'їзду техніки у зону обвалу.

3. Заходи з пилоподавлення. Для зменшення пилоутворення при відвальних роботах в сухий період року проводиться зволоження поверхні відвалу. Це особливо важливо для мінімізації впливу на навколишнє середовище та забезпечення комфортних умов праці персоналу.

4. Протипожежні заходи. Для запобігання самозайманню порід у відвалах здійснюється контроль температурного режиму та вживаються необхідні заходи при виявленні осередків нагрівання.

На Північно-Східній ділянці Покостівського родовища впроваджено комплексний підхід до управління відходами:

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання скельного розкриву. Гранодіорити, порушені вивітрюванням, які віднесені до скельного розкриву, використовуються як сировина для виробництва щебеню будівельного, що відповідає вимогам ГОСТ 8267-82 "Щебінь з природного каменю для будівельних робіт".

Використання відходів каменедобування. Відходи, що утворюються при обробці блоків, також можуть використовуватися для виробництва щебеню, бутового каменю та інших будівельних матеріалів. Відсів, отриманий при подрібненні порід на щебінь, відповідає вимогам ГОСТ 26193-84 "Матеріали з відсіву дроблення вивержених порід для будівельних робіт".

Будівництво та підтримка кар'єрних доріг. Частина розкривних порід використовується для будівництва та підтримки кар'єрних доріг. Пухкі розкривні породи можуть використовуватися для планування та підсипки, а скельні - для створення міцного дорожнього покриття.

Використання для рекультивації. При плануванні гірничих робіт частина відходів розкриву може бути використана для заповнення виробленого простору при проведенні технічної рекультивації [26].

Транспортна схема відвальних робіт включає:

- Кар'єрні дороги, які відносяться до III категорії відповідно до вантажопотоку. Загальна ширина транспортної смуги складає не менше 9 м. Проїжджа частина кар'єрних доріг у межах напівтраншей і транспортних берм захищається з боку низового укосу земляним валом заввишки 1,0 м.
- Маршрути руху техніки. Для мінімізації відстані транспортування розробляються оптимальні маршрути руху техніки від місць виїмки порід до відвалів.
- Освітлення та обслуговування доріг. Усі місця навантаження і розвантаження, а також внутрішньокар'єрні дороги в темний час доби освітлюються. У зимовий час дороги систематично посипаються піском і очищаються від снігу і льоду, а в літній час здійснюється поливання доріг для забезпечення пилоподавлення [28].

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Система відвалоутворення на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища організована з урахуванням мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище, забезпечення безпеки робіт та ефективного використання відходів видобутку. Послідовне виконання всіх технологічних операцій та дотримання встановлених параметрів відвалів забезпечує стабільну роботу кар'єру та створює сприятливі умови для подальшої рекультивації порушених земель.

					КМ.ДР25.21.02.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА

3.1. Планово-висотна опорна мережа

У районі Північно-Східної ділянки Покостівського родовища гранодіоритів ПМП "ГРАНІТ" наявна система пунктів державної геодезичної мережі (ДГМ), яка забезпечує кадастрову, картографічну та маркшейдерсько-геодезичну діяльність підприємства. Основними пунктами ДГМ, що використовуються для прив'язки маркшейдерських робіт на кар'єрі, є:

Тріангуляційний пункт "Висока Піч" - розташований на відстані 2,5 км на північний схід від кар'єру, належить до мережі тріангуляції 3 класу з відміткою 240,16 м.

Тріангуляційний пункт "Покостівка" - розташований на відстані 1,7 км на південний захід від родовища, належить до мережі тріангуляції 3 класу з відміткою 231,82 м.

Нівелірний репер №5842 - розташований на відстані 3,2 км у напрямку до м. Житомир, репер IV класу нівелювання з відміткою 231,05 м.

GNSS-станція "ZHT1" (Житомир) - постійно діюча референсна станція, яка входить до мережі System.NET і забезпечує можливість RTK-вимірювань з точністю 2-3 см у плані та 3-5 см за висотою.

Наявні пункти ДГМ на території району забезпечують достатню щільність для виконання маркшейдерсько-геодезичних робіт на кар'єрі підприємства з необхідною точністю і надійністю.

Для забезпечення єдиної системи координат та висот для родовища була виконана прив'язка опорної маркшейдерської мережі кар'єру до державної геодезичної мережі.

Вихідними даними для прив'язки слугували координати і висоти

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Студент		Харчук С.В.			РОЗДІЛ 3. ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВА				Літ.		Арк.	Аркушів	
К. розділц		Побігайло Д.П.									1	20	
Керівник		Побігайло Д.П.							ДУ «Житомирська політехніка» гр. ГГ-29				
Н. контр.		Криворучко А.О.											
Зав. каф.		Шлапак В.О.											

пунктів ДГМ, зазначених вище. Прив'язка здійснювалася наступними методами:

Планова прив'язка виконувалась шляхом прокладання полігонометричних ходів від пунктів тріангуляції "Висока Піч" та "Покостівка" до опорних пунктів кар'єру. Полігонометричні ходи проектувалися як замкнуті, щоб забезпечити контроль точності.

Висотна прив'язка забезпечувалась методом технічного нівелювання від репера №5842 до опорних точок кар'єру. Вимірювання проводились за допомогою цифрового нівеліра Trimble DiNi 0.3 з точністю визначення перевищень $\pm 0,3$ мм/км.

GNSS-прив'язка виконувалась при використанні GNSS-приймачів Leica GS18 T у режимі статичних спостережень з часом накопичення даних не менше 30 хвилин для кожного пункту. Для контролю використовувався RTK-режим з підключенням до перманентної станції "ZHT1".

Система координат, що використовується для маркшейдерських робіт на ПМП "ГРАНІТ" - УСК-2000 (Українська система координат 2000 року) з параметрами переходу до СК-42 для історичного узгодження документації. Система висот - Балтійська 1977 року.

На території кар'єру закладено опорну маркшейдерську мережу, що складається з 10 основних пунктів. Нижче наведено каталог координат опорних пунктів мережі у системі координат УСК-2000:

Таблиця 3.1.

**Каталог координат і висот
пунктів опорної мережі ПМП "ГРАНІТ"**

№ пункту	X, м	Y, м	H, м	Тип пункту	Клас точності
п.40	5582431.640	2632841.253	231.640	Бетонний моноліт	IV
п.41	5582432.790	2632901.477	232.790	Бетонний моноліт	IV
п.42	5582380.280	2632920.158	230.280	Бетонний моноліт	IV

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			2

№ пункту	X, м	Y, м	H, м	Тип пункту	Клас точності
п.43	5582330.105	2632910.625	230.105	Бетонний моноліт	IV
п.п.31	5582329.290	2632885.380	230.290	Настінний марка	IV
п.п.32	5582371.000	2632814.930	231.000	Настінний марка	IV
т.1	5582436.720	2632862.940	232.500	Металевий штир	V
т.2	5582428.950	2632852.170	232.950	Металевий штир	V
т.3	5582378.200	2632935.810	230.580	Металевий штир	V
т.4	5582365.440	2632926.320	231.070	Металевий штир	V

Пункти опорної мережі регулярно перевіряються та оновлюються з періодичністю не рідше одного разу на рік. Перевірка виконується методом тахеометричного знімання з використанням електронного тахеометра Leica TS06 та нівелювання IV класу.

Точність визначення координат пунктів опорної мережі в плані становить ± 2 см, а за висотою - ± 1 см, що відповідає вимогам інструкції з виконання маркшейдерських робіт для кар'єрів будівельних матеріалів.

Для інтеграції польових даних із публічними картографічними сервісами (Google Maps, OpenStreetMap тощо) координати опорної мережі (УСК-2000, зона 6) були перераховані у глобальну систему WGS-84. Під час верифікації знімків з ортофото Google було зафіксовано систематичну нев'язку $\approx 1,09$ км. Таке відхилення пояснюється сукупністю факторів:

Межсистемна похибка. УСК-2000 базується на еліпсоїді GRS-80 і потребує семипараметрового перетворення у WGS-84; застосування спрощеної тривісної формули або неправильний вибір центрального меридіана (27° замість 30°) дає зсув 1-1,2 км у цьому регіоні.

Застарілі вихідні пункти. Деякі фундаментальні точки державної триангуляції, що використовувались як вихідні в 1970-х рр., змістилися через постійні тектонічні рухи (≈ 25 мм/рік для Українського щита), накопичуючи до 1 м за 40-50 років.

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Історичне «ланцюгове» перетворення. Частина старих карт була спочатку у СК-42/Пулково 1942, потім - у СК-63, а вже згодом перераховувалась у УСК-2000; кожен етап додавав сотні сантиметрів систематичної похибки.

Неорторектифіковане зображення Google. Аерофото Google Maps у сільській місцевості може мати локальний зсув до ± 15 м через відсутність щільної мережі наземних контрольних точок.

Астрономічні дані епохи 1970-х. Каталоги зоряних координат, що використовувались у Радянському Союзі для визначення астрономічних широт-довгот, мають похибку передавання до сучасної ICRF $\approx 0,2''$, що відповідає ≈ 6 м на широті 50° N.

Враховуючи суму цих компонент, пояснювана нев'язка 1,09 км є обґрунтованою і не впливає на локальну точність маркшейдерських робіт (рівень 2-3 см у плані), оскільки усі виробничі розрахунки виконуються безпосередньо у державній системі УСК-2000.

Через це ж виникають геометричні аномалії при зведені 4 кадастрових планів земельних ділянок і накладення земельних ділянок підприємства в загальному кадастровому плані на сусідні.

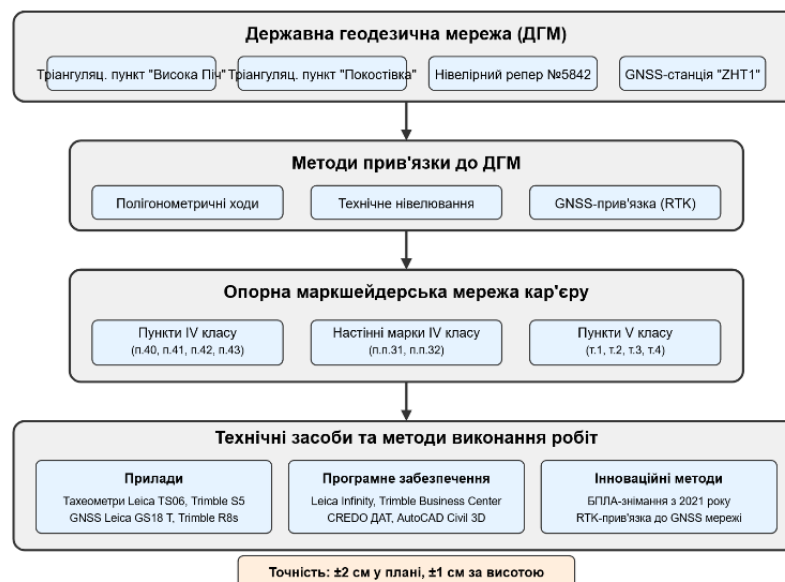


Рис. 3.1. Схема геодезичного забезпечення родовища

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

3.2. Розвиток та згущення опорної мережі

Для забезпечення достатньої щільності опорних пунктів на території об'єкту використовується комплексний підхід до розвитку та згущення планово-висотної мережі, який включає такі методи:

Полігонометрія застосовується як основний метод планового згущення мережі. На території кар'єру застосовано схему прокладання полігонометричних ходів IV-V класів, які спираються на пункти ДГМ. Для вимірювань використовуються електронні тахеометри, що забезпечують необхідну точність вимірювання кутів ($5-7''$) та відстаней ($\pm 2-3 \text{ мм} + 2 \text{ ppm}$).

Основні характеристики полігонометричних ходів:

- Довжина сторін між пунктами: 100-200 м
- Відносна похибка планового положення: 1:5000...1:10000
- Максимальна кутова нев'язка: $15''/\sqrt{n}$ (де n - кількість кутів)

GNSS-спостереження використовуються як допоміжний метод при створенні та згущенні мережі в місцях з хорошою видимістю небосхилу. Застосовуються такі режими:

- Статичний режим із тривалістю сесій 30-60 хвилин
- RTK-режим з використанням перманентної станції "ZHT1" для оперативних визначень
- Точність визначення координат: у плані $\pm 1-2 \text{ см}$, по висоті $\pm 2-3 \text{ см}$

Тригонометричне нівелювання застосовується в місцях зі складним рельєфом (глибокі ділянки кар'єру), де геометричне нівелювання ускладнене. Точність визначення висот: $\pm 2-3 \text{ см}$ на 100 м ходу.

Всі вимірювання виконуються з дотриманням принципу від загального до часткового та з обов'язковим контролем через замкнуті ходи або повторні незалежні вимірювання різними методами.

При розвитку планово-висотної мережі на кар'єрі ПМП "ГРАНІТ" використовується принцип поетапного переходу від вищих класів точності

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до нижчих, що забезпечує раціональне використання ресурсів та дотримання необхідної точності визначення просторового положення пунктів [2].

Планова складова мережі:

1. Вихідні пункти ДГМ (2-3 клас) використовуються як основа для розвитку мережі. Триангуляційні пункти "Висока Піч" та "Покостівка" мають точність визначення координат 1:25000...1:50000 і формують базисну основу.

2. Опорна маркшейдерська мережа (4 клас) створюється методом полігонометрії з точністю 1:10000...1:25000. Пункти п.40, п.41, п.42, п.43 є прикладами мережі цього класу та слугують опорою для подальшого згущення.

3. Згущення мережі (5 клас) виконується від опорних пунктів мережі 4 класу з відносною похибкою 1:5000...1:10000. Пункти т.1, т.2, т.3, т.4 відносяться до цього класу [6].

4. Знімальна мережа (технічний клас, 1:2000...1:5000) створюється для забезпечення поточних маркшейдерських робіт у забої, в зоні відвалів та на робочих горизонтах кар'єру.

Висотна складова мережі:

- Вихідні репери (III-IV класи) з точністю $\pm 5-10$ мм на 1 км ходу забезпечують висотну основу. Репер №5842 є прикладом такого пункту.

- Опорна висотна мережа (IV клас, $\pm 15-20$ мм/ $\sqrt{L}$ км) створюється для основних опорних пунктів кар'єру.

- Робоча висотна мережа (технічне нівелювання, $\pm 30-50$ мм/ $\sqrt{L}$ км) забезпечує потреби поточних маркшейдерських робіт.

При розвитку мережі дотримуються такі принципи переходу між класами:

- Кожен нижчий клас спирається не менше ніж на два пункти вищого класу

- При переході до нижчого класу збільшується щільність пунктів

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Контроль здійснюється шляхом замикання ходів та виконання надлишкових вимірювань
- Розрахунок допустимих нев'язок виконується відповідно до класу робіт

Для створення та згущення планово-висотної опорної мережі на підприємстві використовуються сучасні геодезичні прилади високої точності. Підприємство оснащене такими моделями:

Електронні тахеометри:

1. **Leica TS06 Plus** - основний тахеометр для полігонометричних робіт з такими характеристиками:

- Точність вимірювання кутів: 5" (1,5 мгон)
- Точність вимірювання відстаней: $\pm(1,5 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$ на призму
- Дальність без відбивача: до 500 м
- Вбудована пам'ять на 100 000 точок
- Програмне забезпечення: Leica Captivate

2. **Trimble S5** - тахеометр для робіт вищої точності:

- Точність вимірювання кутів: 2" (0,6 мгон)
- Точність вимірювання відстаней: $\pm(1 \text{ мм} + 1,5 \text{ ppm})$
- Технологія автоматичного наведення на призму

Цифрові нівеліри:

3. **Trimble DiNi 0.3** - використовується для нівелювання III-IV класів:

- Точність на 1 км подвійного ходу: $\pm 0,3 \text{ мм}$
- Діапазон вимірювань: 1,5-100 м
- Автоматичне зчитування та запис даних
- **Leica DNA03** - для високоточного нівелювання:
- Точність на 1 км подвійного ходу: $\pm 0,3 \text{ мм}$
- Вбудована пам'ять на 6000 вимірювань
- Автоматичне усереднення результатів

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

GNSS-обладнання:

4. **Leica GS18 T** - GNSS-приймач для статичних і кінематичних спостережень:

- Відстежувані супутникові системи: GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou
- Точність в статичному режимі: планова $\pm 3 \text{ мм} + 0,5 \text{ ppm}$, висотна $\pm 5 \text{ мм} + 0,5 \text{ ppm}$
- Точність в RTK-режимі: планова $\pm 8 \text{ мм} + 1 \text{ ppm}$, висотна $\pm 15 \text{ мм} + 1 \text{ ppm}$
- Вбудований нахиломір для вимірювань без центрування над точкою

5. **Trimble R8s** - GNSS-приймач з підтримкою декількох сузір'їв:

- Технологія HD-GNSS для підвищення точності у складних умовах
- Точність в статичному режимі: $\pm 3,5 \text{ мм} + 0,4 \text{ ppm}$ (в плані)
- Час ініціалізації RTK: < 8 секунд

6. **Допоміжне обладнання:**

- Оптичні центрири Leica GVO13
- Штативи Leica GST120-9 (дерев'яні)
- Тринога Trimble для встановлення GNSS-антен
- Віхи телескопічні 2-4 м з круглими рівнями
- Призми GPR121

Все вищезазначене обладнання проходить регулярне метрологічне підтвердження (раз на рік) з видачею сертифікатів калібрування, що забезпечує надійність та точність маркшейдерсько-геодезичних робіт на кар'єрі ПМП "ГРАНІТ".

3.3. Проект на згущення мережі

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

При розробці проекту зі згущення планово-висотної мережі на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища вибір місць закладання пунктів є ключовим етапом, що визначає ефективність та точність подальших маркшейдерських робіт.

Критерії вибору місць для закладання пунктів:

- Геологічна стабільність основи - пункти розміщуються на ділянках зі стабільним ґрунтом, переважно на непорушених корінних породах або на ділянках, де відсутні процеси зсувів, осідань чи розмивів.
- Довготривала збереженість пунктів - місця обираються з урахуванням перспективного плану розвитку гірничих робіт таким чином, щоб пункти не потрапляли в зону майбутніх розробок щонайменше протягом найближчих 3-5 років.
- Взаємна видимість - розташування пунктів забезпечує пряму видимість між суміжними точками мережі, що необхідно для виконання кутових та лінійних вимірювань.
- Зручність використання - пункти розміщуються з урахуванням зручного доступу до них при проведенні маркшейдерських робіт, особливо в умовах активних гірничих розробок.
- Оптимальна геометрія мережі - розташування пунктів забезпечує сприятливу геометрію мережі для мінімізації накопичення похибок при вимірюваннях.

Категорії розташування пунктів на кар'єрі:

- Периметральні пункти - закладаються по периметру кар'єрного поля на відстані 15-20 м від верхньої бровки кар'єру з метою забезпечення контролю за деформаціями бортів та створення базису для спостережень за розробкою. Для Північно-Східної ділянки Покостівського родовища передбачено 6 таких пунктів, рівномірно розподілених по периметру з інтервалом 80-120 м.

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Пункти на робочих горизонтах - розміщуються безпосередньо на робочих горизонтах кар'єру для забезпечення маркшейдерського супроводу видобувних робіт. Ці пункти мають тимчасовий характер і переносяться в міру просування фронту робіт. На кожному робочому горизонті передбачено встановлення 2-3 пунктів.

- Пункти на проммайданчику - встановлюються в районі службових та виробничих будівель для забезпечення геодезичного контролю за станом споруд та інфраструктури. На проммайданчику передбачено закладання 3-4 постійних пунктів.

- Базові опорні пункти - розміщуються на віддалених від зони активних робіт ділянках для створення стабільної основи мережі. Ці пункти мають найвищий клас точності та використовуються як вихідні для згущення мережі. Для забезпечення стабільності планово-висотної основи передбачено створення 2 таких пунктів.

В рамках проекту на згущення мережі для Північно-Східної ділянки Покостівського родовища загалом передбачено закладання 15 нових пунктів: 6 периметральних, 6 на робочих горизонтах, 3 на проммайданчику. Їх розташування узгоджене з планом гірничих робіт на 2022-2023 роки та враховує перспективи розвитку кар'єру на найближчі 5 років.

Розрахунок точності вимірювань

В рамках проекту згущення опорної мережі на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища ПМП "ГРАНІТ" виконано розрахунок очікуваної точності вимірювань, що дозволяє оцінити якість майбутньої мережі та відповідність її параметрів вимогам нормативних документів і виробничим потребам підприємства.

Розрахунок точності кутових вимірювань:

Для полігонометричних ходів IV-V класу згідно з інструкцією з виконання маркшейдерських робіт допустима кутова нев'язка розраховується за формулою:

$$f_{\beta} \leq \pm n'' \cdot \sqrt{n}$$

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де n'' - допустима похибка вимірювання кута (для IV класу $n''=10''$, для V класу $n''=15''$); n - кількість кутів у ході.

Для запланованого полігонометричного ходу з 8 пунктів (7 кутів) маємо:

$$f_{\beta} \leq \pm 10 \cdot \sqrt{7} \approx \pm 26,5$$

$$f_{\beta} \leq \pm 15'' \cdot \sqrt{7} \approx \pm 39,7''$$

Використовуючи тахеометр Leica TS06 з точністю вимірювання кутів $5''$, середньоквадратична похибка вимірювання кута становитиме:

$$m_{\beta} = 5''/\sqrt{2} \approx 3,5''$$

Очікувана кутова нев'язка в ході:

$$f_{\beta} = m_{\beta} \cdot \sqrt{n} = 3,5'' \cdot \sqrt{7} \approx 9,3''$$

що значно менше допустимої навіть для ходів IV класу, що гарантує достатню точність.

Відносна похибка в полігонометрії визначається формулою:

$$\Delta S / \Sigma S \leq 1/T$$

де ΔS - абсолютна лінійна нев'язка;

ΣS - периметр полігону;

T - знаменник відносної похибки (для IV класу $T=10000$, для V класу $T=5000$).

Для полігонометричного ходу з периметром 1200 м отримуємо допустимі значення:

$$\Delta S \leq 1200/10000 = 0,12 \text{ м (IV клас)}$$

$$\Delta S \leq 1200/5000 = 0,24 \text{ м (V клас)}$$

Точність лінійних вимірювань тахеометром Leica TS06 становить $\pm(1,5 \text{ мм} + 2 \text{ ppm})$. Для середньої довжини сторони 150 м очікувана середньоквадратична похибка вимірювання довжини становитиме:

$$m_S = \pm(1,5 \text{ мм} + 2 \text{ мм/км} \cdot 0,15 \text{ км}) = \pm 1,8 \text{ мм}$$

Очікувана лінійна нев'язка в ході:

$$\Delta S = m_S \cdot \sqrt{n} = 1,8 \text{ мм} \cdot \sqrt{8} \approx 5,1 \text{ мм}$$

					KM.DP25.21.03.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що значно менше допустимої навіть для IV класу (120 мм).

Розрахунок точності висотної мережі:

Для технічного нівелювання допустима нев'язка визначається формулою:

$$f_h \leq n'' \cdot \sqrt{L}, \text{ або}$$

$$f_h \leq \pm 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{L}$$

де L - довжина ходу в км.

Для нівелірного ходу довжиною 1,5 км:

$$f_h \leq \pm 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{1,5} \approx \pm 61,2 \text{ мм}$$

Використовуючи цифровий нівелір Trimble DiNi 0.3 з точністю $\pm 0,3$ мм/км, очікувана нев'язка становитиме:

$$f_h = \pm 0,3 \text{ мм} \cdot \sqrt{1,5} \approx \pm 0,37 \text{ мм}$$

що на два порядки менше допустимої.

Оцінка точності просторового положення пунктів:

Середньоквадратична похибка визначення планового положення пункту на периметрі кар'єру не перевищить ± 15 мм, а висотного ± 10 мм, що забезпечує достатню точність для виконання маркшейдерських робіт з підрахунку об'ємів, виносу проектних точок та моніторингу деформацій.

За результатами розрахунків точності створювана опорна мережа на ПМП "ГРАНІТ" відповідає вимогам IV класу для основних опорних пунктів та V класу для пунктів згущення, що цілком забезпечує потреби маркшейдерського супроводу гірничих робіт на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища.

Для забезпечення довготривалої збереженості та стабільності пунктів планово-висотної опорної мережі на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища розроблено різні схеми закріплення пунктів з урахуванням їх розташування та функціонального призначення.

Типи закріплення постійних пунктів:

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Бетонні моноліти - основний тип закріплення для периметральних пунктів опорної мережі:

- Розміри: стовп 180-200 мм у перерізі, висота над поверхнею 150-200 мм
- Глибина закладання: 1,0-1,5 м до корінних порід
- Матеріал: бетон марки М200-М300 з армуванням
- Оснащення: металева марка з отвором для примусового центрування (за типом "чашка")
- Захист: навколо монолітів передбачено металеве огороження висотою 600-800 мм з попереджувальними знаками.

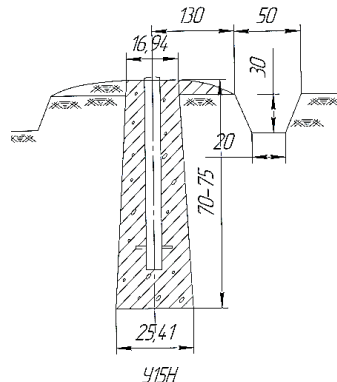


Рис. 3.2. Бетонний моноліт

2. Металеві центри - використовуються для закріплення пунктів на скельних поверхнях:

- Конструкція: металева труба $\varnothing 60-76$ мм, довжиною 1,0-1,2 м
- Спосіб встановлення: забурювання в скельну породу на глибину 0,6-0,8 м
- Верхня частина: сферична головка з отвором для примусового центрування

- Захист: труба фарбується в сигнальний колір (жовтий/червоний)

3. Настінні марки - використовуються на стінах капітальних споруд проммайданчика:

- Тип: металева пластина з напівсферичним виступом або отвором
- Кріплення: анкерні болти, забетоновані у стіну

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Маркування: номер пункту, рік закладки

Типи закріплення тимчасових пунктів:

1. Металеві штирі - для робочих горизонтів кар'єру:

- Розміри: Ø16-20 мм, довжина 400-600 мм
- Встановлення: забивання на глибину 300-400 мм у щільний ґрунт
- Маркування: пластикова або металева марка з номером
- Термін служби: 6-12 місяців з можливістю перенесення

2. Дерев'яні кілки з цвяхом - для допоміжних точок знімальної мережі:

- Розміри: переріз 40×40 мм, довжина 300-400 мм
- Центрування: металевий цвях у верхній частині
- Маркування: фарбою з зазначенням номера точки
- Термін служби: 1-3 місяці

Особливості закріплення пунктів у різних зонах кар'єру:

1. Закріплення периметральних пунктів:

- Пункти п.40, п.41, п.42, п.43 закріплені бетонними монолітами з металевими марками
- Глибина закладання: до корінної породи (1,0-1,5 м)
- Орієнтування: наявність не менше двох орієнтирних напрямків на інші пункти мережі

- Додатковий захист: огороження з попереджувальними знаками

2. Закріплення пунктів на робочих горизонтах:

- Пункти т.1, т.2, т.3, т.4 закріплені металевими штирями
- Додаткові заходи: фарбування в яскравий колір, встановлення сигнальних віх
- Особливість: розташування у місцях, захищених від пошкодження гірничою технікою

3. Закріплення пунктів на проммайданчику:

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

• Пункти п.п.31, п.п.32 закріплені настінними марками на капітальних спорудах

- Розташування: на висоті 0,4-0,5 м від поверхні землі
- Додаткове маркування: табличка з номером пункту

Для кожного пункту опорної мережі складається карточка закріплення, яка містить:

1. Номер пункту та його координати
2. Схему розташування з прив'язкою до місцевих орієнтирів
3. Тип центру та спосіб закріплення
4. Фотографію пункту та навколишньої місцевості
5. Абрис з розмірами прив'язок
6. Дату закладки та відомості про виконавця робіт

Всі пункти опорної мережі заносяться до каталогу координат і висот, який зберігається в маркшейдерській службі ПМП “ГРАНІТ” та регулярно оновлюється при виконанні контрольних вимірювань.

Описані схеми закріплення пунктів забезпечують оптимальний баланс між стабільністю, довговічністю та економічністю опорної мережі, що дозволяє ефективно виконувати маркшейдерський супровід гірничих робіт на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища.

В рамках проекту згущення мережі на об'єкті важливу роль відіграють сучасні методи обробки та зрівнювання даних геодезичних вимірювань, які забезпечують високу точність, надійність та оперативність отримання кінцевих результатів.

На підприємстві використовується комплекс програмного забезпечення для обробки та аналізу результатів вимірювань:

1. *Leica Infinity* - професійний програмний комплекс для обробки даних з електронних тахеометрів Leica та GNSS-приймачів:

- Модуль зрівнювання мереж методом найменших квадратів з оцінкою точності

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Можливість імпорту/експорту даних у різних форматах (DXF, DWG, ASCII, XML)

- Інструменти для виявлення грубих помилок у вимірюваннях
- Автоматичне створення звітів про зрівнювання

2. Trimble Business Center - програмний пакет для комплексної обробки даних з приладів Trimble:

- Спеціалізовані інструменти для роботи з даними GNSS-вимірювань
- Модуль аналізу та зрівнювання геодезичних мереж
- Функції моделювання та прогнозування точності мережі
- Інтеграція з хмарними сервісами для колективної роботи

3. CREDO DAT - вітчизняний програмний комплекс для обробки інженерно-геодезичних даних:

- Модуль "Проектирование геодезических сетей" для попередньої оцінки точності
- Функціонал для зрівнювання геодезичних мереж будь-якої складності
- Інструменти трансформації координат між різними системами
- Генерація каталогів координат та висот пунктів

4. AutoCAD Civil 3D - програма для проектування та візуалізації інженерно-геодезичних даних:

- Модуль "Survey" для імпорту та обробки даних польових вимірювань
- Інструменти для створення цифрових моделей рельєфу та ситуації
- Функціонал для побудови поздовжніх та поперечних профілів
- Розрахунок об'ємів гірничої маси

5. Pix4D Mapper - спеціалізоване ПЗ для фотограмметричної обробки даних з БПЛА:

- Автоматична обробка аерофотознімків з побудовою щільної хмари точок

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Створення ортофотопланів з роздільною здатністю до 1-2 см/піксель

- Побудова тривимірних моделей кар'єру для підрахунку об'ємів
- Автоматичне розпізнавання та координування маркерів планово-висотної основи

Автоматизований процес обробки даних

Процес обробки геодезичних даних на ПМП "ГРАНІТ" включає наступні етапи:

1. Збір польових даних - виконується з використанням електронних тахеометрів Leica TS06 та Trimble S5, які забезпечують автоматичний запис вимірювань у внутрішню пам'ять приладів з такими перевагами:

2. Виключення помилок запису та розшифрування результатів
3. Збереження додаткових параметрів вимірювань (атмосферні умови, час, дата)
4. Можливість попереднього аналізу результатів вже на етапі вимірювань.

Передача даних у програмне забезпечення - здійснюється через бездротові канали комунікації:

- Автоматичне форматування даних для імпорту
- Формування структурованих баз даних вимірювань
- Резервне копіювання вихідних файлів.

Попередня обробка та аналіз - включає виявлення грубих помилок та оцінку якості вимірювань:

- a. Візуалізація схеми мережі з виявленням проблемних ділянок
- b. Перевірка замкнутості полігонів та ходів
- c. Аналіз надлишкових вимірювань та їх узгодженості

Зрівнювання мережі - виконується методом найменших квадратів:

- Параметричний спосіб зрівнювання з урахуванням ваг вимірювань
- Корелатний спосіб для мереж зі складною конфігурацією

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- Комбінований підхід для складних мереж з різномірними вимірюваннями

- Автоматичний розрахунок еліпсів похибок та оцінка точності.

Формування вихідної документації - автоматична генерація звітів та каталогів:

1. Каталоги координат і висот пунктів з оцінкою точності
2. Схеми мережі з візуалізацією еліпсів похибок
3. Таблиці нев'язок та поправок у вимірювання
4. Технічні звіти для документування результатів.

З 2021 року на кар'єрі впроваджено сучасну технологію аерофотозйомки з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА), що дозволяє суттєво підвищити ефективність маркшейдерських робіт при згущенні планово-висотної мережі та періодичних зйомках кар'єру.

Завдяки використанню технології БПЛА-зйомки ПМП "ГРАНІТ" отримує можливість виконувати згущення планово-висотної мережі на значних територіях (до 30-40 га за один день польових робіт) з точністю, що відповідає вимогам для маркшейдерських робіт на кар'єрах ($\pm 3-5$ см у плані та $\pm 5-7$ см по висоті).

У 2022 році на підприємстві запроваджено систему RTK-прив'язки опорної мережі до національної мережі GNSS-станцій, що забезпечує:

1. Високоточне визначення координат:

- Прив'язка до станцій System.NET з центром управління в Києві
- Робота в режимі Real Time Kinematic з отриманням поправок через мобільний інтернет
- Точність визначення координат: $\pm 1-2$ см у плані та $\pm 2-3$ см по висоті.

2. Оперативне розгортання знімальної мережі:

- Швидке створення тимчасових опорних пунктів на нових горизонтах кар'єру

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Безпосереднє визначення координат у державній системі координат УСК-2000

- Спрощена процедура прив'язки до існуючої мережі.

3. Контроль стабільності опорних пунктів:

- Періодичний моніторинг положення пунктів для виявлення зсувів
- Оперативне оновлення координат при виявленні деформацій
- Формування часових рядів для аналізу динаміки зсувів.

Використання сучасного програмного забезпечення для обробки геодезичних даних на ПМП “ГРАНІТ” забезпечує значні переваги порівняно з традиційними методами:

Підвищення точності - автоматизоване зрівнювання методом найменших квадратів дозволяє отримати оптимальні оцінки координат з урахуванням стохастичної моделі помилок.

Оперативність - скорочення часу на обробку даних з декількох днів до декількох годин дозволяє прискорити маркшейдерське забезпечення гірничих робіт.

Надійність - виключення суб'єктивних помилок при розрахунках та можливість виявлення грубих помилок у вимірюваннях.

Гнучкість - можливість швидкого перерахунку мережі при отриманні нових даних або зміні вихідних параметрів.

Комплексність - інтеграція обробки даних геодезичних вимірювань з маркшейдерськими задачами підрахунку об'ємів, проектування гірничих виробок та моніторингу деформацій.

Масовість - технологія БПЛА-знімання дозволяє отримувати дані про весь кар'єр за один виліт, тоді як традиційні методи вимагають тривалих польових робіт.

На підприємстві також розроблено власні розрахункові таблиці в Microsoft Excel для оперативної обробки невеликих обсягів даних, які застосовуються у випадках, коли необхідно швидко виконати перевірку результатів польових вимірювань безпосередньо на підприємстві.

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання сучасних методів обробки та зрівнювання даних дозволяє маркшейдерській службі організації ефективно вирішувати завдання геодезичного забезпечення розробки Північно-Східної ділянки Покостівського родовища з високою точністю та оперативністю.

Сформована геодезична база є фундаментом для маркшейдерського моніторингу. Тому далі детально опишемо організацію маркшейдерської служби, методи зйомок.

					КМ.ДР25.21.03.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. МАРКШЕЙДЕРСЬКЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПРИ ВІДКРИТІЙ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ

4.1. Маркшейдерська служба ПМП “ГРАНІТ”

Маркшейдерська служба є однією з ключових виробничих підрозділів ПМП “ГРАНІТ”, що забезпечує геометричний контроль, облік і планування гірничих робіт на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища гранодіоритів. Ця служба виконує комплекс спеціальних робіт, спрямованих на геометризацию надр, контроль за раціональним видобутком корисних копалин та безпечним проведенням гірничих робіт [20].

Маркшейдерська служба ПМП “ГРАНІТ” підпорядковується безпосередньо директору підприємства та має у своєму штатному розписі дві посади:

Головний маркшейдер - Цибульняк А. В., інженер-маркшейдер з вищою освітою за спеціальністю «Маркшейдерська справа», має кваліфікаційний сертифікат інженера-геодезиста та стаж роботи за фахом. До його обов'язків входять:

1. Загальне керівництво маркшейдерською службою;
2. Розробка та погодження планів розвитку гірничих робіт;
3. Підготовка звітності для контролюючих органів;
4. Участь у плануванні видобувних робіт та підрахунку запасів;
5. Контроль за дотриманням проектних параметрів розробки родовища;
6. Підпис та затвердження всієї маркшейдерської документації.

Інженер-маркшейдер. Виконує такі ж функції, що і головний маркшейдер. [3].

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	РОЗДІЛ 4.МАРКШЕЙДЕРСЬКЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ ПРИ ВІДКРИТІЙ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ		
<i>Студент</i>		<i>Харчук С.В.</i>					
<i>К. розділу</i>		<i>Побігайло Д.П.</i>					
<i>Керівник</i>		<i>Побігайло Д.П.</i>					
<i>Н. контр.</i>		<i>Криворучко А.О.</i>					
<i>Зав. каф.</i>		<i>Шлапак В.О.</i>			ДУ «Житомирська політехніка» гр. ГГ-29		
						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
							<i>Аркуші</i>
						1	14

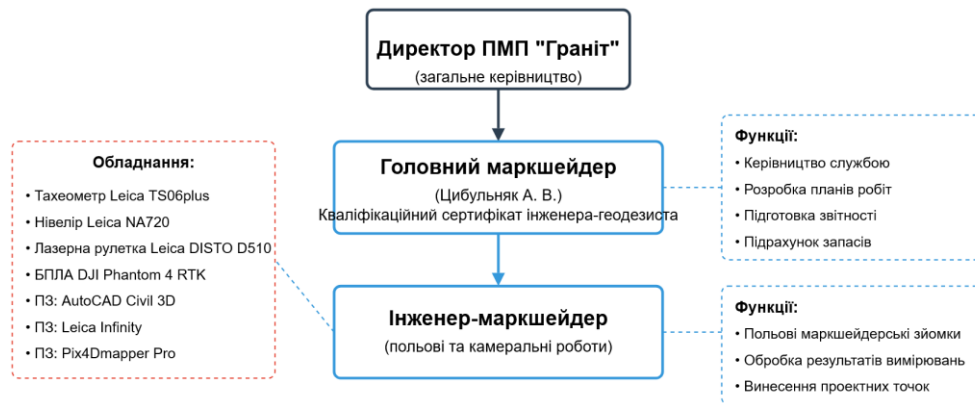


Рис. 4.1. Структура маркшейдерської служби ПМП "ГРАНІТ"

Робочі місця співробітників маркшейдерської служби розташовані в окремому приміщенні адміністративної будівлі кар'єру, обладнаному комп'ютерною технікою, спеціалізованим програмним забезпеченням та шафами для зберігання документації і приладів. На кар'єрі виділено спеціальну ділянку для розташування базової станції GNSS.

Графік роботи маркшейдерської служби відповідає загальному режиму роботи підприємства - п'ятиденний робочий тиждень з 8:00 до 17:00, з перервою на обід. Польові роботи проводяться переважно в першій половині дня, а камеральна обробка виконується у другій половині. Планові зйомки проводяться щомісяця для контролю за обсягами видобутку, а оперативні - за потребою.

Кваліфікаційний рівень співробітників маркшейдерської служби підтримується шляхом регулярного підвищення кваліфікації на спеціалізованих курсах та семінарах, що проводяться Державною службою України з питань праці та профільними навчальними закладами. Головний маркшейдер проходить обов'язкову перевірку знань з охорони праці кожні три роки.

4.2. Маркшейдерські роботи на кар'єрі

На Північно-Східній ділянці Покостівського родовища гранодіоритів ПМП "ГРАНІТ" маркшейдерські роботи мають свою специфіку, пов'язану з видобутком блочного каменю.

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 4.2. Маркшейдерське забезпечення

На ПМП “ГРАНІТ” розроблена та впроваджена комплексна методика виконання поточних маркшейдерських зйомок, яка враховує особливості технології видобутку блочного каменю. Маркшейдерські зйомки виконуються в два етапи: польові та камеральні роботи.

Польові роботи на кар'єрі починаються з підготовчого етапу, що включає перевірку стану маркшейдерських інструментів (тахеометра Leica TS06plus, нівеліра Leica NA720, лазерної рулетки Leica DISTO D510), зарядку акумуляторів, рекогносцирування ділянки та візуальний огляд опорних пунктів.

Тахеометрична зйомка виконується з пунктів опорної мережі (переважно п.40, п.41, п.42, п.43) після центрування приладу з точністю до 1 мм та орієнтування мінімум за двома видимими пунктами. Характерні точки робочих уступів знімаються з кроком 5-10 м на прямих ділянках та 2-3 м на поворотах, а місця видобутку блоків потребують підвищеної щільності точок (1-2 м). Зйомка охоплює верхні та нижні бровки уступів, висотні відмітки та контури відвалів некондиційної маси. На робочому горизонті фіксується 80-120 точок у режимі безвідбивачевих вимірювань (до 500 м) або з призмою для підвищеної точності.

Зйомка фронту робіт концентрується на трьох основних горизонтах (+225,3 м, +219,3 м, +213,3 м) з фіксацією точок перетину з бортами кар'єру,

									Арк.
									3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КМ.ДР25.21.04.ПЗ				

положення бурового обладнання Benetti (ТВ 616, ТВ 610, РР 691), транспортних шляхів та обсягів підготовлених блоків. Точність забезпечується повторними вимірюваннями характерних точок та контрольним нівелюванням реперів.

Камеральна обробка починається з імпорту даних через Leica Infinity, фільтрації помилок та зрівнювання результатів методом найменших квадратів з подальшою трансформацією у прийнятну систему координат. У AutoCAD Civil 3D створюється цифрова модель рельєфу та тривимірна модель кар'єру з формуванням поверхонь для підрахунку об'ємів. Маркшейдерська документація включає зведений план масштабу 1:1000, плани горизонтів 1:500, геологічні розрізи та квартальні плани гірничих робіт. Облік блоків здійснюється через розрахунок об'ємів, ведення електронного журналу та формування звітності різної періодичності.

Методика зйомок орієнтована на досягнення похибки не більше 2% для блочної продукції (порівняно з 5% для щебеневих кар'єрів), що критично важливо при високій вартості товарних блоків. Невеликі розміри кар'єру (2,29 га) та помірні обсяги видобутку дозволяють маркшейдерській службі забезпечувати високу щільність пікетів для точного моделювання поверхонь та надійного розрахунку об'ємів.

4.3. Методи маркшейдерських зйомок на ПМП “ГРАНІТ”

Маркшейдерська служба ПМП “ГРАНІТ” для контролю гірничих робіт, підрахунку об'ємів видобутку та планування використовує комплекс традиційних і сучасних методів зйомок. Вибір методу визначається метою зйомки, необхідною точністю, доступністю ділянки та економічною доцільністю, що забезпечує надійність результатів через комплексний підхід.

Основним методом залишається тахеометрична зйомка з використанням електронного тахеометра Leica TS06plus (точність кутів 5", відстаней $\pm 1,5$ мм + 2 ppm). Регулярні зйомки охоплюють бровки уступів, лінії фронту робіт, межі підготовлених блоків, геометричні параметри

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

уступів та ширину берм. Технологія передбачає створення тимчасових знімальних станцій з прив'язкою до опорних пунктів, вимірювання кутів з точністю до 5", використання безвідбивачевого режиму до 500 м або мінірефлекторів GMP111 для великих відстаней. Точки кодуються за розробленою класифікацією з автоматичною реєстрацією в пам'яті приладу.

Зйомка блоків гранодіориту включає детальне визначення розмірів, фіксацію положення в системі координат кар'єру, висотну прив'язку та документування дефектів поверхні. Метод забезпечує точність $\pm 2-3$ см у плані та $\pm 1-2$ см за висотою, дозволяє працювати одним оператором, фіксувати дані в цифровому вигляді та виконувати роботи в темний час доби з одночасним отриманням планового і висотного положення.

З 2021 року впроваджено аерофотозйомку з БПЛА DJI Phantom 4 RTK, оснащеним RTK GNSS-модулем, 20 Мп камерою (1" CMOS), з точністю позиціонування ± 1 см + 1 ppm у плані та $\pm 1,5$ см + 1 ppm за висотою, часом польоту до 30 хвилин. Базова GNSS-станція на пункті п.40 забезпечує RTK-поправки в реальному часі. По території розміщується 8-10 наземних контрольних точок (маркери 50×50 см), які координуються тахеометром. Обробка виконується в Pix4Dmapper Pro, планування польотів - в DJI GS RTK, інтеграція - через AutoCAD Civil 3D.

Зйомка блоків проводиться відразу після видобутку, контроль буропідливних робіт - перед заряджанням, відвали знімаються щомісячно, борти контролюються після метеорологічних впливів. Безпека забезпечується засобами індивідуального захисту, інструктажами, заборонаю робіт у радіусі дії техніки, радіозв'язком та обмеженнями при сильному вітрі.

Автоматизація включає спеціалізоване ПЗ, бібліотеку умовних позначень, скрипти для звітів, шаблони документації та систему контролю версій. Підрахунок об'ємів виконується через побудову моделей «до» та «після» видобутку методом об'ємної призми з порівняльним аналізом, формуванням відомостей та архівуванням даних.

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Документообіг охоплює журнал зйомок, щомісячні звіти керівництву, форму 5-гр для Держгеонадр, звіти для Держгірпромнагляду та архів в електронному і паперовому вигляді. Робоче місце оснащено станцією Dell Precision 7740 (Intel Core i9, 64 ГБ RAM, NVIDIA RTX 5000), монітором 27" (2560×1440), плоттером HP DesignJet T650, багатофункціональним пристроєм Canon imageRUNNER C3125i, спеціалізованим ПЗ та системою резервного копіювання NAS Synology DS920+.

4.4. Визначення об'ємів видобутої корисної копалини

Визначення об'ємів видобутої корисної копалини на Північно-Східній ділянці Покостівського родовища гранодіоритів ПМП "ГРАНІТ" є ключовим завданням маркшейдерської служби підприємства.

Точне визначення об'ємів має критичне значення для:

- Обліку видобутої корисної копалини для звітності перед Держгеонадрами;
- Контролю за відпрацюванням запасів відповідно до гірничого відводу (Акт № 257 від 20.01.2000 р.);
- Моніторингу відповідності фактичних об'ємів видобутку проектним показникам;
- Розрахунку залишкових запасів та терміну служби кар'єру (9,9 років при поточних темпах видобутку).

Для уточнення геометрії продуктивного горизонту було застосовано Surfer 20. На підставі 8 контрольних свердловин побудовано дві ґрид-поверхні: покрівлі та підосви пласта (метод Natural Neighbour, крок ґриду = 5 м).

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

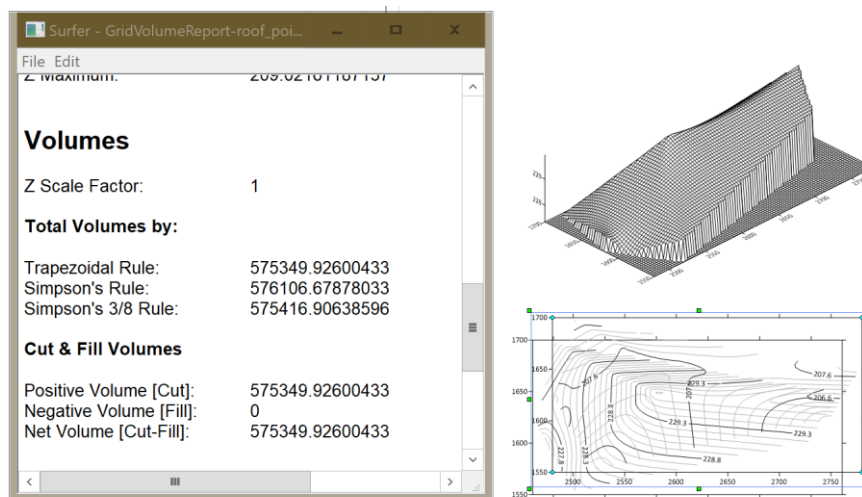


Рис. 4.3. Комп'ютерне об'ємне моделювання Surfer 20

• 3-D модель пласта демонструє просторовий розподіл його товщини, а далі зведено підсумковий об'єм, обчислений різними чисельними методами.

- Метод інтегрування Об'єм, м³
- Правило трапецій 575 350
- Правило Сімпсона 576 107
- Правило 3/8 Сімпсона 575 417

Відхилення між методами не перевищує 0,13 %, що підтверджує коректність вибраних інтерполяційних параметрів.

На ПМП "ГРАНІТ" використовуються наступні методи підрахунку об'ємів видобутої корисної копалини:

1. Метод поперечних перерізів

Згідно з пояснювальною запискою 2022 року, цей метод застосовується при проходці траншей та для контролю об'ємів видобутку.

Через кожні 10-25 м уздовж фронту робіт виконують перерізи "до" та "після" виїмки;

На кожному перерізі визначають площу, обмежену контурами початкової та кінцевої поверхні;

Об'єм між двома сусідніми перерізами розраховується за формулою:

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} l$$

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де F_1 і F_2 - площі суміжних перерізів, m^2 ; l - відстань між перерізами, м.

Для контрольної ділянки на горизонті +219,3 м (II квартал 2022 року), розрахунок виглядає наступним чином:

$$\text{Об'єм: } (72,4 + 78,6)/2 * 15 = 1132,5 \text{ м}^3$$

2. Метод об'ємної призми

Використовується відповідно до таблиці 6 пояснювальної записки для підрахунку об'ємів видобувних робіт по уступах.

Вимірюється площа виймання на робочому горизонті;

Визначається середня висота уступу;

Об'єм розраховується за формулою:

$$V = S * H$$

де S - площа ділянки, m^2 ; H - середня висота уступу, м.

Конкретні дані з таблиці 6 пояснювальної записки 2022 року:

1. I квартал: горизонт +219,3 м, площа 560 м^2 , висота 4,0 м, об'єм $2\,240 \text{ м}^3$
2. II квартал: горизонт +219,3 м, площа 375 м^2 , висота 6,0 м, об'єм $2\,250 \text{ м}^3$
3. III квартал: горизонт +219,3 м, площа 375 м^2 , висота 6,0 м, об'єм $2\,250 \text{ м}^3$
4. IV квартал: горизонт +219,3 м, площа 560 м^2 , висота 4,0 м, об'єм $2\,240 \text{ м}^3$

Загальний об'єм видобутку на горизонті +219,3 м становить $9\,000 \text{ м}^3$.

Для горизонту +213,3 м:

1. I квартал: площа 250 м^2 , висота 6,0 м, об'єм $1\,500 \text{ м}^3$
2. II квартал: площа 250 м^2 , висота 6,0 м, об'єм $1\,500 \text{ м}^3$
3. III квартал: площа 250 м^2 , висота 6,0 м, об'єм $1\,500 \text{ м}^3$
4. IV квартал: площа 250 м^2 , висота 6,0 м, об'єм $1\,500 \text{ м}^3$

Загальний об'єм видобутку на горизонті +213,3 м становить $6\,000 \text{ м}^3$.

3. Прямі вимірювання блоків

Метод, що використовується для обліку товарної продукції. Відповідно до таблиці №4 пояснювальної записки, на підприємстві видобуваються моноліти наступних розмірів:

- Довжина - 15 м
- Ширина - 2 м

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Висота - від 1,0 до 5,0 м (залежно від висоти уступу)

Об'єм моноліту розраховується за формулою:

$$V = L * W * H$$

де L - довжина моноліту, м; W - ширина моноліту, м; H - висота моноліту, м.

Наприклад, для моноліту висотою 3,0 м: $V = 15 * 2 * 3 = 90 \text{ м}^3$

Після відділення від масиву моноліт розділяється на товарні блоки, які вимірюються індивідуально. На ПМП "ГРАНІТ" використовується канатопильна установка Benetti GAMMA 875, що дозволяє отримувати блоки правильної геометричної форми.

4. Ваговий метод з перерахунком на об'єм

Для обліку некондиційної корисної копалини та відходів використовується ваговий метод. Вага гірничої маси при транспортуванні автосамоскидами КрАЗ-256Б перераховується в об'єм за формулою:

$$V = M/\gamma$$

де M - маса, т; γ - об'ємна вага гранодіориту, т/м³ (для Покостівського родовища становить 2,7 т/м³).

Для одного рейсу автосамоскида КрАЗ-256Б з вантажопідйомністю 12 т:

$$V = 12/2,7 = 4,44 \text{ м}^3$$

На основі фактичних даних, отриманих при експлуатації Північно-Східної ділянки Покостівського родовища, маркшейдерською службою ПМП "ГРАНІТ" проведено порівняльний аналіз точності різних методів підрахунку об'ємів.

Контрольні вимірювання на горизонті +219,3 м:

Для контрольної ділянки з фактичним об'ємом виїмки 2 250 м³ (II квартал 2022 року) проведено порівняння результатів різних методів:

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1.

**Порівняння точності методів підрахунку об'ємів на ПМП
“ГРАНІТ”**

Метод	Розрахований об'єм, м³	Відхилення, м³	Відносна похибка, %
Поперечних перерізів	2 308	+58	2,58
Об'ємної призми	2 250	0	0,00
Ваговий метод	2 297	+47	2,09

Метод об'ємної призми показав найкращу точність, що пояснюється регулярною геометрією виїмки при видобутку блочного каменю канатопильним способом. Зазначені дані узгоджуються з таблицею 6 пояснювальної записки, де об'єми видобутку розраховані саме цим методом.

Контрольні вимірювання товарних блоків:

Для оцінки точності методу прямих вимірювань проведено контрольний замір 50 блоків з наступними результатами:

1. Середня похибка вимірювання довжини: $\pm 0,5$ см
2. Середня похибка вимірювання ширини: $\pm 0,5$ см
3. Середня похибка вимірювання висоти: $\pm 0,5$ см
4. Сумарна відносна похибка визначення об'єму: $\pm 1,2\%$

1. *Технічні параметри обладнання:*

- Точність тахеометра Leica TS06plus ($\pm 1,5$ мм + 2 ppm);
- Роздільна здатність лазерної рулетки (± 1 мм);
- Періодичність перевірки і юстирування приладів (1 раз на квартал).

2. *Організація вимірювань:*

- Щільність пікетів при тахеометричній зйомці (1 точка на 4-5 м²);
- Періодичність контрольних зйомок (щомісяця);
- Кваліфікація маркшейдерів (вища освіта і стаж роботи >5 років).

На ПМП “ГРАНІТ” використовується двостадійна технологічна схема видобутку блоків, що детально описана в пояснювальній записці 2022 року:

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Відділення моноліту від масиву;
2. Розділення моноліту на товарні блоки.

Параметри монолітів і технологія їх видобутку.

Відповідно до таблиці №4 пояснювальної записки, моноліти на ПМП “ГРАНІТ” мають такі параметри: Довжина - 15 м (для всіх висот уступу), Ширина - 2 м (для всіх висот уступу), Висота - залежно від висоти уступу (від 1,0 до 5,0 м), Об'єм - від 30 м³ (при висоті 1,0 м) до 150 м³ (при висоті 5,0 м).

Для відділення монолітів застосовуються: буропідливний спосіб з використанням порошу, невибуховий спосіб з використанням НРС (невибухових руйнуючих сумішей).

Розрахунок експлуатаційних втрат:

Згідно з пояснювальною запискою 2022 року, при видобутку блочного каменю на підприємстві виникають наступні експлуатаційні втрати.

Втрати при нарізанні щілин:

$$V_{\text{щ}} = S * b = 7500 * 0,013 = 97,5 \text{ м}^3$$

де: S - площа нарізаних щілин (7 500 м², при питомій витраті 0,5 м² на 1 м³), b - ширина щілини (0,013 м).

Втрати при бурінні шпурів для розділення моноліту на блоки:

$$V_{\text{шбв}} = \pi * \left(\frac{d^2}{4}\right) * L = 0,00126 * 70500 = 88, \text{ м}^3$$

де: L - загальна довжина буріння (70 500 пог. м, при питомій витраті 4,7 пог. м на 1 м³).

Загальні експлуатаційні втрати:

$$13,0 + 97,5 + 19,7 + 88,8 = 219 \text{ м}^3$$

Відносні втрати:

$$\left(\frac{219}{15000}\right) * 100 = 1,46\%$$

Фактичні обсяги видобутку товарних блоків.

Згідно з таблицею 6 пояснювальної записки, розподіл обсягів видобутку товарних блоків по горизонтах і кварталах на 2022 рік:

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а. Горизонт +219,3 м:

- I квартал: 495 м³
- II квартал: 495 м³
- III квартал: 495 м³
- IV квартал: 495 м³
- **Всього: 1 980 м³**

б. Горизонт +213,3 м:

- I квартал: 331 м³
- II квартал: 331 м³
- III квартал: 331 м³
- IV квартал: 331 м³
- **Всього: 1 324 м³**

Загальний річний обсяг видобутку товарних блоків: 1 980 + 1 324 = 3 305 м³.

Це відповідає проектному коефіцієнту виходу блоків (22,03%) від загального обсягу гірничої маси (15 000 м³).

Кожен блок отримує унікальний номер у форматі "ГГММЧЧ-NN", де: ГГ - рік видобутку, ММ - місяць видобутку, ЧЧ - число місяця, NN - порядковий номер блоку за день.

Проводиться вимірювання трьох основних габаритів блоку.

Розраховується об'єм за формулою:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n S_i(h_i + h_{i+1})}{2}$$

$$V = L * W * H$$

Дані заносяться в електронний журнал обліку блоків з формуванням паспорта, що містить унікальний номер, габаритні розміри та об'єм, категорію якості, місце видобутку (горизонт, координати), дату видобутку та примітки про особливості (колір, текстура, дефекти).

Для перевірки точності різних методів візьмемо, наприклад декілька з них. Припустимо, що наш нерівний блок приблизно вкладається в уявну «коробку» 111 см × 167 см × 119 см. Перший спосіб – грубо помножити ці три розміри, отримаємо максимальний об'єм. Другий – розрізати вздовж довжини на кілька тонких слайсів, знайти площі кожного зрізу і звести все за правилом Сімпсона. Третій – так само по висоті, але за правилом трапецій. Вийдуть трохи різні числа: близько 2,206 м³, 2,167 м³ і 2,190 м³, тож точність явно в них різна. Використані формули:

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{geo} = a * b * c$$

$$\Delta x = L/4$$

$$V_v = \left(\frac{\Delta x}{3}\right) * (A1 + (4 * A2) + (2 * A3) + (4 * A4) + A5)$$

$$\Delta h = H/4$$

$$V_h = \left(\frac{\Delta h}{2}\right) * (A1 + (2 * A2) + (2 * A3) + (2 * A4) + A5)$$

Проблеми та недоліки традиційних методів визначення об'ємів

Аналіз практики використання традиційних методів на ПМП “ГРАНІТ” виявив комплекс проблем, що впливають на ефективність маркшейдерських робіт і точність обліку.

Методологічні проблеми включають обмеження методу поперечних перерізів через суб'єктивність вибору місць (кожні 10-25 м), недостатнє врахування нерівностей між перерізами та значну трудомісткість детальної зйомки. Метод об'ємної призми спрощує форму виїмки до правильної геометричної фігури, має погрішності при визначенні середньої висоти уступу та не враховує нерівності підшви і верхньої площадки. Прямі вимірювання блоків потребують ручної роботи з кожним блоком, ускладнені для неправильних форм та суб'єктивні при визначенні категорії якості.

Технічні обмеження пов'язані з можливостями обладнання - тахеометр Leica TS06plus вимірює лише одну точку за наведення, відсутнє об'ємне сканування блоків, робота залежить від погоди та освітлення. Технологічно складними є вимірювання у важкодоступних місцях, детальне сканування вертикальних стінок та необхідність припинення видобутку під час зйомки.

Організаційні проблеми проявляються у високій трудомісткості - повна зйомка кар'єру займає 1-2 робочих дні, стільки ж потрібно на обробку результатів, а маркшейдерська служба складається лише з двох фахівців. Періодичність контролю обмежена місячними зйомками без оперативного контролю, що спричиняє затримки інформації для управлінських рішень. Облік і документування ускладнені ручним веденням журналів, відсутністю

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

автоматизованої ідентифікації та складністю відстеження руху блоків на складі.

Економічні наслідки виявлених проблем значні. При середній вартості блоку 1-ї категорії 12 000 грн/м³ і річному видобутку 3 305 м³, похибка 2% може призвести до недообліку на 792 960 грн. Неточний облік впливає на податкові платежі та ефективність виробництва. Розмір екологічного податку обчислюють за формулою:

$$P = \sum_{i=1}^k M_i C_i K_i$$

- *Неефективне використання робочого часу:* до 50% робочого часу маркшейдерів витрачається на ручні вимірювання і обробку даних; відволікання інженерного персоналу від завдань планування і розвитку гірничих робіт.
- *Неоптимальне використання ресурсів:* затримки в отриманні даних про фактичні обсяги видобутку ускладнюють планування роботи обладнання; відсутність оперативної інформації про якість блоків впливає на організацію збуту.

					КМ.ДР25.21.04.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Організація служби охорони праці на підприємстві

На ПМП "ГРАНІТ" з проектною продуктивністю 15 000 м³ гірничої маси на рік службу охорони праці очолює інженер з охорони праці, який підпорядковується директору. До складу служби входять керівник служби, фахівець з промислової безпеки, спеціаліст з пожежної безпеки та комісія з охорони праці. Головний інженер відповідає за загальне керівництво охороною праці, розробку планів покращення умов праці та контроль безпечного ведення технологічних процесів. Головний маркшейдер забезпечує контроль дотримання проектних параметрів кар'єру, включаючи кути укосів, ширину берм та висоту уступів. На підприємстві впроваджено систему матеріального заохочення працівників за дотримання вимог охорони праці.

5.2. Аналіз умов праці та небезпечних виробничих факторів

Основні небезпечні фактори включають сезонні кліматичні особливості (влітку температура в кар'єрі перевищує навколишню на 3-5°C, взимку при -15°C ускладнюється робота обладнання), технологічні ризики при бурових роботах установками ТВ 616, ТВ 610, РР 691 та використанні вибухових матеріалів, хімічні фактори від кремнієвмісного пилу та вихлопних газів дизельних двигунів. Канатопильні установки Benetti GAMMA 875 створюють механічні небезпеки через ризик захоплення алмазним канатом при швидкості 40 м/с та рівень шуму 90-95 дБА. Колісний навантажувач VOLVO L220F має ризики наїзду, перекидання на ухилах та вплив вихлопних газів.

					КМ.ДР25.21.05.ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Студент		Харчук С.В.			РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА				Літ.	Арк.	Аркушів		
К. розділц		Побігайло Д.П.									1	4	
Керівник		Побігайло Д.П.							ДУ «Житомирська політехніка» гр. ГГ-29				
Н. контр.		Криворучко А.О.											
Зав. каф.		Шлапак В.О.											

5.3. Інженерно-технічні заходи з охорони праці

До керування навантажувачем VOLVO L220F допускаються оператори з посвідченням та стажем не менше 1 року після медогляду та інструктажу. Канатопильна установка Benetti GAMMA 875 обладнана огороженнями рухомих частин, аварійними кнопками "СТОП", системою автоматичного відключення при розриві канату та пристроями захисного відключення з номінальним струмом 30 мА.

Для боротьби з пилом застосовується мокрий спосіб буріння з подачею води в шпур, система безперервного зрошення канату з витратами 5-8 л/хв, систематичне зрошення кар'єрних доріг 2-3 рази на зміну та використання респіраторів FFP3 для операторів бурових установок.

Система водовідливу включає нагріні канали для перехоплення поверхневих вод, водозбірники ємністю 35-40 м³ у нижній частині кар'єру, насос К45-45 продуктивністю 60 м³/год та систему очищення з первинним відстоюванням у водозбірнику. Електробезпека забезпечується захисним заземленням з опором не більше 4 Ом та установкою ПЗВ.

5.4. Електробезпека та пожежна безпека

Електропостачання кар'єру організовано від повітряної лінії 10 кВ через трансформаторну підстанцію КТП 704 з трансформатором ТМ-400. Захист забезпечується автоматичними вимикачами, ПЗВ з номінальним струмом 30 мА та системою заземлення TN-S. Склад ПММ розташований на відстані не менше 20 м від виробничих об'єктів, обладнаний металевими цистернами з дихальною арматурою та вогнеперешкоджувачами, має обвалування висотою не менше 1 м. План евакуації передбачає дії при пожежах, вибухах, обвалах, електротравмах та затопленнях з призначенням відповідальних осіб.

5.5. Безпека при проведенні буропідричних робіт

Буропідричні роботи на кар'єрі проводяться для відділення блоків від масиву з використанням малих зарядів чорного пороху підрядним

					КМ.ДР25.21.05.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємством "Укграговибухпром". Процес включає розробку паспорту робіт, буріння шпурів установками Benetti, заряджання у світлий час доби та контроль результатів. Безпечна відстань при використанні шнурових порохових зарядів становить 200 м згідно з "Єдиними правилами безпеки при вибухових роботах". Організовується система з 7 постів охорони для контролю небезпечної зони зі стандартними звуковими сигналами: "Попередження", "Бойовий", "Вибух" та "Відбій". Зберігання ВМ здійснюється у спеціальних складах з температурним режимом 8-15°C та вологістю 50-70%.

5.6. Охорона навколишнього середовища

Основні впливи кар'єру включають зміну гідрологічного режиму через водопріток 35 м³/добу, утворення кар'єрної виїмки площею 2,27 га глибиною до 27 м, пилоутворення від бурових робіт з концентрацією до 10-15 мг/м³ при ГДК 2 мг/м³ та шум від обладнання 75-95 дБА. Для мінімізації впливів застосовується зрошення доріг 2-3 рази на зміну, створення захисних лісосмуг, багатоступеневе очищення кар'єрних вод з ефективністю 90-95% та моніторинг якості повітря й води щоквартально. Розрахунок викидів від техніки показує річне споживання 109,82 т дизпалива з викидами СО - 4,47 т/рік, NOx - 3,88 т/рік, SO2 - 0,53 т/рік.

5.7. Рекультивація порушених земель

Після завершення видобутку передбачена комплексна рекультивація: кар'єрна виїмка перетворюється на водойму, укоси бортів - під лісонасадження, відвали - під рекреаційну зону. Роботи виконуватимуться протягом 3 років у три етапи згідно з ДСТУ 7941:2015. Технічний етап включає вирівнювання бортів до кутів 45-60°, терасування високих бортів та формування відвалів з ухилом до 3°. Біологічний етап передбачає висадку місцевих порід дерев та чагарників. Орієнтовна вартість рекультивації становить 4 138 000 грн з терміном окупності 10-12 років.

					КМ.ДР25.21.05.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.8. Заходи безпеки при надзвичайних ситуаціях

План ліквідації аварій регламентує дії персоналу при надзвичайних ситуаціях. Запобігання обвалам забезпечується маркшейдерським контролем та дотриманням кутів укосів не більше 75° , запобігання аваріям на електрообладнанні - регулярними випробуваннями ізоляції та перевіркою заземлення. При пожежах проводиться оповіщення служби 101, евакуація персоналу та відключення електроенергії. При аваріях під час буропідливних робіт забороняється вхід до небезпечної зони на 15 хвилин, при підтопленні вмикаються додаткові насоси та споруджуються тимчасові дамби.

Засоби індивідуального захисту включають захисні каски, респіратори "Лепесток-200" для операторів, діелектричні рукавички для електротехнічного персоналу, спецодяг та спецвзуття з жорстким носком. Система оповіщення складається зі звукової сигналізації, гучномовного зв'язку та радіозв'язку. Медичне забезпечення передбачає наявність медпункту, аптечок першої допомоги на кожній одиниці техніки та навчання персоналу прийомам надання першої допомоги.

					КМ.ДР25.21.05.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

6.1. Техніко-економічні показники гірничого підприємства

ПМП “ГРАНІТ” здійснює розробку родовища гранодіоритів. Підприємство є одним із виробників високоякісного блочного гранодіориту для облицювальних виробів в регіоні [22].

Основні економічні показники підприємства.

1. Параметри родовища та запаси:

- Розглянуті в попередніх розділах.

2. Виробнича потужність:

- Річна продуктивність по видобутку гірничої маси: 15 000 м³;
- Річний обсяг видобутку товарних блоків (при коефіцієнті виходу 22,03%): 3 305 м³;
- Обсяг скельного розкриву: 1 160 м³ на рік;
- Експлуатаційні втрати: 219 м³ (1,46% від загального обсягу гірничої маси).

3. Режим роботи підприємства:

- Цілорічний - 260 робочих днів на рік;
- Однозмінний з п'ятиденним робочим тижнем;
- Тривалість зміни - 8 годин.

4. Основні економічні продукти підприємства:

- Блоки з гранодіориту для виробництва облицювальних виробів (ГОСТ 9479-84, ДСТУ Б В.2.7-59-97);
- Поліровані плити з гранодіориту (ГОСТ 9480-77, ДСТУ Б В.2.7-37-95);

					КМ.ДР25.21.06.ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Студент	Харчук С.В.				РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ			Літ.	Арк.	Аркушів		
К. розділу	Побігайло Д.П.									1	11	
Керівник	Побігайло Д.П.							ДУ «Житомирська політехніка» гр. ГГ-29				
Н. контр.	Криворучко А.О.											
Зав. каф.	Шлапак В.О.											

- Щебінь будівельний з гранодіоритів, порушених вивітрюванням (ГОСТ 8267-82).

5. Вартісні показники продукції (ринкові ціни станом на 2025 рік):

- Блоки гранодіориту першої категорії: 12 000-15 000 грн/м³;
- Блоки гранодіориту другої категорії: 8 000-11 000 грн/м³;
- Щебінь будівельний: 250-300 грн/т.

6. Структура доходів підприємства:

- Реалізація блочної продукції: ~60% (22,75 млн грн/рік);
- Продаж щебеню та бутового каменю: ~35% (15,00 млн грн/рік);
- Інша продукція (плити, вироби): ~5% (2,00 млн грн/рік).

Вибір оптимального комплексу обладнання. Економічний ефект від використання сучасного обладнання:

Таблиця 6.1.

Порівняльна ефективність використаного обладнання

Обладнання	Продуктивність, м³/змін	Експлуатаційні витрати, грн/м³	Термін служби, років	Коефіцієнт технічної готовності
Колісний навантажувач VOLVO L220F	120-140	427	8	0,92
Канатопильна установка Benetti GAMMA 875	58-102	20	10	0,88
Установка стрічкового буріння Benetti TB 616	45-50	688	10	0,90
Компресор SEK-550-8	35	10	12	0,95

Економічне обґрунтування вибору обладнання:

- Ринкова вартість комплексу обладнання: 8,5 млн грн;
- Альтернативні варіанти обладнання: 7,2-10,3 млн грн;
- Економія на експлуатаційних витратах порівняно з альтернативами: 180-220 грн/м³;
- Річна економія при обсязі видобутку 15 000 м³: 2,7-3,3 млн грн;
- Термін окупності обладнання: 2,6-3,1 років.

					КМ.ДР25.21.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Комплексне використання сировини. Економічний ефект від комплексного використання сировини:

- Обсяг некондиційної сировини на рік: 11 477 м³;
- Реалізація некондиційної сировини як щебеню: ~31 000 т на рік;
- Середня ціна щебеню: 270 грн/т;
- Додатковий річний дохід: 8,37 млн грн;
- Додаткові витрати на переробку: 3,25 млн грн;
- Чистий економічний ефект: 5,12 млн грн на рік.

Організація маркшейдерського забезпечення. Економічний ефект від ефективної організації маркшейдерської служби:

- Зниження похибки визначення об'ємів видобутку з 3% до 1,5%;
- Економія при річному обсязі блоків 3 305 м³: 49,6 м³;
- Фінансовий ефект при середній ціні 12 000 грн/м³: 595,2 тис. грн на рік;
- Додаткова економія за рахунок оптимізації планування гірничих робіт: 380-420 тис. грн на рік.

Вибір транспортної системи розробки з автомобільним транспортом забезпечує необхідну гнучкість при мінімальних капітальних витратах, що особливо важливо для підприємства з обмеженими інвестиційними можливостями. Використання сучасного обладнання провідних світових виробників забезпечує високу продуктивність і якість продукції при помірних експлуатаційних витратах.

Після розгляду загальних техніко-економічних показників та аналізу технологічних рішень ПМП "ГРАНІТ" доцільно перейти до детального аналізу економічних аспектів маркшейдерського забезпечення, яке є ключовим елементом підвищення ефективності гірничих робіт і відіграє важливу роль у формуванні економічних показників підприємства.

					КМ.ДР25.21.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		З

6.2. Організація та економіка маркшейдерських робіт на підприємстві

Для виконання спеціалізованих робіт (аерофотозйомка, лазерне сканування, високоточне нівелювання) залучаються зовнішні фахівці на договірній основі. Це дозволяє оптимізувати витрати на утримання штату при збереженні якості маркшейдерського забезпечення.

Вартість утримання маркшейдерської служби становить 6,7% від загальних експлуатаційних витрат підприємства, що є оптимальним показником для невеликого кар'єру з видобутку блочного каменю (галузевий стандарт: 5-8%).

Технічне оснащення маркшейдерських робіт (з вказанням конкретних моделей обладнання).

Комплект технічного оснащення маркшейдерської служби включає:

1. Геодезичне та маркшейдерське обладнання:
 - Електронний тахеометр Leica TS06 plus (5") - вартість: 320 000 грн;
 - GPS-приймач Trimble R8s - вартість: 280 000 грн;
 - Оптичний нівелір Sokkia B40-35 - вартість: 18 000 грн;
 - Лазерний далекомір Leica DISTO X4 - вартість: 12 000 грн.
 - Комплект допоміжного обладнання: Штативи Leica GST120-9 (дерев'яні) - 2 шт. (9 000 грн); Віхи телескопічні з відбивачами Leica GPR121 - 2 шт. (12 000 грн); Тринога Leica GDF121 - 1 шт. (4 000 грн); Комплект маркшейдерських рейок - 1 комплект (6 000 грн); Рулетки металеві (30 м та 50 м) - 3 шт. (2 000 грн); Набір інструментів для встановлення маркшейдерських знаків (4 000 грн).

А. Комп'ютерне обладнання:

					<i>КМ.ДР25.21.06.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

- *Робоча станція Dell Precision 7740*: Процесор Intel Core i9-9880H; 64 ГБ оперативної пам'яті; SSD 512 ГБ + HDD 1 ТБ; Відеокарта NVIDIA Quadro RTX 4000; Рік придбання: 2021; Вартість: 75 000 грн.

- *Багатофункціональний пристрій Canon MF443dw* для друку планів та документації (15 000 грн);
- *Плоттер HP DesignJet T650* для друку маркшейдерських планів формату A1 (45 000 грн).
- Програмне забезпечення: AutoCAD Civil 3D - для обробки результатів зйомок та створення маркшейдерських планів (ліцензія на 3 роки: 120 000 грн); Leica Infinity - для обробки даних з електронного тахеометра (45 000 грн); K-MINE - для моделювання кар'єру та підрахунку об'ємів (90 000 грн).

Рівень технічного оснащення маркшейдерської служби ПМП "ГРАНІТ" повністю відповідає масштабам та специфіці підприємства. Всі прилади та обладнання проходять щорічне метрологічне підтвердження в сертифікованій лабораторії ТОВ "Укргеоприлад" (м. Київ), що забезпечує надійність та точність вимірювань.

Впровадження сучасних технологій (GNSS, електронна тахеометрія, спеціалізоване програмне забезпечення) дозволило суттєво підвищити продуктивність маркшейдерських робіт та точність визначення об'ємів видобутку.

Вартість маркшейдерських робіт на підприємстві формується з декількох складових: заробітної плати працівників маркшейдерської служби, амортизації обладнання, витрат на матеріали та програмне забезпечення, а також інших супутніх витрат.

Витрати на оплату праці маркшейдерської служби продемонстровано в Таблиці 6.3 в Додатку Г.

					КМ.ДР25.21.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Витрати на матеріал та інше маркшейдерське забезпечення продемонстровано в Таблиці 6.4 та 6.5 в Додатку Г.

Загальні річні витрати на маркшейдерське забезпечення.

Загальні витрати = ФОП + Амортизація + Матеріали + Інші витрати

Загальні витрати = 951 600 + 205 400 + 45 000 + 78 000 = 1 280 000 грн/рік

Розрахунок питомих витрат на маркшейдерське забезпечення.

При річному обсязі видобутку 15 000 м³ гірничої маси питомі витрати на маркшейдерське забезпечення складають:

Питомі витрати = 1 280 000 / 15 000 = 85,33 грн/м³.

У перерахунку на 1 м³ товарної блочної продукції (з урахуванням коефіцієнта виходу блоків 22,03%):

Питомі витрати на 1 м³ блоків = 1 280 000 / 3 305 = 387,29 грн/м³.

Порівняльний аналіз вартості маркшейдерських робіт.

Таблиця 6.6.

Порівняння вартості маркшейдерських робіт на ПМП "ГРАНІТ" з галузевими показниками

Показник	ПМП "ГРАНІТ"	Середні по галузі	Відхилення, %
Частка витрат на маркшейдерські роботи у собівартості продукції, %	6,75	8	в межах норми
Питомі витрати на 1 м ³ гірничої маси, грн	85,33	80-100	в межах норми
Питомі витрати на 1 м ³ блоків, грн	387,29	350-450	в межах норми
Кількість маркшейдерів на 10 000 м ³ річного видобутку	2,0	1,8-2,5	в межах норми

Аналіз свідчить, що витрати на маркшейдерське забезпечення гірничих робіт на об'єкті знаходяться в межах галузевих нормативів для підприємств з видобутку блочного каменю.

					КМ.ДР25.21.06.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

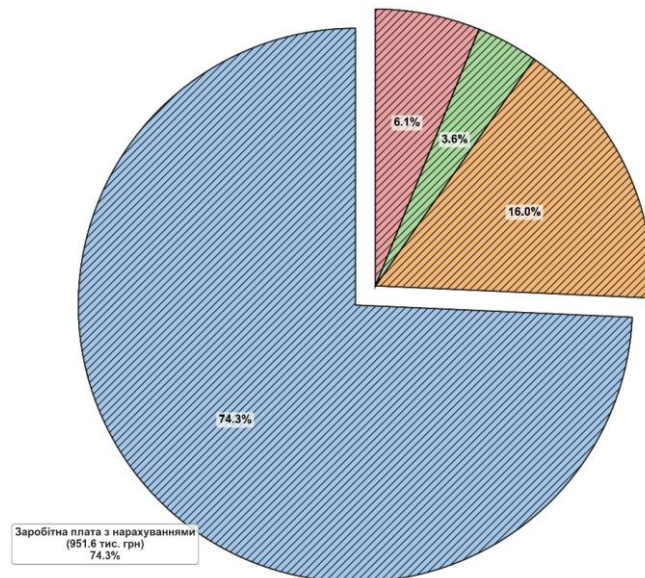


Рис. 6.2. Графік структури річних витрат на маркшейдерське забезпечення

Графік 6.2 відображає структуру річних витрат на маркшейдерське забезпечення ПМП “ГРАНІТ”. З графіка чітко видно, що основну частку (74,3%) витрат складає заробітна плата з нарахуваннями, що є типовим для підприємств даного профілю, оскільки якість маркшейдерських робіт суттєво залежить від кваліфікації персоналу. Амортизаційні відрахування становлять 16,0% витрат, що відображає достатньо високий рівень технічного оснащення маркшейдерської служби. Інші витрати (матеріали та інше) сукупно складають менше 10%, що свідчить про оптимізовану структуру витрат.

Впровадження автоматизованих систем обліку видобутої корисної копалини на базі машинного навчання дозволяє оптимізувати витрати на маркшейдерське забезпечення при збереженні високої точності вимірювань. Економічна ефективність такого рішення розглядається у наступному підрозділі.

					КМ.ДР25.21.06.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

6.3. Економічна ефективність підприємства

Капітальні витрати включають інвестиції в обладнання, інфраструктуру та підготовку до експлуатації родовища. *Більш детально їх склад розглянуто в таблиці 6.17 та структура представлена на Графіку 6.4 в Додатку К.*

Експлуатаційні витрати кар'єру включають всі поточні витрати на видобуток корисної копалини, транспортування, обробку блоків та адміністративно-господарські витрати. *Більш детально розглянуто в Таблиці 6.18, а структура представлена на Графіку 6.5 в Додатку Ж.*

На основі проведеного аналізу експлуатаційних витрат можна розрахувати собівартість різних видів продукції підприємства:

Таблиця 6.19.

Калькуляція собівартості продукції ПМП “ГРАНІТ”

Вид продукції	Річний обсяг, м³	Повна собівартість, тис. грн	Собівартість одиниці продукції, грн/м³
Гірнична маса (всього)	15000	19250	1283.3
Товарні блоки	3305	14438	4369.1
Щебінь та інша продукція	11477	4812	419.3

Для детального розуміння структури витрат на видобуток гранодіориту на ПМП “ГРАНІТ” проведемо калькуляцію собівартості 1 м³ корисної копалини, побудуємо *графік 6.6 та та таблицю 6.20, що представлені в Додатку Е.*

Графік 6.6 ілюструє структуру собівартості видобутку 1 м³ гранодіориту на ПМП “ГРАНІТ”. З графіку видно, що найбільшу частку в собівартості займають витрати на оплату праці (30,8%), що характерно для трудомісткого процесу видобутку блочного каменю. Другою за значущістю статтею є витрати на паливно-мастильні матеріали (19,5%), що пов'язано з використанням дизельного обладнання. Амортизаційні відрахування (13,9%) відображають значну вартість спеціалізованого обладнання. Маркшейдерське

					КМ.ДР25.21.06.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення складає 6,7% від загальної собівартості, що підкреслює важливість якісного маркшейдерського супроводу для забезпечення ефективності видобувних робіт.

Таблиця 6.21.

**Порівняння собівартості
1 м³ гранодіориту з середньогалузовими показниками**

Стаття витрат	ПМП "ГРАНІТ", грн/м ³	Середньогалузовий показник, грн/м ³	Відхилення, %
Витрати на матеріали	420	460	-8.7
Витрати на оплату праці	395.3	410	-3.6
Енергетичні витрати	64	70	-8.6
Ремонт та обслуговування	120	135	-11.1
Амортизаційні відрахування	178.7	190	-5.9
Маркшейдерське забезпечення	85.3	95	-10.2
Інші витрати	153.3	170	-9.8
Повна собівартість	1283.3	1530	-16.1

Собівартість видобутку гранодіориту на кар'єрі на 16,1% нижча від середньогалузового показника, що свідчить про ефективну організацію виробництва та раціональне використання ресурсів. Найбільша економія досягається за рахунок оптимізації витрат на ремонт та обслуговування обладнання (-11,1%), маркшейдерське забезпечення (-10,2%) та інші витрати (-9,8%).

На основі аналізу доходів та витрат суб'єкта господарювання розрахуємо основні показники рентабельності та прибутку підприємства.

Розрахунок доходу, розрахунок прибутку, рентабельності підприємства представлений в таблиця 6.22-6.24 та на Графіку 6.7 в Додатку Д.

Такі показники пояснюються високою якістю Покостівського гранодіориту та ефективною організацією виробництва.

Аналіз показників рентабельності свідчить про високу ефективність діяльності підприємства. Рентабельність продукції (106,5%) вдвічі перевищує середньогалузовий показник (50-55%), що пояснюється високою якістю

					КМ.ДР25.21.06.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продукції та ефективною організацією виробництва. Рентабельність продажів (51,6%) також значно вища за середньогалузевий показник (30-35%), що свідчить про оптимальну цінову політику підприємства.

Рентабельність активів (65,3%) та інвестицій (113,8%) вказують на ефективне використання капіталу та високу прибутковість інвестицій у розробку Північно-Східної ділянки Покостівського родовища гранодіоритів.

В рамках дипломної роботи було запропоновано ряд заходів, спрямованих на підвищення ефективності маркшейдерського забезпечення гірничих робіт на ПМП "ГРАНІТ".

Підвищення ефективності маркшейдерського забезпечення має також непрямий вплив на інші аспекти діяльності підприємства, що видно з таблиці.

Таблиці 6.19-6.24 комплексно характеризують економічну ефективність підприємства.

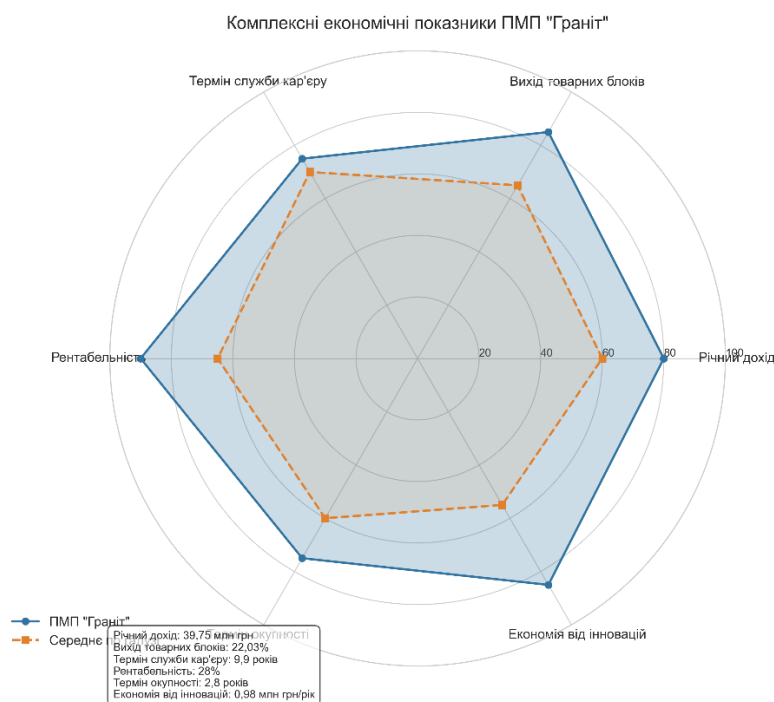


Рис. 6.8. Графік структура економічного ефекту від запропонованих заходів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КМ.ДР25.21.06.ПЗ

Арк.

10

Графік 6.8 відображає структуру економічного ефекту від запропонованих у дипломній роботі заходів з підвищення ефективності маркшейдерського забезпечення. Інші заходи (оптимізація схеми маркшейдерських пунктів, впровадження сучасних методів обробки даних та оптимізація періодичності зйомок) дають додатковий економічний ефект у розмірі 145,6 тис. грн/рік. Радіальна діаграма дозволяє наочно продемонструвати комплексний вплив запропонованих заходів на різні аспекти діяльності підприємства: точність обліку, продуктивність праці, планування робіт та контроль якості.

Запропоновані в дипломній роботі заходи з підвищення ефективності маркшейдерського забезпечення гірничих робіт забезпечують суттєвий економічний ефект і сприяють зміцненню конкурентних позицій підприємства на ринку. Комплексний підхід до економічної оцінки цих заходів дозволив врахувати як прямі, так і непрямі економічні ефекти, що підтверджує їх високу практичну цінність.

Узагальнюючи результати економічної оцінки проекту, можна зробити наступні висновки:

1. ПМП “ГРАНІТ” є високорентабельним підприємством з показниками рентабельності, що значно перевищують середньогалузеві (рентабельність продукції - 106,5%, рентабельність продажів - 51,6%).

2. Впровадження сучасних технологічних рішень (двостадійна технологія видобутку блоків, комплексне використання сировини, оптимальний комплекс обладнання) забезпечує сумарний річний економічний ефект у розмірі 14,7-18,4 млн грн.

3. Загальний економічний ефект від впровадження всіх запропонованих заходів з підвищення ефективності маркшейдерського забезпечення складає 1 095,4 тис. грн на рік, що становить 6,5% від чистого прибутку підприємства.

					КМ.ДР25.21.06.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Дипломна робота присвячена вирішенню важливого науково-практичного завдання з визначення об'ємів видобутої корисної копалини в умовах Північно-Східної ділянки Покостівського родовища гранодіоритів ПМП "ГРАНІТ". За результатами виконаних досліджень отримано такі висновки:

Проведений детальний аналіз Північно-Східної ділянки Покостівського родовища показав, що гранодіорит має високі міцнісні показники, низьку тріщинуватість і належить до I класу радіаційної безпеки. Ці фактори суттєво впливають на технологію відбору проб, методику визначення об'ємів та вибір інструментів для контролю видобутої маси.

Коефіцієнт виходу товарних блоків (22,03%) вимагає особливої точності при обліку видобутої корисної копалини для запобігання економічним втратам.

Аналіз існуючих на ПМП "ГРАНІТ" методів визначення об'ємів видобутої корисної копалини виявив такі недоліки:

Висока трудомісткість процесу (до 6,2 год на один блок корисної копалини)

Відносна похибка вимірювання об'ємів традиційними методами складає 1,8-2,7%

Недостатня оперативність отримання даних для управлінських рішень

Обмежені можливості для ідентифікації типу породи

Встановлено, що на підприємстві переважно використовувались метод вертикальних перерізів і метод об'ємної призми, які потребують значних витрат часу на польові роботи та камеральну обробку результатів.

					<i>КМ.ДР25.21.ВС.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВИСНОВКИ			
<i>Студент</i>		<i>Харчук С.В.</i>						
<i>К. розділц</i>		<i>Подігайло Д.П.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Подігайло Д.П.</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Криворучко А.О.</i>						
<i>Зав. каф.</i>		<i>Шлапак В.О.</i>			ДУ «Житомирська політехніка» гр. ГГ-29			

Підвищення точності обліку видобутої сировини дозволяє уникнути фінансових втрат, пов'язаних з недостовірною інформацією про обсяги видобутку

Економічний ефект досягається за рахунок зменшення трудовитрат маркшейдерської служби, підвищення точності обліку та оптимізації логістичних операцій.

Проведене дослідження підтверджує важливість наукових досліджень та якісної освіти для впровадження інноваційних методів у маркшейдерській справі.

Впровадження передових освітніх програм з цифрових технологій у підготовку маркшейдерів дозволить прискорити модернізацію галузі та підвищити ефективність методів визначення об'ємів видобутої корисної копалини.

Отримані результати мають практичну цінність для ПМП “ГРАНІТ” та можуть бути застосовані на інших підприємствах з видобутку блочного каменю.

Результати дипломної роботи впроваджені у виробничий процес ПМП “ГРАНІТ” та підтверджують, що використання сучасних інформаційних технологій для визначення об'ємів видобутої корисної копалини є економічно доцільним та технічно обґрунтованим рішенням.

H

					КМ.ДР25.21.ВС.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бакка М.Т., Гуменюк І.І., Редчиць В.С. Екологія гірничого виробництва: навч. посіб. - Житомир: ЖДТУ, 2004. - 306 с.
2. Бакка М.Т., Кириченко М.Т. Основи маркшейдерської справи: навч. посіб. - Житомир: ЖДТУ, 2005. - 124 с.
3. Бакка М.Т. Організація і планування маркшейдерських та гірничих робіт: навч. посіб. - Житомир: ЖДТУ, 2006. - 356 с.
4. Бакка М.Т., Назаренко В.О. Маркшейдерське забезпечення відкритих гірничих робіт: навч. посіб. - Житомир: ЖДТУ, 2006. - 196 с.
5. Бакка М.Т., Іськов С.С. Основи проектування гірничих підприємств: навч. посіб. - Житомир: ЖДТУ, 2006. - 172 с.
6. Бакка М.Т., Назаренко В.О. Аналіз точності маркшейдерських мереж: навч. посіб. - Житомир: ЖДТУ, 2007. - 146 с.
7. Башинський С.І., Бойко В.В., Вапнічна В.В., Коробійчук В.В., Кравець В.Г. Руйнування гірських порід і промислова сейсміка: підручник. - Київ: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2020. - 406 с.
8. Башинський С.І., Котенко В.В., Скиба Г.В., Колодій М.А., Остапійчук Н.М. Удосконалення методики оцінки придатності використання будівельного піску як сировини для інших галузей промисловості. - Технічна інженерія, 2020. - №1(85). - С. 191-200.
9. Білецький В.С. (ред.) Гірнича енциклопедія: у 3 т. - Донецьк: Східний видавничий дім, 2004-2013.
10. Білокриницький С.М. Фотограмметрія і дистанційне зондування Землі: навч. посіб. - Чернівці: Рута, 2007. - 320 с.
11. Білоус В.В., Боднар С.П. Фотограмметрія: навч. посіб. - Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. - 137 с.

					КМ.ДР25.21.СЛ.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент	Харчук С.В.				СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ		
К. розділц	Побігайло Д.П.						
Керівник	Побігайло Д.П.						
Н. контр.	Криворучко А.О.						
Зав. каф.	Шлапак В.О.						
					Літ.	Арк.	Аркуші
						1	3
						ДУ «Житомирська політехніка»	
						гр. ГГ-29	

12. Бойко В.В. Проблеми сейсмічної безпеки вибухів на кар'єрах України: монографія. - Київ: Видавництво «Сталь», 2012. - 235 с.
13. Гетьман О.О., Шаповал В.М. Економіка підприємства: навч. посіб. (2-ге вид.). - Київ: Центр навчальної літератури, 2010. - 488 с.
14. Дідик Л.М., Лісовенкова І.М. Теоретичні аспекти оцінки виробничо-господарського потенціалу гірничих підприємств. - Економічний вісник НГУ, 2015. - №3(51). - С. 65-71.
15. Дриженко А.Ю. Відкриті гірничі роботи: підручник. - Дніпропетровськ: НГУ, 2014. - 590 с.
16. Дриженко А.Ю., Шустов О.О. Відкриті гірничі роботи: терміни та їх визначення: навч. посіб. - Дніпро: НГУ, 2014. - 120 с.
17. Карнаухов О.М., Білецький В.С. Стійкість бортів кар'єрів: монографія. - Київ: ІЕП НАН України, 2011. - 168 с.
18. Клеван О.М., Котенко В.В., Ковалевич Л.А. Дослідження та удосконалення кутових вимірювань в умовах підземних гірничих виробок. - Вісник ЖДТУ, 2011. - №2(57). - С. 133-136.
19. Козлов С.С. Охорона праці в гірничодобувній промисловості: навч. посіб. - Київ: НТУУ «КПІ», 2013. - 60 с.
20. Коробійчук В.В. Управління якістю блоків декоративного каменю за допомогою кваліметричних та інформаційно-комп'ютерних технологій: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.03. - НТУУ «КПІ», 2008. - 188 с.
21. Котенко В.В. Розробка методики оцінки кількісних і якісних параметрів лабрадоритових покладів з метою їх геометризації: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.03. - Кривий Ріг, 2007. - 219 с.
22. Котенко В.В., Башинський С.І., Припотень Ю.К., Піскун І.А. Аналіз сировинної бази каолінового родовища з використанням методу Пірсона для його геометризації. - Технічна інженерія, 2022. - №3(91). - С. 170-182.
23. Котенко В.В., Куницька М.С., Піскун І.А., Ігнатюк Р.М., Сидоренко А.А. Автоматизація обробки результатів геологічної розвідки каолінових

					КМ.ДР25.21.СЛ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

родовищ в середовищі GEOVIA Surpac. - Технічна інженерія, 2023. - №2(92). - С. 225-233.

24. Кравець В.Г., Вовк О.О., Котенко В.В., Терент'єв О.М. Прикладна геодинаміка вибуху в гірництві та геотехнічному будівництві: монографія. - Житомир: ЖДТУ, 2012. - 268 с.

25. Криворучко А.О. Визначення кількісних показників якісних параметрів родовищ габроїдних порід для їх геометризації: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.01. - Кривий Ріг, 2005. - 181 с.

26. Михайлов В.А. Геологія родовищ корисних копалин: підручник. - Київ: ВПЦ «Київський університет», 2010. - 463 с.

27. Орлов О.О., Білецький В.С. Охорона довкілля при розробці родовищ: монографія. - Харків: НТУ «ХП», 2019. - 300 с.

28. Підвисоцький В.Т., Котенко В.В., Башинський С.І., Піскун І.А. Обґрунтування доцільності застосування методу зворотних зважених відстаней для кластеризації Йосипівського родовища каоліну. - Науковий вісник ДонНТУ, 2022. - №1-2(8-9). - С. 94-105.

29. Шапуров О.О. Промислові інновації: інтернет речей, блокчейн, цифровий двійник. - Трансформаційна економіка, 2023. - №5. - С. 115-123.

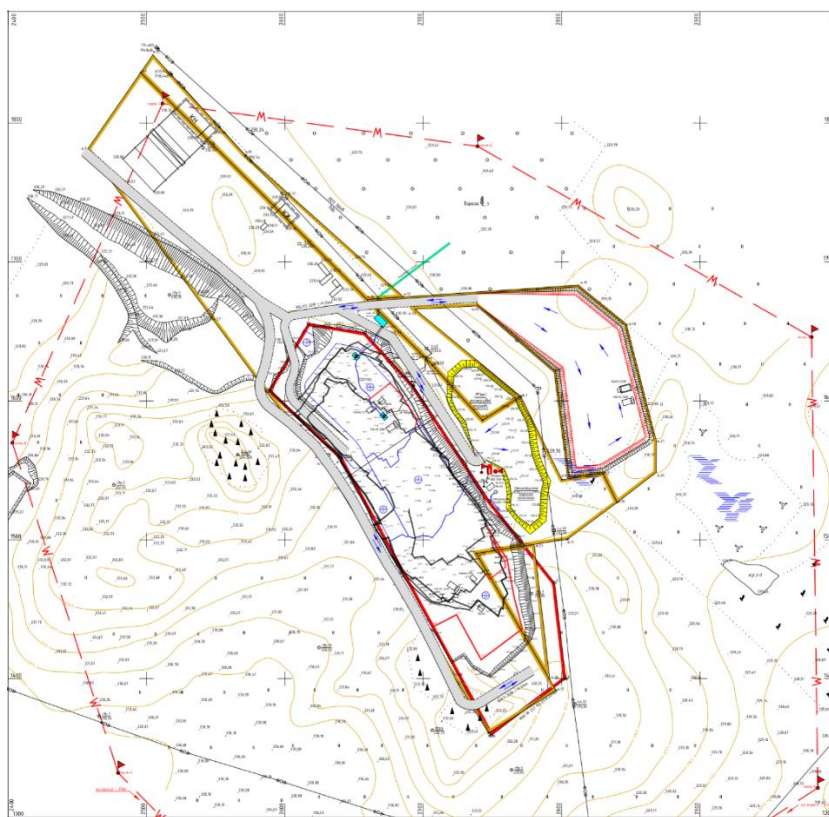
30. Шлапак В.О. Управління ефективністю бурових робіт при видобуванні декоративного каменю: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.03. - Київ, 2016. - 148 с.

					КМ.ДР25.21.СЛ.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

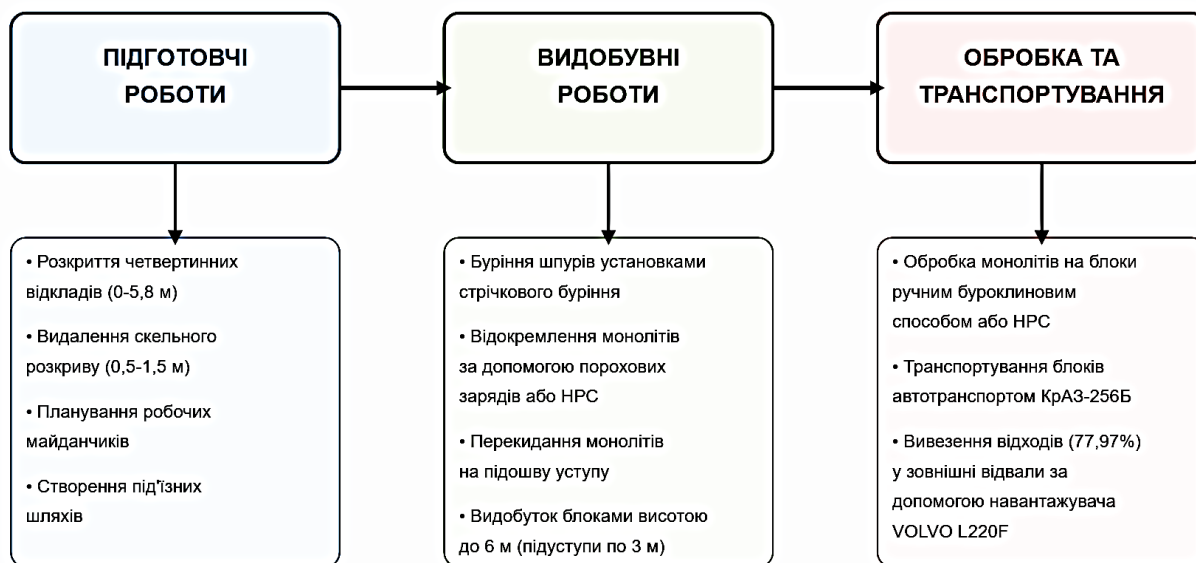
№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість арк.	№ екз.	Примітка
			<u>Документація</u>			
1	A4	КМ.ДР25.21.ПЗ	Пояснювальна записка			
			<u>Графічна частина</u>			
2	A1	КМ.ДР25.21.01	Зведений план гірничих виробок	1		
3	A1	КМ.ДР25.21.02	Геологічний розріз	1		
4	A1	КМ.ДР25.21.03	Технологічна схема видобування блоків	1		
5	A1	КМ.ДР25.21.04	Схема опорної геодезичної мережі	1		
6	A1	КМ.ДР25.21.05	Визначення обсягів видобутої корисної копалини	1		

					КМ.ДР25.21.Д1.ПЗ		
Змн.	Арфк.	№ докум.	Підпис	Дата	Матеріали дипломного проекту		
Студент	Харчук С.В.						
К. розділу	Побігало Д.П.						
Керівник	Побігало Д.П.						
Н. контр.	Криворучко А.О.						
Зав. каф.	Шлапак В.О.				Літ. Арк. Аркушів 1 1 «Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр.ПГ-29		

ЗАГАЛЬНА СХЕМА РОЗТАШУВАННЯ ТА МЕЖІ



					КМ.ДР25.21.Д1.ПЗ				
Змн.	Арфк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент	Харчук С.В.				Додаток А	Літ.	Арк.	Аркушів	
К. розділу	Побігайло Д.П.					н	1	1	
Керівник	Побігайло Д.П.					«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр.ГГ-29			
Н. контр.	Криворучко А.О.								
Зав. каф.	Шлапак В.О.								



Північно-Східна ділянка Покостівського родовища гранодіоритів ПМП "Граніт"
Житомирський район, Житомирська область

Рис. 1.1. Схема етапів добування.

					КМ.ДР25.21.Д2.ПЗ					
Змн.	Арфк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Студент	Харчук С.В.				Додаток Б		Літ.	Арк.	Аркушів	
К. розділу	Побігайло Д.П.						Н		1	1
Керівник	Побігайло Д.П.						«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр.ГГ-29			
Н. контр.	Криворучко А.О.									
Зав. каф.	Шлапак В.О.									

Характеристика родовища та технології розробки

Категорія	Параметр	Значення
Загальні відомості	Назва родовища	Північно-Східна ділянка Покостівського родовища гранодіоритів
Загальні відомості	Розташування	1,7 км на північний схід від с. Покостівка Житомирського району
Загальні відомості	Площа ділянки	2,29 га
Загальні відомості	Ліцензія	№1422 від 08.08.1998 р., термін дії до 20.04.2038 р.
Геологічна характеристика	Корисна копалина	Незмінені гранодіорити (світло-сірі)
Геологічна характеристика	Потужність четвертинних відкладів	0-5,8 м, середня 2-3 м
Геологічна характеристика	Потужність скельного розкриву	0,5-1,5 м
Геологічна характеристика	Потужність промислової товщі	10,8-23,0 м
Геологічна характеристика	Коефіцієнт розкриву	0,3-0,5
Технічне забезпечення	Навантажувач	VOLVO L220F
Технічне забезпечення	Канатопильна установка	Benetti GAMMA 875
Технічне забезпечення	Бурові установки	Benetti TB 616, TB 610, PP 691
Технічне забезпечення	Компресор	SEK-550-8
Технічне забезпечення	Водовідливний насос	K45-45 (60 м³/год)
Технічне забезпечення	Висота уступів (видобувних)	6 м
Технічне забезпечення	Висота підступів	3 м
Технічне забезпечення	Кути укосів робочих уступів	90° (видобувні), 75° (розкривні)
Технічне забезпечення	Ширина робочого майданчика	31,5 м
Технічне забезпечення	Річна продуктивність по гірничій масі	15 000 м³
Технічне забезпечення	Вихід блоків з гірничої маси	22,03%
Технічне забезпечення	Річний видобуток блоків	3 304 м³
Технічне забезпечення	Експлуатаційні втрати	1,46%
Технічне забезпечення	Запаси родовища	185,83 тис. м³
Технічне забезпечення	Термін служби кар'єру	9,9 років

					КМ.ДР25.21.ДЗ.ПЗ		
Змн.	Арфк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент	Харчук С.В.				Додаток В		
К. розділу	Побігало Д.П.						
Керівник	Побігало Д.П.						
Н. контр.	Криворучко А.О.						
Зав. каф.	Шлапак В.О.						
						Літ.	Арк.
						Н	Аркушів
						1	2
						«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр.ГГ-29	

Категорія	Параметр	Значення
Якісні характеристики гранодіориту	Міцність при стисканні (сухий стан)	188,2-246,8 МПа
Якісні характеристики гранодіориту	Міцність при стисканні (водонасичений)	171,4-206,3 МПа
Якісні характеристики гранодіориту	Пористість	0,72-14,47%
Якісні характеристики гранодіориту	Водопоглинання	0,08-0,21%
Якісні характеристики гранодіориту	Морозостійкість	F50
Якісні характеристики гранодіориту	Радіаційний клас	I клас (137-170 Бк/кг)

H

					КМ.ДР25.21.ДЗ.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

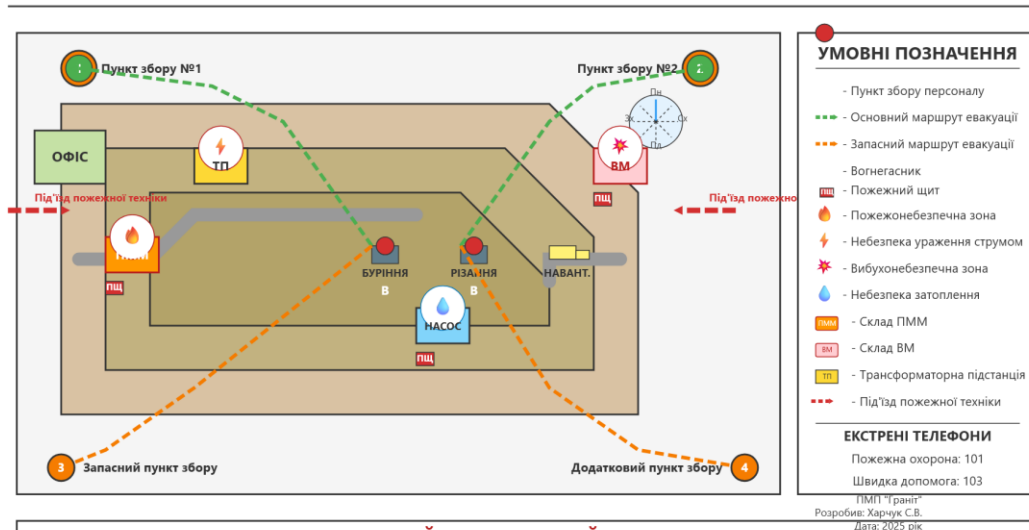
Таблиця 4.2.

**Порівняльний аналіз точності визначення
об'ємів блоків гранодіориту різними методами**

Метод вимірювання	Середня відносна похибка (%)	Максимальна відносна похибка (%)	Середня тривалість вимірювання одного блоку (хв.)
Еталонні вимірювання тахеометром	0	0	25-30
Прямі вимірювання лазерною рулеткою	1.8	3.7	4-6
Метод поперечних перерізів	2.7	5.8	15-20
Метод об'ємної призми	1.7	4.2	8-10

ПЛАН ЕВАКУАЦІЇ ТА РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ

Північно-Східна ділянка Покостівського родовища гранодіоритів ПМП "ГРАНІТ"



ПОРЯДОК ДІЙ ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

ТИП СИТУАЦІЇ	ДІЇ ПРАЦІВНИКІВ	ДІЇ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ОСІБ
ПОЖЕЖА	1. Повідомити керівника робіт і покинути небезпечну зону. 2. При можливості використати первинні засоби гасіння.	1. Організувати евакуацію людей та техніки. 2. Викликати пожежну охорону та організувати гасіння.
ОБВАЛ УСТУПУ	1. негайно припинити роботи і відійти в безпечне місце. 2. Повідомити керівника робіт і чекати вказівок.	1. Перевірити відсутність постраждалих і організувати пошук. 2. Викликати маршєйдера для оцінки стану бортьє кар'єру.
ЕЛЕКТРОТРАВМА	1. Забезпечити потерпілого від дії струму безпечним способом. 2. Надати першу допомогу і викликати швидку допомогу.	1. Забезпечити відключення електропостачання на аварійній ділянці. 2. Організувати зустріч швидкої допомоги.

Рис. 5.2. Розроблений план евакуації та реагування на надзвичайні ситуації.

					КМ.ДР25.21.Д4.ПЗ								
Змн.	Арфк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Студент		Харчук С.В.			Додаток В			Літ.		Арк.		Аркушів	
К. розділу		Побігайло Д.П.						Н		1		2	
Керівник		Побігайло Д.П.						«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр.ГГ-29					
Н. контр.		Криворучко А.О.											
Зав. каф.		Шлапак В.О.											

**Розрахунок річного
фонду оплати праці маркшейдерської служби**

Посада	Кількість , осіб	Середньомісячна заробітна плата, грн	Річний ФОП, грн	ЄСВ (22%), грн	Всього , грн
Головний маркшейдер	1	28 000	336 000	73 920	409 920
Інженер-маркшейдер	1	22 000	264 000	58 080	322 080
Гірничий робітник	1	15 000	180 000	39 600	219 600
Всього	3		780 000	171 600	951 600

Таблиця 6.4.

**Річні витрати на матеріали
для маркшейдерських робіт**

Найменування матеріалів	Річні витрати, грн
Канцелярські товари	12000
Витратні матеріали для принтера	8000
Матеріали для закріплення маркшейдерських знаків	15000
Інші матеріали	10000
Всього	45000

Таблиця 6.5.

**Інші витрати на
маркшейдерське забезпечення**

Стаття витрат	Річні витрати, грн
Технічне обслуговування обладнання	25000
Повірка приладів	15000
Навчання та підвищення кваліфікації	20000
Транспортні витрати	18000
Всього	78000

					КМ.ДР25.21.Д5.ПЗ			
Змн.	Арфк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додаток Г			
Студент	Харчук С.В.							
К. розділу	Побігайло Д.П.							
Керівник	Побігайло Д.П.							
Н. контр.	Криворучко А.О.							
Зав. каф.	Шлапак В.О.							
						Літ.	Арк.	Аркушів
						Н	1	2
						«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр.ГГ-29		

Таблиця 6.22.

Доходи від реалізації продукції ПМП "ГРАНІТ"

Вид продукції	Річний обсяг	Ціна реалізації	Дохід, тис. грн	Частка в доході, %
Товарні блоки першої категорії	1 983 м³	14 000 грн/м³	27762	69.8
Товарні блоки другої категорії	1 322 м³	9 000 грн/м³	11898	29.9
Щебінь будівельний	31 000 т	270 грн/т	8370	21.1
Бутовий камінь	3 500 т	220 грн/т	770	1.9
Всього			39750	100

Таблиця 6.23.

Розрахунок прибутку ПМП "ГРАНІТ"

Показник	Сума, тис. грн
Дохід від реалізації продукції	39750
Повна собівартість продукції	19250
Валовий прибуток	20500
Податок на прибуток (18%)	3690
Чистий прибуток	16810

Таблиця 6.24.

Показники рентабельності ПМП "ГРАНІТ"

Показник	Формула розрахунку	Значення, %
Рентабельність продукції	$(\text{Валовий прибуток} / \text{Повна собівартість}) \times 100\%$	106.5
Рентабельність продажів	$(\text{Валовий прибуток} / \text{Дохід від реалізації}) \times 100\%$	51.6
Рентабельність активів	$(\text{Чистий прибуток} / \text{Вартість активів}) \times 100\%$	65.3
Рентабельність інвестицій	$(\text{Чистий прибуток} / \text{Капітальні інвестиції}) \times 100\%$	113.8

Порівняння показників рентабельності

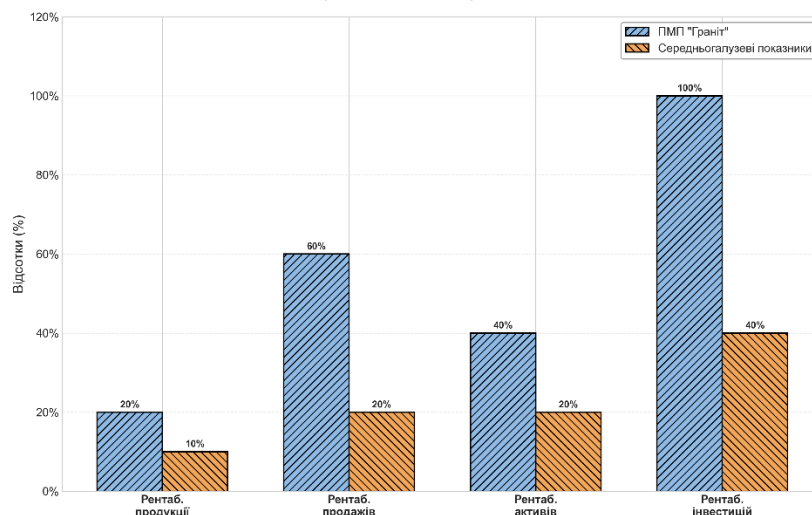


Рис. 6.7. Графік порівняння показників рентабельності ПМП "ГРАНІТ" з середньогалузевими.

					КМ.ДР25.21.Д6.ПЗ			
Змн.	Арфк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Харчук С.В.			Додаток Д	Літ.	Арк.	Аркушів
К. розділу		Побігайло Д.П.				н	1	1
Керівник		Побігайло Д.П.				«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр.ПГ-29		
Н. контр.		Криворучко А.О.						
Зав. каф.		Шлапак В.О.						

Таблиця 6.20.

Калькуляція собівартості 1 м³ гранодіориту

Стаття витрат	Сума, грн/м ³	Частка, %
Паливно-мастильні матеріали	250	19.5
Вибухові матеріали	90	7
Запасні частини та витратні матеріали	80	6.2
Основна заробітна плата	265	20.6
Додаткова заробітна плата	59	4.6
Єдиний соціальний внесок	71.3	5.6
Електроенергія	64	5
Технічне обслуговування обладнання	38	3
Поточний ремонт обладнання	82	6.4
Амортизаційні відрахування	178.7	13.9
Маркшейдерське забезпечення	85.3	6.7
Адміністративні витрати	104	8.1
Екологічні платежі	21.3	1.7
Інші витрати	28	2.2
Виробнича собівартість	1267.3	98.8
Збутові витрати	16	1.2
Повна собівартість	1283.3	100

Структура витрат на 1 м³ видобутку

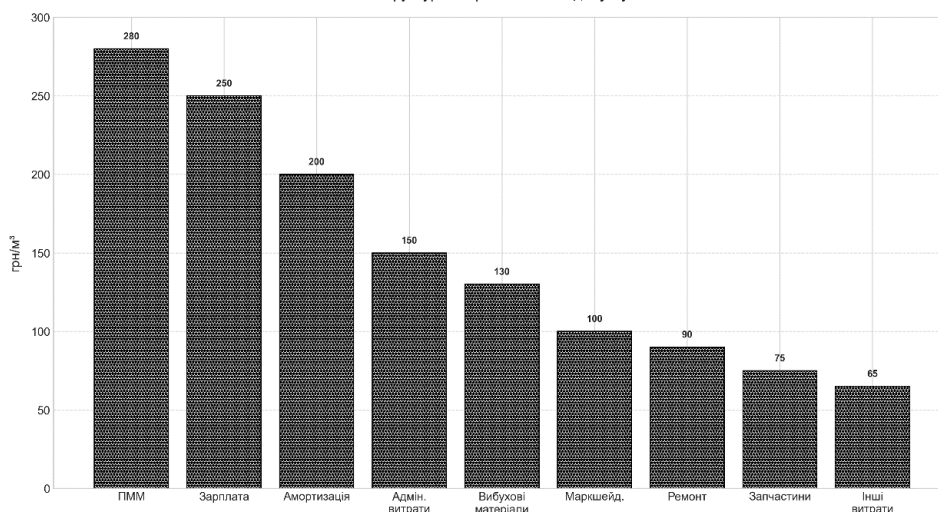


Рис. 6.6. Структура собівартості 1 м³ гранодіориту.

					КМ.ДР25.21.Д7.ПЗ		
Змн.	Арфк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент	Харчук С.В.				Додаток Е		
К. розділу	Побігайло Д.П.						
Керівник	Побігайло Д.П.						
Н. контр.	Криворучко А.О.						
Зав. каф.	Шлапак В.О.						
					Літ.	Арк.	Аркушів
					Н	1	1
					«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр.ГГ-29		

Капітальні витрати ПМП "ГРАНІТ"

Стаття витрат	Сума, тис. грн	Частка, %
Гірничотранспортне обладнання		
Колісний навантажувач VOLVO L220F	3200	21.7
Буропідривне обладнання	980	6.6
Канатопильна установка Benetti GAMMA 875	2450	16.6
Установки стрічкового буріння Benetti TB 616, TB 610, PP 69	1850	12.5
Компресорне обладнання	420	2.8
Насосне обладнання	180	1.2
Транспортні засоби	850	5.8
Інфраструктура		
Будівництво під'їзних шляхів	520	3.5
Електропостачання	680	4.6
Водопостачання та водовідведення	240	1.6
Адміністративні та побутові приміщення	780	5.3
Інше		
Маркшейдерсько-геодезичне обладнання	1057	7.2
Програмне забезпечення для визначення об'ємів	1310	8.9
Проектні та підготовчі роботи	250	1.7
Всього капітальних витрат	14767	100

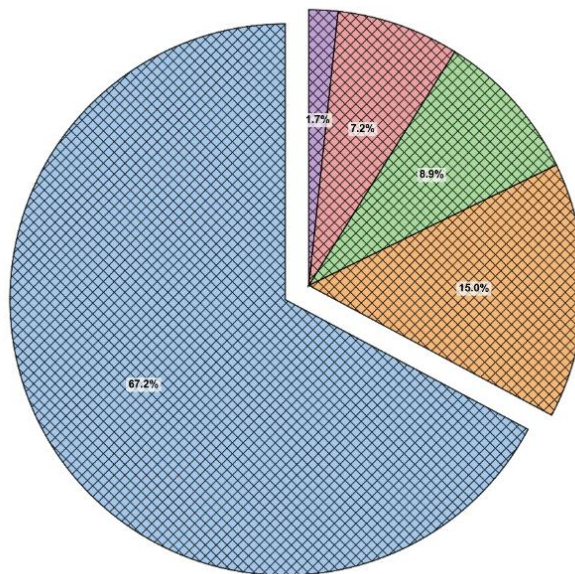


Рис. 6.4. Графік структури капітальних витрат.

Графік 6.4 демонструє структуру капітальних витрат ПМП "ГРАНІТ". Основну частку (67,2%) складають інвестиції в гірничотранспортне обладнання, що відповідає специфіці підприємства з видобутку блочного каменю. Найбільші статті витрат включають колісний навантажувач VOLVO L220F (21,7%), канатопильну установку Benetti GAMMA 875 (16,6%) та установки стрічкового буріння (12,5%). Значні інвестиції у маркшейдерсько-геодезичне обладнання та програмне забезпечення (разом 16,1%) підкреслюють важливість точного обліку та контролю видобутку для забезпечення економічної ефективності кар'єру.

					КМ.ДР25.21.Д8.ПЗ		
Змн.	Арфк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додаток Є		
Студент	Харчук С.В.						
К. розділу	Побігайло Д.П.						
Керівник	Побігайло Д.П.						
Н. контр.	Криворучко А.О.						
Зав. каф.	Шлапак В.О.				Літ.		
					Арк.		
					Аркуші		
					Н	1	1
					«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр.ГГ-29		

ДОДАТОК Ж
Таблиця 6.18.

Річні експлуатаційні витрати ПМП "ГРАНІТ"

Стаття витрат	Сума, тис. грн	На 1 м ³ гірничої маси, грн	Частка, %
Заробітна плата виробничого персоналу з нарахуваннями	4860	324	25.3
Паливно-мастильні матеріали	3750	250	19.5
Електроенергія	960	64	5
Вибухові матеріали	1350	90	7
Запасні частини та матеріали	1200	80	6.2
Ремонт і технічне обслуговування обладнання	1800	120	9.4
Амортизація обладнання	2680	178.7	13.9
Заробітна плата адміністративного персоналу з нарахуваннями	1560	104	8.1
Маркшейдерське забезпечення	1280	85.3	6.7
Інші адміністративні витрати	450	30	2.3
Збутові витрати	240	16	1.2
Екологічні платежі	320	21.3	1.7
Інші витрати	180	12	0.9
Повна собівартість	19250	1283.3	100

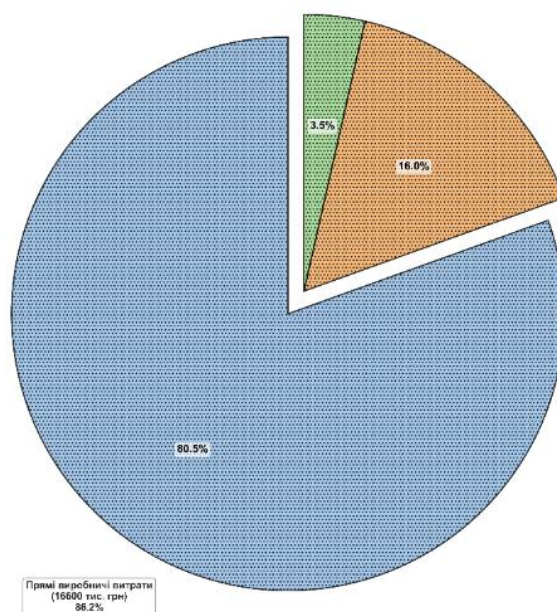


Рис. 6.5. Графік структури експлуатаційних витрат.

Аналіз структури експлуатаційних витрат показує, що основну частку (80,5%) складають прямі виробничі витрати, серед яких найбільш вагомими є витрати на заробітну плату виробничого персоналу (25,3%), паливно-мастильні матеріали (19,5%) та амортизацію обладнання (13,9%). Це відповідає трудомісткому характеру видобутку блочного каменю та високій вартості спеціалізованого обладнання.

					КМ.ДР25.21.Д9.ПЗ		
Змн.	Арфк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додаток Ж		
Студент	Харчук С.В.						
К. розділу	Побігайло Д.П.						
Керівник	Побігайло Д.П.						
Н. контр.	Криворучко А.О.						
Зав. каф.	Шлапак В.О.				«Житомирська політехніка», 184 «Гірництво», гр.ГГ-29		
					Лім.	Арк.	Аркушів
					Н	1	1