

**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 ступеню** \_\_\_\_\_ **бакалавра**  
освітньо-кваліфікаційний рівень (бакалавра, спеціаліста, магістра)

**Студента** \_\_\_\_\_ **Стаднікова Владислава Миколайовича**  
(ПІБ)

**академічної групи** \_\_\_\_\_ **184-20ск-4 ГФ**  
(шифр)

**спеціальності:** \_\_\_\_\_ **184 Гірництво**  
(код і назва спеціальності)

**спеціалізації<sup>1</sup>** \_\_\_\_\_ **«Відкрита розробка родовищ»**

**за освітньо-професійною програмою** \_\_\_\_\_ **«Гірництво»**

**на тему:** \_\_\_\_\_ **«Розробка проекту відпрацювання глибоких горизонтів магнетитової руди кар'єру Полтавського ГЗК»**  
(назва за наказом ректора)

<b>Керівники</b>	<b>Прізвище, ініціали</b>	<b>Оцінка за шкалою</b>		<b>Підпис</b>
		<b>рейтинговою</b>	<b>інституційною</b>	
<b>кваліфікаційної роботи:</b>	<i>Шустов О.О.</i>			
<b>розділів:</b>				
<i>Технологічний</i>	<i>Шустов О.О.</i>			
<i>Кар'єрний транспорт</i>				
<i>Охорона праці</i>				

<b>Рецензент</b>				
------------------	--	--	--	--

<b>Нормоконтролер</b>	<i>Пчолкін Г.Д.</i>			
-----------------------	---------------------	--	--	--

Дніпро  
2023

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

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри

*Відкритих гірничих робіт*

\_\_\_\_\_ *Б.Ю. Собко*  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня** \_\_\_\_\_ *бакалавр*  
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

**Студенту** Стадникову Владиславу Миколайовичу... академічної групи 184-20ск-4 ГФ  
(ПІБ) (шифр)

**спеціальності:** \_\_\_\_\_ *184 Гірництво*

**спеціалізації<sup>1</sup>** \_\_\_\_\_ *«Відкрита розробка родовищ»*

**за освітньо-професійною програмою** \_\_\_\_\_ *«Гірництво»*  
(офіційна назва)

**на тему:** «Розробка проекту відпрацювання глибоких горизонтів магнетитової руди кар'єру Полтавського ГЗК»  
(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

<b>Розділ</b>	<b>Найменування етапів роботи</b>	<b>Термін виконання</b>
<i>Розділ 1</i>	<i>Основна частина</i>	<i>21.05.2023</i>
<i>Розділ 2</i>	<i>Технологічний розділ</i>	<i>28.05.2023</i>
<i>Розділ 3</i>	<i>Кар'єрний транспорт</i>	<i>07.06.2023</i>
<i>Розділ 4</i>	<i>Охорона праці</i>	<i>17.06.2023</i>

**Завдання видано**

\_\_\_\_\_ (підпис)

*О.О. Шустов*  
(прізвище, ініціали)

**Дата видачі:** 02.05.2023 р.

**Термін подання до екзаменаційної комісії** 07.07.2023 р.

**Прийняв до виконання**

\_\_\_\_\_ (підпис)

*В.М. Стадников*  
(прізвище, ініціали)

## **РЕФЕРАТ**

*Пояснювальна записка: 55 с., 1 рис., 16 табл., 4 додатки, 13 джерел.*

*Мета дипломного проекту:* обґрунтувати параметри видобувних робіт на кар'єрі Полтавського ГЗК для нарощування виробничої потужності кар'єру по руді.

*Об'єкт дослідження* – залізорудний кар'єр Полтавського ГЗК.

В *технологічному розділі* описані режим роботи, продуктивність та термін служби кар'єру, технологію і організацію гірничих робіт, наведені відомості про параметри системи розробки, порівняні діюча та запропонована схеми ведення видобувних робіт, виконана економічна оцінка та ефективність прийнятих технологічних рішень, розраховані техніко-економічні показники гірничого підприємства.

У розділі *"Кар'єрний транспорт"* представлена загальна характеристика автомобільного господарства на підприємстві, виконані розрахунки з визначення параметрів траншеї із використанням одноківшевого екскаватора у комплексі з автосамоскидом.

У розділі *"Охорона праці"* наведено відомості про охорону праці на гірничому підприємстві, заходи безпеки при використанні автомобільного транспорту, боротьби з пилом, нормативні положення щодо промсанітарії та пожежної безпеки .

*Ключові слова:* ЗАЛІЗНА РУДА, ВИДОБУВНІ УСТУПИ, ГЛИБОКИЙ КАР'ЄР, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ЕКСКАВАТОР, АВТОСАМОСКІД, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

## ЗМІСТ

Реферат.....	3
Вступ.....	6
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ І ВИХІДНІ ДАНІ.....	8
1.1. Характеристика Горішньо-Плавнинського та Лавриківського родовищ залізистих кварцитів.....	8
1.2. Геологічна будова родовищ, запаси і якість корисної копалини.....	10
1.3. Гідрогеологічні особливості родовищ.....	16
1.4. Сучасний стан ведення гірничих робіт на кар'єрі .....	19
2. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА.....	24
2.1. Відомості про систему розробки, технологію і організацію гірничих робіт...24	
2.2. Режим гірничих робіт, продуктивність і термін служби кар'єру .....	27
2.3. Проектні рішення.....	29
2.3.1. Діюча схема розробки глибинної зони кар'єру .....	29
2.3.1.1. Розрахунок норми виробки екскаватора Hitachi 3600.....	29
2.3.1.2. Розрахунок кількості екскаваторів для навантаження залізистих кварцитів до автосамоскидів.....	31
2.3.2. Запропонована схема розробки видобувних уступів .....	32
2.3.2.1. Розрахунок норми виробки гідравлічного екскаватора Hitachi 5600.....	32
2.3.2.2. Розрахунок кількості екскаваторів для навантаження залізистих кварцитів до автосамоскидів.....	33
2.4. Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень.....	34
2.4.1. Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат відповідно до діючої схеми.....	34
2.4.2. Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат відповідно до запропонованої схеми.....	36
2.4.3. Техніко-економічні показники гірничого підприємства.....	37

	5
3. КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ.....	38
3.1. Загальна характеристика автотранспортного господарства на підприємстві	38
3.2. Розрахунок параметрів траншей при використанні автосамоскидів.....	39
4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	42
4.1. Охорона праці на гірничому підприємстві .....	42
4.2. Вимоги до правил безпеки при роботі автомобільного транспорту.....	44
4.3. Промислова санітарія, протипожежний захист та боротьба з пилом.....	45
Висновки.....	47
Перелік посилань.....	49
Додаток А. Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	52
Додаток Б. Відгук керівників розділів кваліфікаційної роботи.....	53
Додаток В. Зовнішня рецензія.....	54
Додаток Г. Довідка перевірки кваліфікаційної роботи на присутність запозичень.....	55

## Вступ

Історію Полтавського (Дніпровського) гірничо-збагачувального комбінату можна умовно розділити на кілька етапів, кожен з яких мав важливе значення і був напруженим, адже на ньому вирішувалися значні завдання.

Перший етап, який тривав з 1954 по 1961 рік, можна назвати підготовчим. Протягом семи років вчені, після узагальнення результатів багаторічних досліджень, прийшли до висновку про доцільність промислової розробки родовищ Кременчуцької магнітної аномалії [1].

Другий етап історії ГЗК був пов'язаний з будівництвом першої черги, яке завершилося у 1970 році з введенням в експлуатацію першої черги Дніпровського гірничо-збагачувального комбінату. Утім, вже 16 травня 1963 року була відправлена перша партія сирової руди з Камиш-Бурунського ГЗК для проведення промислової проби [1].

Третій етап історії Полтавського (Дніпровського) гірничо-збагачувального комбінату охоплював період з 1971 по 1992 роки. Протягом цього часу було значно розширено та реконструйовано кар'єр, проведено будівництво другої дробильно-збагачувальної фабрики, корпусів сухої магнітної сепарації, фабрик збагачення, а також розширено хвостове господарство та забезпечення оборотною водою [1].

З врахуванням набуття Україною незалежності, переходу промисловості на ринкові відносини та початку приватизації, в 1992 році розпочався четвертий етап історії Полтавського гірничо-збагачувального комбінату. У тому ж році комбінат видав завдання інституту "Укргіпроруда" на виконання проекту відпрацювання родовищ Полтавського гірничо-збагачувального комбінату. В процесі виконання проекту були уточнені такі питання: напрямок та порядок розвитку гірничих робіт до 2010 року та на перспективу, обсяги видобутку руди та розкривних порід, порядок розкриття та відпрацювання нижніх горизонтів, а також розробка нових ділянок кар'єру [1].

Заради отримання конкурентних переваг на внутрішньому та зовнішньому ринках залізорудної сировини, поліпшення матеріального стану та соціальних

умов працівників, керівництво ПрАТ "Полтавський ГЗК" встановило перед колективом наступні завдання [1]:

1. Забезпечити конкурентоспроможність продукції комбінату на світовому ринку залізорудної сировини шляхом впровадження сучасних енергозберігаючих технологій, зниження витрат на виробництво, використання сучасного економічного та високопродуктивного обладнання, а також поліпшення металургійних властивостей залізорудних окатків.

2. Виробити 11,500 млн. тонн залізорудних окатків із руди ПГЗК та ЄГЗК з дотриманням промислової безпеки, охорони здоров'я працівників комбінату та мінімального негативного впливу на навколишнє середовище.

3. Виконати стовідсоткове відвантаження залізорудних окатків в рамках діючих контрактів, які відповідають вимогам замовників.

4. Виробити 11,080 млн. тонн окатків з вмістом Fe 65%.

5. Продовжувати вдосконалення системи управління якістю відповідно до вимог міжнародного стандарту ДСТУ ISO 9001:2015, що сприятиме подальшому просуванню продукції комбінату на світовому ринку та зміцнить довіру споживачів [1].

Одним із важливих питань для забезпечення поставлених задач із розвитку підприємства є підвищення ефективності відпрацювання глибоких горизонтів магнетитової залізорудного кар'єру із застосуванням сучасного виймального і транспортного устаткування

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ І ВИХІДНІ ДАНІ

### 1.1. Характеристика Горішньо-Плавнинського та Лавриківського родовищ залізистих кварцитів

Кар'єр Полтавського гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК) використовує запаси залізистих кварцитів, які знаходяться в Горішньоплавнівському і Лавриківському родовищах. Кар'єр на базі Горішньоплавнівського родовища був побудований в 1970 році і має річну продуктивність 15 мільйонів тонн сирової руди. На рисунку 1.1 наведено ситуаційний план кар'єру Полтавського ГЗК.

Станом на 1 січня 2017 року, гірничі роботи проводилися на 28 горизонтах кар'єру (розкритий горизонт на глибині 307 метрів нижче рівня землі). Кар'єр має довжину 6,0 кілометрів по верхній частині, ширина в південній частині становить 2 кілометри, а в північній - 1,1 кілометри. Глибина кар'єру складає 380 метрів в південній частині і 150 метрів в північній.



Рисунок 1.1 – Ситуаційний план кар'єру Полтавського ГЗК

За технічним проектом, затвердженим у 1979 році, проводилися розширення і реконструкція комбінату зі збільшенням проектних потужностей до 34 мільйонів тонн видобутої сирової руди на рік з використанням Горішньоплавнівського і Лавриківського родовищ. З цієї загальної кількості, 24 мільйони тонн становлять руда  $K_2^2 + K_2^3$ 1, а 10 мільйонів тонн - руда  $K_2^3$ 3. У проекті 1982 року було уточнено, що продуктивність комбінату становитиме 33,95 мільйонів тонн сирової руди на рік.



У 2004 році був здійснений проект під назвою "Відпрацювання родовищ Горішньоплавнівського і Лавриківського Полтавським ГЗК", в рамках якого було заплановано щорічний видобуток руди з кар'єра у розмірі 25 мільйонів тонн, з них 10 мільйонів тонн становитиме руда  $K_2^2 + K_2^3 1$ , а 15 мільйонів тонн - руда  $K_2^3 3$ . Обсяг виїмки порід розкриття в проекті становив 14 мільйонів кубічних метрів.

У 2008 році був виконаний проект "Реконструкція кар'єра Дніпровського рудоуправління з метою збільшення видобутку сирової залізної руди до 32 мільйонів тонн на рік". Згідно з цим проектом, річна продуктивність кар'єра по видобутку руди пачки  $K_2^2 + K_2^3 1$  складатиме 17 мільйонів тонн, а по пачці  $K_2^3 3$  - 15 мільйонів тонн.

У 2010 році було проведено внесення змін до проекту "Реконструкція кар'єра Дніпровського рудоуправління з метою збільшення видобутку сирової залізної руди до 32 млн. тон на рік". Незважаючи на це, річна продуктивність кар'єра залишилася на попередньому рівні. Згідно з проектом, обсяг видобутку руди за пачкою  $K_2^2 + K_2^3 1$  становив 17 млн. тонн, а за пачкою  $K_2^3 3$  - 15 млн. тонн.

Горішньоплавнівське і Лавриківське родовища розташовані в межах Середнього Придніпров'я на території Кременчуцького району Полтавської області України. Ці родовища розташовані на першій надзаплавній терасі річки Дніпро. Територія характеризується злегка горбистим і слабо розчленованим рельєфом, є багато солончаків і заболочених депресій. Лісовий покрив у цьому районі майже відсутній. Клімат помірно-континентальний, з теплим літом і холодною зимою. Температура може коливатися від  $+40^{\circ}\text{C}$  в липні до  $-30^{\circ}\text{C}$  в січні. Глибина промерзання ґрунту становить 0,7-1 метра.

Сумарний річний об'єм опадів у районі становить 450-500 мм. Панівними вітрами є північно-західні, східні і південно-східні напрямки, зазвичай зі швидкістю 5-6 метрів на секунду.

Транспортні умови в районі є сприятливими. Район перетинає мережа автомобільних доріг з твердим покриттям. Полтавський ГЗК зв'язаний з найближчою залізничною станцією Потоки, розташованою на відстані 10-12

кілометрів на північний захід від нього. Річка Дніпро є важливим водним транспортним шляхом.

Паливні ресурси в цьому районі є обмеженими. Основними джерелами палива є вугілля та нафтопродукти, які тут постачаються з інших регіонів. Міста Горішні Плавні та Кременчук мають газифікацію та отримують газ з газопроводу Полтава-Кривий Ріг.

Головними джерелами водопостачання для питного і технічного використання є води, які походять з алювіальних відкладень та річки Дніпро.

Початок геологічного дослідження району Кременчуцької магнітної аномалії припадає на другу половину XIX століття. Відкриття самої аномалії пов'язане з магнітометричними дослідженнями, проведеними у 1926-1928 роках А.А. Строною.

В результаті можна зробити висновок, що на основі залізистих кварцитів з Горішньоплавнівського і Лавриківського родовищ діє Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат. Обидва родовища розробляються в рамках одного кар'єру з щорічною продуктивністю 32 мільйони тонн.

## **1.2. Геологічна будова родовищ, запаси і якість корисної копалини**

Горішньоплавнівське і Лавриківське родовища розташовані в межах Середнього Придніпров'я на території Кременчуцького району Полтавської області України. Площа родовищ складена докембрійськими метаморфічними породами конисько - верховцевської і криворізької серій, що утворюють смугу майже меридіонального простягання, зі сходу і зі заходу обмежену древніми гранітоїдами дніпровського та житомирсько-кіровоградського комплексів.

Головна роль серед розроблюваних порід належить саксаганській світі, з якою пов'язані основні рудоносні товщі. Ця світа ( $K_2$ ) підрозділяється на 5 підсвіт:

- перша сланцева підсвіта -  $K_2^1$ ;
- перша залізиста підсвіта -  $K_2^2$ ;
- друга залізиста підсвіта -  $K_2^3$ ;
- друга сланцева підсвіта -  $K_2^4$ ;

- третя залозиста підсвіта -  $K_2^5$ .

Перша сланцева підсвіта ( $K_2^1$ ) складена різними кварцево-біотит-амфіболовими, кварцево-біотитовими, кварцево-біотит-серіцитовими і кварцево-серіцитовими сланцями. У верхній і рідше в середній частині підсвіти зустрічаються прошарки кварцево-магнетит-куммінгтонітових або кварцево-магнетит-біотитових сланців і зазвичай слабо рудних куммінгтонітових, біотитових або майже безрудних кварцитів. Потужність підсвіти  $K_2^1$  - 100-185 м

Перша залозиста підсвіта ( $K_2^2$ ) залягає згідно на породах підсвіти  $K_2^1$ , перехід від підсвіти до підсвіти поступовий. Підсвіта  $K_2^2$  підрозділяється на 3 пачки - нижню ( $K_2^{21}$ ), середню ( $K_2^{22}$ ) і верхню ( $K_2^{23}$ ).

Нижня пачка  $K_2^{21}$  складена, в основному, червоно-полосатим і тонко-слоїстими магнетитовими кварцитами. Зовні кварцити являють собою тонкозернисті дуже щільні породи, що складаються з рудних темно-сталево-сірих магнетитових, безрудних, більш світлих кварцових і темно-вишнево-сірих кварцових, що містять тонко-дисперсний гематит, прошарку.

Головні породоутворюючі мінерали - кварц (35-60%), магнетит (30-55%) і гематит (2-10%). Часто присутній куммінгтоніт (до 10%), рибекіт (до 6%), біотит і безбарвна слюда (до 10%).

Рудний мінерал - магнетит локалізований, в основному, в рудних прошарках, у вигляді майже суцільних смужчатих концентрацій або зростків розміром від 0,5 до 4,55 мм, а також дрібних і найдрібніших (до 0,5 мм) зерен. Вміст магнетиту в рудних прошарках досягає 70-80%, а іноді 90%.

Нижня пачка витримана повсюдно на обох родовищах. Потужність пачки - 12-35 м.

Середня пачка  $K_2^{22}$  відрізняється переважанням сірополосчатих магнетитових кварцитів. Рідкісні прошарки червонополосчатих магнетитових і сірополосчатих куммінгтоніт-магнетитових кварцитів мають підлегле значення.

Сірополосчаті магнетитові кварцити складаються стально-сірих рудних і світло-сірих кварцових прошарків потужністю 0,5-4,5 мм.

Сірополосчаті залізисті кварцити складаються з кварцу (40-70%), кум-

мінгтоніта (2-5%) в магнетитових різницях і до 45% в куммінгтоніт-магнетитових різницях, магнетит (15-35%), карбонатів (анкеріта або сідеріта - до 10%). Нерідко присутні біотит і безбарвна слюда (до 5-6%) і рибекіт (до 10%).

Магнетит сконцентрований в рудних прошарках (до 80%) в суцільних тонкополосчатих утвореннях потужністю 0,3-0,8 мм, у вигляді дотичних поліедричних зростків до 0,5 мм.

Пачка  $K_2^2$  простежується на обох родовищах потужністю 11-95 м.

Верхня пачка  $K_2^3$  складена, в основному, як і нижня, здебільшого червонополосчатыми магнетитовими і залізолюдко-магнетитовими кварцитами.

Червонополосчаті кварцити пачки  $K_2^3$  мають схожий з пачкою  $K_2^1$  мінералогічний склад, структуру і текстуру. Їх відмінною особливістю є наявність, поряд з тонкодисперсним гематитом, невеликої кількості дрібних яскраво-червоних лусочок слюди.

Рудні прошарки мають складну будову. Складаються вони з тонкополосчатих, майже суцільних концентрацій магнетиту, облямованих дрібними зростками магнетиту і залізної слюди. Зміст магнетиту в рудних прошарках 70-75%, загальний вміст в кварциті - 50-55%. Пачка  $K_2^3$  простежується на обох родовищах і має потужність 7-25 м.

Загальна потужність порід підсвіти  $K_2^2$ - 35-155 м.

Друга залозиста підсвіта ( $K_2^3$ ) - найбільш широко поширена на обох родовищах. Вона поділяється на 4 пачки:

Перша пачка підсвіти  $K_2^3$  ( $K_2^31$ ) складена переважно магнетитовими кварцитами з куммінгтонітом, куммінгтоніт-магнетитовими кварцитами, а також кварцевомагнетит-куммінгтонітовими і кварцевомагнетит-біотитовими сланцями, часто переходять в майже бескварцеві магнетит-куммінгтонітові і магнетит-біотитові сланці.

У зв'язку з присутністю значної кількості сланців, пачка  $K_2^31$  характеризується невитриманою рудоносністю, значно знижується в її нижній частині. Середня потужність пачки - 11 м, коливання - від 0 до 33 м.

Друга пачка підсвіти  $K_2^3$  ( $K_2^32$ ) за своїм складом також досить різноманітна.

Вона представлена куммінгтоніт-магнетитовими кварцитами, що перешаровуються з кварцево-магнетит-куммінгтонітовими і кварцево-магнетит-біотитовими сланцями. Куммінгтоніт-магнетитові кварцити складають середню частину пачки, утворюючи досить витриманий пласт протягом майже всього родовища потужністю 40-60 м. На північ Лавриківського родовища кварцити збіднюється або заміщаються сланцями.

Сланці зосереджені або у вигляді прошарку в кварциті, або у вигляді невитриманих шарів в нижній і верхній частинах пачки.

Потужність пачки коливається від 20 до 150 м.

Третя пачка підсвіти  $K_2^3$  ( $K_2^{33}$ ) становить основну масу куммінгтоніт-магнетитових кварцитів родовища.

Корисна копалина представлена залізистими кварцитами підсвіти  $K_2^2$ , пачок  $K_2^{31}$ ,  $K_2^{32}$  и  $K_2^{33}$ .

За зовнішніми ознаками, макроскопічними даними, хімічним та мінералогічним складом залізисті кварцити представлені 2-ма типами - магнетитовими і куммінгтоніт-магнетитовими. Магнетитові кварцити належать виключно до підсвітів  $K_2^2$ , куммінгтоніт-магнетитові - до підсвітів  $K_2^3$ . Магнетитові кварцити, в свою чергу, поділяються на 2 різновиди – червонополосчаті і сірополосчаті.

Червонополосчаті магнетитові кварцити приурочені в максимальній кількості до нижньої ( $K_2^{21}$ ) і верхньої ( $K_2^{23}$ ) пачок підсвіти  $K_2^2$ . Зовні вони представляють собою зернисті щільні і міцні породи, що складаються з темно-сірих рудних і вишнево-червоних безрудних (переважно кварцових з гематитом) прошарку. Потужність рудних прошарків коливається від 0,5 до 4-5 мм.

Сірополосчаті магнетитові кварцити складають другу пачку ( $K_2^{22}$ ) підсвіти  $K_2^2$ . Для них характерне чергування сталєво-сірих магнетитових і безрудних кварцових прошарків потужністю від 0,4 до 4-5 мм, рідше до 8 мм. У порівнянні з червонополосчатими сірополосчаті кварцити кілька бідніші залізом, більш кременисті і карбонатні.

Запаси Горішньоплавнівського та Лавриківського родовищ на 2017 рік

представлені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Запаси корисних копалин родовищ

Категорії запасів	Горішньоплавнівське			Лавриківське			Горішньоплавнівське і Лавриківське		
	$K_2^{2+}$ $K_2^{31}$	$K_2^{33}$	Всього	$K_2^{2+}$ $K_2^{31}$	$K_2^{33}$	Всього	$K_2^{2+}$ $K_2^{31}$	$K_2^{33}$	Всього
Балансові запаси									
A	5611		5611				5611		5611
B	110333	15783 9	268172	66573	17463	84036	176906	175302	352208
A+B	11594	15783 9	273783	66573	17463	84036	182517	175302	357819
C <sub>1</sub>	578157	26612 6	844283	235086	150646	385732	813243	416772	1230015
A+B+C <sub>1</sub>	694101	42396 5	111806 6	301659	168109	469768	995760	592074	158734
C <sub>2</sub>	48994		48994		12742	12742	48994	12742	61736
Забалансові запаси									
A									
B		19271	19271					19271	19271
A+B		19271	19271					19271	19271
C <sub>1</sub>	19999 8	172573	372571	91807	198602	290409	291805	371175	662980
A+B+C <sub>1</sub>	19999 8	191844	391842	91807	198602	290409	291805	39446	682251

Надалі запаси пачки  $K_2^{33}$  перераховані за результатами її дорозвідки в 1980-82 рр. Запаси всіх покладів залозистих кварцитів Лавриківського родовища перераховані.

Куммінгтоніт-магнетитові кварцити найбільшим розподілом користуються в пачці  $K_2^{33}$ , в меншій мірі - в пачках  $K_2^{31}$  і  $K_2^{32}$ . Макроскопічно вони представляють собою сірі і темно-сірі різнополосчаті породи, досить щільні і міцні. Рудний мінерал-магнетит зосереджений в рудних прошарках, що володіють неоднорідною будовою.

Хімічний склад залізистих кварцитів по різновидам у відсотках наведено в таблиці 1.2.

Вміст шкідливих домішок фосфору і сірки - незначні і не роблять істотного впливу на якість руд.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад залізистих кварцитів

Хімічні компоненти	Куммінгтонит-магнетитові		Магнетитові	
	K <sub>2</sub> <sup>3</sup> Z	K <sub>2</sub> <sup>3</sup> 2	Червоно-полосчаті	Сіро-полосчаті
SiO <sub>2</sub>	54,64	52,39	41,02	43,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,15	1,61	1,05	0,93
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,1	0,02	0,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,12	18,3	33,33	28,81
FeO	17,37	15,29	16,66	17,7
MnO	0,06	0,14	0,07	0,09
CaO	1,46	1,93	1,54	1,73
MgO	3,12	2,54	2,39	2,54
Na <sub>2</sub> O	0,36	0,24	0,18	0,13
K <sub>2</sub> O	0,34	0,51	0,24	0,24
S	0,11	0,13	0,08	0,13
P	0,03	0,015	0,034	0,03
CO <sub>2</sub>	2,98	4,91	2,59	3,48
H <sub>2</sub> O	0,12	0,1	0,1	0,12
n.n.n.	4,06	6,51	2,62	3,93

Основні породоутворюючі мінерали магнетитових кварцитів: кварц, магнетит, карбонат; куммінгтоніт - магнетитових кварцитів: кварц, магнетит, куммінгтоніт, карбонат.

У складі пачки K<sub>2</sub><sup>3</sup>Z виділено IV сорт руд, що відрізняються один від одного по речовому складу, текстурно-структурними особливостями і показниками збагачуваності. При побудові геологічних планів по експлуатаційних горизонтів була проведена геометризація по сортам в плані. Слід зазначити, що вироблене на стадії розвідки виділення сортів в процесі експлуатації постійно коригується. Крім того, списання з балансу залізистих кварцитів IV сорту призвело до появи в товщі кондиційних руд K<sub>2</sub><sup>3</sup>Z значних прошарків і лінз некондиції.

Співвідношення сортів в проектному контурі кар'єра становить:

- I сорт - 10,6%;
- II сорт - 44,7%;
- III сорт - 44,7%.

Зміст компонентів, що визначають якісні характеристики руд -  $Fe_{заг}$  і  $Fe_{магн}$

підраховані за результатами випробування керн розвідувальних свердловин на різних стадіях геологорозвідувальних робіт.

Розрахунок вмістів проведений по горизонтах відпрацювання в межах проектного контуру кар'єра по етапах відпрацювання.

Виходячи з розглянутих вище геології, можна зробити висновок, що на Горішньоплавнівському і Лавриківському родовищах залягає руда таких видів як:  $K_2^1$ ,  $K_2^2$ ,  $K_2^3$ ,  $K_2^4$ ,  $K_2^5$ . Однак корисна копалина представлена залізистими кварцитами пачок  $K_2^2$ ,  $K_2^3$ ,  $K_2^3$  і  $K_2^3$ .

Руда виду  $K_2^2$  ділиться на: нижню пачку  $K_2^2$  потужністю 12-35 м, середню пачку  $K_2^2$  потужністю 11-95 м і верхню пачку  $K_2^2$  потужністю 7-25 м.

У складі пачки  $K_2^2$  виділено 3 сорти руд, що відрізняються один від одного по речовому складу, текстурно-структурними особливостями і показниками збагачуваності.

### 1.3. Гідрогеологічні особливості родовищ

Міцнісні властивості й стійкість порід у бортах кар'єру істотно залежить від ступеня обводненості.

У водонасиченому стані піщано-глинисті породи схильні до, різного роду, деформаціям. Обводнені піски мають добре виражені властивості пливунів. Розкриті кар'єром водоносні піски в підніжжі бортів утворюють язика опливання довжиною 20 - 30 м, що утрудняють роботу транспорту. Такі ділянки в кар'єрі вимагають привантаження гірською масою кристалічних порід.

У межах родовища простежено такі водоносні горизонти:

- в тріщинуватій зоні докембрійських кристалічних порід;
- в пісках і пісковиках бучакського ярусу;
- в алеволітах, пісках і пісковиках харківського ярусу;
- в четвертинних алювіальних пісках і лесовидних суглинках [2].

**Водоносність докембрійських кристалічних порід** визначається ступенем тріщинуватості порід, генезисом тріщин і їх станом. Водоносний комплекс приурочений до осадово-метаморфічних порід



Криворізької серії, а також до оточуючим їх гранітам і мігматитів. Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок перетікання підземних вод палеогенових відкладень (водоносні горизонти бучакської і харківської свит). Розвантаження підземних вод відбувається в кар'єр ПрАТ «Полтавський ГЗК». В межах водоносного горизонту виділяється дві ділянки, одна з яких пов'язана з породами залізорудної свити, а інша включає граніти, мігматити, амфіболіти, сланці. Фільтраційні властивості залізистих кварцитів зменшуються з глибиною від 1,0 м / добу у верхній частині до 0,01 м / добу на глибині. Фільтраційні властивості гранітів, мігматитів, амфіболітів, пісковиків і сланців визначаються глибиною розвитку зони тріщинуватості. За даними відкачок з одиночних свердловин коефіцієнт фільтрації їх змінюється від 0,04 до 0,33 м / добу. Водоносний комплекс напірно-безнапірний. Безнапірний характер водоносний горизонт набуває на ділянках, прилеглих до кар'єру. Збільшення напору підземних вод спостерігається на півночі району у напрямку занурення кристалічного фундаменту, де він досягає 30 м. Регіональний напрямок потоку підземних вод на південь. За хімічним складом води хлоридно-натрієві. Мінералізація вод змінюється від 0,2 до 4,2 г /  $\text{дм}^3$ . За мінералізацією води від помірно прісних до сильно-солонуватих [2].

**Бучакський водоносний горизонт** представлений різнозернистими глинистими пісками. Водоносний горизонт розвинений локально. Його потужність збільшується від центру ділянки, де вона становить від 2-5 м до 30 м на півночі. Водоносний горизонт напірно-безнапірний, величина напору становить 35-50 м і збільшується на північ. Безнапірний характер він набуває поблизу кар'єру. Глибина, на якому встановлюється п'єзометричний рівень, становить 0,98 м біля хвостосховища і збільшується до 40,27 м поблизу кар'єру. Коефіцієнт фільтрації пісків 10 – 13 м / добу. Живлення водоносного горизонту відбувається за межами розглянутого району за рахунок атмосферних опадів і перетікання води з суміжних водоносних горизонтів. За хімічним складом води хлоридні, рідше - гідрокарбонатно- хлоридні. За катіонним складом переважають натрієві і магнієво натрієві води. Мінералізація вод

змінюється від 0,4 до 6,1 г / дм<sup>3</sup>, тобто води за мінералізацією знаходяться в діапазоні від особливо прісних до помірно солонуватих. Відзначається зростання мінералізації з півдня на північ [2].

**Харківський водоносний горизонт** приурочений до кварцево-глауконітовими тріщинуватих пісковиків, дрібнозернистим пісках і має локальне поширення. Водоносний горизонт напірний: покрівля водоносного горизонту залягає на глибині 15-25 м, а рівні підземних вод - на глибині 1,08-15,16 м. Величина напору підземних вод над покрівлею водоносного горизонту становить 6-25 м. Відмітки п'єзометричного рівня змінюються від 52,5 до 67,14 м. У покрівлі водоносного горизонту залягають алеврити або глини. Середні значення коефіцієнтів фільтрації водоносного горизонту змінюються від 0,2 до 5,5 м / добу . За хімічним складом води гідрокарбонатно-хлоридні натрієві. Мінералізація вод змінюється від 0,1 г / дм<sup>3</sup> до 5,6 г / дм<sup>3</sup>, тобто за мінералізацією води знаходяться в інтервалі від особливо прісних до помірно солонуватих . Мінералізація вод збільшується з півдня на північ [2].

**Четвертинний водоносний горизонт** приурочений до дрібнозернистих пілуватих пісків. У межах родовища водоносний горизонт розвинений повсюдно. Потужність його досягає 25 м і зменшується на ділянках, що примикають до кар'єру. Водоносний горизонт залягає на харківських глинах і алевролітах. На невеликих ділянках, де підстилають водотривкі горизонти відсутні, він гідравлічно пов'язаний з харківським водоносним горизонтом. Водоносний горизонт безнапірний. Рівень ґрунтових вод залягає на глибинах від 0,63 м до 10 м. Глибина залягання рівня ґрунтових вод в основному визначається впливом техногенних факторів (розвантаження вод в кар'єр, фільтраційні витoki на проммайданчику , фільтраційні втрати з хвостосховища і т.п.) [2].

Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, фільтраційних втрат з хвостосховища та витоків з водоносних комунікацій, а також збільшення інфільтрації під відвалами і на зрошуваних площах.

Розвантаження ґрунтових вод відбувається в долину р. Дніпро і в кар'єр, в обводнюванні якого він є основним. Найбільш інтенсивне локальне розвантаження ґрунтових вод спостерігається по південно-східному борту кар'єра.

#### **1.4. Сучасний стан ведення гірничих робіт на кар'єрі**

Відповідно до рішень проекту з 2010 року, були внесені наступні зміни до гірничотранспортної схеми кар'єра в порівнянні з проектом з 2008 року:

Змінено порядок розкриття та відпрацювання південної ділянки Лавриківського родовища.

Побудовано та введено в експлуатацію північно-східну залізничну траншею.

Побудовано пункти рудного перевантаження біля ДЗФ (довідково-збагачувальний фабрики).

Розміщено частину розкривних порід у зовнішні відвали на північно-східній ділянці.

Видобуток руди пачки K22 + K231 проводиться на наступних глибинах: +30, +15, -54, 90-138, 174-280, 300, 307 метрів.

Видобуток руди пачки K233 проводиться на наступних глибинах: +15, 0, -15, 30, 66-138, -186-(-230) метрів.

Розробка м'яких покривних порід проводиться на наступних глибинах: +54, +42, +30, +15 метрів.

Розпушування скельної гірської маси в кар'єрі Дніпровського РУ здійснюється за допомогою буро-вибухового методу відповідно до "Типового проекту ведення буро-підривних робіт". Для буріння свердловин використовуються верстати PV 275 НР.

На 1 січня 2017 року протяжність активного фронту гірничих робіт (щомісячна) була наступною:

Видобувні роботи - 2637 метрів, з них 2522 метри з нормальною шириною робочих майданчиків (32,6-60 м) і 115 метрів з ненормальною шириною робочого майданчика (24-32,6 м).

Розкривні роботи - 4889 метрів, з них 4649 метри з нормальною шириною робочих майданчиків (32,6-60 м) і 240 метрів з ненормальною шириною робочого майданчика (24-32,6 м).

При визначенні меж відкритих гірничих робіт пріоритетом є максимально повне вилучення запасів корисних копалин, зокрема залізистих кварцитів.

Запаси Горішньоплавнинського родовища використовуються для розробки на південній ділянці до глибини 700 м (відмітка дна мінус 635 м) і на центральній ділянці до глибини 500 м (відмітка дна мінус 435 м). Розробка Лавриківського родовища (північна ділянка) проводиться відкритим способом до глибини 240 м (відмітка дна мінус 174 м), як і передбачалося в попередніх проектах з 1995, 2004, 2008 і 2010 років, а далі продовжується підземним способом до глибини 400 м.

Параметри нахилів уступів і країв кар'єру відповідають рекомендаціям, наведеним у звітах про науково-дослідну роботу, виконані Інститутом ВІОГЕМ та фірмою НОВОТЕК-2.

Технічні параметри бортів кар'єра, встановлені при проектуванні, наведені у таблиці 1.3.

Основні характеристики кар'єра наведені в таблиці 1.4. У проектний контур включено майже всі запаси Горішньоплавнинського родовища для відпрацювання. Залишаються запаси підсвіти К22 у кількості 9514 тис. т за межами проектного контуру кар'єра. Додатково до видобутку залучається 118143 тис. т руди пачки К233 з вмістом магнію згідно з установленими умовами (вміст заліза 14% у руді пачки К233). Це зумовлено нестачею руди першого і другого сортів пачки К233 для задоволення потреб ДЗФ у виробництві концентрату та виготовленні окатишів з необхідним вмістом заліза загалом.

До 2021 року межі гірничих робіт у кар'єрі не виходили за межі гірничого відводу. Проте, з метою залучення запасів західного борту кар'єра на Горішньоплавнинському родовищі між геологічними профілями III + 100 і XII Полтавським ГЗК, після 2021 року необхідно переглянути кордони гірничого відводу.

Таблиця 1.3 – Параметри елементів бортів кар'єра

Тип порід	Висота уступу, м	Ширина запобіжної берми, м	Інтервали горизонтів, м	Кут укосу уступу, градус	
				Східний і Західний борти кар'єру	Південний борт кар'єру
Ділянки робочих бортів					
Наноси	12	Відповідає ширині робочих майданчиків для відповідного гірського і транспортного устаткування	+66 ÷ +30	35	35
Скельні, вивітрені	15		+30 ÷ мінус 30	45	45
Скельні	12		мінус 30 ÷ мінус 210	45	45
Скельні	10		мінус 210 ÷ мінус 635	45	45
Ділянки бортів у тимчасово неробочому (проміжному) і кінцевому (проектному) положенні					
Наноси	12	15	+66 ÷ +30	35	35
Скельні, вивітрені	15	12	+30 ÷ мінус 30	45	45
Скельні	24	12	мінус 30 ÷ мінус 210	61	51 ÷ 43
Скельні	20	12	мінус 210 ÷ мінус 635	57	45 ÷ 43
	30			–	45 ÷ 43
	30			66	–

Таблиця 1.4 - Проектні показники кар'єра

Основні показники	Величина
Проектна глибина кар'єру, м	700-500-240
Розміри кар'єра в плані:	7055
- по верху: довжина, м	
ширина, м	750-2800
- по низу: довжина, м	5500
ширина, м	60-80
Площа кар'єра по поверхні, га	986,6
Балансові запаси руди на 01.01.2013 р, млн. т	1484,3
Експлуатаційні запаси руди в контурі кар'єра на 01.01.2017 р, всього, млн. т,	1236,2
в тому числі: $K_2^2 + K_2^3 1$ , млн. т	758,8
$K_2^3 3$ , млн. т	477,4
Кількість розкривних порід в контурі кар'єра, млн. м <sup>3</sup>	944,140
Середній коефіцієнт розкриву, м <sup>3</sup> /т	0,76

На Лавриківському родовищі, за межами проектного контуру відкритої розробки (в діапазоні відміток мінус 174 до мінус 335 м), знаходяться запаси підсвіти К22 у кількості 216181 тис. т та пачки К233 у кількості 140451 тис. т. Ці запаси планується відпрацювати способом підземного видобутку.

Для здійснення виймально-навантажувальних робіт у забоях, на перевантажувальних площадках і на відвалах використовуються різні типи екскаваторів, зокрема EX 5600-5, EX 3600-5, PC-4000, PC-3000, ЕКГ-10 та ЕКГ-8І. Додатково на допоміжних роботах використовуються навантажувачі WA-800-3, CAT-988F і DRESSTA 560C.

Для очищення під'їздів до екскаваторів, будівництва та підтримки автомобільних доріг, підготовки земельного покриття для залізничних колій, а також для роботи на перевантажувальних пунктах і автомобільних відвалах використовуються бульдозери, автогрейдери і скрепери.

Існуючий парк основного гірничого обладнання станом на 01.07.2017 р наведено в таблиці 1.5.

Аналізуючи всю цю інформацію, можна зробити висновок, що кар'єрне поле можна умовно поділити на три ділянки: північну, центральну і південну. Запаси Горішньоплавнинського родовища залучаються до розробки на південній і центральній ділянках. Відпрацювання Лавриківського родовища здійснюється на північній ділянці.

У проектний контур відпрацювання включені майже всі запаси Горішньоплавнинського родовища. Проте за межами проектного контуру кар'єра залишилися запаси підсвіти К22 в кількості 9514 тис. т. Додатково, для розробки, використовується руда пачки К233 третього сорту з бортовим вмістом Feмагн 14%. Це необхідно, оскільки обсяг руди пачки К233 першого і другого сортів, який є необхідним для виробництва концентрату і випуску окатишів з потрібним вмістом заліза загального, недостатній.

Таблиця 1.5 - Існуючий парк основного гірничого обладнання

Найменування і марка обладнання	Всього, шт.	В експлуатації				
		до 5 років	6-10 років	11-15 років	16-20 років	більше 20 років
Екскаватори:						
– НІТАСНІ ЕХ-3600-5	1	–		–		–
– РС-3000	3	1	2	–	–	–
– ЭКГ-10	12	2	8	2	–	–
– ЭКГ-8И	11	–	2	–	–	9
– РС-4000	1	1	–	–	–	–
– НІТАСНІ ЕХ-5600Е-6	1	1	–	–	–	–
– НІТАСНІ ЕХ-3600-6	2	1	1	–	–	–
– НІТАСНІ ЕХ-3600Е-6	3	3	–	–	–	–
Разом:	34	9	13	2	–	9
Бурові верстати:						
– РV-275НР	10	9	1	–	–	–
Разом:	10	9	1	–	–	–
Бульдозери:						
– САТ-D9R	5	–	4	1	–	–
– САТ 824Н	4	2	2	–	–	–
– САТ-D9Т	2	1	1	–	–	–
– САТ-D10Т	11	9	2	–	–	–
Разом:	22	12	5	31	–	–

## 2. ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ РОДОВИЩА

### 2.1. Відомості про систему розробки, технологію і організацію гірничих робіт

Відповідно до вимог проекту, висота уступів, що відпрацьовуються, залежить від типу порід. На пухких породах вона становить 12 метрів, на скельних породах до глибини горизонту -30 метрів складає 15 метрів, а після цього знижується до 10 метрів. Для ділянок з глибиною понад горизонт -30 метрів, але не перевищуючи глибину -210 метрів, висота уступів становить 12 метрів на початковому етапі та 10 метрів на наступних етапах. Для ділянок з глибиною понад -210 метрів висота уступів складає 10 метрів.

При забороні експлуатації ділянок бортів, коли вони переходять на тимчасовий (неробочий) контур та при поверненні до проектного контуру, висота уступів повинна відповідати нормативним значенням. При цьому висота вибою не повинна перевищувати 1,5 максимальної висоти, яку може долати екскаватор при видобутку верхнього шару на скельних породах, які були пошкоджені вибухом, а також максимальної висоти, яку може долати екскаватор при видобутку наступних шарів [3].

Відстань між суміжними запобіжними бермами під час погашення уступів і їх постановки в тимчасово неробоче й граничне положення визначається згідно з вимогами Правил охорони праці при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом [4]. Ширина транспортних берм прийнята наступним чином: для автомобільного транспорту вона становить 29,8-37,5 метра, а для залізничного транспорту на одному шляху - 15 метрів.

Кути нахилу постійних бортів кар'єру визначаються з урахуванням прийнятих кутів укосів уступів і наявності запобіжних та транспортних берм. Для лежачого боку кут нахилу становить від 33 до 36 градусів, а для висячого боку - від 34 до 38 градусів.



Верхні горизонти кар'єру розкриваються за допомогою внутрішніх автомобільних траншей [2], а нижні горизонти розкриваються за допомогою тимчасових автомобільних з'їздів.

Плановане подальше розширення й поглиблення кар'єру передбачає будівництво додаткових автомобільних виїзних траншей, без поглиблення існуючих залізничних заїздів.

Враховуючи тип гірничого устаткування, фізико-механічні властивості розроблювальних порід і досвід експлуатації діючого кар'єру, подальша розробка планується з використанням уступів висотою 10 - 15 метрів. З урахуванням вже розкритих горизонтів, були встановлені висоти робочих уступів на наступних рівнях: +54, +42, +30, +15, ±0 метрів, мінус 15, 30, 42 метри і далі через кожні 12 метрів до горизонту мінус 210 метрів. Для ділянок нижче горизонту мінус 210 метрів прийнята висота уступу 10 метрів.

Мінімальна ширина робочих площадок на м'яких породах становить 39 метрів, а на скельних породах - 33 метри. Ширина нормальних робочих площадок складає 60 метрів.

Ширина запобіжних берм встановлена відповідно до правил безпеки [3]. На 12-метрових уступах у м'яких породах ширина запобіжних берм складає 15 метрів через кожні 12 метрів по вертикалі. На 15-метрових уступах, що залишаються при здвоюванні, у скельних вивітрилих породах, ширина запобіжних берм складає 12 метрів через кожні 30 метрів по вертикалі.

При постановці уступів в кінцеве положення утворюється група з чотирьох уступів, де через кожні 10 й 12 метрів по вертикалі залишаються 10-метрові запобіжні площадки. Десять метрів шириною запобіжних площадок залишаються через кожні 40 та 48 метрів по вертикалі для 12-метрових берм очищення [5].

Ширина транспортних берм була встановлена наступним чином:

Для автомобільного транспорту ширина прийнята в діапазоні від 29,8 до 37,5 метрів.

Для залізничного транспорту, при наявності одного шляху, ширина транспортної берми становить 11 метрів, а при двох шляхах - 16 метрів.

Кути нахилу постійних бортів кар'єру визначаються з урахуванням прийнятих кутів укосів уступів та необхідності залишення запобіжних і транспортних берм. Кути нахилу для лежачого боку знаходяться в діапазоні від 30 до 37 градусів, а для висячого боку - від 32 до 39 градусів.

Отже, ширина транспортних берм прийнята наступним чином:

Для автомобільного транспорту - від 29,8 до 37,5 метрів.

Для залізничного транспорту з одним шляхом - 11 метрів, з двома шляхами - 16 метрів. Кути нахилу постійних бортів кар'єру відповідають наступним значенням:

Для лежачого боку - від 30 до 37 градусів.

Для висячого боку - від 32 до 39 градусів.

Виконаємо розрахунок ширини робочої площадки для основного виймально-навантажувального устаткування [6].

Визначаємо ширину західки екскаватора ЕКГ-8І:

$$A = W + (n - 1)a = 6 + (3 - 1)7 = 21, \text{ м}$$

де  $R_{ч.у.}$  - радіус черпання на горизонті установки екскаватора, м;

$W$  – лінія найменшого опору по підшві уступу, м

$$W = (25 - 35)d_c = 28 * 0,250 = 7, \text{ м}$$

де  $d_c$  – діаметр свердловини, м

Ширина робочої площадки:

$$Ш_{р.п.} = A + x + c + T + c + Z, \text{ м}$$

де  $z$  – безпечну відстань,  $c=2$  м;

$T$  – ширина транспортної смуги, при двобічному русі, 20 м;

$x$  – ширина розвалу висадженої гірничої маси;

$Z$  – ширина призми можливого обвалення, м;

Визначаємо ширину призми можливого обвалення.

Проектна ширина:

$$Z = H_y (ctg \alpha_H - ctg \alpha) = 30(0,7002 - 0,5774) = 3,7, \text{ м}$$

Базова ширина:

$$Z = 15(0,7002 - 0,5774) = 3,0, \text{ м}$$

## 2.2. Режим гірничих робіт, продуктивність і термін служби кар'єру

Основним чинником, що впливає на продуктивність видобутку руди в кар'єрі, є ефективна підготовка рудних площ для їх відпрацьовування. Це безпосередньо залежить від інтенсивності розносу бортів кар'єру. Для Полтавського ГЗК існують фактори, що впливають на цю інтенсивність [2]:

Довжина і висота бортів: ці параметри мають велике значення, оскільки вони визначають обсяг гірничої маси, яку необхідно рознести.

Наявність транспортних комунікацій: ефективних транспортних засобів, які забезпечують вивезення гірничої маси з кар'єру, є важливим фактором. Також можлива реконструкція транспортної схеми для збільшення провізної спроможності на майбутній період.

Висота тимчасово неробочих ділянок бортів і наявність робочих площадок на нижніх горизонтах: правильне управління цими параметрами дозволяє ефективно організувати робочий процес та підвищити продуктивність кар'єру.

Розташування інфраструктури: наявність автомобільних доріг, систем водовідведення, енергопостачання, освітлення та інших комунікацій на бортах кар'єру впливає на зручність та ефективність роботи.

Отже, інтенсивність розносу бортів кар'єру і, відповідно, продуктивність видобутку руди залежить від кількох факторів, таких як довжина і висота бортів, транспортні комунікації, наявність робочих площадок та розташування необхідних інфраструктурних об'єктів.

Згідно з поточним станом гірничих робіт та згідно з гірничотехнічними умовами, досягнення продуктивності в видобутку руди на рівні 32 млн. тонн можливо досягти в 2019 році. Використання активного фронту завдовжки 300-400 метрів для видобутку руди обґрунтовується застосуванням технології, яка описана в розділі система розробки. Обсяги видалення розкривних порід визначені з метою забезпечення безпечного проведення гірничих робіт, скорочення затримок у розкриві, інтенсивного видобутку на північному і

південно-західному бортах, а також в центральній частині східного борту, з метою створення стабільних умов для роботи кар'єру [2].

Нарощування видобутку руди й об'єми виїмки розкривних порід по роках наведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Об'єми виїмки руди й розкриву по роках розробки

Показники	Роки						
	2011	2012	2013	2014	2015	2020	2021-2028
Руда на ДЗФ, млн. т	29,9	29,9	29,9	32,0	32,0	32,0	32,0
у т.ч. $\text{ДО}_2^2$ , млн. т	14,9	14,9	14,9	17,0	17,0	17,0	17,0
у т.ч. $\text{ДО}_2^3$ , млн. т	16,9	18,6	21,9	16,1	17,4	17,3	15,5
Руда $\text{ДО}_2^3$ на склад, млн. т	1,9	3,6	6,9	1,1	2,4	2,3	0,5
Виїмка розкриву, млн. м <sup>3</sup>	28,0	33,0	32,2	30,6	30,3	27,0	20,0

Режим роботи кар'єру для видобутку руди і видалення розкривних порід приймається як цілорічний режим, з безперервним робочим тижнем у дві зміни тривалістю по 12 годин. Масові вибухи проводяться один раз на кожних десять днів. Кількість робочих змін для відвантаження гірничої маси з кар'єру становить 690 змін. На бурових роботах також приймається цілорічний режим з безперервним робочим тижнем, що аналогічний режиму на навантажувальних роботах [2]. Організація роботи відвалів здійснюється відповідно до режиму вивезення розкривних порід з кар'єру. Допоміжні цехи і служби працюють у зміну тривалістю 8 годин протягом 24 годин, при наявності 305 робочих днів у році.

Згідно з “Нормами технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки” [3] за гірничотехнічними умовами виробнича потужність кар'єру, що розробляє крутоспадний поклад, визначається по формулі:

$$Q = h_2 \times S \times \gamma \times \frac{1-\beta}{1-\nu} = 10 \times 0,967 \times 3,35 \times \frac{1-0,03}{1-0,03} = 32,4 \text{ млн.т/год},$$

де  $S$  – площа рудного тіла в межах якого відбувається зниження гірничих робіт, млн. м<sup>2</sup>;  $S = 0,967$ ;

$\gamma$  – щільність руди, т/м<sup>3</sup>;  $\gamma = 3,35$ ;

$\beta$  – розмір втрат у частках одиниці;  $\beta = 0,03$ ;

$\nu$  – розмір засмічення в частках одиниці;  $\nu = 0,03$ ;

$h_z$  – можлива швидкість зниження гірничих робіт, м/рік;

$$h_z = \frac{h_y \times \nu_p}{B_p + h_y \times (\text{ctg} \alpha' + \text{ctg} \beta')} = \frac{10 \times 50}{32,6 + (0,125 \times 50) + 10(0,36 + 0,81)} = 9,97 \approx 10 \text{ м}$$

де  $h_y$  – висота уступу, м;

$\nu_p$  – швидкість посування робочого борту по руді, необхідна для забезпечення прийнятої швидкості поглиблення кар'єру, м/рік;

$\alpha'$  – кут укосу робочого уступу, градус;

$\beta'$  – кут напрямку поглиблення кар'єру вкrest простягання, градус.

$B_p$  – ширина робочої площадки по руді;

$$B_p = B_{\min} + \nu_p t_{p.pez},$$

де  $B_{\min}$  – мінімальна ширина робочої площадки, м;

$t_{p.pez}$  – коефіцієнт резерву готових до виїмки запасів руди, рік.

## 2.3. Проектні рішення

### 2.3.1. Діюча схема розробки глибинної зони кар'єру

Існуюча схема ведення видобувних робіт представляє собою комплекс обладнання у складі екскаватора Hitachi EX3600E із навантаженням у автосамоскиди CAT 785C.

#### 2.3.1.1. Розрахунок норми виробки Hitachi EX3600E

Норма виробки екскаватора Hitachi EX3600E при навантаженні висаджених кварцитів у автосамоскиди CAT 785C відповідно до формул 2.1-2.3 і становить [5-9]:

$$Q_{\text{екск}}^{м.р} = \frac{T_{зм} - T_{пз} - T_{оп}}{T_{за} + T_{вн}} V_{\kappa} n_{\kappa} \quad (2.1)$$

де:  $T_{зм} = 720$  хв – тривалість зміни;

$T_{nz} = 40$  хв – час на виконання підготовчо-завершальних операцій;

$T_{on} = 12$  хв – час на особисті потреби;

$T_{en} = 0,7$  хв – час встановлення автосамоскиду під завантаження;

$T_{za}$  – час завантаження одного автосамоскида, хв, що становить:

$$T_{za} = \frac{n}{n_{\text{ц}}} \quad (2.2)$$

де:  $n$  – кількість циклів для завантаження одного автосамоскиду, що відповідає мінімальному цілому значенню і складає:

$$n = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{C_a k_p}{q_k k_n y} \\ \frac{V_a}{q_k k_n} \end{array} \right. \quad (2.3)$$

де  $C_a = 136,00$  т – вантажопідйомність автосамоскида (див. табл. 2.1);

$q_k = 23$  м<sup>3</sup> – об'єм ковша екскаватора, (див. табл. 2.2);

$k_p = 1,5$  – коефіцієнт розпушення породи;

$V_a = 72,00$  м<sup>3</sup> – геометрична ємність автосамоскида, (див. табл. 2.1);

$y = 3,3$  т/м<sup>3</sup> – об'ємна вага залізного кварциту;

$n_{\text{ц}} = 1$  – кількість циклів екскаватора за хвилину, прийнято з урахуванням зносу обладнання.

$k_n = 0,85$  – коефіцієнт наповнення ковша.

Таблиця 2.1 – Технологічні параметри автосамоскида САТ 785С

№ з.п.	Параметри	Од. вим.	САТ 785С
			Значення
1	Вантажність	т	136,0
2	Маса споряджена	т	93,5
3	Геометрична ємність кузова	м <sup>3</sup>	72,0
4	Габаритні розміри:	м	
	довжина		11,02
	ширина		6,79
	висота		5,93
5	Максимальна швидкість руху в навантаженому стані	км/год	25,00

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика екскаватора EX-3600

Глибина копання, м.	8,580
Об'єм ковша, куб. м.	23,0
Максимальна висота вивантаження, мм.	11 590
ГАБАРИТНІ РОЗМІРИ, ММ	
Довжина	22 500
Ширина	9 420
Висота	7 830

$$n = \begin{cases} \frac{136 \cdot 1,5}{23 \cdot 0,85 \cdot 3,3} = 3,16 \\ \frac{74}{23 \cdot 0,85} = 3,78 \end{cases} = 4 \text{ КОВШ.}$$

$$T_{за} = \frac{4}{1} = 4 \text{ хв.}$$

$$Q_{екск.}^{к.к.} = \frac{720 - 40 - 12}{4 + 0,7} \cdot 23 \cdot 0,85 \cdot 4 = 11114,2 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

### 2.3.1.2. Розрахунок кількості екскаваторів для навантаження залізистих кварцитів до автосамоскидів

Кількість екскаваторів, задіяних на навантаженні корисної копалини становить:

$$n_{екск}^{к.к.} = \frac{Q_{зм}^{к.к.}}{Q_{екск} k_m} \quad (2.4)$$

де:  $Q_{зм}^{к.к.} = 25157,5 \text{ м}^3$  – змінна продуктивність кар'єру по корисній копалині;

$k_m = 0,8$  – коефіцієнт технічної готовності.

$$n_{екск}^{к.к.} = \frac{25157,5}{11114,2 \cdot 0,8} = 2,82 = 3 \text{ од.}$$

Кількість екскаваторів EX-3600, необхідна для виконання робіт по навантаженню корисної копалини складає **3** одиниці.

При одночасному використанні на екскаваторних роботах обладнання різних типів, їх кількість корегується технічним керівником в поточному режимі.

### 2.3.2. Запропонована схема розробки видобувних уступів

Запропонована схема ведення видобувних робіт представляє собою комплекс обладнання у складі екскаватора Hitachi EX 5600 із навантаженням у автосамоскиди Hitachi EH3000.

#### 2.3.2.1. Розрахунок норми виробки гідравлічного екскаватора

##### Hitachi EX 5600

Норма виробки екскаватора Hitachi EX 5600 при навантаженні висаджених залізистих кварцитів в автосамоскиди Hitachi EH3000 розраховується відповідно до формул 2.1-2.3.

Кількість циклів для завантаження одного автосамоскиду, що відповідає мінімальному цілому значенню і складає:

$$n = \begin{cases} \frac{156,9 \cdot 1,5}{30 \cdot 0,85 \cdot 3,3} = 2,79 \\ \frac{72,2}{30 \cdot 0,85} = 2,83 \end{cases} = 3 \text{ ковш.}$$

де  $C_a = 156,9$  т – вантажопідйомність автосамоскида (див. табл. 2.3);

$q_k = 30$  м<sup>3</sup> – об'єм ковша екскаватора (див. табл. 2.4);

$k_p = 1,5$  – коефіцієнт розпушення породи;

$V_a = 72,2$  м<sup>3</sup> – геометрична ємність автосамоскида, (див. табл. 2.3);

$\gamma = 3,3$  т/м<sup>3</sup> – об'ємна вага граніту;

$n_y = 1,5$  – кількість циклів екскаватора за хвилину, прийнято з урахуванням зносу обладнання;

$k_n = 0,85$  – коефіцієнт наповнення ковша.



Таблиця 2.3 – Технічна характеристика автосамоскида Hitachi EH3000

№ з.п.	Параметри	Од. вим.	Hitachi EH3000
			Значення
1	Вантажність	т	156,9
2	Маса споряджена	т	101,7
3	Геометрична ємність кузова	м <sup>3</sup>	72,2
4	Габаритні розміри:	м	
	довжина		11,55
	ширина		7,45
	висота		6,29
5	Максимальна швидкість руху в навантаженому стані	км/год	27,00

Таблиця 2.4 – Технічна характеристика екскаватора Hitachi EX 5600

Глибина копання, м.	4,8
Об'єм ковша, куб. м.	30,0
Максимальна висота вивантаження, мм.	13
<b>ГАБАРИТНІ РОЗМІРИ, ММ.</b>	
Довжина	24 100
Ширина	10 080
Висота	8 600

Час завантаження одного автосамоскида (хв.), що становить:

$$T_{за} = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ хв.}$$

Відповідно змінна норма екскаватора Hitachi EX 5600 складе:

$$Q_{екск.}^{к.к.} = \frac{720 - 40 - 12}{2 + 0,7} \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 3 = 18926,6 \text{ м}^3/\text{зм.}$$

### 2.3.2.2. Розрахунок кількості екскаваторів для навантаження залізистих кварцитів до автосамоскидів

Кількість екскаваторів, задіяних на навантаженні корисної копалини становить відповідно до формули 2.4 становить:

$$n_{екск}^{к.к.} = \frac{25157,5}{18926,6 \cdot 0,8} = 1,66 = 2 \text{ од.}$$

де:  $Q_{зм}^{к.к} = 25157,5 \text{ м}^3$  – змінна продуктивність кар'єру по корисній копалині;

$k_m = 0,8$  – коефіцієнт технічної готовності.

Отже, потрібна кількість екскаваторів Hitachi EX 5600 становить **2** одиниці.

При одночасному використанні на екскаваторних роботах обладнання різних типів, їх кількість корегується технічним керівником в поточному режимі.

## **2.4. Економічна оцінка прийнятих технологічних рішень**

Для розрахунку економічної доцільності прийнятих технологічних рішень необхідно визначити собівартість видобування  $1 \text{ м}^3$  корисної копалини за базовим та запропонованим варіантами. Для цього необхідно розрахунки капітальних та експлуатаційних витрат роботи кар'єрних екскаваторів у комплексі із автомобільним транспортом.

### **2.4.1. Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат відповідно до діючої схеми**

Відповідно до діючої схеми видобувних робіт, в якій задіяний екскаватор EX3600, балансова його вартість складає 27784200,0 грн.

Експлуатаційні витрати включають в себе витрати на заробітну плату (основну і додаткову), нарахування на заробітну плату, матеріали, електроенергію, амортизацію та плановий ремонт обладнання. Розрахунок проводиться по формулі [10]:

$$C_{\text{експл.}} = C_m + C_{\text{з.п.}} + C_{\text{нар.}} + C_{\text{э}}^{\text{сбір}} + C_a, \text{ грн} \quad (2.5)$$

де:  $C_m$  – витрати на матеріали, грн/міс;

$C_{\text{з.п.}}$  – витрати на заробітну плату, грн/міс;

$C_{\text{нар.}}$  – нарахування на заробітну плату, грн/міс;

$C_{\text{э}}^{\text{сбір}}$  – витрати на електроенергію, грн/міс;

$C_a$  – амортизаційні відрахування, грн/міс.

Експлуатаційні витрати складаються з наступних показників (табл.2.5-2.7).

Таблиця 2.5 – Розрахунок фонду заробітної плати за діючою схемою

Професія	Оклад. тариф, грн.	Чисельність		Місячний фонд зар. плати, грн.	Премія		Загальний ФЗП за місяць, грн	Загальний ФЗП за рік, грн
		За добу	за списком		%	Сума		
Начальник ділянки	24700	3	3	74100	10	7410	81510	978120
Механік ділянки	21300	3	3	63900	10	6390	70290	843480
Гірничий майстер	20950	3	3	62850	10	6285	69135	829620
Машиніст Hitachi EX3600	19870	3	3	59610	10	5961	65571	786852
РАЗОМ		12	12	260460		26046	286506	<b>3438072</b>

Таблиця 2.6. – Балансова вартість устаткування і амортизаційні відрахування за діючою схемою

Найменування обладнання	Кількість	Балансова вартість одиниці, тис. грн.	Загальна балансова вартість, тис. грн.	Річна норма аморти- зації, %	Сумма аморти-х нарахувань, тис. грн.
Hitachi EX3600	3	27784200	83352600	10	8335260
Разом					8335260

Таблиця 2.7. – Витрата і вартість матеріалів за діючим варіантом

Вид матеріалу	Одиниця виміру	Норма витрат на 1 тис.м <sup>3</sup>	Планована витрата	Ціна одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6
Зуби ковша	шт.	0,05	100,0	7117	711 700,0
Диз. паливо	л.	450	900000,0	54,6	49 140 000,0
Масильні матеріали, масло	л.	15,5	31000,0	74,64	2 313 840,0
Всього					52 165 540,0
Інші матеріали разового використання – 1,5 %					782 483,1
Матеріали тривалого користування – 5 %					2 608 277,0
Невраховані матеріали – 2,5 %					1 304 138,5
Разом					56 860 438,6

## 2.4.2. Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат відповідно до запропонованої схеми

Відповідно до діючої схеми видобувних робіт, в якій задіяний гідравлічний екскаватор Hitachi EX 5600, балансова його вартість складає 25391100,0 грн.

Експлуатаційні витрати [10] включають в себе витрати, що перераховані в пп.2.4.1. Експлуатаційні витрати складаються з наступних показників (табл. 2.8-2.10)

Таблиця 2.8 – Розрахунок фонду заробітної плати за запропонованою схемою

Професія	Оклад. тариф, грн.	Чисельність		Місячний фонд зар. плати, грн.	Премія		Загальний ФЗП за місяць, грн	Загальний ФЗП за рік, грн
		За добу	за списком		%	Сума		
Начальник ділянки	24700	2	2	49400	10	4940	54340	652080
Механік ділянки	21300	2	2	42600	10	4260	46860	562320
Гірничий майстер	20950	2	2	41900	10	4190	46090	553080
Машиніст Hitachi EX3600	19870	2	2	39740	10	3974	43714	524568
РАЗОМ		8	8	173640		17364	191004	<b>2292048</b>

Таблиця 2.9 – Балансова вартість устаткування і амортизаційні відрахування за запропонованою схемою

Найменування обладнання	Кількість	Балансова вартість одиниці, тис. грн.	Загальна балансова вартість, тис. грн.	Річна норма амортизації, %	Сумма амортизаційних відрахувань, тис. грн.
Hitachi EX5600	2	25391100	50782200	10	5078220
Разом					<b>5078220</b>

Таблиця 2.10 – Витрата і вартість матеріалів за запропонованим варіантом

Вид матеріалу	Одиниця виміру	Норма витрат на 1 тис.м <sup>3</sup>	Планована витрата	Ціна одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6
Зуби ковша	шт.	0,04	80,0	6927	554 160,0
Диз. паливо	л.	390	780000,0	54,6	42 588 000,0
Маслильні матеріали, масло	л.	10,4	20800,0	78,64	1 635 712,0
Всього					44 777 872,0
Інші матеріали разового використання – 1,5 %					671 668,1
Матеріали тривалого користування – 5 %					2 238 893,6
Невраховані матеріали – 2,5 %					1 119 446,8
Разом					48 807 880,5

### 2.4.3. Техніко-економічні показники гірничого підприємства

Таблиця 2.11 – Калькуляція питомих витрат на видобувні роботи

Елементи витрат	Сума витрат, грн.		±	%
	Діюча	Запропонована		
Основна заробітна плата:	3438072,0	2292048,0	1146024,0	33,3
Нарахування на заробітну плату 22 %	756375,8	504250,6	252125,3	33,3
Матеріали	56860438,6	48807880,5	8052558,1	14,2
Амортизація	8335260,0	5078220,0	3257040,0	-100,0
Електроенергія	0,0	0,0	0,0	0,0
Витрати на плановий ремонт обладнання	369000,0	298000,0	71000,0	19,2
Разом	69759146,4	56980399,0	12778747,4	18,3
Собівартість, грн/м <sup>3</sup>	<b>175,27</b>	<b>143,17</b>	<b>32,1</b>	<b>18,3</b>

Після проведення техніко-економічних розрахунків виявлено, що порівнюючи два варіанти використання виймально-навантажувального устаткування, використання більш сучасного обладнання є більш вигідним. Ця вигода в основному забезпечується шляхом зменшення витрат на плановий ремонт, амортизацію та заробітну плату. Розрахунки показують, що вартість видобувних робіт знижується на 32,1 грн/м<sup>3</sup>. Це призводить до загальної щорічної економії у таких розмірах:

$$E = 32,1 * 20000000 = 642,0 \text{ млн. грн/рік}$$

### 3. КАР'ЄРНИЙ ТРАНСПОРТ

#### 3.1. Загальна характеристика автотранспортного господарства на підприємстві

Автопарк ПрАТ "Полтавський ГЗК" складається зблизько 30 великовантажних самоскидів, які виробляються компаніями Caterpillar (США) та Hitachi (Японія). Кожен з цих самоскидів має вантажопідйомність до 220 тонн. Щорічно ці автомобілі перевозять приблизно 90 мільйонів тонн гірської маси.

Організація транспортних маршрутів в кар'єрі залежить від технічного проекту розробки родовища корисних копалин. При цьому конструктивні параметри автомобільних доріг, такі як нахил, горизонтальні площадки для зупинок самоскидів тощо, визначаються відповідно до вимог нормативно-правових актів з охорони праці.

Конструктивні параметри автомобільних доріг для технологічних потреб були прийняті з урахуванням наявного автотранспортного парку відповідно до вимог наступних нормативних документів:

СНиП 2.05.07-91 "Промисловий транспорт" - цей нормативний документ встановлює вимоги до організації промислового транспорту, включаючи автомобільні дороги, і надає рекомендації щодо їх конструкції та параметрів.

Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом (НПАОП 0.00-1.24-10) - цей нормативний акт містить вимоги щодо охорони праці під час добування корисних копалин відкритим способом. Він також враховує конструкційні параметри автомобільних доріг і накладає вимоги щодо їх відповідності безпечним стандартам.

"Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки" (СОУ-Н МПП 73.020-078-2: 2008) - цей нормативний документ визначає норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств з відкритим способом розробки, включаючи вимоги до автомобільних доріг, які використовуються для перевезення матеріалів та обладнання.

Враховуючи ці нормативні документи, були встановлені конструктивні параметри технологічних автомобільних доріг, що використовуються на підприємстві.

На технологічних автошляхах, тимчасових з'їздах у кар'єрі та на відвалах було встановлено огорожу з орієнтуючого вала, виготовленого зі скельних порід, щоб забезпечити безпеку руху автотранспортних засобів. Висота вала складає половину діаметра колеса розрахункового автомобіля.

Для очищення поверхні дорожніх покриттів від пилу влітку та восени-весною застосовується полив автодоріг водою за допомогою поливних машин. Вода береться з спеціалізованих майданчиків, розташованих поблизу кар'єру. Для проведення поливу використовується БелАЗ-76473.

### **3.2. Розрахунок параметрів траншеї при використанні автомобільного транспорту**

Для розрахунку параметрів траншеї враховані технічні характеристики екскаватора Hitachi 5600EX з навантаженням до автосамоскидів Hitachi EH3000 (див.табл.2.3-2.4).

#### 3.1. Визначення довжини траншеї [8]

$$L_{\text{тр}} = \frac{1000h_y}{i_a}, \text{ м}$$

$$L_{\text{тр}} = \frac{1000 \cdot 15}{80} = 187,5 \text{ (м)}$$

де  $i_a$  – нахил траншеї при автотранспорті. Приймається рівним 80‰.

#### 3.2. Ширина траншеї низом

$$b_{\text{тр}} = 2R_{\text{ч.у.}}, \text{ м}$$

$$b_{\text{тр}} = 2 \cdot 20,2 = 40,4 \text{ (м)}$$

де  $R_{\text{ч.у.}}$  – радіус черпання екскаватора на горизонті установки

#### 3.3. Ширина траншеї поверху

$$B_{\text{тр}} = b_{\text{тр}} + 2h_y \text{ctg} \alpha_{\text{тр}}, \text{ м}$$

$$B_{\text{тр}} = 40,4 + 2 \cdot 15 \cdot \text{ctg} 60^\circ = 57,7 \text{ (м)}$$

де  $\alpha_{\text{тр}}$  – кут нахилу борту траншеї, град.

### 3.4. Об'єм траншеї

$$V_{\text{тр}} = \frac{1000h_{\text{тр}}^2}{i_{\text{я}}} \left( \frac{b_{\text{тр}}}{2} + \frac{h_{\text{я}}}{3tg\beta_{\text{т}}} \right), \text{ м}^3$$

$$\beta_{\text{т}} = \alpha_{\text{тр}} = 60^\circ$$

$$V_{\text{тр}} = \frac{1000 \cdot 15^2}{80} * \left( \frac{40,4}{2} + \frac{15}{3tg60^\circ} \right) = 64687,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

### 3.5. Час на проведення траншеї

$$t_{\text{тр}} = \frac{V_{\text{тр}} K_p t_{\text{ц}}}{60 T_{\text{зм}} q_{\text{е}} n K_{\text{в}} K_{\text{н}}}, \text{ діб}$$

$$t_{\text{тр}} = \frac{64687,5 * 1,6 * 0,75}{60 * 12 * 30 * 2 * 0,8 * 0,9} = 2,49 \approx 3 \text{ (доби)}$$

де  $K_p$  – коефіцієнт розпушення породи після підривання,  $K_p=1,6-1,7$   
 $t_{\text{ц}}$  – час циклу екскаватора, хв. Приймається більший час циклу, ніж паспортний, враховуючи різні затримки, що виникають із-за кваліфікації машиніста, погодних умов, технічного стану екскаватора, його зношеності.

$T_{\text{зм}}$  – час зміни, год.;  $T_{\text{зм}}=12$  год.

$n$  – кількість змін на добу, од.  $n=2$ .

$K_{\text{в}}$ ,  $K_{\text{н}}$  – коефіцієнти використання часу зміни та наповнення ковша екскаватора відповідно,  $K_{\text{в}}=0,8$ ,  $K_{\text{н}}=0,9$ .

### 3.6. Провізна здатність траншеї

$$M = \frac{1000 T_{\text{зм}} K_{\text{нд}} V_{\text{а}} q_{\text{аф}}}{l_{\text{б}} K_{\text{ррз}}}, \text{ т/зМ}$$

$$M = \frac{1000 * 12 * 0,75 * 27 * 158,8}{50 * 1,4} = 551263 \text{ (т/зМ)}$$

де  $K_{\text{нд}}$  – коефіцієнт нерівномірності руху;

$V_{\text{а}}$  – швидкість руху автосамоскида, км/год;

$l_{\text{б}}$  – інтервал між автосамоскидами, що рухаються, м;

$q_{\text{аф}}$  – фактична вантажопідйомність автосамоскида, т;

$$q_{\text{аф}} = \frac{V_{\text{а}} K_{\text{н}} \gamma}{K_{\text{р}}}, \text{ т}$$

$$q_{\text{аф}} = \frac{72,2 * 1 * 3,3}{1,5} = 158,8 \text{ (т)}$$



де:  $V_a$  – геометрична ємність кузова,  $\text{м}^3$ ;

$K_H$  – коефіцієнт наповнення кузова;

$K_P$  – коефіцієнт розпушення.

3.7. Кількість траншей для забезпечення необхідного вантажопотоку

$$n = \frac{V_{\text{гн}} \gamma}{T_k T_{\text{нМ}}}, \text{ од.}$$

$$n = \frac{459365987 * 3,3}{53,8 * 300 * 2 * 551263} = 1 \text{ (од.)}$$

де  $T_k$  – термін експлуатації кар'єру, роки;

$T$  – число робочих днів на рік,  $T = 300$ ;

$n$  – кількість змін на добу,  $n = 3$ .

3.8. Ширина водозбірника

$$b_B = 2(R_x + c), \text{ м}$$

$$b_B = 2 * (9,35 + 1) = 20,7 \text{ (м)}$$

де  $R_x$  – радіус обертання кузова екскаватора, м;

$c$  – берма безпеки,  $c = 1$  м.

3.9. Об'єм водозбірника

$$V_B = \frac{h_B^2}{t_{\text{г}} \alpha_e} \left( \frac{b_B}{2} + \frac{h_B}{3 t_{\text{г}} \alpha_e} \right), \text{ м}^3$$

$$V_B = \frac{8^2}{t_{\text{г}} 10^\circ} * \left( \frac{20,7}{2} + \frac{8}{3 t_{\text{г}} 10^\circ} \right) = 6315,7 \text{ (м}^3\text{)}$$

де  $h_B$  – глибина водозбірника, м,  $h_B = h_{\text{гус}} + h_n$

$h_{\text{гус}}$  – висота гусениць екскаватора, м;

$h_n$  – глибина черпання екскаватора, м;

$\alpha_e$  – максимальний кут нахилу подолання екскаватором, град.  $\alpha_e = 10-12^\circ$ .

$$h_B = 4 + 4 = 8 \text{ (м)}$$

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Охорона праці на гірничому підприємстві

До керівництва гірничими роботами допускаються особи, що мають профільну вищу освіту та пройшли навчання з питань охорони праці [4, 11-12].

До роботи допускаються особи, які мають відповідну кваліфікацію, пройшли вступний інструктаж та періодичні перевірки знань з питань охорони праці.

До гірничих робіт допускаються особи, що пройшли первинний та періодичні згідно вимог нормативних документів медичні огляди.

Виконання робіт підвищеної небезпеки допускається тільки за наявності дозволу на виконання робіт підвищеної небезпеки.

Експлуатація машин, обладнання та устаткування підвищеної небезпеки допускається тільки за наявності дозволу на їх експлуатацію та наявності технічних оглядів або експертиз згідно вимог чинного законодавства.

Машини, механізми та обладнання іноземного виробництва допускаються до використання тільки за наявності висновку про їх відповідність вимогам з охорони праці та промислової безпеки України.

Навчання з охорони праці на кар'єрі повинно проводитися згідно з Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці НПАОП 0.00-4.12-05.

На підприємстві повинен бути розроблений план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій згідно з «Положенням щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій» НПАОП 0.00-4.33-99.

Нормативні акти з ОП повинні бути опрацьовані і затверджені згідно з «Порядком опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві» НПАОП 0.00-6.03-93.

Перелік робіт підвищеної небезпеки на підприємстві затверджений згідно з «Переліком робіт з підвищеної небезпеки» НПАОП 0.00-8.24-05.

Всі працівники, які приймаються на підприємство, підлягають попередньому медичному огляду, а працюючі безпосередньо на відкритих

гірничих роботах періодичному огляду на предмет їх професійної придатності. Медичний огляд і висновки про стан здоров'я осіб, які приймаються на підприємство, здійснюються у відповідності з діючими нормативними документами.

Особи, які приймаються на гірниче підприємство (в тому числі і на сезонні роботи), повинні пройти, з відривом від виробництва, попереднє навчання з питань охорони праці протягом трьох днів (ті, які працювали на гірничих підприємствах, що ведуть розробку родовищ відкритим способом і робітники, переведені на роботу з іншої професії протягом двох днів). Вони повинні бути навчені правилам надання першої медичної допомоги потерпілим і скласти іспити за затвердженою програмою постійно діючої комісії з питань охорони праці під головуванням директора підприємства або його заступника.

При впровадженні нових технологічних процесів і методів праці, а також при зміні вимог або введенні нових правил, інструкцій з охорони праці всі робітники повинні пройти інструктаж в обсязі і в строки, встановлені директором підприємства [4, 11-12].

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками:

- при ліквідації аварій або стихійного лиха;
- при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюється наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначається залежно від виду робіт, що виконуються.

Забороняється допуск до роботи осіб, які не пройшли попереднє навчання. Повторний інструктаж з охорони праці повинен проводитися не менше двох разів на рік з реєстрацією у спеціальній книзі.

Кожний заново прийнятий робітник після попереднього навчання з охорони праці повинен пройти навчання згідно професії в обсязі і в строки, встановлені програмами та скласти іспит. Осіб, які не пройшли навчання і не склали іспити, забороняється допускати до самостійної роботи. Всім робітникам адміністрація

повинна видати під розписку інструкції з безпечних методів ведення робіт згідно з їх професією.

До керування гірничими та транспортними машинами допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання, склали іспити і отримали посвідчення на право керування відповідною машиною.

Згідно ст.40 Гірничий закон України до технічного керівництва гірничими роботами допускаються фахівці з вищою гірничотехнічною освітою.

Посадові особи, згідно з переліком, затвердженим Держгірпромнаглядом, підприємств, які ведуть розробку кар'єру, зобов'язані не менше одного разу за три роки проходити перевірку знань та складати іспити з охорони праці та інших нормативно-технічних документів.

#### **4.2. Вимоги до правил безпеки при роботі автомобільного транспорту**

**Вимоги з безпеки на автомобільному транспорті.** Кожен водій технологічних транспортних засобів повинен проходити передрейсовий медичний огляд.

Керівництво гірничого підприємства зобов'язане створювати безпечні умови для руху транспортних засобів, забезпечити своєчасний ремонт автомобільних доріг.

Під час навантаження автомобілів екскаваторами необхідно дотримуватись таких умов:

- автомобілі, що чекають на навантаження, необхідно розміщувати за межами радіуса дії екскаваторного ковша і ставити їх під навантаження тільки після відповідного сигналу машиніста екскаватора. Відстань між транспортними засобами, що чекають на навантаження, повинна бути не менше ніж 5 м;

- автомобіль, що перебуває під навантаженням, повинен бути загальмований;

- навантаження в кузов автомобіля необхідно здійснювати тільки збоку або ззаду. Перенесення екскаваторного ковша над кабіною автомобіля або трактора не дозволяється;

- завантаженим автомобілем дозволяється рухатись до пункту розвантаження тільки після відповідного сигналу машиніста екскаватора;

- за відсутності захисного козирка водій автомобіля зобов'язаний вийти під час навантаження з кабіни і перебувати за межами радіуса дії ковша екскаватора;

- у кабінах технологічних автомобілів дозволяється перевозити посадових осіб, в обов'язки яких покладено здійснення контролю за безпечним виконанням робіт, та окремих працівників за наявності в них письмового дозволу та наявності місця в кабіні, передбаченого заводом-виробником.

#### **Заборонено:**

- залишати автомобіль на ухилах і підйомах. У разі зупинки автомобіля на підйомі або ухилі внаслідок технічної несправності водій зобов'язаний вжити заходи, що унеможливають самочинний рух автомобіля: вимкнути двигун, загальмувати машину, підкласти під колеса підпори (башмаки);

- запускати двигун, використовуючи рух автомобіля з ухилу;

- залишати автомобіль з працюючим двигуном;

- здійснювати рух автомобіля з піднятим кузовом;

- виконувати ремонт та розвантаження під ЛЕП та ближче ніж 40 м від них;

- здійснювати рух заднім ходом до місця навантаження (розвантаження) на відстані більше ніж 30 м (за винятком випадків спорудження траншей, автомобільних з'їздів);

- перевозити працівників у кабіні.

### **4.3. Промислова санітарія, протипожежний захист та боротьба з пилом**

Основними джерелами забруднення повітряного басейну під час виробництва гірських робіт вважаються [4, 11-12]:

- масові вибухи в кар'єрі;

- технологічні викиди рудовзбагачувальних фабрик;
- автомобільний транспорт;
- енергетичні установки.

При виборі заходів щодо захисту повітряного басейну від різних джерел забруднення необхідно враховувати такі шкідливі речовини: -

- Масові вибухи: пил, окис вуглецю, двоокис азоту;
- технологічний автотранспорт: пил, оксиди азоту, альдегіди;
- енергетичні установки: пил, сірчистий ангідрид.

Вимоги до технологічних процесів та обладнання.

Щодо умов захисту атмосфери та необхідних заходів, слід приймати відповідно до "Вказівок з проектування заходів для захисту атмосфери від викидів рудників та ГЗК".

До складу служби захисту повітряного басейну та спостереження за станом атмосфери слід передбачати лабораторію, оснащену всіма необхідними приладами та обладнанням.

Усі робітники та службовці повинні пройти інструктаж з промислової санітарії, особистої гігієни та з надання невідкладної допомоги на місці потерпілим при нещасному випадку та ураженні ел.струмом.

Під час кар'єри є пункт першої медичної допомоги. Для доставки потерпілого або раптово хворих на роботу до лікувального закладу є санітарна машина. На підприємстві організовано прання спецодягу не рідше 2-х разів на міс. а також ремонт взуття та спецодягу.

**Протипожежний захист.** Будівництво цехів, складів горючих і легкозаймистих речовин має здійснюватися відповідно до категорії пожежної небезпеки, згідно з класифікацією будівельних норм і правил та чинних положень [13].

Паливно-мастильні та обтиральні матеріали на робочих місцях повинні зберігатися в закритих металевих ємностях у кількості, не вищій за добову потребу в кожному з видів матеріалів. Зберігання легкозаймистих речовин (бензин гас і т.д.) на робочих місцях забороняється. Усі виробничі та підсобні

приміщення, установки, споруд та склади повинні бути забезпечені первинними засобами гасіння пожеж.

Забезпечення пожежної безпеки є складовою частиною виробничої або іншої діяльності посадових осіб, працівників підприємств та підприємців. Це повинно бути відображено у трудових договорах (контрактах) та статутах підприємств.

Керівник підприємства повинен визначити обов'язки посадових осіб (у тому числі заступників керівника) щодо забезпечення пожежної безпеки, призначити відповідальних за пожежну безпеку окремих будівель, споруд, приміщень, діляниць тощо, технологічного та інженерного устаткування, а також за утримання і експлуатацію технічних засобів протипожежного захисту.

Обов'язки щодо забезпечення пожежної безпеки, утримання та експлуатації засобів протипожежного захисту мають бути відображені у відповідних посадових документах (функціональних обов'язках, інструкціях, положеннях тощо).

На кожному підприємстві з урахуванням його пожежної небезпеки наказом (інструкцією) повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим, у тому числі визначені [13]:

можливість паління (місце для куріння), застосування відкритого вогню, побутових нагрівальних приладів;

порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт (у тому числі зварювальних);

правила проїзду та стоянки транспортних засобів;

порядок відключення від мережі електрообладнання у разі пожежі;

порядок огляду й зачинення приміщень після закінчення роботи;

порядок проходження посадовими особами навчання й перевірки знань з питань пожежної безпеки, а також проведення з працівниками протипожежних інструктажів та занять з пожежно-технічного мінімуму з призначенням відповідальних за їх проведення;

порядок організації експлуатації і обслуговування наявних технічних засобів протипожежного захисту (протипожежного водопроводу, насосних станцій, установок пожежної сигналізації, автоматичного пожежогасіння, димовидалення, вогнегасників тощо);

дії працівників у разі виявлення пожежі;

порядок збирання членів добровільної пожежної дружини та відповідальних посадових осіб у разі виникнення пожежі, виклику вночі, у вихідні й святкові дні.

Працівники підприємства мають бути ознайомлені з цими вимогами на інструктажах, під час проходження пожежно-технічного мінімуму тощо, витяги з наказу (інструкції) з основними положеннями слід вивішувати на видних місцях.

### **Боротьба з пилом та шкідливими газами**

Склад атмосфери кар'єрів повинен відповідати встановленим нормативам по вмісту основних складових частин повітря і шкідливих домішок (пилу, газу), з врахуванням діючих норм і стандартів.

Для інтенсифікації природнього повітрообміну в погані провітрюваних і застійних зонах кар'єру повинна організовуватися штучна вентиляція за допомогою вентиляційних установок або інших засобів.

В окремих кар'єрах з особливо тяжким пилогазовим режимом повинна бути організована пиловентиляційна служба.

Для зниження пилоутворення при екскавації гірничої маси в теплі періоди року необхідно проводити систематичне зрошення підірваної гірничої маси водою.

Для зниження пилоутворення на автомобільних шляхах при плюсовій температурі повітря повинно проводитись поливання шляхів водою з застосуванням при необхідності зв'язуючих добавок



## Висновки

В проєкті проведені розрахунки щодо видобувного і транспортного обладнання для гірничих робіт по корисній копалині. Враховуючи план гірничих робіт, геологічні характеристики, режим робіт і інформацію про систему розробки родовища, були обґрунтовані параметри для збільшення виробничої потужності при видобуванні корисної копалини.

В результаті розрахунків були порівняні поточна схема ведення видобувних робіт з запропонованою, встановлені норми продуктивності екскаваторів та їх кількість, необхідна для проведення видобувних робіт.

Встановлено, що поточна схема видобувних робіт з використанням екскаватора Hitachi 3600EX для завантаження автосамоскида CAT 785C, не відповідає поставленій меті збільшення виробничої потужності кар'єру. Тому було прийнято рішення замінити поточний екскаватор на гідравлічний Hitachi 5600EX з об'ємом ковша 30 м<sup>3</sup>, який буде завантажувати більш продуктивні автосамоскиди Hitachi EH3000 з вантажопідйомністю 156,9 тонн.

На основі економічної оцінки прийнятих технологічних рішень були розраховані капітальні та експлуатаційні витрати для двох варіантів видобувних робіт. Ці витрати включають балансову вартість обладнання, амортизаційні відрахування, заробітну плату працівників з урахуванням нарахувань, витрати на паливо і матеріали, а також заплановані витрати на ремонт.

За запропонованою схемою, собівартість видобутку залізної руди становить 143,17 грн/м<sup>3</sup>, що на 18,3% менше, ніж у базовому варіанті. Таким чином, розрахований економічний ефект від впровадження проектного варіанту, враховуючи продуктивність кар'єру на рівні 20 млн. тонн на рік, складає 642,0 млн. грн на рік.

### Перелік посилань

1. Електронний ресурс. <https://www.ferrexpo.ua/about-us/history>. Дата перегляду 15.05.2023.
2. План розвитку гірничих робіт Полтавського ГЗК на 2017 рік. Пояснювальна записка, ПрАТ “ПГЗК”. – 71 с.
3. Правила безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом. – К.: Норматив, 1994. –184 с.
4. Про затвердження Правил охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0356-10#Text>
5. Дриженко, А.Ю. (2014). *Відкриті гірничі роботи*. Дніпро: НГУ, 590 с.
6. Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин : навч. посіб.: у 2-х ч. Ч2. Системи відкритої розробки родовищ / Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, Г.Я. Корсунський, О.В. Ложніков ; М-во освіти і науки України, НТУ «Дніпровська політехніка». – Д. : НГУ, 2020. – 239 с.
7. Собко Б.Ю. Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин. Ч.1. Розкриття родовищ / Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, Г.Я. Корсунський, О.В. Ложніков // Дніпро: Літограф.– 2017. – с.
8. Дриженко А.Ю. Технологія відкритої розробки родовищ корисних копалин. Методичні рекомендації до курсового проекту для студентів денної форми навчання спеціальності 184 Гірництво / А.Ю. Дриженко, О.О. Шустов; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т “Дніпровська політехніка” – Дніпро: НТУ “ДП”, 2019.– 20 с.
9. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 184 Гірництво спеціалізації «Відкрита розробка родовищ» / Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, О.В. Ложніков, О.О. Анісімов; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 22 с.
10. Програма і методичні вказівки з виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090305 "Відкриті гірничі

роботи" /Укл. В.І. Прокопенко, Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, А.Ю. Череп, Т.М. Мормуль. Дніпропетровськ, Національний гірничий університет, 2016. – 19 с.

11.НПАОП 0.00-1.24-10 Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом.

12. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека при надзвичайних ситуаціях» у дипломних проектах студентів за спеціальністю 7.05030101 Розробка родовищ та видобування корисних копалин / Упоряд.: В. І. Голінько, Г. П. Кривцун, В. Г. Марченко. – Д.: НГУ. 2011. – 19

13. Організаційні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ohranatruda.in.ua/pages/5051/>

***Відгук керівника кваліфікаційної роботи***

*студента групи 184-20ск-4 ГФ Стаднікова Владислава Миколайовича  
на тему: «Розробка проекту відпрацювання глибоких горизонтів магнетитової  
руди кар'єру Полтавського ГЗК»*

***Відгук керівників розділів кваліфікаційної роботи***

*студента групи 184-20ск-4 ГФ Стаднікова Владислава Миколайовича*

*на тему: «Розробка проекту відпрацювання глибоких горизонтів магнетитової руди кар'єру Полтавського ГЗК»*

**Зовнішня рецензія**

студента групи 184-20ск-4 ГФ Стаднікова Владислава Миколайовича

на тему: «Розробка проекту відпрацювання глибоких горизонтів магнетитової руди кар'єру Полтавського ГЗК»

Кваліфікаційна робота студента Стаднікова В.М. на здобуття освітньо-професійного рівня “бакалавр” виконана відповідно до методичних рекомендацій, що затверджені на кафедрі відкритих гірничих робіт Національного технічного університету “Дніпровська політехніка”.

*Мета дипломного проекту:* обґрунтувати параметри видобувних робіт на кар'єрі Полтавського ГЗК для нарощування виробничої потужності кар'єру по руді.

*Об'єкт дослідження* – залізорудний кар'єр Полтавського ГЗК.

Зміст і структура роботи узгоджені із поставленою метою, висновки аргументовані, на запозичення зроблені відповідні посилання.

Серед найбільш вагомих результатів проекту слід виділити наступне:

На основі розрахунків встановлено, що діюча схема ведення видобувних робіт з використанням екскаватора Hitachi 3600EX з навантаженням у автосамоскиди Cat785C не відповідає поставленій меті роботи щодо зростання виробничої потужності кар'єру. Тому для вирішення поставленого завдання прийнято рішення замінити діючий екскаватор на гідравлічний Hitachi 5600EX з об'ємом ковша 30 м<sup>3</sup> з навантаженням корисної копалини у більш продуктивніші автосамоскиди Hitachi EH3000 вантажопідйомністю 156,9 т.

На основі економічної оцінки прийнятих технологічних рішень були розраховані капітальні та експлуатаційні витрати за двома варіантами ведення видобувних робіт, до яких відносяться: балансова вартість обладнання, амортизаційні відрахування, заробітна плата працюючих з нарахуваннями, витрати на паливо та матеріали, електроенергію, плановий ремонт. Економічний ефект від впровадження запропонованої схеми склав більш ніж 640 млн.грн/рік.

Враховуючи вищезазначене, вважаю що студент Стадніков В.М. заслуговує на присвоєння йому освітньо-професійного ступеня “бакалавр”. Рекомендується оцінка **добре (82 б.)**

Рецензент, д.т.н., проф.,  
професор кафедри охорони праці  
та цивільної безпеки

Ю.І. Чеберячко

