

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

*Навчально-науковий інститут природокористування
(інститут)*

Кафедра Відкритих гірничих робіт
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи магістра**

студента Богданова Євгена Вікторовича
академічної групи 184м-20-7 III
спеціальності: 184 Гірництво
спеціалізації «Відкрита розробка родовищ»
за освітньо-професійною програмою «Гірництво»

на тему: «Обґрунтування безпечних параметрів погашення робочого
борту при постановці його у граничне положення в умовах розробки
родовища Біла Балка кар'єр «Центральний»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Анісімов О.О.			
розділів:	Анісімов О.О.			

Рецензент				
------------------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Пчолкін Г.Д.			
-----------------------	--------------	--	--	--

**Дніпро
2022**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Затверджено:

завідувач кафедри

Відкритих гірничих робіт

_____ Б.Ю. Собко

(підпис)

«__» _____ 2022 р.

Завдання
на кваліфікаційну роботу ступеня магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту _____ Богданову Євгену Вікторовичу

академічної групи _____ 184М-20-7 ІІІ

спеціальності: _____ 184 Гірництво

спеціалізації¹ _____ «Відкрита розробка родовищ»

за освітньо-професійною програмою _____ «Гірництво»

на тему: «Обґрунтування безпечних параметрів погашення робочого борту при постановці його у граничне положення в умовах розробки родовища Біла Балка кар'єр «Центральний»
(назва за наказом ректора)

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

Розділ	Найменування етапів роботи	Термін виконання
Розділ 1	Основна частина	01.11.2021
Розділ 2	Технологічний розділ	20.11.2021
Розділ 3	Дослідження за темою роботи	25.12.2021
Розділ 4	Охорона праці	05.01.2022

Дата видачі завдання: 15.10.2021 р.

Термін подання кваліфікаційної роботи до ДЕК 20.01.2022 р.

Завдання видав _____ О.О. Анісімов

Завдання прийняв до виконання _____ Є.В. Богданов

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи: 72 сторінки пояснювальної записки, 7 рисунків, 7 таблиць, 58 літературних посилання та 15 слайдів презентаційних матеріалів.

Об'єкт дослідження: кар'єр «Центральний» родовища первинних каолінів Біла Балка.

Предмет дослідження: технологічні параметри конструкції стійких бортів у кінцевому контурі кар'єру з урахуванням повноти видобутку запасів корисних копалин.

Мета роботи: обґрунтування конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти видобутку запасів корисних копалин при доробці кар'єру «Центральний» родовища первинних каолінів «Біла Балка».

Методи дослідження: у роботі використався графоаналітичний метод – для побудови профілів погашених бортів, для визначення конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти видобутку запасів корисних копалин при доробці родовища.

У вступі підкреслюється актуальність обґрунтування конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти видобутку запасів корисних копалин при розробці родовища «Біла Балка».

У першому розділі наведені загальні відомості про розробку ділянки «Центральна» родовища каолінів «Біла Балка».

У другому розділі наведений короткий опис сучасного стану гірничих робіт, а також технологія ведення гірничих робіт на кар'єрі, розраховані основні параметри системи розробки, визначена продуктивність виймально-навантажувального та транспортного комплексів.

У дослідницькому розділі проведений аналіз досліджень по обґрунтуванню конструкцій стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти видобутку запасів корисних копалин, наведені загальні принципи обґрунтування

параметрів бортів кар'єрів у масивах скельних порід, а також проведені дослідження із установаження оптимальної конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти видобутку запасів корисних копалин при розробці кар'єру ділянка «Центральна» родовища первинних каолінів «Біла Балка».

У *заключному розділі* наведені основні вимоги до техніки безпеки, охорони праці та дотримання безпечних умов ведення гірничих робіт на кар'єрі.

Основні результати досліджень:

– проведено аналіз технології розробки кар'єру «Центральний»;
– проведено аналіз геомеханічних і гірничотехнічних факторів, що визначають умови постановки бортів кар'єру в граничне положення;

– за допомогою математичного та графічного моделювання по встановленню конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти виїмання запасів корисної копалини отримані результати:

- результуючий кут погашення борта залежить від безлічі факторів і параметрів погашення окремо взятого уступу та параметрів берм безпеки;

- коефіцієнт стійкості неробочого борта при зменшенні кута погашення кожного окремого уступу та подвоєння уступів при постановці у граничне положення має допустимі показники – 1.95, що перевищує базовий варіант на 12 % та у 2 рази перевищує стійкість окремого уступу;

- повнота виїмки балансових запасів залежить від конструкції та параметрів постановки борта у граничне положення, в наслідок чого зміна кута погашення та параметрів берм безпеки призведе до зменшення втрат балансових запасів на 54 %.

Ключові слова: КОНСТРУКЦІЯ БОРТІВ, ПОВНОТА ВИДОБУТКУ ЗАПАСІВ, РЕЗУЛЬТУЮЧИЙ КУТ УКОСУ, СТІЙКИЙ ПРОФІЛЬ, КОЕФІЦІЄНТ ЗАПАСУ СТІЙКОСТІ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОДОВИЩЕ	9
1.1 Коротка характеристика підприємства	9
1.2 Забезпечення підприємства ресурсами	10
1.3 Географо-економічна характеристика району	10
1.4 Геологічна характеристика району	12
1.5 Геологічна будова родовища	13
1.6 Якісна характеристика корисних копалин	16
1.7 Гідрогеологічна характеристика району	20
1.8 Запаси корисної копалини.....	23
1.9 Супутні корисні копалини.....	25
1.10 Радіаційно-гігієнічна оцінка	25
1.11 Гірничотехнічні умови	26
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	27
2.1 Стан балансових запасів	27
2.2 Втрати корисної копалини	27
2.3 Режим роботи та продуктивність кар'єру	27
2.4 Границі кар'єру	28
2.5 Технологія ведення гірничих робіт	28
2.5.1 Вибір основного гірничотранспортного обладнання.....	28
2.5.2 Система розробки.....	29
2.5.3 Технологія ведення розкривних робіт	30
2.5.4 Технологія ведення видобувних робіт.....	30
2.5.5 Відвалоутворення.....	31
2.6 Необхідна кількість обладнання.....	31
2.6.1 Визначення необхідної кількості екскаваторів.....	31
2.6.2 Визначення необхідної кількості навантажувачів.....	32
2.6.3 Визначення необхідної кількості бульдозерів	34
2.6.4 Визначення робочого парку автосамоскидів	34
2.6.5 Визначення інвентарного парку автосамоскидів.....	38

	6
2.6.6 Висновки по результатам розрахунків.....	38
2.7 Основні параметри системи розробки	39
2.8 Генплан і транспорт	42
2.8.1 Загальні положення.....	42
2.8.2 Існуючий стан об'єкта.....	42
2.8.3 Автомобільний транспорт та автомобільні дороги	43
3. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ. Обґрунтування безпечних параметрів погашення робочого борту при постановці його у граничне положення в умовах розробки родовища Біла Балка кар'єр «Центральний»	44
3.1 Аналіз досліджень за темою роботи	44
3.2 Постановка задач досліджень	45
3.3 Загальні положення з обґрунтування параметрів бортів кар'єрів.....	47
3.4 Математичне та графічне моделювання по встановленню оптимальної конструкції стійких бортів у кінцевому контурі кар'єру.....	50
3.4.1 Визначення результуючих кутів погашення борта	50
3.4.2 Визначення стійких бортів у граничному контурі кар'єру	53
3.5 Встановлення впливу технологічних параметрів погашення гірничих виробок на показники повноти видобутку запасів корисної копалини.....	54
3.8 Економічна оцінка прийнятих рішень	56
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
4.1 Охорона праці і техніка безпеки.....	57
4.2 Промислова санітарія.....	59
4.3 Протипожежні заходи.....	60
4.4 Заходи щодо охорони навколишнього середовища	61
4.5 Охорона надр	64
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	68
Додаток А.....	73
Додаток Б.....	74

ВСТУП

У відповідності до основних положень програми розвитку мінерально-сировинної бази України зазначено, що одним із пріоритетних напрямків розвитку гірничої промисловості є: удосконалення систем розробки родовищ з метою підвищення коефіцієнту ефективності видобутку запасів та вилучення мінеральної сировини, удосконалювання технології видобутку сировини з метою зниження втрат корисних копалин у процесі їхнього видобутку, більше повне й комплексне використання попутних корисних копалин, у тому числі порід розкриву.

Розробка землезберігаючих та природоохоронних технологій базується на ретельному вивченні геомеханічних параметрів бортових масивів. Відсутність інженерно-геологічної, гідрогеологічної та геомеханічної інформації виключає можливість прийняття ефективних рішень по збільшенню повноти видобутку запасів корисних копалин, зниженню об'єму розкривних робіт. Конструкції погашення бортів повинні визначати ефективність доробки родовища та безпеки робіт у прибортовій зоні.

Досягнення в області конструювання бортів, завдання, пов'язані з постановкою бортів в кінцевий контур, обмежувалися геомеханічними факторами, тобто вивчалися інженерно-геологічні умови родовища та на основі цього вивчення визначалися кути нахилу стійких бортів. Однак варто враховувати, що в сучасних умовах інтенсифікація відкритого способу робіт повинна забезпечуватися також і за рахунок раціонального використання сировинної бази гірничодобувного підприємства. Граничні кути нахилу бортів і глибина кар'єрів, нерозривно пов'язані з питаннями стійкості бортів кар'єру, а також є найважливішими параметрами, що характеризують техніко-економічні показники роботи кар'єру.

При порівнянні різних варіантів стійких бортів варто орієнтуватися не тільки на зниження рівня втрат корисної копалини. Визначивши параметри необхідно установити таку конструкцію бортів, щоб задовольнити максимальний видобуток корисної копалини без значних витрат на проведення розкривних робіт, при цьому забезпечуючи довгострокову надійність експлуатації. Обґрунтування параметрів конструкцій стійких бортів кар'єрів з урахуванням повноти виїмки запасів корисних копалин є актуальним завданням.

У зв'язку із цим метою роботи є – обґрунтування обґрунтування конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти видобутку запасів корисних копалин при постановці борту у граничне положення в умовах розробки кар'єру ділянка «Центральний» родовища первинних каолінів «Біла Балка».

Для вирішення поставленої мети визначені основні *задачі роботи*:

Проведені дослідження дозволили вирішити поставлені в роботі завдання.

Основні результати досліджень:

1. Аналіз технології розробки кар'єру ділянка «Центральна».

2. Аналіз геомеханік і гірничотехнічних факторів, що визначають умови постановки бортів кар'єру в граничне положення.

3. Встановлення впливу технологічних параметрів погашення гірничих виробок на показники повноти виймання запасів корисної копалини для обґрунтування параметрів конструкцій стійких бортів при їх постановці в граничне положення, для умов розробки родовища «Біла Балка».

4. Математичне та графоаналітичне моделювання по встановленню оптимальної конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти виймання запасів корисної копалини родовища «Біла Балка».

Я якості вихідних даних для виконання роботи використані матеріали:

- Робочий проект відпрацювання кар'єру ділянка «Центральна» родовища первинних каолінів Біла Балка. Загальна пояснювальна записка, графічна частина (розробник ДП «ДонНДПРІ», 2000 рік);

- Геологічний звіт про дорозвідку у 2001-2004 роках ділянки «Центральна» родовища первинних каолінів Біла Балка;

- Протокол № 865 ДКЗ України з запасів корисних копалин при Державному комітеті природних ресурсів України від 13.07.2004 р.;

- ТЕО постійних кондицій для підрахунку запасів ділянки «Центральна» родовища Біла Балка;

- План розвитку гірничих робіт кар'єру «Центральний» родовища первинних каолінів Біла Балка на 2021 рік (текстова та графічна частини).

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОДОВИЩЕ

1.1 Коротка характеристика підприємства

Кар'єр «Центральний» родовища первинних каолінів Біла Балка розробляється ТОВ «Донбасскераміка» з 2000 р. Робочий проект відпрацювання кар'єру «Центральний» родовища первинних каолінів Біла Балка розроблено Донецьким державним інститутом науково-дослідних, проектних робіт у вогнетривкій промисловості (ДонНДГРІ) у 2000 році.

Основними об'єктами ТОВ «Донбасскераміка» на ділянці «Центральна» є: кар'єр, зовнішній відвал розкривних порід, склад родючого шару ґрунту, відстійник кар'єрних вод, гідротехнічні споруди, проміжний склад з ділянкою подрібнення каоліну, проммайданчик, електричні мережі та кар'єрні автодороги.

Технологічний зв'язок кар'єру із зовнішнім відвалом здійснюється по внутрішньокар'єрній автодорозі. Зв'язок з іншими підприємствами та населеними пунктами області здійснюється через існуючу мережу автомобільних та залізничних доріг. Основні виробничі будівлі та допоміжні споруди розташовані на проммайданчику.

Через складність геологічної будови у зв'язку з невитриманістю покладу за потужністю та якістю первинних каолінів родовище віднесено до 2-ї групи.

Виходячи з гірничо-геологічних умов, у кар'єрі прийнято транспортну систему розробки з екскаваторним навантаженням корисних копалин та розкривних порід в автосамоскиди типу КрАЗ-65032.

Тимчасовий відвал розкривних порід розташований у південній частині існуючого земельного відводу на ліцензійній площі ТОВ «Донкаолін».

На всій площі, де ведуться гірничі роботи, знято і тимчасово заскладовано у північній частині земельного відводу родючий шар ґрунту.

Для захисту кар'єру від талих та дощових стоків з прилеглих територій використовуються нагірні та дренажні канали, які ліквідуються по мірі просування гірничих робіт. Для збирання та очищення від завислих речовин кар'єрних вод влаштовується зумпф, з якого вода скидається в балку Білу за межами родовища.

1.2 Забезпечення підприємства ресурсами

Сировинні ресурси

Сировинною базою ТОВ «Донбасскераміка» є Центральна ділянка родовища первинних каолінів, що експлуатується з метою видобутку каолінів для керамічної та паперової промисловості.

Балансові запаси затверджені ДКЗ України протоколом № 865 від 13.07.2004 року за категоріями В + С₁ в кількості 8767,1 тис.т, в тому числі первинних каолінів, придатних без збагачення для виготовлення фарфорових і керамічних сумішей за категоріями В + С₁ 7082,2 тис.т. За проектної продуктивності кар'єру 200 тис.т на рік кар'єр забезпечений запасами більш ніж на 39 років (з урахуванням експлуатаційних втрат).

Інженерні ресурси

ТОВ «Донбасскераміка» - діюче підприємство та інженерними ресурсами забезпечене у необхідних обсягах. Джерелом електропостачання кар'єру «Центральний» є власна лінія електропередач. Забезпечення кар'єру технічною водою для пилоподавлення в кар'єрі та на кар'єрних автошляхах проводиться за рахунок кар'єрних вод.

Для інженерних відсіпок, включаючи пристрій автошляхів та ін., використовуються розкривні породи.

1.3 Географо-економічна характеристика району

Родовище первинних каолінів Біла Балка розташоване у Волноваському районі Донецької області, за 2 км на захід від с. Трудове. Найближчими до родовища населеними пунктами є с. Іванівка (4 км на захід), с. Валер'янівка (3 км на північ) та с. Новогригорівка (5 км на південь). Великі промислові центри – м. Донецьк та м. Маріуполь - розташовані за 50 км на північ і на південь від родовища відповідно.

Розвідана площа охоплює схили балки Білої у верхній частині. Західна і східна границі родовища проходять старими лісозахисними смугами шириною 10-12 м. З півночі ділянка Центральна межує з Північною ділянкою родовища, на півдні - з Південною ділянкою. Границі цих ділянок визначені згідно з виданими ліцензіями на експлуатацію останніх.

Розміри ділянки «Центральна»: 540-555 м на 500 м, ліцензійна площа родовища становить 29,0 га. Землі належать Волноваській міській раді. Центральна частина ділянки припадає на пасовище, на заході та сході - орні землі.

В економічному плані район належить до промислово-сільськогосподарського. Промисловими підприємствами, які розташовані на території району, є, головним чином, підприємства з переробки сільськогосподарської продукції – маслозаводи, молокозаводи, консервні заводи, млина, хлібопекарні. Широко розвинене також місцеве цегляно-черепичне та шлакоблочне виробництво.

Населений район досить густо. Відстань між населеними пунктами зазвичай не перевищує 7-10 км. Населені пункти повністю електрифіковані та пов'язані між собою густою мережею асфальтованих та ґрунтових доріг.

Родовище «Біла Балка», як зазначалося вище, розташоване на схилах балки Білої, що впадає в 1,5 км на південь у більшу балку Яр-Осози, яка є правою притокою річки Мокри Яли, що відноситься до системи річки Дніпро.

У геоморфологічному відношенні східна частина району, де розташоване родовище, є водороздільною рівниною, яка поділяє річки системи річки Дніпро та системи р. Кальміус.

Довжина балки Білої, де розташоване родовище, становить близько 3 км, ширина 100-150 м, глибина 6-8 м. Обидва схили балки порівняно пологі, але правий трохи крутіший і на ньому є ряд дрібних оголень.

Клімат району континентальний: середньорічна температура дорівнює +7,7°C.

Кількість опадів коливається від 268 до 456 мм, і в середньому становить 380 мм на рік. Найбільша їх частина випадає у літній період у вигляді злив, які швидко стікають у балки та яри.

Найбільш ранні морози спостерігаються наприкінці вересня, найпізніші – у середині травня. Середня тривалість морозного періоду 100-120 днів, глибина промерзання ґрунту - трохи більше 0,9 м. Тривалість снігового покриву не перевищує 70-90 днів. У зимовий період переважають різкі східні та північно-східні вітри, які нерідко досягають сили шторму – «чорні бурі», у літній – переважно південно-східні та південно-західні вітри.

1.4 Геологічна характеристика району

У геологічній будові району беруть участь докембрійські метаморфогенні та вулканогенні породи та осадові породи мезозойського та кайнозойського віку.

Докембрій - У будові докембрійського структурного поверху беруть участь кристалічні породи архейського та протерозойського акронів.

Архей (AR_{3cp}) - До архейських метаморфічних утворень відносяться гнейси та мігматити. Гнейси зустрічаються головним чином серед мігматитів у вигляді пачок і ксенолітів. Найбільш поширені біотитові гнейси. Простилання пачок гнейсів узгоджується зі смугастістю мігматитів і повторює простягання первинних складчастих структур. Потужність окремих пачок гнейсів сягає 200 і більше метрів.

Нижній протерозой (PR_{1hd}) - До нижнього протерозою відносяться інтрузивні утворення хлібодарівського комплексу, представлені сієнітами, габро-сієнітами, гранітами та ін.

Верхній протерозой (PR_{2ok}) - До верхнього протерозою відносяться нефелінові сієніти та піроксеніти, а також фойяїти та маріуполіти жовтневого комплексу, які виходять на денну поверхню на південному сході району. Фойяїти та їх пегматоїдні різновиди виходять на денну поверхню у формі неправильної смуги, яка витягнута вздовж західного контакту Жовтневого лужного масиву.

На площі району за морфологічними особливостями виділяють жильні та шліхові пегматитові тіла. Потужність жильних пегматитів коливається від 0,1 до 20 м. Вони заповнюють поперечні та поздовжні тріщини в породах, ослаблені зони у гранітах та мігматитах. Шліхові пегматитові тіла утворюють у породах, які їх вміщують, гніздоподібні утворення, здебільшого у масивах анадольських та сублужних гранітів.

Мезозой (MZ) - Мезозойські відкладення поширені у західній частині району та представлені породами верхньомелового віку.

Маастрихтський ярус (K_{2m}) - Відкладення представлені різнозернистими пісками та пісковиками глауконіт-кварцового складу з прошарками мергелів та глин. Потужність відкладень сягає 70 м.

Мезо-кайнозой (MZ-KZ) - Відкладення мезо-кайнозою (кора вивітрювання) в районі мають широке майданове поширення і плащем покривають докембрійські

утворення. Представлені відкладення первинними каолінами, а також продуктами руйнування корінних порід (зона порід жорстви). Потужність відкладень сягає 40,0 м.

Кайнозой (KZ) - Кайнозойська ера представлена відкладеннями палеогенової, неогенової та четвертинної систем.

Середній-верхній палеоген (P₂kv-ob) - Представлений нерозчленованими відкладеннями київської та обухівської свит. Літологічно - це зеленувато-сірі глауконіто-кварцові глинисті піски, опокоподібні глини, потужність до 48 м.

Новопетрівська оточення (N₁np) - Відкладення новопетрівської свити мають досить широке поширення, покриваючи західну частину району. Літологічно свита представлена чергуванням тонкозернистих пісків білого і сірого кольору з прошарками білих і сірувато-білих каолінових глин, потужність сягає 18 м.

Товща червоно-бурих глин (N₁₋₂čb) - Розвинена у західній частині району, залягає у породах новопетрівської свити. Представлена червоно-бурими, бурими глинами з карбонатними вкрапленнями, іноді в нижній частині – алловіальними зеленувато-сірими глинами з прошарками дрібно- та тонкозернистих пісків. Потужність відкладень до 20 м.

Четвертинні відкладення - мають повсюдне поширення, рівномірно перекриваючи всі елементи рельєфу. Представлені вони піщано-глинистими утвореннями: суглинками, супісками. Потужність коливається від 0,1 до 20 м.

У **тектонічному відношенні** район розташований у межах двох великих тектонічних структур: південно-західної околиці Донбасу та Приазовського кристалічного масиву, зона зчленування яких характеризується широким поширенням розривних порушень.

1.5 Геологічна будова родовища

У геологічній будові родовища беруть участь відкладення четвертинної, неогенової та палеогенової систем, а також докембрійські метаморфогенні та вулканогенні породи.

Докембрій - Відкладення докембрійського комплексу розкрито на родовищі трьома свердловинами розвідки. У свердловині № 551 на лівому схилі балки -

вивітрілі корінні породи, зустрінуті на глибині 21,5 м. До глибини 37,2 м вони представлені тріщинуватим рожевим і рожево-сірим дрібнозернистим біотитовим гранітом з окремими великими зернами рогової обманки. На глибині 26,4 м у граніт зустрінутий ксеноліт сильно вивітрілий амфібол-біотитового гнейсу. Жорства, що залягає над гранітом потужністю 1,2 м, має чітко виражену гнейсову текстуру.

На правому схилі балки в свердловині № 532 рожево-сірий мікроклиновий граніт піднятий з глибини 36,45 м. Вище граніту бурова свердловина пройшла 1,15 м по біотитовому гнейсу і 3,55 м по пегматитовій жилі, значна частина якої каолінізована. Граніт містить ксеноліт мігматиту та амфіболіту.

По свердловині № 524 на захід від ділянки робіт граніт, аналогічний вищеописаному, піднятий з глибини 62,25 м, причому над ним розкритий горизонт «содоподібного» каоліну з чітко вираженою гнейсовою текстурою.

Підсумовуючи вищенаведене, вважатимуться, що материнськими породами утворення каолінових кір вивітрювання є докембрійські гнейси і мігматити з жилами пегматитів, і навіть протерозойські лужні граніти. Поверхня гранітної інтрузії нерівна, із загальним підвищенням у північно-східному напрямку.

Мезо-кайнозой (MZ-KZ) - Вище корінних кристалічних порід залягає елювій корінних кристалічних порід. За ступенем вивітрювання елювіальна кора поділяється на дві зони:

- зона первинних каолінів, яка вниз за розрізом місцями переходить у зону гідрослюдястих продуктів руйнування корінних порід;

- зона порід жорстви.

Зона порід жорстви розкрита більшістю свердловин. На вигляд жорства, що підстилає зону каолінів, являє собою породу дуже зруйновану, але зберегла зовнішні ознаки корінних порід (смугастість, іноді блідо-рожевий колір гранітів і пегматитів). Вона складається з рожевих та білих зерен польового шпату, які легко розтираються у пальцях, кварцу, біотиту, вермикуліту, серицитах та хлоритах.

Ступінь вивітрювання плагіоклазу в різних породах, які підстилають каоліновий поклад, не однакова: у гнейсах він «свіжіший», ніж у гранітах, але завжди цей мінерал більш вивітрілий, ніж мікроклін.

Потужність каолінового покладу коливається у дуже широких межах: від 0,8 м (сверд. 133) до 34,6 м (сверд. КЦ-3). Найбільші потужності припадають на свердловини (11, 22, 20, 8, 9, 1, 18, 21), які розташовані в смугі, витягнутій у північно-західному напрямку. Тут потужності каоліну коливаються в межах 19,6-34,6 м. На схід від цієї смуги в районі бурових свердловин КЦ-11, КЦ-13 спостерігається ще одна поглиблена ділянка, витягнута в північно-західному напрямку, що відповідає простяганню корінних порід. Потужності каоліну тут становлять 20,1-24,5 м.

За петрографічним складом каоліни, які складають поклад, досить однакові. Це переважно світлі глинисті породи пухкої, слабогрудкуваті, рідше щільної текстури, зі значною домішкою кварцу. З інших мінералів у каолінах макроскопічно спостерігаються гідроокисли заліза, які додають їх кольору жовтуваті, помаранчеві, іноді малинові тони, карбонатні вкраплення. Звичайним супутником каоліну є серицит. У верхніх горизонтах покладу він зустрічається у вигляді одиночних тонких лусочок, кількість яких збільшується з глибиною, досягаючи 1-2 %.

У нижніх горизонтах каолінового покладу зустрічаються не повністю зруйновані зерна польового шпату, які легко розтираються в руках і надають каоліну схожість із содою. Під мікроскопом «содоподібний» каолін легко відрізняється від звичайного каоліну за рахунок значної домішки неруйнованих зерен мікрокліну та плагіоклазу, а також за мінеральним складом основної маси. Остання представлена, на відміну від звичайного каоліну, переважно дрібними, зібраними в агрегати лусочками гідролуод, які слабо поляризуються у сірих та жовтих тонах.

Товща червоно-бурих глин ($N_{1-2\text{б}}$) - Поширені червоно-бурі глини обмежено. На ділянці розкриті в свердловинах, розташованих на схилах балки (КЦ-7, КЦ-5, КЦ-12, КЦ-16, 11, 513, 125а та ін.). Літологічно представлені щільними, жирними, не шаруватими глинами з конкреціями карбонатів, у нижній частині з плямами каоліну. Поблизу межі поширення, де червоно-бурі глини виклинюються, у них збільшується кількість піщаної фракції. Потужність відкладень коливається від 1,0 м (сверд. КЦ-7) до 6,5 м (сверд. КЦ-16).

У південно-західній частині родовища під червоно-бурими глинами залягають алювіальні сіро-зелені глини та піски (сверд. 133а, 529), що займають глибокі промоїни в покрівлі каолінового покладу. Потужність їх не перевищує 3,0 м.

Четвертинна система (Q_у) - Представлена сучасним ґрунтом, алювіальними відкладеннями тальвегу балки та суглинками.

Суглинки поширені на ділянці повсюдно за винятком тальвеги балки, де свердловинами КЦ-10, 551, 157а розкритий алювій, представлений щільними наносами типу шаруватого мулу темно-сірого і темно-бурого кольорів, в нижній частині з погано обкатаними валунами кварцу до 10-15 см у діаметрі. Потужність алювіальних відкладень до 5,5 м. Смугою алювію витягнуто вздовж тальвегу балки.

Суглинки, зазвичай жовто-бурі, бурі, у верхній частині - менш щільні, з гніздами та примазками карбонатів та дрібних кристалів гіпсу, іноді з уламками сірого та білого жильного кварцу. Потужність суглинків коливається від 1,0 м (сверд. 361а) до 10,7 м (сверд. КЦ-20).

Ґрунтовий пласт (родючий шар ґрунту) потужністю від 0,3 до 1,0 м покриває всю територію ділянки за винятком крутих схилів балки.

1.6 Якісна характеристика корисних копалин

За даними рентгеноструктурного аналізу основними породоутворюючими мінералами первинних каолінів є каолініт, кварц та слюда (головним чином – мусковіт). Дрібні та рідкісні рефлекси дають польові шпати.

Уламковий матеріал у каолінах складається з переважної кількості кварцових зерен та дрібних білих, м'яких, слюдopodobних пластинок. Ці пластинки у світлі, що проходить, безбарвні, часто містять численні карбонатні включення. Іноді у незначній кількості присутні сильно зруйновані пелітизовані зерна плагіоклазу.

За результатами петрографічного дослідження каолінів макроскопічно - це глиниста порода білого, сірого, жовтуватого кольору зі значною кількістю кварцового матеріалу (переважна кількість каолінів). Під мікроскопом: структура – реліктова метаморфічна; текстура - хаотична чи смугаста реліктова. Основна маса

породи представлена глинистим матеріалом, який зазнав важливих перетворень, які залишають кристалічний вигляд.

За механічним складом первинні каоліни в своїй основній масі на 50-58 % представлені фракцією менше 0,063 мм. Зміст піщаної фракції – відповідно 42-50 %. За результатами дослідження встановлено, що каолін на 30-35 % складається з алевритових частинок розміром 0,056-0,005 мм. Вміст великопелітової фракції (0,005-0,002) становить 5-33 %. Основна маса збагаченого каоліну представлена частками розміром менше 0,002 мм, що становить близько 60%.

Основне застосування каолінів – керамічна промисловість

Абсолютні значення Al_2O_3 за кондиційними секційними пробами коливаються від 19,33% до 36,36%, переважають 20-26%. Каоліни з вмістом Al_2O_3 більш ніж 30 % поширені, головним чином, у південно-західній та західній частинах ділянки, де вони мають підвищений вміст TiO_2 та утворилися за рахунок фізико-хімічного руйнування гнейсів. Це, як правило, грудкуваті, смугасті, з низьким (до 20 %) вмістом піщаної фракції каоліни.

У розподілі змісту Al_2O_3 за розрізом спостерігається певна закономірність - збільшення його знизу нагору. Домішки оксидів заліза впливають на колір та прозорість черепка, а також погіршують його ізоляційні властивості. Підвищений вміст окису кальцію шкідливо впливає властивості керамічних мас.

Зміст Fe_2O_3 за кондиційними пробами коливається в межах від 0,07% до 0,98 %, в середньому становлячи 0,25 %. Переважає значення 0,13 %-0,40 %.

По бурових свердловинах КЦ-2, КЦ-4 підвищений вміст Fe_2O_3 відноситься до нижніх, піщаних горизонтів. Макроскопічно це сірі, з плямами охристо-жовтого заліза, з домішкою грубозернистого матеріалу каоліни.

По бурових свердловинах КЦ-25, КЦ-12 підвищений вміст Fe_2O_3 , зазначений у верхній частині розрізу, пояснюється інфільтрацією поверхневих вод, збагачених окисами заліза. Необхідно відзначити зв'язок змісту Fe_2O_3 у каолінах з петрографічним складом материнських порід. Каоліни, які займають західну частину родовища та утворилися з гнейсів, характеризуються досить частими та незакономірними коливаннями змісту Fe_2O_3 . У центральній та східній частинах ділянки коливання вмісту Fe_2O_3 значно витриманіші.

Абсолютні значення TiO_2 коливаються за секційними пробами від 0,16 % до 1,31 %, в середньому становлячи 0,57 %, переважають значення 0,25% - 0,90%.

Бурові свердловини з підвищеним вмістом TiO_2 розташовані в основному в західній частині ділянки, де розвинені каоліни, які утворилися по гнейсам (сверд. КЦ-5, КЦ-6, КЦ-7, КЦ-22, 11, 12). На іншій території підвищений вміст TiO_2 по бурових свердловинах зустрічається епізодично (КЦ-19, КЦ-21, КЦ-12), де каоліни утворилися на гранітах з ксенолітами гнейсів і мігматитів. Цим пояснюється неоднаковий характер розподілу TiO_2 на глибину. Хоча спостерігається загальна тенденція зменшення вмісту TiO_2 у нижніх частинах родовища.

Зміст оксиду кальцію визначався з усіх рядових проб. Абсолютні значення коливаються від 0,08 до 1,11%, переважають значення 0,10 % - 0,40%, в середньому становлячи 0,25%.

Окремо слід виділити свердловину КЦ-16, де вміст CaO становить 11,26 %-39,88 %. Потужність каолінів по цій свердловині становить лише 1,9 м. Бурова свердловина повністю не вкладається у вимоги ТУ за вмістом CaO , що, можливо, пояснюється тим, що у західній частині ділянки проходить зона інтенсивного розвитку інфільтраційних процесів. Це підтверджується і буровою свердловиною КЦ-26, де підвищений вміст CaO спостерігається на глибині 19,0 м.

Важливим показником, який визначає кондиційність каоліну, є залишок на ситі № 0063, що визначався з усіх проб. Зміст залишку на ситі коливається від 5,10% до 55,0%, переважає 35,0%-50,0%. Каоліни із залишком на ситі № 0063 понад 55 % приурочені, зазвичай, до нижніх частин пласта.

Пластичні властивості каолінів характеризуються вологістю при двох межах стану каолінів - верхній межі плинності та нижній межі розкочування; різницю цих величин дає число пластичності. Первинні каоліни характеризуються невисоким числом пластичності не більше 4,48-7,37 %.

Також було проведено повний комплекс керамічних досліджень.

Спінання каолінів визначалося шляхом випалу стандартних зразків при температурі 1350°C визначенням усадки і водопоглинання обпалених зразків.

Визначалася також межа міцності при згині, значення якої для всіх марок приблизно близькі - від 0,37 до 0,95 МПа.

Вогнетривкість первинних каолінів становить 1700°C і більше.

Обпалені каоліни мають біле забарвлення. Якість каолінів для паперової промисловості оцінювалася, головним чином, по білизні. Попередні роботи довели, що каоліни родовища «Біла Балка» мають високий вміст білого кольору. За випробуваннями групових проб на стадії дорозвідки вміст білого кольору становить 78,19-93,62%. Коливання білизни залежить від змісту, переважно Fe_2O_3 . У лужних каолінах білизна також трохи нижча, ніж у нормальних.

Відповідно до вимог ТУ У 14.2-30942491-001-2003 первинні каоліни родовища розподіляються за марками КББ-1-20,59 %, КББ-2-52,51 %, КББ-3-26,90%. Найбільш високосортні каоліни займають центральну частину розвіданої площі, яка припадає на тальвег балки та її правий схил. Далі на захід від схилу розташовуються виробки, які розкрили каолін по білизні складу, переважно II та III сортів. Каолін, який відповідає по білизні I сорту, повністю складає поклад ряду свердловин по лівому борту балки.

Каоліни III та IV сортів мають набагато менше поширення та сконцентровані, головним чином, у крайових частинах покладу, а також у південно-західній та західній частині родовища.

Щодо можливості використання розвіданих каолінів в інших галузях промисловості слід зазначити таке:

1. Середній вміст TiO_2 в каоліні-сирцю не перевищує 70%, вміст $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 > 22$ %, Fe_2O_3 не перевищує 1,5%, вогнетривкість каоліну дорівнює $1750-1770^{\circ}$, це свідчить про те, що каоліни родовища «Біла Балка» відповідають вимогам ГОСТ 2372 на каолін-сирець класу А для кислих вогнетривких виробів.

2. За змістом Fe_2O_3 , TiO_2 та середнього механічного складу збагачені каоліни відповідають ГОСТ 6138-52, як наповнювач у гумовій промисловості.

3. Збагачений каолін в основній масі відповідає вимогам ГОСТ 6138-52 на сировину 2 сорту для шамотних виробів ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ не менше 36 %, Fe_2O_3 не більше 0,5 %), та частково першого сорту ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ не менше 38 %).

4. Каоліни, які придатні для кераміки, також придатні для виробництва ультрамарину.

1.7 Гідрогеологічна характеристика району

Гідрологічна мережа району належить басейнам річки Дніпро (р. Мокрі Яли) та Азовського моря (р. Мокра Волноваха, р. Калка, р. Кальчик).

Річки басейну Дніпра мають непостійні у часі водотоки. Влітку вони зазвичай пересихають і в долинах утворюють ланцюжки роз'єднаних пліс. У деяких річках через інтенсивну інфільтрацію води в піщані пласти новопетрівського віку водотік зберігається лише в періоди весняного сніготанення та випадання рясних дощів. Витрати річок змінюються від 20-30 м³/с у березні до 0,2-0,1 м³/с у серпні. Ухил водної поверхні річок 0,0008, модуль стоку – 0,8 л/с.

Річки системи Азовського моря мають постійні водотоки, середній ухил водної поверхні – 0,002, модуль стоку – 1,2-1,3 л/с км². Основне живлення річок відбувається за рахунок атмосферних опадів та підземних вод кристалічних та палеозойських відкладень.

Для всіх річок характерні висока весняна повінь і низька тривала літньо-осіння межа. Висота піку весняної повені становить р. Мокрі Яли 1,5-2,5 м для р. Мокра Волноваха – 1,8-3,3 м.

За умовами залягання та циркуляції підземних вод, а також за характером водомістких порід у районі виділено 7 водоносних горизонтів (комплексів).

У межах родовища можна виділити три водоносні горизонти:

- водоносний горизонт у четвертинних відкладеннях;
- водоносний горизонт у породах палеогенового віку (надкристалічний водоносний горизонт);
- водоносний горизонт у тріщинах свіжих кристалічних порід.

Водоносний горизонт каолінової товщі залягає на покрівлі тріщинуватих кристалічних порід, яка найчастіше представлена жорсткою кристалічних порід. Обводнена потужність каолінів внаслідок неоднорідності піщаних домішок та нерівної поверхні кристалічних порід змінюється від 0,8 до 34 м, становлячи в середньому 12,26 м. Переважний напір у межах ділянки становить 2-6 м, в середньому 3,75 м. Дебіти свердловин, що випробували вказаний водоносний горизонт, склали 0,05-0,07 л/с при зниженні від 8,30 до 9,10 м, питомий дебіт -

0,005-0,01 л/с на метр. Коефіцієнти фільтрації склали від 0,033 до 0,404 м/добу, водопровідність - 0,01-0,28 м²/добу.

Даних якості води по гідрогеологічних свердловинах, пробурених при розвідці 1953 р. немає. Аналіз проби води, відібраної з розвідувальної свердловини № 528 на тій же стадії робіт безпосередньо з корисної копалини (надкристаличний водоносний горизонт), показав, що ці води за хімічним складом гідрокарбонатно-сульфатні кальцієвомагнієві з сухим залишком 472,56 мг/л. За якістю ці води слабосоленоваті з мінералізацією 2,6 г/дм³, за хімічним складом - сульфатно-хлоридні змішаного катіонного складу.

У цілому гідрогеологічні умови ділянки сприятливі для розробки відкритим способом. Води водоносного комплексу впливатимуть на обводнення кар'єру, хоча величину водопритоку можна вважати незначною.

Для оцінки прогнозних водопритоків визначалися основні розрахункові гідрогеологічні параметри - коефіцієнти фільтрації, водопровідність, середня потужність водоносних каолінів і кварцової жорстви (корисна копалина), середнє значення напору, радіус впливу та радіус кар'єру.

Для каолінів коефіцієнт фільтрації визначався як середній за свердловинами, які безпосередньо потрапили в контур підрахунку запасів, за формулою:

$$K_{cp} = \frac{K_1 + K_2}{2}$$

де: K_1, K_2 - коефіцієнт фільтрації бурових свердловин відповідно № 532 і № 551;

$$K_{cp} = \frac{0,040 + 0,050}{2} = 0,045, \text{ м/добу}$$

Для кварцової жорстви коефіцієнт фільтрації був прийнятий по свердловині № 524 (оскільки тільки нею був розкритий і випробуваний даний водоносний горизонт) і склав 0,210 м/добу. Середній коефіцієнт фільтрації становив:

$$K_{cp} = \frac{0,045 + 0,210}{2} = 0,128, \text{ м/добу}$$

Середня потужність водоносного горизонту – 12,26 м, середній натиск – 3,75 м.

Радіус впливу кар'єру визначаємо за формулою:

$$R = 1,5\sqrt{at}$$

де: a - коефіцієнт рівня провідності, м²/добу, (10^2 м²/добу);

t - розрахунковий термін експлуатації, діб, ($1,5 \times 10^4$ діб);

$$R = 1,5\sqrt{10^2 \times (1,5 \times 10^4)} = 1800, \text{ м}$$

Зведений радіус кар'єру визначаємо за формулою:

$$r = \sqrt{\frac{F}{\pi}} = \sqrt{\frac{306800}{3,14}} = 313, \text{ м}$$

де: F - площа кар'єра, м².

Розрахунок водопритоків з товщі каолінів виконується як для напірного водоносного горизонту за формулою:

$$Q_{n.e.} = \frac{1,36K \times (2H - M) \times M}{\lg R_0 - \lg r_0}$$

де: K - коефіцієнт фільтрації, м/діб.;

M - потужність водоносного горизонту, м;

H - величина зниження рівня до дна колодязя, м;

R - радіус впливу кар'єру, м;

r - зведений радіус кар'єру, м;

Прогнозний водоприток за рахунок підземних вод становитиме:

$$Q_{n.e.} = \frac{1,36 \times 0,128 \times (2 \times 16,01 - 12,26) \times 12,26}{3,26 - 2,50} = 55,49, \text{ м}^3/\text{добу} \text{ (} 2,31 \text{ м}^3/\text{год.)}$$

Водоприток у кар'єр ділянки «Центральна» за рахунок атмосферних опадів за його максимального розвитку визначається за формулою:

$$Q_{атм.мах.} = \frac{\eta' \times N \times F}{T}$$

де: η' - коефіцієнт, який враховує втрати на випаровування та інфільтрацію;

N - середньорічна кількість атмосферних опадів, м (0,48);

F - площа кар'єру, м² (306800);

T - кількість діб на рік, (365);

$$Q_{атм.мах.} = \frac{0,5 \times 0,48 \times 306800}{365} = 201,70, \text{ м}^3/\text{добу} \text{ (} 8,41 \text{ м}^3/\text{год.)}$$

Загальний прогнозний робочий водоприток за рахунок підземних вод та атмосферних опадів при максимальному розвитку кар'єру становитиме:

$$Q_{заг.} = 55,49 + 201,70 = 257,19, \text{ м}^3/\text{добу (10,72 м}^3/\text{год.)}$$

Для проектування об'ємів водозбірників та насосного обладнання, необхідних для захисту кар'єру від затоплення, визначимо максимально можливий водоприплив за рахунок зливових опадів:

$$Q_{слив.} = \eta' \times n \times F$$

де: η' , F - позначення попередні;

n - інтенсивність зливових опадів, 0,010 м;

$$Q_{слив.} = 0,5 \times 0,010 \times 306800 = 1534,00, \text{ м}^3/\text{добу (63,92 м}^3/\text{год.)}$$

Таким чином, прогнозний водоприплив у кар'єр при розробці ділянки «Центральна» родовища первинних каолінів Біла Балка складе за рахунок підземних вод та атмосферних опадів – 257,19 м³/добу (10,72 м³/год.), у т.ч. за рахунок підземних вод – 55,49 м³/добу (2,31 м³/год.).

1.8 Запаси корисної копалини

За рівнем розвіданості та вивченості властивостей каолінів запаси родовища Біла Балка (ділянка «Центральна») віднесені до категорій В та С₁.

Блок 1В - розташований у південній частині родовища. Блок виділено в контурі кар'єра, що діє. Площа блоку становить 11,743 тис.м², середня потужність каолінів, які придатні для використання після збагачення - 25,51 м; кондиційних каолінів по блоку 21,43 м. Запаси каолінів, які придатні для використання після збагачення – 659,05 тис. т; кондиційних каолінів – 553,64 тис. т.

Блок 2В - розташований у південно-західній частині родовища. Площа блоку становить 32,679 тис.м², середня потужність каолінів, які придатні для використання після збагачення - 17,86 м; кондиційних каолінів по блоку 13,87 м. Запаси каолінів, які придатні для використання після збагачення – 1284,02 тис. т; кондиційних каолінів – 997,17 тис.т.

Блок 3С₁ - розташований у західній частині родовища. Площа блоку становить 80,725 тис.м², середня потужність каолінів, які придатні для використання після

збагачення - 14,51 м; кондиційних каолінів по блоку 10,79 м. Запаси каолінів, які придатні для використання після збагачення – 2576,90 тис. т; кондиційних каолінів – 1916,25 тис. т.

Блок 4C₁ - розташований в східній частині родовища. Площа блоку становить 136,143 тис. м², середня потужність каолінів, які придатні для використання після збагачення - 14,18 м; кондиційних каолінів по блоку 12,07 м. Запаси каолінів, які придатні для використання після збагачення – 4247,12 тис. т; кондиційних каолінів – 3615,14 тис. т.

Загальна площа підрахунку запасів склала 261,290 тис. м². Площа підрахунку запасів вільна від забудови та лісових масивів.

Запаси за родовищем Біла Балка затверджено спочатку ДКЗ протокол №1363 від 26.06.39 р., а після проведення додаткових розвідувальних робіт у 1953-54 роках було переоцінено ДКЗ у кількості 30,8 млн. т, в тому числі на ділянці «Центральна» - 9044 тис. т промислових категорій А+В+С₁ (А-3030 тис. т, В-4110 тис. т, С₁ - 1904 тис. т).

За результатами дорозвідки 2001-2004 років протоколом ДКЗ України від 13.07.2004 № 865 станом на 01.01.2004 р. затверджено балансові запаси за категорією В-1550,8 тис.т, за категорією С₁ - 7216,3 тис.т, за категоріями В+С₁ - 8767,1 тис.т, у тому числі запаси первинних каолінів, придатних без збагачення для виготовлення фарфорових та керамічних сумішей за категорією В - 1550,8 тис.т., за категорією С₁ - 5531,4 тис.т., за категоріями В+С₁ - 7082,2 тис.т.

Таблиця 1.1 – Балансові запаси первинних каолінів

Категорія запасів	Всього, тис.т	У тому числі за марками, тис.т		
		КББ-1	КББ-2	КББ-3
Категорія В	1550,8	565,8	663,2	321,8
	100,0	36,49	42,75	20,76
Категорія С ₁	5531,4	968,3	3048,0	1515,1
	100,0	17,50	55,11	27,39
Всього за родовищем	7082,2	1534,1	3711,2	1836,9
	100,0	21,66	52,40	25,94

1.9 Супутні корисні копалини

Як сировину для цегли оцінювалися четвертинні суглинки і червоно-бурі глини. Суглинки за виглядом переважають коричнево-бурі, щільні, з частими карбонатними включеннями. Глини червоно-бурі, пластичні, в'язучі. Порода у всіх пробах інтенсивно реагує на дію соляної кислоти, яка вказує на наявність у ній карбонатів у тонкодисперсному стані. Результати випробування суглинків показали, що формувальна вологість змінюється в межах від 22,3 до 23,5 %, загальна усадка – 11,09-14,25%, водопоглинання – 8,85-13,62%. Число пластичності в суглинках коливається від 12,8 до 21,34, що дозволяє класифікувати їх як помірно-пластичні та середньо-пластичні.

Колір обпалених зразків – цегляний. Самі зразки зазвичай з тріщинами та білим нальотом, що свідчить про наявність сульфатних солей, що є негативним чинником. Крім того, в зразках спостерігається багато «дутика», що говорить про наявність карбонатних домішок, які зазвичай негативно впливають на якість продукції.

За складом тонкої фракції (38,04-69,58 %) суглинки віднесено до низькодисперсної сировини. З огляду на результати випробування суглинки в чистому вигляді непридатні для виробництва будівельної цегли.

1.10 Радіаційно-гігієнічна оцінка

Відповідно до п.3 ліцензії № 2326 підприємство зобов'язане проводити щорічний радіаційний контроль первинних каолінів у кар'єрі на відповідність їх вимогам НРБО-97.

Дослідження проводились у ЦЛ ДРДП «Донецькгеологія» з наданням паспорта радіаційної якості каоліну для складання сертифікату якості первинного каоліну ділянки «Центральна» родовища «Біла Балка».

Відповідно до висновку ЦЛ ДРДП «Донецькгеологія» сумарна питома активність у досліджених пробах відповідає вимогам НРБО-97 п. 8.6.1 (1 клас). Обмежень для реалізації за радіаційним фактором немає.

1.11 Гірничотехнічні умови

Рельєф родовища є бугристою рівниною, порізаною густою мережею балок і ярів. Родовище «Біла Балка», як зазначалося вище, розташоване на схилах балки Білої, що впадає в 1,5 км на південь у більшу балку - Яр-Осози, яка, у свою чергу, є правою притокою річки Мокрі Яли системи р. Дніпро.

Продуктивна товща є пластовим покладом.

Умови залягання первинних каолінів родовища «Біла Балка» цілком сприятливі для відкритої розробки. Піщано-глинисті породи продуктивної товщі та покриваючих відкладень мають незначну міцність і легко піддаються екскавації, що підтверджується досвідом експлуатації кар'єру. Не викликають ускладнень розробки і гідрогеологічні умови родовища.

Майже суцільне поширення, велика потужність кондиційних первинних каолінів та малий коефіцієнт розкриву забезпечують можливість роботи нормальними уступами. На більшій частині розвіданої ділянки потужності розкривних порід не перевищують 10,0 м, в середньому становлячи 5,6 м, причому мінімальні значення припадають на центральну і південну частини ділянки, які найбільш цінні за якістю.

У товщі корисних копалин зустрічаються лінзи каолінізованих пісків, якість яких не відповідає вимогам, з вмістом Al_2O_3 менше 19 %. Такі прошарки середньою потужністю 1,0 м віднесені до внутрішнього розкриву. Вони поширені у західній частині родовища.

Крім того, в товщі каолінів зустрічаються прошарки каолінів, якість яких не задовольняє, з вмістом Al_2O_3 не менше 19 %. Це каоліни, які не придатні до використання без збагачення. Найбільші їх потужності відносяться до західної частини родовища, де вони сягають 8,9 м (сверд. КЦ-22). Ці каоліни відпрацьовуватимуться попутно з видобутком кондиційних каолінів і розміщуватимуться в окремий штабель для використання в майбутньому після збагачення.

Абсолютні позначки покрівлі покладу коливаються від +212,7 (сверд. КЦ-3) до +223,4 м (КЦ-13). Позначки підосви кондиційних каолінів коливаються від +187,5 (сверд. КЦ-18) до +210,4 (сверд. КЦ-12).

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Стан балансових запасів

Станом на 01.10.2021 р. балансові запаси становлять за категоріями В+С₁- 8267,48 тис. т, у тому числі за категоріями В - 1223,68 тис.т, С₁ - 7043,8 тис.т. У тому числі балансові запаси каолінів, придатних до використання без збагачення за категоріями: В+С₁- 6721,83, В - 1223,68 тис.т, С₁ - 5498,15 тис.т. Запаси каоліну, не придатного для використання без збагачення, на Центральній ділянці становлять 1545,65 тис. т.

Марочний склад запасів первинних каолінів, придатних для використання без збагачення, відповідно до вимог ТУ представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Балансові запаси первинних каолінів за марками

Категорія запасів	Всього запаси каолінів, тис.т / %	в т. ч. по маркам, тис.т. / %		
		КББ-1	КББ-2	КББ-3
Категорія В	$\frac{1223,68}{100}$	$\frac{517,63}{42,30}$	$\frac{447,76}{36,59}$	$\frac{258,29}{21,11}$
Категорія С ₁	$\frac{5498,15}{100}$	$\frac{967,64}{17,6}$	$\frac{3016,19}{54,86}$	$\frac{1514,32}{27,54}$
Всього В+С ₁	$\frac{6721,83}{100}$	$\frac{1485,27}{22,10}$	$\frac{3463,95}{51,53}$	$\frac{1772,61}{26,37}$

2.2 Втрати корисної копалини

Сумарні експлуатаційні втрати у покрівлі та ґрунті покладу дорівнюватимуть 1,18 %, при транспортуванні каоліну – 0,62 %, у бортах – 6,4 %. Втрати на контакті з внутрішнім розкритом не підраховувалися.

2.3 Режим роботи та продуктивність кар'єру

На кар'єрі режим роботи з видобутку прийнятий безперервний, двобригадний режим роботи, кількість робочих змін - 1, тривалість зміни - 12 годин, кількість робочих днів - 267. Продуктивність кар'єра прийнята рівною 200 тис. т (91,0 тис.м³) первинного каоліну на рік. Проектний термін служби кар'єру –41,6 року.

2.4 Границі кар'єру

Границя кар'єру по поверхні визначена виходячи з максимальної можливості відведення землі. Границя кар'єру по дну побудована з урахуванням рознесення бортів і виходячи з гірничотехнічних особливостей родовища. За матеріалами геологічного звіту запаси корисних копалин підраховані у межах чотирьох блоків загальною площею 26,129 га. Площа гірничого відводу дорівнює 36,5 га.

Відпрацювання родовища передбачалося здійснити однією ділянкою із переміщенням фронту гірничих робіт із півдня на північ.

Таблиця 2.2 – Планові показники розкривних та відвальних робіт

Найменування параметрів	Величина
Площа кар'єру, тис. м	
- по поверхні	336,7
- по дну	258,1
Глибина кар'єру (середня), м	21,7
Довжина кар'єру (середня), м	568,0
Ширина кар'єру (середня), м	593,0
Середня потужність пласта каоліну, м	16,9
Середня потужність розкриву, м	4,8
Втрати при відпрацюванні кар'єру, %: експлуатаційні	1,80
Промислові запаси, тис.т	8767,1
Об'єм розкривних порід, тис.м ³	2211,3
Експлуатаційний коефіцієнт розкриву, м ³ /т	0,27

2.5 Технологія ведення гірничих робіт

2.5.1 Вибір основного гірничотранспортного обладнання

Виходячи з продуктивності кар'єру з видобувних та розкривних робіт, приймається для виробництва розкривних та видобувних порід основне гірничотранспортне обладнання:

- при виробництві розкривних робіт - дорожньо-транспортну схему з використанням дизельних однокішпових екскаваторів Litronic R-944H фірми «LIEBHERR» зворотна лопата з ємністю ковша 1,6 м³ і автосамоскидів марок КраЗ вантажопідйомністю 15 т., FAW;

- на видобувних роботах - селективну технологію видобутку каоліну з використанням дизельних однокіпшових екскаваторів Litronic R-944H фірми «LIEBHERR», зворотна лопата та перевезенням каоліну на проміжний склад автотранспортом вантажопідйомністю 15 т.;

- на допоміжних роботах – бульдозер CAT D6;

- на вантажних роботах на проміжному та тимчасових складах та прирейковому складі м. Волноваха - колісний навантажувач Liebherr L-544.

2.5.2 Система розробки

Для умов кар'єру стійкий кут укосу робочих уступів прийнятий рівним 70° , кут укосу можливого обвалення порід - в межах 60° , розрахункова ширина берми безпеки - 1,5 м, ширина робочого майданчика - 15,5 м.

Транспортний зв'язок розкривного уступу з відвалом здійснюватиметься за робочими горизонтами та транспортними бермами неробочого борту кар'єру.

Розкривний уступ відпрацьовується одним горизонтом. Робочий кут укосу уступу дорівнює 70° .

Пласт корисних копалин розбитий на уступи заввишки 5 м. Транспортними горизонтами служать горизонти 120, 130, 140, 150 м. На цих горизонтах ширина майданчика дорівнює 10 м, на проміжних - 5 м. Кут укосу добових уступів 60° . У місцях великої потужності каоліну кут укосу нижніх двох уступів дорівнює 45° . Результуючий кут укосу робочого борту становить 30° .

Відвал за конструкцією триярусний. Висота пробігала дорівнює 10 м, ярусів відвалу - по 10 м кожен. Кут укосу ярусу відвалу дорівнює 35° , результуючий кут укосу відвалу - 26° в початковий період роботи і 12° після розвитку відвалів.

Таблиця 2.3 – Основні параметри системи розробки

№ п/п	Найменування параметрів	Од. вим.	Величина
1	Стійкий кут укосу робочих уступів	град.	70
2	Кут укосу можливого обвалення порід	град.	60
3	Призма можливого обвалення порід	м	1,5
4	Ширина робочого майданчика	м	15,5
5	Висота уступу максимальна	м	5,0

2.5.3 Технологія ведення розкривних робіт

Відпрацювання ґрунтового-родючого шару здійснюється з випередженням верхнього розкривного уступу на одну заходку. Висота розкривного уступу становить 5,0 м, ширина заходки 10 м. Цю операцію виконує екскаватор Litronic R-944 фірми «LIEBHERR». Транспортний зв'язок розкривного уступу з відвалом здійснюється за денною поверхнею або транспортними бермами. На ділянках з підвищеною потужністю розкривних порід розбивається на два уступи: нижній 5,8 м, верхній – 5,7 м (східний фланг), 3,7 м (західний фланг).

2.5.4 Технологія ведення видобувних робіт

Технологія ведення видобувних робіт здійснюється екскаватором Litronic R-944 фірми «LIEBHERR» з обладнанням зворотної механічної лопати ємністю ковша 1,6 м³. Екскаватор встановлюється на покрівлі пласта та відпрацьовує його селективно-подовжніми заходками шириною 10 м, кількість видобувних горизонтів коливається від трьох до шести. Висота кожного горизонту дорівнює 5 м.

Видобувні роботи відстають від розкривних на 25-30 м і починаються на верхніх горизонтах (гор. +140 м, +135 м) із зачищення покрівлі пласта каоліну від порід захисної подушки заввишки 0,3 м. При цьому робочий майданчик екскаватора розташовується на покрівлі видобувного горизонту. Породи зачистки екскаватор вантажить у автосамоскиди КрАЗ-256Б, а потім виконує селективний видобуток каоліну за сортами та завантаження його в автосамоскиди КамАЗ-5111, VOLVO, SCANIA. Автосамоскиди розташовуються на рівні стояння екскаватора.

При видобутку каоліну з нижчих горизонтів технологія видобутку допускає роздільне відпрацювання каоліну необхідних сортів на різних горизонтах блоками довжиною до 40-50 м. На кар'єрі створено проміжний склад каоліну ємністю 20 тис.т та склад каоліну не придатного до використання без збагачення 5 тис.т.

З горизонту на горизонт екскаватор переміщається по з'їздах у заходці, які він нарізає собі сам. Довжина з'їзду для пересування екскаватора складає 21 м, ширина – 5 м, ухил – 15°. Автосамоскиди під навантаження розміщуються на транспортному горизонті +130 м. Схема розвороту автосамоскидів - тупикова з петльовим заїздом під завантаження.

2.5.5 Відвалоутворення

На період гірничо-капітальних робіт розкривні породи складують у зовнішньому відвалі, розташований на землях Південної ділянки площею 3,95 га.

Параметри відвалу:

- довжина - 540 м,
- середня ширина внизу - 65,7 м,
- середня висота – 11,9 м,
- об'єм -451,4 тис. м³.

Відсипання зовнішнього відвалу розраховане на 3 роки:

- у перший рік – об'єм 52,7 тис. м³, площа 1,21 га,
- на другий рік – об'єм 245,5 тис. м³, площа 1,31 га,
- у третій рік – об'єм 153,2 тис. м³, площа 1,43 га.

В експлуатаційний період розкривні породи передбачається розміщувати у внутрішньому чотириярусному відвалі, що відсипається за периферійним способом.

2.6 Необхідна кількість обладнання

2.6.1 Визначення необхідної кількості екскаваторів

Розрахунок фактичної продуктивності екскаватора зі зворотною механічною лопатою Litronic R-944H зроблено за формулою [6-8, 12-14]:

$$Q_{\phi} = \frac{T \times 3600 \times E}{t_{\text{ц.м.}} \times K_p} \times K_H \times K_e \times K_y \times K_T \times 0,9, \text{ м}^3/\text{змiна}$$

де: T - тривалість зміни відповідно до НТП, $T = 8$ годин;

E - місткість ковша, $E = 1,6$ м³;

$t_{\text{ц.м.}}$ - тривалість циклу теоретична, сек.;

K_H - коефіцієнт наповнення ковша;

K_p - коефіцієнт розпушення гірничої маси;

K_e - коефіцієнт використання змінного часу екскаватора на чистій роботі;

K_y - коефіцієнт управління, що враховує кваліфікацію машиніста;

K_T - коефіцієнт, що враховує технологію ведення робіт, у тому числі, перехід екскаватора з одного уступу на інший;

0,9 - коефіцієнт нерівномірності видачі гірничої маси з кар'єру (п. 6.17.6 НТП);

Продуктивність екскаватора Litronic R-944Н становить [6-8, 12-14]:

$$Q_{\phi} = \frac{8 \times 3600 \times 1,6}{15 \times 1,25} \times 1,2 \times 0,85 \times 0,85 \times 0,85 \times 0,9 = 1630, \text{ м}^3/\text{змiна}$$

Річна продуктивність екскаватора Litronic R-944Н при роботі в 1 зміну:

$$Q_r = 1630 \times 251 = 409130, \text{ м}^3/\text{рiк} \text{ (409,13 тис. м}^3/\text{рiк)}$$

193 - кількість повних робочих днів на рік при 5-денному робочому тижні з двома вихідними днями, в 1 зміну на добу.

2.6.2 Визначення необхідної кількості навантажувачів

Для вантажних робіт на проміжному та тимчасовому складі та прирейковому складі м. Волноваха передбачається використання колісних навантажувачів Liebherr L-544.

Експлуатаційна змінна продуктивність навантажувача Liebherr L-544 визначається за формулою [6-8, 12-14]:

$$Q_{II} = \frac{3600 \times E_K \times K_H \times T_{CM} \times \eta_{II}}{t_{II} \times K_p} \times K_y \times K_T \times 0,9, \text{ м}^3/\text{зМ}$$

де: $E_K = 3,5 \text{ м}^3$ - геометрична ємність ковша;

K_H - коефіцієнт наповнення ковша;

T_{CM} - тривалість зміни відповідно до норм НТП, прийнятих для кар'єрних зворотних лопат, $T_{CM} = 8$ годин;

η_{II} - коефіцієнт використання навантажувача в часі протягом зміни;

t_{II} - тривалість повного робочого циклу навантажувача, сек.;

$$t_{II} = t_H + t_{ДВ.Г} + t_{Р.П} + t_{ДВ.П}, \text{ с,}$$

де: t_H - час наповнення ковша, сек. Приймаємо $t_H = 8$ с;

$t_{ДВ.Г}$ - час руху завантаженого навантажувача до місця розвантаження, с;

$t_{Р.П}$ - час розвантаження ковша, сек. Приймаємо $t_{Р.П} = 3$ с;

$t_{ДВ.П}$ - час руху порожнього навантажувача до місця розвантаження, с.

Час $t_{ДВ.Г}$ і $t_{ДВ.П}$ залежить від відстані та швидкості пересування навантаженого та порожнього навантажувача і може відповідно визначатися за формулами [12-14]:

$$t_{ДВ.Г} = 3,6 \times \frac{L_{Т.Г}}{v_{Г}}, \text{ с}; \quad t_{ДВ.П} = 3,6 \times \frac{L_{Т.П}}{v_{П}}, \text{ с};$$

де: $L_{Т.Г}$ - відстань пересування завантаженого навантажувача до місця розвантаження, м. Приймаємо $L_{Т.Г} = L_{Т.П} = 50$ м;

$L_{Т.П}$ - відстань пересування порожнього навантажувача до місця завантаження, м;

$v_{Г}, v_{П}$ - середня швидкість пересування відповідно завантаженого та порожнього навантажувача, км/год. Приймаємо $v_{Г} = 4$ км/год., $v_{П} = 10,6$ км/год.

Тоді:

$$t_{ДВ.Г} = 3,6 \times \frac{50}{4} = 45, \text{ с}; \quad t_{ДВ.П} = 3,6 \times \frac{50}{10,6} = 17, \text{ с};$$

$$t_{Ц} = 8 + 45 + 3 + 17 = 73, \text{ с}.$$

Тоді експлуатаційна продуктивність навантажувача Liebherr L-544 [6-8]:

$$Q_{П} = \frac{3600 \times 3,5 \times 1,2 \times 8 \times 0,85}{73 \times 1,25} \times 0,85 \times 0,85 \times 0,9 = 733 \text{ м}^3/\text{зм}$$

Річна продуктивність навантажувача Liebherr L-544 в 1 зміну:

$$Q_{Г} = 733 \times 251 = 183983, \text{ м}^3/\text{рік} \text{ (183,98 тис. м}^3/\text{рік)}$$

Таблиця 2.4 –Результати розрахунку потреби у виїмково-навантажувальному обладнанні

Тип екскаватора (навантажувача)	Змінна продуктивність, м ³ /зм	Річна продуктивність, тис. м ³ /рік	Річний об'єм робіт, тис. м ³ /рік	Розрахункова необхідна кількість, шт.
Розкрив				
Екскаватор Litronic R-944H	1630	314,59	51,85	0,16
Корисна копалина				
Екскаватор Litronic R-944H	1630	409,13	90,91	0,22
Навантажувач Liebherr L-544	733	183,98	90,91	0,49

2.6.3 Визначення необхідної кількості бульдозерів

Для зачистки робочих площадок, планування під'їздів до екскаваторів та обслуговування тимчасових доріг у кар'єрі передбачається використання бульдозерів. Згідно з Нормами технологічного проектування, п.6.17.17, кількість бульдозерів приймається з розрахунку 0,4 бульдозера на кожний робочий екскаватор.

Потрібна кількість бульдозерів для роботи на відвалоутворення визначена за формулою [6-8, 12-14]:

$$n_b = \frac{V_{o.cym} \times K_o}{Q_b \times K_{p.e}}$$

де: $V_{o.cym}$ - середньодобове (в даному випадку і середньозмінне) надходження відходів на відвал, $V_{o.cym} = 382$ т/добу;

K_o - відвальний коефіцієнт (п.6.19.2.3 НТП) $K_o = 0,9$;

Q_b - змінна продуктивність бульдозера, що визначається за таблицею 6.50 НТП. Для бульдозера типу CAT D6 продуктивність за восьмигодинну зміну дорівнює 1200 м^3 ;

$K_{p.e}$ - коефіцієнт використання робочого часу, $K_{p.e} = 0,85$;

Для виконання планованих робіт з відвалоутворення потрібно бульдозерів:

$$n_b = \frac{382 \times 0,9}{1200 \times 0,85} = 0,34$$

Приймається до роботи в кар'єрі 1 бульдозер CAT D6.

2.6.4 Визначення робочого парку автосамоскидів

Розрахунок виконано відповідно до вимог СНіП 2.05.07-91 «Промисловий транспорт», «Норм технологічного проектування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки родовищ корисних копалин» та інших чинних норм та правил з урахуванням конкретних умов виконання робіт.

Вихідні дані для розрахунку потрібної кількості автосамоскидів для виконання планового завдання з транспортування розкриття та корисної копалини наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Вихідні та розрахункові дані до визначення потреби в автосамоскидах

Показник	Позначення	Од. вим.	Значення	Метод визначення
Число робочих днів у році	N_P^D	дн.	251	планов.
Тривалість зимового періоду	$N_{зим}$	міс.	6	ДБНД.1.1-1
Кількість робочих змін:				
- з відпрацювання розкриву	$N_{см1}$	змін	1	планов.
- з видобутку корисних копалин	$N_{см2}$	змін	1	планов.
Тривалість робочої зміни	$T_{см}$	хв.	480	планов.
Річний об'єм перевезення:				
- розкриву	$V_{пер1}$	тис.м ³	51,85	планов.
- корисної копалини	$V_{пер3}$	тис.м ³	90,91	планов.
Об'ємна вага:				
- м'якого розкриву	$\gamma_{ГМ1}$	т/м ³	1,9	
- корисної копалини	$\gamma_{ГМ3}$	т/м ³	2,2	
Ємність ковша вантажного засобу	$V_{к}$	м ³	1,6	планов.
Вантажопідйомність автосамоскида КрАЗ 65032-02	G_1	т	15	планов.
Середня відстань перевезення:				
- розкриву	L_1	км	1	планов.
- корисної копалини	L_2	км	12	
Коефіцієнт використання вантажопідйомності автосамоскида	$K_{зруз}$		0,93	НТП, ч.2, пункт Е.3
Втрата часу на подачу та навантаження (розвантаження) автосамоскида	$t_{ц}$	хв.	6,6	НТП, ч.2, шп. Е.4, Е.5
Втрата часу на затримки автосамоскида в рейсі:				
- перевезення розкриву	$t_{з1}$	хв.	2	НТП, ч.2, пункт Е.5
- перевезення корисної копалини	$t_{з2}$	хв.	2	
Коефіцієнт технічної готовності	$K_{ТГ}$		0,9	НТП, ч.2, пункт 7.13.5
Коефіцієнт випуску на лінію	$K_{в}$		0,81	НТП, ч.2, пункт 7.13.6

а) Річний фонд часу роботи автосамоскидів $T_{год}$ визначено за формулою [6-8]:

$$T_{год} = N_{см} \times T_{см} = 251 \times 8 = 2008 \text{ год.}$$

де: $N_{см}$ - кількість робочих змін/рік;

T_{CM} - тривалість робочої зміни.

б) Час, що витрачається на виконання одного циклу t_p (хв.) доставки вантажу, визначено по формулі [6-8, 12-14]:

$$t_p = t_y + t_s + 60 \times \left(\sum_{i=1}^{i=n} \frac{L_i^I}{V_i^I} + \sum_{i=1}^{i=m} \frac{L_i^{II}}{V_i^{II}} \right)$$

де: t_y - втрати часу на подачу, навантаження та вивантаження автосамоскида, що визначаються за формулою [6-8, 12-14]:

$$t_y = t_{yn} + t_{on} + t_n + t_{ye} + t_{oe} + t_e = 0,5 + 0,5 + 2,6 + 1 + 1 + 1 = 6,6, \text{ хв.}$$

де: t_{yn} - час установки під навантаження, хв;

t_{on} - час очікування навантаження, хв;

t_n - час навантаження, хв;

t_{ye} - час встановлення під розвантаження, хв;

t_{oe} - час очікування розвантаження, хв;

t_e - час вивантаження, хв; приймається 1 хв. для всіх видів автосамоскидів;

t_s - втрати часу на затримки автосамоскида в рейсі, хв;

m, n - кількість ділянок з однотипними дорожніми умовами для руху у вантажному та порожньому напрямках;

L_i^I, L_i^{II} - протяжність ділянок з однотипними дорожніми умовами для руху у вантажному та порожньому напрямках, км;

- при перевезенні корисних копалин:

$$L_i^I = L_i^{II} = 12,0 \text{ км}$$

- при перевезенні порід розкриву:

$$L_i^I = L_i^{II} = 1,0 \text{ км}$$

V_i^I, V_i^{II} - технічні швидкості руху на ділянках з однотипними дорожніми умовами для руху у вантажному та порожньому напрямках, км/год;

$$V_i^I = 14 \text{ км/год};$$

$$V_i^{II} = 15 \text{ км/год} - \text{для транспортування розкриву};$$

$$V_i^{II} = 31 \text{ км/год} - \text{для транспортування корисних копалин.}$$

- перевезення розкриву та корисної копалини в кар'єрі

$$t_{p1} = 6,6 + 2 + 60 \times (1/14 + 1/15) = 16,9 \text{ хв.}$$

- перевезення корисних копалин на прирейковий склад

$$t_{p2} = 6,6 + 2 + 60 \times (12/30 + 13/30) = 56,6 \text{ хв.}$$

в) Число циклів у зміну визначено за формулою [6-8, 12-14]:

- при перевезенні розкриву

$$N_{Ц1}^{см} = \frac{T_{см}}{t_{p1}} = \frac{8 \times 60}{16,9} = 28$$

- при перевезенні корисних копалин

$$N_{Ц2}^{см} = \frac{T_{см}}{t_{p2}} = \frac{8 \times 60}{56,6} = 8$$

г) Число циклів на рік визначено за формулою [6-8, 12-14]:

- при перевезенні розкриву

$$N_{Ц1}^{год} = N_{Ц1}^{см} \times N_p^D \times N_{см} = 28 \times 251 \times 1 = 7028$$

- при перевезенні корисних копалин

$$N_{Ц2}^{год} = N_{Ц2}^{см} \times N_p^D \times N_{см} = 8 \times 251 \times 1 = 2008$$

д) Річна кількість авто-тонн $N_{ам}^{год}$ на 1 самоскид визначена за формулою:

- для автосамоскидів марки КрАЗ 65032-02:

- при перевезенні розкриву

$$N_{ам1}^{год} = 0,001 \times N_{Ц1}^{год} \times k_{зруз} \times G = 0,001 \times 7028 \times 0,93 \times 15 = 98,04, \text{ тис.т}$$

- при перевезенні корисних копалин

$$N_{ам2}^{год} = 0,001 \times N_{Ц2}^{год} \times k_{зруз} \times G = 0,001 \times 2008 \times 0,93 \times 15 = 28,01, \text{ тис.т}$$

де: $k_{зруз}$ - коефіцієнт використання вантажопідйомності автосамоскида;

G - вантажопідйомність автосамоскида, т.

е) Потрібна кількість автосамоскидів N_{AC} визначена за формулою [6-8, 12-14]:

- для автосамоскидів марки КрАЗ 65032-02:

- при перевезенні розкриву та корисної копалини в кар'єрі

$$N_{AC} = \frac{V_{пер.в}}{N_{ам}^{год}} = \frac{51,36 \times 1,9 + 150}{98,04} = 2,53 \text{ од.}$$

- при перевезенні корисних копалин

$$N_{AC} = \frac{V_{пер.п.и.}}{N_{ат}^{год}} = \frac{50}{28,01} = 1,79 \text{ од.}$$

де: $V_{пер.е.}$, $V_{пер.п.и.}$ - об'єми перевезення відповідно розкриву та корисної копалини, тис.т.

2.6.5 Визначення інвентарного парку автосамоскидів

Інвентарний парк автосамоскидів визначено за формулою [6-8, 12-14]:

- для перевезення розкривних порід

$$N_{AC}^{инв} = \frac{N_{AC}}{k_{ТГ} \times k_e} = \frac{2,53}{0,9 \times 0,85} = 3,31 \text{ од.}$$

- для перевезення корисних копалин

$$N_{AC}^{инв} = \frac{N_{AC}}{k_{ТГ} \times k_e} = \frac{1,79}{0,9 \times 0,85} = 2,34 \text{ од.}$$

де: $k_{ТГ}$ - коефіцієнт технічної готовності; $k_{ТГ} = 0,9$;

k_e - коефіцієнт випуску автосамоскидів на лінію; $k_e = 0,85$.

Для перевезення розкривних порід і корисних копалин у кар'єрі потрібно 3 автосамоскиди, а для перевезення корисних копалин на прирейковий склад - 2 автосамоскиди типу КрАЗ 65032-02.

2.6.6 Висновки по результатам розрахунків

- для відпрацювання уступів розкриву достатньо дизельного екскаватора зворотна лопата типу Litronic R-944Н при його роботі в 1 зміну на добу;

- для відпрацювання видобувних уступів достатньо 1-го екскаватора зворотна лопата типу Litronic R-944Н при роботі в 1 зміну на добу;

- для зачистки робочих майданчиків, планування під'їздів до екскаваторів та обслуговування тимчасових доріг у кар'єрі знадобиться бульдозер САТ D6 – 1 од.;

- для виконання планованих робіт з відвалоутворення знадобиться бульдозер САТ D6 - 1 од.;

- для роботи на проміжному та прирейковому складах потрібно 1 навантажувач Liebherr L-554;

- при перевезенні розкриву та корисної копалини в кар'єрі знадобиться 3 автосамоскиди марки КрАЗ 650323-02;

- при перевезенні корисних копалин на прирейковий склад потрібно 2 автосамоскиди марки КрАЗ 650323-02.

Загальна кількість гірничотранспортного обладнання:

- екскаватори типу Litronic R-944H – 1 од.;
- бульдозери типу CAT D6 – 1 од.;
- навантажувачі типу Liebherr L-554 – 1 од.;
- автосамоскиди типу КрАЗ 650323-02 - 5 од.

2.7 Основні параметри системи розробки

Основні параметри системи розробки визначаються обраним гірничотранспортним обладнанням, інженерно-геологічними та гірничотехнічними умовами родовища. На підприємстві застосовується транспортна система розробки за схемами «екскаватор - автосамоскид - зовнішній відвал розкриву», «видобувний екскаватор - автосамоскид - проміжний або прирейковий склад». Перехід на внутрішнє відвалоутворення почне здійснюватися приблизно через три роки, коли в кар'єрі з'явиться відпрацьований простір.

Середня потужність родючого шару ґрунту – 0,4 м, розкриву (суглинок та глина) – 7,32 м. Розкрив розробляється двома горизонтами – +215 та +220.

Відповідно до фізико-механічних властивостей порід, що розробляються, і параметрами виїмково-вантажного обладнання розробку первинних каолінів передбачається вести уступами заввишки 5 м.

Прийнята для кар'єру транспортна система розробки має такі переваги: висока мобільність, здатність долати ухили до 60 ‰, гнучкість при селективному відпрацюванні змішаних уступів, скорочення річних об'ємів виїмки розкривних порід; втрати відбуваються лише при контакті з розкривними породами.

Відповідно до норм технологічного проектування забезпеченість кар'єру готовими до виїмки запасами корисних копалин має становити не менше 2,5 місяців, а розкриву -1,8 місяця; мінімальна довжина активного фронту робіт, на

якому є готові до виїмки запаси на один екскаватор при автомобільному транспорті повинна становити 500,0 м.

Відповідно до норм технологічного проектування мінімально допустима ширина робочого майданчика визначається за формулою [6-8, 12-14]:

$$Ш_{pn} = a + S + z + p + d ,$$

де: a - ширина призми обвалення робочого уступу, визначається за формулою:

$$a = H \times (ctg\alpha - ctg\beta), \text{ м}$$

Для розкривних та видобувних робіт:

H - висота уступу, $H = 5,0$ м;

α - кут можливого обвалення порід, $\alpha = 50^\circ$;

β - кут укосу робочого уступу, $\beta = 60^\circ$;

$$a = 5 \times (ctg50^\circ - ctg60^\circ) = 5 \times (0,839 - 0,577) = 1,3 , \text{ м}$$

Приймаємо ширину призми обвалення 1,5 м

S - ширина захисного ґрунтового валу. Для автосамоскидів вантажопідйомністю до 45 т $S = 3,0$ м;

z - відстань від підопви захисного валу до краю проїжджої частини автодороги $z = 0,5-2,5$ м (СНіП 2.05.07-91 «Промисловий транспорт»);

p - ширина площадки для маневрів автосамоскидів при подачі під навантаження визначається за формулою [6-8, 12-14]:

$$p = \sqrt{(1,3 \times Rk)^2 - B^2} + B + B_{II} ,$$

де: Rk - конструктивний радіус повороту автосамоскида по зовнішньому передньому колесу, $Rk = 13$ м (в якості розрахункового прийнятий автосамоскид КрАЗ 65032-02);

B_{II} - величина переднього звисання (відстань від осі передніх коліс до виступаючої частини автомашини);

B - відстань між осями передніх та задніх коліс;

$$p = \sqrt{(1,3 \times 13)^2 - 4,2^2} + 4,28 + 1,25 = 22,3 , \text{ м}$$

Приймаємо $p = 22,3$ м;

d - відстань від краю майданчика для маневрів автосамоскидів до нижньої брівки укосу робочого уступу $d = 1,0-2,5$ м.

Ширина робочого майданчика складе [6-8, 12-14]:

- для розкривних та видобувних робіт:

$$Ш_{pn} = 1,5 + 3,0 + 0,5 + 22,3 + 1,5 = 28,8, \text{ м}$$

Приймаємо ширину робочого майданчика для розкривних та видобувних робіт 28,8 м.

Автомобіль встановлюється під навантаження з боку кабіни екскаватора.

Обертання екскаватора при завантаженні проводиться тільки проти годинникової стрілки.

Завантаження автомобілів екскаваторами провадиться тільки збоку або ззаду. Перенесення ковша над кабіною автомобіля забороняється.

При видобутку екскаватор встановлюється на покрівлі корисних копалин. Відпрацювання уступу здійснюється поперечними заходками в наступній послідовності:

- зачищення пласта каоліну;
- відпрацювання верхнього шару каоліну;
- відпрацювання внутрішнього розкриву;
- відпрацювання нижнього шару корисних копалин.

Бульдозер здійснює дозачистку покрівлі та підопши вибою з метою зниження втрат корисних копалин.

Таблиця 2.6 – Основні параметри системи розробки

Показники	Розкривні роботи	Добувні роботи
Позначка підопши уступу, м	+220	+215, +210, +205, +200, +195, +190, +185, +180
Висота уступу, м	Змінна до 5	5,0
Кут укосу, град:		
- робочого уступу	60	60
- погашеного уступу	50	50
Ширина заходки, м	6,5	6,5
Призма обвалення, м	1,5	1,5
Мінімальна довжина фронту робіт на один екскаватор, м	250	250
Ширина робочої площадки, м	28,8	28,8
Ширина транспортної берми, м	15,0	15,0

2.8 Генплан і транспорт

2.8.1 Загальні положення

Розділ генерального плану виконано відповідно до діючих будівельних норм і правил технологічного проектування гірничодобувних підприємств відкритим способом розробки та нормами технологічного проектування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки родовищ корисних копалин.

Основні планувальні рішення щодо генерального плану проммайданчика кар'єру прийнято з урахуванням вимог нормативних документів:

- СНіП П-89-80 «Генеральні плани промислових підприємств»;
- СНіП 2.05.07-91 «Промисловий транспорт».

Завданням розділу є створення найсприятливіших умов реалізації виробничих процесів з відпрацювання розкривних порід, видобутку корисних копалин, раціонального використання земельних ресурсів і безпечного ведення робіт. Кар'єр «Центральний» є діючим виробничим підрозділом ТОВ «Донбасскераміка» зі сформованою організацією території та транспортними зв'язками як усередині кар'єру, так і з іншими виробничими ділянками підприємства.

2.8.2 Існуючий стан об'єкта

В даний час до складу підприємства входять: кар'єр із зовнішнім відвалом розкривних порід, склад родючого шару ґрунту, відстійник кар'єрних вод, водозахисні споруди, проммайданчик, проміжний склад із ділянкою подрібнення каоліну, прирейковий склад, електричні мережі та кар'єрні автодороги.

Проектна річна продуктивність кар'єру за корисними копалинами 200,0 тис. т, середньорічний об'єм розкривних порід - 55,2 тис. м³.

Загальна площа земель, що використовуються кар'єром, дорівнює 18,14 га, з яких близько 27,1% припадає на кар'єр, 13,5% - відвал розкривних порід, 2,8% - склад родючого шару ґрунту, 2,2% - проміжний склад з ділянкою подрібнення каоліну.

2.8.3 Автомобільний транспорт та автомобільні дороги

Рішення щодо організації роботи автотранспорту в кар'єрі прийнято з урахуванням вимог СНіП 2.05.07-91 «Промисловий транспорт» та інших чинних норм та правил з урахуванням конкретних умов його проектування та експлуатації.

Для транспортування розкривних порід та корисних копалин використовуються автосамоскиди КрАЗ 65032-02.

Для господарських цілей та виконання допоміжних робіт використовується наявний допоміжний транспорт. Для зрошення доріг, привибійного простору та відвалів використовується поливомийна машина на базі КрАЗ. Для доставки ПММ на кар'єр – автозаправний агрегат МЗ-3607 групи Б на базі ГАЗ-52-01.

Транспортне навантаження на існуючу під'їзну автодорогу не збільшиться, оскільки воно і в даний час використовується для транспортування корисних копалин та інших перевезень.

Технологічні автомобільні дороги поділяються на постійні та тимчасові. Автодороги, розташовані на уступах кар'єру та ярусах відвалу при терміні служби до 1 року віднесені до тимчасових, решта – до постійних. Відповідно до п. 5.6 СНіП 2.05.07-91 і ті, та інші проектується як дороги III-к категорії. Внутрішні автодороги запроектовані у зв'язку з технологічними вимогами роботи автотранспортних механізмів, задіяних на розкривних та видобувних роботах, на відвалах та виконанні робіт з рекультивації.

Технологічні автодороги та в'їзди на уступи та яруси прийняті з односхилим поперечним профілем, шириною 11,8 м. Середня технічна швидкість для навантаженого та порожнього напрямків прийнята 14 км/год.

Поліпшення покриття автомобільних доріг виконується підсипанням щебеню фракції 20-40 мм. Поперечний ухил проїзної частини з односхилим поперечним профілем прийнятий рівним 35 ‰. Поздовжній ухил пов'язаний з рішеннями по влаштуванню робочих майданчиків, ярусів відвалів, організації рельєфу і знаходиться в межах 3-60 ‰.

Для відведення поверхневого стоку дощових та талих вод з нагірного боку автошляхів передбачено влаштування водовідвідних кюветів. Випуск води з їх здійснюється у знижені місця кар'єру.

3. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ. Обґрунтування безпечних параметрів погашення робочого борту при постановці його у граничне положення в умовах розробки родовища Біла Балка кар'єр «Центральний»

3.1 Аналіз досліджень за темою роботи

Дослідження, розвиток та удосконалення технології розробки родовищ корисних копалин відкритим способом широко відображені в роботах багатьох вчених України та країн СНД: Новожилова М.Г., Мельникова Н.В., Ржевского В.В., Гуменика И.Л., Крисіна Р.С., Симоненко В.І., Пчолкіна Г.Д., Собко Б.Ю., Бака Н.Т., Пчолкіна Г.Д., Саакяна А.Г., Буткевича Г.Р., Полякова Б.В., Попова В.Н., Фисенка Г.Л., Холоднякова Д.Г. та ін.

Дослідження та проектні рішення в області обґрунтування параметрів конструкцій стійких бортів в граничному контурі кар'єрів з урахуванням повноти вилучення запасів корисної копалини полягає в побудові конструкції борту в граничному контурі кар'єра на основі сукупного урахування збитку від втрат запасів корисної копалини в прибортовій частині, що в більшій мірі залежить від прийнятих безпечних параметрів погашення робочого борту при доробці родовища.

У даному напрямку відомі роботи вчених: у роботах [42, 43] розглянуті питання класифікації втрат корисних копалин при розробці родовищ, нормування втрат корисних копалин при видобутку, а також проведена оцінка економічних наслідків втрат корисних копалин при розробці родовищ відкритим способом, а в роботах [12, 16, 25, 43-45] розглянуті системно-структурні основи забезпечення повноти вилучення корисних копалин, а також науково технічне обґрунтування нормативних показників повноти і якості вилучення запасів при видобутку корисних копалин. У роботах [16, 20, 45-47] досліджені конструкції неробочих бортів кар'єрів, а також параметри постановки бортів у граничне положення.

Авторами робіт і наукових досліджень [48-55] розглянуті питання стійкості відкритих гірничих виробок і відвалів, а саме проведено:

- дослідження стійкості бортів кар'єрів різного профілю [49, 54];
- розглянуті основи забезпечення стійкості та деформування укосів [54];
- керування довгостроковою стійкістю укосів на кар'єрах [50];

- визначено параметри призми можливого зрушення в укосах уступів, бортах кар'єрів і відвалах [51, 54];
- комплексне маркшейдерське забезпечення стійкості кар'єрних укосів [48-55];
- заходи боротьби з деформаціями гірничих порід на кар'єрах [52];
- дослідження стійкості багат шарових укосів складного профілю [53];
- стійкість бортів кар'єрів і відвалів [54].

Найбільше широко застосовні рекомендації зі стійкості бортів кар'єрів і відвалів [54-55] використані при проектуванні більшості нерудних родовищ корисних копалин, якими користуються по сьогоднішній день.

3.2 Постановка задач досліджень

В положеннях розвитку мінерально-сировинної бази України написано, що одним із пріоритетних напрямків розвитку гірничої промисловості є: удосконалення систем розробки родовищ з метою підвищення коефіцієнту ефективності видобутку запасів, удосконалювання технології видобутку сировини з метою зниження втрат корисних копалин у процесі їхнього видобутку, більше повне й комплексне використання попутних корисних копалин.

Розробка природоохоронних технологій повинна базуватися на ретельному вивченні та геомеханічній схематизації бортових масивів. Відсутність інженерно-геологічної, гідрогеологічної та геомеханічної інформації виключає можливість прийняття ефективних рішень по збільшенню повноти видобутку запасів корисних копалин, зниженню об'єму розкривних робіт.

Конструкції погашення бортів повинні визначати ефективність доробки родовища та безпеки робіт у прибортовій зоні.

Незважаючи на значні досягнення в області конструювання бортів, завдання, пов'язані з постановкою бортів в кінцевий контур, обмежувалися геомеханічними факторами, тобто вивчалися інженерно-геологічні умови родовища та на основі цього вивчення визначалися кути нахилу стійких бортів. Однак варто враховувати, що в сучасних умовах інтенсифікація відкритого способу робіт повинна забезпечуватися також і за рахунок раціонального використання сировинної бази гірничодобувного підприємства.

Граничні кути нахилу бортів і глибина кар'єрів, нерозривно пов'язані з питаннями стійкості бортів кар'єру, а також є найважливішими параметрами, що характеризують техніко-економічні показники роботи кар'єру.

При порівнянні різних варіантів стійких бортів варто орієнтуватися не тільки на зниження рівня втрат корисної копалини. Визначивши параметри необхідно установити таку конструкцію бортів, щоб задовольнити максимальний видобуток корисної копалини без значних витрат на проведення розкривних робіт, при цьому забезпечуючи довгострокову надійність експлуатації.

У зв'язку із цим обґрунтування параметрів конструкцій стійких бортів кар'єрів з урахуванням повноти добування запасів корисних копалин є актуальним науковим завданням.

У зв'язку із вищезазначеним **метою роботи** є –обґрунтування конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти видобутку запасів корисних копалин при постановці борту у граничне положення в умовах розробки кар'єру ділянка «Центральна» родовища первинних каолінів «Біла Балка».

Для вирішення поставленої мети визначені основні **задачі роботи**:

1. Аналіз технології розробки кар'єру «Центральний».
2. Аналіз геомеханік і гірничотехнічних факторів, що визначають умови постановки бортів кар'єру в граничне положення.
3. Встановлення впливу технологічних параметрів погашення гірничих виробок на показники повноти виймання запасів корисної копалини для обґрунтування параметрів конструкцій стійких бортів при їх постановці в граничне положення, для умов розробки родовища «Біла Балка».
4. Математичне та графоаналітичне моделювання по встановленню оптимальної конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти виймання запасів корисної копалини родовища «Біла Балка».

3.3 Загальні положення з обґрунтування параметрів бортів кар'єрів

Проблема оптимального вибору конструкції борту кар'єра завжди актуальна для відкритих гірничих робіт, тому що це нерозривно пов'язано з можливістю радикального скорочення витрат на експлуатацію родовища в цілому за рахунок зниження об'ємів розкривних робіт або росту частки відпрацьовування запасів родовища відкритим способом при прийнятному коефіцієнті розкриву. Очікуваний результат проведених з цією метою досліджень полягає в створенні комплексної технології формування бортів кар'єру в граничному положенні з обґрунтуванням їхніх параметрів і конструкцій, оптимальних стосовно інженерно-геологічних та геомеханічних умовам конкретних ділянок масиву на контурі.

В умовах кар'єрів мова може йти про одиничний уступ, іноді групи уступів та про борт у цілому. Тому необхідно розрізняти поняття «стійкість окремого уступу або групи уступів» та «стійкість борта кар'єру в цілому». У багатьох випадках порушення стійкості окремого уступу або групи уступів аж ніяк не означає катастрофічної втрати стійкості борта в цілому.

Таким чином, основними геомеханічними особливостями масивів гірських порід, що враховують у рамках розробленої концепції оптимізації конструкцій бортів кар'єрів, є [48-55]:

- виражена блокова структура, наявність систем по-різному орієнтованих поверхонь ослаблення;
- відповідність напружено-деформованого стану в більшості випадків гравітаційно-тектонічному типу.

Звідси виникає необхідність ретельного поетапного попереднього вивчення властивостей і стану масиву порід досліджуваного родовища.

Даний підхід містить у собі наступні етапи [48-55]

На першому етапі розробляється інженерно-геологічна модель родовища, що, у свою чергу, може складатися з ряду моделей, наприклад:

- модель структурних порушень різного порядку, включаючи тріщинуватість;
- модель розподілу фізико-механічних властивостей;
- модель природного напруженого стану.

Другим етапом є розробка геомеханічної моделі кар'єру, що також звичайно складається з інших моделей:

- модель напруженого стану уступів і борта кар'єру;
- модель розрахунку параметрів порушеної зони;
- модель розрахунку параметрів граничних оголень.

Зазначені властивості можуть бути отримані традиційними методами інженерно-геологічного дослідження масивів гірничих порід. Вихідною інформацією для побудови геомеханічної моделі є:

- параметри статичних напруг у масиві порід в межах кар'єра;
- параметри порушеної зони.

Третім етапом є створення розрахункових моделей обумовлених елементів. Виконується розрахунок стійкості ділянки масиву порід, обмеженого з боку кар'єру виробленим простором. Втрата стійкості борта відбувається при перевищенні зовнішніх процесів (сил) над утримуючими силами.

Реалізація запропонованої методики обґрунтування стійких параметрів бортів та уступів кар'єрів на практиці складається [48-55]:

- у виборі місця розташування дослідно-промислової ділянки;
- у розробці проекту, що передбачає проведення в його межах циклу дослідно-промислових та експериментальних робіт;
- в аналізі геомеханічного стану всього масиву порід, на базі досвіду, отриманого при проведенні дослідно-промислових та експериментальних робіт;
- у складанні проекту граничного контуру кар'єру, що враховують особливості масиву порід;
- у розробці комплексної системи контролю стійкості бортів та уступів кар'єру на граничному контурі.

Стійкість бортів кар'єра залежить від трьох основних факторів:

- а) геологічних (будова та властивості гірських порід);
- б) гідрогеологічних (підземні води та їх вплив на масив);
- в) технологічних (система розробки родовища).

Стійкість бортів та уступів кар'єру звичайно оцінюється аналітично. Розрахунок стійкості проводиться з деяким запасом, що виражають величиною коефіцієнта запасу стійкості n . Коефіцієнт запасу стійкості робочих уступів – 1.0-1.2, неробочих уступів у глинистих і тріщинуватих породах 1,25-1,8, у піщаних та гравілістих породах 1,5-2,0. Коефіцієнт запасу стійкості бортів кар'єру при терміні служби укосу більше 5 років приймається в межах 1,2÷1,5 [48-55].

Обираний кут укосу повинен задовольняти, насамперед вимогам стійкості бортів й умовам розміщення на бортах транспортних і запобіжних берм.

На стійкість бортів впливають наступні фактори:

- властивості гірничих порід, що складають борт;
- структура масиву борта кар'єру;
- наявність і напрямок поверхонь послаблень, геологічних порушень;
- форма й розміри кар'єру по глибині й у плані;
- вологість і фільтраційні властивості порід, що складають борт;
- час стояння борта й кліматичних особливостей;

Кут нахилу борта, що забезпечує розміщення транспортних берм у масиві, як правило, менше кута стійкого укосу борта кар'єру. Ця обставина викликає додатковий об'єм розкриття в контурах кар'єрного поля за рахунок розбортовки укосів.

Для збільшення кута нахилу борта застосовують штучне зміцнення укосів уступів, улаштовують запобіжні берми похилими, тобто проводять їх у вертикальній площині паралельно транспортним площадкам, що дозволяє підвищити кут нахилу неробочого борта (рис. 3.1).

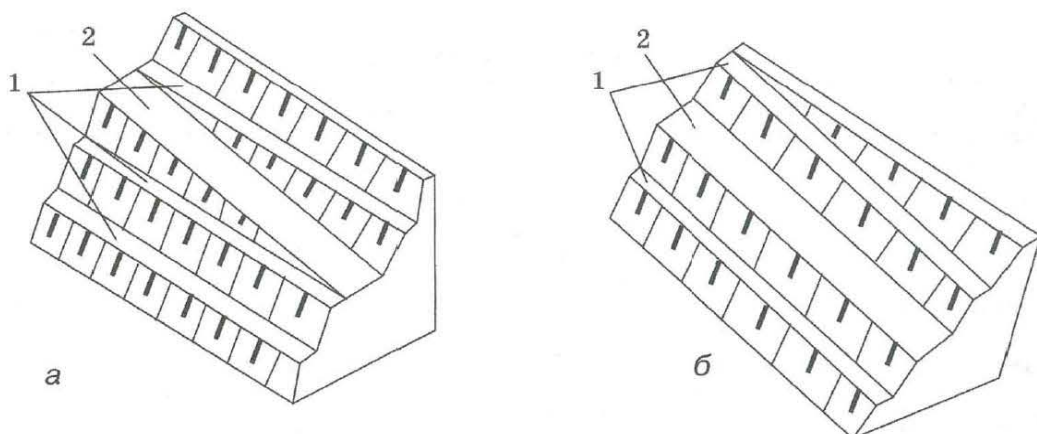


Рис. 3.1 - Конструкція неробочого борта з горизонтальними (а) і похилими (б) бермами: 1 - запобіжні берми; 2 - транспортні площадки

Кут нахилу неробочого борта кар'єру, що забезпечує розміщення площадок, залежить від властивостей порід, що складають борт, виду транспорту, ширини берм і кута укосу уступів. При простій трасі внутрішніх капітальних траншів він коливається від $35\div 37^\circ$ до $41\div 42^\circ$. Кут нахилу борта, що забезпечує розміщення площадок, визначається звичайно графічною побудовою або аналітичним методом.

У загальному випадку кут укосу борта, що забезпечує розміщення берм і транспортних комунікацій, може бути встановлений з вираження:

$$\operatorname{tg}\alpha_{\max} = \frac{H}{\sum b_c + \sum b_n + \sum b_m + \sum h_y \operatorname{ctg}\alpha},$$

де H - висота борта кар'єру;

b_c - ширина з'єднувальної берми;

b_n - ширина запобіжної берми;

b_m - ширина транспортної берми;

h_y - висота уступу.

3.4 Математичне та графічне моделювання по встановленню оптимальної конструкції стійких бортів у кінцевому контурі кар'єру

3.4.1 Визначення результуючих кутів погашення борта

Аналізуючи різновид гірських порід, які залягають на родовищі, а також з урахуванням можливого діапазону припустимого кута погашення уступів та можливість їх об'єднання при постановці їх у граничне положення, установимо, як буде змінюватися результуючий кут погашення борта від різних показників погашення окремо взятого уступу.

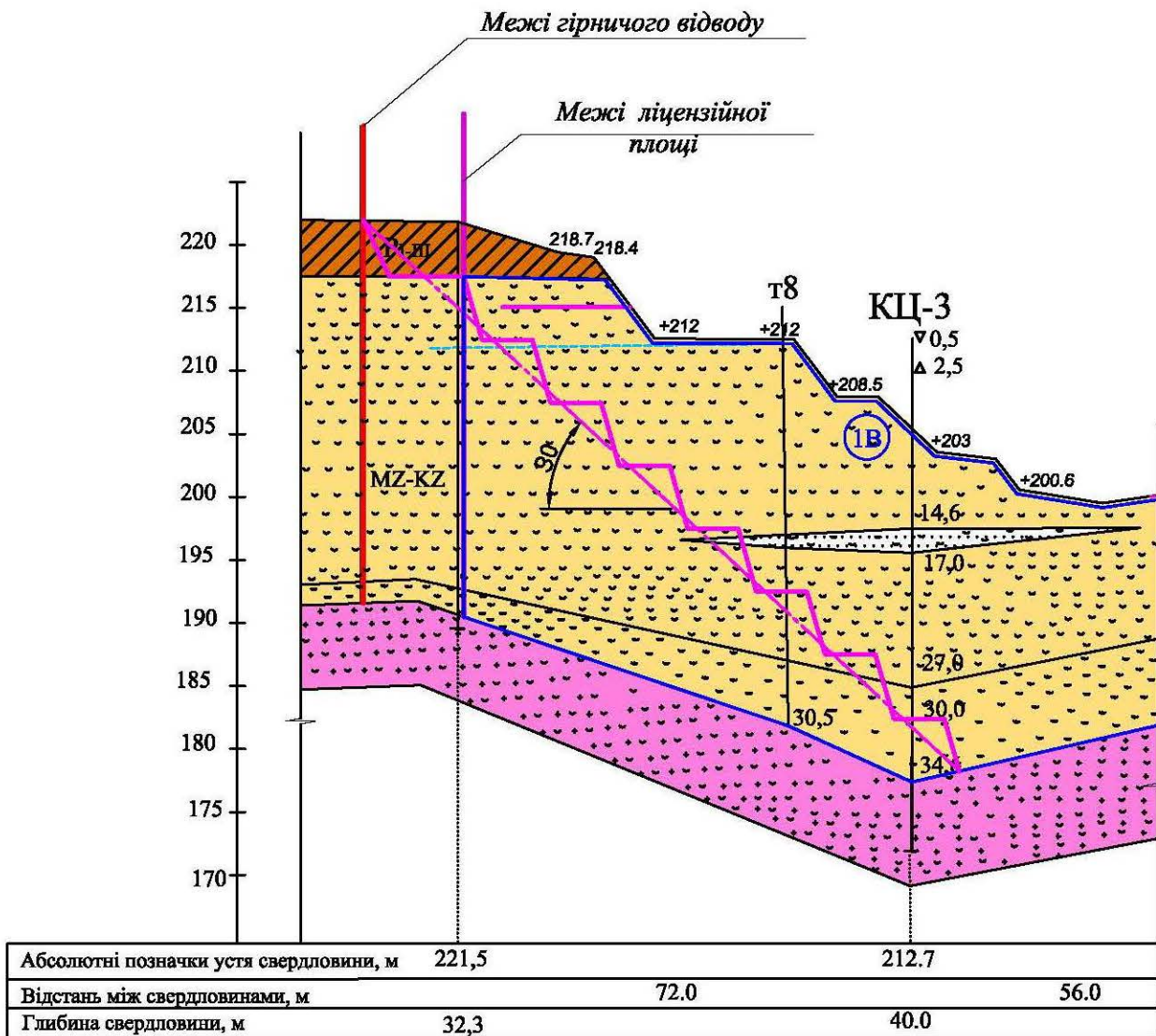


Рис. 3.2 – Параметри погашення борта – базовий варіант

Параметри постановки борту у граничне положення за базовим варіантом:

Висота уступу – 5 м.

Висота при постановці в граничне положення – 5 м.

Ширина берми безпеки – 8м.

Кут погашення уступу – 60 град.

Результуючий кут укосу борту – 30 град.

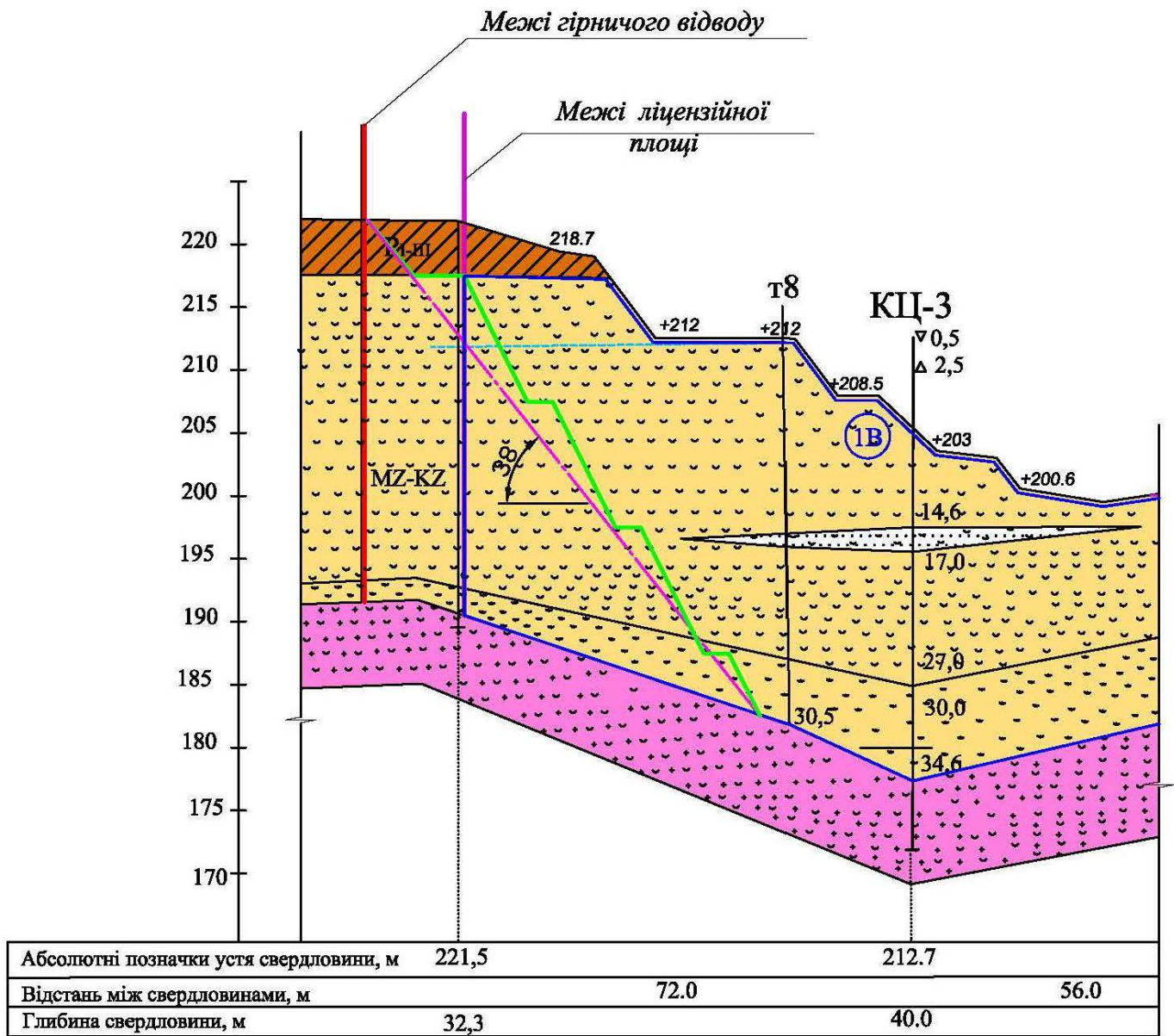


Рис. 3.3 - Параметри погашення борта – відповідно до СОУ-Н МПП-2007

Параметри постановки борту у граничне положення відповідно до норм [7]:

Висота уступу – 5 м.

Висота при постановці в граничне положення – 10 м.

Ширина берми безпеки – 4м.

Кут погашення уступу – 45 град.

Результуючий кут укосу борту – 38 град.

3.4.2 Визначення стійких бортів у граничному контурі кар'єру

Методика розрахунку [75-78]:

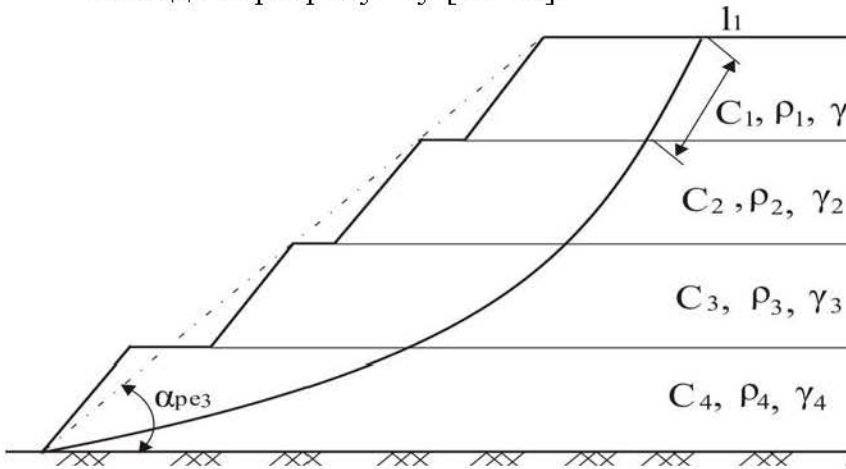


Рис. 3.4 – Схема погашення борта для розрахунку його стійкості в кінцевому контурі кар'єру

Методика розрахунку [75-78]:

- Установити результуючий кут борту α_p (рис. 3.2-3.3).
- Побудувати розріз і положення поверхні ковзання для визначення середньозважених показників C_{cp} , $tg\rho_{cp}$, γ_{cp} по всьому неробочому борту.

$$C_{cp} = \frac{C_1 \times l_1 + C_2 \times l_2 + C_3 \times l_3 + C_4 \times l_4}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} = \frac{\sum_{i=1}^k C_i l_i}{\sum_{i=1}^k l_i}$$

$$tg\rho_{cp} = \frac{tg\rho_1 \sigma_1 l_1 + tg\rho_2 \sigma_2 l_2 + tg\rho_3 \sigma_3 l_3 + tg\rho_4 \sigma_4 l_4}{\sigma_1 l_1 + \sigma_2 l_2 + \sigma_3 l_3 + \sigma_4 l_4} = \frac{\sum_{i=1}^k tg\rho_i \sigma_i l_i}{\sum_{i=1}^k \sigma_i l_i}$$

$$\gamma_{cp} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4}{h_1 + h_2 + h_3 + h_4} = \frac{\sum_{i=1}^k \gamma_i h_i}{\sum_{i=1}^k h_i}$$

- Розрахункові значень з урахуванням коефіцієнта запасу стійкості

$$C_n = \frac{C_{cp}}{n}; \quad tg\rho_n = \frac{tg\rho_{cp}}{n}$$

- Для побудови криволінійної поверхні руху визначаємо призму можливого обрушення й висоту вертикального оголення:

$$a = \frac{2H \times \left[1 - ctg\alpha_s \times tg\left(\frac{\alpha_s - \rho}{2}\right) \right] - 2H_{90}}{ctg\left(45^\circ - \frac{\rho}{2}\right) + tg\left(\frac{\alpha_s + \rho}{2}\right)}; \quad H_{90} = \frac{2C}{\gamma} \times ctg\left(45^\circ - \frac{\rho}{2}\right);$$

- стійкість погашеного борта визначається за виразом:

$$n_p = \frac{\sum_{i=1}^m F_{\text{ymp},i}}{\sum_{i=1}^m F_{\text{здв},i}}$$

$$F_{\text{здв},i} = e_i \times (h_i \times \gamma + q_a \times m_{\text{оai}} + q_6 \times m_{\text{оби}} + q_3 \times m_{3i}) \times \sin \alpha_i;$$

$$F_{\text{ympi}} = e_i \times (h_i \times \gamma + q_a \times m_{\text{оai}} + q_6 \times m_{\text{оби}} + q_3 \times m_{3i}) \times \cos \alpha_i \times \text{tg} \rho + C \times l_i;$$

Використовуючи наведену методику, визначимо, як буде змінюватися стійкість при різних способах постановки борта у граничне положення:

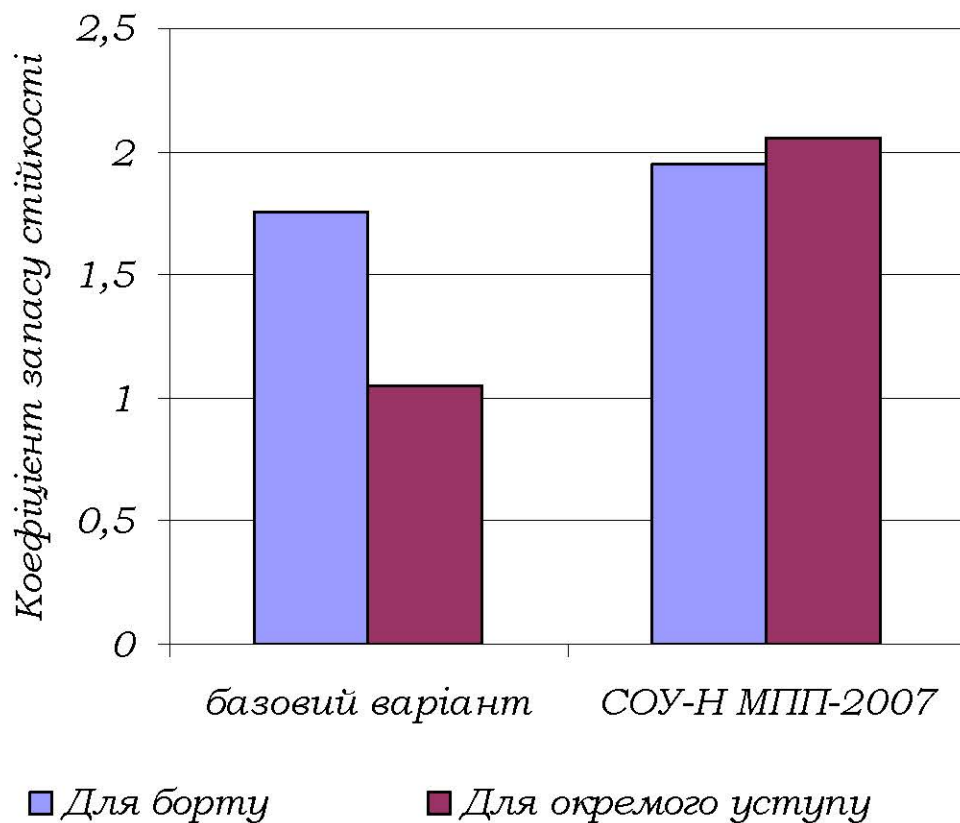


Рис. 3.5 – Залежність коефіцієнта стійкості від способу постановки борту у граничне положення

3.5 Встановлення впливу технологічних параметрів погашення гірничих виробок на показники повноти видобутку запасів корисної копалини

Для визначення показників повноти вилучення запасів корисної копалини необхідно визначити втрати в погонних перетинах неробочого борта. Аналізуючи рис. 3.2-3.3 отримаємо наступні показники:

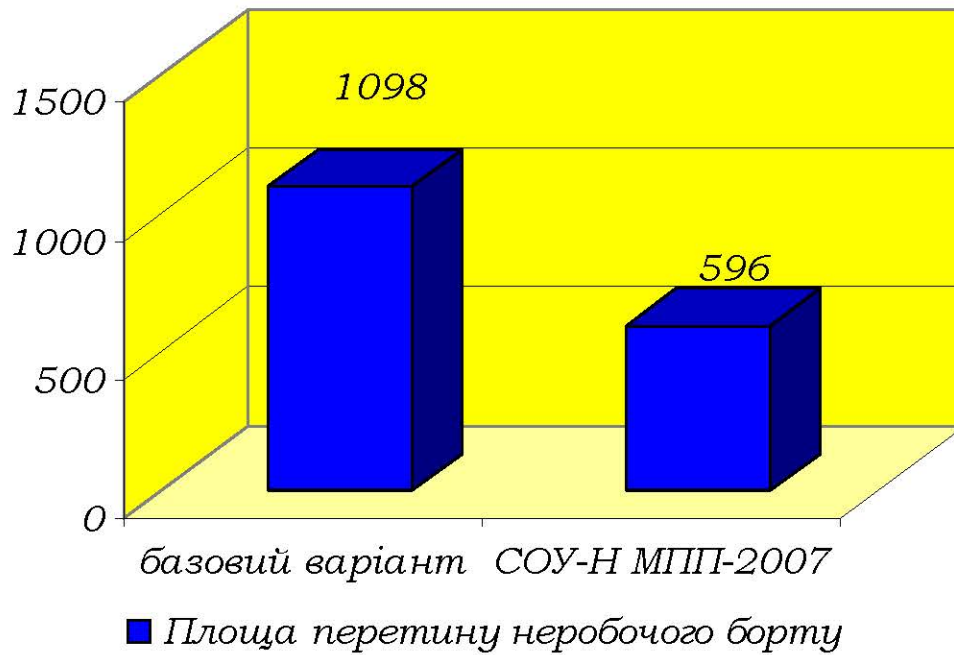


Рис. 3.6 – Зміна площі перетину неробочого борту від способу постановки борту у граничне положення

Аналізуючи план кар'єру у відпрацьованому вигляді в межах існуючого спецдозволу на користування надрами та геологічні розрізи бортів кар'єру, можна зробити висновок, що довжина борту з зазначеними показниками втрат корисної копалини становить – 540 м, виходячи із цього можна встановити кількісний показник втрат балансових запасів корисної копалини, що позначається на показники повноти вилучення запасів корисної копалини.

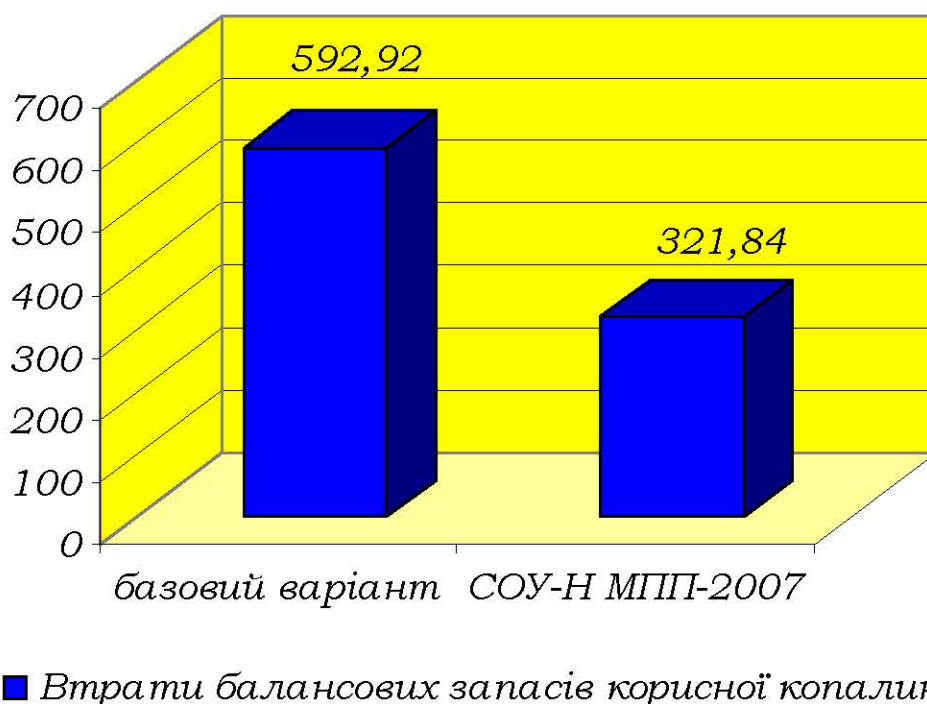


Рис. 3.7 – Втрати балансових запасів корисної копалини (тис.м³)

Виходячи з вищезазначеного, можна зробити висновки:

- результуючий кут погашення борта залежить від безлічі факторів і параметрів погашення окремо взятого уступу та параметрів берм безпеки;
- коефіцієнт стійкості неробочого борта при зменшенні кута погашення кожного окремого уступу та подвоєння уступів при постановці у граничне положення має допустимі показники – 1.95, що перевищує базовий варіант на 12 % та у 2 рази перевищує стійкість окремого уступу;
- повнота виїмки балансових запасів залежить від конструкції та параметрів постановки борта у граничне положення, в наслідок чого зміна кута погашення та параметрів берм безпеки призведе до зменшення втрат балансових запасів на 54 %.

3.8 Економічна оцінка прийнятих рішень

Критерієм порівняння ефективності запропонованих технологічних рішень виступає – повнота виїмки балансових запасів, що відображається на втратах балансових запасів корисної копалини.

Аналізуючи отримані результати (п. 3.7) повнота виїмки балансових запасів залежить від конструкції та параметрів постановки борта у граничне положення що призведе до зменшення втрат балансових запасів на 54 %. В наслідок впровадження запропонованих технологічних рішень втрати зменшаться на 271 тис.м³, що забезпечить термін роботи підприємства на три роки.

Аналізуючи фактичні показники роботи підприємства, повна собівартість отримання збагаченого каоліну складає 2240 грн/т, а вартість продажу становить – 3640 грн.т., аналізуючи данні показники бачимо, що прибуток підприємства складає 1400 грн/т, або 126 млн.грн./рік.

Аналізуючи показники запропонованих технологічних рішень, можна зробити висновок, що впровадження технологічних рішень забезпечать економічний ефект, який перевищить 375 млн.грн.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Охорона праці і техніка безпеки

Для дотримання норм охорони праці і техніки безпеки на підприємстві передбачається виконання таких заходів:

1. Забезпечується устрій огорож навколо бортів кар'єру, уздовж брівок уступів, складів і відвалів на яких ведуться роботи.

2. Всі робітники, що отримують допуск до роботи в кар'єрі, зобов'язані пройти з відривом від виробництва попереднє навчання з охорони праці, техніки безпеки і скласти іспити за затвердженою програмою.

3. У приміщенні нарядної кімнати кар'єра на видних місцях повинні знаходитися плакати і попереджувальні написи з техніки безпеки.

4. Місця в кар'єрі, небезпечні для пересування людей (вхід у в'їзну траншею, склади і відвали, територія вздовж доріг) повинні бути облаштовані попереджувальними плакатами.

5. Відповідальним по технагляду на ділянці робіт механізмів і людей в кар'єрі є майстер, вказівка якого обов'язкова для всіх працюючих. Перед початком роботи зміни він ретельно перевіряє стан робочих місць і лише за відсутності яких-небудь порушень, вимог і норм правил безпеки і охорони праці дозволяє виконання робіт.

6. Для забезпечення стійкості робочих майданчиків необхідно стежити, щоб висота і кут укосів робочих уступів не перевищував розмірів, передбачених проектом. За станом укосів необхідно вести систематичне спостереження. У разі виявлення ознак зрушення порід, тріщин, козирків, всі роботи негайно припиняються і приймаються заходи для усунення деформацій. Особливе спостереження за станом робочих майданчиків проводити у весняно-осінній період.

7. Ширина робочого майданчика на уступах, складах і відвалі повинна забезпечити розміщення гірничого і транспортного устаткування за межами призми обвалення порід.

8. Гірничі і транспортні машини повинні утримуватися в справленому стані і бути забезпечені гальмами, що безвідмовно діють, звуковими сигналами, а також мати огорожі доступних рухомих частин і освітлення.

9. Вживані на механізмах троси різного призначення повинні відповідати паспорту. Підйомні, підтяжні та інші канати підлягають огляду у встановлені терміни.

10. Під час роботи екскаватора люди, (включаючи і обслуговуючий персонал) повинні знаходитися поза зоною руху його ковша. Робота екскаватора над козирком і навісами уступів забороняється. Якщо є загроза обвалення частини робочого майданчика роботи негайно припиняються, а екскаватор відводиться через наявний вільний прохід у безпечне місце. У неробочий час ківш екскаватора повинен бути опущений на землю, кабіна замкнута. При пересуванні екскаватора ківш повинен бути порожнім і повинен знаходитися не вище за 1 м від землі, а стріла екскаватора встановлюється по ходу.

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

Не дозволяється залишати бульдозер з працюючим двигуном без нагляду, ставати на підвісну раму і відвальний пристрій.

При ремонті, огляді, змащуванні і регулюванні, двигун повинен бути зупинений, а відвал опущений.

12. Ширина проїжджої частини дороги, радіуси кривих визначені проектом, і повинні неухильно дотримуватися.

Зимом автодороги повинні бути регулярно очищені від снігу, а на закругленнях і ділянках з ухилом – посипані піском, щебенем або відсівом.

13. Влітку, для боротьби з пилом, внутрішньодільничні дороги повинні бути періодично политі водою.

14. Кабіни автосамоскидів повинні бути обладнані козирками. Якщо такі відсутні, то під час навантаження водій автосамоскида повинен встановити машину так, щоб кабіна знаходилася поза радіусом дії ковша екскаватора, вийти з кабіни і віддалитися в безпечне місце.

До технічного керівництва гірничими роботами на кар'єрі допускаються особи, що мають закінчену вищу і середню гірничотехнічну освіту або прослухали спеціальні курси і мають право відповідального ведення гірничих робіт.

До управління основними машинами і механізмами допускаються особи не молодше 18 років, які мають відповідну кваліфікацію та пройшли медичний огляд. Перед початком роботи з усіма знову прийнятими робочими інженерно-технічний персонал проводить загальний ввідний інструктаж і спеціальний інструктаж на робочому місці. Перед початком роботи та після закінчення 3-х місяців кожен робочий проходить навчання безпечним методам роботи за спеціальною 8-10 годинною програмою з отриманням посвідчення про проходження навчання.

Всі робочі та ІТР кар'єру в обов'язковому порядку повинні щорічно проходити медичний огляд.

У приміщеннях, на робочих місцях і на шляхах пересування людей необхідно вивісити плакати і попереджувальні написи з техніки безпеки.

Забезпечити кар'єр необхідним устаткуванням і медикаментами для надання першої медичної допомоги постраждалим.

4.2 Промислова санітарія

У відповідності до вимог Закону України «Про охорону праці» та НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом» на підприємстві передбачено:

1. Забезпечення кар'єру необхідним медичним устаткуванням і медикаментами першої допомоги постраждалим здійснюється відповідно до існуючих санітарних нормативів.

2. Забезпечення всіх працюючих у кар'єрі питною водою згідно з ДСТУ 7525:2014 та ДСанПіН 2.2.4-171-10

3. Забезпечення спеодягом згідно з ГОСТ 12.4.099, ГОСТ 12.4.100, ГОСТ 27651-88, ГОСТ 27653-88, спецвзуттям згідно з ГОСТ 12.4.162-85, засобами індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.4.013, ГОСТ 12.4.051, ГОСТ 12.4.002, ГОСТ 12.4.010.

4. Зниження запиленості повітря шляхом регулярного поливання вибоїв та кар'єрних доріг. Повітря в робочій зоні кар'єру й вміст у ньому шкідливих речовин повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.007.

Медична допомога працюючим у кар'єрі повинна надаватись медпунктом підприємства, а також медичними установами м. Придніпровськ. Медичні огляди працюючих згідно з наказом № 655 від 29.09.89 р.

Для прийняття їжі та укриття під час негоди використовуються побутові на території проммайданчика приміщення обладнані згідно з ДБН В.2.5-67:2013 та ДБН В.2.2-28:2010. Тут же обладнаний туалет на одне очко, виконаний за типовим проектом.

У будинках і приміщеннях необхідно дотримуватись вимог Правил санітарії та пожежної безпеки приміщень згідно з НАПБ Б.03.002-2007 та ГОСТ 12.2.004. Всі санітарно-побутові приміщення мають стаціонарне опалення, проточно-витяжну вентиляцію, яка забезпечує вміст шкідливих домішок в повітрі цих приміщень в межах, передбачених Держстандартами. Побутові приміщення (типові побутові вагончики), до складу яких входять: гардероби для робочого й верхнього одягу, приміщення для сушіння і знепилення робочого одягу, душові, кип'ятильна станція для питної води, їдальня, приміщення для укриття в негоду, біовбиральні, розташовані на ділянках кар'єру.

4.3 Протипожежні заходи

Протипожежні заходи в кар'єрі полягають у наступному:

1. Всі механізми (індивідуально) комплектуються вогнегасниками вуглекислотними ОУ-5 і порошковими ОП-5, які повинні проходити систематичну перевірку і випробування. На об'єкті всі вогнегасники повинні розміщуватися згідно з ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ.

2. Вогнегасники слід розміщувати в легкодоступних і видних місцях, а також поблизу місць, де найбільш вірогідна поява осередків пожежі. При цьому необхідно забезпечити їх захист від дії сонячних променів і нагрівальних пристроїв, а також хімічно агресивних речовин (середовищ), які можуть негативно відобразитися на їх працездатності. Вогнегасники в місцях розміщення (у будівлях і приміщеннях, біля входів і виходів з них, в коридорах) не повинні створювати перешкод під час евакуації людей. Переносні вогнегасники розміщуються шляхом навішування за допомогою кронштейнів на вертикальні конструкції на висоті не більше 1,5 м від

рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника і на відстані від дверей, достатньою для їх повного відкриття або встановлюються в пожежні шафи пожежних кранів, на пожежні щити або стенди, підставки або спеціальні тумби.

3. Підходи до місць розміщення вогнегасників повинні бути завжди вільні.

Для позначення місця знаходження вогнегасника на об'єктах повинні встановлюватися вказівні знаки згідно з ДСТУ ISO 6309:2007. Знаки розміщують на видних місцях на висоті 2,0-2,5 м від рівня підлоги як усередині, так і ззовні приміщень.

4. Промисловий майданчик комплектується відповідними вогнегасниками, а поряд встановлюються щити з протипожежним інвентарем і ящики з піском.

5. На вказаних щитах, стінах тепляків і біля вогнегасників, на механізмах, навішуються плакати, що інформують, як користуватися вогнегасниками і ін. протипожежним інвентарем.

6. Кожен працівник кар'єру повинен знати способи сповіщення всіх працюючих про пожежу, мати можливість виклику найближчого підрозділу державної пожежної служби (ДСНС).

7. На кар'єрі повинне бути заборонене розведення відкритого вогню поблизу механізмів, тепляка і ін. пожежонебезпечних об'єктів.

8. Зберігання пального, змащувальних і обтиральних матеріалів дозволяється тільки в справних ємкостях, що щільно закриваються.

У разі виникнення пожежі, ліквідація її здійснюється по обов'язковому для кожного підприємства плану ліквідації аварій і пожеж.

4.4 Заходи щодо охорони навколишнього середовища

Умови експлуатації прості і сприятливі для розробки відкритим способом. Робочим проектом розробки та рекультивациі передбачено: повна механізація гірничих робіт, заходи по зменшенню втрат корисної копалини з повним використанням, рекультивациа виробленого простору та прилеглих площ, застосування сучасного обладнання на добувних та розкривних роботах, обладнаного системами пило-очищення, заходи по зменшенню пило-виділення з поверхні доріг, вибоїв та відвалів.

Оцінка екологічних, соціальних і економічних наслідків проводиться з метою запобігання деградації навколишнього середовища, відновлення порушених внаслідок господарської діяльності природних систем, забезпечення еколого-економічної збалансованості майбутнього господарського розвитку, створення сприятливих умов для життя людей, вироблення заходів, понижуючих рівень екологічної небезпеки наміченої діяльності.

При виконанні намічених проектом заходів з охорони повітряного та водного басейнів, виконанні правил безпеки, охорони надр, БНіПів та інших нормативних документів, забезпечується мінімальний вплив гірничих робіт на навколишнє середовище. Це запобігає деградації навколишнього середовища, забезпечує екологічно безпечну господарську діяльність кар'єру, не порушує сприятливі перспективи соціально-економічного розвитку регіону, виключає загрозу для життя та здоров'я населення.

Для контролю за станом повітря на кар'єрі кожного кварталу проводиться відбір проб для аналізу повітря на вміст у ньому шкідливих газів та пилу у відповідності з „Інструкцією по визначенню запиленості та загазованості повітря кар'єрів згідно з вимогами ГОСТ 12.1.005 12.1.007.

Для контролю за станом вихлопних газів, які виділяються при роботі кар'єрних машин з двигунами внутрішнього згорання, кожного місяця проводиться забір проб газу та їх аналіз, а також регулювання двигунів з метою зниження виділення шкідливих газів. Для зменшення забруднення атмосферного повітря шкідливими газами, які виділяються при роботі машин та механізмів з двигунами внутрішнього згорання, передбачено установку на вітчизняних машинах і механізмах нейтралізаторів вихідних газів. Застосування нейтралізаторів зменшує вміст шкідливих компонентів у відпрацьованих газах до нормативних меж. Усі закордонні машини та механізми обладнані спеціальними установками для пиловловлення та газоочищення.

Для запобігання пилоутворення на кар'єрі та на кар'єрних автодорогах передбачено в літній час зволоження кар'єрних та під'їзних доріг та вибоїв.

Обмін повітря в кар'єрі між виїмкою та атмосферою, враховуючи його невелику глибину, природний.

При проведенні вказаних заходів концентрація шкідливих речовин і газів у повітрі на межі санітарної зони та на робочих місцях не перевищить допустимі значення, обумовлені вимогами ГОСТ 12.1.007 та ГОСТ 12.1.005 „Повітря робочої зони” та „Правилами безпеки ...”. Цими вимогами встановлено, що повітря робочої зони повинно містити по об’єму 20% кисню і не більше 0,5% вуглекислого газу, а вміст шкідливих газів та речовин повинен знаходитися у зазначених межах:

- окисли азоту – не більше 0,0001 % або 5 мг/м³;
- окис вуглецю – не більше 0,0017 % або 20 мг/м³;
- сірчистий газ – не більше 0,00086 % або 10 мг/м³;
- вуглеводень – не більше 0,00009 % або 0,2 мг/м³ .

Вміст пилу та шкідливих домішок у повітрі робочої зони кар’єру не повинен перевищувати нормативних значень, передбачених санітарними нормами і „Правилами безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом”. Вміст пилу в повітрі на робочих місцях не повинен перевищувати 6 мг/м³ на розкривних уступах.

Один раз на місяць і після злив проводиться аналіз кар’єрної води на вміст у ній розчинних часток (речовин) та мінеральних часток, вміст яких не повинен перевищувати граничнодопустимих концентрацій (ГДК).

Контроль за виконанням рекультиваційних робіт здійснюється Земельним управлінням району, а також органами Держнагляду.

Контроль за якістю води, яка використовується на господарські й питні потреби, повинен регулярно проводитись місцевими органами санітарного нагляду. Періодичність перевірки визначається при експлуатації кар’єру за місцевими умовами.

При розробці кар’єру не виділяються токсичні речовини, які могли б негативно діяти на землі, розташовані навколо кар’єру.

При експлуатації кар’єру для виключення забруднень поверхні уступів, відвалів, складів, автодоріг ПММ і іншими нафтовміщуючими матеріалами їх зберігання передбачається тільки в ємкостях, що щільно закриваються, відповідно до інструкцій які розробляються на підприємстві.

Передбачається недопущення зливу відпрацьованих масел, нафтопродуктів і ін. матеріалів, що забруднюють поверхню рідин на майданчику кар'єру, автодорогах, складах. Вони збираються тільки в спеціальну тару і утилізуються.

Поточний ремонт екскаватора, бульдозера і автосамоскидів передбачається виконувати тільки на спеціальних майданчиках, обладнаних знезаражувальними засобами, ємкостями для збору відпрацьованих нафтопродуктів, відповідно до розроблених для цих цілей на підприємстві вимог. Миття механізмів передбачається проводити тільки в спеціально відведених місцях.

Ліквідація всіх аварій на екскаваторі, бульдозері і ін. механізмах і об'єктах кар'єру повинна виконуватися за планом, який розробляється відповідно до загального виробничого плану ліквідації аварій.

Важливим заходом охорони навколишнього середовища є рекультивация порушених земель, яка в даному проекті виконується паралельно з іншими процесами відкритих гірничих робіт. Тут необхідно також дотримувати вимоги, які полягають в оцінці приживаності певного виду дерев, чагарників і трав'янистих рослин на рекультивованих землях. Якщо якісь види цих дерев і рослин не приживаються їх слід замінити на інші, стійкіші до таких ґрунтів і умов зростання.

4.4 Охорона надр

Згідно з Кодексом про надра України, надра - це частина земної кори, що розташована під поверхнею суші та дном водоймищ і простягається до глибин, доступних для геологічного вивчення та освоєння. Надра є виключною власністю Українського народу і надаються тільки у користування. Надра належать до невідновлювальних природних ресурсів, тому на сучасному етапі розвитку суспільства охорона надр є одним з пріоритетних напрямів державної політики в сфері надрокористування та видобування корисних копалин. Про це свідчить те, що питання охорони та раціонального використання надр належать до компетенції Кабінету Міністрів України, центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері геологічного вивчення та раціонального використання надр,

центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці, органів влади Автономної Республіки Крим, місцевих органів виконавчої влади та інших державних органів та органів місцевого самоврядування відповідно до законодавства України. В межах своєї компетенції ці органи відповідають за здійснення державного контролю за охороною надр, визначення порядку використання надр та їх охорони, розробки і затвердження відповідних стандартів, норм і правил розроблення, затвердження та виконання програм розвитку мінерально-сировинної бази, раціонального використання та охорони надр.

Надра надаються у користування лише за наявності у користувача спеціального дозволу на користування ділянкою надр. Частина надр, надана користувачам для промислової розробки родовищ корисних копалин обмежується гірничим відводом і засвідчується актом про надання гірничого відводу.

Відповідно до чинного законодавства надрокористувач зобов'язан забезпечувати повноту геологічного вивчення, раціональне, комплексне використання та охорону надр.

Розробка родовищ корисних копалин провадиться згідно з затвердженими проектами та планами робіт, правилами технічної експлуатації та охорони надр.

Основними вимогами в галузі охорони надр є:

- забезпечення повного і комплексного геологічного вивчення надр;
- додержання встановленого законодавством порядку надання надр у користування і недопущення самовільного користування надрами;
- раціональне вилучення і використання запасів корисних копалин і наявних у них компонентів; недопущення шкідливого впливу робіт, пов'язаних з користуванням надрами, на збереження запасів корисних копалин, гірничих виробок і свердловин, що експлуатуються чи законсервовані, а також підземних споруд;
- охорона родовищ корисних копалин від затошлення, обводнення, пожеж та інших факторів, що впливають на якість корисних копалин і промислову цінність родовищ або ускладнюють їх розробку;

- запобігання необґрунтованій та самовільній забудові площ залягання корисних копалин і додержання встановленого законодавством порядку використання цих площ для інших цілей;

- запобігання забрудненню надр при підземному зберіганні нафти, газу та інших речовин і матеріалів, захороненні шкідливих речовин і відходів виробництва, скиданні стічних вод;

- додержання інших вимог, передбачених законодавством про охорону навколишнього природного середовища.

Порушення законодавства про надра тягне за собою дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову і кримінальну відповідальність згідно з законодавством України. Відповідальність за порушення законодавства про надра несуть особи, винні у:

- вибіркового виробленні багатих ділянок родовищ, що призводить до наднормативних втрат запасів корисних копалин;

- наднормативних втратах і погіршенні якості корисних копалин при їх видобуванні;

- пошкодженнях родовищ корисних копалин, які виключають повністю або суттєво обмежують можливість їх подальшої експлуатації;

- невиконанні правил охорони надр та вимог щодо безпеки людей, майна і навколишнього природного середовища від шкідливого впливу робіт, пов'язаних з користуванням надрами;

- невиконанні вимог щодо приведення гірничих виробок і свердловин, які ліквідовано або законсервовано, в стан, який гарантує безпеку людей, а також вимог щодо збереження родовищ, гірничих виробок і свердловин на час консервації.

ВИСНОВКИ

В положеннях програми розвитку мінерально-сировинної бази України написано, що одним із пріоритетних напрямків розвитку гірничої промисловості є: удосконалення технології видобутку сировини з метою зниження втрат корисних копалин у процесі їхнього видобутку.

Конструкції погашення бортів повинні визначати ефективність доробки родовища та безпеки робіт у прибортовій зоні. Граничні кути нахилу бортів і глибина кар'єрів, нерозривно пов'язані з питаннями стійкості бортів кар'єру, а також є найважливішими параметрами, що характеризують техніко-економічні показники роботи кар'єру.

У зв'язку із цим **метою роботи** є – обґрунтування конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти видобутку запасів корисних копалин при постановці борту у граничне положення в умовах розробки кар'єру ділянка «Центральна» родовища первинних каолінів «Біла Балка».

Проведені дослідження дозволили вирішити поставлені в роботі завдання. Основні результати досліджень:

1. Проведено аналіз технології розробки кар'єру «Центральний».

2. Проведено аналіз геомеханік і гірничотехнічних факторів, що визначають умови постановки бортів кар'єру в граничне положення.

3. За допомогою математичного та графічного моделювання по встановленню конструкції стійких бортів у граничному контурі кар'єру з урахуванням повноти виймання запасів корисної копалини родовища «Біла Балка» при доробці кар'єру, отримані результати:

- результуючий кут погашення борта залежить від безлічі факторів і параметрів погашення окремо взятого уступу та параметрів берм безпеки;

- коефіцієнт стійкості неробочого борта при зменшенні кута погашення кожного окремого уступу та подвоєння уступів при постановці у граничне положення має допустимі показники – 1.95, що перевищує базовий варіант на 12 % та у 2 рази перевищує стійкість окремого уступу;

- повнота виймки балансових запасів залежить від конструкції та параметрів постановки борта у граничне положення, в наслідок чого зміна кута погашення та параметрів берм безпеки призведе до зменшення втрат балансових запасів на 54 %.

В наслідок впровадження запропонованих технологічних рішень втрати зменшаться на 271 тис.м³, що збільшить термін роботи підприємства на три роки, а впровадження технологічних рішень забезпечать економічний ефект, який перевищить 375 млн.грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Робочий проект відпрацювання кар'єру «Центральний» родовища первинних каолінів Біла Балка. Загальна пояснювальна записка, графічна частина (розробник ДП «ДонНДГРІ», 2000 рік).
2. Геологічний звіт про дорозвідку у 2001-2004 роках ділянки «Центральна» родовища первинних каолінів Біла Балка.
3. Протокол № 865 ДКЗ України з запасів корисних копалин при Державному комітеті природних ресурсів України від 13.07.2004 р.
4. ТЕО постійних кондицій для підрахунку запасів ділянки «Центральна» родовища Біла Балка.
5. План розвитку гірничих робіт кар'єру «Центральний» родовища первинних каолінів Біла Балка на 2021 рік (текстова та графічна частини)
6. Нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных материалов. – Л.: Из-во по строительству, 1977.–366 с.
7. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007. К.: Міністерство промислової політики України, 2007.
8. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов. ОНТП 18-85. Л.: Министерство промышленности строительных материалов СССР, 1988.
9. Новожилов М.Г. Технология открытой разработки, т. 1, 2. М.,1971.
10. Ржевский В.В. Открытые горные работы. М.: Недра, 1985. – 470с.
11. Мельников Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам. М., Недра, 1982, 414 с.
12. Розробити технологічні основи еколого- й енергозберігаючого виробництва при видобутку твердої нерудної сировини в межах санітарно-захисних зон. (2011). Звіт НДР, 315 с.
13. Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений. Г.Г.Пивняк, И.Л. Гуменик, К.Дребенштедт и др. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2011. – 568с.

14. Розробка технологічних, управлінських рішень, нормативної документації, системи екологічного моніторингу щодо природоохоронної діяльності гірничих підприємств. (2013). Звіт НДР, 368 с.
15. Новожилов М.Г., Тартаковский Б.Н. Новая технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. – К.: Гостехиздат УССР, 1961. – 205 с.
16. Розробка екологобезпечних технологій ведення гірничих робіт з урахуванням потреб в ліквідації та консервації гірничодобувних підприємств. НДР (2016). 301 с.
17. Буянов Ю.Д., Краснопольский А.А. Разработка месторождений нерудных полезных ископаемых. – М.: Недра, 1980.
18. Симоненко, В.И., Черняев, А.В. (2006). К установлению зависимости между параметрами системы разработки при отработке нерудных месторождений с внутренним отвалообразованием. Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова, (62), 93-97.
19. Шлаин Б.И. Разработка месторождений нерудного сырья. – М.: Недра, 1985. – 344 с.
20. Cherniaiev, O. (2017). Technological aspects of formation resistant at-contour and internal dump at development of non-metallic deposits. Zbirnik naukovih prats Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (51), pp. 84-93.
21. Борзунов В.М. Нерудные полезные ископаемые. – М.: Советская энциклопедия, 1974. – т. 17. – 514 с.
22. Symonenko, V.I., Pavlychenko, A.V., Cherniaiev, O.V., & Gritsenko, L.S. (2015). Ecology saving technology of mineral deposit mining in the conditions of the sanitary protection zone. Mining of mineral deposits, 469-476.
23. Справочник по открытым горным работам / К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Виноцкий, Н.Н. Мельников и др. М.: Горное бюро, 1994. - 590 с.
24. Ржевский В.В. Проблемы горной промышленности и комплекса горных наук. М.: МП "Ладья", 1991.-234с.
25. Simonenko, V., Pavlychenko, A., Cherniaiev, O. (2018). Assessment of the ecological efficiency of the open development of non-metallic deposits of useful minerals. *Technology audit and production reserves. Ecology and Environmental Technology*. № (5(3)) (43), 11-17.

26. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых / Новожилов М.Г., Хохряков В.С., Пчелкин Г.Д., Эскин В.С.: Под общей редакцией проф. д-ра техн. наук М.Г. Новожилова. – М.: Недра, 1971. – 552 с.
27. Symonenko, V. Cherniaiev, O., Hrytsenko, L., (2016). Organization of non-metallic deposits development by steep excavation layers. *Mining of Mineral Deposits*, 10 (4), 68-73.
28. Simonenko, V.I., Chernyaev, A.V. and Mostika, A.V. (2007). Systematization of granite and stoneopen-cast for the study of resource-saving technologies for their development. *Zbirnik naukovih prats natsionalnoho hirnychoho universytetu*, vol. 1, no. 27, pp. 47-51.
29. Влияние деятельности геологоразведочной и горнодобывающей промышленности на окружающую среду. К.К. Дребенштедт, В.И. Голик, В.И. Комащенко. ISBN:978-5-98227-737-4.
30. Арсентьев А.И. Определение производительности и границ карьеров. – М.: Недра, 1970. – 320 с.
31. Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений / Г.Г.Пивняк, И.Л. Гуменик, К.Дребенштедт и др. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2011. – 568с.
32. Черняев, О.В. (2017). Технологічні аспекти формування стійких приконтурних та внутрішніх відвалів при розробці нерудних родовищ. *Збірник наукових праць НГУ*. Дніпро: ДВНЗ «НГУ» (51), 84-93.
33. Symonenko, V., Cherniaiev, O. and Hrytsenko, L. (2017). Technological aspects eko- and resource- saving technologies development explored reserves at liquidation non-metallic quarries. *Zbirnik naukovih prats Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (50), pp. 92-100.
34. Medianyuk, V., Cherniaiev, O. (2018). Technological aspects of technogenic disturbance liquidation in the areas of coal-gas deposits development. *Web of Conferences. E3S Web of Conferences forthcoming.USME 2018*.
35. Hill J.H. Geological and Economical estimate of mining projects. Tondon, 1993.
36. Anisimov, O., Symonenko, V., Cherniaiev, O., & Shustov, O. (2018). Formation of safety conditions for development of deposits by open mining. *Web of Conferences. E3S Web of Conferences forthcoming.USME 2018*.

37. Трубецкой К.И. Развитие новых направлений в комплексном освоении недр. М: Недра, 1993.
38. Denyshchenko, O.V., Shyrin, A.L., Rastsvietaiev, V.O., Cherniaiev, O.V. (2018). Forming the structure of automated system to control ground heavy-type ropeways. *Natsional'nyi Hirnychiy Universytet. Naukovyi Visnyk*, (4), 79-85. DOI: 10.29202/nvngu/2018-4/12.
39. Simonenko, V., Pavlychenko, A., Cherniaiev, O. (2018). Assessment of the ecological efficiency of the open development of non-metallic deposits of useful minerals. *Technology audit and production reserves. Ecology and Environmental Technology*. № 5/3(43), 11-17. DOI: 10.15587/2312-8372.2018.145602.
40. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Теорія управління станом гірського масиву». Дніпропетровськ: НГУ, 2010. 46 с.
41. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров: ВНИМИ, 1972. – 164с.
42. Агошкое М.И. Научные основы оценки экономических последствий потерь полезных ископаемых при разработке месторождений. - М.: изд. ИФЗ АН СССР, 1972. - 144с.
43. Курманкожаев А.К. Системно-структурные основы обеспечения полноты извлечения полезных ископаемых: Автореф. . докт. техн. наук. — М., 1991.
44. Научно техническое обоснование нормативных показателей полноты и качества извлечения запасов при добыче // ИГД МЧМ. Свердловск, 1990.
45. Галкин А.М. Опыт отстройки нерабочих бортов / Цветная металлургия. №9.
46. Попов В.Н., Несмеянов Б.В., Попова О.В. Конструкции нерабочих бортов карьеров. М.: НИИ- Природа, 1999. - 144с.
47. Галустьян Э.Л. Конструирование нерабочих бортов глубоких карьеров / Горный журнал. - с.57-59.
48. Демин А.М. Устойчивость открытых горных выработок и отвалов. М.: Недра, 1973.-231с.
49. Ипалаков Т. Т. Исследование устойчивости бортов карьеров различного профиля и разработка инженерных способов их оценки: Дисс. .канд.техн.наук. Усть-Каменогорск, 1980.- 245с.

50. Ильин А.И., Гальперин А.М., Стрельцов В.Н. Управление долговременной устойчивостью откосов на карьерах. М.: Недра, 1985. -248с.
51. Козлов Ю.С. Определение параметров призмы возможного обрушения в откосах уступов, бортах карьеров и отвалах //Физико-технические проблемы разработки полезного ископаемого.
52. Певзнер М.Е. Борьба с деформациями горных пород на карьерах. М.: Недра.
53. Русаков Б.А. Исследование устойчивости многослойных откосов сложного профиля: Дисс. канд. техн. наук.
54. Фисенко Г. Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. Недра, 1965.-390с.
55. Методическое пособие по изучению инженерно-геологических условий месторождений полезных ископаемых, подлежащих разработке открытым способом / ВНИМИ. М., 1965. - 122с.
56. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. – Л.: ВНИМИ, 1972. – 164с.
57. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Теорія управління станом гірського масиву». Дніпропетровськ: НГУ, 2010. 46 с.
58. Методичні рекомендації для студентів спеціальності 184 Гірництво, спеціалізація «Відкрита розробка родовищ». Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, О.В. Ложніков; М-во освіти і науки України, Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2019. 31 с.