

Міністерство освіти і науки України
Криворізький національний університет
Кафедра геології та екології

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи
за ступенем вищої освіти «бакалавр»
зі спеціальності 103 Науки про Землю ОПП Геологія

Тема роботи
**«Вплив тектонічних процесів на технологічні показники магнетитових
кварцитів Північного залізорудного району»**

Виконала здобувачка групи НЗГ-22
Науковий керівник
Нормоконтролер
В.о. завідувача кафедри

Софія ЛЮБАС
Світлана ТІХЛІВЕЦЬ
Олександр ТРУНІН
Світлана ПАНОВА

Кривий Ріг
2026

Криворізький національний університет

Гірничо-металургійний факультет

Кафедра геології та екології

Ступінь вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Спеціальність: 103 Науки про Землю ОПП Геологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри _____ Світлана ПАНОВА

«__» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну (бакалаврську) роботу

Любас Софії Михайлівни

1. Тема: **«Вплив тектонічних процесів на технологічні показники магнетитових кварцитів Північного залізрудного району».**

Затверджена наказом по КНУ № ...107с.. від «...19.» лютого 2026 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи: «.05» червня 2026 р.

3. Вихідні дані по кваліфікаційній бакалаврській роботі:

літературні та електронні джерела із загальною інформацією про геологічну будову Первомайського родовища, його тектонічну будову, зразки руд та порід, статистичні дані технологічних показників руд.

4. Зміст пояснювальної записки: - вступ; - розділ 1. Геологічна будова Первомайського родовища; розділ 2. Вихідний матеріал і методика досліджень; розділ 3. Тектонічні процеси в межах Первомайського родовища; розділ 4. Мінералогічний опис тектонічнозмінених залізистих кварцитів; розділ 5. Вплив тектонічних процесів на технологічні показники руд; висновки; література.

5. Перелік графічного матеріалу: схема розташування Первомайського родовища з виділенням фактичних глибин кар'єру; геологічна карта Первомайського родовища;

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	доц. Тіхлівець С.В.	09.02.2026р.	10.03.2026р.
2	доц. Тіхлівець С.В.	10.03.2026р.	16.04.2026р.
3	доц. Тіхлівець С.В.	17.04.2026р.	20.05.2026р.

7. Календарний план

Етапи роботи	Термін виконання
1. Збір вихідної інформації, аналіз існуючих даних, виготовлення полірованих та прозорих шліфів	09.02.2026 -30.02.2026р.
2. Написання розділу 1. Геологічний нарис родовища	15.02.2026 -10.03.2026р.
3. Мінералогічні дослідження відібраних руд і порід, написання розділу 4	10.03.2026 -16.04.2026р.
4. Аналіз технологічних показників руд, написання розділу 5.	17.04.2026 -20.05.2026р.
5. Написання розділу 2 і 3, підведення підсумків. Оформлення роботи	20.05.2026 -05.06.2026р.

Дата видачі завдання «09.»лютого 2026 р.

Завдання видав

науковий керівник

Світлана ТІХЛІВЕЦЬ

Завдання отримала

здобувачка

Софія ЛЮБАС

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота: 33 с., 6 рис., 4 табл., 14 джерело.

В роботі аналізуються технологічні показники руд Північного залізорудного району. на прикладі Первомайського родовища, та вплив на них тектонічних процесів. на технологічні показники руд.

Криворізький басейн є одним з найбагатших джерел мінеральних ресурсів України. В межах родовищ активно проявлені епігенетичні геологічні процеси.

Залізорудна товща має лінійно видовжену форму в межах якої розташовуються родовища по видобутку магнетитових кварцитів. Первомайське родовище локалізується в Північній частині Криворізького басейну, в межах якого інтенсивно проявлені всі епігенетичні процеси, в тому числі й тектонічні.

Метою бакалаврської роботи було вивчення впливу тектонічних процесів на технологічні показники руд Первомайського родовища через порівняння цих показників для вихідних метаморфогенних порід з тектонічнозміненими.

Завдання роботи полягаю у наступному :

1. Аналізі існуючих даних про геологічну будову родовища, стратиграфію, тектоніку тощо;
2. Вивчення мінерального складу тектонічно змінених магнетитових кварцитів;
3. Проаналізувати технологічні показники різних типів порід;
4. Виявити особливості змін в технологічних показниках руд.;

Ключові слова: технологічні показники, мінеральний склад руд, тектонічні процеси, Первомайське родовище, Криворізький басейн.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ПЕРВОМАЙСЬКОГО РОДОВИЩА.....	9
1.1. Геологічна позиція Первомайського родовища.....	10
1.2. Стратиграфія.....	12
1.3. Метаморфізм та метасоматичні процеси.....	15
РОЗДІЛ 2. ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	17
РОЗДІЛ 3. ТЕКТОНІЧНІ ПРОЦЕСИ В МЕЖАХ ПЕРВОМАЙСЬКОГО	
РОДОВИЩА	18
РОЗДІЛ 4. МІНЕРАЛОГІЧНИЙ ОПИС ТЕКТОНІЧНОЗМІНЕНИХ	
ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ.....	21
РОЗДІЛ 5. ВПЛИВ ТЕКТОНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ	
ПОКАЗНИКИ РУД.....	32
ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40

ВСТУП

Актуальність дослідження. Інтенсивний розвиток мережі розривних порушень і зон активного дроблення має суттєвий вплив не тільки на гірничо-геологічні умови розробки родовищ Північного залізрудного району, а й на технологічні показники їх залізистих кварцитів. На ділянках тектонічно порушених зон фіксується зміна гранулометричного складу руди в результаті природного подрібнення, що впливає на зниження енерговитрат при початковому дробленню та подрібненню під час процесу збагачення. Водночас розвиток таких процесів як катаклаз та мілонітизація часто відбувається перерозподіл рудних і нерудних мінералів, утворення тонковкраплених зростків магнетиту з кварцом, і, як наслідок, ускладнює процес розкриття рудних зерен.

Таким чином, висока інтенсивність прояву диз'юнктивної тектоніки в межах Північного залізрудного району є основним чинником визначення технологічної якості рудної сировини Первомайського родовища, як представника Північного залізрудного району Криворізького басейну. При цьому, вони напряду впливають на кінетику подрібнення, селективність розкриття зростків, коефіцієнт вилучення заліза в кінцевий концентрат та загальні технологічні та економічні показники збагачувального виробництва руд.

Первомайське родовище магнетитових кварцитів належить до провідних об'єктів сировинної бази Криворізького басейну. Його геологічна буда містить прояв структурної складності, мінералогічної неоднорідності та значною густотою розломної мережи. Багатостадійні процеси плікативних і диз'юнктивних змін, катаклазу та мілонітизації спричинили глибоку перебудову первинно утворених структурних та текстурних особливостей залізистих кварцитів.

Сьогодні при постійному поглибленні залізорудних кар'єрів та залучення до експлуатації більш складних за тектонічною будовою горизонтів Первомайського родовища, особливої актуальності набуває детальне вивчення деформаційного впливу на якісні параметри залізорудної сировини.

Вивчення закономірностей мінливості технологічних даних та їх залежності від тектонічного впливу на руди є *науковою основою* для модернізації методів геолого-технологічного картування, прогнозування запасів рудної маси та оптимізації чинних схем рудопідготовки та подальшого збагачення.

Метою цієї роботи визначено встановлення характеру та ступеня впливу тектонічних процесів на мінералогічні особливості руд Первомайського родовища та їх технологічні показники.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі завдання:

- проаналізовано геологічну будову та особливості стратиграфії Первомайського родовища;
- охарактеризовано основні види тектонічних порушень та етапи їх формування;
- проведено мікроскопічне вивчення зразків тектонічно змінених залізистих кварцитів;
- встановлено особливості мінерального складу досліджених порід та їх структурних і текстурних особливостей;
- виконано порівняльний аналіз технологічних показників незмінних і тектонічно змінних різновидів залізистих кварцитів;

Об'єкт досліджень – тектонічнозмінені залізисті кварцити Первомайського родовища Криворізького залізорудного басейну.

Предмет дослідження – вплив тектонічних процесів на мінеральний склад, структурно-текстурні особливості та технологічні показники залізистих кварцитів Первомайського родовища.

Практичне значення роботи полягає у використанні отриманих результатів при проведенні геолого-технологічного картування залізорудних родовищ, прогнозування технологічних властивостей руд та удосконалення схем їх збагачення.

РОЗДІЛ 1

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ПЕРВОМАЙСЬКОГО РОДОВИЩА

Первوماйське родовище магнетитових кварцитів розташоване в північній частині Криворізького залізорудного басейну в межах Тернівського району міста Кривий Ріг Дніпропетровської області [1] (рис. 1.1).

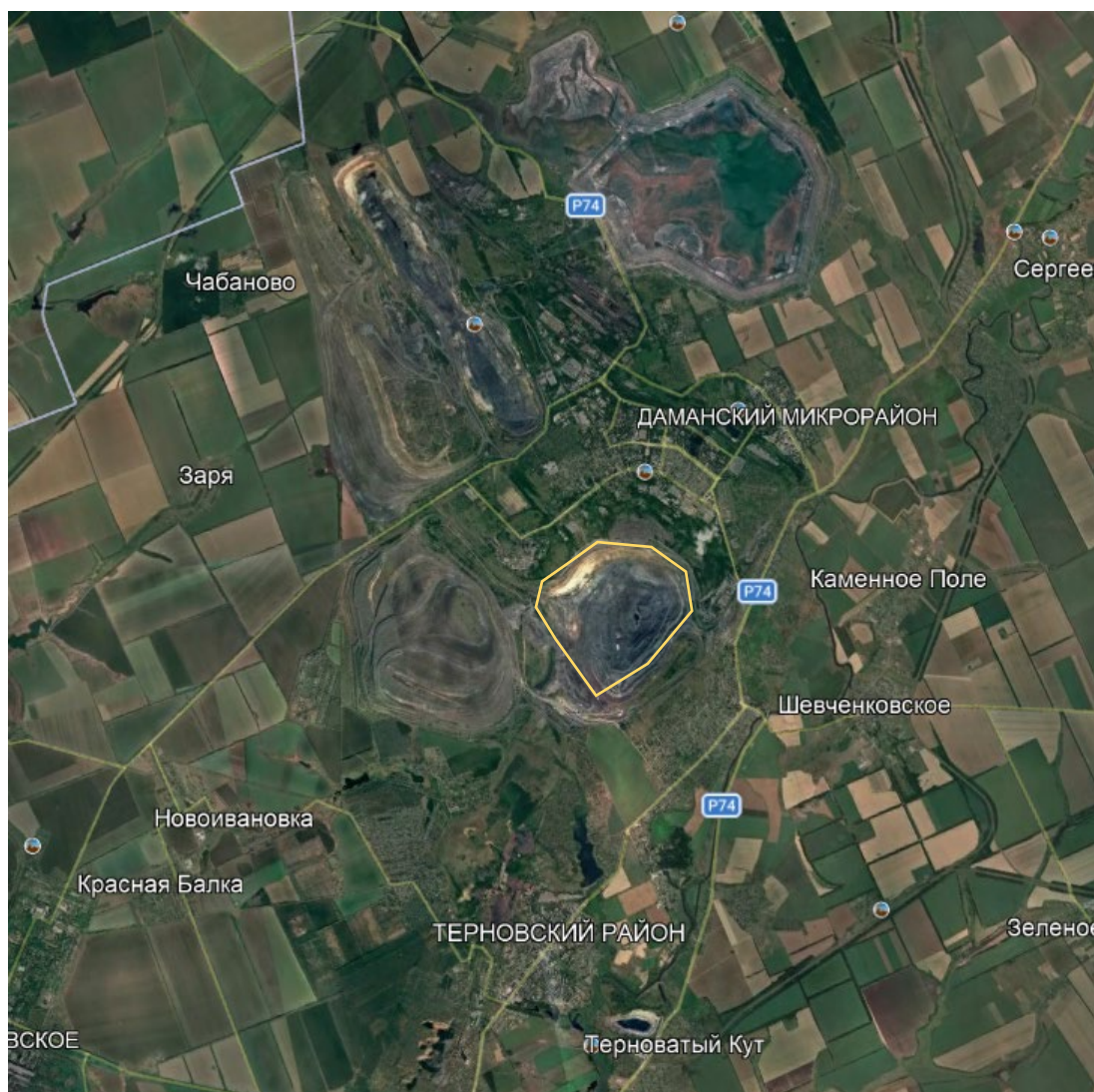


Рис. 1.1. Адміністративне положення Первوماйського родовища (жовтий багатокутник).

Даний район охарактеризований розвинутою гірничопромисловою інфраструктурою та належить до найбільших центрів видобутку залізних руд в Україні [1].

Геоморфологічна структура району досліджень має слабохвилясту степову рівнину з домінуючими абсолютними відмітками поверхні в межах 105–120 м. Рельєф - це ухил у бік долини річки Саксагань, який розчленований розвинутою ерозійною балковою мережею [5]. Активної трансформації природна морфологія місцини зазнала в результаті довготривалого промислового освоєння надр, що призвело до утворення масштабних елементів техногенного рельєфу, а саме значних кар'єрних виїмок, терас відвалів розкривних порід, гідротехнічних споруд хвостосховищ, а також зон обрушення й зсування земної поверхні. [1, 3]

Просторові границі гірничого відводу примикають до житлових масивів міста Кривий Ріг. Багаторічна експлуатація надр супроводжується активним антропогенним тиском на екосистему регіону, який досягає критичних значень.

1.1. Геологічна позиція Первомайського родовища

Первомайське родовище входить до складу Північного залізорудного району Криворізького басейну, що відноситься як структурний елемент центральної частини Українського щита [1-3]. Рудоносна залізорудна товща приурочена до Криворізької структури, яка є великим ранньопротерозойським синклінорієм, складеним метаморфізованими осадово-вулканогенними породами. (рис. 1.2).

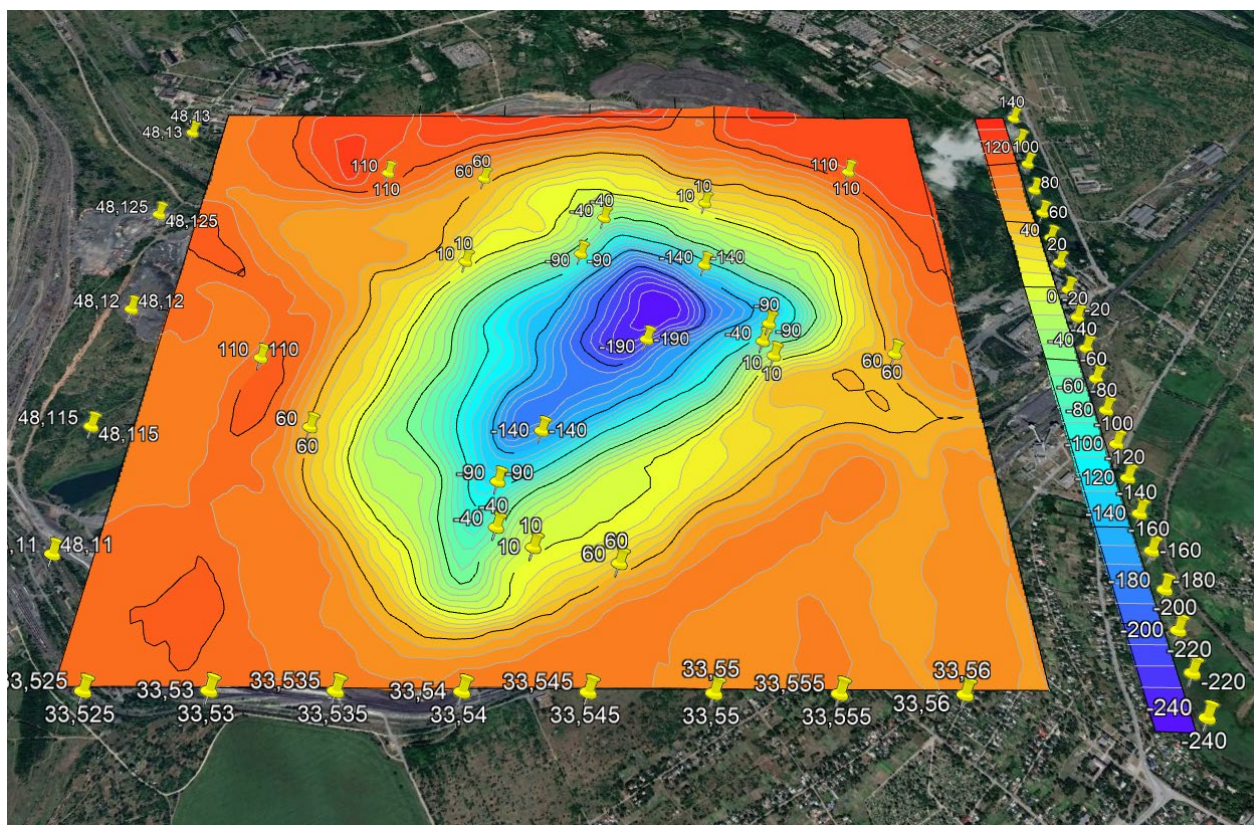


Рис. 1.2. Фактична глибина Першотравневого кар'єру з візуалізацією за допомогою програмного продукту SURFER (кольорова гама – глибина).

Західна частина родовища складена породами гданцівської та глеюватської світ, а східна межує з гранітоїдами дніпропетровського комплексу. Для району характерна складна геологічна будова, обумовлена інтенсивними тектонічними процесами, високим ступенем регіонального метаморфізму та активним розвитком розривних порушень [1-3].

Особливістю Первомайського родовища є значна неоднорідність залізорудної товщі, яка обумовлена комплексним проявом седиментаційних, метаморфічних і епігенетичних процесів. Крім тектонічних процесів в межах родовища простежується активний розвиток натрієвого метасоматозу, який теж суттєво вплинув на мінеральний склад та технологічні властивості руд.

1.2. Стратиграфія

У геологічній будові родовища беруть участь два основні структурно-речовинні комплекси [4, 13]:

- кристалічні породи архейського та палеопротерозойського віку;
- осадові утворення кайнозойського чохла.

Фундамент складений гранітоїдами дніпропетровського комплексу, які перекриті товщами амфіболітів, сланців і кварцитів архейського віку. Вище за розрізом залягають породи криворізької серії, що формувалися в умовах досить довгого осадонакопичення та зазнали динамотермального метаморфізму.

У розрізі криворізької серії виділяються наступні світи (рис. 1.3.):

- новокриворізька,
- скелюватська,
- саксаганська,
- гданцівська,
- глеюватська.

Промислове значення відводиться саксаганській світі, до складу якої входять продуктивні горизонти магнетитових кварцитів.

Продуктивною товщею являються п'ятий та шостий залізисті горизонти саксаганської світи, які складені в більшості магнетитовими та гематит-магнетитовими кварцитами різного ступеня метаморфічних, метасоматичних та тектонічних перетворень. Потужність та якісні характеристики рудного тіла змінюються як по простяганню, так і за падінням.

Кристалічний фундамент зверху має нерівномірну товщу кайнозойських відкладів, які представлені глинами, суглинками, пісками, мергелями, вапняками та іншими продуктами кори вивітрювання.

Продуктивна товща родовища складена магнетитовими, гематит-магнетитовими та силікат-магнетитовими кварцитами, що зазнавали як метаморфічних перетворень, так і епігенетичних. У якості вміщуючих порід

виступають сланцеві утворення кварц-біотитового, гранат-біотитового, кумінгтонітового складу [4, 6-9].

В складу сагсаганською світи виділяють сім сланцевих та сім залізистих горизонтів, які представлені в різному кількісному співвідношенні основних залізистих та силікатних мінералів. Незмінним залишається вміст кварцу в кожному мінеральному різновиді.

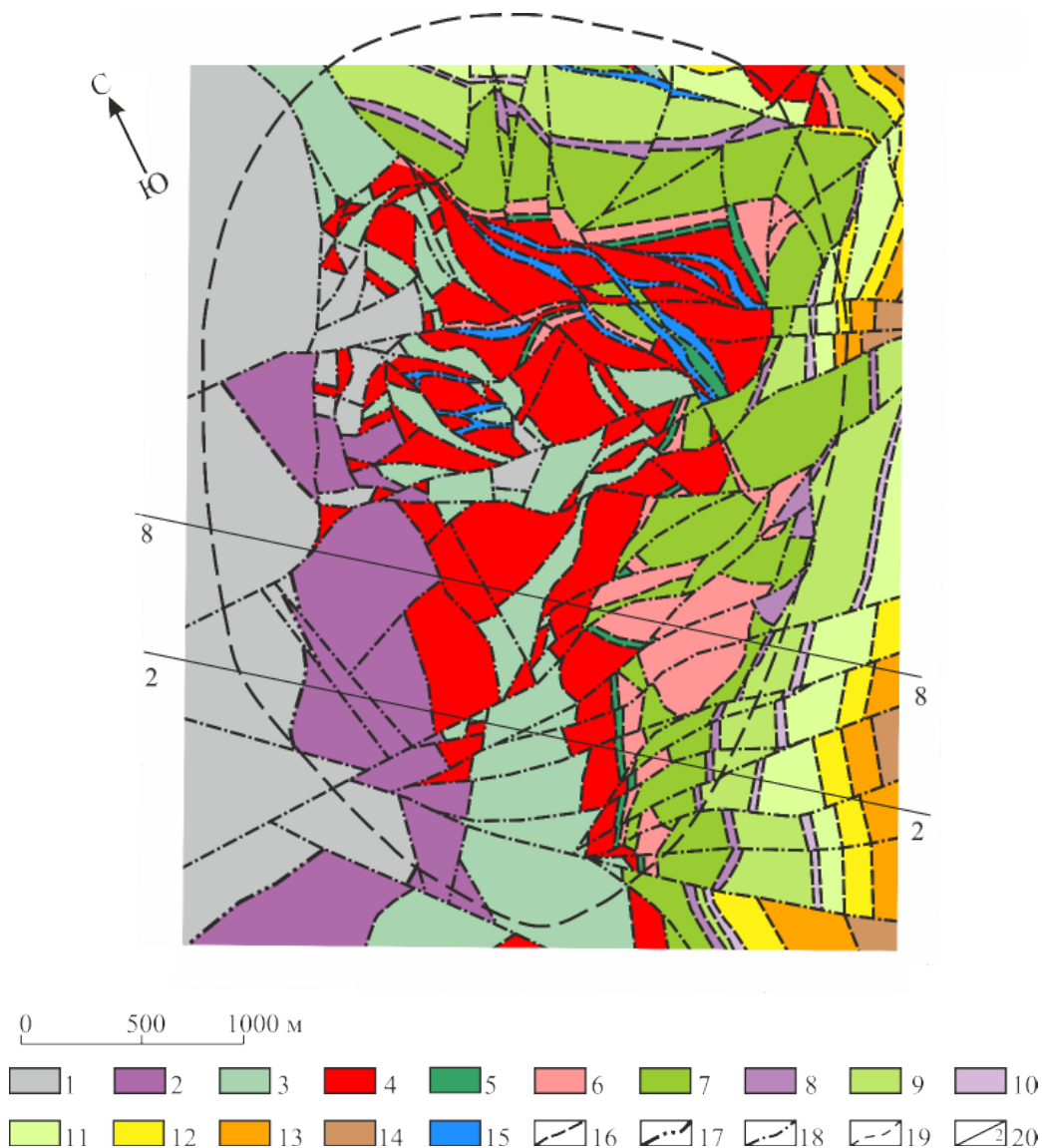


Рис. 1.3. Геологічна карта Перемайського родовища (Євтехов, 2020). ¶

1-15 — криворізька серія: 1 — метакластоліти та доломітові мармури гданцівської світи; 2-11 — саксаганська світа: 2 — магнетит-силікатні кварцити сьомого залізного горизонту; 3 — магнетит-силікатні кварцити та сланці сьомого сланцевого горизонту; 4 — магнетитові руди шостого залізного горизонту; 5 — магнетит-силікатні кварцити та сланці шостого сланцевого горизонту; 6 — магнетитові руди п'ятого залізного горизонту; 7 — сланці та силікатні кварцити об'єднаного третього-п'ятого сланцевого горизонту; 8 — магнетит-силікатні кварцити другого залізного горизонту; 9 — сланці та силікатні кварцити другого сланцевого горизонту; 10 — магнетит-силікатні кварцити першого залізного горизонту; 11 — сланці та силікатні кварцити першого сланцевого горизонту; 12-14 — скелюватська світа: 12 — талек-вмісні сланці верхньої підсвіти; 13 — кварц-мусковітові

і сланці («філіти») середньої підсвіти; 14 – мусковітові кварцити («аркози») нижньої підсвіти; 15 – брекчії змішаного складу; 16 – лінії стратиграфічно згідного залягання товщ; 17 – лінії стратиграфічно незгідного залягання товщ; 18 – розривні порушення; 19 – контур Первомайського кар'єру; 20 – лінії розвідувальних профілів.

Докембрійські утворення перекриваються кайнозойськими відкладами, представленими пісками, суглинками, глинами, мергелями, вапняками та продуктами кори вивітрювання. Потужність осадового чохла змінюється, в залежності від особливостей поверхневого рельєфу кристалічного фундаменту [1-3].

1.3. Метаморфізм та метасоматичні процеси

Формування сучасного мінерального складу залізистих кварцитів Первомайського родовища відбувалося під впливом тривалих процесів седиментації, діагенезу, регіонального метаморфізму та метасоматозу [4, 7].

Породи Первомайського родовища зазнали регіонального динамотермального метаморфізму епідот-амфіболітової фації, внаслідок чого сформувалися характерні мінеральні асоціації кварцу, магнетиту, кумінгтоніту, біотиту, гранату та амфіболів. Під час метоморфізму була перекристалізація рудних мінералів зі зміною структурно-текстурних характеристик залізистих кварцитів [1-4, 7].

Одну з важливих ролей у створенні сучасного вигляду руд відіграв натрієвий метасоматоз. У межах продуктивної товщі широко проявлені зони рибекітизації та егіринізації. Найбільші метасоматичні зміни фіксуються в межах зон дроблення та тектонічних порушень, які були каналами циркуляції гідротермальних розчинів [4, 7].

Процеси натрієвого метасоматозу призвели до утворення нових мінеральних асоціацій з появою егірину, рибекіту, альбіту, тетраферибіотиту та інших супутніх акцесорних мінералів. У результаті чого відбувалося як покращення, так і погіршення технологічних властивостей окремих типів руд залежно від характеру мінеральних перетворень [4, 11].

Сумісна дія регіонального метаморфізму та епігенетичних процесів зумовила високу мінералогічну та структурну варіативність залізистих кварцитів Первомайського родовища, що потрібно враховувати під час робіт з геолого-технологічного картування, оцінки якості руд та проектування технологічних схем їх збагачення.

РОЗДІЛ 2

ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Для написання випускної бакалаврської роботи були використанні дані фондів геологічної служби.

Вихідними матеріалами для написання кваліфікаційної бакалаврської роботи слугували фондові дані геологічної служби Первомайського родовища, матеріали кафедри геології та екології, а також наукові літературні джерела [1-13]. Зокрема, було опрацьовано публікації у фахових виданнях щодо особливостей геологічної будови родовища, які містять відомості про його стратиграфічний розріз, тектонічне районування та речовинний склад руд. Технологічні параметри тектонічно змінених залізистих кварцитів отримано з фондових матеріалів кафедри геології та екології.

Фактичною основою мінералогічного аналізу стали зразки тектонітів, відібрані в ході виконання науково-дослідних робіт минулих років. Автором було проведено макроскопічний опис 10 штуфів, із яких для детального аналізу відібрано 4 зразки з найбільш вираженими слідами тектонічних деформацій.

З метою проведення мікроскопічного вивчення з виділених трьох проб у шліфувальній майстерні кафедри геології та екології за стандартною методикою було виготовлено комплекс прозорих та полірованих шліфів.

Лабораторні мікроскопічні дослідження виконувалися автором на базі науково-дослідної лабораторії кафедри геології та екології із застосуванням стандартних оптичних мікроскопів прохідного та відбитого світла моделей МП-7, МІН-4 та NU.

Побудову та оформлення графічних додатків до роботи здійснено автором за допомогою програмного забезпечення Google Earth Pro та Surfer.

РОЗДІЛ 3

ТЕКТОНІЧНІ ПРОЦЕСИ В МЕЖАХ ПЕРВОМАЙСЬКОГО РОДОВИЩА

Геологічна архітектура рудних тіл та вміщуючих товщ Першотравневого родовища значною мірою зумовлена широким розвитком диз'юнктивних дислокацій, які виступають одним із провідних структуроформуючих чинників у межах даного об'єкта. Внаслідок циклічних тектонічних рухів уздовж розломних зон суттєвих деформацій зазнала первинна суцільність різновікових геологічних формацій — від мезоархейського гранітоїдного фундаменту до мезопротерозойських стратиграфічних підрозділів глеюватської світи. На тривалий, поліциклічний та багатостадійний характер еволюції тектогенезу досліджуваного регіону вказують також чіткі ознаки пізніших неотектонічних рухів, які наклалися на кайнозойський осадовий чохол [1-4, 7].

Значні амплітуди горизонтальних і вертикальних зміщень, що перевищували 1 км, фіксувалися вздовж низки диз'юнктивних порушень, зумовлюючи масштабні переміщення великих за розмірами (до сотень метрів) тектонічних блоків. В результаті цих активних деформаційних явищ стало глибоке механічне деструктування як самих рудних тіл, так і вміщуючих їх товщ. Процеси інтенсивного дроблення та перетирання гірського матеріалу призвели до руйнації цілісності порід і, як наслідок, до утворення різноманітних генетичних типів диз'юнктивних тектонітів. Залежно від ступеня прояву тектонічних деформацій у межах родовища виділяють чотири основні типи новоутворених тектонітів [1, 4, 7-8]:

Тріщинуваті руди та породи — характеризуються розвиненою системою тріщин різної орієнтації, густоти та морфології. При цьому первинні текстури та структури порід і руд переважно зберігаються, зазнаючи лише незначних локальних змін уздовж площин ковзання (рис. 3.1, а).

Брекчії – представлені переважно крупноуламковим матеріалом. Розміри уламків коливаються від кількох міліметрів до десятків сантиметрів, а в окремих випадках досягають 1–2 м. Частка дрібноподрібненої маси зазвичай не перевищує 20 % об'єму породи, що свідчить про відносно помірний рівень деформаційного впливу (рис. 3.1, б).

Катаклазити – відзначаються приблизно однаковим вмістом уламкового та тонкоподрібненого матеріалу, частка кожного з яких становить від 20 до 80 % об'єму. Їх формування пов'язане з більш інтенсивним тектонічним дробленням у зонах активних розривних переміщень (рис. 3.1, в).

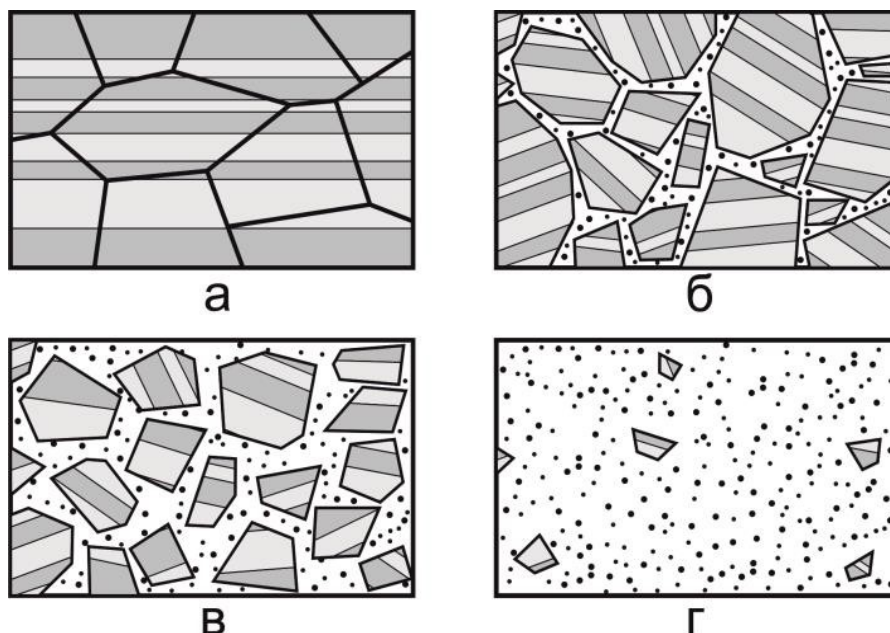


Рис. 3.1. Різне кількісне співвідношення дробленого (уламки) й подрібненого (перетерті руди й породи) матеріалу в складі диз'юнктивних тектонітів [4].

Тріцинувата (а), брекчійова (б), катаклазитова (в), мілонітова тек-
стурі тектонітів.

Мілоніти – найбільш деформований різновид тектонітів, для якого характерне переважання тонкоперетертого матеріалу. Їх утворення відбувається в умовах тривалих пластичних деформацій та значних переміщень уздовж розломних зон (рис. 3.1, г).

Просторова локалізація та розвиток зазначених генетичних типів тектонітів чинять визначальний вплив на фізико-механічні параметри породного масиву, стійкість капітальних і підготовчих гірничих виробок, гідрогеологічні й фільтраційні властивості вміщуючих товщ, а також на загальну специфіку ведення експлуатаційних робіт. У цьому контексті деталізоване вивчення диз'юнктивної тектоніки Першотравневого родовища набуває першочергового значення, оскільки є базою для верифікації геолого-структурних моделей, точного прогнозування гірничо-геологічних умов і обґрунтування заходів щодо забезпечення безпечної та економічно ефективної розробки рудних покладів.

РОЗДІЛ 4

МІНЕРАЛОГІЧНИЙ ОПИС ТЕКТОНІЧНОЗМІНЕНИХ ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ

Проби відбирались зі свердловини 03-2024 на 10 м (проба 1), 25 м (проба 2) і 40 м (проба 3), 58 м (проба 4).

ПРОБА 1 характеризується тонко- та середньошаруватою текстурою. Крім того, фіксується підвищена тріщинуватість породи, локальне брекчіювання. Шаруватість сформована внаслідок закономірного чергування рудних (кварц-магнетитових, залізнослюдково-кварц-магнетитових) і нерудних прошарків (рис. 4.1). Нерудні прошарки представлені переважно кварцовими та залізисто-кварцовими різновидами потужністю від 0,3 до 1,0 мм. Потужність рудних прошарків у середньому сягає 0,5–1,5 мм. У загальному об'ємі породи частка нерудних прошарків складає 50–55 %, тоді як рудні займають 45–50 %.

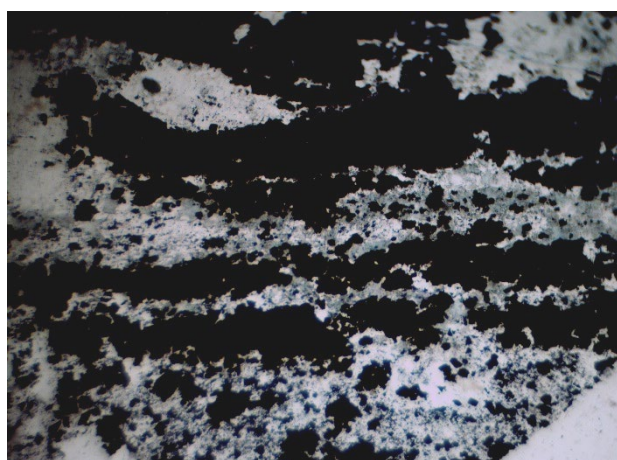
На мікроскопічному рівні спостерігаються кутасті уламки залізистих кварцитів, які в середині теж мають шарувату текстуру (рис. 4.1. а, б).

У межах рудних прошарків фіксується переважно лепідогранобластова, місцями гранобластова структура. Для прошарків нерудного складу характерними є гранобластові та гранолепідобластові структурні мікротекстури.

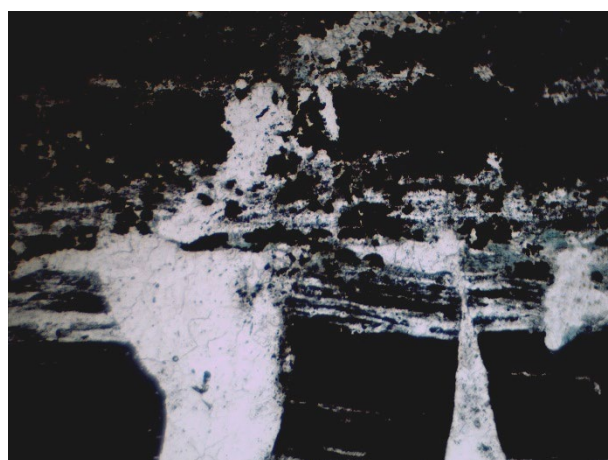
Речовинний склад досліджуваної породи чітко диференційований на рудний та нерудний складові мінералів. Головними представниками рудної фази виступають магнетит (у кількості 43,7 об. %) та залізна слюдка (спекулярит) (2,5 об. %). Нерудний матрикс складений переважно кварцом (47,5 об. %), підпорядковане значення мають карбонати (2,9 об. %), а також група силікатних мінералів, у складі якої ідентифіковано рибекіт і кумінгтоніт.

У межах дослідженої проби магнетит формує стрічкоподібні та блокові агрегати (рис. 4.1 а, в–д). На окремих ділянках стрічкоподібні агрегати розділені січними тріщинами на окремі блоки. Тріщини заповнені кварцовою або карбонатною речовиною. Місцями відзначається розвиток гідроксидів заліза. Також локально виявлено січну жилу, орієнтовану перпендикулярно до загальної шаруватості породи та виповнену магнетитом. Потужність жили становить близько 0,22 мм.

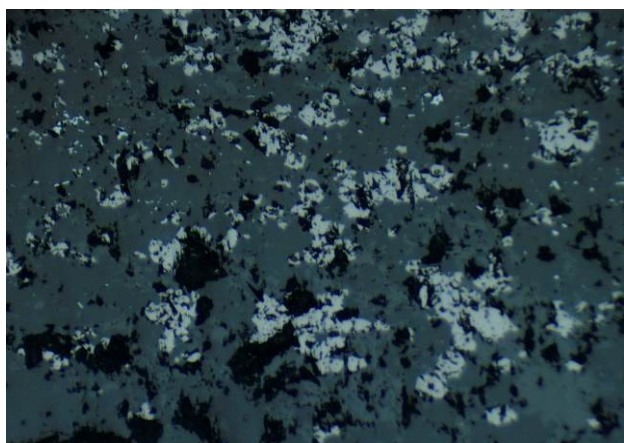
У рудних прошарках спостерігаються зростки магнетиту із залізною слюдкою. У кварцових нерудних прошарках зафіксовані дрібні включення залізної слюдки розміром від 0,001 до 0,005 мм.



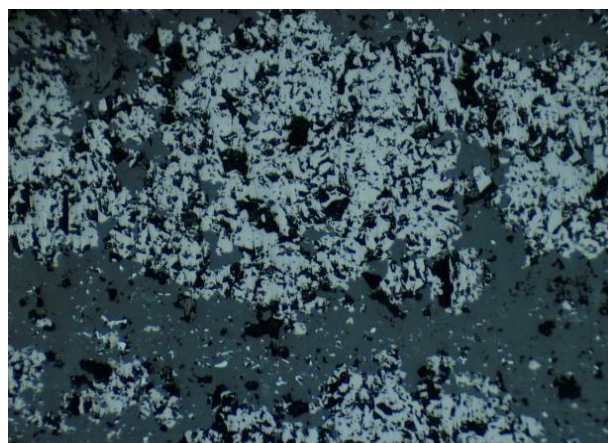
а



б



в



г

Рис. 4.1. Особливості мінерального складу і структури вихідної Проби 1.

а – стрічковидні агрегати магнетиту та пошарово метасоматично утворений рибекіт;

б – січні тріщини, заповненні карбонат-кварцевим матеріалом, які розбавають кварцити на кутасті уламки;

а – б - біле – кварц; блідокоричневе – карбонати; синє – рибекіт; чорне – магнетит; прохідне світло; ніколи паралельні; збільшення 40^x.

в - включення магнетиту в напіврудних прошарках;

г – блокові агрегати, тектонічно змінені в середині прошарку;

в, г – темносіре – кварц; світлосіре – магнетит; біле – гематит; чорне – пори; відбите світло.

Збільшення 100х.

Сульфіді у даній пробі не спостерігаються.

Кварц фіксується переважно у вигляді дрібнозернистих ксеноморфних агрегатів, що демонструють виразне хвилясте згасання. Переважна його частина локалізована в нерудних прошарках, де цей мінерал виступає в ролі головного породоутворюючого компонента. У схрещених ніколях (у поляризованому світлі) кварц безбарвний, прозорий та характеризується кольорами інтерференції першого порядку — від темно-сірих до білих відтінків (рис. 4.1 б). Розмірність індивідів переважно коливається в діапазоні 0,01–0,03 мм; при цьому нерудні прошарки мають майже мономінеральний кварцовий склад.

Карбонатна мінералізація просторово приурочена як до нерудних прошарків, так і до виконання січних жильних утворень. У складі жильного матеріалу карбонати утворюють значно більші за розміром, переважно гіпідіоморфні зерна. Для них властиві високопорядкові (другого порядку) яскраві кольори інтерференції. Величина окремих мінеральних виділень змінюється в межах 0,05–0,07 мм (рис. 4.1 а, б).

Кумінгтоніт спостерігається у вигляді дрібних голчастих кристалів буро-коричневого забарвлення. У схрещених ніколях мінерал виявляє інтерференційні кольори від світло-жовтих до насичено помаранчевих відтінків.

Рибекіт поширений нерівномірно та трапляється локально. Він утворює видовжені призматичні зерна синього кольору, які часто перебувають у тісному зростанні з кумінгтонітом (рис. 4.1 в).

Мінералогічне визначення проби 1: кварцит магнетитовий червоношаруватий катакластично змінений.

ПРОБА 2 за текстурою порода тонко-середньошарувата з підвищеною тріщинуватістю. Шаруватість обумовлена чергуванням рудних (кварц-магнетитові, залізнослюдко-кварц-магнетитові) та нерудних прошарків (рис. 4.2). Нерудні представлені у вигляді кварцових, залізнослюдко-кварцових прошарків, потужність яких змінюється від 0,3 до 1 мм. Рудні прошарки мають середню потужність 0,5-1,5 мм; нерудні складають 50-55% загального об'єму, рудні – 45-50%.

Мікроскопічно фіксуються тріщини в середині рудного прошарку (рис. 4.2, в), що говорить про катакластичні зміни порід.

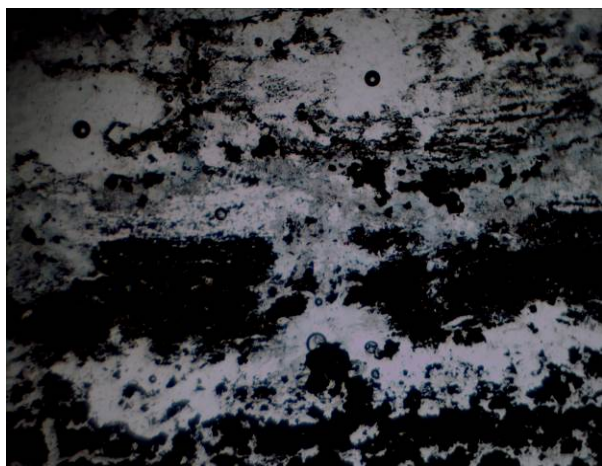
Структура нерудних прошарків – гранобластова, гранолепідобластова; рудних – лепідогранобластова, місцями гранобластова.

Мінеральний склад рудних мінералів представлений магнетитом (37,6 об'ємн.%) та залізною слюдкою (1,2 об'ємн.%); нерудні представлені кварцом (54,3 об'ємн.%), карбонатами (1,6 об'ємн.%) та силікатами (рибекіт, кумінгтоніт).

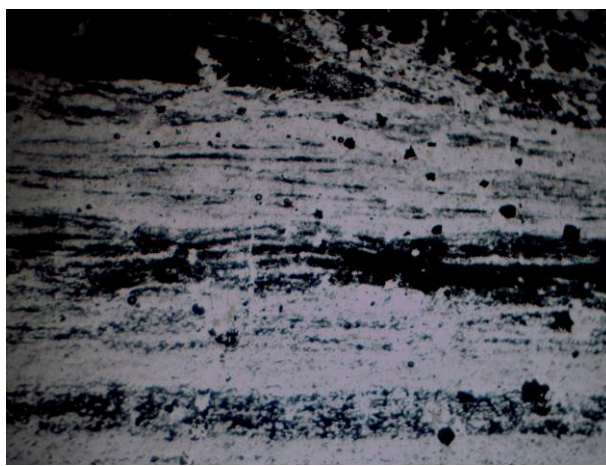
Магнетит утворює стрічковидні та блокові агрегати (рис. 4.2 а, в-д). Рудні прошарки блокові, розбиті на дрібні блоки. Нерудними прошарками спостерігається залізна слюдка у розмірі 0,001-0,005 мм. Наявні дрібні включення магнетиту. Стрічні тріщини майже перпендикулярні до основної шаруватості.

У межах напіврудних прошарків фіксуються мінеральні включення залізної слюдки (спекуляриту), що утворюють зростки з магнетитом.

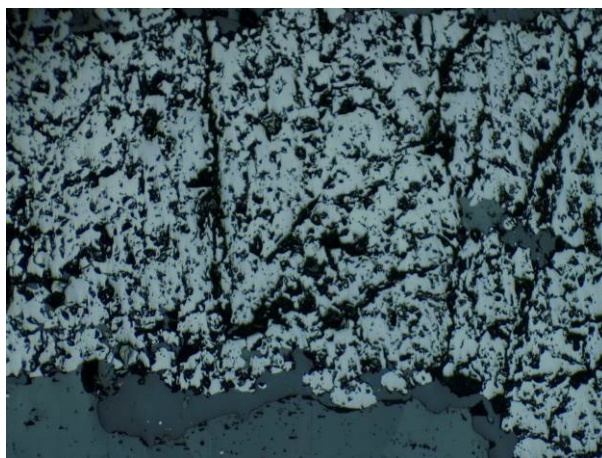
Кварц морфологічно представлений дрібними ксеноморфними зернами, що характеризуються чітким хвилястим згасанням. За аналогією з пробой 1, основний об'єм цього мінералу локалізований у нерудних прошарках. За своїми оптичними константами зерна кварцу є прозорими і демонструють низькі кольори інтерференції першого порядку (рис. 4.2 б) — від білого до чорного через усю гаму сірих відтінків.



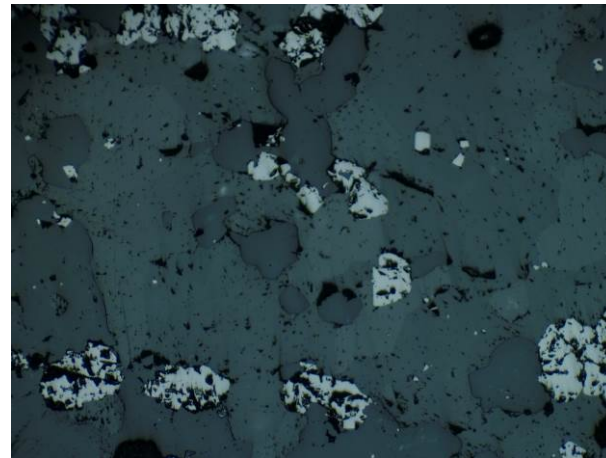
а



б



в



г

Рис. 4.2. Особливості мінерального складу та структури вихідної Проби 2 м.

а- б – тонкошаруваті рудні та не рудні прошарки з проявом натрієвого метасоматозу;

а-б - біле – кварц; коричневате – кумінгстоніт; синє – рибекіт; чорне – рудні мінерали (магнетит); прохідне світло; ніколі паралельні; збільшення 40^х;

в – блокові, гілчасто-блокові агрегати магнетиту в рудних прошарках з підвищеною тріщинуватістю з двох напрямках;

г –ізометричні включення індивідів магнетиту;

в-г - темносіре – кварц; світлосіре – магнетит;біле – гематит; чорне – пори;відбите світло.

Збільшення 100 х.

Карбонатна мінералізація в досліджуваному матеріалі проби має другорядне значення і відзначається у вигляді спорадичних, тонких прошаркових виділень обмеженого поширення.

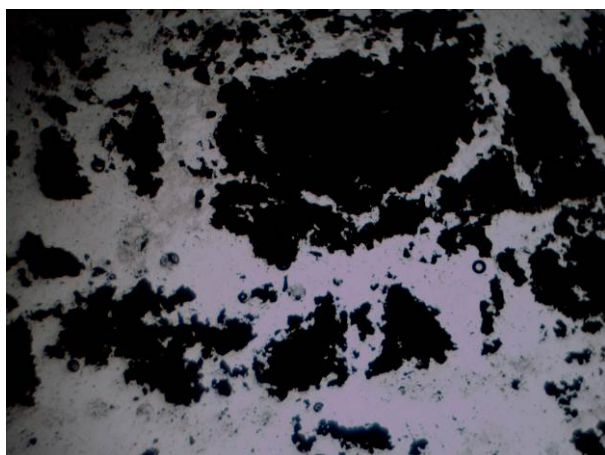
Куммінгтоніт представлений дрібними голчастими виділеннями з кольорами інтерференції від світло-жовтого до темно-помаранчевого; рибекіт утворює лінзоподібні утворення в рудних та напіврудних прошарках у вигляді видовженим зерен синього кольору, часто у зростанні з куммінгтонітом.

Мінералогічне визначення проби: кварцит магнетитовий червоношаруватий тріщинуватий, катаклазований.

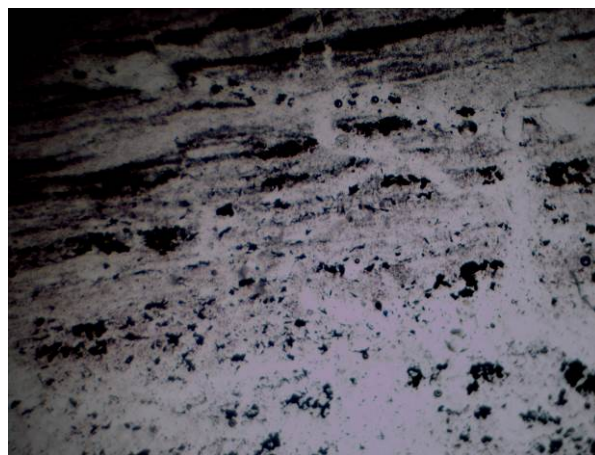
ПРОБА 3. характеризується тонко-середньшаруватою текстурою породи, брекчийована. Шаруватість обумовлена чергуванням рудних (кварц-магнетитових, залізнослюдко-кварц-магнетитових) та нерудних прошарків (рис. 4.3). Нерудні представлені кварцевими, залізнослюдко-кварцевими прошарками, потужність яких змінюється від 0,3 до 1 мм.; рудні прошарки мають потужність в середньому 0,5-1,5 мм. Нерудні прошарки складають 50-55% від загального об'єму, рудні – 45-50%, відповідно. Як рудні, так і нерудні прошарки на мікроскопічному рівні розбиті на окремі кутасті уламки.

Структура рудних прошарків лепідогранобластова, місцями гранобластова; нерудні прошарки гранатобластові, гранолепідобластові. За мінеральним складом рудні мінерали представлені магнетитом (32,7 об'ємн.%) та залізною слюдкою (4,9 об'ємн.%). Нерудні мінерали представлені кварцом (47,5 об'ємн.%), карбонатами (0,6 об'ємн.%) та силікатами (кумінгтонітом).

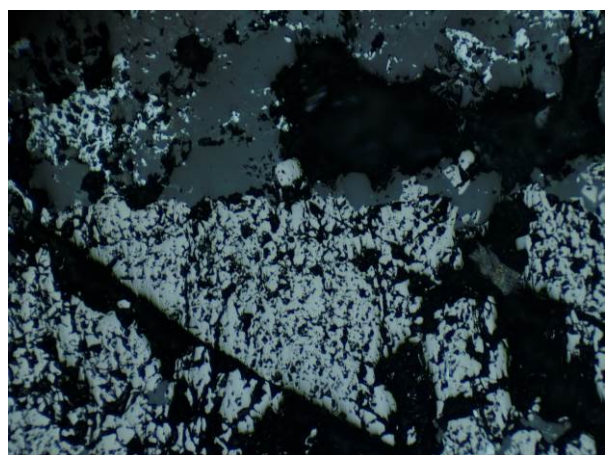
Магнетит утворює гілчасто-блокові агрегати (рис. 4.3 а, в-д). Рудні прошарки блокові, розбиті на нові дрібні блоки. В рудних та напіврудних прошарках спостережені січні тріщини перпендикулярні до основної шаруватості; у матеріалі проби спостерігаються тектонічно змінені зони, в яких магнетит утворює тісні зростки з залізною слюдкою.



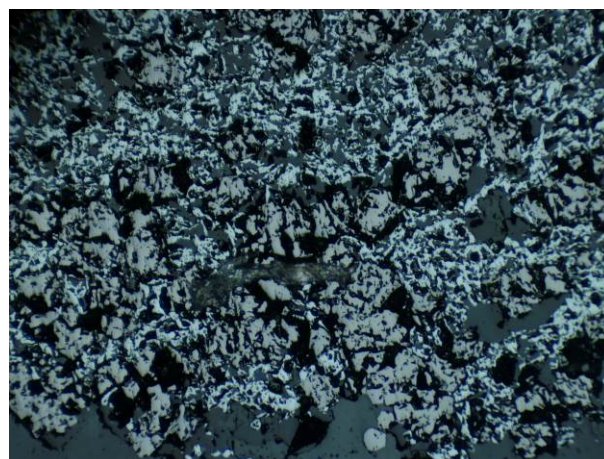
а



б



в



г

Рис. 4.3. Особливості мінерального складу та структури вихідної Проби 3.

а – брекчії магнетиту в складі рудних прошарків;

б – тонкі прошарки магнетиту в складі нерудних прошарків;

а-б - біле – кварц; коричневате – кумінгстоніт; синє – рибекіт; чорне – рудні мінерали (магнетит); прохідне світло; ніколі паралельні; збільшення 40х;

в – уламки рудних брекчій магнетиту та зростки магнетиту з гематитом;

г – магнетит-гематитовий прошарок;

в-є - темносіре – кварц; світлосіре – магнетит; чорне – пори; відбите світло.

Збільшення 100х.

Рибекіт утворює лінзоподібні утворення в рудних та напіврудних прошарках у вигляді видовжених зерен синього кольору, часто у зростанні з кумінгтонітом В зоні катаклазу спостерігається утворення тектонічних брекчій залізнослюдко-магнетитового кварциту.

Кварц представлений ксеноморфними дрібними зернами з проявом хвилястого погасання. Оптичні властивості: прозорі зерна мінералу з кольорами інтерференції (рис. 3б) від білого до чорного через всі відтінки сірого кольору (першого порядку).

Карбонати в матеріалі проби зустрічаються у вигляді тонких пошарових включень, кількість їх незначна.

Куммінгтоніт представлений дрібними голчастими виділеннями з кольорами інтерференції від світложовтого до темнопомаранчового.

Мінералогічне визначення проби: кварцит магнетитовий червоношаруватий з залізною слюдкою з локальним проявом брекчіювання.

ПРОБА 4 має тонко-середньшарувату тестуру. Шаруватість викликана чергуванням рудних (кварц-магнетикових, залізнослюдко-кварц-магнетикових) і нерудних прошарків (рис. 4.4). Нерудні складені кварцовими, залізнослюдко-кварцовими прошарками, товщина яких варіює від 0,3 до 1 мм. Рудні прошарки характеризуються потужністю в середньому 0,5–1,5 мм. Нерудні прошарки займають 50–55% від загального об'єму, рудні – 45–50%.

Структура рудних прошарків лепідогранобластова, у деяких місцях гранобластова; нерудних прошарків – гранобластова, гранолепідобластова.

Мінеральний склад. Рудні мінерали складаються з магнетиту (31,8 об'ємн.%) та залізої слюдки (4,1 об'ємн.%). Нерудні мінерали складаються з кварцу (56,9 об'ємн.%), карбонатів (0,5 об'ємн.%) та силікатів (рибекіту, егірину, кумінгтоніту).

Магнетит формує стрічкоподібні, блоково-стрічкоподібні агрегати (рис. 4.4 а, в-д). У рудних та напіврудних прошарках відзначаються січні тріщини, що йдуть перпендикулярно до головної шаруватості. Січні тріщини заповнює кварц.

Ширина нерудних прошарків становить 2–2,5 мм, у них фіксуються стрічкоподібні форми залізої слюдки та включення ідіоморфного магнетиту.

Кварц виявлений у вигляді ксеноморфних дрібних зерен із проявами хвилястого згасання. Оптичні властивості: прозорі зерна мінералу, що мають кольори інтерференції (рис. 4.4. б) від білого до чорного через усі відтінки сірого кольору (першого порядку). Карбонати в речовині проби присутні в жильних утвореннях. Рибекіт формує лінзоподібні виділення в рудних та напіврудних прошарках.

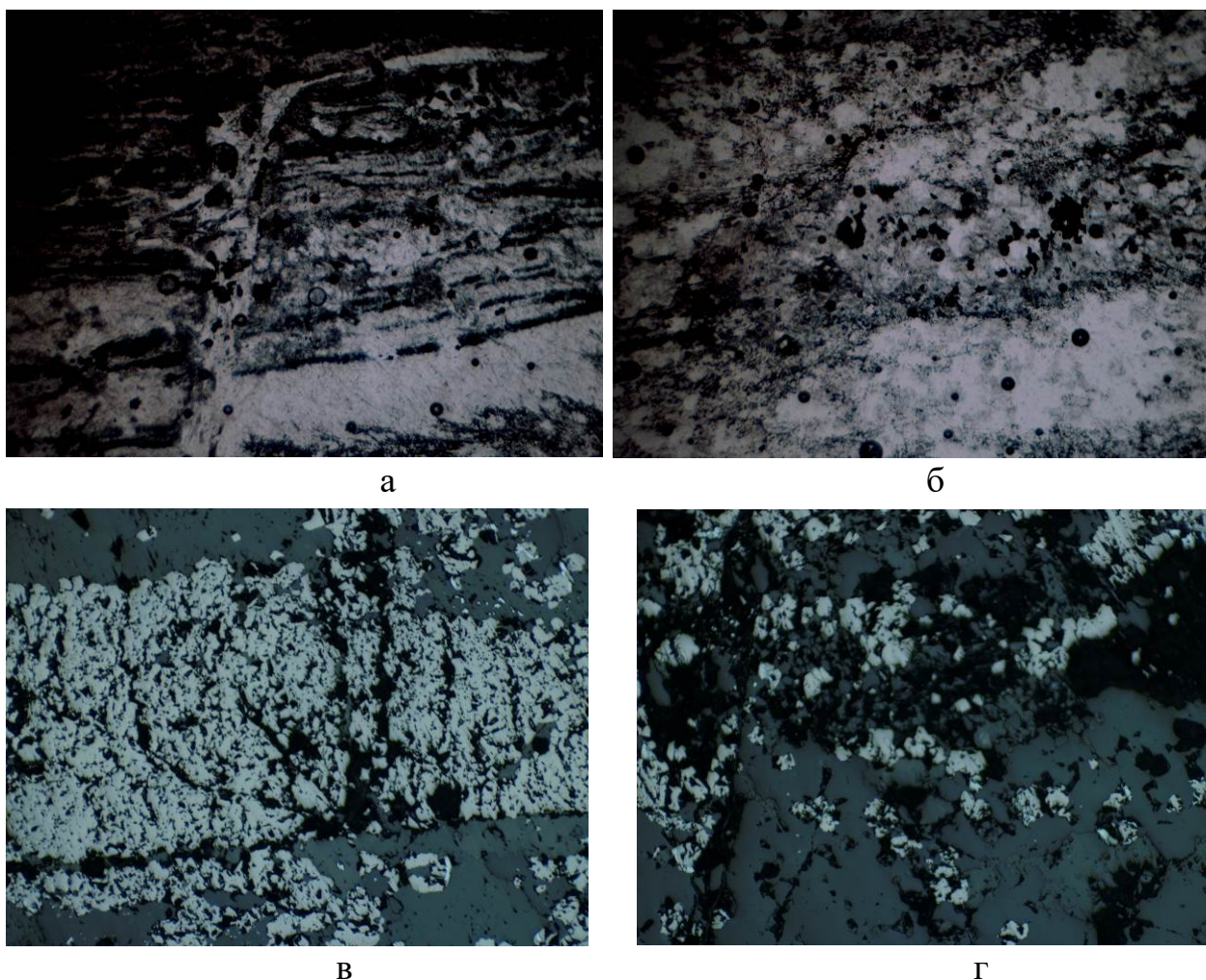


Рис. 4.4. Особливості мінерального складу та структури вихідної Проби 4.

а – тонкі стрічкові агрегати магнетиту та січні тріщини, заповнені карбонатним матеріалом;

б – включення магнетиту в нерудних прошарках;

в – тонкі прошарки магнетиту в нерудній складові;

а-в - біле – кварц; коричневате – кумінгстоніт; синє – рибекіт; чорне – рудні мінерали (магнетит); прохідне світло; ніколі паралельні; збільшення 40^х;

г – блокові агрегати магнетиту з перпендикулярними до шаруватості тріщинами;

д – дрібні ізометричні вкраплення магнетиту в мілонітизованій зоні;

*

г- є - темносіре – кварц; світлосіре – магнетит; біле – гематит; чорне – пори; відбите світло.

Збільшення 100^x.

Скупчення егірину фіксуються в рудних та напіврудних прошарках, вони мають вигляд видовжених агрегатів яскраво-зеленого кольору, показують досконалу спайність та яскраві кольори інтерференції.

Кумінгтоніт, подібно до минулих проб з цієї ж свердловини, має вигляд дрібних голчастих виділень із кольорами інтерференції від світло-жовтого до темно-помаранчевого.

Мінералогічне визначення проби: кварцит магнетитовий червоношаруватий, катаклазований.

Загальний мінеральний склад наведений в табл. 4.1.

Таблица 4.1.

Загальний мінеральний склад

№	Назва проби	Магнетит	Гематит (залізна слюдка)	Егірин	Кварц	Рибекіт	Кумінгтоніт	Карбонати (кальцит, сидерит, ферродоломіт та ін.)	Інші мінерали (апати, циркон)	Всього
1	1	43,7	2,8		47,5	1,7	1,3	2,9	0,1	100,0
2	2	37,6	1,2		54,3	0,9	4,3	1,6	1,6	100,0
3	3	32,7	4,9	-				0,6	0,1	100,0
4	4	31,8	4,1	3,1	56,9	2,2	1,3	0,5	0,1	100,0

За отриманими результатами видно, що всі проби представлені магнетитовими кварцитами червоношаруватими. Опис структури та текстури показав, що наявна підвищена тріщинуватість, часткове брекчіювання. При мікроскопічному дослідженні виявлені ділянки мікродеформаційних змін в середині шарів, а саме зміщення, розколювання агрегатів на більш дрібні уламки.

РОЗДІЛ 5

ВПЛИВ ТЕКТОНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ РУД

Істотний вплив на будову рудного поля та умови ведення гірничних робіт має складна та неоднорідна система зон підвищеної тектонічної порушеності, що знаходиться у межах Першотравневого родовища. Представлені дані зони ділянками інтенсивного дроблення, тріщинуватості та катаклазу руд і вміщуючих порід, що нерівномірно розподілені в межах родовища.

Криволінійна конфігурація та складний просторовий рисунок є характерною особливістю даних порушених зон. Відповідні зонам підвищеної тріщинуватості та подрібнення гірських порід лінеamenti змінюються як у плані, так і за падінням, що свідчить про багатоетапний характер деформаційних процесів та накладання декількох фаз тектонічної активності.

В межах вузлів перетину великих розломних структур, у яких відбувалася концентрація тектонічних напружень, спостерігається найбільш інтенсивне руйнування рудних тіл. Такі зони породи зазнали багаторазових деформацій що призвели до процесів розвитку густої мережі тріщин, формування брекчій, катаклазитів і меланітів, значного подрібнення первинної рудної речовини. Наслідком цього є зміна фізико-механічних властивостей порід: їх міцність знижується, проникність і схильність до деформації під час гірничих робіт зростає.

Ймовірно, що складний характер розподілу зон порушеності обумовлений геодинамічним положенням Першотравневого родовища в межах вузла перетину декількох глибинних розломів різного віку та напрямку простягання. Умови для локалізації зон максимальних напружень і формування мережі розривних порушень різних рангів були створені саме взаємодією цих тектонічних структур, зумовлюючи

складну блокову будову родовища та значну неоднорідність ступеня порушеності рудного масиву.

Фондові дані були використані автором для аналізу впливу тектонічних процесів на технологічні показники. Для порівняння використовувались технологічні показники (вміст заліза у вихідній руді, в концентраті та отриманих хвостах) незмінених різновидах кварцитів (табл. 5.1) та тектонічно змінених (табл. 5.2.)

Таблиця 5.1.

Вміст заліза в продуктах збагачення незмінених залізистих кварцитах, мас.%

Мінеральні різновиди руд	похідна руда	концентрат	хвості
кварцити залізнослюдко-магнетитові та магнетит-залізнослюдкові	38,3	69,0	14,8
кварцити магнетитові червоношаруваті	37,8	68,6	10,1
кварцити магнетитові сірошаруваті	37,2	68,2	10,7
кварцити куммінгтоніт-магнетитові, біотит-куммінгтоніт-магнетитові	35,4	67,1	12,5
кварцити магнетит-куммінгтонітові, біотит-магнетит-куммінгтонітові	32,3	64,1	14,8
кварцити магнетит-куммінгтоніт-біотитові, магнетит-біотит-куммінгтонітові	29,6	61,7	14,2

Таблиця 5.2.

Вміст заліза в продуктах збагачення тектонічнозмінених залізистих кварцитах, мас.%

№ п/п/	Мінеральні різновиди руд	похідна руда	концентрат	хвості
1	брекчії рудні (залізнослюдко-магнетитових, магнетитових, куммінгтоніт-магнетитових, рибекіт-магнетитових кварцитів)	37,9	67,5	13,0
2	брекчії малорудні (магнетит-куммінгтонітових, біотит-магнетит-куммінгтонітових магнетит-куммінгтоніт-	31,0	62,3	14,8

	біотитових, магнетит-біотит-куммінгтонітових кварцитів)			
3	катаклазити рудні (залізнослюдко-магнетитових, магнетитових, куммінгтоніт-магнетитових, рибекіт-магнетитових кварцитів)	37,3	64,6	15,0
4	катаклазити малорудні (магнетит-куммінгтонітових, біотит-магнетит-куммінгтонітових магнетит-куммінгтоніт-біотитових, магнетит-біотит-куммінгтонітових кварцитів)	31,1	61,7	15,8
5	мілонити рудні (залізнослюдко-магнетитових, магнетитових, куммінгтоніт-магнетитових, рибекіт-магнетитових кварцитів)	37,1	64,2	15,3
6	мілонити малорудні (магнетит-куммінгтонітових, біотит-магнетит-куммінгтонітових магнетит-куммінгтоніт-біотитових, магнетит-біотит-куммінгтонітових кварцитів)	30,8	61,0	16,1
7	катаклазити змішаного вмісту	34,2	63,0	15,5
8	мілонити змішаного вмісту	33,9	62,1	16,4

Порівняння показників збагачення незмінених і тектонічно порушених залізистих кварцитів свідчить про суттєвий вплив деформаційних процесів на якість концентрату та втрати заліза з хвостами (табл. 5.3.).

Вміст заліза для незмінених високорудних різновидів кварцитів (залізнослюдко-магнетитових, магнетитових та куммінгтоніт-магнетитових) у концентраті змінюється від 67,1 до 69,0 %, а в хвостах становить 10,1–14,8 %.

Магнетитові червоношаруваті кварцити характеризуються найкращими технологічними властивостями; для них отримано концентрат із вмістом Fe 68,6 % при мінімальних втратах заліза у хвостах (10,1 %).

Серед різновидах низькорудних незмінених кварцитів зі зростанням вмісту куммінгтоніту та біотиту спостерігається закономірне погіршення показників збагачення. У концентраті вміст заліза знижується до 61,7–64,1 %, а вміст заліза в

хвостах збільшується до 14,2–14,8 %. Це пов'язано зі зменшенням частки магнетиту та ускладненням його розкриття через зрощення із силікатними мінералами.

До помітного погіршення технологічних властивостей руд призводять тектонічні зміни.

Таблиця 5.3.

Порівняльна таблиця технологічних показників

Тип руд	Fe у концентраті, %	Fe у хвостах, %	Технологічна оцінка
Незмінені магнетитові кварцити	68,2–69,0	10,1–10,7	Найкраща
Незмінені кумінгтоніт-магнетитові	67,1	12,5	Добра
Рудні брекчії	67,5	13,0	Незначне погіршення
Рудні катаклазити	64,6	15,0	Помітне погіршення
Рудні мілоніти	64,2	15,3	Суттєве погіршення
Малорудні катаклазити	61,7	15,8	Низька технологічність
Малорудні мілоніти	61,0	16,1	Найгірша технологічність

Найменший негативний вплив спостерігається у брекчіях. Для рудних брекчій вміст заліза у концентраті становить 67,5 %, що лише на 0,5–1,5 % нижче порівняно з незміненими аналогами. При цьому вміст заліза у хвостах зростає до 13,0 %.

Істотнішим зниженням якості концентрату характеризуються катаклазити. Вміст заліза для рудних катаклазитів в концентраті зменшується до 64,6 %, а в хвостах зростає до 15,0 %. Відносно незмінених магнетитових кварцитів втрати заліза в хвостах збільшуються майже на 5 % абсолютних.

Мілоніти мають найбільш негативний вплив на процес збагачення. Для рудних мілонітів вміст заліза у концентраті становить лише 64,2 %, а в хвостах досягає 15,3 %. У малорудних мілонітах якість концентрату додатково знижується до 61,0 %, тоді як вміст заліза у хвостах збільшується до 16,1 %.

Для порід змішаного складу також простежується закономірне погіршення показників від катаклазитів до мілонітів: вміст заліза у концентраті зменшується з 63,0 до 62,1 %, а в хвостах зростає з 15,5 до 16,4 %.

За отриманими результатами відомо, що інтенсивність тектонічної переробки прямо впливає на технологічні властивості залізистих кварцитів. Перехід від брекчіювання до катаклазу і далі до мілонітизації супроводжується систематичним зниженням якості концентрату на 3–5 % та збільшенням втрат заліза у хвостах на 2–6 %.

Основною причиною погіршення технологічних показників є подрібнення та деформація зерен магнетиту, утворення складних міжзернових зрощень магнетиту з кварцом, кумінгтонітом, біотитом та іншими силікатами, а також розвиток мікротріщинуватості. Внаслідок цього знижується ступінь розкриття рудних мінералів під час подрібнення і погіршується ефективність магнітної сепарації.

Отже, найвищий ступінь технологічної придатності до збагачення виявляють генерації незмінених магнетитових кварцитів та рудних брекчій. На противагу їм, тектонічно опрацьовані різновиди — катаклазити і, перш за все, мілоніти — відзначаються найнижчими технологічними показниками, що зумовлює необхідність інтенсифікації процесів дезінтеграції (більш глибокого, тонкого подрібнення) або впровадження комбінованих технологічних схем переробки мінеральної сировини.

ВИСНОВКИ

1. Виконано комплексний аналіз геологічної архітектури Первомайського родовища, локалізованого в межах Північного району Криворізького залізорудного басейну. Встановлено, що даний об'єкт відзначається високим ступенем структурної складності, зумовленої значною густотою розривних дислокацій, а також масштабним проявом процесів регіонального метаморфізму та накладеного лужного (натрієвого) метасоматозу.

2. Дослідженнями доведено широкий просторовий розвиток у межах рудного поля диз'юнктивних тектонітів, що класифікуються за різним ступенем деформаційного опрацювання речовини: від тріщинуватих порід і тектонічних брекчій до катаклазитів та мілонітів. Встановлено, що посилення динамометаморфічних процесів корелює з послідовним диспергуванням (подрібненням) рудної складової, нівелюванням первинних структурно-текстурних особливостей порід та виникненням складних за морфологією міжзернових мінеральних зростків.

3. За результатами мікроскопічних досліджень встановлено, що всі вивчені проби представлені магнетитовими червоношаруватими кварцитами. Для них характерні тонко- та середньшаруваті текстури, розвиток тріщинуватості, локальне брекчіювання, блокова будова рудних прошарків та ознаки катакластичних деформацій.

4. Основними рудними мінералами досліджених кварцитів є магнетит і залізна слюдка, а серед нерудних переважають кварц, кумінгтоніт, рибекіт, егірин та карбонати. У деяких пробах встановлено прояви натрієвого метасоматозу, що виражаються розвитком рибекіту та егірину.

5. У результаті мікроскопічного вивчення шліфів було зафіксовано чіткі ознаки тектонометаморфічного перетворення рудної речовини. Зокрема, деформаційні процеси проявилися в розвитку густої мережі січних мікротріщин, інтенсивному

дробленні та дезінтеграції магнетитових агрегатів, формуванні брекчієвидних мікротекstur, а також у розвитку зон локального катаклазу та просторовому суміщенні й зростанні магнетиту із залізною слюдкою (спекуляритом).

6. Порівняння технологічних показників незмінених і тектонічно змінених залізистих кварцитів показало суттєвий вплив деформаційних процесів на ефективність збагачення руд. Найкращими технологічними властивостями характеризуються незмінні магнетитові кварцити, для яких вміст заліза у концентраті досягає 68,2–69,0 %, а вміст заліза у хвостах становить лише 10,1–10,7 %.

7. Встановлено, що тектонічна переробка супроводжується поступовим погіршенням технологічних показників. Для рудних брекчій вміст заліза у концентраті знижується до 67,5 %, для катаклазитів – до 64,6 %, а для мілонітів – до 64,2 %. Одночасно спостерігається збільшення втрат заліза у хвостах з 10–13 % до 15–16 %.

8. Найбільш несприятливими для збагачення є малорудні мілоніти та катаклазити, у яких вміст заліза в концентраті зменшується до 61,0–61,7 %, а вміст заліза в хвостах зростає до 15,8–16,1 %. Це свідчить про істотне зниження технологічної цінності руд у зонах інтенсивних тектонічних деформацій.

9. Основними причинами погіршення технологічних властивостей є деформація та дроблення зерен магнетиту, збільшення кількості міжзернових зрощень магнетиту з кварцом і силікатними мінералами, розвиток мікротріщинуватості та ускладнення процесів розкриття рудних мінералів під час подрібнення.

10. Встановлені закономірності безпосередньо вказують на критичну необхідність інтеграції фактора тектонічної порушеності залізистих кварцитів у процеси геолого-технологічного картування. Врахування ступеня деформації породного масиву є базовою умовою для коректної геолого-економічної оцінки якості промислових запасів, а також для обґрунтування та вибору найбільш ефективних технологічних регламентів збагачення рудної сировини Первомайського родовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Євтехов В.Д. Етапи формування комплексної мінерально-сировинної бази залізорудних родовищ Криворізько-Кременчуцького лінеаменту. Відомості Академії гірничих наук України, №4, 1997. С. 111-114.
2. Бабець Є.К., Короленко М.К., Перегудов В.В., Романенко А.В., Ступнік М.І., Сова А.А. Безпечна сумісна експлуатація родовищ залізних руд Кривбасу: [монографія], Кривий Ріг : Діоніс, 2012. 407 с.
3. Довгий С.О, Коржнев М.М. (ред.), Трофимчук О.М. та ін.. Геологічна будова та сучасні геолого-економічні й екологічні умови видобутку і переробки залізних руд Криворізько-Кременчуцької зони. НАН України, Інститут телекомунікацій і глобал. інформ. простору. К.: Ніка-Центр, 2017. 208 с.
4. Євтехов В.Д., Демченко О.С., Тіхлівець С.В., Тіхлівець Сг.В. Дослідження геодинамічного стану породного масиву прибортових частин Первомайського та Ганнівського кар'єрів ПАО «ПівнГЗК» з метою визначення ділянок можливих аварійних техногенних ситуацій. Заключний звіт з НДР №551. 2020. Кривий Ріг. Фонди КНУ. 126 с
5. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2024 рік. Дніпро : Департамент екології Дніпропетровської ОДА, 2025. 214 с.
6. Ступнік М.І., Письменний С. В., Колосов В. А., Андрєєв Н. Б. Відпрацювання родовищ комбінованим способом з використанням геотехнологічної системи «кар'єр-шахта». Вісник Криворізького національного університету : зб. наук.праць. Кривий Ріг, 2013. Вип. 35. С. 3–5.
7. Тіхлівець Сг.В., Євтехов В.Д., Тіхлівець С.В. Вплив хімічного складу магнетитових кварцитів на стійкість гірських масивів залізорудних родовищ Криворізького басейну Збірник праць Всеукраїнської конференції «Від мінералогії і геогнозії до геохімії, петрології, геології та геофізики: фундаментальні і прикладні тренди ХХІ століття» (MinGeoIntegration ХХІ), 28-30 вересня 2022 року.С. 126-129.

8. Євтехов В.Д., Тіхлівець Сг.В., Тіхлівець С.В. Склад магнетиту як показник варіативності стійкості гірських масивів залізорудних родовищ Кривбасу. Геологічна будова та корисні копалини України: Збірник тез всеукраїнської наукової конференції (Київ, 12-13 жовтня 2022 р.) НАН України, Ін-т геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка. Київ, 2022., С.164-167.

9. Тіхлівець Сг.В., Євтехов В.Д., Тіхлівець С.В. Епігенетичні процеси як чинник впливу на стійкість гірничих масивів Північного залізорудного району. Мінералогія України: сучасний стан і перспективи: Дванадцяті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка: матеріали. Відп. ред. О. Матковський. Львів : Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2022. С. 21-25.

10. Sg.Tikhlivets, V. Evtekhov, S.Tikhlivets, N. Holiver. Metamorphism as the main geological process of genesis of ore and rocks: case of the Northern iron-ore district of Kryvyi Rih basin. Widening our horizons. The 16th International Forum for Students and Young Researchers. April 21-22, 2021, Dnipro University of Technology , 2021, p. 460-461.

11. Evtekhov V.D., Demchenko O.S. , Evtekhov E.V., Tikhlivets Sg.V. Geological factors of the stability of the open pit walls. Book of Abstracts of the 3rd International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters, Ukraine, 24-27 May 2022. Ed. by Anna Iatsyshyn. Kyiv, 2022, p. 22-23.

12. Tikhlivets. S., Tikhlivets Sg. Liquid metal mineralization of mesomata zone in ores of gneiss-schist complex of Kryvyi Rih district. 5th International Scientific and Technical Internet Conference “Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources”. Book of Abstracts. - Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2022. P. 72-73.

13. Metal Mining and the Environment in Ukraine / edited by V. Bondar. Cham : Springer Nature, 2023. 398 p.