

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Кафедра \_\_\_\_\_  
(інститут)  
Факультет природничих наук та технологій (заочно)  
(факультет)  
Геології і розвідки родовищ корисних копалин  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

кваліфікаційної роботи ступеня \_\_\_\_\_ магістра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента \_\_\_\_\_ Попкової Ірини Олександрівни  
(ПІБ)

академічної групи \_\_\_\_\_ 103М-21-з  
(шифр)

спеціальності \_\_\_\_\_ 103 Науки про Землю  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою \_\_\_\_\_ «Геологія, гідрогеологія та геофізика»

(офіційна назва)

на тему \_\_\_\_\_ Зниження варіативності та стабілізація якості залізної руди, яка подається на  
збагачувальну фабрику «Полтавського ГЗК»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Ішков В. В.			
розділів:				
Загальний	Ішков В. В.			
Спеціальний	Ішков В. В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Хоменко Н.В.			
----------------	--------------	--	--	--

Дніпро  
2022

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

Геології і розвідки родовищкорисних копалин

(повна назва)

Жильцова І.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« 29 » вересня 2022 року

**ЗАВДАННЯ****на кваліфікаційну роботу****ступеня** магістра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Попкової Ірині Олександрівні академічної групи 103М-21-з  
(прізвище та ініціали) (шифр)спеціальності 103 Науки про Землюза освітньо-професійною програмою «Геологія, гідрогеологія та геофізика»  
(за наявності)на тему Зниження варіативності та стабілізація якості залізної руди, яка подається на  
збагачувальну фабрику «Полтавського ГЗК»затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 28.09.2022 № 1048с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Стисла характеристика геолічної будови району Кременчуцької магнітної анамалії	03.10.22-30.10.22
Спеціальний	Методика досліджень	30.10.22-15.11.22
	Результати досліджень	15.11.22-07.12.22

**Завдання видано**(підпис керівника)Ішков В.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 03.10.2022

Дата подання до екзаменаційної комісії

08.12.2022**Прийнято до виконання**(підпис студента)Попкова І.О.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 71 с., 29 рисунків, 5 додатків, 6 джерел.

ЗАЛІЗНА РУДА, ШИХТУВАННЯ, ВИХІД, ДСТУ, ЯКІСТЬ, СОРТ, УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ РУДИ, РУДОПОТІК, ОПТИМІЗАЦІЯ ЯКОСТІ, ГОРІШНЕ-ПЛАВНИНСЬКЕ, ЛАВРИКІВСЬКЕ, ЄРИСТІВСЬКЕ РОДОВИЩА, БЛОК.

Предмет дослідження – варіативність якості залізної руди.

Об'єкт дослідження – Горішне-Плавнинське, Лавриківське та Єристівське родовища.

Мета роботи – вивчення, аналіз та вдосконалення шихтопідготовки залізної руди.

Методи дослідження – аналіз геологічної будови Горішне-Плавнинського, Лавриківського ( $K_2^2$ ) та Єристівського ( $K_2^5$ ) родовища. Дослідження хімічного і мінерального складу залізної руди пачок  $K_2^2$  і  $K_2^5$ . Вивчення методики відбору проб геологічною службою в кар'єрі. Систематизація фактичних даних методами аналізу просторових даних і статистичними методами.

Результати – після випробувань залізної руди на основі отриманих результатів сформовано основні висновки. Доведено, що якість залізної рудної шихти на відвантажувальних пунктах, яка подана геологічною службою збагачувальному комплексу не завжди відповідає дійсності. Запропоновані варіанти зменшення варіативності.

Сфера застосування – гірничо добувні й гірничо переробні підприємства.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ РАЙОНУ КРЕМЕНЧУЦЬКОЇ МАГНІТНОЇ АНОМАЛІЇ.....	7
1.1 Геологічна характеристика району.....	7
1.2 Геологічна будова родовищ та гірничо-технічні умови їх розробки.....	10
1.3 Гідрогеологічні умови родовища.....	16
1.4 Якість корисних копалин.....	18
1.5 Гідрогеологічна характеристика родовищ .....	20
1.6 Гідрогеологічні спостереження підземних і поверхневих вод.....	23
2 МЕТОДИКА ВІДБОРУ ПРОБ.....	25
2.1 Методика відбору проб геологічною службою в кар'єрі.....	25
2.2 Випробування буро підричних свердловин.....	25
2.3 Геофізичні методи випробування.....	26
2.4 Геологічне випробування.....	27
2.4.1 Хімічне випробування.....	27
2.4.2 Технологічне випробування.....	30
2.5 Квартування проб.....	34
2.6 Документація випробування.....	35
2.7 Обробка і аналіз проб, контроль випробування.....	36
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ, ЯКА ПОДАЄТЬСЯ НА ЗБАГАЧУВАЛЬНУ ФАБРИКУ «ПОЛТАВСЬКОГО ГЗК».....	38
3.1 Аналіз хімічного складу проб відібраних з Горишньо- Плавнинського ( $K_2^2$ ) – проба 1 і Єристівського ( $K_2^5$ ) родовищ – проба 2.....	39
3.2 Мінеральний склад.....	42

3.3 Структурно-текстурні особливості.....	42
3.4 Петрографічна характеристика.....	43
3.5 Актуальність й варіанти зменшення варіативності.....	50
3.6 Розрахунки економічного ефекту .....	60
ВИСНОВКИ.....	62
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	66
Додаток А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи .....	67
Додаток Б Сертифікат учасника міжнародної конференції .....	68
Додаток В Сертифікат учасника міжнародної конференції.....	69
Додаток Г Відгук керівника кваліфікаційної роботи .....	70
Додаток Д Рецензія .....	71

Недруковане  
копіювання 103М-213-1

## ВСТУП

Об'єкт досліджень Приватне Акціонерне Товариство «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат» (далі ПрАТ Полтавський ГЗК), яке здійснює комерційну діяльність, що включає добування сирової руди з кар'єрів Горішне-Плавнинського, Лавриківського та Єристівського родовища, збагачення залізної руди, обгорткування залізородного концентрату і збут окатків, які є кінцевим товарним продуктом.

Предмет дослідження – варіативність якості залізної руди

Мета роботи – полягла вивченні та аналізу залізної руди, яка подається на збагачувальну фабрику «Полтавського ГЗК» з метою зниження її варіативності та стабілізації якості.

Завдання роботи:

- 1) вивчити особливості геологічної будови району досліджень.
- 2) відібрати проби й дослідити хімічний, мінералогічний, петрографічний склад залізною руди та з'ясувати основні причини високої варіативності її якості. Вдосконалити шихтування різних сортів руд.

Методичною основою досліджень був збір, дослідження, аналіз і узагальнення геологічних даних, що характеризують вміст залізної руди у промислових рудних покладах та у шихті.

Можливі сфери застосування роботи: залізородна промисловість, установи і організації геологічного профілю.

# 1 СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ РАЙОНУ КРЕМЕНЧУЦЬКОЇ МАГНІТНОЇ АНОМАЛІЇ

## 1.1 Геологічна характеристика району

Район Кременчуцької магнітної аномалії представлений відкладами докембрійськими метаморфічними та виверженими породами та різноманітними осадовими утвореннями палеозою, мезозою та кайнозою.

Докембрійські породи в районі мають широке розповсюдження. Вони утворюють фундамент району, який перекривається чохлам осадових відкладень потужністю від 0 м в південній його частині і до 650 м – в північній. По долинам річок породи фундаменту виходять на поверхню.

Згідно кореляційно-стратиграфічної схеми, метаморфічні породи докембрію представлені відкладами конської серії архею (AR<sub>kv</sub>) та криворізькою серією протерозою (PR<sub>1kr</sub>), а також породами двох гранітоїдних комплексів – дніпропетровським комплексом архею (AR<sub>2dn</sub>) та криворізьким комплексом нижнього протерозою (PR<sub>1kg</sub>).

В районі Кременчуцької магнітної аномалії вищеназвані відклади виділяються на схід від Криворізько-Кременчуцького розлому.

На захід від Криворізько-Кременчуцького розлому розвинені метаморфічні породи криворізької серії.

Конська серія (AR<sub>kv</sub>) складена асоціацією амфіболових, біотит-амфіболових сланців з підпорядкованим поширенням амфіболітів.

Криворізька серія (PR<sub>1kr</sub>) представлена товщою метаморфічних порід протерозою та діляться на світи (знизу вгору): новокриворізьку, скелеватську, саксаганську та гданцевську. В межах Горішне-Плавнинського родовища криворізька серія представлена породами двох світ: новокриворізької – та саксаганської – PR<sub>1sx</sub>.

Новокриворізька світа PR<sub>1nk</sub> складена в основному амфіболітами та кварцбіотитовими сланцями.

Скелюватська світа PR1sk складена кварцовими метапісковиками, кварц-хлорит-слюдистими сланцями та карбонат-тальковими сланцями. Загальна потужність світи – від 40 до 140 м.

Саксаганська світа PR1sx в повному обсязі відома тільки на Галещинській ділянці. Вона поділяється на 10 підсвіт ( $K_2^1, K_2^2, K_2^3, K_2^4, K_2^5, K_2^6, K_2^7, K_2^8, K_2^9, K_2^{10}$ ).

Нижня підсвіта ( $K_2^1$ ) або перша сланцева підсвіта складена кварц-слюдистими сланцями з прослоями слюдисто-кварцевих пісковиків та силікат-магнетитових кварцитів.

Друга підсвіта ( $K_2^2$ ) або перша (основна) залізна підсвіта є найбільш продуктивною по залізу в межах Кременчуцької магнітної аномалії та складена залізними кварцитами. Потужність підсвіти від 80 до 200 м.

Третя підсвіта ( $K_2^3$ ) саксаганської світи (друга залізна підсвіта), складається з кумінгтоніт-магнетитових кварцитів з прошарками кварц-магнетит-біотитових сланців. Потужність підсвіти від 240 до 500 м.

Четверта підсвіта ( $K_2^4$ ) саксаганської світи (друга сланцева підсвіта) складена кварц-біотитовими, місцями кварц-гранат-біотитовими, а також серицитовими сланцями з прошарками біотитових кварцитів. Потужність підсвіти досягає 300-350 м.

П'ята підсвіта ( $K_2^5$ ) або третя залізна підсвіта, представлена переважно магнетитовими сіросмугастими та червоносмугастими і, в меншій кількості, кумінгтоніт-магнетитовими кварцитами та кварц-магнетит-слюдяними сланцями. Її потужність коливається від 70-80 до 300 м.

Шоста підсвіта ( $K_2^6$ ), третя сланцева підсвіта, складена переважно кварц-слюдяними сланцями з прошарками кварцевих пісковиків. Потужність підсвіти складає приблизно 350 м.

Сьома підсвіта ( $K_2^7$ ), або четверта залізна підсвіта, складена кумінгтоніт-магнетитовими та магнетитовими кварцитами з прошарками кварц-магнетит-слюдяних сланців. Потужність підсвіти 200 м.

Восьма підсвіта ( $K_2^8$ ) – четверта сланцева підсвіта, складена кварц-



слюдяно-філітовидними сланцями. Потужність підсвіти складає 35-100 м.

Дев'ята підсвіта ( $K_2^9$ ) або п'ята залізна підсвіта, складена біотит-магнетитовими та кумінгтоніт-магнетитовими кварцитами з прошарками слюдистих сланців. Її потужність складає – 45-50 м.

Завершує розріз саксаганської світи десята підсвіта ( $K_{210}$ ), або так звана п'ята сланцева підсвіта. Представлена темно-сірими глинистими сланцями. Потужність підсвіти складає від 50 до 200 м.

Загальна потужність саксаганської світи в межах Кременчуцької магнітної аномалії досягає 1200-1500 м.

Гданцевська світа  $PR_{1gd}$  криворізької серії складена переважно слюдистими кварц-польовошпатовими пісковиками з лінзами доломітів. Потужність всієї криворізької серії в районі досягає 1700-2200 м.

Дніпропетровський комплекс  $AR_{2dn}$  та кіровоградський комплекс  $PR_{1kg}$  представлений плагіогранітами та мігматитами. Палеозой в районі представлений відкладами карбона (C) складений алевролітовими глинами, пермськими (P) відкладами, представленими різноманітними кварцевими пісковиками. Потужність палеозойських відкладів досягає 100 м. Мезозой в районі представлений тріасовими (T) відкладами (строкатокольоровими глинами) та юрськими (J) відкладами (безкарбонатними глинами з прошарками пісковиків). Потужність мезозою 190-220 м.

Кайнозой представлений відкладами палеогену (бучацька серія  $P_2b\check{c}$  – кварцеві піски, вугільні глини), київської світи  $P_2kv$  –зеленувато-сірі мергелі та харківської світи  $P_2hr$  – кварц-глауконітові глини.

Четвертинні відклади Q – представлені червоно-бурими суглинками, алювіальними кварцевими пісками, піщанистими суглинками. Потужність суглинків коливається від 4 до 13 м. Місцями серед суглинків зустрічаються прошарки і лінзи сірих або зеленувато-сірих щільних в'язких глин. Потужність четвертинних відкладів змінюється від 1-2 до 21 м.

Загальна потужність осадових відкладів на Кременчуцькій магнітній аномалії змінюється від 1 (на півдні) до 650 м (на півночі).

## 1.2 Геологічна будова родовищ та гірничо-технічні умови їх розробки

На родовищах виділяють три основні рудні поклади, які включають окремі стратиграфічні одиниці:

Поклад №1 – підсвіта  $K_2^2$  і пачка  $K_2^31$ .

Поклад №2 – пачка  $K_2^33$ .

Поклад №3 – пачка  $K_2^5$

Поклад  $K_2^2$  і  $K_2^31$  має плаstopодібну форму. У плані на Горішне-Плавнинському родовищі він у вигляді досить витягнутої підкови облямовує родовище, повністю повторюючи структуру синкліналі. У західній і, особливо, північно-західній частині він зрізаний Головним розломом, у східній частині поклад поширюється через все родовище до північної границі і далі по площі Лавриківського родовища.

Поклад складений магнетитовими кварцитами підсвіти  $K_2^2$  та близькими за якістю кумінгтоніт-магнетитовими кварцитами пачки  $K_2^31$ . В нижній частині вона межує, при поступовому переході, з підсвітою  $K_2^1$ , складеною, переважно, кварц-слюдистими сланцями, у покрівлі - по контакті пачки  $K_2^31$  з пачкою  $K_2^32$

Залізорудна підсвіта  $K_2^2$  складається із трьох пачок:  $K_2^21$  (нижньої),  $K_2^22$  (середньої),  $K_2^23$  (верхньої). Перша й остання пачки представлені червоносмугастими магнетитовими кварцитами, середня, також як і пачка  $K_2^31$  – кумінгтоніт-магнетитовими кварцитами. Поклад №1 є найбільш значною рудоносною товщею родовищ.

Довжина покладу в плані по осі родовища – 7 635 м. Середня потужність по Горішне-Плавнинському родовищу коливається від 86 до 185 м, по Лавриківському – від 41 до 113 м та складає в середньому 150 та 83 м відповідно.

Поклад  $K_2^33$  складає центральну частину Горішне-Плавнинської синкліналі. На півдні поклад має форму правильної синклінальної складки, що на північ переходить в круто падаючу монокліналь. Східною межею покладу слугує

контакт з пачкою  $K_2^{32}$ , західна межа-більш складна, проходить вздовж згідного контакту з пачкою  $K_2^{34}$  або має тектонічний характер, де амфібол-магнетитові кварцити пачки  $K_2^{33}$  безпосередньо межують із кварц-біотитовими сланцями підсвити  $K_2^4$ .

Довжина покладу 7 300 м, потужність – від 75 до 340 м, в середньому складає 150 м. По Лавриківському родовищу середня потужність складає 41 м.

Враховуючи гірничо-геологічні умови залягання корисної копалини, відпрацювання родовища проводиться відкритим способом.

В інженерно-геологічному розрізі вище описуваних родовищ перешаровуються пухкі та скельні породи.

Залістні кварцити та вміщуючі їх породи обох родовищ близькі по фізико-механічним властивостям, стійкістю і міцністю.

Кристалічні породи під пухкими покладами вивітрілі та тріщинуваті. Потужність зони тріщинуватості від 1 до 80 м (з глибиною вона затухає).

Скельні породи в зонах розломів схильні до вивітрювання на велику глибину, схильні до обвалів і характеризуються зниженою міцністю. Це суттєво впливає на стійкість відкосів на таких ділянках.

Характеристики міцності та стійкості порід в бортах кар'єру значно залежить від ступеня обводнення.

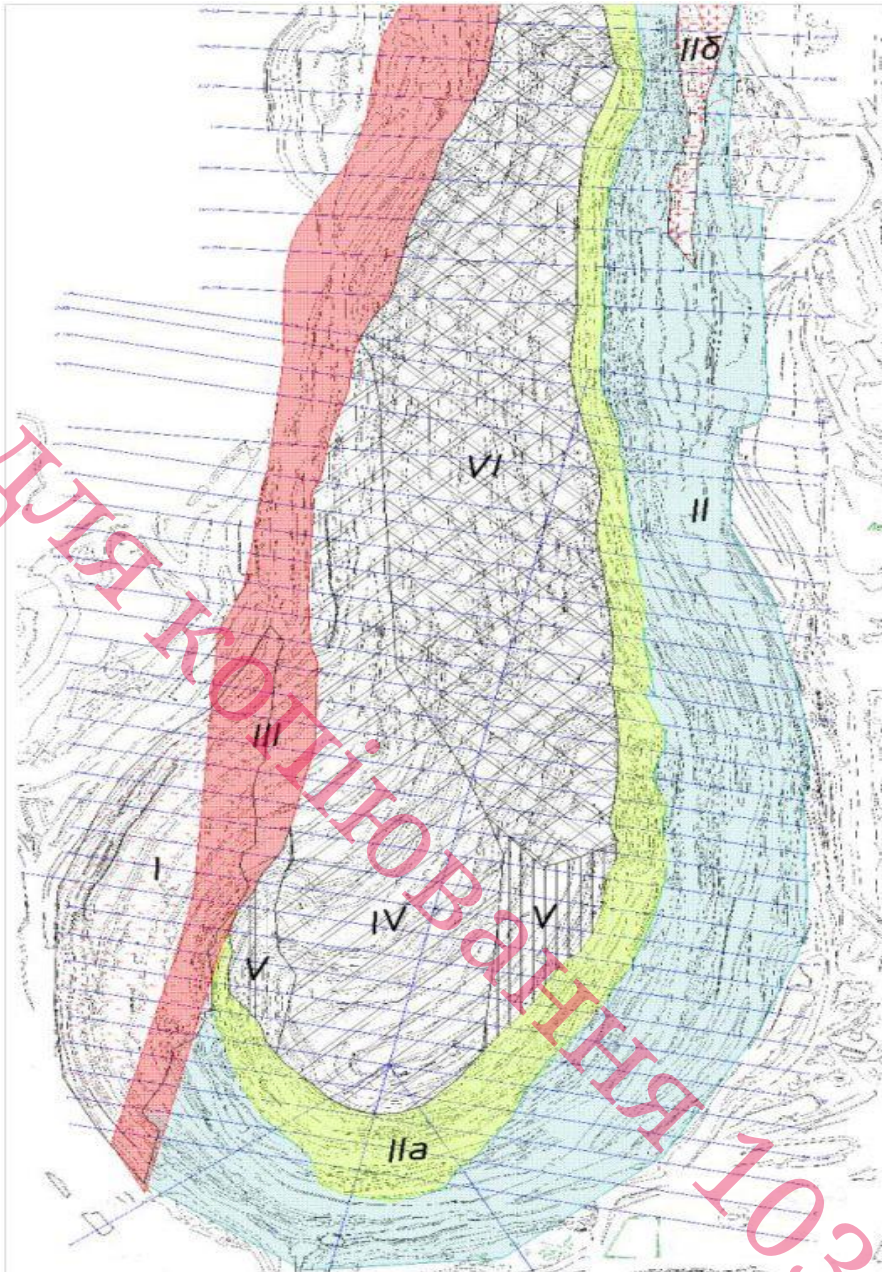
В водонасиченому стані піщано-глинисті породи схильні до деформацій різного роду. Обводнені піски мають добре виражені властивості пливунів. Розкриті кар'єром водоносні піски біля підніжжя бортів утворюють язики опливання довжиною 20 – 30 м, що утрудняють роботу транспорту. Такі ділянки в кар'єрі вимагають пригрузки гірничою масою кристалічних порід (рисунок 1.1, рисунок 1.2).





Рисунок 1.1 - Горішне-Плавнинського та Лавриківського родовище





Умовні позначення:





-  Інфузивні утворення кіровоградського комплексу (PR1kg)
-  Амфіболіти Конкської серії ARkv
-  Перша сланцева підсвіта (K21)
-  Масив Дніпровських гранітів

Рисунок 1.2 - Геологічна карта Горішне-Плавнинського та Лавриківського родовища

Поклад  $K_2^5$  приурочений до східного крила Кременчуцького синклінорію. На півночі по профілю 18 воно межує з Білановським родовищем, на півдні по профілю 53 – з Лавриківським.

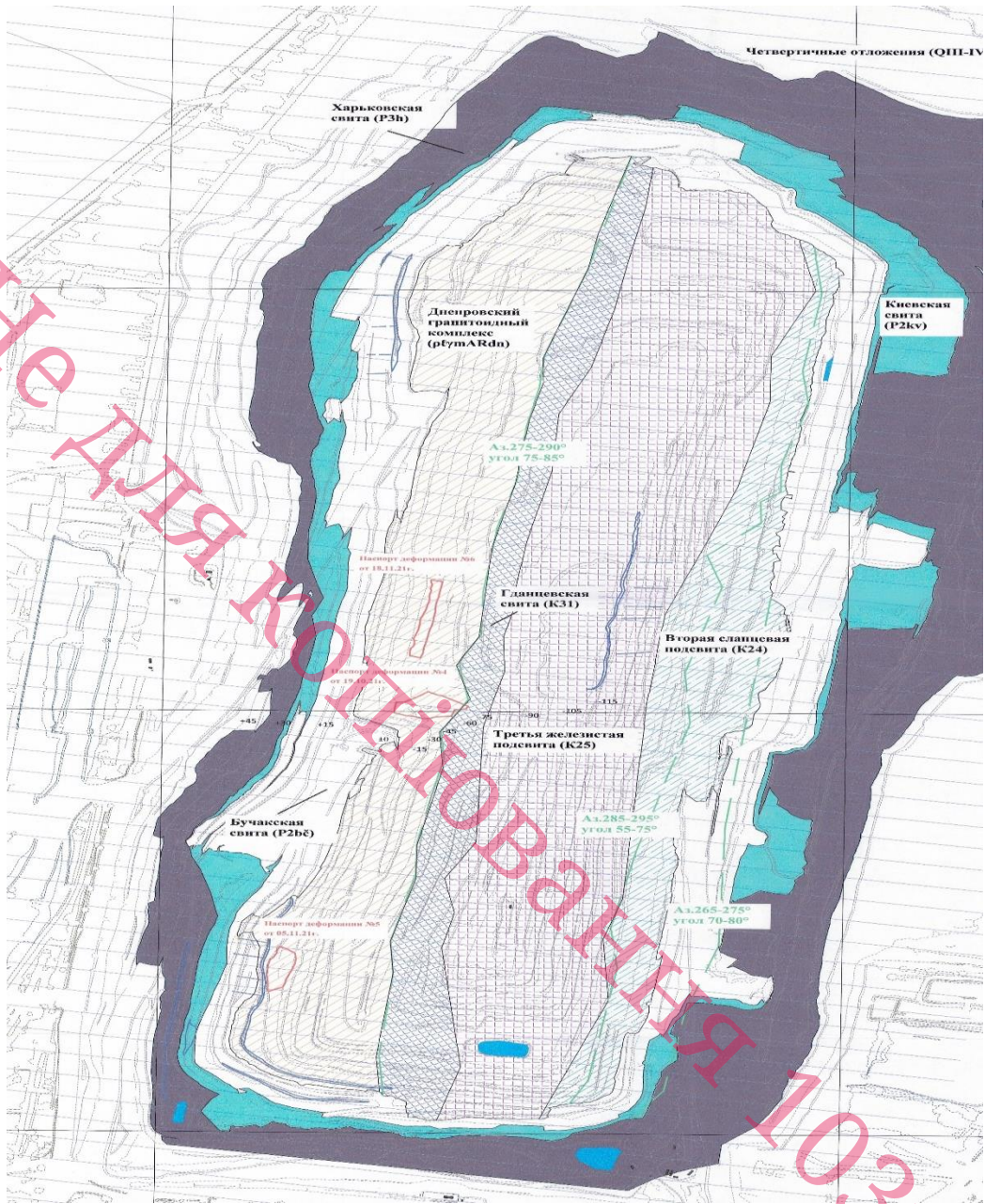
Протяжність Єристівського родовища 4800 м при ширині рудоносної зони на верхніх горизонтах: від 470 м на півдні до 200 м на півночі.

Геологічний розріз родовища представлений стратифікованими, ультраметаморфічними та інтрузивними докембрійськими утвореннями, які перекриті суцільним чохлам кайнозойських відкладів. Рудні поклади вузькою смугою витягнуті у субмеридіональному напрямку. Структура родовища ускладнена крупними розривними порушеннями субмеридіонального простягання з падінням на захід під кутами від 75 до 85°, зокрема, у західній частині родовища простежується Головний (Кременчуцько – Криворізький) розлом, на схід від нього і майже паралельно до нього – Єристівський розлом. (рисунок 1.3, рисунок 1.4).



Рисунок 1.3 - Єристівське родовище





Умовні позначення

- Ділянки деформації
- Водовідливні канали
- - - Просочування води у схилах
- - - Разлом

Рисунок 1.4 - Геологічна карта Єристівського родовища

### 1.3 Гідрогеологічні умови родовища

Гідрогеологічні умови вище згадуваного району зумовлюються, в основному, особливостями його геологічної будови, тектонікою і фізико-геологічними умовами. У відповідності до геологічної будови в межах родовища виділяють водоносні горизонти у четвертинних, харківських, бучацьких відкладах і у тріщинуватій зоні кристалічних порід.

У непорушеному режимі (до відпрацювання кар'єром та впродовж перших років розробки) рух підземних вод здійснювався з північного сходу на південний захід, у напрямку р. Дніпро. При розробці ділянки кар'єром природний режим водоносних горизонтів був порушений. З півночі та сходу підземні води дренуються безпосередньо в кар'єр.

В районі хвостосховища яке створює умови цьому ґрунтовому потоку, останній розтікається в східному та в західному напрямках. На території прилеглої до хвостосховища, рівні залягають на глибині менше 3м. Таким чином ця територія знаходиться у підтопленному стані.

У досліджуваному районі водне середовище зазнає значне техногенне навантаження, основними діючими факторами якого є:

1. Систематичний водовідлив з кар'єру Полтавського ГЗК.
2. Фільтраційні витоки з хвостосховища.
3. Перерозподіл поверхневого стоку.
4. Втрати води у технологічному циклі (проммайданчик);
5. Перерозподіл підземного стоку (експлуатація дренажного каналу навколо хвостосховища).
6. Перерозподіл стоку на ділянках, зайнятих під відвали.
7. Збільшення інфільтраційного живлення ґрунтових вод на ділянках поливу (садові ділянки, поливне землеробство).
8. Підпір потоку підземних вод хвостосховищем.

Техногенні фактори знаходяться в складних відносинах з природними.

Підземні води чинять суттєвий вплив на стійкість укосів, сформованих



нескельними породами, особливо в умовах суттєвого виклинювання води на борт кар'єру. Несприятливі умови для збереження стійкості укосів створюються на ділянках, на яких уклони потоку підземних вод перевищують критичні значення. Суттєві ускладнення у процесі здійснення гірничих робіт можуть складати значні водопріпливи на одиницю довжини укосу борту кар'єру.

За категорією складності гідрогеологічних умов Горішне-Плавнинське та Лавриківське родовища відносяться до III категорії і причетні до дислокаційного комплексу порід (нижній структурний ярус), в кривлі яких залягають перешаровані, нестійкі, обводнені піщано-глинисті відклади (верхній структурний ярус).

Очікувані притоки у кар'єр визначені за формулою:

$$Q_2 = Q_1 \times \sqrt[n]{\frac{S_2}{S_1}} \cdot \sqrt{\frac{F_2}{F_1}},$$

де  $Q_2$  – очікуваний приток у проектний кар'єр, м<sup>3</sup>/год;

$Q_1$  – фактичний приток в існуючий кар'єр, м<sup>3</sup>/год;

$F_2$  – площа кар'єру на кінець відпрацювання, км<sup>2</sup>;

$F_1$  – площа діючого кар'єру, км<sup>2</sup>;

$S_2$  – проектоване зниження рівня підземних вод, м;

$S_1$  – фактичне зниження рівня підземних вод, м;

$n$  – емпіричний коефіцієнт (1÷2).

Фактичний середній приток в кар'єр складає 1800 м<sup>3</sup>/год з урахуванням притоку за рахунок атмосферних опадів. Приток за рахунок атмосферних опадів складає:

$$Q_{\text{атм}} = \frac{F_1 \cdot q}{365 \cdot 24}$$

де  $q$  – середньорічна кількість опадів,  $q=500$  мм=0,5 м;

## 1.4 Якість корисних копалин

На Горішне-Плавнинсько-Лавриківській ділянці надр (Горішне-Плавнинське та Лавриківське родовища) корисна копалина представлена залізистими кварцитами підсвіти  $K_2^2$ , пачок  $K_2^{31}$  та  $K_2^{33}$ . Залізисті кварцити представлені двома типами – магнетитовими та кумінгтоніт-магнетитовими. Магнетитові кварцити відносяться виключно до підсвіти  $K_2^2$ , кумінгтоніто-магнетитові – до підсвіти  $K_2^3$ .

Магнетитові кварцити підрозділяються на два різновиди – червоносмугасті та сіро-смугасті.

Червоносмугасті магнетитові кварцити приурочені в максимальній кількості до нижньої ( $K_2^{21}$ ) та верхньої ( $K_2^{23}$ ) пачки підсвіти  $K_2^2$ . Зовнішньо вони представляють собою тонкозернисті, щільні та міцні породи. Вони найбільш багаті залізом, вміст заліза від 35,9 до 37,3%. Вони відносяться до легко збагачуваних, вміст заліза в концентраті складає 66 - 68% (при подрібненні 92% класу 0,044 мм).

Сіросмугасті магнетитові кварцити складають середню пачку  $K_2^{22}$  підсвіти  $K_2^2$ . У порівнянні з червоносмугастими сіросмугасті кварцити кілька бідніші залізом, більш кремністі та карбонатні. Середній склад загального заліза 34,4-35,7%, магнетитового 26,6 - 28%, вміст заліза в концентраті складає 63-65%.

Кумінгтоніт-магнетитові кварцити найбільш поширені в пачці  $K_2^{33}$  та менш в пачках  $K_2^{31}$  та  $K_2^{32}$ . Вони представляють собою сірі та темно-сірі різносмугасті породи, достатньо щільні та міцні.

Кумінгтоніт-магнетитові кварцити пачки  $K_2^{33}$  підсвіти  $K_2^3$  більш бідні залізом та віжко збагачувальні. Вміст заліза загального складає 26-28%, заліза магнетитового – до 18%, вміст заліза в концентраті – від 55 до 65%.

В результаті додаткової розвідки та вивчення збагачуваності бідних руд пачки  $K_2^{33}$  були виділені чотири сорти руди, які відрізняються один від одного по речовинному складу, текстурно-структурним особливостям, збагачуваності. В переробку залучаються руди перших двох сортів.

I сорт – кварцити кумінгтоніт-магнетитові середньо-грубошаруваті, чіткосмугасті. Вміст заліза загального 26,9%, заліза магнетитового –18,5%, заліза в концентраті –61,8%. Вони складають 10,6% від загальної кількості запасів пачки  $K_2^{33}$ .

II сорт – переважно грубошаруваті, чітко смугасті, кумінгтоніт-магнетитові кварцити. Вміст заліза загального –27,2%, магнетитового – 18,3%, вміст заліза в концентраті – 57,3%. Вони складають 44,7% від загальної кількості запасів пачки  $K_2^{33}$ .

За зовнішніми ознаками, петрографічними даними та хіміко-мінералогічним складом залізисті кварцити Єристівського родовища поділяються на дві основні різновидності: магнетитові і кумінгтоніт-магнетитові кварцити.

Магнетитові кварцити підрозділяються на – червоно- та сіросмугасті мінеральні різновиди.

Червоно-смугасті магнетитові кварцити складають нижню та верхню пачки  $K_2^{21}$  та  $K_2^{23}$  підсвіти  $K_2^2$  і верхні пачку  $K_2^{53}$  підсвіти  $K_2^5$ ; у невеликій кількості зустрічаються також у середній пачці  $K_2^{52}$  підсвіти  $K_2^5$ .

Зовні червоно-смугасті магнетитові кварцити – це тонкозернисті, дуже щільні та міцні породи, які складаються із рудних стально-сірого кольору магнетитових та безрудних світло-сірих істотно кварцових прошарків, а також темно-вишневих кварцових прошарків, що містять тонкодисперсний гематит. Потужність рудних прошарків у першій та третій пачках підсвіти  $K_2^2$  коливається від 0,4 до 2-3мм, подекуди 5мм, безрудних – від 0,5-1мм до 5мм, рідко до 10 мм і у третій пачці підсвіти  $K_2^5$  відповідно від 0,8 до 5-6мм, рідко до 12мм і від 0,9-1,5 до 6мм, рідко до 15мм.

Сіро-смугасті магнетитові кварцити складають середні пачки  $K_2^{52}$  та  $K_2^{22}$  підсвіт  $K_2^5$  та  $K_2^2$ .

За зовнішнім виглядом це щільні та міцні породи дуже тонкого складу, представлені чергуванням магнетитових стально-сірих і істотно кварцових

прошарків потужністю від 0,4 до 4-5мм, рідко 6мм в пачці  $K_2^{22}$ , і від 0,7 до 5-6мм, рідко до 12мм в пачці  $K_2^{52}$ .

Кумінгтоніт-магнетитові кварцити розповсюджені в  $K_2^{23}$ ,  $K_2^{51}$  та менш розповсюджені  $K_2^{52}$  та  $K_2^{32}$ . Зовні кумінгтоніт-магнетитові кварцити представлені сірими та темно-сірі різносмугастими породами. Потужність рудних прошарків у них коливається в широких межах від 1-2мм до 10-15мм, рідко до 20-25мм. Ці кварцити дуже щільні та міцні.

З урахуванням збагачуваності виділяють чотири основних сорти:

1 сорт – легкозбагачувальні магнетитові кварцити з вмістом заліза в концентраті 65% і вище (вихід 28,1-45,9%);

2 сорт – важкозбагачувальні магнетитові та кумінгтоніт - магнетитові кварцити з вмістом заліза в концентраті 63-65% (вихід 25,3-46,5%);

3 сорт – важкозбагачувальні магнетитові та кумінгтоніт - магнетитові кварцити з прошарками кварц-магнетит-кумінгтонітових (біотитових) сланців з вмістом заліза в концентраті 60-63% (вихід 28,0-45,9%);

4 сорт – дуже важкозбагачувальні кумінгтоніт - магнетитові кварцити, обмежено розвинені на родовищі з вмістом заліза в концентраті менше 60% (вихід 30,5-44,7%).

## 1.5 Гідрогеологічна характеристика родовищ

В межах родовища відстежуються наступні водоносні горизонти:

- у тріщинуватій зоні докембрійських кристалічних порід;
- у пісках та пісковиках буцацького ярусу;
- в алевролитах, пісках і пісковиках харківського ярусу;
- у четвертинних алювіальних пісках і лесоподібних суглинках.

Водоносність докембрійських кристалічних порід характеризується ступенем тріщинуватості порід, генезисом тріщин та їх станом. Водоносний

комплекс приурочений до осадово-метаморфічних порід Криворізької серії, а також до оточуючих їх гранітів і мігматитів. Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок перетоку підземних вод палеогенових відкладів (водоносні горизонти бучацької і харківської світ). Розвантаження підземних вод здійснюється у кар'єр ПРАТ «Полтавський ГЗК». В межах водоносного горизонту виділяються дві ділянки, одна з яких зв'язана з породами залізорудної світи, а інша вміщує 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 окремих свердловин коефіцієнт фільтрації в них змінюється від 0,04 до 0,33 м/доб. 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 відносяться до хлоридно-натрієвих. Мінералізація вод змінюється від 0,2 до 4,2 г/дм<sup>3</sup>. По мінералізації води - від помірно прісних до сильно солонуватих.

Бучацький водоносний горизонт представлений різнозернистими глинистими пісками. Водоносний горизонт розвинений локально. Його потужність збільшується від центру ділянки, де вона складає 2-5 м до 30 м на північ. Водоносний горизонт напірно-безнапірний, величина напору складає 35-50 м і збільшується на північ. Безнапірний характер він отримує поблизу кар'єру. Глибина, на якому встановлюється п'езометричний рівень, складає 0,98 м біля хвостосховища і збільшується до 40,27 м поблизу кар'єру. Коефіцієнт фільтрації пісків 10-13 м/доб.

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. Мінералізація вод змінюється від 0,4 до 6,1 г/дм<sup>3</sup>, тобто води по мінералізації знаходяться у діапазоні від особливо прісних до помірно солонуватих. Відмічається зріст мінералізації з півдня на північ.

Харківський водоносний горизонт приурочений до кварц-глауконітових тріщинуватих пісковиків, дрібнозернистих пісків і має локальне розповсюдження. Водоносний горизонт напірний: покрівля водоносного горизонту залягає на глибину 15-25 м, а рівні підземних вод – на глибині 1-15 м. Величина напору підземних вод над покрівлею водоносного горизонту складає 6-25 м. Відмітки п'єзометричного рівня змінюються від 52,5 до 67,14 м. У покрівлі водоносного горизонту залягають алевроліти або глини, у подошві – суглинки та мергелі київської світи, кора вивітрювання кристалічних порід, кристалічні породи. Середнє значення коефіцієнтів фільтрації водоносного горизонту змінюються від 0,2 до 5,5 м<sup>3</sup>/доб. 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 по мінералізації води знаходяться у інтервалі від особливо прісних до помірно солонуватих. Мінералізація вод збільшується з півдня на північ.

Четвертинний водоносний горизонт приурочений до дрібнозернистих пилюватих пісків. В межах родовища водоносний горизонт розвинений повсюди. Потужність його досягає 25 м і зменшується на ділянках, прилягаючих до кар'єру. Водоносний горизонт залягає на харківських глинах і алевролітах. На невеликих ділянках, де підстилаючі водотривкі горизонти відсутні він гідравлічно зв'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 визначається впливом техногенних факторів (розвантаження вод у кар'єр, фільтраційний витік на проммайданчик, фільтраційні втрати з хвостосховища і т.п.). Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, фільтраційних втрат

з хвостосховища і витоків з водонесучих комунікацій, а також збільшення інфільтрації під відвалами та на зрошуваних ділянках.

Розвантаження ґрунтових вод відбувається в долину р. Дніпро та у кар'єр. Основним в обводненні кар'єру є четвертинний водоносний горизонт. Найбільш інтенсивне локальне розвантаження ґрунтових вод спостерігається на південно-східному борту кар'єра.

Хімічний склад вод досить різноманітний. По переважаючому аніону - води хлоридно-гідрокарбонатні, гідрокарбонатно-хлоридні або сульфатно-хлоридні. За катіонним складом переважають води магнієво-натрієві. За мінералізацією води займають широкий діапазон: від особливо прісних (з мінералізацією 0,2 г/дм<sup>3</sup>) до сильно солонуватих (з мінералізацією 5,5 г/дм<sup>3</sup>).

## **1.6 Гідрогеологічні спостереження підземних і поверхневих вод**

Геологічною службою ведуться спостереження за режимом і якістю підземних і поверхневих вод. Узагальнюються наявні данні про режим підземних та поверхневих вод в областях живлення та розвантаження водоносних горизонтів, діючих водозаборів та дренажних систем, джерелах забруднення підземних та поверхневих вод. Складаються гідрогеологічні карти, розрізи, таблиці, графіки та ін. В теперішній час режимна сітка ПРАТ «Полтавський ГЗК» складається з 81 спостережних свердловин, обладнаних на наступні водоносні горизонти:

- 52 - на четвертинний;
- 11 - на харківський;
- 15 - на бучацький;
- 3 - на водоносний горизонт кори вивітрювання та тріщинуватої зони докембрійських покладів.

Заміри рівнів води у всіх свердловинах проводяться три рази на місяць, у паводок – 2-3 рази на тиждень в 25 опірних свердловинах.



Спостереження за хімічним складом підземних вод проводяться шляхом відбору проб води один раз у квартал з 25 опірних свердловин, в тому числі:

- на алювіальний водоносний горизонт - 10 свердловин;
- на харківський водоносний горизонт - 7 свердловин;
- на бучацький водоносний горизонт - 6 свердловин;
- на водоносний горизонт кристалічних порід - 2 свердловини.

Також щоквартально відбираються проби кар'єрної води з зумпфів кар'єрного водовідливу, з обвідного каналу та найближчих водойм.

Скороченим хімічним аналізом визначаються наступні компоненти: рН, окиснюваність, лужність, аніони ( $\text{HCO}_3$ ,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ), катіони ( $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{Fe}$ ), жорсткість, мінералізація, сухий залишок.

Спеціальним аналізом визначаються нафтопродукти.

**Висновки за розділом.** Рудовміщуючою структурою є Горішне-Плавнинська синкліналь, яка складена породами криворізької серії. В плані, межами Горішне-Плавнинського родовища на півдні є замикання синкліналі на підшві підсвіти  $K_2^2$ , на півдні – профіль 17. Підсвіта ( $K_2^2$ ) є найбільш продуктивною по залізу в межах Кременчуцької магнітної аномалії та складена залізистими кварцитами. Потужність підсвіти від 80 до 200 м.

Далі на північ продовжується Лавриківське родовище. На ньому виділяються три промислових рудних поклади залізних кварцитів пачки підсвіт  $K_2^5$ ,  $K_2^2$ ,  $K_2^3$ . Основним покладом залізистих кварцитів на Єристівському родовищі є підсвіта  $K_2^5$ . Підсвіта ( $K_2^5$ ), представлена переважно магнетитовими сіросмугастими та червоносмугастими і, в меншій кількості, кумінгтоніт-магнетитовими кварцитами та кварц-магнетит-слюдяними сланцями. Її потужність коливається від 70-80 до 300 м. Поклад  $K_2^5$  приурочений до східного крила Кременчуцького синклінорію. На півночі по профілю 18 воно межує з Білановським родовищем, на півдні по профілю 53 – з Лавриківським.



## 2 МЕТОДИКА ВІДБОРУ ПРОБ

### 2.1 Методика відбору проб геологічною службою в кар'єрі

Методика встановлює єдиний порядок організації робіт по відборі проб в кар'єрах Горішне-Плавнинського, Лавриківського, Еристівського ГЗК.

Основними завданнями випробування є:

1. Отримання початкових даних для деталізації оконтурювання руд, їх промислових і технологічних типів і різновидів.

2. Уточнення даних детальної розвідки про хімічний і мінеральний склад руд, вміщуючих порід і їх текстурно-структурних особливостей, що впливають на технологію збагачення.

3. Виявлення закономірностей просторового розміщення типів, сортів і різновидів руд і розподілу в них корисних і шкідливих компонентів; - визначення середнього змісту корисних і шкідливих компонентів в геологічних і експлуатаційних підрахункових блоках, уступах, в забоях екскаваторів.

Результати випробування використовуються:

1. Для підрахунку і обліку руху запасів корисних копалин.
2. Для визначення схем розкриття, розробки, транспортування і переробки руд, технологічних потоків, планової й оперативної їх зміни.
3. При визначенні втрат і разубожування руд.
4. Для перспективного, поточного й оперативного планування здобичі.
5. Для раціонального і комплексного використання надр в межах гірського відведення підприємства.

### 2.2 Випробування буро-підривних свердловин

Нині в кар'єрах гірничо-збагачувальних комбінатів застосовуються дві методики випробування: геофізична і геологічна. Для цілей експлуатаційної розвідки випробуванню підлягають розвідувальні й блокові (буро-підривні) свердловини. Види випробування, набір компонентів, детальність аналізів і густина відбору проб регламентується залежно від особливостей геологічної

будови родовища і умов добичі корисної копалини. Параметри розвідувальної мережі для виконання експлуатаційного випробування по свердловинах визначається для кожного кар'єру окремо і залежить від:

1. Результатів оцінки геологічних особливостей родовища.
2. Міри розвіданої і геологічної вивченості.
3. Узагальнення досвіду експлуатаційної розвідки родовища.
4. Спеціальних розрахунків методами математичної статистики (якщо такі застосовуються).

### 2.3 Геофізичні методи випробування

Геофізичний комплекс методів випробування відрізняється дуже високою продуктивністю і оперативністю. Метод полягає в інтерпретації показників магнітної сприйнятливості порід в вміст заліза, пов'язаного з магнетитом. Результати геофізичного випробування використовуються для оперативного, поточного і перспективного планування, складання звітності. З метою експресного визначення мінливості структури, уточнення геологічних контактів, змісту корисного компонента, робиться геофізичне дослідження блокових і геологорозвідувальних свердловин, а також бурового шламу з використанням геофізичних приладів. Експресне геофізичне випробування залізистих кварцитів на  $Fe_{mg}$  в їх природному заляганні на відпрацьованих родовищах здійснюється за допомогою магнітного каротажу розвідувальних і буро підричних свердловин(свердловин шарошечного буріння).

Каротаж магнітної сприйнятливості виконується у свердловинах шарошечного буріння глибиною до 30 м приладами МКС- 3-500, МКС- 4-500 і ПАКС-5КК вручну. Градування і перевірка працездатності апаратури робиться відповідно до "Керівництва по експлуатації" до приладів на стандартних кільцях і контрольно-градувальних свердловинах. Як контрольно-градувальні свердловини використовуються розвідувальні свердловини шарошечного буріння, випробувані по інтервально. При опусканні зонду на кожні 0,5 м у свердловину, результати, що відображаються на дисплеї,

переписують в польовий журнал. Потім в камеральних умовах геофізик інтерпретує отримані значення, які заносяться в журнал геологічного випробування. Критерієм змісту заліза є величина магнітної сприйнятливості порід. Отримані дані вимірів змісту корисного компонента ( $Fe_{mg}$ ) ідентифікуються (у відсотках) на цифровому табло пристрою і автоматично записуються в пам'ять для подальшого аналізу. Мережа випробування для цих приладів встановлюється для кожного родовища індивідуально.

## **2.4 Геологічне випробування**

Залежно від призначення розділяється на хімічне і технологічне випробування.

### **2.4.1 Хімічне випробування**

Хімічне випробування робиться самостійно, або в комплексі з геофізичним. При цьому для цілей експлуатаційної розвідки використовуються паралельно два види випробування, що дозволяє надійно контролювати дані геофізичного випробування, а експлуатаційне випробування дозволяється цілком виконувати геофізичними методами з контролем до 5% загального об'єму хімічним випробуванням. Таким чином, хімічному випробуванню підлягають усі свердловини експлуатаційної розвідки і не менше 5% свердловин експлуатаційного випробування, яке робиться, в основному, геофізичними методами. Перелік хімічних компонентів визначається окремо для кожного активу, залежно від особливостей родовищ. Обов'язковими до визначення є  $Fe_{зар.}$  і  $Fe_{mg}$ . Хімічне випробування виконується з метою визначення вмісту корисних компонентів і шкідливих домішок в рудах і породах, що їх вміщують в геологічних і експлуатаційних блоках, для визначення показників втрат і засмічення. Результати реєструються в журналі геологічного випробування. Основним способом випробування матеріалу з розвідувальних свердловин є по інтервальний, який максимально розкриває повнішу якісну характеристику і особливості внутрішньої будови рудного тіла. По інтервальне випробування

здійснюється методом по інтервального збору шламу. Особливістю цього методу є необхідність зупинки бурового верстата після проходки випробуваного інтервалу. Метод коротких інтервалів (по інтервальний метод) є секційним методом і полягає в наступному: через кожен 1 метр проходки свердловини вентилятор бурового верстата відключається, внаслідок чого увесь шлам збирається у гирла свердловини; з конуса винесення матеріалу, що сформувався, в 5-7 точках відбираються горстові проби на усю потужність конуса. Потім знову включається вентилятор і цикл повторюється до закінчення буріння свердловини. Зібраний шлам переноситься, відсіпляється на заздалегідь підготовлену підстилку (Рисунок 2.1) з щільній тканині. Маса проби складає близько 1 кг для одного пройденого інтервалу в 1 м.

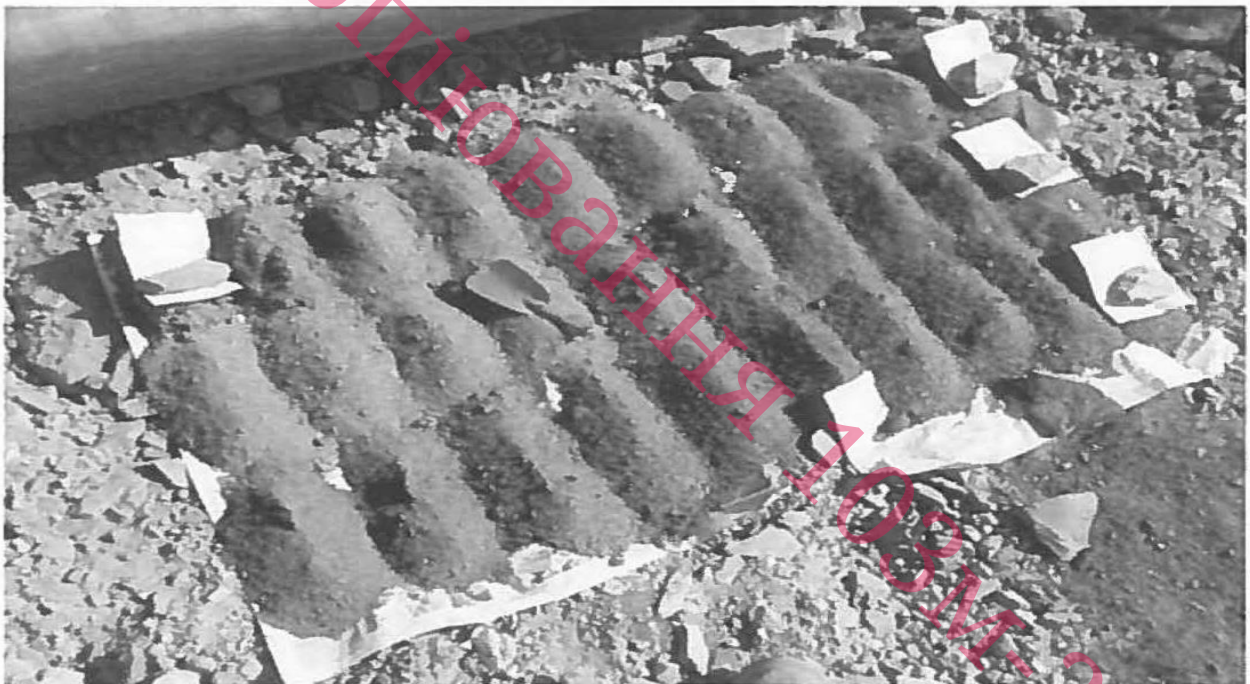


Рисунок 2.1 - Зібраний шлам відсіпляється на підстилку

Геолог, спеціальним металевим совком, відбирає навішування (рисунок 2.2) з кожної купки формує в різні мішки проби інтервалів 0 м- 15 м і 15 м - 30 м. Маса проби в кожному мішку має бути не менше 5 кг. Такої кількості матеріалу достатньо для проведення хімічних аналізів і технологічних випробувань в лабораторії.





Рисунок 2.2 - Геолог відбирає навішування

Кожен мішок з пробою супроводжується двома дублюючими етикетками з вказівкою дати, місця відбору, номера блоку, інтервалу, і необхідних показників для визначення (рисунок 2.3). На кожній етикетці повинно бути вказано прізвище і підпис того, хто проводив випробування.



Рисунок 2.3 - Мішок з пробою супроводжується двома дублюючими етикетками

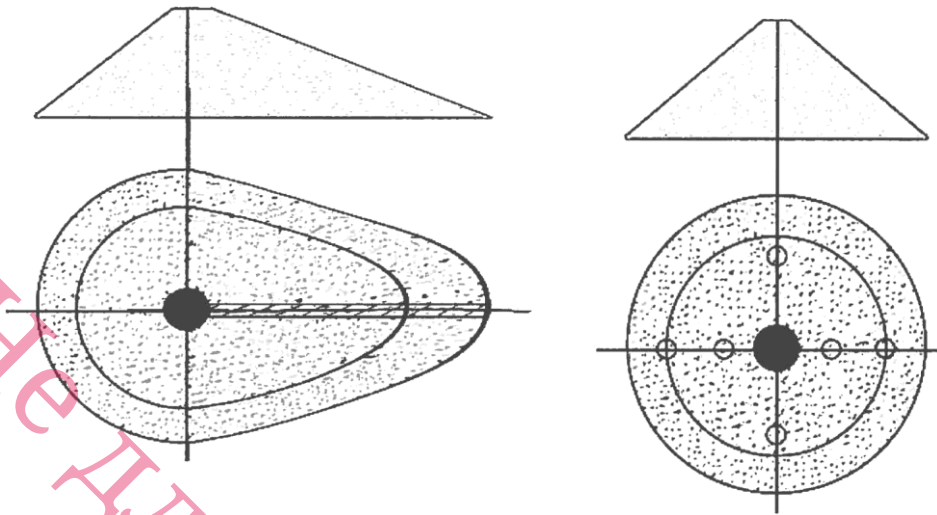
Також хімічне випробування бурових свердловин допускається здійснювати методом канавок, який описаний нижче.

## 2.4.2 Технологічне випробування

Відбір технологічних проб робиться по бурі підривних блоках по профілях, розташованих вхрест планованої заходки екскаватора по кожній вибуховій свердловині. Залежно від однорідності випробує мого масиву проби можуть представляти одиничну свердловину або об'єднуватися в компоновану пробу - одна усереднена проба на профіль. Технологічне випробування може робиться по свердловині в цілому або по інтервально. Якщо свердловини проходяться в основному в межах одного рудного пласта або одного різновиду руд, а також при необхідності оцінки узагальненого складу руд застосовують випробування по свердловині в цілому. По інтервальний метод випробування раніше описаний.

Випробування експлуатаційної свердловини в цілому робиться шляхом відбору навішувачь подрібненого матеріалу(шламу) після завершення її буріння. При бурінні шарошечних свердловин верстатами типу PV - 275 зазвичай формується конус заввишки 60-70 см, діаметром основи 2,5-4,0 м і кутом косності 30-40°. У розрізі його, в перевернутому виді, відбивається послідовність зміни геологічних утворень, що перетинаються свердловиною. Конуси винесення бувають симетричними і асиметричними. Формування останніх обумовлено примусовим видаленням шламу вентилятором в один бік. Для випробування асиметричних конусів винесення застосовують метод канавки, для симетричних - горстевой метод (рисунок 2.4).

Метод канавки полягає у зборі матеріалу по найбільшому радіусу основи конуса винесення. Пробу відбирають з борозни, шириною 5-10 см, на уся глибину бурового шламу (рисунок 2.4 а). Горстевой метод полягає у відборі матеріалу з симетричного конуса винесення шламу в окремих точках (не менше 5), розташованих на одній або хрестоподібно перетинаючих лініях (рисунок 2.4 б). Об'єм усіх проб, що становлять рядову пробу, має бути приблизно однаковий, що забезпечує презентабельність не лише по вазі (чи об'єму), але і за якістю досліджуваного матеріалу. Відбір матеріалу робиться на уся потужність конуса винесення і на увесь діаметр рознесення.



а) асиметричний конус винесення; б) симетричний конус винесення

Рисунок 2.4 - Схема розташування точок для відбору проб при випробуванні конусів винесення бурової дрібниці шарошечних свердловин.

При великій кількості матеріалу, відібраного в пробу будь-яким з вище перелічених методів, робиться його ретельне перемішування і скорочення квартуванням до 5-6 кг.

При відборі проб горстевим методом, необхідно ретельно витримувати рівномірність "жмень" для чого рекомендується користуватися совками. Відібрану пробу бурової дрібниці упаковують в пробний мішок супроводжуючи двома дублюючими етикетками.

Випробування забоїв (перевантажувальних пунктів) екскаваторів і рудних складів.

Відбір проб руди в забоях екскаваторів виконуватися геологічною службою. Перед початком випробування забій має бути обов'язково оглянутий геологом, що має відповідну кваліфікацію, з визначенням контурів поширення природних і технологічних типів руд, виходячи з чого вибираються межі відбору проб. Для випробування руди забою застосовується точково-лінійний метод по усій поверхні відбитого масиву.

Відбір проб руди в забоях екскаваторів або на ділянках перевантаження руди на хімічний аналіз і фізико-хімічні випробування робиться лінійно-точковим методом.

Лінійно-точковий метод полягає у відборі невеликих шматочків матеріалу в точках, розташованих через однакові інтервали.

Основні умови відбору зводяться до наступного:

1. Відібрані в пробу шматочки з кожної точки мають бути рівними за об'ємом (розмірам) і складати 2 см- 5 см, притому вибірка випробуємого матеріалу робиться з урахуванням засмічення.
2. Загальна маса відібраної проби повинна складати від 7 кг до 10 кг.
3. Для відбору проб використовується совок по ДСТУ ISO 3082 "Руди залізні. Методи відбирання та готування проб", молоток (при необхідності) і мішки для пакування проб.

Випробування забоїв екскаваторів здійснюється таким чином:

1. В хрест простягання порід (типів і різновидів), намічаються паралельні лінії випробування, відстань між якими складає від 5 м до 15 м і залежить від складності будови забою (геологічною ситуацій, кількості технологічних різновидів руди в забої, наявність скельних виходів) і ширини заходки екскаватора.
2. Намічені інтервали випробування вказуються машиністові екскаватора, який робить черпання ківшом (рисунок 2.5) на усю висоту уступу в кожному з намічених інтервалів (кількість черпань по усьому забою має бути не менше 5 і забезпечувати презентабельність відібраної проби гірської маси).
3. Машиніст екскаватора розвантажує гірську масу (рисунок 2.6) в доступному і безпечному для випробування місці. Для отримання максимально представницької проби, масу потрібно розрівняти в шар заввишки до 50 см;





Рисунок 2.5 - намічені інтервали випробування вказуються машиністові екскаватора, який робить черпання ківшом



Рисунок 2.6 - машиніст екскаватора розвантажує гірську масу

4. Отриманий шар руди візуально ділиться на сітку інтервалом 0,5-1,0 м, в кожному перетині якої відбирається проба руди лінійно-точковим методом, що складається з шматків руди. Відбір робиться совком. Загальна кількість точок відбору не менше 10;

5. Кількість відібраного матеріалу в кожній точці має бути однаковою і такою, щоб в сумі скласти пробу вагою 7-10 кг. Отримані в результаті випробування забоїв проби пакуються в пробні мішки і супроводжуються 2 дублюючими етикетками.

В результаті отриманих аналізів інженери «Відділу короткострокового планування» роблять розрахунок об'ємів видобутку руди під кожним екскаватором, з метою отримання рудної шихти зі змістом заліза пов'язаного з магнетитом і збагачуваності відповідно до виробничого завдання. Випробування рудних складів і перевантажувальних майданчиків робиться ручним способом лінійно-точковим методом за допомогою совка. Відібрані проби підірваної гірської маси пакують в пробний мішок.

## **2.5 Квартування проб**

При відборі проб, що компонують, а також і в інших випадках, маса проби може значно перевищувати мінімальну для визначення масу. Скорочення проби відбувається методом квартування. Відібрані початкові проби висипають з мішка на рівну поверхню (щільна плівка, лист металу, фанера) у вигляді конуса (рисунок 2.7). Конус, що утворився, слідує рівномірно розрівняти до утворення диска (рисунок 2.8). Для усереднювання проби процедуру повторюють ще двічі. Далі конус розділяють двома взаємно перпендикулярними діаметрами на квадранти (рисунок 2.9) і видаляють два протилежні квадранти, після чого повторно формують конус (рисунок 2.10). Цим способом проба скорочується удвічі. При необхідності подальшого скорочення операція повторюється.





Рисунок 2.7 - Проби на рівну поверхню у вигляді конуса



Рисунок 2.8 - Конус рівномірно розрівнюється до утворення диска



Рисунок 2.9 - Конус розділяють квадранти



Рисунок 2.10 - Два протилежні квадранти видаляють, після чого повторно формують конус

## 2.6 Документація випробування

Усі проби, що відбираються на родовищі, підлягають обов'язковій документації. Документація проб, окрім їх номерів повинна містити відомості про місце відбору(прив'язку); інтервалі випробування; найменуванні випробуваних руд і порід, компонентах, на які має бути проведений аналіз, групуванні проб, а при необхідності - особливих їх властивостях, умовах відбору і тому подібне в примітках. Характеристика місця відбору(прив'язку) має бути повною, короткою і точною з обов'язковою вказівкою борту кар'єру,

горизонту, уступу, номера екскаватора, маркшейдерської осі і лінії випробування. Проби, які спрямовуються в лабораторію для виконання хімічних аналізів і технологічних випробувань, супроводжуються реєстром, який повертається в геологічну службу в заповненому виді після отримання усіх результатів аналізів.

## **2.7 Обробка і аналіз проб, контроль випробування**

Порядок обробки і аналізу проб регламентується інструкцією спеціалізованої лабораторії активу. У технологічному журналі обліку проб представник геологічної служби відмічає номери екскаваторів, номери відібраних технологічних проб. Геофізичні свідчення якості по ділянках, що опробуються, і особисті геологічні спостереження (відсоток засмічення рудного забою, мінімальні і максимальні значення за якістю руди, зміна обстановки в забої і т. п.) заносяться в журнал результатів геофізичного і візуального контролю.

Схема обробки проб геологічною службою узгоджується з головним геологом підприємства, якому належить також право контролю відповідності обробки проб погодженій з ним схемі. Центральна лабораторія щокварталу надає геологічній службі підприємства інформацію про результати внутрішнього і зовнішнього контролю аналізів, а також контролю обробки проб. Контроль відбору проб полягає в перевірці дотримання методу відбору і здійснюється шляхом повторного випробування раніше випробуваних інтервалів за встановленою методикою при спостереженні старшого геолога за роботою відбірників проб. Повторне випробування повинне за місцем повторювати первинне, але проводитися іншими виконавцями. При розбіжностях між результатами, аналізів, що перевищують точність, первинне випробування вважається браком і проводиться повне повторне випробування усіх груп проб, які відбиралися одночасно з інтервалами які контролювались. При неможливості повторного випробування облік забракованих проб в

підрахунках, на планах, розрізах і тому подібне забороняється. Об'єм контрольного відбору проб повинен складати не менше 2-3% загального об'єму випробування. Об'єми контролю випробування визначаються так, щоб забезпечувати презентабельність вибірки кожного класу об'єму і періоду розвідки. У разі великої кількості проаналізованих проб (2000 і більше в рік) на контрольні аналізи спрямовуються 5 % від їх загальної кількості; при меншій кількості проб для кожного виділеного об'єму необхідно виконувати не менше 30 контрольних аналізів за контрольний період. Контрольне випробування, його результати і прийняті керівництвом геологічної служби рішення реєструються в журналі контрольного випробування.

**Висновки за розділом.** Випробування виконують за для отримання початкових даних для деталізації оконтурювання руд, їх промислових і технологічних типів і різновидів. Для уточнення даних детальної розвідки про хімічний і мінеральний склад руд, вміщуючих порід і їх текстурно-структурних особливостей, що впливають на технологію збагачення і для виявлення закономірностей просторового розміщення типів, сортів і різновидів руд і розподілу в них корисних і шкідливих компонентів, для визначення середнього змісту корисних і шкідливих компонентів в геологічних і експлуатаційних підрахункових блоках, уступах, в забоях екскаваторів.

За результатами випробувань підраховуються запаси корисних копалин, визначаються схеми розкриття, розробки, транспортування і переробки руд, технологічних потоків, планової й оперативної їх зміни. Визначаються втрати і разубожування руд. Планується поточне й оперативне планування здобичі.

### **3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ, ЯКА ПОДАЄТЬСЯ НА ЗБАГАЧУВАЛЬНУ ФАБРИКУ «ПОЛТАВСЬКОГО ГЗК»**

Проби для дослідження хімічного складу відбиралися в гірських виробках (відібрані лінійно-точковим методом), згідно ДСТУ ISO 3082:2018 і методики відбору проб. Всі аналітичні роботи виконувалися у Спеціалізованій лабораторії збагачення й огрудкування Служби управління якістю приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат». Хімічний склад проб визначали хімічна лабораторія Служби управління якістю і випробувальний центр приватного акціонерного товариства «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат». На внутрішній лабораторний контроль направлено 6% дублікатів проб. Якість результатів аналізів (правильність і відтворюваність) оцінювалася, як значимість середньої систематичної похибки перевіряємої за допомогою критерію Стьюдента і значимість середньої випадкової похибки перевіряємої за допомогою критерію Фішера. Оскільки вказані вище похибки при рівні значимості 0,95 є не значимими, якість аналізів визнано задовільною.

З метою дослідження хімічного складу проб відібраних з Горише-Плавнинського ( $K_2^2$ ) і Єристівського ( $K_2^5$ ) родовищ виконано хімічний аналіз проб, методом перерахунку розгорнутого хімічного та фазового хімічного аналізів виконані мінеральний склад руди та розподіл заліза за мінеральними фазами.

Для петрографічної характеристики основних рудних та нерудних мінералів проб Єристівського родовища пачки  $K_2^5$  та Горише-Плавнинського та Лавриківського родовищ пачки  $K_2^2$  Полтавського ГЗК використовується поляризаційний мікроскоп «Nikon Eclipse 50i». Дослідження проводилися при збільшенні від 80х до 170х.

З метою зниження варіативності на кожному переділі гірничого виробництва встановлено, що існує найбільш суттєвий позитивний зв'язок між вмістом Fe загального у руді та значенням вмістів Fe у концентраті і виходом концентрату. Доказано, що збільшення концентрації Fe загального у руді суттєво впливає на зменшення вмісту Fe загального у хвостах, при тому, що вміст Fe загального у руді практично ні як не відображається на концентраціях Fe магнітного у хвостах. Розраховані рівняння регресії дозволяють прогнозувати та інтерпретувати у геолого - технологічному сенсі основні якісні показники якості. Запропоновані варіанти зменшення варіативності.

### **3.1 Аналіз хімічного складу проб відібраних з Горише-Плавнинського (K<sub>2</sub><sup>2</sup>) – проба 1 і Єристівського (K<sub>2</sub><sup>5</sup>) родовищ – проба 2**

Хімічний склад вихідних проб руди характеризується масовою часткою загального вмісту заліза 34,2 і 34,4 мас.%, відповідно до проб 1 і 2. Частка заліза, пов'язаного з магнетитом склала 28,6 і 29,2 мас.%. Результати фазового аналізу заліза свідчать про те, що вміст Fe<sup>+3</sup> пов'язаного з гематитом і гідроксидами заліза становить 2,4 і 3,2; а Fe<sup>+2</sup>, пов'язаного з силікатами – 2,52 та 1,44; з карбонатами – 0,6 та 0,5 мас.%. Масова частка заліза, пов'язаного з сульфідами заліза, відповідно 0,08 та 0,06%. Частка основних оксидів Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; FeO та SiO<sub>2</sub> склала, відповідно 31,0 та 32,4; 16,1 та 15,1; 43,6 та 45,6 мас.%, відповідно проб 1 та 2. Втрати при прожарюванні – 2,82 та 1,71%. Масова частка лугів, Na<sub>2</sub>O - 0,193 і 0,306; K<sub>2</sub>O – 0,180 та 0,166 мас.%. Частка Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,08 та 0,51; CaO – 1,35 та 1,18; MgO – 3,25 та 2,62; MnO – 0,254 та 0,265; TiO<sub>2</sub> – 0,075 та 0,082; CO<sub>2</sub> – 1,67 та 1,06 мас.%. Шкідливі домішки представлені сіркою (S) – 0,110 та 0,070; і фосфором (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - 0,135 та 0,105 мас.%. Результати хімічного аналізу проб наведено в таблиці 3.1 та таблиці 3.2



Найменування проби	Масова частка компонентів, %																	
	Fe <sub>общ</sub>	Fe <sub>магн</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P	S <sub>общ</sub>	CO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	ппп	сума
Проба пачки К <sub>2</sub> <sup>3</sup> <u>Єристівського</u> родовища	34,2	28,6	16,1	31,0	43,6	0,075	1,08	0,254	1,35	3,25	0,135	0,06	0,110	1,67	0,180	0,193	2,82	100,0
Проба пачки К <sub>2</sub> <sup>2</sup> <u>Горішньо-</u> <u>Плавнинського</u> та <u>Лавриківського</u> родовищ	34,4	29,2	15,1	32,4	45,6	0,082	0,51	0,265	1,18	2,62	0,105	0,05	0,070	1,06	0,166	0,306	1,71	100,0

Рисунок 3.1 - Хімічний склад вихідної руди



Найменування проби	Масова частка мінералів (М) та пов'язаного з ними заліза (Fe), %													
	Магнетит		Гематит, гідроксиди заліза		Сульфіди		Силікати		Карбонати		Кварц	Апатит	Сума	
	М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	М	М	Fe
Проба пачки К <sub>2</sub> <sup>5</sup> Єристівського родовища	39,5	28,6	3,4	2,4	0,1	0,08	13,9	2,52	4,7	0,6	38,1	0,3	100,0	34,2
Проба пачки К <sub>2</sub> <sup>2</sup> Горішньо-Плавнинського та Лавриківського родовищ	40,3	29,2	4,6	3,2	0,1	0,06	10,3	1,44	3,9	0,5	40,6	0,2	100,0	34,4

Рисунок 3.2 - Мінеральний склад вихідної руди та розподіл заліза за мінеральними фазами

### 3.2 Мінеральний склад

Мінеральний склад руди та розподіл заліза за мінеральними фазами, виконані методом перерахунку розгорнутого хімічного та фазового хімічного аналізів наведено у рисунку 3.2. Як очевидно з рисунку 3.2, мінеральний склад обох проб однаковий, різні кількісні співвідношення з-поміж них.

Головний рудний мінерал руди обох проб – магнетит (39,5 та 40,3); другорядні – гематит та гідроксиди заліза (3,4 та 4,6 мас.%).

Нерудні залізовмісні мінерали – силікати (13,9 та 10,3 мас.%). Серед силікатів у пробах широко поширені магнезіально-залізистий куммінгтоніт, лужні амфіболи та біотит; рідше зустрічаються рогова обманка, хлорит та тальк. У вигляді поодиноких зерен у пробах присутні польові шпати. Зміст карбонатів у пробах невелика – 4,7 та 3,9 мас.%. З ними пов'язано 0,6 та 0,5% заліза, за даними фазового хімічного аналізу. Це вказує на те, що частина карбонатів є залізовмісними.

Основний нерудний мінерал – кварц (38,1 та 40,6).

Мінерали – носії шкідливих домішок сірки та фосфору в обох пробах встановлені у незначних кількостях – по 0,1 сульфідів заліза, а також 0,3 та 0,2% апатиту, відповідно до проб 1 та 2.

### 3.3 Структурно-текстурні особливості

За структурно-текстурним критерієм залізисті кварцити як Єристівського родовища, так і Полтавського ГЗК належать до тонко- та дрібнозернистих, тонко- та середньшарових пород. Їхня рясна шаруватість обумовлена чергуванням шарів різного складу – рудних, нерудних та змішаних. Дані про концентрацію рудної речовини в шарах та їх потужність вказані для двох родовищ.

Рудні шари складені зернами та агрегатами магнетиту на 75-90%. Нерудні мінерали (кварц та силікати) присутні у значно меншій кількості, розташовуючись між рудними зернами (рисунок 3.3-А, Б). Причому склад

рудних верств Єристівського родовища кварц-магнетитовий, а рудних верств Полтавського ГЗК – силікат-магнетитовий. Потужність рудних шарів коливається від 0,2 до 2,2 мм, переважна потужність становить 0,6-0,96 мм.

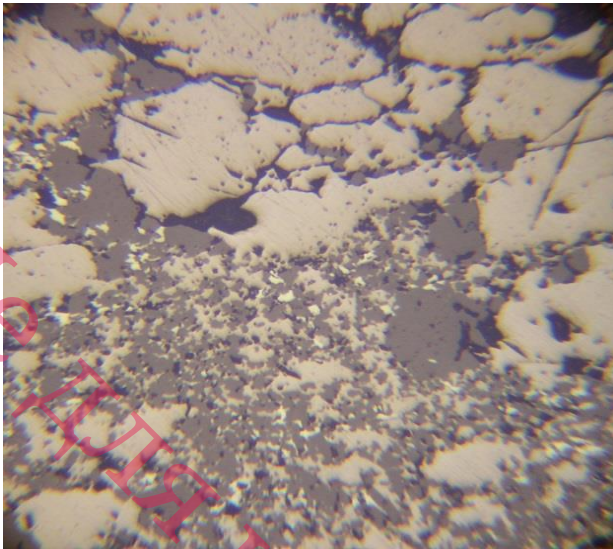
Змішані шари характеризуються нижчою (від 40 до 50%), ніж у рудних шарах, але вищою, ніж у нерудних шарах (рисунок 3.3-В) концентрацією рудних зерен та агрегатів. Потужність шарів змінюється від 0,4 до 5 мм з переважанням від 11 до 16 мм. Як і у рудних шарах, рудний мінерал змішаних шарів – магнетит (руда Єристівського родовища). Для руди Полтавського ГЗК характерна присутність, як самостійних гематитових шарів, так і спільних з магнетитом. Нерудні мінерали у яких представлені кварцом і силікатами.

Нерудні шари залізистих кварцитів Єристівського родовища переважно мають силікат-кварцовий і кварцовий склад, а нерудні шари кварцитів Полтавського ГЗК – силікат-кварцовий та силікатний склад. Магнетит у таких шарах утворює рідкісну вкрапленість або тонкі шарування, що за кількістю не перевищують 10%. Потужність нерудних шарів коливається не більше 0,12-9,6 мм, але переважають 0,85-1,8 мм (рисунок 3.3-Б, В).

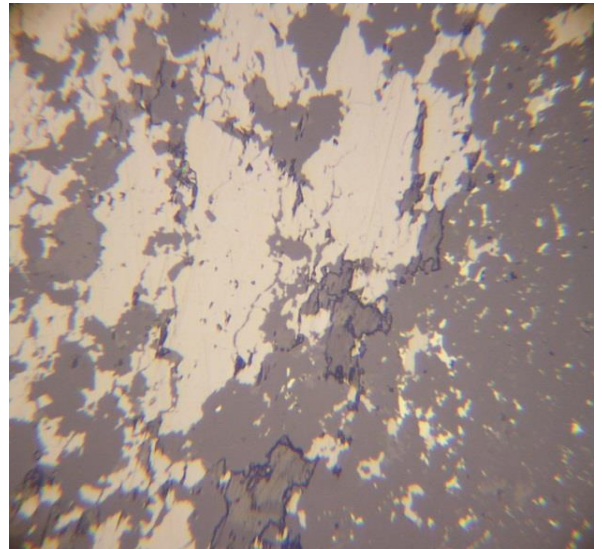
### 3.4 Петрографічна характеристика

Нижче (рисунок 3.3) наводиться петрографічна характеристика основних рудних та нерудних мінералів проб Єристівського родовища пачки К<sub>2</sub><sup>5</sup> та Горішньє-Плавнинського та Лавриківського родовищ пачки К<sub>2</sub><sup>2</sup> Полтавського ГЗК.

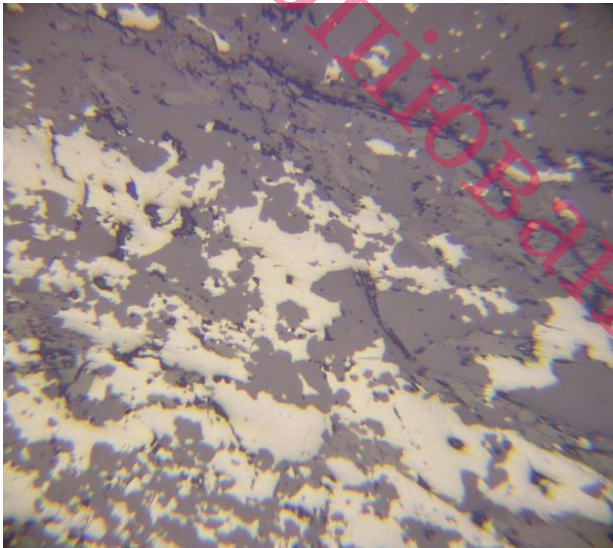
Магнетит у рудних шарах зустрічається у вигляді ідіоморфних зерен (рисунок 3.2А) розміром від 0,01 до 0,2 мм (найбільш поширені 0,04-0,06 мм), але частіше спостерігається у вигляді агрегатів різної форми – поліедрично - зростковою, стрічковою (рисунок 3.1В). Розмір агрегатів змінюється від 0,2 до 12 мм. Часто агрегати магнетиту містять включення кварцу розміром 0,01-0,025 мм.



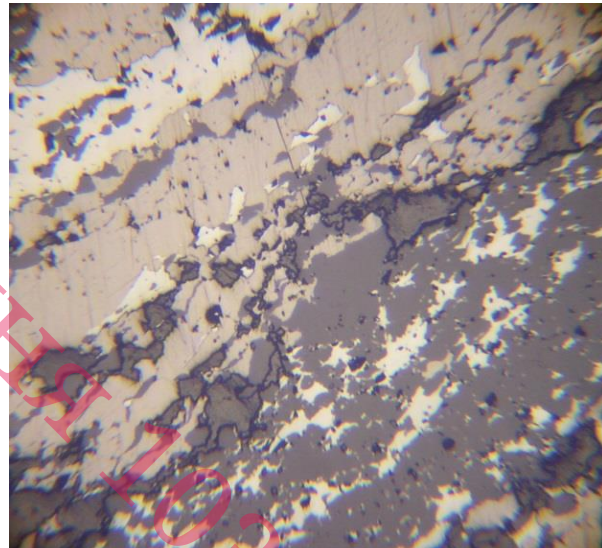
А



Б



В



Г

Рисунок 3.3 - Текстурно-структурні особливості руди. Відбите світло, без аналізатора. Збільшення 80-х. А - Агрегатна структура рудного шару та ситоподібна змішаного. Б - Контакт рудного та нерудного шарів. В - Складна агрегатно-зросткова структура змішаного шару і тонкокраплена нерудного. Г - Чергування залізослюдних і магнетитових (з мартитом) шарів. Світле із жовтуватим відтінком – магнетит; біле – гематит, мартит; різні відтінки темно-сірого – нерудні мінерали; чорне – пори.

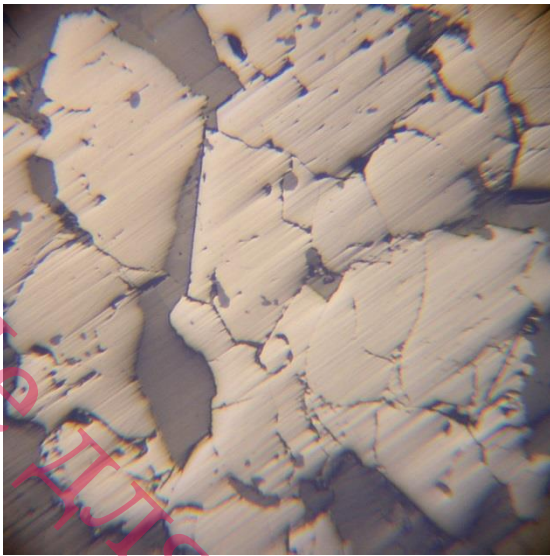
У змішаних шарах магнетит зустрічається у вигляді розрізаних витягнутих уздовж шаруватості агрегатів, розміром 0,05 x 0,18 мм і зерен, що переважає розмір яких 0,024 x 0,042 мм. Особливістю змішаних верств є розвиток петельчато-росткових та ситоподібних структур зрощення магнетиту з кварцом (руда пачки  $K_2^5$  Єристовського родовища) та магнетиту, гематиту з кварцом (руда пачки  $K_2^2$  Полтавського ГЗК) (рисунок 3.3А). У таких структурах розмір магнетитових виділень вбирається у 0,01-0,02 мм.

У нерудних шарах силікатного складу (рисунок 3.4) магнетит утворює великі ізометричні або злегка витягнуті виділення - порфіробласти (рисунок 3.4Г), розмір яких 0,12-0,50 (переважають 0,20 мм) у руді Єристовського родовища і досягають 2,2 мм руді Полтавського ГЗК. Більшість нерудних кварцових шарів густо заповнені дисперсним магнетитом, розміром 0,006-0,012 мм (рисунок 3.4В).

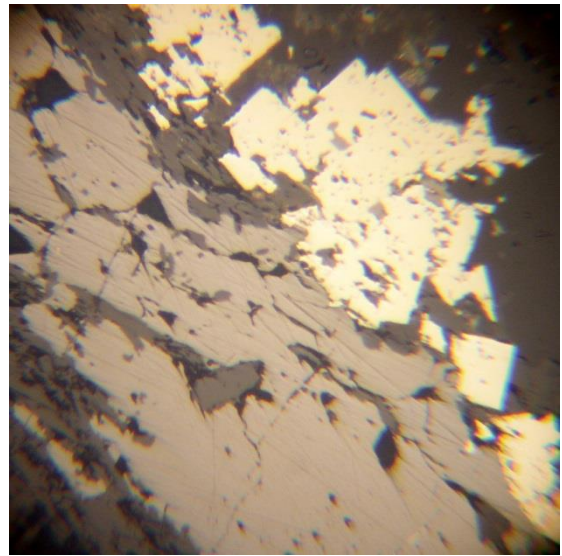
У зернах і агрегатах магнетиту у кількості зустрічаються включення нерудних мінералів 0,002-0,005 мм.

Гематит (первинний) у руді пачки  $K_2^5$  Єристовського родовища відзначений у вигляді одиничних зерен таблитчастої або неправильної форми спільно з магнетитом. Розмір виділень гематиту 0,006x0,024 – 0,024x0,06 мм. У руді пачки  $K_2^2$  Полтавського ГЗК гематит поширений ширше. Він представлений двома морфогенетичними різницями. Найбільш поширений первинний гематит, сконцентрований у самостійних шарах, потужністю 0,3-0,7 мм, рідше з магнетитом.

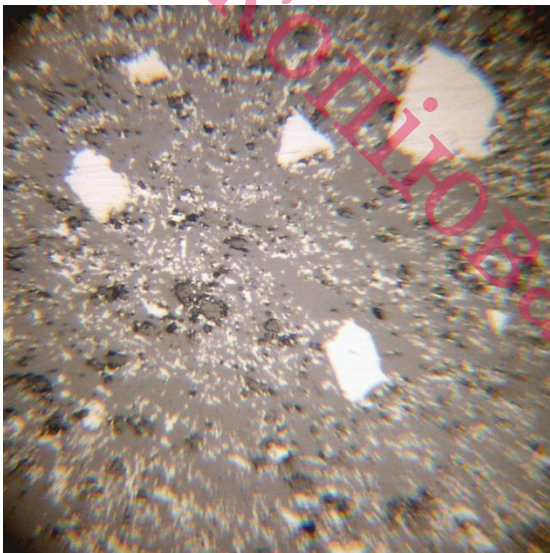




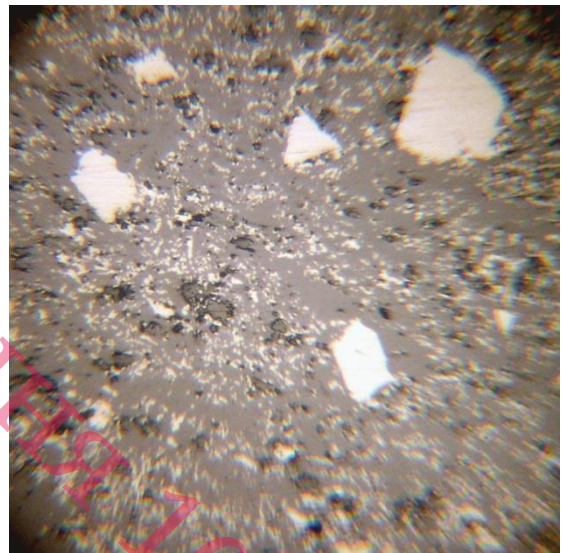
А



Б



В



Г

Рисунок 3.4 – Морфологічні особливості рудних мінералів. Відбите світло, без аналізатора. Світле із жовтуватим відтінком – магнетит; біле – гематит; яскраво-жовте – сульфіди; різні відтінки темно-сірого – нерудні мінерали; чорне – пори. А - ідіоморфні зерна магнетиту; збільшення  $\times 170$ . Б – агрегати сульфідів у силікатному шарі; збільшення  $\times 80$ . В – тонка вкрапленість магнетиту та первинного гематиту в нерудному шарі; збільшення  $\times 80$ . Г – великі порфірові та дисперсні виділення магнетиту в силікатному шарі; збільшення  $\times 80$ .

Первинний гематит утворює таблитчасті зерна, розміром 0,024x0,06 - 0,048x0,08 мм, в більшості випадків орієнтовані вздовж шаруватості.

Менш поширений вторинний гематит – мартит. Він відмічений у рудних та змішаних шарах, замінюючи зерна та агрегати магнетиту (рисунок 3.3Г).

Сульфіди зустрічаються у вигляді одиничних ідіоморфних зерен і присвячені кварц-силікатним шарам (рисунок 3.4Б). Розмір сульфідних виділень становить 0,048-0,060 мм.

Кварц – найпоширеніший нерудний мінерал обох проб (рисунок 3.5). У рудних та змішаних шарах кварц заповнює проміжки між рудними зернами та агрегатами, де характеризується розміром виділень 0,07-0,15 мм. В агрегатах магнетиту часто спостерігаються включення кварцу розміром 0,010-0,030 мм. У нерудних шарах розміри виділень кварцу коливаються від 0,02 до 0,5 мм (рисунок 3.5В). Вони часто містять густу вкрапленість магнетиту менше 0,020 мм.

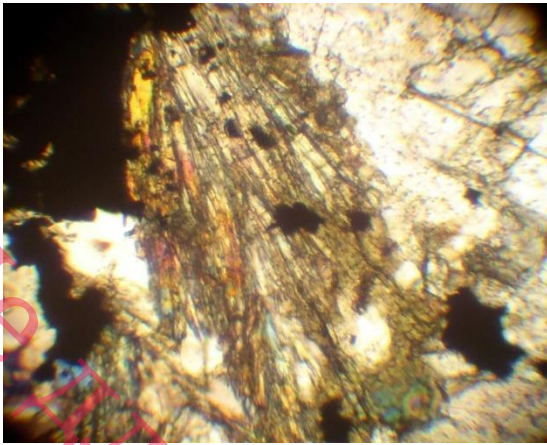
Силікати представлені куммінгтонітом, лужним амфіболом, біотитом, роговою обманкою, хлоритом, тальком.

Куммінгтоніт присутній у всіх текстурно-мінералогічних різновидах, але найширше він розвинений у магнетит-силікатних і малорудних кварцитах. Формою прояву куммінгтоніту є короткопризматичні та голчасті кристали, розміром від 0,015x0,10 до 0,08x0,56 мм, переважаючий - 0,03x0,3 мм, що утворюють сплутано-волокнисті і сноповидні агрегати, що тісно зростаються з дрібнозернистим магнетитом (рисунок 3.5А).

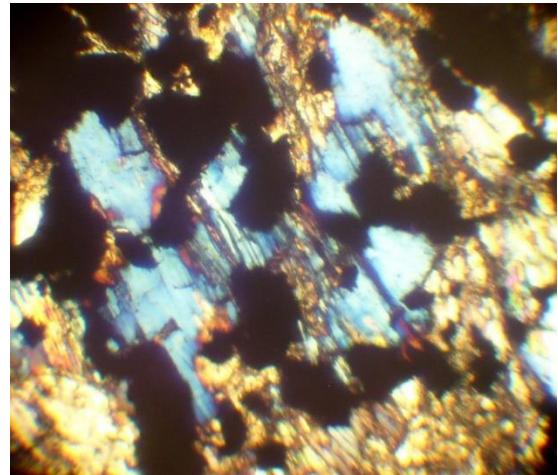
Лужні амфіболи поширені у всіх різновидах залізистих кварцитів, часто разом із куммінгтонітом. Зазвичай вони зосереджені у змішаних шарах - у вигляді призматичних або короткостовпчастих кристалів довжиною від 0,008 x 0,056 до 0,06 x 0,40 мм. Переважають зерна розміром 0,05 x 0,32 мм (рисунок 3.5Б).

Біотит має обмежене поширення та приурочений до магнетит-силікатних кварцитів. Розвинений у вигляді зерен товстотаблітчастої форми.

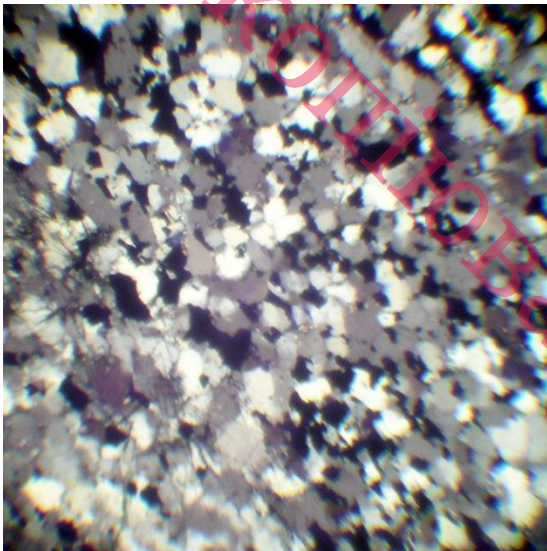




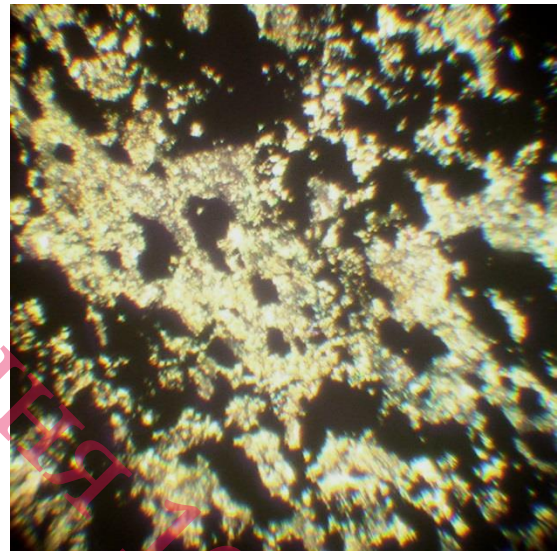
А



Б



В



Г

Рисунок 3.5 – Морфологія зерен силікатів та їх структурні взаємини з магнетитом. Світло, що проходить, з аналізатором. Збільшення 130х. Чорне – рудні мінерали; біле та сіре – кварц, світле різних відтінків – силікати. А - включення магнетиту в сноповидному агрегаті куммінгтоніту; Б – короткопризматичні зерна лужного амфіболу у зрощенні з магнетитом та куммінгтонітом; В – зернисті виділення магнетиту у кварцовому шарі; Г - тонколускаті агрегати хлориту в зрощенні з магнетитом розміром 0,16 x 0, 32 - 0, 2 x 0, 52 мм. Іноді вони містять включення магнетиту розмір зерен якого 0,008-0,01 мм.

Рогова обманка в досліджуваних пробах зустрічається у вигляді подовжених призматичних зерен, розміром 0,1x0,3 до 0,2x0,6 мм, що зростаються з іншими мінералами – куммінгтонітом, лужним амфіболом, іноді хлоритом.

Карбонати відзначаються рідко у вигляді заповнення перетинаючих тріщин.

Апатит зустрічається у невеликій кількості. Найчастіше він присвячений силікат-кварцовим шарам. Форма зерен апатиту – призматична з округлими у поперечному перерізі контурами. Розмір виділень коливається від 0,03 x 0,085 до 0,06 x 0,2 мм, переважають зерна розміром 0,03 x 0,085 мм.

Вторинні зміни руди двох проб пов'язані з впливом на неї гіпергенних процесів, що виражається в заміщенні первинних силікатів тонколускатими агрегатами тальку та хлориту (рисунок 3.5-Г), а також утворенні мартиту.

Руди Єристівського родовища пачки  $K_2^5$  та Полтавського ГЗК пачки  $K_2^2$  характеризуються масовою часткою Feзаг. 34,2 та 34,4 та Fe<sub>магн.</sub> 28,6 та 29,2%, відповідно. Частка SiO<sub>2</sub> – 43,6 та 45,6%. Проби характеризуються порівняно високим рівнем вмісту MgO – 3,25 та 2,62%. Зміст Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> у пробі Єристівського родовища вищий, ніж у руді Полтавського ГЗК – 1,08 проти 0,51%. Масова частка CaO у пробах становить 1,35 та 1,18%. На долю лугів доводиться: K<sub>2</sub>O – 0,180 і 0,166%; Na<sub>2</sub>O – 0,193 та 0,306%, відповідно. Масова частка втрат при прожарюванні в пробах становить 2,82 та 1,71; шкідливих домішок – фосфору та сірки – 0,135 та 0,105; 0,110 та 0,070%.

Проби Єристівського родовища та Полтавського ГЗК не мають різких відмінностей за мінеральним складом, кількісним співвідношенням різновидів, а також фізико-механічними властивостями. Обидві проби руди можна віднести до важкозбагачуваних.

Магнетит зустрічається у вигляді ідіоморфних зерен (0,04-0,06 мм), але частіше у вигляді агрегатів полідрічно-росткової, стрічкової форми. Складні зазубрені контури магнетиту погіршують рівень розкриття мінералу



при його подрібненні. Розмір агрегатів змінюється від 0,2 до 1,2 мм. Часто рудні та нерудні мінерали утворюють складні зрощення – ситоподібні структури, де розмір магнетиту не перевищує 0,01-0,02 мм.

### 3.5 Актуальність й варіанти зменшення варіативності

Для отримання якісних показників збагачення на дробарну фабрику вихідна руда повинна подаватися у шихті якістю:

Масова доля заліза загального у сирій руді,% - 33,4

Можливе відхилення заліза у сирій руді,% - 1,5

Масова доля заліза магнітного у сирій руді,% - 26,5

Можливе відхилення магнітного заліза у сирій руді,% - 0,7

Масова доля заліза у концентраті,% - 62,6

Геологічний відділ організовує і контролює рудопотік на перевантажувальних пунктах. Якість руди, яка подається на фабрику розраховується геологами через середнє арифметичне (добутком завезеної маси руди та її якості).

Зробимо порівняльний аналіз якості руди на відвантажувальних пунктах подану геологічною службою збагачувальному комплексу і контрольними пробами з відвантажувальних пунктів. Розрахуємо відтворюваність показників (рисунок 3.6).

З 01.09.2021р. по 16.11.2021р. були вибрані проби, які не відтворюються. Показники внесені у такій послідовності:  $Fe_{зар.}\%$ ,  $Fe_{mg.}\%$ ,  $Fe_{конц.}\%$  ситовий аналіз (с/а) по кл. 0,044 мм,%

Синім кольором виділена якість шихти на відвантажувальних пунктах, яка розрахована через середнє арифметичне і заявлена на добу геологічною службою.

Жовтим кольором виділені результати хімічного аналізу контрольних проб з відвантажувальних пунктів.

52ю, 1ю, 12с, 3с, 52с, 23ю, 52ю, 12ю, 23с, 3ю – назва відвантажувальних пунктів (в/п)

▲ - відтворюваність показників

№ в/п	Дата	Fe заг.	Fe mg	Fe у конц.	с/а
52ю	1.9.21	33.8	27.3	61.9	90
		31.9	25.2	60.9	89.8
▲		1.9	2.1	1.0	
1ю	7.9.21	34.1	27.2	62.6	90
		27.7	22	62.8	88.1
▲		6.4	5.2	-0.2	
12с	1.10.21	33.9	27.3	62.3	90
		34.6	27.1	59.1	89
▲		-0.7	0.2	3.2	
3с	7.10.21	34.4	27.1	62.6	90
		33.9	29.3	61	90.1
▲		0.5	-2.2	1.6	
52с	9.10.21	33.2	26.6	63	90
		33.4	30.4	60.7	90.1
▲		-0.2	-3.8	2.3	

№ в/п	Дата	Fe заг.	Fe mg	Fe у конц.	с/а
23ю	19.10.21	33.1	27.1	62.3	90
		34.7	28.4	58.8	89.9
▲		-1.6	-1.3	3.5	
52ю	26.10.21	34.2	28	62.4	90
		26.6	21.9	63.4	89
▲		7.6	6.1	-1.0	
12ю	1.11.21	34	27.1	62.2	90
		30.2	24.2	59.3	89.9
▲		3.8	2.9	2.9	
23с	1.11.21	34	27.1	62.2	90
		26.8	22.2	62.9	90
▲		7.2	4.9	-0.7	
3ю	16.11.21	33.8	26.6	62.7	90
		27.2	23.1	59.7	89.5
▲		6.6	3.5	3.0	

Рисунок 3.6 - Порівняльний аналіз якості руди на відвантажувальних пунктах між геологічною службою збагачувального комплексу і контрольними пробами з відвантажувальних пунктів.

Основне практичне значення отриманих результатів полягає у встановленні, що якість залізної рудної шихти на відвантажувальних пунктах, яка подана геологічною службою збагачувальному комплексу не завжди відповідає дійсності. На рисунку 3.7 наведено реєстр шламових проб відібраних у кар'єрі «Єристівського ГЗКа».

№ проби	№ мішка	№ свердловини	Fe загальне	Fe пов'язане з				Fe концентрата	Fe загальне у хвостах	Fe маг.ув хвостах	Вихід концентрата	Ситовий аналіз по кд 0,044 мм, %
				магнетитом	мартином/-гематитом	силікат/-сідерит	в т.ч. сідерит					
4206	77	1	35,0	31,5				67,0	5,7	0,5	47,8	91,2
4207	11	2	33,8	29,5				66,5	5,8	0,5	46,1	
4208	164A	3	34,5	30,4				68,1	5,8	0,5	46,1	91,5
4209	524	4	33,6	29,4				66,2	5,5	0,5	46,3	
4210	124	5	36,2	32,8	1,1	2,3	1,3	64,8	5,3	0,5	51,9	90,8
4211	507	6	36,4	33,2				65,4	6,1	0,5	51,1	
4212	89	7	35,0	30,3				65,3	7,2	0,5	47,8	91,0
4213	339	8	33,7	30,2				62,8	8,4	2,9	46,5	
4214	88	9	34,8	31,7				66,8	4,2	0,5	48,9	91,4
4215	99	10	34,3	29,0	2,0	3,3	1,5	63,0	8,4	1,0	47,4	
4216	373	11	31,2	20,8				63,8	12,7	0,5	36,2	90,5
4217	16	12	27,8	19,1				56,5	12,6	0,5	34,6	
4218	352	13	36,3	32,9				65,8	8,0	2,5	49,0	90,6
4219	725	14	27,4	19,7				56,6	11,9	0,5	34,7	
4220	106A	15	32,8	29,2	0,8	2,8	1,0	59,7	5,6	0,5	50,3	89,6
4221	603	16	31,6	26,1				57,5	7,6	1,1	48,1	
4222	58A	17	33,6	29,1				62,7	8,2	1,5	46,6	90,2
4223	57	18	33,4	15,5				64,8	21,5	0,5	27,5	
4224	608	19	32,8	23,5				60,2	13,5	0,5	41,3	90,0
4225	114	20	32,2	26,5	1,7	4,0	1,1	63,8	9,1	0,5	42,2	
4226	136	21	31,9	25,1				62,1	11,6	1,7	40,2	90,5
4227	16	22	30,1	22,5				62,1	11,8	1,2	36,4	
4228	90	23	31,3	16,4				65,1	19,1	0,5	26,5	90,8
4229	788	24	30,3	23,0				59,2	10,5	0,5	40,7	
4230	24	25	31,3	21,2	7,5	2,6	1,5	62,8	13,2	0,5	36,5	90,6
4231	213	26	31,3	19,6				62,3	16,1	2,4	32,9	
4232	763	27	31,9	25,9				58,0	10,4	1,4	45,2	89,0
4233	42A	28	34,0	28,3				63,8	8,7	1,2	45,9	

Рисунок 3.7 - Реєстр шламових проб відібраних у кар'єрі "Еристівського ГЗКа" Блок -15-204 Проби відібрані: 27.08.2021 р.

З'ясуємо основні причини високої варіативності заліза на перевантажних пунктах. Для цього розглянемо реєстр шламових проб блоку -15-204 за 27.08.2021р. (рисунок 3.7). Блок -15-204 нараховує 28 свердловин (глибина х ширина, 10 x 10). З 1 по 10 свердловину залягає руда К<sub>2</sub><sup>5</sup> другого гатунку 36% блоку (у реєстрі виділена чорним кольором). З 11 по 28 свердловину залягає руда К<sub>2</sub><sup>5</sup> 3 гатунку 64% блоку (у реєстрі виділена червоним кольором).

Спочатку відгрузиться руда другого гатунку, далі відгрузатиметися третій гатунку. Причина високої варіативності полягає в тому, що не дивлячись на те, що середня якість блоку задовільняє нормоване коливання якості залізної руди по блоку впливає на похибку при розрахунках (рисунок 3.8). Таким чином 64% блоку відвантажується з незадовільною якістю. З рисунку 3.9 на якому зображено схему відпрацювання забою наочно видно, що поділивши й відвантажуючи блок частинами якість відповідає дійсній.

	Fe заг., %	Fe <sub>mg</sub> , %	Fe е конц., %	Приріст
Середня якість всього по блоку	33,3	26,7	63,6	
1 и 2 гатунки Свердловини № 1-10	34,2	28,6	64,8	1,2
3 гатунку Свердловини № 11-28	31,7	23,4	61,4	-2,2

Рисунок 3.8 – Розрахунки якості залізної руди



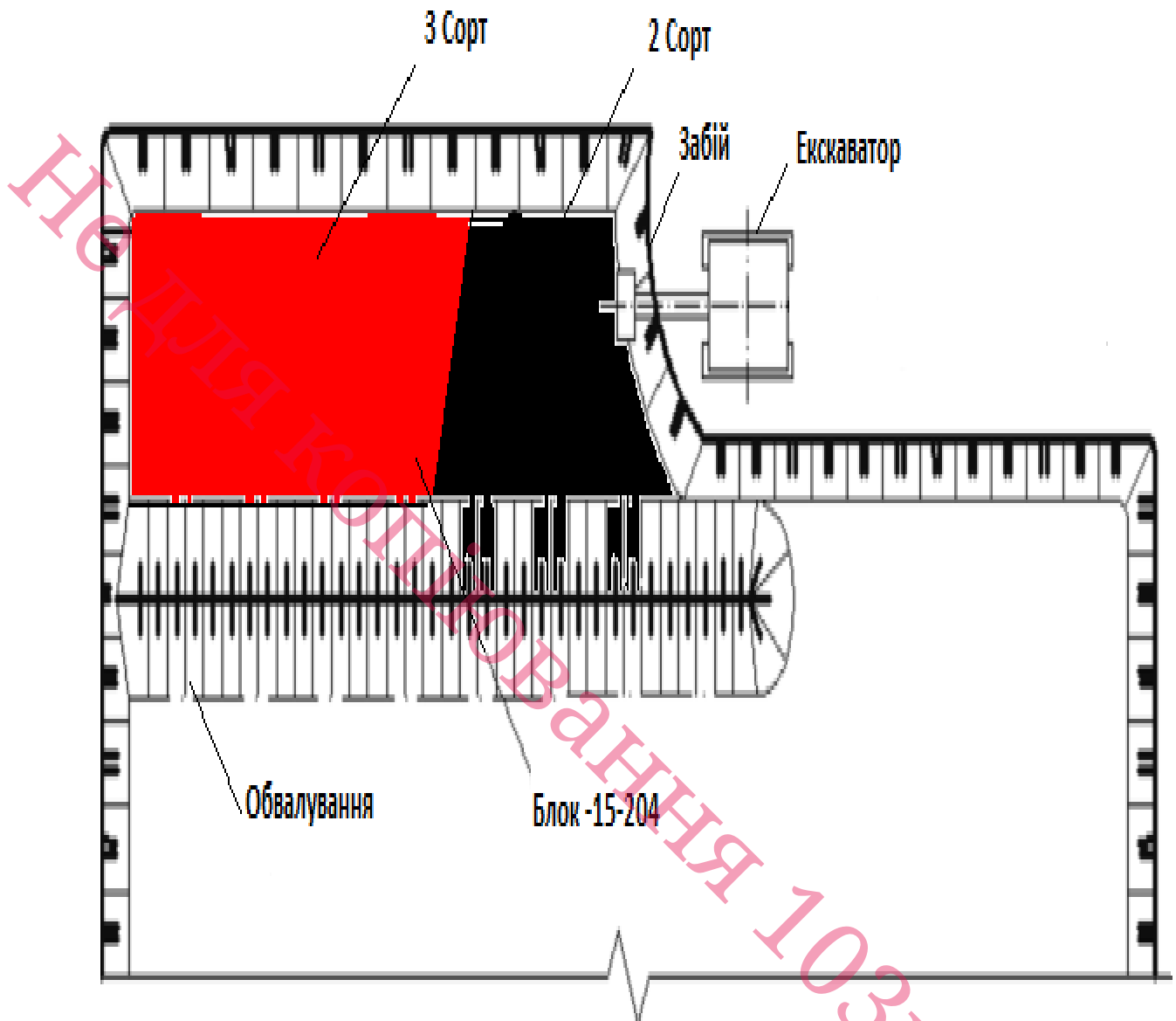


Рисунок 3.9 - Схема відпрацювання забою

Встановимо та дослідимо зв'язк між вмістом  $Fe_{\text{загального}}$  з основними технологічними показниками переробки руд одного із родовищ ПрАТ «Полтавський гірничо-збагачувальний комбінат».

За фактологічну основу роботи візьмемо результати 28 проб відібраних з блоку -15-204 та технологічні показники їх переробки.

На (рисунок 3.10) в якості приклада наведено побудовану частотну гістограму нормованого вмісту  $Fe$  загального. Було виконано аналітичні

розрахунки відповідності емпіричних розподілів досліджуваних параметрів розподілу Гауса. Для цього були розраховані критерії Шапіро-Уїлка, Ліллієфорса, Колмогорова – Смірнова, згоди хі-квадрат Пірсона. У всіх випадках результати розрахунків показали невідповідність вибірок нормальному або логнормальному закону розподілу. Таким чином, для більш реалістичної оцінки центральної тенденції розглянутих показників замість значень середнього арифметичного необхідно використовувати їх медіанні значення.

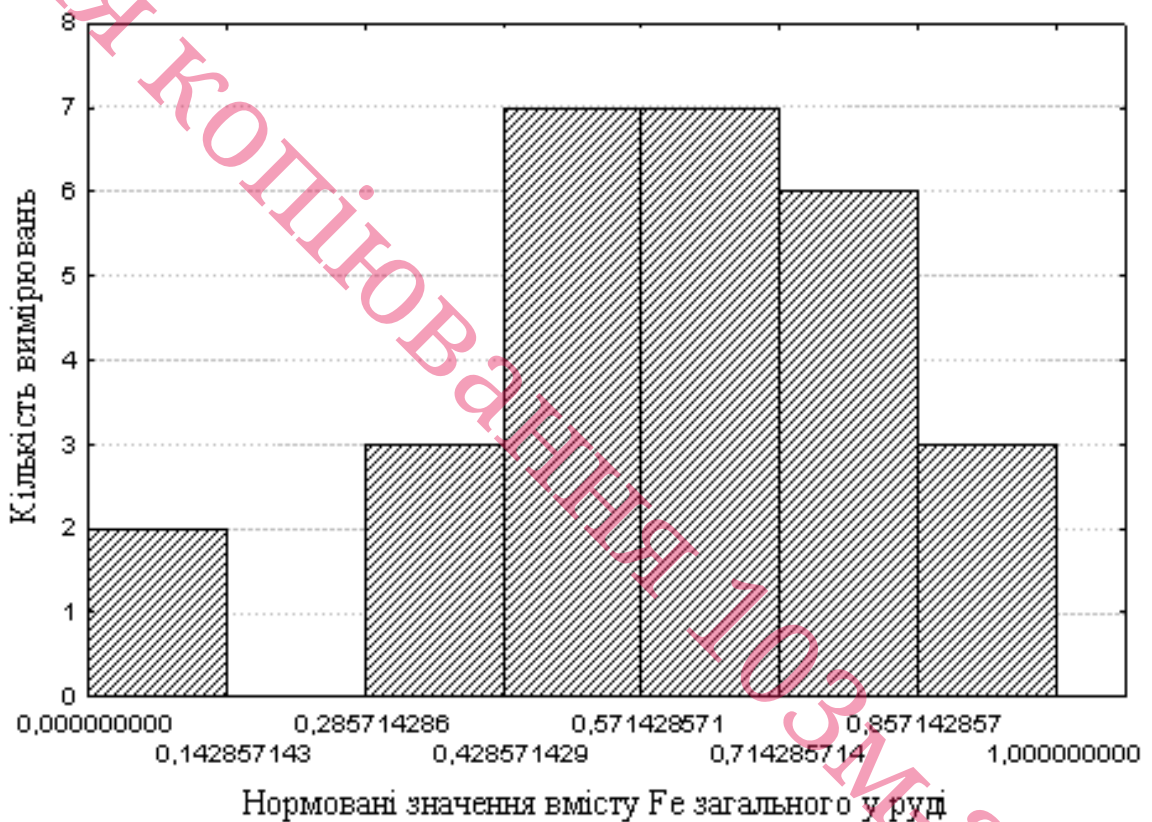


Рисунок 3.10 - Частотна гістограма розподілу нормованого вмісту Fe загального у руді.

Для досягнення поставленої у роботі мети було виконано кореляційний та регресійний аналізи між концентраціями вмісту Fe загального та значеннями вмістів Fe у концентраті, Fe загального у хвостах, Fe магнітного у хвостах і виходу концентрату. Коефіцієнт кореляції між вмістами Fe загального у руді та значеннями вмістів Fe у концентраті дорівнює 0,75, рівняння регресії:

$Fe_{\text{заг. руди}} = 0,223 + 0,6783 \cdot Fe_{\text{конц.}}$ . Коефіцієнт кореляції між вмістами Fe загального у руді та значеннями концентрацій Fe загального у хвостах становить  $-0,53$ , рівняння регресії:  $Fe_{\text{заг. руди}} = 0,7766 - 0,544 \cdot Fe_{\text{заг. хвост.}}$ . Коефіцієнт кореляції між концентраціями Fe загального у руді та значеннями вмістів Fe магнітного у хвостах дорівнює  $0,1$ , рівняння регресії:  $Fe_{\text{заг. руди}} = 0,5855 + 0,0843 \cdot Fe_{\text{маг. хвост.}}$ . Коефіцієнт кореляції між вмістами Fe загального у руді та значеннями виходу концентрату становить  $0,69$ , рівняння регресії:  $Fe_{\text{заг. руди}} = 0,5855 + 0,0843 \cdot \text{Вихід концентрату}$ .

Відповідні графіки рівнянь регресії між цими параметрами послідовно наведені на (рисунки 3.11 – 3.12).

Проведені дослідження дозволили мені прийти до наступних основних висновків:

1) Вибірki значень усіх розглянутих показників не відповідають нормальному або логнормальному закону розподілу. У зв'язку з чим пропонується для більш реалістичної оцінки центральної тенденції розподілу цих показників замість значень середнього арифметичного використовувати їх медіанні значення. Значні розходження між значеннями середнього арифметичного та медіанних значень у відповідних вибірках вказує на наявність кількох факторів, що суттєво впливають на їх розподіл.

2) Встановлено, що існує найбільш суттєвий позитивний зв'язок між вмістом Fe загального у руді та значенням вмістів Fe у концентраті і виходом концентрату.

3) Доказано, що збільшення концентрації Fe загального у руді суттєво впливають на зменшення вмісту Fe загального у хвостах, при тому що вміст Fe загального у руді практично ні як не відображається на концентраціях Fe магнітного у хвостах.

4) Розраховані рівняння регресії дозволяють прогнозувати та інтерпретувати у геолого - технологічному сенсі основні якісні показники залізної руди.

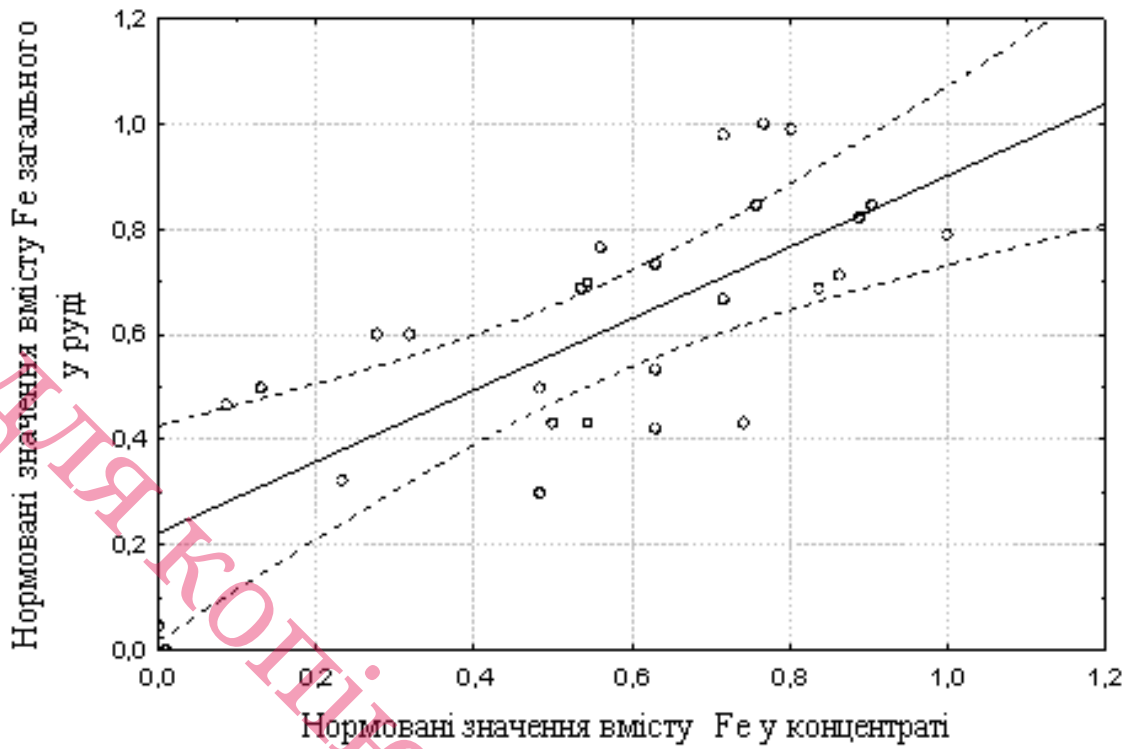


Рисунок 3.11 – Графік рівняння регресії між вмістом Fe загального у руді та Fe загального у концентраті.

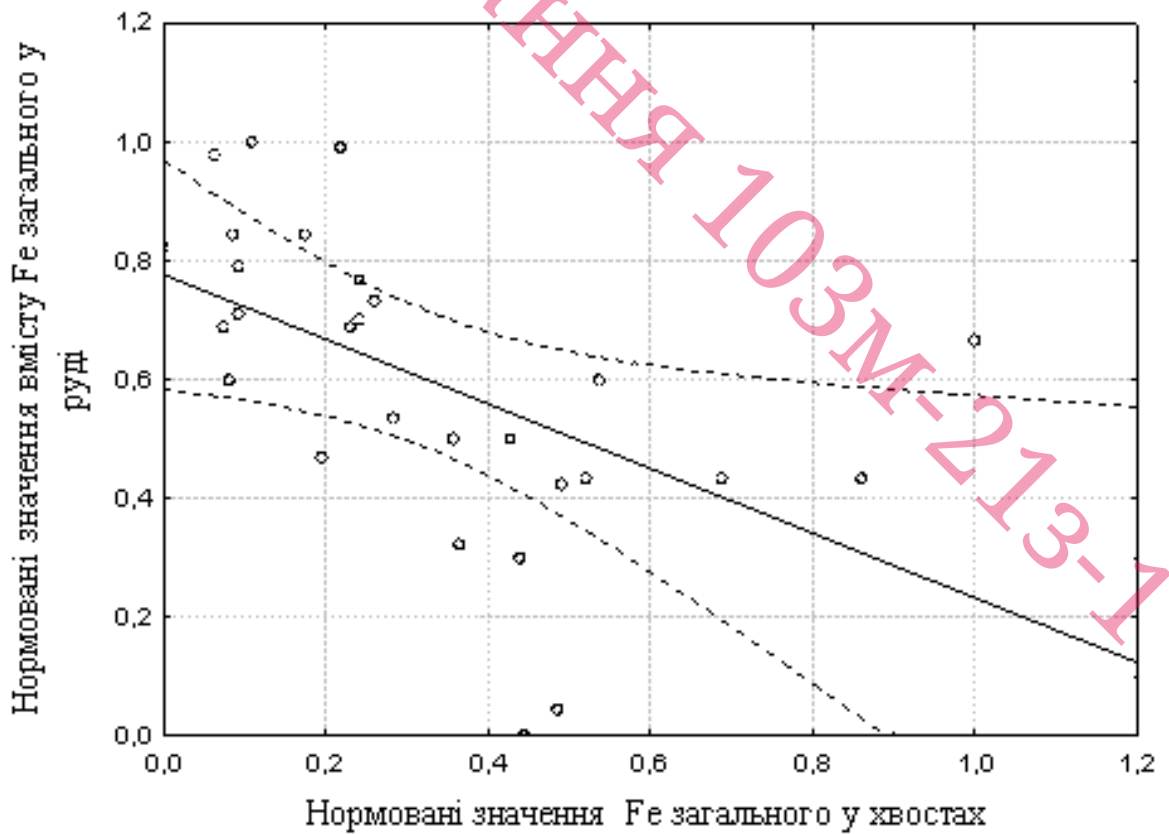


Рисунок 3.12 – Графік рівняння регресії між вмістом Fe загального у руді та Fe загального у хвостах.



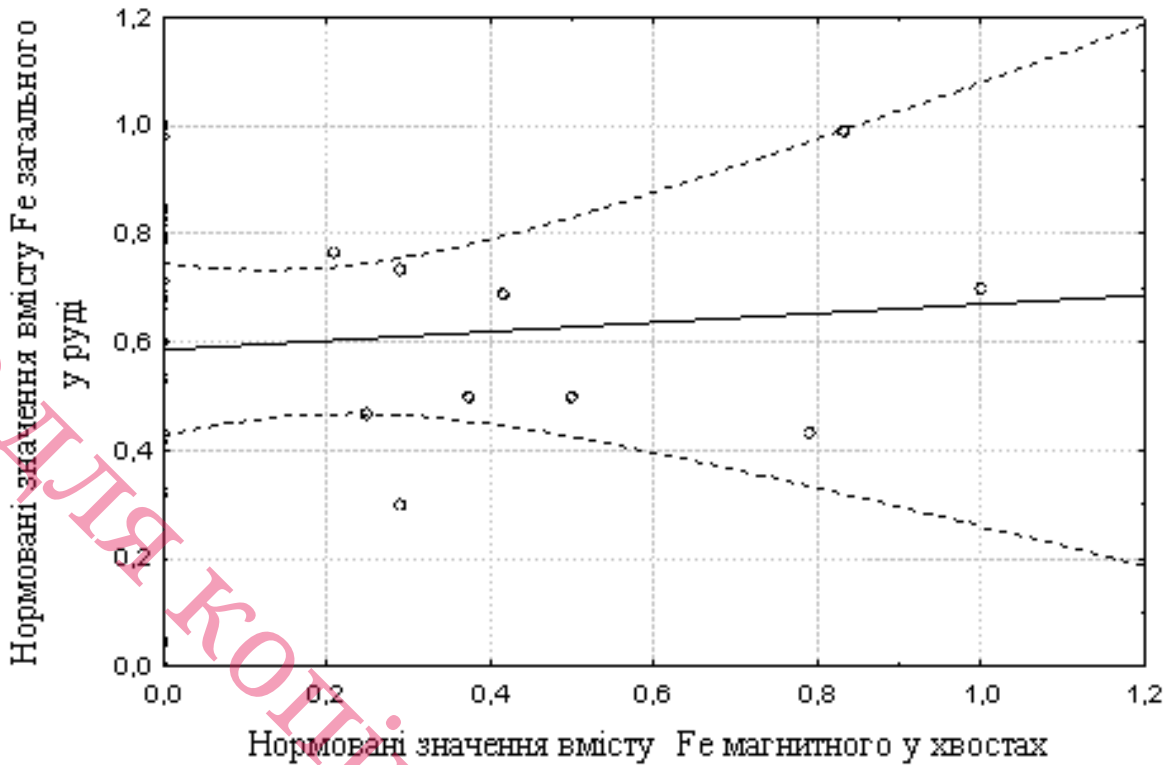


Рисунок 3.13 – Графік рівняння регресії між вмістом Fe загального у руді та Fe магнітного у хвостах.

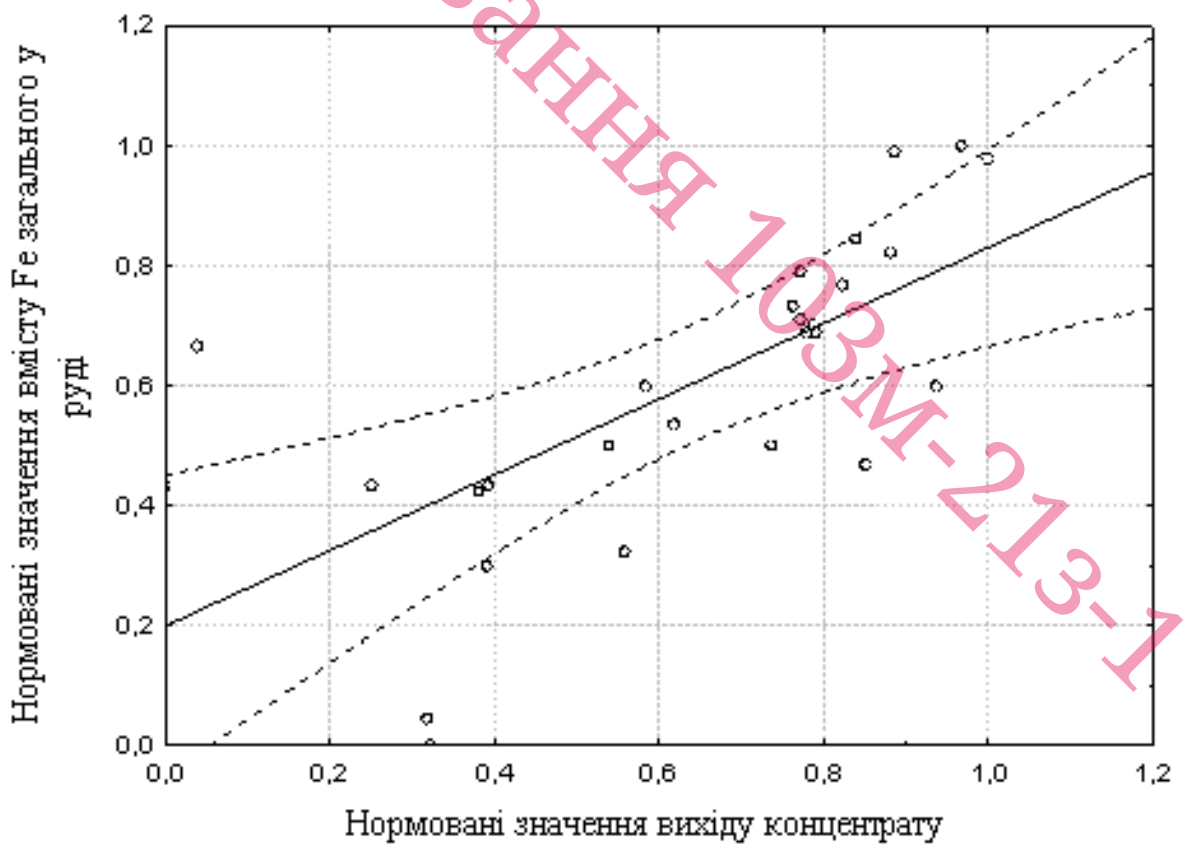


Рисунок 3.14 – Графік рівняння регресії між вмістом Fe загального у руді та виходом концентрату.

Зменшити варіативність заліза можна шихтуючи руду на дробарних фабриках, залучивши вихідну сировину першого ґатунку, і таким чином впливати на якість. На рисунку 3.15 наведено декілька прикладів, як залученням руди першого ґатунку виправляється просадка якості збагачення і порохований приріст, який можна отримати з цього залучення.

	Fe у концентраті, % Приклад №1	Fe у концентраті, % Приклад №2	Fe у концентраті, % Приклад №3
Приймання К25 незадовільної якості: 75%	61,0	60,0	62,0
Приймання К25 1 ґатунку: 25%	65,0	65,0	65,0
Приріст, %	1,0	1,2	0,7
Отримана шихта	62,0	61,2	62,7

Рисунок 3.15 – Приклади стабілізації якості залученням руди першого ґатунку .

Зменшити варіативність вихідної руди можна змінивши графік роботи геологів. Ввести цілодобовий візуальний контроль забоїв і при контактних зон.

В тих випадках, коли блок забурено біля борту варіативність зменшиться, якщо накладати геологічне знімання до та після вибуху, щоб заміряти зміщення гірничої маси. Відбиваючи по блоку руду різних ґатунків враховувати зміщення гірничої маси вздовж лінії відриву від борта та подвижку гірничої маси при діагональній схемі вибуху.

### 3.6 Розрахунки економічного ефекту

Від зменшення варіативності сирої руди збільшиться продуктивність виробництва окатків.

На основній виробничий дільниці-2 (флотація №2) бракування з якості за 2021 рік було 107 діб (згідно з річним звітом розвантаження флотації №2).

На «Полтавському ГЗК» межа Fe загального у концентраті взята на рівні 66,4%.

Припустимо, що половина браку з причини низької якості вихідного сировини.

$$107 \text{ діб} / 2 = 53,5 \text{ діби}$$

Для покращення якісно-кількісних показників знижують планове навантаження на секцію від 10 до 30 т/год.

Візьмемо середній показник – 15 т/год.

Розрахунки:

$53,5 \text{ доби} * 24 \text{ години} = 1284 \text{ години}$  за рік випускалася бракована продукція;

$15 \text{ т/год} * 1284 \text{ годин} * 0,4 \text{ (вихід концентрату після флотації)} * 0,9 \text{ (КЮ)} / 1,1 \text{ (коэф. перерахунку концентрату на окатки)} = 6303 \text{ т окатків}$  з однієї секції;

На основній виробничий дільниці - 2 вісім секцій

2 50 426 т окатків з восьми секцій;

2694 грн - вартість тони окатків;

1164,3 грн – собівартість тони окатків;

$2694 - 1164,3 = 1529,7 \text{ грн}$  – прибуток з тони окатків;

$50426 * 1529,7 = 77136652 \text{ грн}$ .

Стабілізація якості сирої руди на «Полтавським ГЗК» дає 77 136 652 грн економічного ефекту. Виконані підрахунки актуальні на січень 2022 року

**Висновки за розділом.** При дослідженні хімічного складу проб відібраних з Горішне-Плавнинського ( $K_2^2$ ) і Єристівського ( $K_2^5$ ) родовищ

виконано хімічний аналіз проб, методом перерахунку розгорнутого хімічного та фазового хімічного аналізів виконані мінеральний склад руди та розподіл заліза за мінеральними фазами. На основі отриманих результатів можна сформулювати наступні основні висновки:

1. Головним рудним мінералом проб є магнетит (39,5 та 40,3), другорядним – гематит (3,4 та 4,6%). Нерудні мінерали представлені кварцом (38,1 та 40,6) та силікатами (13,9 та 10,3%), відповідно проб пачок  $K_2^5$  та  $K_2^2$ . Карбонати в пробах встановлені у незначній кількості – 4,7 та 3,9%. Також невеликий вміст сульфідів заліза (0,1 та 0,1) та апатиту (0,3 та 0,2%), відповідно.

2. За структурно-текстурним критерієм залізисті кварцити обох проб відносяться до тонко- і дрібно вкраплених і тонко- і середньшарових.

3. Потужність рудних шарів коливається від 0,2 до 2,2 мм, переважна – 0,6-0,96 мм. Розмір змішаних шарів змінюється від 0,4 до 5 мм з переважанням від 11 до 16 мм. Потужність нерудних шарів коливається не більше 0,12-9,6 мм, але переважають 0,85-1,8 мм.

4. Магнетит зустрічається у вигляді ідіоморфних зерен (0,04-0,06 мм), але частіше у вигляді агрегатів поліедрично-росткової, стрічкової форми. Складні зазубрені контури магнетиту погіршують рівень розкриття мінералу при його подрібненні. Розмір агрегатів змінюється від 0,2 до 1,2 мм. Часто рудні та нерудні мінерали утворюють складні зрощення – ситоподібні структури, де розмір магнетиту не перевищує 0,01-0,02 мм.

5. У зернах та агрегатах магнетиту зустрічаються включення нерудних мінералів, розміром 0,002-0,005 мм. Своєю чергою, дрібні зерна магнетиту (0,006-0,012 мм) утворюють вкрапленість у нерудних шарах.

6. Мінерали – носії шкідливих домішок сірки та фосфору в обох пробах встановлені у незначних кількостях – по 0,1 сульфїду заліза, а також 0,3 та 0,2% апатиту, відповідно до проб 1 та 2.



## ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи ступеня магістра було проаналізовано геологічну будову Горішне-Плавнинського, Лавриківського ( $K_2^2$ ) та Єристівського ( $K_2^5$ ) родовища. Встановлено, що залізорудна підсвіта  $K_2^2$  складається із трьох пачок:  $K_2^{21}$  (нижньої),  $K_2^{22}$  (середньої),  $K_2^{23}$  (верхньої). Перша й остання пачки представлені червоно смугастими магнетитовими кварцитами, середня, також як і пачка  $K_2^{31}$  – кумінгтоніт-магнетитовими кварцитами. Поклад №1 є найбільш значною рудовмісною товщею родовищ.

Довжина покладу в плані вздовж осі родовища – 7 635 м. Середня потужність по Горішне-Плавнинському родовищу коливається від 86 до 185 м, по Лавриківському – від 41 до 113 м та складає в середньому 150 та 83 м відповідно.

Рудні поклади пачки  $K_2^5$  вузькою смугою витягнуті у субмеридіональному напрямку. Структура родовища ускладнена крупними розривними порушеннями субмеридіонального простягання з падінням на захід під кутами від 75 до 85°, що ускладнює стабілізацію якості на переділах гірничого виробництва. Залізисті кварцити Єристівського родовища поділяються на дві основні різновидності: магнетитові і кумінгтоніт-магнетитові кварцити. З урахуванням збагачуваності їх поділяють на чотири основних сорти.

Протяжність Єристівського родовища 4800 м при ширині рудовмісній зони на верхніх горизонтах: від 470 м на півдні до 200 м на півночі.

Вивчена методика відбору проб геологічною службою в кар'єрі. З'ясовано, що відбір проб проводиться для отримання початкових даних для деталізації оконтурювання руд, їх промислових і технологічних типів і різновидів, для уточнення даних детальної розвідки про хімічний і мінеральний склад руд, вміщуючих порід і їх текстурно-структурних особливостей, що впливають на технологію збагачення, для виявлення

закономірностей просторового розміщення типів, сортів і різновидів руд і розподілу в них корисних і шкідливих компонентів, для визначення середнього змісту корисних і шкідливих компонентів в геологічних і експлуатаційних підрахункових блоках, уступах, в забоях екскаваторів.

При дослідженні хімічного складу проб відібраних з Горішне-Плавнинського ( $K_2^2$ ) і Єристівського ( $K_2^5$ ) родовищ виконано хімічний аналіз проб, методом перерахунку розгорнутого хімічного та фазового хімічного аналізів виконані мінеральний склад руди та розподіл заліза за мінеральними фазами. На основі отриманих результатів можна сформулювати наступні основні висновки:

7. Головним рудним мінералом проб є магнетит (39,5 та 40,3), другорядним – гематит (3,4 та 4,6%). Нерудні мінерали представлені кварцом (38,1 та 40,6) та силікатами (13,9 та 10,3%), відповідно проб пачок  $K_2^5$  та  $K_2^2$ . Карбонати в пробах встановлені у незначній кількості – 4,7 та 3,9%. Також невеликий вміст сульфідів заліза (0,1 та 0,1) та апатиту (0,3 та 0,2%), відповідно.

8. За структурно-текстурним критерієм залізисті кварцити обох проб відносяться до тонко- і дрібно вкраплених і тонко- і середньшарових.

9. Потужність рудних шарів коливається від 0,2 до 2,2 мм, переважна – 0,6-0,96 мм. Розмір змішаних шарів змінюється від 0,4 до 5 мм з переважанням від 11 до 16 мм. Потужність нерудних шарів коливається не більше 0,12-9,6 мм, але переважають 0,85-1,8 мм.

10. Магнетит зустрічається у вигляді ідіоморфних зерен (0,04-0,06 мм), але частіше у вигляді агрегатів полієдрично-росткової, стрічкової форми. Складні зазубрені контури магнетиту погіршують рівень розкриття мінералу при його подрібненні. Розмір агрегатів змінюється від 0,2 до 1,2 мм. Часто рудні та нерудні мінерали утворюють складні зрощення – ситоподібні структури, де розмір магнетиту не перевищує 0,01-0,02 мм.

11. У зернах та агрегатах магнетиту зустрічаються включення нерудних мінералів, розміром 0,002-0,005 мм. Своєю чергою, дрібні зерна магнетиту (0,006-0,012 мм) утворюють вкрапленість у нерудних шарах.

12. Мінерали – носії шкідливих домішок сірки та фосфору в обох пробах встановлені у незначних кількостях – по 0,1 сульфїду залїза, а також 0,3 та 0,2% апатиту, вїдповїдно до проб 1 та 2.

Доведено, що якїсть залїзної рудної шихти на вїдвантажувальних пунктах, яка подана геологїчною службою збагачувальному комплексу не завжди вїдповїдає дїйсностї.

З метою встановлення закономірностей концентрації Fe загального у рудї та вмісту Fe загального у хвостах, вмістом Fe загального у рудї та значенням вмістів Fe у концентратї і виходом концентрату було виконано кореляційний та регресійний аналізи мїж концентраціями вмісту Fe загального та значеннями вмістів Fe у концентратї, Fe загального у хвостах, Fe магнїтного у хвостах і виходу концентрату.

Обробка первинної геохімічної інформації, побудова частотних гїстограм, побудова графіків і розрахунки коефіцієнтів кореляції та рївнянь регресії виконувались за допомогою програм Excel 2016 і Statistica 11.0

Пропонованї варїанти зменшення варїативностї:

1. Дїлити і вїдвантажувати блок частинами для стабїлізації якостї.
2. Шляхом залучення руди першого гатунку.
3. Змїнивши графік роботи геологїв;
4. Накладання геологїчного знімання до та пїсля вибуху для заміру змїщення гїрничої маси.
5. Для бїльш реалїстичної оцїнки якостї залїзної руди у шихтї замїсть значень середнього арифметичного необхідно використовувати їх медїаннї значення.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що стабїлізація якостї сирої руди дає 77 136 652 грн економїчного ефекту.

Збільшення продуктивності, зниження собівартості виробництва готової продукції досягають зниженням варіативності вихідної сировини.

Матеріали кваліфікаційної роботи були апробовані у доповідях на XX конференції молодих учених «Геотехнічні проблеми розробки родовищ» що проходила в інституті Геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, м. Дніпро 27 жовтня 2022р. (Додаток Б), Abstracts of III International Scientific and Practical Conference Tokyo, Japan November 07 – 09. 2022

Не для копіювання 103М-213-1



**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

- 1 А.Ф. Клебанов, М.А. Макеев, Т.А. Трушин. Управление качеством и оптимизация взрывных работ в АСУ ГТК «Карьер» с использованием горно-геологических систем /Горная Промышленность №2 (12) 2015, стр. 92-93
- 2 Пирогов Б.І., Пирогова В.В. Мінералогічне дослідження залізних і марганцевих руд / Б.І.Пирогов, В.В.Пирогова / М., Надра, 1973, 216 с.
- 3 Рамдор П. Рудні мінерали та їх зрощення / П.Рамдор / М., ІЛ, 1962, 1132 с.
- 4 Пирогов Б.І. Геолого-мінералогічні фактори, що визначають збагачуваність залізистих кварцитів / Б. І. Пирогов / М., Надра, 1969, 239 с.
- 5 Богданова І.П., Нестерова Н.А., Федорченко В.С. Збагачуваність залізних руд. Довідковий посібник / І.П.Богданова, Н.А.Нестерова, В.С.Федорченко / М., Надра, 1989, 160 с
- 6 ДСТУ ISO 3082:2018 Руди залізні. Методи відбирання та готування проб.

## ДОДАТОК А

## Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
			Документація		
1	A4	ТСТ.ОППМ.20.12.ПЗ	Пояснювальна записка	72	
			Графічні матеріали	15	Електронний ресурс
			Презентація Microsoft PowerPoint		Слайди

**ДОДАТОК Б****Сертифікат**

учасника XX Міжнародній конференції молодих учених «Геотехнічні  
проблеми розробки родовищ»



**ДОДАТОК В**

Сертифікат  
учасника міжнародної конференції «Theories, methods and  
practices of the latest technologies»  
Tokyo, Japan November 07 – 09. 2022



ДОДАТОК Г

Не для копіювання 103М-213-1



ДОДАТОК Д

Не для копіювання 103М-213-1