

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

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

**Тема роботи**  
**«Компонентний склад мінерального комплексу**  
**бідних магнетитових руд четвертого залізного**  
**горизонту Скелюватського родовища»**

Виконала  
магістрантка групи НЗГ - 23 м

Тетяна ГОРВАТ

Науковий керівник

Олександр ТРУНІН

Нормоконтролер

Олександр ТРУНІН

В. о. завідувача кафедри

Світлана Панова

Кривий Ріг  
2024

Криворізький національний університет  
Гірничо-металургійний факультет  
Кафедра геології та екології  
Другий (магістерський) рівень вищої освіти  
Спеціальність: 103 Науки про Землю ОПП Геологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри \_\_\_\_\_ Світлана ПАНОВА

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

### ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну (магістерську) роботу  
Горват Тетяни Михайлівни

1. Тема: *«Компонентний склад мінерального комплексу бідних магнетитових руд четвертого залізного горизонту Склеюватського родовища»*.

Затверджена наказом по КНУ № 156с від 19 лютого 2024 р.

2. Термін подання здобувачем закінченої роботи: «22» листопада 2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної магістерської роботи: відомості, які знаходяться в літературних і фондових джерелах – це дані про склад, структуру, стратиграфію та інші особливості геології Склеюватського родовища, мінералогічні проби в кількості 15 шт., з яких виготовлені прозорі та поліровані шліфи.

4. Зміст пояснювальної записки: дані про геологічну будову родовища, результати дослідження компонентного складу магнетитових кварцитів в матеріалі проб, узагальнення отриманих результатів, висновки, література.

5. Перелік графічного матеріалу: схема положення Склеюватського родовища в межах геологічної структури Криворізького залізорудного басейну, геологічна карта Склеюватського родовища, мікрофото матеріалу проб, гістограми розподілу значень мікротвердості магнетитів.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	проф. А.А. Березовський	02.09.2024	30.09.2024
2	ст. викладач О.М. Трунін	01.10.2024	22.11.2024

## 7. Календарний план

Етапи роботи	Термін виконання
Написання розділу 1. Геологічна будова родовища.	02.09 – 30.09.2024
Написання розділу 2. Мінералого-петрографічна характеристика залізистих кварцитів за матеріалом відібраних проб.	01.10 – 28.10.2024
Написання розділу 3. Узагальнення отриманих результатів.	29.10 – 17.11.2024
Написання розділів «Реферат», «Вступ», «Висновки», «Література».	18.11 – 22.11.2024

Дата видачі завдання «02 » вересня 2024 р.

Завдання видав  
науковий керівник

Олександр ТРУНІН

Завдання отримала  
магістрантка

Тетяна ГОРВАТ

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна (магістерська) робота: 39 с., 15 рис., 9 літературних та фондкових джерел.

**Об'єкт досліджень** – магнетитові кварцити четвертого залізного горизонту Склеюватського родовища Криворізького басейну.

**Мета роботи** – вивчення якісних та кількісних характеристик мінеральних компонентів бідної залізної руди в межах четвертого залізного горизонту Склеюватського родовища.

**Задачі роботи** – аналіз відомостей, що містяться у літературних й фондкових першоджерелах, відбір зразків в уступах кар'єру, виготовлення відповідних полірованих та прозорих шліфів, проведення мікроскопічного вивчення матеріалу проб, узагальнення отриманих даних.

Перший розділ ґрунтується на опануванні матеріалу друкованих та архівних першоджерел, що висвітлюють положення родовища в структурі району, його геоморфологічну характеристику, стратиграфію, особливості ендегенних утворень, прояв гіпергенних процесів, тектоніку, генезис рудного комплексу та склад корисних копалин.

Другий розділ присвячений мікроскопічному вивченню компонентів рудної і нерудної мінералізації залізистих кварцитів в матеріалі відібраних проб, виявленню ознак типоморфізму основного рудного мінералу – магнетиту, аналізу та узагальненню отриманих даних.

**Ключові слова:** Криворізький залізорудний басейн, Склеюватське родовище, четвертий залізистий горизонт, залізисті кварцити, магнетит, залізна слюдка, кварц, карбонат, типоморфізм.

## ЗМІСТ

	стор.
<b>ВСТУП</b> .....	<b>6</b>
<b>Розділ 1. ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА РОДОВИЩА</b> .....	<b>7</b>
1.1. Положення родовища в структурі району .....	7
1.2. Геоморфологія .....	7
1.3. Стратиграфія .....	8
1.4. Ендогенні утворення .....	12
1.5. Гіпергенні прояви .....	12
1.6. Тектоніка .....	13
1.7. Характеристика корисних копалин .....	14
1.7.1. Характеристика рудних тіл корисних копалин .....	14
1.7.2. Склад корисних копалин .....	15
1.8. Генезис родовища .....	15
<b>Розділ 2. МІНЕРАЛОГО-ПЕТРАГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ ЗА МАТЕРІАЛОМ ВІДБРАНИХ ПРОБ</b> .....	<b>17</b>
<b>Розділ 3. УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ</b> .....	<b>28</b>
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	<b>38</b>
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	<b>39</b>

## ВСТУП

Криворізький басейн представляє найбільшу залізорудну структуру на територіях України. Вміщує родовища багатих та бідних залізних руд. Останні потребують збагачення. Відповідно, Кривбас являється головним гірничодобувним центром країни, що забезпечує сировиною металургійні підприємства нашої держави та експортує її за кордон. Склеюватське родовище бідних залізних руд є важливою ланкою в структурі Криворізького залізорудного басейну. Розробляється Південним гірничо-збагачувальним комбінатом, який ще у 1955 році вперше на Криворіжжі запровадив технологію збагачення магнетитових кварцитів.

Основу сировинного потенціалу родовища складають магнетитові кварцити четвертого залізного горизонту. Систематичне та комплексне вивчення їх речовинного складу, структурно-текстурних особливостей є актуальним напрямком геологічних досліджень. Саме тому основна увага в роботі була приділена мікроскопічному дослідженню мінеральних компонентів, що утворюють бідні руди четвертого залізного горизонту Склеюватського родовища магнетиту. Також зроблені певні висновки щодо їх типоморфного значення.

В роботі використані матеріали, які наведені в літературних та фондових першоджерелах. Спеціальна частина ґрунтується на результатах власних спостережень авторки роботи.

Мінералогічні дослідження проводились із застосуванням методів оптичної мікроскопії з використанням петрографічних та рудних мікроскопів МІН-8М, NU (Carl Zeiss), ПОЛАМ-Р311.

Авторка висловлює щире подяку своєму науковому керівникові, кандидату геол.-мін. наук, старшому викладачеві кафедри Труніну О.М. за допомогу та підтримку у підготовці й написанні магістерської роботи.

# 1. ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА РОДОВИЩА\*

## 1.1. Положення родовища в структурі району

Скелюватське родовище локалізоване в межах Криворізького залізорудного басейну, який, у свою чергу, є частиною Українського щита. Структурно родовище приурочене до південного флангу Криворізько-Кременчуцької синкліналі.

Загальна геологічна будова родовища характеризується складною тектонічною структурою, що включає як великомасштабні складчасті дислокації, так і дрібні розривні порушення. Ці структурні елементи поділяють родовище на блоки з різними геологічними особливостями.

Північна межа родовища умовна і співпадає з лінією розвідувального профілю XI, який одночасно є південною межею сусіднього Валявкінського родовища. Західна межа обмежена зоною Західно-Тарапаківського розлому, східна – річкою Інгулець, а південна – природним виклинюванням порід.

Скелюватський розлом, який простежується в центральній частині кар'єру ПГЗК, являє собою зону дроблення порід з ознаками карбонатизації. Його ширина значно варіює по простяганню. На півночі розлом розгалужується на кілька менших розривів.

Структурно родовище розташоване в замку Тарапако-Лихманівської синкліналі. Не співпадіння орієнтації складчастих і розривних порушень обмежує простягання рудних тіл у північному напрямку.

## 1.2. Геоморфологія

З геоморфологічної точки зору, територія Криворіжжя являє собою пене-плен з загальним похилом у південному напрямку. Однак, наявність річкових долин Інгульця та Саксагані з розгалуженою мережею балок та ярів ускладнює загальний малюнок рельєфу.

*\* Змістовне наповнення розділу ґрунтується на використанні матеріалу наступних першоджерел: [1, 2, 8, 9].*

З огляду на приуроченість до гідрографічної мережі, Криворізький басейн диференціюється на три морфоструктурні райони: Жовторіченський, Саксаганський та Інгулецький. Склеюватське родовище знаходиться в межах останнього.

Мікрорельєф в районі родовища переважно плаский з незначним нахилом на схід та південний схід. Внаслідок експлуатації залізистих кварцитів кар'єрами ПГЗКа і НкГЗКа (кар'єр №3), а також розробки рудного покладу «Склеюватська», первинний морфологічний вигляд місцевості зазнав значних антропогенних трансформацій.

Схили долини ріки Інгулець, як правило, пологі, проте в місцях виходу на денну поверхню стійких докембрійських утворень, спостерігаються високі та урвисті береги. В долині ріки добре розвинуті алювіальні тераси.

Поблизу колишнього села Катеринівки (північний схід родовища) правобережний схил долини має пологий характер і позбавлений корінних відслонень, тоді як лівобережний схил являє собою стрімкий уступ, складений кварцитами та джеспілітами, висотою близько 20 метрів над рівнем ріки.

Нижче за течією, обидва схили долини знову набувають пологого характеру, русло ріки змінює напрямок на південно-східний, формуючи меандр.

Абсолютні позначки водної поверхні ріки Інгулець коливаються від +33,4 м в північно-західній частині (селище «Осички») до +28,7 м у південній частині.

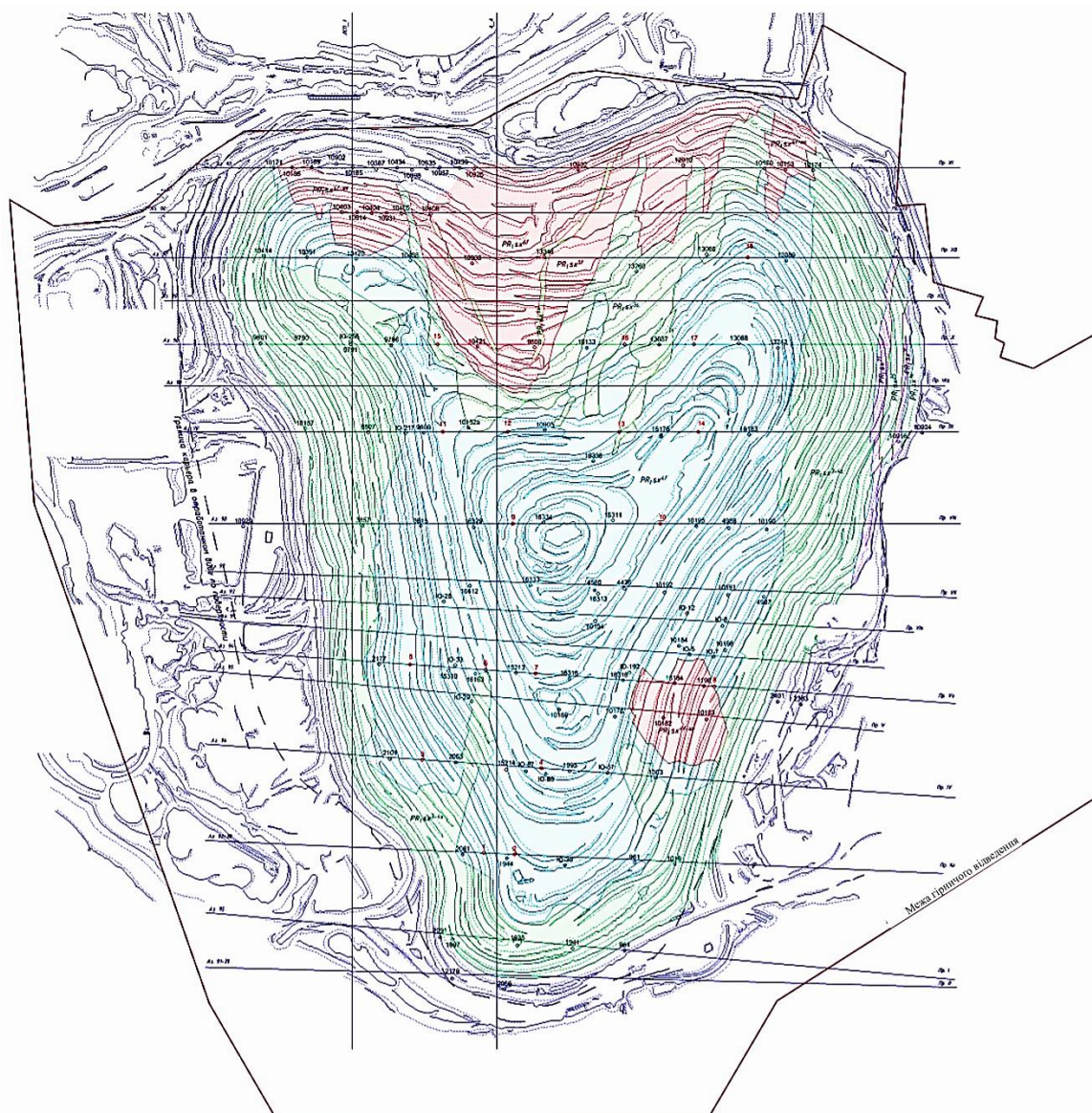
### 1.3. Стратиграфія

Склеюватське родовище залізистих кварцитів сформовано в межах Південного району Криворізького залізорудного басейну. Геологічний розріз рудного комплексу представлений метаморфізованими утвореннями саксаганської світи криворізької серії нижнього протерозою, які перекриваються малопотужним чохлам кайнозойських відкладів. В стратиграфічній послідовності родовища виділяється шість залізистих та шість сланцевих горизонтів саксаганської світи (PR1sx), що послідовно залягають один на одному (рис. 1.1, 1.2).

Перший сланцевий горизонт (PR1sx1S) трансгресивно перекриває талькові породи нижньої скелюватської світи криворізької серії. Літологічно він представлений кварц-серицит-хлоритовими, кварц-амфібол-хлоритовими, кварц-біотит-хлоритовими сланцями та безрудними кварцитами. В східній частині родовища присутні карбонатні і силікат-карбонатні різновиди кварцитів. Спостерігаються численні сланцеві прошарки потужністю від 0,5 до 20-30 см, а також прошарки безрудних кварцитів від 0,1 до 10-30 см. В нижній частині розрізу породи інтенсивно отальковані, місцями відмічаються прошарки талькових, хлорит-талькових сланців. Потужність горизонту варіює від перших метрів до 160 м (в середньому 83 м).



Перший залізистий горизонт (PR1sx1f) складений амфібол-магнетитовими і магнетит-амфіболовими кварцитами, підпорядковане значення мають магнетит-карбонат-силікатні різновиди. Текстури порід середньо- і грубосму-  
 гасті. Головними породоутворювальними мінералами залізистих кварцитів є магнетит і амфібол (кунінгтоніт) з домішкою карбонатів (1-3%). Потужність горизонту коливається від 30 до 50 м.



**Рис. 1.1.** Геологічна карта Скелюватського родовища магнетитових кварцитів (за І.А. Федоровою, С.С. Барановським, 2007). Масштаб 1:5000. Умовні позначення – див. рис. 1.2.

# УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

## Криворізька серія Саксаганська світа (PR<sub>1</sub>SX)

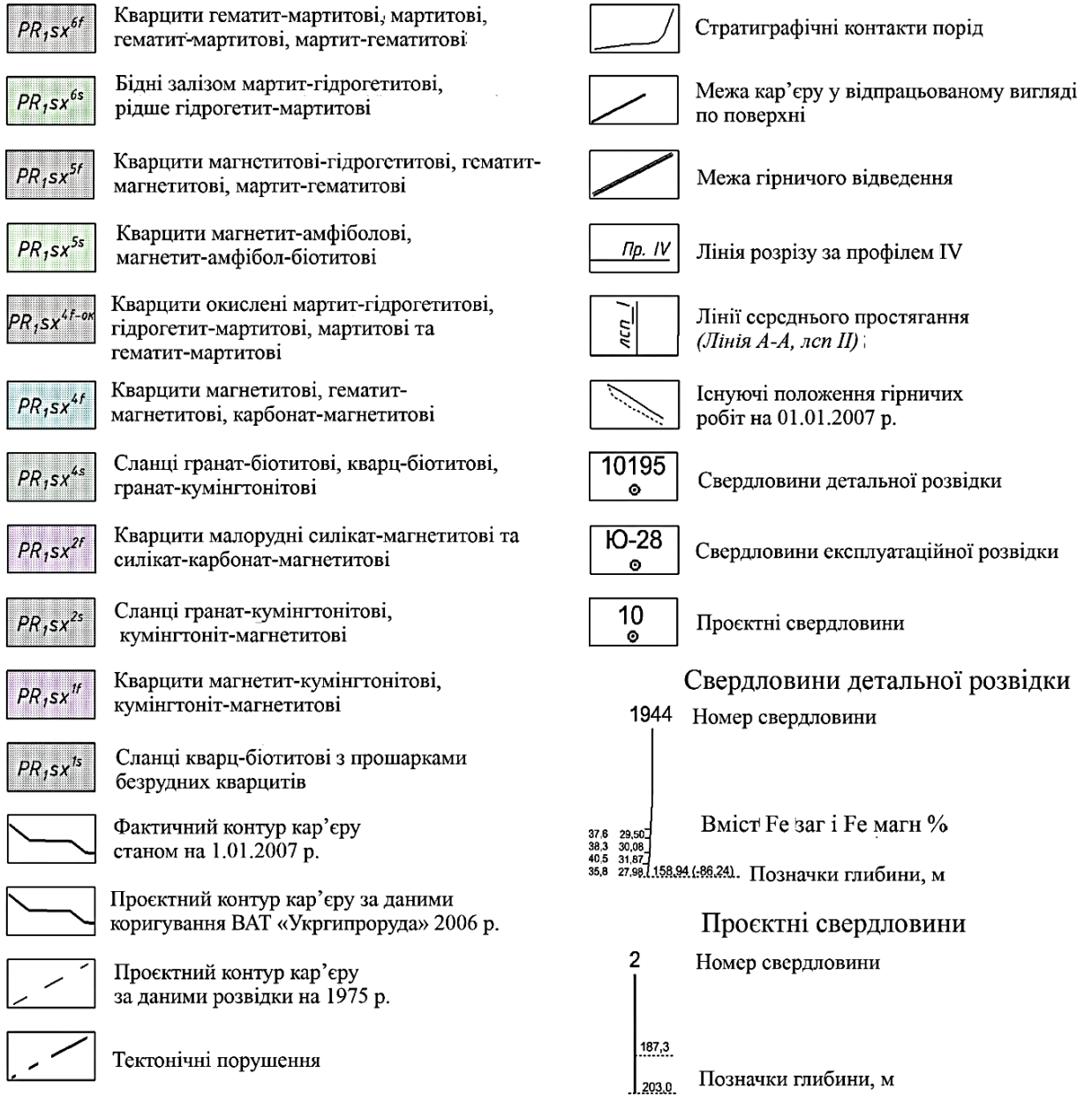


Рис. 1.2. Стратиграфія та умовні позначення до геологічної карти Склеватського родовища (див. рис. 1.1).

Другий сланцевий горизонт (PR1sx2S) має локальне поширення, складений кварц-хлорит-амфіболовими і кварц-хлорит-біотитовими сланцями з прошарками безрудних кварцитів. Середня потужність становить 7 м, максимальна - 115 м.

Другий залізистий горизонт (PR1sx2S) представлений силікат-карбонат-магнетитовими, карбонат-магнетитовими, магнетит-силікатними кварцитами. Текстури порід середньосмугасті. За потужністю, забарвленням прошарків та формою рудного тіла аналогічний кварцитами першого залізистого горизонту, але відрізняється підвищеним вмістом магнетитового заліза. Потужність горизонту варіює від 30 до 120 м.

Третій-четвертий сланцеві горизонти (PR1sx2S) практично утворюють єдиний горизонт, оскільки розділяючий їх третій залізистий горизонт має обмежене поширення. Літологічно представлений біотит-хлорит-амфіболовими, амфібол-біотит-хлоритовими сланцями з прошарками безрудних кварцитів. Загальна потужність горизонту коливається від 85 до 280 м.

Третій залізистий горизонт (PR1sx3f) має фрагментарне поширення лише в західній та південній частинах родовища. Складений силікат-карбонат-магнетитовими, магнетитовими і магнетит-карбонат-силікатними кварцитами. Форма рудного тіла плаstopодібна. Потужність порід горизонту досягає 75 м.

Четвертий залізистий горизонт (PR1sx4f) є основним об'єктом експлуатації залізистих кварцитів родовища. Його середня потужність становить близько 200 м. Горизонт характеризується неоднорідним мінеральним складом і структурно-текстурними особливостями, що дозволяє виділити в його межах чотири різновиди залізистих кварцитів: магнетитові, карбонат-магнетитові, силікат-магнетитові (середньо- і грубосмугасті) та гематит-магнетитові (тонкосмугасті).

Середній вміст (за даними детальної розвідки)  $Fe_{\text{заг.}}$  35,4 %, а  $Fe_{\text{магн.}}$  - 31,8 %. Серед порід четвертого залізистого горизонту присутні окислені різновиди кварцитів, в яких середній вміст  $Fe_{\text{заг.}}$  становить 41,1 %.

П'ятий сланцевий горизонт (PR1sx5s) розташований в північній і північно-східній частинах кар'єру та представлений безрудними, переважно карбонатними кварцитами з прошарками кварц-хлорит-біотитових, графіт-біотитових, амфібол-хлорит-біотитових, гетит-гематитових і кварц-серицитових сланців. Потужність горизонту варіює від 20 до 65 м, в шарнірі досягає 120 м.

П'ятий залізистий горизонт (PR1sx5f) приурочений до центральної частини синкліналі. Представлений червоно-, сіро- і синьо-смугастими середньо- і тонкошаруватими кварцитами мартитового, мартит-гематитового, гематит-мартитового складу. Вміст  $Fe_{\text{заг.}}$  в них змінюється від 46 до 55 %. Характерною рисою горизонту є повсюдне окислення залізистих кварцитів з проявом процесів мартитизації, маршалітизації і вилуговування. Потужність горизонту коливається від 30 до 200 м. Середній вміст  $Fe_{\text{заг.}}$  - 37,5%, а  $Fe_{\text{магн.}}$  - 1,08%.

Шостий сланцевий горизонт (PR1sx6s) поширений в північній частині родовища. Складений окисленими, різною мірою маршалітизованими безрудними мартит-гідрогетитовими грубосмугастими кварцитами з прошарками

кварц-каолінових порід. Потужність горизонту збільшується в північному напрямку до 40 м.

Шостий залізистий горизонт (PR1sx6f) завершує розріз джеспілітової кременисто-сланцевої формації родовища, складаючи ядро Західно-Інгулецької синкліналі. Породи горизонту характеризуються повсюдним окисненням і представлені гетит-мартитовими, мартитовими, гематит-мартитовими, мартит-гематитовими червоно- і сіросмугастими кварцитами. Середній вміст  $Fe_{\text{заг}}$  становить 36,7 %,  $Fe_{\text{магн}}$  - 0,79 %. Потужність горизонту в замковій частині синкліналі досягає 300 м.

#### 1.4. Ендогенні утворення

Ендогенні утворення в межах Склеюватського родовища представлені дайковим комплексом неопротерозойського віку. До складу комплексу входять дайки діабазів та габро-діабазів. Морфологія дайок пластоподібна, потужність варіює в межах 15-20 м.

#### 1.5. Гіпергенні прояви

Гіпергенні процеси суттєво вплинули на трансформацію залізистих кварцитів Склеюватського родовища. Ключову роль відіграло післяпротерозойське вивітрювання, що протікало в умовах холодного клімату та складного рельєфу. В цей період відбувалось інтенсивне окиснення магнетиту з утворенням мартиту, псевдоморфне заміщення карбонатів гідроксидами заліза, деструкція залізистих силікатів з формуванням так званої "фарби" - тонкодисперсної суміші гематиту з глинистою речовиною. Одночасно протікали процеси вилугування кварцу, про що свідчать зони глибокої маршалітизації. Однак, сучасний вигляд зон окислення пов'язаний з нижньотретинним циклом вивітрювання, що відбувався в умовах жаркого та вологого клімату.

На родовищі сформувалася площадна кора вивітрювання з потужністю зони окислення, яка досягає 150 м у західній частині родовища та 250 м у східній. Більш глибокий розвиток гіпергенних процесів в східній частині обумовлюється підвищеною тріщинуватістю порід.

Локалізація багатих руд в окислених кварцитах пов'язана з зонами тектонічних порушень.

## 1.6. Тектоніка

Скелюватське-Магнетитове родовище залізорудних утворень локалізоване в зоні замикання Західно-Інгулецької мульди, представленої синклінальною складчастою структурою з кутом падіння західного крила в інтервалі 40-60°.

Тектонічний режим родовища характеризується наявністю диз'юнктивних дислокацій, зокрема Тарапаківського та Катирининського розломів. Ці масштабні тектонічні порушення зумовили значну диференціацію структурних особливостей східного та західного крил синкліналі, формування зон брекчіювання, ділянок масивної текстури та зон зі складною блоковою структурою.

Криворізький синклінорій диференційований на низку складок другого порядку, які простягаються в субширотному напрямку (з заходу на схід): Лихманівська синкліналь, Тарапако-Лихманівська антикліналь, Західно-Інгулецька синкліналь, Інгулецька антикліналь, Східно-Інгулецька синкліналь.

Докембрійський фундамент характеризується двох'ярусною будовою:

- нижній структурний ярус представлений архейськими метаморфічними комплексами конксько-верховцевської серії та ультраметаморфізованими гранітоїдами. Йому властива широкопланова складчастість, що виражається в ритмічному чергуванні гранітоїдних масивів та метаморфічних товщ;

- верхній структурний ярус відрізняється наявністю великих лінійних складчастих структур (синкліналей) субмеридіонального простягання та великих антиклінальних піднять, складених гранітами. Ця двох'ярусна структура ускладнена інтрузивними тілами та розривними дислокаціями.

Крила Західно-Інгулецької синкліналі падають під кутами 25-40°.

Західно-Інгулецька синкліналь ускладнена чотирма тектонічними порушеннями з розривами та оперяючими скидами, з яких у межах кар'єрного поля простежуються три. Ця синкліналь є великою відкритою складкою вищих порядків. Найбільш значними складчастими структурами є Валявкінська синкліналь, Валявкінська антикліналь та Катирининська синкліналь у північній частині родовища. У південній частині синкліналь представлена великою відкритою складкою, крила якої ускладнені більш дрібними ізоклінальними складками.

Південна частина синкліналі складена породами нижньої та середньої залізорудних світ. Потужність першого і другого залізистих горизонтів у виходах корінних порід становить 50-60 м.

Зона Тарапаківського розлому є зоною зчленування структур Тарапако-Лихманівської антикліналі та Західно-Інгулецької синкліналі. Тарапаківський розлом являє собою складну зону, ускладнену рядом окремих структурних блоків. Гірські породи в зоні розлому характеризуються інтенсивною тріщинуватістю, наявністю потужної зони окислення та розвитком жильних утворень кварцу. На захід від Тарапаківського розлому, в районі родовища, було розкрито ще одну тектонічну зону лускувато-блокової будови.



Катирининський розлом проходить практично по осі Західно-Інгулецької синкліналі, ускладнюючи її замок (азимут 20-25°). Амплітуда зміщення по розлому досягає 100 м по горизонталі та 60 м по вертикалі (з кутом падіння на схід 50-65°). На півночі цей розлом обмежує поширення порід верхньої світи, які залягають в ядрі Єкатериненської синкліналі. У південній частині Єкатериненської синкліналі замок складки розбитий на три великі блоки: західний, південний та східний.

Зона Скелюватського зсуву являє собою тектонічне порушення, вздовж якого відбулося горизонтальне переміщення гірських порід. В даному випадку, західне крило Західно-Інгулецької синкліналі зазнало насування на східне.

Амплітуда цього переміщення, тобто відстань, на яку змістилися блоки порід один відносно одного, коливається в межах від 20 до 230 метрів. Площина зсуву нахилена в західному напрямку під кутом 55-70°.

Простягання зони зсуву орієнтоване на північ-північ-захід, що відповідає азимуту 25-35°. Скелюватський зсув є одним з ключових тектонічних елементів, що визначають структуру родовища.

## 1.7. Характеристика корисних копалин

Основною корисною копалиною Скелюватського родовища є залізо. Рудні запаси асоційовані з різноманітними генетичними типами залізородних формацій:

- залізо-кремениста (джеспілітова) формація, яка представлена типовими метаморфізованими осадовими породами, що характеризуються ритмічним чергуванням залізистих кварцитів (джеспілітів) та сланців;
- мартито-магнетитова формація, що формується в результаті метаморфізму та метасоматозу первинних залізистих кварцитів. Призводить до перекристалізації магнетиту та утворення мартиту;
- залізородна метасоматична формація, яка виникає внаслідок заміщення первинних порід залізородними мінералами під впливом гідротермальних розчинів;
- залізородна формація кори вивітрювання, яка утворюється в результаті гіпергенних процесів, що призводять до окислення та збагачення первинних залізородних порід.

### 1.7.1. Характеристика рудних тіл корисних копалин

Морфологія рудних скупчень залізисто-кременистої формації представлена протяжними (2-5 км) пластовими заляганнями, потужність яких зміню-

ється від десятків до сотень метрів. Мартито-магнетитова формація характеризується пластовими, пластоподібними та лінзовидними покладами з потужністю від одиниць до 10-20 м та протяжністю від сотень до 1000 м.

Рудні тіла метасоматичної формації відрізняються стовпоподібною, пластовою, лінзовидною, штоко- та дуплоподібною морфологією, досягаючи сотень метрів у довжину та 40-60 м у поперек. Залізорудну формацію кори вивітрювання визначає інтенсивний розвиток потужного шарнірного зруденіння (до 2,5 км).

### 1.7.2. Склад корисних копалин

Мінеральний склад і текстурно-структурні особливості рудних комплексів родовища характеризуються значною різноманітністю. На родовищі виділяють наступні рудні типи: магнетитові кварцити, карбонат-магнетитові та силікат-карбонат-магнетитові кварцити, гематит-магнетитові кварцити, напівокислені та окислені кварцити, магнетит-силікат-карбонатні кварцити.

Залізо-кремениста формація представлена широким спектром рудних типів, серед яких промислове значення мають залізисті та безрудні кварцити. Головним рудоутворювальним мінералом є магнетит, що зумовлює легку збагачуваність руд та можливість отримання високоякісних концентратів.

Руди мартито-магнетитової формації мають хлорито-карбонатно-магнетитовий та гематито-магнетитовий склад, часто з проявами мартитизації та лимонізації. Спостерігаються також локальні скупчення бурих залізняків.

Залізорудна метасоматична формація представлена хлорито- та куммінгтоніто-гематит-магнетитовими рудами. В зонах лужного метасоматозу присутні лужні амфіболи та егірін, а також прояви карбонатизації та гематитизації.

Залізорудна формація кори вивітрювання характеризується широким розвитком та представлена родовищами багатих руд мартитового, гематит-мартитового та гетит-гематитового складу.

## 1.8. Генезис родовища

Генезис родовищ залізо-кременистої формації пов'язаний з осадово-метаморфічними процесами раннього докембрію. Нагромадження залізистих осадків відбувалося в евгеосинклінальній зоні Криворізького крайового прогину в умовах активного вулканізму та подальшого гіпергенезу. Просторова локалізація родовищ цієї формації обмежена структурами сполучених складок Криворізького синклінорія, за винятком ксенолітів та реліктів у гранітоїдному комплексі на захід від синклінорія, приналежність яких до криворізької структури дискусійна.

Руди мартито-магнетитової формації мають осадово-метаморфічне походження з проявами гіпергенних змін. Стратиграфічно вони приурочені до магнетито-хлоритових, магнетито-кварцевих пісковиків та залізистих седиментаційних брекчій верхньої теригенної формації, що залягає в основі верхньої світи криворізької серії.

Формування руд метасоматичної формації пов'язують з магнезіально-залізистим метасоматозом, що протікав синхронно з регіональним метаморфізмом.

Характерною рисою залізорудної формації кори вивітрювання є розвиток глибинної (понад 3 км) лінійної кори вивітрювання, що зумовило формування мартитових руд за рахунок окислення та збагачення первинних магнетитових руд.



## 2.

**МІНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ ЗА МАТЕРІАЛОМ ВІДБРАНИХ ПРОБ**

У цьому розділі дослідження зосереджено на вивченні мінерального складу бідної руди четвертого залізного горизонту Склеюватського родовища. Відбір зразків здійснювався точковим методом у північному борту кар'єру на горизонті -165 м. Загальна кількість відібраних мінералогічних зразків складає 15. Інтервал відбору проб 20 м. Для проведення мікроскопічного аналізу виготовлялись поліровані та прозорі шліфи. Мінералогічні дослідження проводились з використанням можливостей оптичної мікроскопії (мікроскопи МІН-8М, NU (Carl Zeiss), ПОЛАМ-Р311). Ідентифікація мінералів здійснювалася за допомогою необхідної довідкової літератури [5, 6, 7]. Нижче наведена характеристика досліджених мінералогічних проб.

**Проба №1**

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – смугаста, прожилкова;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Магнетит – 28,43;

Кварц – 28,01;

Карбонат – 21,42;

Хлорит – 13,61;

Тальк – 7,45;

Залізна слюдка – 1,08.

*Магнетит* в рудних прошарках представлений складним поєднанням суцільних та гіллясто-зросткових агрегатів. У малорудних прошарках формує тонко- та зернисто-вкраплені агрегати. Розмір індивідів - соті та тисячні долі міліметра. Зазвичай представлені ксено та ідіобластами мінералу. Ідіобласти переважно більш великі, у порівнянні з ксенобластами, що ймовірно пов'язано з процесами перекристалізації.

*Кварц* представлений пойкилітовими включеннями у магнетиті. У нерудних прошарках формує типові мозаїчні агрегати.

*Карбонат* активно розвивається по мозаїчному кварцу, іноді повністю заміщуючи його.

*Хлорит* фіксується переважно у малорудних прошарках. Утворює скупчення лускуватих індивідів.

*Тальк* формує складні за формою агрегати дрібних лусок у кварцовому матриці. Представлений залізистою відміною – мінесотаїтом.

*Залізна слюдка* відстежується у вигляді дрібних ксеноморфних виділень в індивідах магнетиту, що пояснюється розвитком мартитизації. Розмір таких фрагментів – від сотих до десятих долей міліметра.

## Проба №2

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – смугаста, прожилкова;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Магнетит – 30,23;

Кварц – 39,56;

Карбонат – 22,12;

Залізна слюдка – 5,34;

Тальк – 2,75.

*Магнетит* утворює суцільні, стрічкові, гіллясто-зросткові агрегати рудних прошарків. Виділення магнетиту часто містять включення пойкилітового кварцу. У малорудних прошарках - представлений окремими дрібними індивідами розміром до десятих долей мм.

*Кварц* формує мозаїчні, гранобластові агрегати у малорудних та безрудних прошарках.

*Карбонат*, як вторинний мінерал розвивається в агрегатах кварцу. Утворює окремі ксеноморфні виділення, в окремих ділянках повністю заміщує кварц.

*Залізна слюдка* є основним рудним мінералом нерудних і малорудних прошарків. Представлена дрібними ксеноморфними виділеннями в кварцовому агрегаті, розмір яких змінюється від сотих до тисячних долей мм.

*Тальк* має дрібнолускуватий вигляд. Утворює складні за формою, гніздоподібні скупчення в агрегатах мозаїчного кварцу.

### Проба №3

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;  
Текстура – смугаста, прожилкова;  
Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Магнетит – 75,05;  
Кварц – 12,08;  
Карбонат – 6,21;  
Залізна слюдка – 5,44;  
Альбіт – 1,20.

*Магнетит* у рудних прошарках представлений суцільними і гіллясто-зростковими агрегатами. У малорудних прошарках формує зернисто-вкраплену структуру. Зазвичай містить пойкилітові включення кварцу.

*Кварц* складає типові мозаїчні агрегати в малорудних та безрудних прошарках.

*Карбонат* разом з кварцом є важливим компонентом малорудних та нерудних прошарків. Співвідношення кварцу і карбонату в них змінюється від 20% до 80%. Інтенсивна карбонатизація призводить до укрупнення виділень магнетиту, які набувають в карбонатному матриксі правильних кристалографічних форм.

*Залізна слюдка* проявлена двома генераціями: перша – це дрібні субграфічні проростання в кварці розміром соті і тисячні долі міліметра і друга – виділення залізної слюдки в магнетиті, що пов'язано з процесами гіпергенного окислювання.

*Альбіт* представлений окремими індивідами, що піддаються інтенсивній карбонатизації.

### Проба №4

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;  
Текстура – смугаста;  
Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Кварц – 44,81;  
Магнетит – 25,51;  
Карбонат – 25,21;  
Залізна слюдка – 4,47.

*Кварц* утворює мозаїчні агрегати у малорудних та безрудних прошарках. Піддається карбонатизації, як прояв регресивного метаморфізму.

*Магнетит* у рудних прошарках складає гіллясто-зросткові й поліедричні агрегати. Присутній у малорудних прошарках, де представлений дрібними, в основному ксеноморфними, зернами розміром від сотих до десятих долей мм.

*Карбонат* активно розвивається в агрегатах мозаїчного кварцу, утворюючи значні скупчення. У жилах альпійського типу часто також заміщує кварц.

*Залізна слюдка* гіпергенно розвивається по більш ранньому магнетиту і часто зустрічається в рудних прошарках. В меншому ступені присутня у малорудних прошарках.

## Проба №5

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – шарувата;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об`ємн.%):*

Магнетит – 75,21;

Залізна слюдка – 10,11;

Кварц – 7,39;

Карбонат – 4,07;

Тальк – 1,72;

Пірит – 1,50.

*Магнетит* утворює численні стрічкові агрегати, які часто переходять у гіллясто зросткові, а також суцільні агрегати. Містить включення пойкилітового кварцу.

*Залізна слюдка* спостерігається у вигляді гіллясто-зросткових агрегатів і окремих виділень ксено- і гіпідіоморфної форми у перетині. Скоріш за все, такі, складні за формою, утворення залізної слюдки є звичайними мартитовими псевдоморфозами.

*Кварц* представлений мозаїчними агрегатами у нерудних та малорудних прошарках.

*Карбонат* активно виділяється в інтерстиційних порожнинах агрегатів кварцу, заміщує тальк. Переважно прослідковується в ділянках контакту рудних прошарків з малорудними та нерудними.

*Тальк* формує дрібні лускуваті агрегації у проміжках кварцових зерен. Як і карбонат, виділяється на етапі регресивного метаморфізму.

*Пірит* представлений дрібними за розміром (десяті долі мм), самостійними індивідами різного ступеню досконалості у перетині. Характеризується типовим солом'яно-жовтим кольором.

## Проба №6

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – шарувата;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об`ємн.%):*

Магнетит – 61,03;

Карбонат – 18,61;

Кварц – 10,52;

Залізна слюдка – 7,26;

Пірит – 2,58.

*Магнетит* утворює суцільні, гіллясто-зросткові та поліедричні агрегати, а також самостійні ксенобласти. Містить включення залізної слюдки та пойкилітового кварцу. В асоціації з карбонатом перетини магнетиту набувають ідіоморфної форми.

*Карбонат* пов'язується з проявом активної карбонатизації. Проявлена нерівномірно – від початкових етапів з окремими ксеноморфними виділеннями переважно в агрегатах кварцу до суцільних гніздоподібних скупчень.

*Кварц* формує мозаїчні агрегатами з гранобластовою мікροструктурою. Може бути пойкилітовим у виділеннях магнетиту. Іноді заповнює дрібні жили альпійського типу. Зерна ізометричні в перетині розміром від сотих до десятих долей мм.

*Залізна слюдка* спостерігається у магнетиті у зв'язку з початковими епізодами мартитизації.

*Пірит* утворює окремі, гіпідіоморфні в перетині, кристали.

## Проба №7

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – шарувата;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об`ємн.%):*

Карбонат – 36,81;

Магнетит – 31,78;

Кварц – 12,79;

Залізна слюдка – 7,91;

Селадоніт – 5,78;

Альбіт – 3,61;

Пірит – 1,32.

*Карбонат* разом з кварцом формує склад малорудних і безрудних прошарків. Активно заміщує мінерали, що утворилися раніше. Є основним мінералом проби.

*Магнетит* в різних прошарках утворює суцільні, поліедричні, стрічкові, зернисті і тонковкраплені агрегати. В перетинах його виділення мають різний ступінь досконалості (від ідіо- до ксенобластів). Окремі ділянки агрегатів магнетиту збагачені пойкилітовим кварцом.

*Кварц* переважно утворює гранобластові мікроструктури у нерудних і малорудних прошарках.

*Залізна слюдка* зустрічається у вигляді гіпергенних включень у кристалах магнетиту.

*Селадоніт* представлений самостійними дрібними лусочками, а також їхніми скупченнями неправильної форми. Окремі прошарки можуть бути збагачені селадонітом до 30 об'ємн. %.

*Альбіт* утворює великі ізометричні зерна, які тяжіють до рудних прошарків.

*Пірит* представлений дрібними кристалами різного ступеню досконалості у перетині. Характеризується типовим солом'яно-жовтим кольором.

### Проба №8

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – шарувата;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Магнетит – 45,31;

Кварц – 29,81;

Карбонат – 12,58;

Тальк – 7,21;

Залізна слюдка – 5,09.

*Магнетит* у рудних прошарках представлений суцільними, поліедричними, стрічковими і гіллясто-зростковими агрегатами. Здебільшого переважають поліедричні. У малорудних прошарках формує зернисті і тонковкраплені агрегати. Повсюдно насичений пойкилітовими кварцевими включеннями.

*Кварц* складає матеріал малорудних і безрудних прошарків. Також зустрічається в жилах альпійського типу.

*Карбонат* асоціює з кварцом у нерудних прошарках, формує жили альпійського типу. Спостерігається нерівномірна карбонатизація кварцевих прошарків: від початкових етапів у вигляді окремих ксеноморфних вкраплень до повної карбонатизації, особливо в ділянках підвищеної тріщинуватості, де вміст карбонату сягає 80-90 об'ємн. %.

*Тальк* іноді заповнює проміжки між зернами кварцу. Представлений дуже дрібними (тисячні і соти долі мм) лусочками.

*Залізна* слюдка зустрічається у вигляді дрібних ксеноморфних утворень в індивідах магнетиту.

### Проба №9

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – шарувата;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Магнетит – 47,22;

Кварц – 39,98;

Карбонат – 12,57;

Селадоніт – 0,23.

*Магнетит* представлений стрічковими та гіллясто-зростковими агрегатами в рудних прошарках. Малорудні прошарки сформовані тонковкрапленими агрегатами, які містять ксеноморфні та ідіоморфні у перетині виділення магнетиту.

*Кварц* утворює мозаїчні агрегати, що складаються з ідіоморфних полігональних зерен. Заповнює простір між агрегатами магнетиту в рудних прошарках і є основним мінералом в нерудних прошарках.

*Карбонат* має нерівномірне розподілення. Зустрічаються окремі прошарки, які на 60-70 об'ємн. % складаються з метасоматического карбонату, а також поодинокі ксеноморфні утворення.

*Селадоніт* зустрінутий в окремому малорудному прошарку у вигляді розрізнених лусочок і локалізованих гніздоподібних скупчень.

### Проба №10

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – смугаста;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Кварц – 44,31;  
 Магнетит – 39,03;  
 Карбонат – 12,25;  
 Залізна слюдка – 4,12;  
 Пірит – 0,29.

*Кварц* утворює мозаїчні агрегати, сформовані ізометричними полігональними зернами, насичений первинними зернами гематиту.

*Магнетит* у рудних прошарках представлений гіллясто-зростковими агрегатами. У малорудних прошарках формує тонковкраплені, зернисто-вкраплені.

*Карбонат* проявлений нерівномірно: від інтенсивного розвитку в окремих прошарках (вміст карбонату сягає 50-60 об'ємн. %), до невеликих ксеноморфних дрібнозернистих агрегатів в оточенні мозаїчного кварцу. У порівнянні з останнім більш крупнозернистий. Розмір ксеноморфних індивідів коливається в межах десятих долей мм.

*Залізна слюдка* розвивається по магнетиту, утворює петельчасто-зросткові та субграфічні виділення, які також є проявом мартитизації.

*Пірит* представлений поодинокими кристалами.

## Проба №11

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;  
 Текстура – смугаста;  
 Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Кварц – 48,70;  
 Магнетит – 44,21;  
 Карбонат – 4,97;  
 Залізна слюдка – 2,12.

*Кварц* рудних прошарків представлений пойкилітовими включеннями у магнетиті. У малорудних прошарках формує типові мозаїчні агрегати.

*Магнетит* формує гіллясто-зросткові, у меншій мері стрічкові агрегати. Розмір індивідів коливається від десятих до сотих долей мм. Самостійні виділення рудного мінералу характеризуються гіп- та ідіоморфними перетинами. Від 60 до 70 % індивідів магнетиту містять тонкі пойкилітові включення кварцу. Ймовірно їхнє формування пов'язується з ростом індивідів магнетиту за механізмом пойкилобластів. Подібні зрощення важко розкриваються на стадії рудопідготовки. У малорудних прошарках магнетит більш дрібний, тонковкраплений.



*Карбонат* метасоматично розвивається в породі. Представлений відносно крупними (десяті долі мм) ксеноморфними зернами з чіткими лініями спайності.

*Залізна слюдка* у малорудних прошарках представлена дрібними лусочками у проміжках кварцових зерен.

## Проба №12

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – смугаста;

Структура – дрібнозерниста, прожилкова.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Магнетит – 41,49;

Кварц – 29,28;

Карбонат – 27,12;

Залізна слюдка – 1,27;

Селадоніт – 0,41;

Хлорит – 0,29;

Пірит – 0,12;

Альбіт – 0,02.

*Магнетит* у рудних прошарках представлений суцільними, стрічковими, поліедричними, гіллясто-зростковими, зернисто-вкрапленими агрегатами. Активно насичується пойкилітовим кварцом. В результаті утворюються складні для розкриття зростання мінералів, що може в подальшому негативно впливати на якість магнетитового концентрату. У нерудних прошарках магнетит дрібнозернистий.

*Кварц* формує типові мозаїчні агрегати у безрудних та малорудних прошарках, що складаються ізометричними в перетині, полігональними зернами.

*Карбонат* пов'язується із процесом накладеної карбонатизації, яка у різному ступені проявлена в прошарках різного складу. Іноді вміст карбонату у прошарках сягає 40-60 об'ємн. %. При цьому карбонат практично повністю заміщує нерудні мінерали. Спостерігається жила альпійського типу, складена ксеноморфними зернами карбонату.

*Залізна слюдка* іноді спостерігається у вигляді дрібних, ксеноморфних фрагментів в індивідах магнетиту.

*Селадоніт* утворює поодинокі дрібні (соті долі мм) лусочки у рудних та малорудних прошарках.

*Хлорит* представлений невеликими гніздоподібними скупченнями лускуватих індивідів.

*Пірит* зустрічається у вигляді витягнутих вздовж шаруватості окремих індивідів.

*Альбіт* був зустрінутий в одному з малорудних прошарків. Представлений окремими, відносно крупними (десяті долі мм) ксенобластами. Вірогідно, його утворення пов'язується з проявом лужного метасоматозу.

### Проба №13

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – смугаста;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Магнетит – 57,19;

Кварц – 18,19;

Карбонат – 14,97;

Залізна слюдка – 8,51;

Пірит – 1,14.

*Магнетит* у рудних прошарках проявляється великою різноманітністю агрегатів, включаючи гіллясто-зросткові, стрічкові, суцільні, поліедричні, зернисто-вкраплені, тонковкраплені. Насичується дрібним кварцом.

*Кварц* формує типові мозаїчні агрегати.

*Карбонат* утворює численні ксеноморфні виділення в інтерстиціях кварцових зерен.

*Залізна слюдка* відносно поширена у матеріалі проби. Представлена самостійними ідіоморфними лусочками, субграфічними агрегаціями в агрегатах кварцу, а також складними за формою виділеннями в межах індивідів магнетиту.

*Пірит* утворює ідіоморфні в перетині кристали. Його виділення тяжіють до зон тріщинуватості у рудних і малорудних прошарках.

### Проба №14

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – смугаста;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об'ємн.%):*

Кварц – 54,18;

Магнетит – 41,03;

Карбонат – 4,79.

*Кварц* кількісно домінує у матеріалі проби. Формує гранобластову мікроструктуру малорудних та безрудних прошарків.

*Магнетит* у рудних прошарках представлений дуже складними за формою виділеннями, часто ксеноморфними, витягнутими. Зустрічаються окремі ізометричні індивіди, відносно більш великі (десяті долі мм). У малорудних прошарках більш дрібний, формує зернисто-вкраплену структуру.

*Карбонат* спостерігається у вигляді нечисленних, ксеноморфних агрегацій, як прояв початкової карбонатизації.

### Проба №15

*Макроскопічний опис:*

Колір – темно-сірий;

Текстура – смугаста;

Структура – дрібнозерниста.

*Мінеральний склад (об`ємн.%):*

Кварц – 72,71;

Магнетит – 22,93;

Карбонат – 4,36.

*Кварц* представлений мозаїчними агрегатами, сформованими ізометричними в перетині, полігональними зернами.

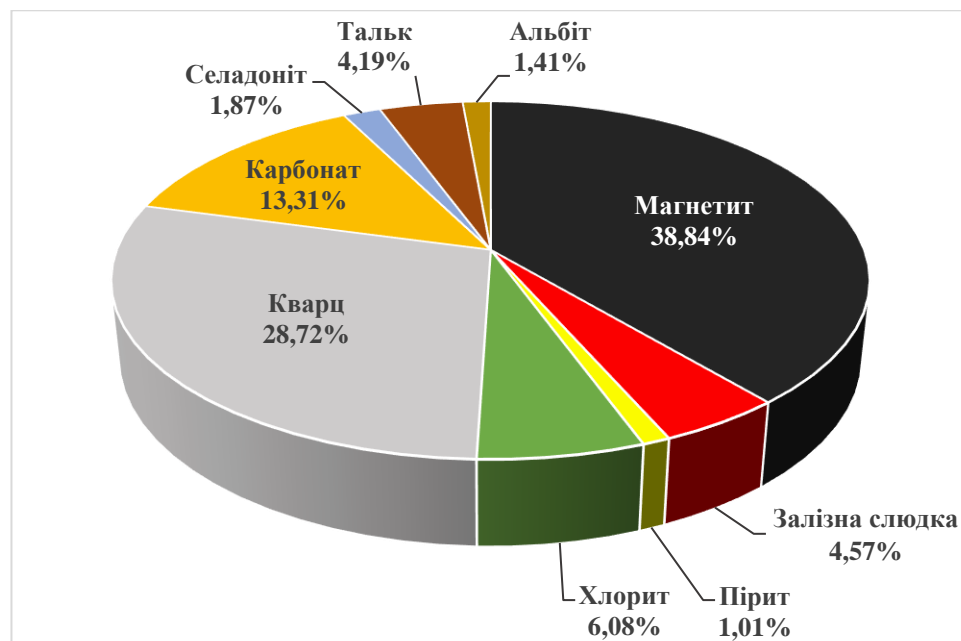
*Магнетит* складає гіллясто-зросткові агрегати, а також складні за формою субграфічні виділення. У малорудних прошарках утворює тонковкраплені агрегати.

*Карбонат* іноді зустрічається в окремих ділянках у вигляді дрібних, поодиноких ксеноморфних агрегатів.

### 3. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Досліджені зразки магнетитових кварцитів характеризуються типовою верстуватою, меншою мірою складчастою, прожилковою текстурами. Структура дрібнозерниста.

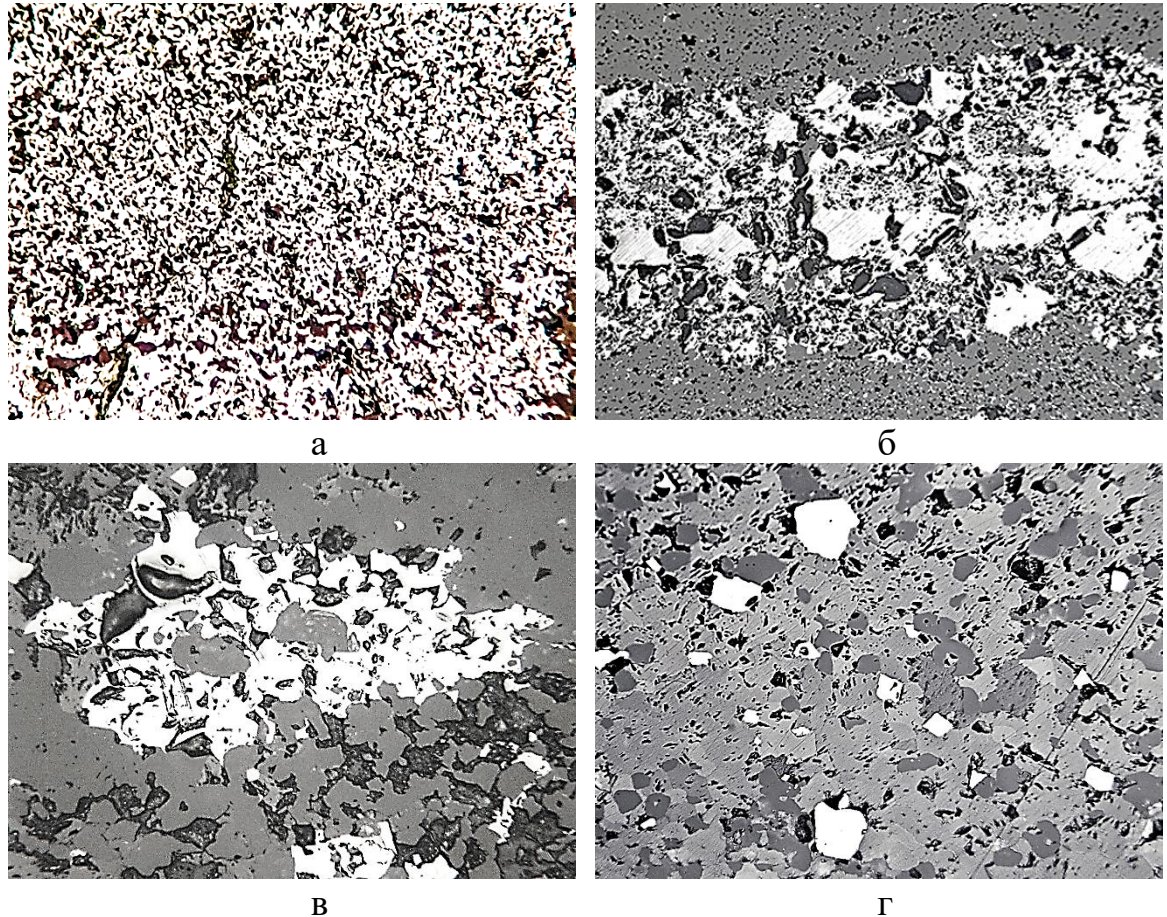
Особливості мінерального складу визначаються кількісним домінуванням магнетиту, кварцу й карбонату в породі (рис. 3.1). Другорядними рудними є залізна слюдка й пірит. Нерудна мінералізація представлена діафоричними хлоритом, тальком, селадонітом, а також рідкісними проявами альбіту (див. рис. 3.1).



**Рис. 3.1.** Усереднений мінеральний склад магнетитових кварцитів за матеріалом досліджених проб.

*Магнетит* є основним пороодо- та рудоутворювальним компонентом. Його середній вміст у проаналізованих зразках складає 38,84 об'ємн. %. Формує рудні та малорудні прошарки. В залежності від кількісної присутності рудної речовини у прошарку представлений різноманітними морфологічними типами агрегатів. У рудних прошарках розвинуті суцільні, стрічкові, гіллясто-

зросткові форми. Для малорудних характерні зернисто-вкраплені, тонко-вкраплені, субграфічні (рис. 3.2). Характерною рисою більшості утворень магнетиту є складні та нерівні контури. Гранулометричні показники коливаються в широких межах - від десятих до тисячних долей мм. В окремих зернах магнетиту спостерігаються ознаки мартитизації різного ступеню інтенсивності.

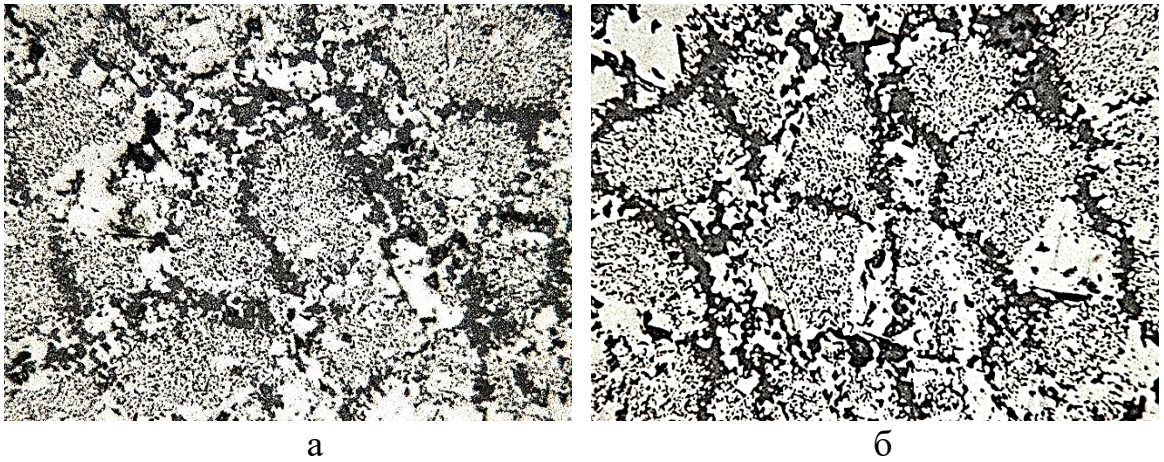


**Рис. 3.2.** Типові агрегати магнетиту рудних та малорудних прошарків: а – суцільний; б – стрічковий; в – гільясто-зростковий; г – зернисто-вкраплений. Відбите світло; без аналізатора; збільшення  $180\times$ .

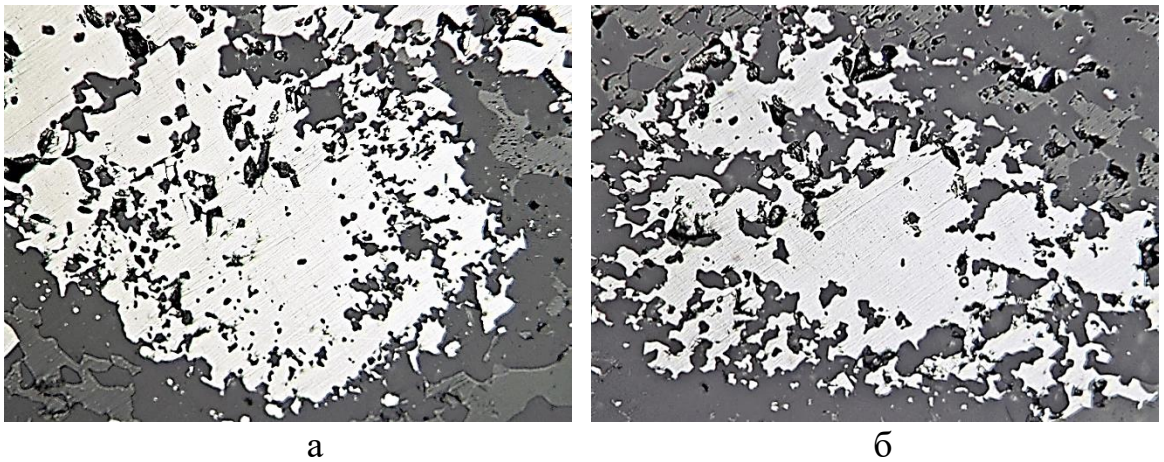
Часто прослідковується імпрегнація рудних агрегатів дрібними зернами кварцу (рис. 3.3). В окремих пойкилоблестах магнетиту виявляється зональний розподіл кварцових включень, що пояснюється зміною швидкості зростання індивіду на різних стадіях його формування (рис. 3.4).

Формування рудної мінералізації в умовах зеленосланцевої фації метаморфізму визначило відносно слабкий прояв автолізії, що сприяло збереженню численних дрібних включень кварцу в індивідах магнетиту. Виникнення таких важких для розкриття зростань зумовлює потрапляння нерудних компонентів у магнетитовий концентрат під час збагачення, а також може бути причиною втрат рудного матеріалу у відходах магнітної сепарації.





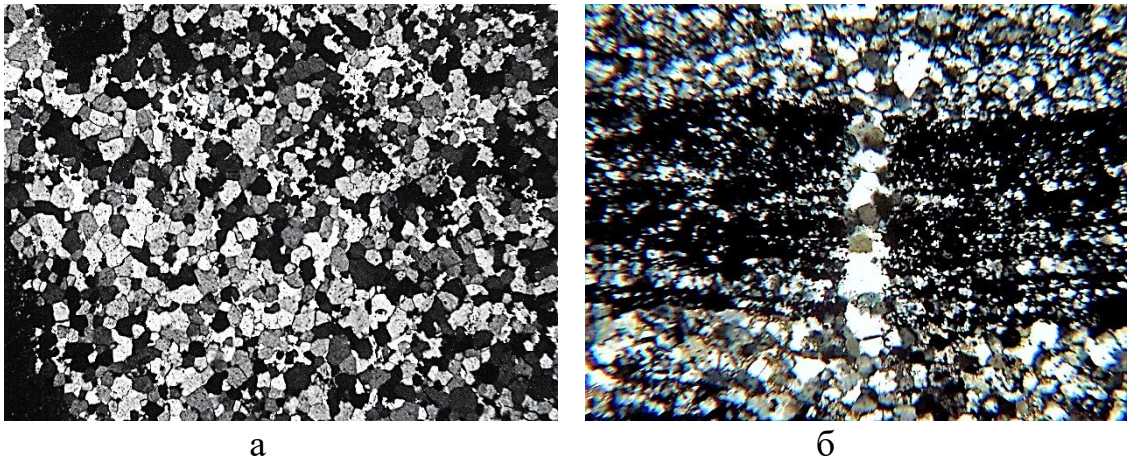
**Рис. 3.3.** Суцільні агрегати пойкилобластів магнетиту, щільно імпрегновані мікроскопічними включеннями кварцу.  
Відбите світло; без аналізатора; збільшення  $180^{\times}$ .



**Рис. 3.4.** Анатомічні перерізи зональних пойкилобластів магнетиту.  
Відбите світло; без аналізатора; збільшення  $200^{\times}$ .

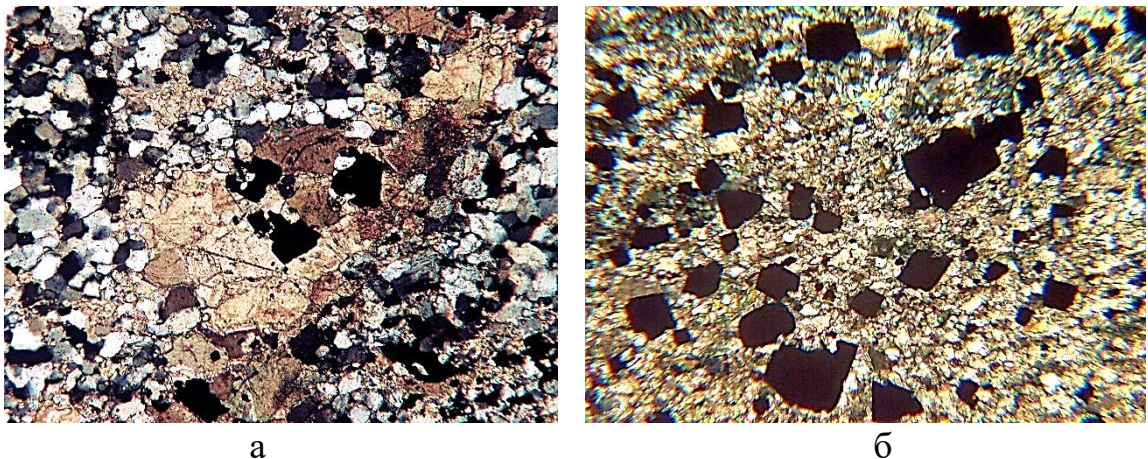
Кварц у дослідженому матеріалі в середньому складає 28,72 об'ємн. %. Є основним мінеральним компонентом малорудних і безрудних прошарків. Утворює агрегати гранобластової мозаїчної мікроструктури (рис. 3.5.а). Зерна полігональні. В перетині ізометричні. Розмір коливається в межах сотих-десятих долей мм. Іноді насичується дрібними включеннями магнетиту. У рудних прошарках індивіди більш дрібні та кутасті. Цементують зерна магнетиту. Консервуються у пойкилоблестах магнетиту у вигляді щільної нерудної вкрапленості. Також спостерігаються дрібні кварцові прожилки альпійського типу (рис. 3.5.б).





**Рис. 3.5.** Особливості прояву кварцу в досліджених пробах (пояснення в тексті). Прохідне світло; з аналізатором; збільшення  $70\times$ .

Карбонат разом з кварцом формує склад малорудних і безрудних прошарків, меншою мірою рудних. Активно заміщує мінерали, що утворилися раніше. Кількісно є основним вторинним і найбільш агресивним мінеральним компонентом. Середній вміст у досліджених зразках складає 13,31 об'ємн. %. Пов'язується із процесом накладеної карбонатизації, яка нерівномірно проявлена у прошарках різного складу: від окремих ксеноморфних виділень в інтегриціях кварцових зерен (рис. 3.6.а) до утворення мономінеральних ділянок з майже повним заміщенням первинних мінералів (рис. 3.6.б). Вміст карбонату у окремих прошарках може змінюватись від 20 до 80 об'ємн. %. Заповнює жили



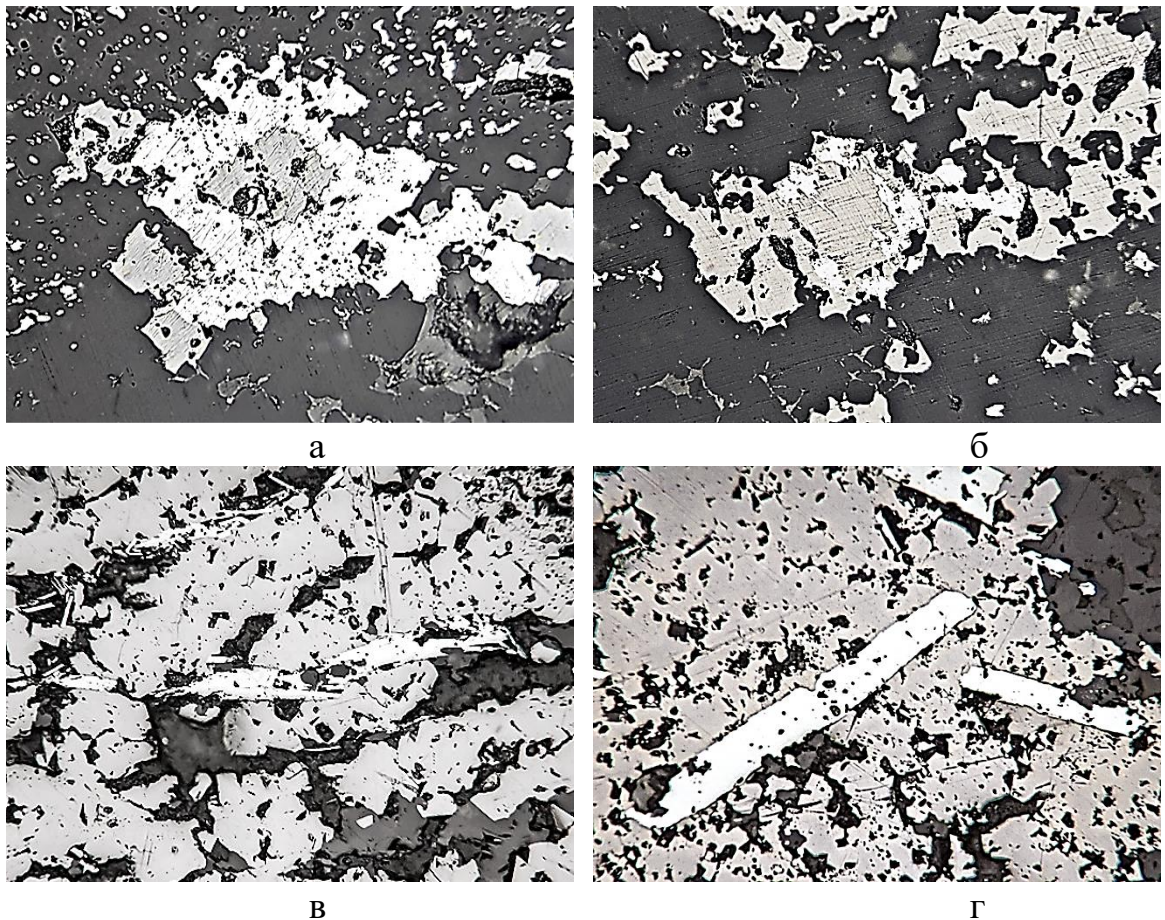
**Рис. 3.6.** Різні етапи прояву карбонатизації. (пояснення в тексті). Прохідне світло; з аналізатором; збільшення  $70\times$ .

альпійського типу, в яких також заміщує кварц. Представлений ксеноморфними виділеннями. У порівнянні з кварцом карбонат більш крупнозернистий.



Розмір індивідів коливається в межах десятих долей мм. Інтенсивна карбонатація призводить до укрупнення виділень магнетиту, які набувають в карбонатному матриці правильних кристалографічних форм (див. рис. 3.6.б).

Залізна слюдка представляє в породі гематит. Середній вміст у досліджених зразках становить 4,57 об'ємн. %. Представлена наступними морфогенетичними відмінностями: 1. – псевдоморфний розвиток залізної слюдки по магнетиту внаслідок поступового гіпергенного перетворення первинних мінералів (рис. 3.7.а, б); 2 – типові для метаморфічних порід лускуваті виділення залізної слюдки, які зустрічаються в рудних та малорудних прошарках. Розмір окремих індивідів змінюється від 0,03 до 0,4 мм за напрямком максимального видовження (рис. 3.7.в, г); 3. – субграфічні виділення гематиту



**Рис. 3.7.** Морфогенетичні відмінності залізної слюдки: а, б – фронтальний розвиток (мартитизація) гіпергенної залізної слюдки по магнетиту; в, г – пластинчасті кристали метаморфогенної залізної слюдки в суцільному агрегаті магнетиту.

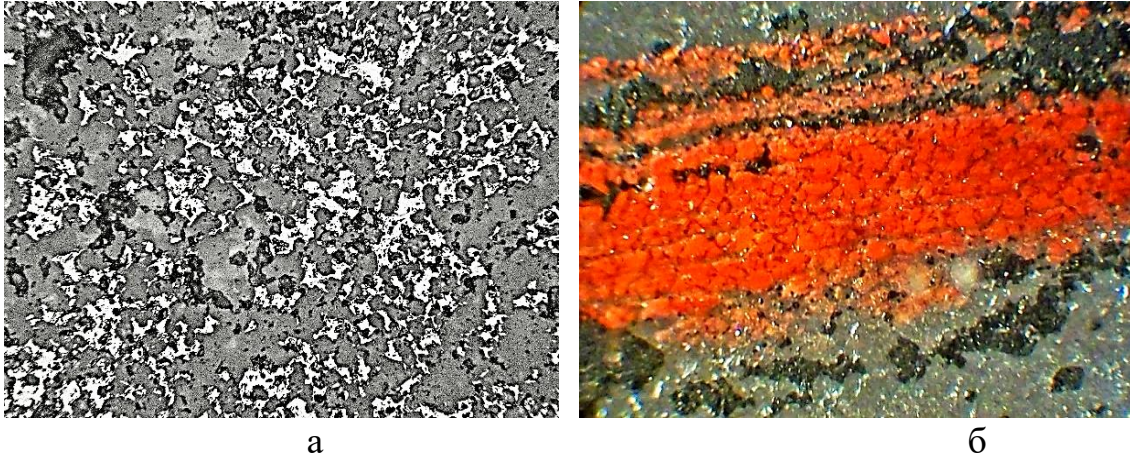
Біле – залізна слюдка; світло-сіре – магнетит; темно-сіре кварц.

Відбите світло; без аналізатора; збільшення 180<sup>x</sup>.

в міжзернових інтерстиціях агрегатів мозаїчного кварцу. Найбільш вірогідно, що такі утворення залізної слюдки також пов'язані з розвитком мартитизації



але більш дрібних, ксеноморфних агрегацій магнетиту (рис. 3.8.а); 4. – мікро-включення гематиту в кварцових зернах, що надають останнім червоного забарвлення. Розмір включень не перевищує сотих і тисячних долей мм (рис. 3.8.б). Подібні структури можуть бути результатом захоплення зернами кварцу первинної залізної слюдки під час їхнього зростання.

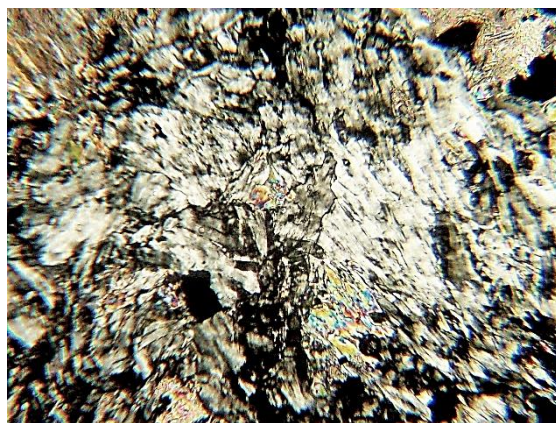


**Рис. 3.8.** Морфогенетичні відмінності залізної слюдки: а – субграфічні виділення залізної слюдки (біле) в агрегаті мозаїчного кварцу (темно-сіре); б – насичення кварцових зерен мікроскопічними включеннями гематиту, що надає їм характерного червоного кольору.

а - відбите світло; без аналізатора; збільшення 150<sup>x</sup>;

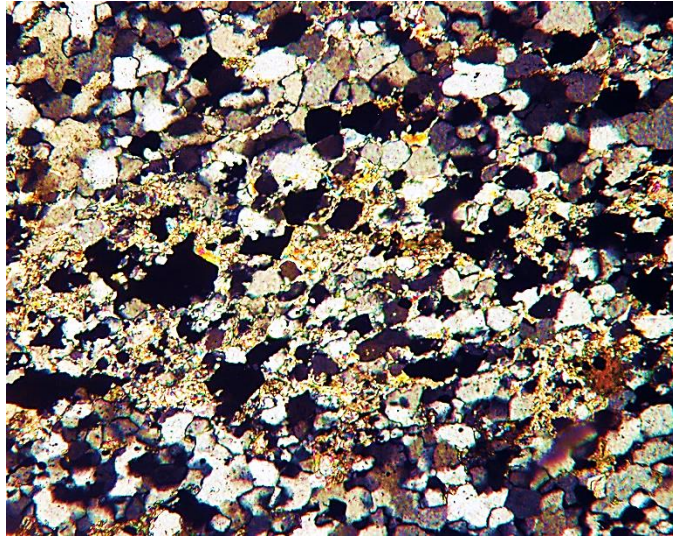
б - прохідне світло; ніколї II, світло косе; збільшення – 180<sup>x</sup>.

*Хлорит* виділяється на етапі регресивного метаморфізму. Зазвичай розвивається по тальку. У вигляді великих лусочок утворює самостійні агрегатні скупчення (рис. 3.9). Середній вміст у матеріалі проб складає 6,08 об'ємн. %.



**Рис. 3.9.** Гніздоподібне скупчення крупнолускуватого хлориту. Прохідне світло; з аналізатором; збільшення 80<sup>x</sup>.

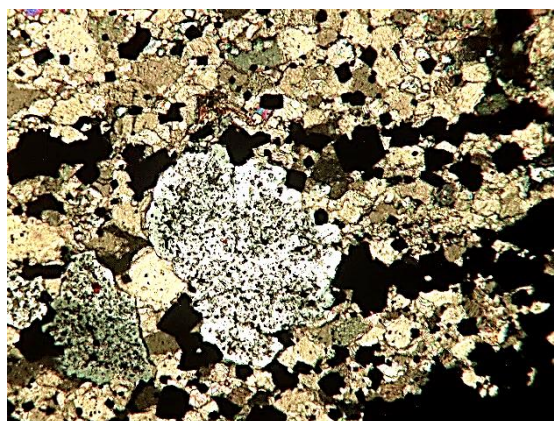
*Тальк* представлений залізистою відміною – мінесотаїтом. Пов’язується з проявами діафторезу. Середній вміст складає 4,19 об’ємн. %. Утворює дуже дрібні (тисячні і соті долі мм) лусочки. Зазвичай формує лускуваті агрегації у проміжках кварцових зерен (рис. 3.10).



**Рис. 3.10.** Агрегації дрібних лусок мінесотаїту у проміжках кварцових зерен. Прохідне світло; з аналізатором; збільшення  $90^{\times}$ .

*Селадоніт* представлений у вигляді дрібних (соті долі мм) розрізаних лусочок і локалізованих гніздоподібних скупчень. Є типовим діафторичним мінералом. В досліджених зразках середній вміст складає 1,87 об’ємн. %.

*Альбіт* є відображенням локальних проявів лужного метасоматозу. Епізодично зустрічається в породі. Середній вміст 1,41 об’ємн. %. Представлений окремими, відносно крупними (десяті долі мм) ксенобластами (рис. 3.11).



**Рис. 3.11.** Ксенобластовий індивід альбіту в ділянці карбонатизації. Прохідне світло; з аналізатором; збільшення  $80^{\times}$ .



*Пірит* виявився найменш розповсюдженим другорядним мінеральним компонентом. Зазвичай представлений поодинокими гіпідіоморфними в перетині індивідами (рис. 3.12). Іноді утворює дрібні прожилки. Легко діагностується завдяки характерному солом'яно-жовтому кольору. В матеріалі досліджених проб середній вміст складає 1,01 об'ємн. %.



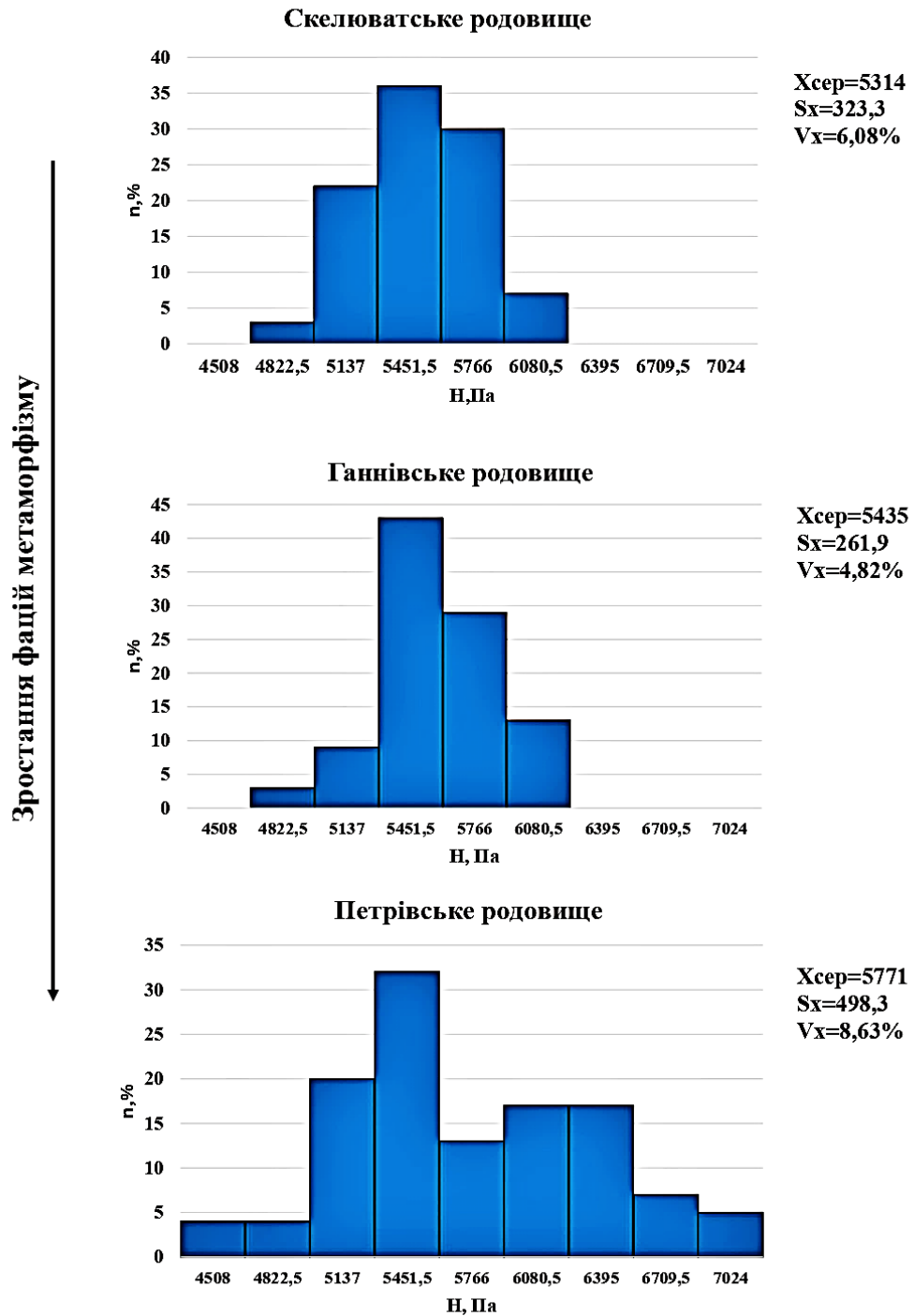
**Рис. 3.12.** Гіпідіоморфне в перетині виділення піриту в агрегаті суцільного магнетиту.

*Відбите світло; без аналізатора; збільшення 200<sup>x</sup>.*

Для магнетиту родовища, в якості типоморфні ознаки, була вивчена його мікротвердість. Вимірювання проводились за стандартною методикою [4] на мікротвердомірі ПМТ-3 з навантаженням 100 г.

Для порівняння була вивчена також мікротвердість магнетитів різних фацій метаморфізму, а саме: епідот-амфіболітова фація (Ганнівське родовище) та амфіболітова фація (Петрівське родовище). З метою статистичної обробки отриманих результатів були побудовані гістограми мінливості значень мікротвердості магнетитів (рис. 3.13).

Отримані результати дозволяють зробити висновки про послідовне зростання значень мікротвердості магнетиту від 5314 Па для зеленосланцевої фації метаморфізму (Скелюватське родовище), через середні значення для епідот-амфіболітової фації ( $X_{сер.} = 5435$  Па - Ганнівське родовище), до максимальних значень мікротвердості магнетиту в умовах амфіболітової фації метаморфізму ( $X_{сер.} = 5771$  Па - Петрівське родовище). На думку авторки, це пояснюється більш чіткою індивідуалізацією виділень магнетиту при зростанні ступеню метаморфізму, посиленням перекристалізації його індивідів і, відповідно, зниженням кількості механічних включень в матриці магнетиту, зменшенням ступеню дефектності кристалічної структури мінералу. Також слід зазначити зростання в цьому ж напрямку розміру індивідів. Отримані нами значення мікротвердості магнетиту корелюються з аналогічними даними інших авторів [3].



**Рис. 3.13.** Гістограми розподілу значень мікротвердості магнетитів різних фацій метаморфізму.

На всіх гістограмах розподіл значень мікротвердості магнетиту відповідає нормальному закону. Найбільший коефіцієнт варіації фіксується для магнетитів Петрівського родовища ( $V_x = 8,63\%$ ), що пояснюється, вірогідно, підвищеною варіативністю гранулометричних показників індивідів магнетиту.

Було зафіксовано, що зростання гранулометрії виділень магнетиту супроводжується паралельним зростанням значень його мікротвердості. Таким чином мікротвердість магнетитів криворізьких залізрудних родовищ може бути важливою типоморфною ознакою мінералу, яка чутливо реагує на різноманітні тонкощі еволюції параметрів мінералоутворювального середовища.

## ВИСНОВКИ

1. Склеюватське родовище магнетитових кварцитів знаходиться в південній частині Криворізької структури. Локалізоване в ділянці виходу на поверхню кристалічних залізистих порід замкової частини Західно-Інгулецької синкліналі. Остання сформована породами верхньої залізорудної підсвіти саксаганської світи. Структура родовища обтяжується складчастістю різного порядку. Серед розривних порушень найбільше значення мають три розломи: Тарапаківський, Катиринівський та Склеюватський.

2. Сировинну базу рудного комплексу складають залізисті кварцити четвертого залізистого горизонту, які характеризуються значним різноманіттям мінерального складу й текстурно-структурних особливостей. Додатковим ускладнюючим фактором будови горизонту є наявність вертикальної кори вивітрювання, що отримала розвиток в північній частині родовища. Означені вище особливості магнетитових кварцитів потребують системного моніторингу і контролю за якісними й кількісними показниками бідних руд, пояснюють актуальність проведення відповідних мінералогічних спостережень.

3. Досліджені проби представлені типовими для Склеюватського магнетитового родовища різновидами залізистих кварцитів: карбонат-магнетитовими, силікат-карбонат-магнетитовими, залізнослюдко-карбонат-магнетитовими, які на сьогодні використовуються для подальшої технологічної переробки і отримання високоякісного магнетитового концентрату.

4. Особливості мінерального складу в матеріалі проб визначаються кількісним домінуванням магнетиту, кварцу і карбонату. Другорядними рудними є залізна слюдка й пірит. Нерудна мінералізація представлена діафоричними хлоритом, тальком, селадонітом, а також рідкісними проявами альбіту.

5. Результати мікроскопічних спостережень дозволяють отримати загальне розуміння щодо якісних та кількісних характеристик мінеральних компонентів магнетитових кварцитів четвертого залізистого горизонту Склеюватського родовища. Наведені особливості мінерального складу слід розглядати як типоморфні ознаки для мінералів та мінеральних асоціацій породного комплексу.

6. Мікротвердість магнетитів криворізьких залізорудних родовищ може бути важливою типоморфною ознакою мінералу, яка відповідно реагує на різноманітні тонкощі еволюції параметрів мінералоутворювального середовища.

## ЛІТЕРАТУРА

### *Видана література*

1. **Белевцев Я.Н., Тохтуев Г.В., Стрыгин А.И. и др.** Геология криворожских железорудных месторождений // Киев: Изд. АН УССР, 1962.- Т. 1.- 484 с., т. 2.- 567 с.;
2. **Белевцев Я.Н., Вайло А.В., Ветренников В.В. и др.** Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Структуры месторождений и рудных районов // Киев: Наукова думка, 1989.- 156 с.;
3. **Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И. и др.** Минералогия Криворожского бассейна // Киев: Наукова думка, 1977.- 544 с.;
4. **Лебедева С.И.** Микротвердость минералов // Москва: Недра, 1977.- 118 с.
5. **Лодочников В.Н.** Главнейшие порообразующие минералы. Под ред. В.С. Соболева // Москва: Недра, 1974.- 248 с.;
6. **Рамдор П.** Рудные минералы и их сростания. Под ред. А.Г. Бетехтина // Москва: Издательство иностранной литературы, 1962.- 1132 с.;
7. **Рузіна М.В., Яцина Д.В., Жильцова І.В.** Рудна мікроскопія з основами технологічної мінераграфії: навч. посібник // Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2012.- 229 с.;

### *Фондова література*

8. Отчёт о геологоразведочных работах на Скелеватском-Магнетитовом месторождении железистых роговиков Криворожского района Днепропетровской области, по состоянию на 1.02.1975 г. // Министерство геологии УССР, трест «Укргеология», Криворожская геолого-разведочная экспедиция «Кривбасгеология», 1975.- книга-1, 235 с.; книга - 2, 423 с.;
9. **Федорова І.А., Барановський С.С.** Проект про дорозвідку з метою геологічно-економічної переоцінки запасів Скельватського-Магнетитового родовища // Кривий Ріг, 2007.- лист 1.