

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
«ОПТИМІЗОВАНА МЕТОДИКА ОЦІНКИ ДЕКОРАТИВНОСТІ
ОЧЕНЯТКОВОГО КВАРЦУ НА ПРИКЛАДІ ПРОЯВІВ В МЕЖАХ
РОДОВИЩ КРИВОРІЗЬКОГО БАСЕЙНУ»

Виконала здобувачка групи НЗГ-24м

Науковий керівник

Нормоконтролер

В.о. завідувача кафедри

Анастасія КУЦ

Віталій ХАРИТОНОВ

Олександр ТРУНІН

Світлана ПАНОВА

Кривий Ріг

2025

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

« ____ » _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну (магістерську) роботу

Куц Анастасії Олександрівни

1.Тема: «Оптимізована методика оцінки декоративності оченяткового кварцу на прикладі проявів в межах родовищ криворізького басейну»

Затверджена наказом по КНУ № 206с від «10» квітня 2025 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи: «11» грудня 2025 р.

3. Вихідні дані по кваліфікаційній магістерській роботі: літературні джерела щодо геологічних умов формування та декоративних особливостей оченяткового кварцу; фактичний матеріал у вигляді 15 зразків соколиного та тигрового ока з родовища Велика Глеюватка; результати макроскопічних і мікроскопічних досліджень; статистичні дані опитування щодо значущості художньо-естетичних ознак; оновлена таблиця значимості ХЕО, використана для удосконалення методики оцінки декоративності.

4. Зміст пояснювальної записки: загальна характеристика оченяткового кварцу та аналіз існуючих підходів до оцінки його декоративності; опис об'єкта, фактичного матеріалу та методів досліджень; результати макро- та мікроскопічного вивчення соколиного й тигрового ока; узагальнення

статистичних даних щодо художньо-естетичних ознак; удосконалення методики оцінки декоративності та її апробація на контрольних зразках.

5. Перелік графічного матеріалу (Додаток Г):

Аркуш 1. Схематична карта районування Криворізької структури. Аркуш 2. Поширення оченяткового кварцу. Аркуш 3. Генезис і різновиди оченяткового кварцу. Аркуш 4. Вихідна таблиця для художньо-естетичного оцінювання оченяткового кварцу.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	доцент В. М. Харитонов	31.10.2025	10.11.2025
2	доцент В. М. Харитонов	11.11.2025	21.11.2025
3	доцент В. М. Харитонов	22.11.2025	01.12.2025

7. Календарний план

Етапи роботи	Термін виконання
Написання розділу 1. Сучасний стан вивчення оченяткового кварцу та проблеми його декоративної оцінки.	31.10 – 10.11.2025
Написання розділу 2. Об'єкт, фактичний матеріал та методи дослідження.	11.11. – 21.11.2025
Написання розділу 3. Результати дослідження та їх аналіз.	22.11. – 01.12.2025
Написання розділів «Реферат», «Вступ», «Висновки», «Список використаних джерел».	01.12 – 11.12.2024

Дата видачі завдання «01» квітня 2025 р.

Завдання видав

науковий керівник

Завдання отримала

здобувачка

Віталій ХАРИТОНОВ

Анастасія КУЦ

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна (магістерська) робота: 41 с., 8 рис., 3 табл., 12 літературних джерел.

Об'єкт досліджень: оченятковий кварц (соколине, тигрове, котяче, волове око) родовища Велика Глеюватка Криворізького басейну.

Предмет досліджень: мінералого-петрографічні особливості, структурно-текстурні прояви та художньо-естетичні ознаки різновидів оченяткового кварцу, а також їх значущість для визначення напрямків використання.

Мета роботи: оптимізувати методику оцінки декоративності оченяткового кварцу шляхом поєднання мінералогічних, петрографічних, колористичних та технологічно-обробних критеріїв, з урахуванням результатів макро- та мікроскопічних досліджень і даних опитування.

Задачі роботи: дослідити мінералого-петрографічні особливості оченяткового кварцу, проаналізувати наявні методики його декоративної оцінки, виконати макро- та мікроскопічні дослідження зразків, узагальнити статистичні дані щодо значущості художньо-естетичних ознак та на їх основі удосконалити методику оцінки декоративності з подальшою апробацією на контрольних зразках.

Ключові слова: оченятковий кварц, соколине око, тигрове око, декоративність, художньо-естетичні ознаки, удосконалена методика, макроскопія, мікроскопія, Глеюватське родовище.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	6
1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ОЧЕНЯТКОВОГО КВАРЦУ ТА ПРОБЛЕМИ ЙОГО ДЕКОРАТИВНОЇ ОЦІНКИ.....	7
1.1 Поширення оченяткового кварцу Криворізького басейну...	7
1.2 Генезис, морфологія та різновиди оченяткового кварцу.....	13
1.3 Огляд існуючих методик оцінки декоративності та художньо-естетичних ознак мінералів.....	15
1.4 Аналіз недоліків та можливостей оптимізації існуючих підходів.....	17
2. ОБ'ЄКТ, ФАКТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	19
2.1 Характеристика родовища Велика Глеюватка та прояви оченяткового кварцу.....	19
2.2 Методи досліджень.....	23
2.3 Розробка алгоритму оптимізованої методики оцінки декоративності.....	24
3. РЕЗУЛЬТАТИ МАКРО- ТА МІКРОСКОПІЧНОГО ВИВЧЕННЯ ОЧЕНЯТКОВИХ КВАРЦІВ. ОЦІНКА ХУДОЖНЬО-ЕСТЕТИЧНИХ ОЗНАК.....	25
3.1 Результати макроскопічних досліджень	25
3.2 Результати мікроскопічних досліджень.....	26
3.3 Оцінка художньо-естетичних ознак.....	28
3.4 Випробування оптимізованої методики на контрольних зразках.....	30
ВИСНОВКИ.....	33
ЛІТЕРАТУРА.....	34
ДОДАТКИ.....	35
Додаток А.....	35
Додаток Б.....	37
Додаток В.....	38

ВСТУП

Оченьткові кварцити, до яких належать соколине, тигрове, котяче та волове око, відомі вже тривалий час, і щодо них накопичено значний обсяг даних. Вітчизняні та зарубіжні дослідження описують їх структуру, умови формування, мінеральні перетворення та декоративні властивості. Проте відсутність уніфікованого підходу до оцінки їх художньо-естетичних характеристик значно ускладнює визначення галузі застосування цих мінералів. Висока варіативність кольорової гами, ступеня гетитизації, структурно-текстурних ознак та оптичних ефектів зумовлює потребу у вдосконаленні існуючої системи оцінки, що дозволить більш точно й об'єктивно визначати якість первинної сировини залежно від напрямів її використання.

Автор роботи вважає за необхідне вдосконалити методику оцінки оченьткових різновидів кварцу, спираючись на їх мінералогічні та петрографічні характеристики, зокрема на дані, отримані для криворізьких зразків. Таке вдосконалення дасть змогу уточнити перелік художньо-естетичних ознак для сортування цих мінералів як гемологічної та декоративно-ужиткової сировини. З цією метою проведено макроскопічні та мікроскопічні дослідження зразків і шліфів, а також проаналізовано статистичні дані, зібрані шляхом опитування. Отримані результати були оброблені у програмі Microsoft Excel та використані для оновлення й оптимізації існуючого підходу.

Робота має прикладний характер, оскільки вдосконалена методика може бути безпосередньо впроваджена у виробничу, ювелірну та декоративно-кам'яну галузі. Оптимізований підхід сприятиме виготовленню виробів з оченьткового кварцу більш високої якості, що максимально відповідатиме естетичним потребам споживачів. Це, у свою чергу, підвищить конкурентоспроможність продукції на ринку та стимулюватиме попит на вироби з цих мінералів.

Автор висловлює подяку керівникові кваліфікаційної роботи, доценту, кандидату геологічних наук В. М. Харитонову за цінні рекомендації, підтримку та допомогу у підготовці даного дослідження..

1.

СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ОЧЕНЯТКОВОГО КВАРЦУ ТА ПРОБЛЕМИ ЙОГО ДЕКОРАТИВНОЇ ОЦІНКИ

1.1. Поширення оченяткового кварцу Криворізького басейну

Криворізький залізорудний басейн посідає одне з ключових місць серед геологічних об'єктів Українського щита. Він розташований у його центральному сегменті та сформувався на межі двох великих структурних блоків різного віку. Західна частина приурочена до Кіровоградського мегаблоку, представленого комплексом палеопротерозойських метаморфітів і гранітоїдів. Східна межує з Придніпровським мегаблоком, основою якого є палео- та мезоархейські метакластоліти та плагіогранітоїди (рис. 1.1).

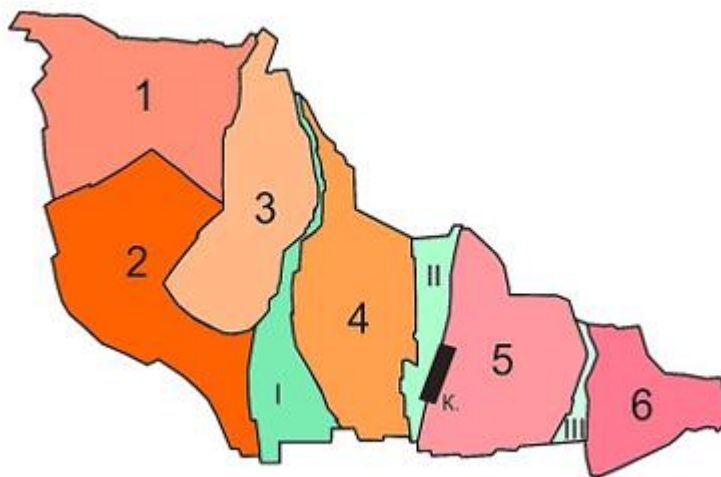


Рис. 1.1. Положення Криворізького залізорудного басейну (К.) в межах Українського щита [2].

Мегаблоки: 1 – Волинський; 2 – Дністерсько-Бузький; 3 – Росинсько Тикицький; 4 – Інгульський; 5 – Середньопридніпровський; 6 – Приазовський.

Шовні зони: I – Голованівська; II – Інгулецько-Криворізька; III – Оріхово Павлоградська.

Поверхня кристалічних порід перекрита малопотужною товщею палеогенових і неогенових осадових відкладів, що утворюють рівнинний степовий рельєф із висотами від 50 до 200 м над рівнем моря. Адміністративно басейн охоплює території Криворізького та П'ятихатського районів Дніпропетровської області України [3].

Основою геотектонічної будови регіону виступає Криворізька структура. В залежності від характеру залізорудної товщі, ступеня тектонічної активності та рудоносності, у межах басейну виділяють чотири залізорудні райони: Ганнівський (Північний), Саксаганський (Центральний), Південний та Інгулецький (Лихманівський) (рис. 1.2).

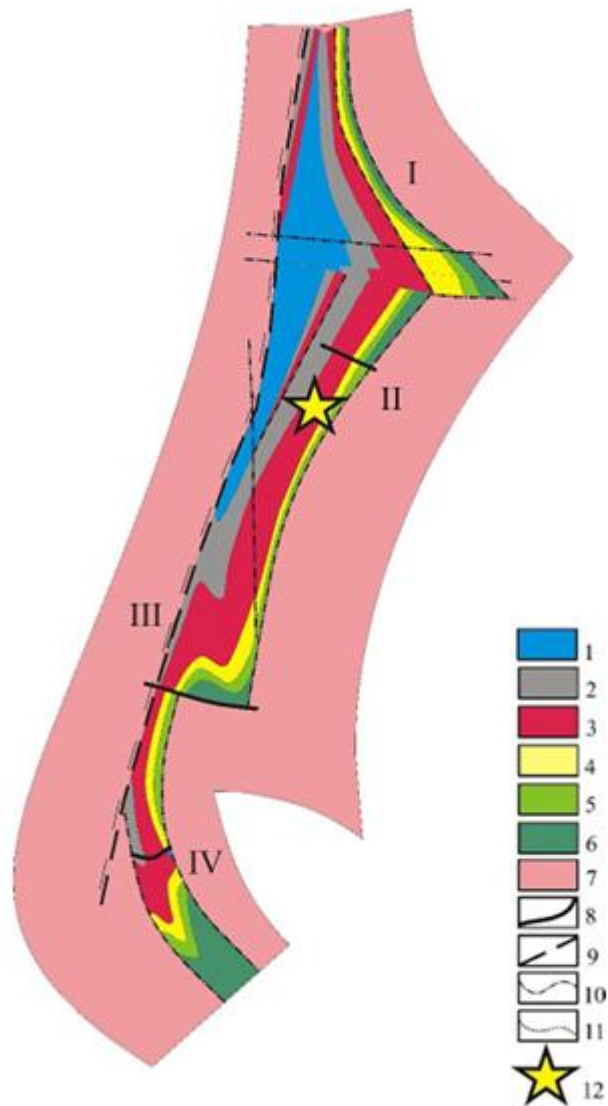


Рис. 1.2. Схематична карта районування Криворізької структури [3].

1 – глеюватська світа; 2-5 – криворізька серія: 2 – гданцівська світа; 3 – саксаганська світа; 4 – скелюватська світа; 5 – новокриворізька світа; 6 – конкська серія; 7 – гранітоїди дніпропетровського комплексу; 8-10 – розривні порушення: 8 – мантийні, 9 – корово-мантийні, 10 – корові; 11 – лінії

стратиграфічних контактів; 12 – місце розташування Глеюватського родовища.

Залізорудні райони: I – Північний (Ганнівський); II – Центральний (Саксаганський); III – Південний; IV – Інгулецький (Лихманівський).

Північний (Ганнівський) район. До цього району входять дві смуги залізорудних порід — Східно- та Західно-Ганнівська. Вони розділені товщею метакластолітів і доломітових мармурів гданцівської та глеюватської світ. На півдні Східно-Ганнівської смуги розташоване Ганнівське родовище магнетитових кварцитів, яке є сировинною базою Північного ГЗК.

Центральний (Саксаганський) район. Він відмежований від північного району Девладівською зоною глибинного розлому, а від південного — Діагональним розломом. У межах району простежується Саксаганська залізорудна смуга, у якій розташовані як родовища багатих гематитових руд (здебільшого підземна розробка), так і Глеюватське родовище магнетитових кварцитів, що належить Центральному ГЗК [5].

Південний район. Цей район обмежений Діагональним розломом з північного сходу та зоною Основної Криворізької синкліналі з півдня. У його межах відомі чотири великі родовища магнетитових кварцитів — Новокриворізьке, Склєюватське, Валявкінське та Шимановське, а також низка невеликих проявів багатих гематитових руд. Видобуток здійснюють Південний ГЗК та комбінат «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Інгулецький (Лихманівський) район. Район займає південний сегмент басейну. Основною рудоносною структурою є Лихманівська смуга, у зоні замикання якої розташоване Інгулецьке родовище — база Інгулецького ГЗК. Уздовж смуги розміщена також серія дрібних проявів різних різновидів гематитових і магнетитових руд.

Геологічна будова залізорудних районів Криворізького басейну демонструє їхню значну відмінність за складом і структурою залізорудної товщі саксаганської світи, за інтенсивністю прояву тектонічних процесів (як складчастих, так і розривних), а також за рівнем метасоматичних і гідротермальних перетворень, регіони різняться ще за характером рудоутворення, ступенем динамотермального метаморфізму й масштабами гіпергенних змін порід залізисто-кремнистої формації. Унаслідок цього вони також істотно відрізняються за особливостями формування та складом каменесамоцвітної й колекційної мінеральної сировини.

Соколине та тигрове око належать до рідкісних різновидів декоративного кварцу. Їх родовища відомі лише в кількох регіонах світу — Австралії, США (штат Каліфорнія), Шрі-Ланці, Чехії, Мексиці, Китаї та Росії. Найбільші масштаби проявів характерні для трьох регіонів: Криворізького залізорудного басейну (Україна), Грик'юатауна в ПАР (басейн річки Оранжева), Сінгхбумського залізорудного регіону (Індія) (рис. 1.3) [6].

Більшість проявів приурочена до залізисто-кремнистих порід нижнього протерозою, що формувалися у межах давніх щитів: Українського,

Балтійського, Алданського, Китайського, Індійського, Бразильського та Західно-Австралійського. Типові поклади локалізовані у зонах розтягування товщ низькозалістистих силікат-магнетитових та магнетит-силікатних кварцитів. Жили мають субзгинну форму, узгоджуються з нашаруванням порід і досягають 10–12 см, хоча частіше їхня потужність становить кілька міліметрів. Окремі родовища (Каліфорнія, Чехія, Волинь) генетично не пов'язані із залізисто-кремнистою формацією..



Рис. 1.3. Місцезорташування родовищ та проявів соколиного й тигрового ока [6].

1 – родовища Криворізького басейну; 2 – Грікваленд (ПАР); 3 – залізорудний район Сінгхбум (Індія); 4 – Горішні-Плавнинське родовище Кременчуцького залізорудного району; 5 – Михайлівське родовище Курської магнітної аномалії РФ; 6 – Костомукшське родовища Карельської республіки РФ; 7 – Оленегірське родовище Кольського півострову РФ; 8 – залізорудний район Матагамі (США); 9 – залізорудний район Місабі (США); 10 – рудопрояв штату Каліфорнія (США); 11 – залізорудний басейн Квадрилатеро-Феріфери (Бразилія); 12 – залізорудний басейн Хамерслі (Австралія); 13 – залізорудний район Аньшань (КНР); 14 – Ієнгрське родовище Чаро-Токинського залізорудного району, республіка Саха, РФ; 15 – Чехія.

Прояви самоцвітів типу «ока» у межах Криворізького басейну приурочені до товщ малозалістистих силікат-магнетитових і магнетит-силікатних кварцитів, що формуються в зонах прояву розтягувальних тектонічних напружень. Жили цих мінералів зазвичай мають дугоподібну, майже зігнуту будову й орієнтуються відповідно до нашарування залізистих порід. Їхня потужність здебільшого незначна — від кількох міліметрів до

приблизно 10–12 см. Лише окремі прояви, відомі в Каліфорнії, Чехії та Волині, не пов'язані генетично із залізисто-кремнистою формацією. У межах Кривбасу трапляються чотири основні колірні різновиди цього самоцвіту: світло-сіре, блакитне та синє соколине око, а також золотисто-жовто-коричнєве тигрове око. Їх присутність простежується у товщах саксаганської світи криворізької серії на всій протяжності залізисто-кремнистої формації.

У Північному районі поодинокі прожилки, потужністю до 5 см, відмічено в розрізах залізрудних товщ Ганнівського та Первомайського родовищ (рис. 1.4). У п'ятому горизонті Первомайського родовища в кумінгтоніт-магнетитових кварцитах епізодично трапляються прожилки кумінгтонітового азбесту й продуктів його окварцювання, що відповідають сірому різновиду соколиного ока. Набагато рідше фіксують блакитні, сині та темно-сині прожилки рибекітового азбесту (крокідоліту). У зонах натрієвого метасоматозу можливе формування прожилків соколиного ока з відповідним забарвленням. Зазвичай їх потужність не перевищує 15 мм, а довжина сягає близько 10 см. Аналогічні, проте поодинокі прожилки блакитного та синього різновидів спостерігаються також у натрієвих метасоматитах п'ятого та шостого горизонтів Ганнівського родовища [8].

У Центральному районі поодинокі прояви самоцвіту зустрічаються в малорудних магнетит-силікатних кварцитах сьомого залізистого та сьомого сланцевого горизонтів шахт «Гвардійська», «Ювілейна», ім. В.І. Леніна, а також у подібних кварцитах шахт «Родіна» та «Більшовик». Найзначніше зосередження «ока» в межах центрального сегмента басейну встановлене на Глеюватському родовищі бідних магнетитових і гематитових руд та в рудній товщі шахти ім. М.В. Фрунзе (рис. 1.4). За умовами залягання та масштабами проявів ці родовища можуть розглядатися як потенційно промислові.

Південний район характеризується локалізацією проявів самоцвіту переважно у його південно-західній частині — у межах колишніх родовищ багатих залізних руд (шахти ім. М.І. Калініна та «Північна» ім. В.А. Валявка) та в кварцитах Шимановського родовища (рис. 1.4). У шостому горизонті шахти «Північна» прожилки сірого соколиного ока сформовані в приконтактних зонах, представлених хлорит-кумінгтоніт-магнетитовими й магнетит-хлорит-кумінгтонітовими кварцитами. Утворені прожилки мають товщину до 10 мм і простягаються на 15–20 см, зберігаючи орієнтацію за шаруватістю залізистих порід [4].

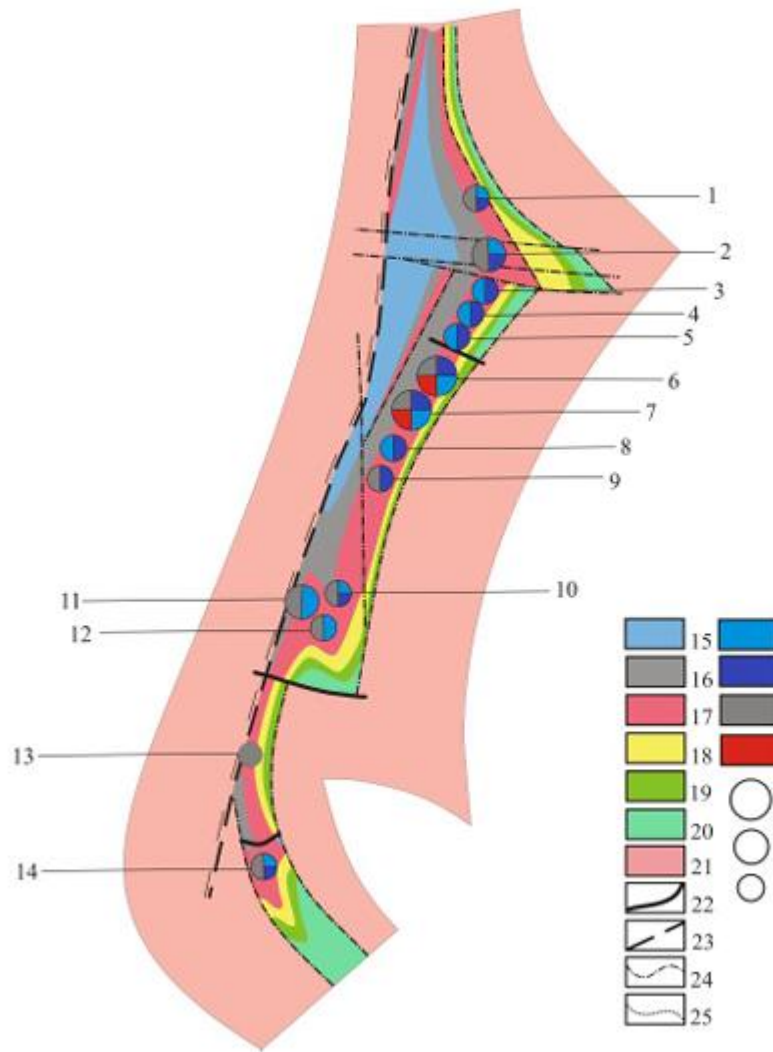


Рис. 1.4. Схематична карта поширення тигрового, соколиного ока в межах Криворізької структури [8].

Родовища: 1 – Ганнівське; 2 – Первомайське; 3 – шахти ім. В.І.Леніна; 4 – шахти «Гвардійська»; 5 – шахти «Ювілейна»; 6 – Глеюватське; 7 – шахти ім. М.В.Фрунзе; 8 – шахти «Більшовик»; 9 – шахти «Родіна»; 10 – шахти ім. М.І.Калініна; 11 – шахти «Північна» ім. В.А.Валявка; 12 – Валявкінське; 13 – Рахманівське; 14 – Інгулецьке.

Середній протерозой: 15 – глеюватська світа середнього протерозою; 16-19 – криворізька серія нижнього протерозою: 16 – гданцівська світа; 17 – саксаганська світа; 18 – скелюватська світа; 19 – новокриворізька світа; верхній архей: 20 – конкська серія; середній архей: 21 – гранітоїди та ультраметаморфіти дніпропетровського комплексу; 22 – дайки діабазів верхнього протерозою.

Інші умовні позначення: 23 – Криворізько-Кременчуцький розлом мантійного закладення, 24 – розломи мантійно-корового та корового закладення; 25 – стратиграфічні контакти.

Прояви ока: 26 – тигрового; 27 – блакитного соколиного; 28 – синього соколиного; 29 – сірого соколиного; 30 – систематичні знахідки ока; 31 – епізодичні знахідки ока; 32 – поодинокі знахідки ока.

Домішки хлориту, присутні в залізистих кварцитах шахти «Північна», інколи надають сірому соколиному оку характерного зеленуватого відтінку. У таких випадках формується різновид, відомий як котяче око. У розрізах четвертого, п'ятого та шостого залізистих горизонтів шахти ім. М.І. Калініна значного розвитку набули натрієві (рибекітові) метасоматити. Ці породи сформувалися в умовах розтягувальних тектонічних напружень, що сприяло виникненню прожилків рибекітового азбесту та їх подальшому окварцюванню. Саме так у рудній товщі утворювалися смуги синього різновиду соколиного ока.

У невеликих кількостях прояви як сірого, так і синього соколиного ока встановлені в залізорудних товщах Рахманівського та Інгулецького родовищ Лихманівського району (рис. 1.4).

Найбільш інтенсивний розвиток прожилків самоцвіту в межах Кривбасу характерний для центральної частини Саксаганського залізорудного району. Саме на Глеюватському родовищі бідних магнетитових і гематитових руд та в рудній товщі шахти ім. М.В. Фрунзе прояви «ока» мають систематичний, стійкий характер і простежуються у значних масштабах.

1.2. Генезис, морфологія жил та різновиди оченяткового кварцу

Одним з найпоширеніших і найцікавіших оченяткових кварців є сіре "соколине око", тому у данному розділі воно буде головним об'єктом дослідження, оскільки число його знахідок набуває близько 70 % від загальної кількості зразків оченяткового кварцу. Основою формування сірого «соколиного ока» слугували альпійські жили кумінгтонітового азбесту, що є продуктом прогресивної стадії динамометаморфічного метаморфізму залізисто-кременистої формації. Асбест представлений щільним агрегатом тонковолокнистих різновидів кумінгтоніту, в якому окремі волокна мають завтовшки лише декілька нанометрів і сягають довжини 5–7 см. Окрім кумінгтоніту, у при базальтових частинах жил та частково у центральних сегментах можуть зустрічатися дрібні індивіди й агрегати кварцу, магнетиту, хлориту, інколи біотиту, стильпномелану, сидериту та окремих інших силікатів і карбонатів. Поява цих мінералів пов'язана з їх механічним залученням у процесі формування жил кумінгтонітового азбесту. Провідним мінералом жил є кумінгтоніт, тоді як підпорядковане значення мають кварц і монтморилоніт.

Перетворення кумінгтонітового азбесту на сіре «соколине око» зумовлене процесами його окварцювання, які найімовірніше відбувалися на регресивній стадії динамометаморфізму під дією кременевмісних метаморфогенних флюїдів. Під час цих процесів тонковолокнисті субіндивіди кумінгтоніту поступово заміщувалися дрібними лезоподібними зернами кварцу (0,001–0,03 мм), однак первинна паралельно-волокниста структура зберігалася. Найякісніші зразки відзначаються майже рівними кількісними співвідношеннями між кумінгтонітом і кварцом. Надмірна інтенсивність окварцювання, навпаки, призводить до перетворення «соколиного ока» у мономінеральний гранобластовий агрегат кварцу, через що мінерал остаточно втрачає ефект «ока».

Різноманітність геологічних процесів, що визначали формування та трансформацію жил «ока», зумовила значну варіативність їх форм і розмірів. За даними попередніх дослідників виділено такі морфологічні типи: прості, паралельні, сідловидні, брекчієво-цементацийні, східчасті та пloidчасті.

Прості жили являють собою пластиноподібні або листоподібні тіла, які залягають січно або згідно з шаруватістю магнетит-силікатних кварцитів. Їх потужність варіює від кількох міліметрів до 50–70 мм, довжина – від сантиметрів до 1–1,5 м.

Сідловидні жили сформувалися у шарнірних частинах складок внаслідок відшарування магнетит-силікатових прошарків з різними механічними властивостями. Їх максимальна потужність (30–40 мм) припадає на шарніри, тоді як у крилах вона зменшується; довжина становить 10–150 см.

Паралельні жили приурочені до тектонічно ослаблених зон і являють собою серію субпаралельних простих жил. Їхня потужність становить 1–25 мм, довжина — до 0,5 м.

Брекчієво-цементацийні жили утворені уламками залізистих кварцитів, «заморожених» у волокнистій масі кумінгтонітового або рибекітового походження. Потужність — 1–50 мм, довжина — до 0,5 м; уламки варіюють від мікроскопічних до 30 мм.

Східчасті жили морфологічно подібні до простих, проте відрізняються наявністю коротких січних тріщин, що спричиняють перехід між різними міжшаровими положеннями. Потужність у міжшарових ділянках 0,5–20 мм, у перехідних — у 2–3 рази більша. Пloidчасті жили характерні для крил складок, де зім'яті верстви магнетит-силікатних кварцитів сьомого сланцевого горизонту утворюють дисгармонійні мікроскладки. Їхня потужність у шарнірах у 3–10 разів перевищує потужність у крилах.

У залізорудній товщі Криворізького басейну виявлено кілька різновидів «ока». Як зазначалося раніше, ці самоцвіти характеризуються різноманітним забарвленням: соколине око представлено трьома кольоровими варіантами – сірим, блакитним і синім, тоді як тигрове око вирізняється золотисто-коричневим кольором.

Якщо у складі сірого соколиного ока присутні домішки хлориту, мінерал набуває зеленувато-сірого відтінку, формуючи різновид «котяче око». Блакитне соколине око характеризується характерним приглушеним

блакитним, сірувато-блакитним кольором. Його бімінеральний склад: основні мінерали — кварц та рибекіт, другорядні — магнетит та монтморилоніт. При переокварцюванні, вміст магнетиту формує мономінеральний кварцовий агрегат з наявними реліктовими включеннями рибекіту. Рідкісність та високий декоративний ефект блакитного соколиного ока підкреслюють малопотужні прожилки синього соколиного ока. Склад синього ока: основні мінерали – кварц та рибекіт, вторинні – магнетит та монтморилоніт. Тигрове око має паралельно-волокнисту структуру первинних агрегатів. Основні мінерали – кварц та гетит, вторинні – халцедон або опал. Під час вивітрювання соколиного або котячого ока при недостатньої вологості формується дисперсний гематит замість дисперсного гетиту, внаслідок чого утворюється волове око, яке має характерне забарвлення — червонувато-бурий або вишневий колір. Подальші гіпергенні зміни призводять до появи сипучого зернистого агрегату гетит-кварцового складу [4].

1.3 Огляд існуючих методик оцінки декоративності та художньо-естетичних ознак мінералів

Оцінювання декоративних властивостей мінералів має важливе місце, оскільки саме візуальна привабливість визначає як буде використовуватись матеріал у виробничих, ювелірних та художніх напрямках. У випадку оченяткового кварцу, потреба у чіткій стандартизованій методиці є особливо актуальною. На сьогодні сформувалося кілька ключових підходів, які дозволяють системно оцінити естетичний потенціал мінералів. Їх застосування дає можливість формувати об'єктивну характеристику матеріалу, порівнювати зразки між собою та прогнозувати їх декоративну придатність.

Мінералогічно-структурна методика ґрунтується на аналізі будови та складу мінерального агрегату. Підхід розглядає декоративність як похідну природних характеристик каменю, зумовлених умовами утворення, співвідношенням мінеральних фаз та особливостями їх взаємодії. Для оченяткового кварцу надзвичайно важливими є параметри, що формують його колір, смугасту текстуру та ефект переливання. Наприклад, соколине та котяче око утворюються під впливом динамотермального метаморфізму, тоді як тигрове та волове око виникають у зоні гіпергенезу. Вплив мінералегенеруючих процесів визначає утворення кольору, від холодних сірих і блакитних тонів до теплих медово-коричневих та червоно-золотистих відтінків. Співвідношення кварцу та волокнистих мінералів таких як кумінгтонітового або амфіболового азбесту відіграє ключову роль, адже саме волокниста структура є фізичною основою ефекту «котячого ока». Для визначення структури використовують рентгенівську дифракцію. Завдяки неї ідентифікують кристалічні фази шляхом порівняння отриманих

дифрактограм із відомими еталонними структурами. Метод дозволяє уточнити деталі кристалічної будови, визначити атомне впорядкування та хімічний склад мінералу. Встановлюється структура як відомих матеріалів, так і зразків невідомого походження. У контексті оценоківих різновидів кварцу рентгенівська дифракція дає можливість оцінити ступінь кристалічної впорядкованості волоконних включень, що в свою чергу дозволяє деталізовано охарактеризувати можливості зразка щодо формування декоративних проявів, проте вона не враховує естетичну складову у повному обсязі, оскільки концентрується на природних параметрах мінералу [6].

Колористично-естетична методика зосереджена на візуально сприйманих ознаках. Вона включає оцінювання кольору, насиченості, яскравості, чистоти тону, глибини та однорідності забарвлення. Особливу увагу приділяють переходам між відтінками, контрастності смуг, загальній гармонії та унікальності малюнку. Для оценоківого кварцу важливо враховувати не лише інтенсивність кольору, а й характер розподілу смугастих зон, їх симетрію або асиметрію, чіткість меж і ступінь повторюваності. У випадку тигрового ока декоративність значною мірою визначається чергуванням золотисто-коричневих та бурих смуг, тоді як у соколиному оці високо цінується глибока блакитна гама з шовковистим блиском. Для вивчення цього критерію використовують енергодисперсійна рентгенівську спектроскопію. Вона використовується для визначення хімічного складу матеріалу через аналіз спектрів рентгенівського випромінювання, збудженого електронним пучком. Рентгенівську спектроскопія дозволяє кількісно аналізувати елементи за умови використання добре охарактеризованих еталонних матеріалів. У випадку оценоківих кварців допомагає визначити вміст заліза та інших домішок, що впливають на забарвлення. Колористично-естетичний підхід дозволяє максимально повно відобразити ті ознаки, що формують перше враження від каменю. Водночас оцінювання може набувати елементів суб'єктивності, оскільки ґрунтується на зоровому сприйнятті [2].

У межах оцінки декоративності оценоківого кварцу значне значення має геометрична оцінка форми та пропорцій зразка, оскільки саме пропорції визначають візуальну гармонійність та здатність матеріалу до ефектного використання у виробах. Методика передбачає систематичне вимірювання лінійних параметрів зразка, таких як довжина, ширина, товщина та співвідношення сторін, а також визначення рівності кутів і симетричності обрисів. Оцінюються співвідношення між основними осями, наявність видовжених або укорочених сегментів, характер кривизни та рівномірність поверхневих вигинів. Особлива увага приділяється центральним зонам, що формують оптичний ефект «око», а також відображенню малюнку та смугастої текстури у межах геометричних меж зразка. Для полегшення оцінки можуть використовуватися сіткові та координатні системи, які дозволяють кількісно порівняти параметри різних зразків. Геометрична оцінка є невід'ємною складовою комплексної методики, оскільки форма зразка прямо впливає на його естетичне сприйняття, рівень симетрії,

контрастність текстурного малюнку та можливість отримання оптимальної площини полірування. Врахування пропорцій забезпечує об'єктивність відбору матеріалу для конкретних декоративних і ювелірних виробів.

Технологічно-обробна методика що орієнтована на властивості мінералу після механічної та абразивної обробки. Вона визначає, наскільки зразок здатний формувати рівномірну поліровану поверхню, демонструвати дзеркальний блиск, підкреслювати оптичні ефекти та наскільки сильно проявляються дефекти після полірування. У сучасному впроваджені цієї методики використовують сканувальну електронну мікроскопію, яка забезпечує візуалізацію текстур, які не можуть бути розпізнані за допомогою оптичного мікроскопа. Контраст таких зображень пов'язаний із варіаціями хімічного складу, що робить метод ефективним під час аналізу зональності та неоднорідностей. Також здатний виявляти текстурні контрасти на свіжих сколах або протравлених поверхнях, що важливо для вивчення волокнистих структур у тигровому та соколиному оці. У попередніх роботах було запропоновано оцінювати якість полірування соколиного ока за п'ятибальною шкалою на основі співвідношення кварцу і кумінгтонітового азбесту. Найвищі оцінки отримують матеріали, у яких мінерали знаходяться в оптимальних пропорціях, створюючи рівномірну волокнисту структуру без надлишкової крихкості або твердості. Зразки ж, у яких кварц переважає майже повністю або навпаки майже відсутній, втрачають здатність давати якісне полірування й не демонструють виразних оптичних ефектів. У межах технологічного підходу аналізуються також такі параметри, як стійкість до подряпин, заповненість пор, схильність до відколів та поведінка матеріалу після повторної обробки. Методика надає цінну інформацію для виробництва, але не відображає художньої складності природного малюнку [12].

1.4 Аналіз недоліків та можливостей оптимізації існуючих підходів

Оцінка декоративності та художньо-естетичних ознак мінералів, зокрема оченяткового кварцу, на сучасному етапі характеризується значною різноманітністю методик, проте жодна із них не забезпечує повної комплексності. Фрагментарність є основним недоліком більшості існуючих методик.

Таким чином мінералогічно-структурний підхід дозволяє детально охарактеризувати природні умови формування мінералу, співвідношення кварцу та волокнистих компонентів, текстуру та структурну організацію, проте не враховує естетичну привабливість зразка, ефекти переливання та вплив кольорових переходів на сприйняття. Колористично-естетична методика надає важливу інформацію про забарвлення, яскравість та унікальність малюнку, але оцінка залишається частково суб'єктивною та

залежить від інтерпретації спостерігача. Технологічно-обробна оцінка, в свою чергу, демонструє здатність матеріалу до полірування та формування дзеркальної поверхні, але не відображає природної декоративності до обробки.

Виявлені недоліки створюють можливості для оптимізації підходів. Інтеграція мінералогічного та естетичного аналізу дозволяє поєднати природні характеристики з візуальними ефектами, що формують емоційне сприйняття каменю. Впровадження кількісних параметрів для оцінки кольору, контрастності, плавності переходів та інтенсивності переливання зменшує суб'єктивність оцінки. Технологічна оцінка може бути поєднана з геометричною оцінкою форми та пропорцій, що дозволяє визначити оптимальні зразки для полірування та ефективного використання у виробках.

Оптимізація передбачає систематизацію критеріїв за пріоритетами ознаки відповідно до напрямку використання матеріалу. Слід враховувати ознаки, що безпосередньо впливають на художньо-естетичну цінність такі як колір, виразність смуг, ефект переливання, унікальність малюнку, структурні характеристики, придатність до обробки та інші. Об'єднати переваги кожного з методів дозволяє метод розробки спеціалізованих бальних таблиць із врахуванням вагових коефіцієнтів для різних ознак, що забезпечує об'єктивізацію та стандартизацію оцінки. Такий підхід дозволить відтворювати результати незалежно від експерта та проводити порівняння між різними родовищами та типами оценьткового кварцу.

Підвищення точності оцінки дозволяє більш обґрунтовано відбирати матеріал для ювелірних та художніх цілей, прогнозувати його комерційну цінність та розширювати спектр можливостей застосування. Оптимізація наявних підходів відкриває перспективи створення системи, здатної враховувати всі художньо-естетичні, структурні та технологічні аспекти одночасно, що забезпечить комплексну оцінку оценьткового кварцу та інших декоративних мінералів високої якості.

2.

ФАКТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Характеристика родовища Велика Глеюватка та прояви оченяткового кварцу

Родовище Велика Глеюватка знаходиться в центральному сегменті Саксаганського залізорудного району Криворізького басейну. У його геологічній будові беруть участь метаморфічні утвори криворізької серії та перекриваючі їх осадові товщі кайнозойського віку. Криворізька серія в цьому розрізі охоплює гданцівську, саксаганську та скелюватську світи..

Відповідно до стратиграфічного розчленування світ та особливостей тектонічної будови, Глеюватське родовище загалом є подібним до інших родовищ Саксаганського залізорудного району й Криворізького басейну. до основних відмінностей, що сприяли утворенню жил соколиного та тигрового ока, належать:

- наявність у розрізі саксаганської світи сьомого сланцевого та сьомого залізистого горизонтів, складених мінералогічно спорідненими з соколиним оком магнетит-кумінгтонітовими та магнетит-магнезіорибекітовими кварцитами. Вони є відсутніми в розрізах родовищ південної частини Саксаганського району Південного та Лихманівського залізорудних районів;

- умови динамотермального метаморфізму залізистих порід, що відповідали проміжним термодинамічним параметрам між зеленосланцевою та епідот-амфіболітовою фаціями й супроводжувалися формуванням метаморфогенних гідротермальних розчинів альпійського типу [2].

Еон	Ера	Період/ Серія	Світа	Підсвіта	Гори- зонт	Гірські породи	Поши- рення
фанерозой	кайнозой	палеоген				осадові породи	
протерозой	палеопротерозой	криворізька	гданівська	нижня		метакластоліти (мономінеральні та силікатні кварцити (метапісковики), кварц-силікатні сланці, седиментаційні брекчії, конгломерати)	
				верхня		графіт-карбонат-кварц-двослюдяні сланці, мармуризовані доломітові вапняки	
			саксаганська	нижня	1f, 1s, 2f, 2s	кварц-біотит-хлоритові, кварц-карбонат-біотит-хлоритові, кварц-хлорит-кумінгтонітові, сланці, карбонат-хлорит-магнетитові, карбонат-магнетит-кумінгтонітові залізисті кварцити	
				середня	3f, 3s, 4s	кварц-хлоритові сланці з проверстками безрудних кварцитів	
				верхня	4f, 5f, 5s, 6f, 6s, 7f, 7s	магнетит-карбонат-силікатні, силікат-карбонат-магнетитові, магнетитові, залізнослюдко-магнетитові кварцити з рідкісними проверстками кварц-хлоритових сланців	
			скелюватська	нижня + середня «аркозово-філітова»		кварц-серицитові, хлорит-кварц-серицитові сланці (філіти) з проверстками мусковітових, хлорит-мусковітових кварцитів (метапісковиків)	
				верхня «талькова»		карбонат-хлорит-талькові, тремоліт-актиноліт-карбонат-хлорит-талькові сланці	

Рис. 2.1. Стратиграфічна колонка Глеюватського родовища з визначенням стратиграфічного рівня локалізації проявів ока [2].

Особливості розвитку невеликих (дрібних) розривних порушень системи Саксаганського насуву, що формувалися в умовах дії розтягувальних напружень субширотного спрямування.

Найбільша концентрація жил спостерігається в нижній частині сьомого сланцевого горизонту, безпосередньо поблизу його межі з шостим залізистим горизонтом. Окремі, менш численні жили трапляються також на

периферійних ділянках шостого горизонту та в центральній зоні розрізу сьомого сланцевого горизонту.

Породи, що вміщують ці жили, представлені двома основними мінеральними різновидами: сірим і блакитним соколиним оком, характерними для сьомого сланцевого горизонту. До головних мінералів першого типу належать кварц, кумінгтоніт, магнетит і біотит, тоді як для другого різновиду типовими є кварц, магнезіорибекіт, магнетит і тетраферибіотит. Серед супутніх мінералів фіксуються стильпномелан, хлорит, селадоніт, феродоломіт, сидерит і кальцит.

Тектонічний чинник відіграє суттєву роль у визначенні геологічного розташування покладів самоцвіту. Його вплив проявився у лінійному, майже стрічковому розташуванні лінзоподібних покладів «ока», їхній чіткій просторовій приуроченості до зони значного розривного порушення, яке в межах родовища представлено одним із відгалужень субмеридіонально-орієнтованого великого мантийно-корового Саксаганського розлому. Зони розвитку покладів «ока» вирізняються: а) субпаралельним або пологосічним положенням відносно верств вмісних магнетит-силікатних кварцитів; б) різко вираженими, крутими кутами ($60-80^\circ$) падіння на захід, що корелюють з геометричними особливостями площини контролюючого розривного порушення. На просторову локалізацію жил самоцвіту великий вплив мали відносно дрібні субмеридіональні тріщини, субпаралельні за падінням і простяганням основному розривному порушенню та відповідні його структурному контролю.

Розміри лінзоподібних зон поширення жил «ока» варіюють у доволі широких межах: їх потужність змінюється від 1-2 до 5-7 м, а простягання – від 20-25 до 50-70 м. Зони прояву «ока» в межах родовища мають характерну лінзовидну форму. Їх внутрішня структура відзначається наявністю скупчень жил «ока», які залягають згідно з шаруватістю порід, рідше – пологосічно. Потужність таких жил змінюється від 1 до 50 мм, іноді сягаючи 70 мм (рис. 2.2), довжина – в межах від 10-15 см до понад 1 м. Між окремими лінзовидними тілами жили «ока» трапляються порівняно рідко.

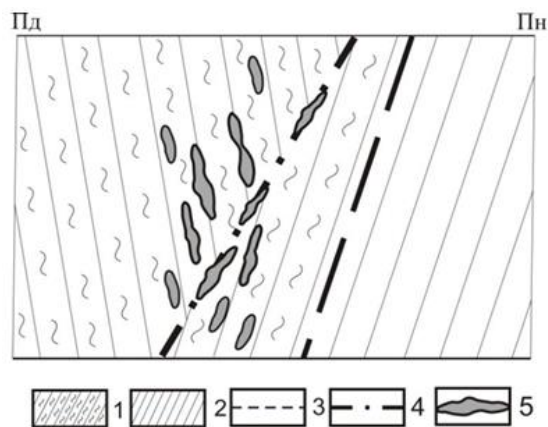


Рис. 2.2. Схема локалізації лінзовидних зон поширення жил ока Глеуватського родовища [1].

1 – магнетит силікатні кварцити сьомого сланцевого горизонту; 2 – силікат магнетитові та магнетитові кварцити шостого залізного горизонту; 3 – лінія контакту стратиграфічних горизонтів; 4 – розривне порушення; 5 – лінзовидні поклади жил соколиного та тигрового ока.

У найглибших частинах розрізу, на позначках від –90 до –30 м, зустрічаються переважно первинні, гіпергенно незмінені різновиди самоцвіту — сіре та блакитне соколине око, характерні для сьомого сланцевого горизонту, а також синє соколине око, пов'язане з верствами шостого залізного горизонту (рис. 2.3, зона I).

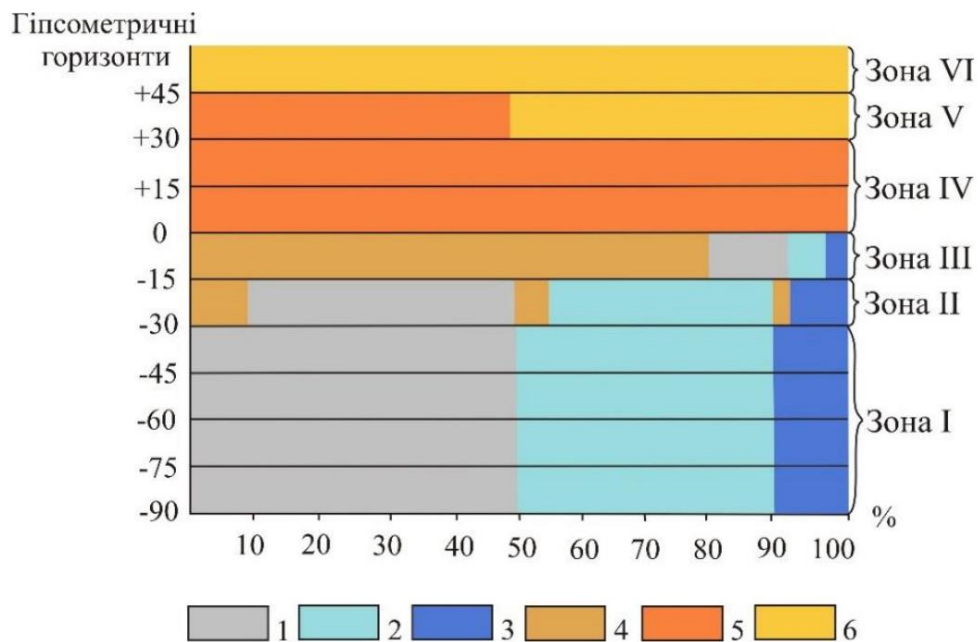


Рис. 2.3. Схема вертикальної мінералогічної зональності покладів ока Глеюватського родовища [2].

У межах вищого інтервалу глибин, від –30 до –15 м (рис. 2.3, зона II), серед жил соколиного ока спостерігаються окремі прожилки з нечітко вираженим плямистим жовтуватим або світло-коричневим відтінком. Такі зміни є ранніми проявами процесу псевдоморфного переходу соколиного ока в тигрове.

На глибинах від –15 до 0 м (рис. 2.3, зона III) частка тигрового ока помітно збільшується. Жовті й коричневі його різновиди стають домінуючими над сірими, блакитними та синіми типами. Саме в цьому горизонті тигрове око набуває насиченого й більш виразного забарвлення.

У верхній частині розрізу, між 0 і +30 м (рис. 2.3, зона IV), фіксується виключно тигрове око. Первинні соколині різновиди в цьому гіпсометричному рівні повністю гетитизуються, однак їхня внутрішня волокниста будова, міцність і здатність до якісного полірування

зберігаються. Саме з цієї частини родовища отримують найцінніші та найбільш декоративні різновиди тигрового ока.

У горизонті від +30 до +45 м (рис. 2.3, зона V) трапляються ділянки інтенсивного вивітрювання серед оптимально гіпергенно трансформованого самоцвіту. На цьому рівні як жили тигрового ока, так і вмісні магнетит-силікатні кварцити зазнають дезінтеграції, маршалітизації та заміщення дисперсним гетитом і вторинними гіпергенними силікатами, зокрема каолінітом і монтморилонітом.

Починаючи з відміток понад +45 м (рис. 2.3, зона VI), трапляються лише пухкі, повністю гіпергенно зруйновані залишки тигрового ока, що характеризуються низькою декоративністю та непридатністю для ювелірного використання.

2.2 Макроскопія тигрового та соколиного ока

При виконанні роботи було вивчені зразки тигрового та соколиного ока родовища Велика Глеюватка, а також з додаткових загальнодоступних, запозичених з відкритих інформаційних джерел. Використано макроскопічний та мікроскопічний методи вивчення взірців родовища Велика Глеюватка. Вихідні статистичні дані щодо естетичної значущості оценок кварцу було зібрано методом опитування. Для чого була розроблена оригінальна анкета з використанням гугл-форми. Її фрагмент наведено в додатку В. Анкетування пройшло 42 респонденти, також з авторкою роботи. Спираючись на отримані дані анкетування та особисте естетичне бачення у вигляді таблиці була визначена значимість ХЕО оценок кварцу для різних галузей використання. Повний об'єм проведених робіт наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Перелік виконаного об'єму робіт і фактично використаного матеріалу

Види проведених робіт	Об'єми
Вивчення літературних джерел	12 найменувань
Макроскопічні дослідження зразків тигрового та соколиного ока	17 зразків
Мікроскопічні дослідження зразків тигрового ока	2 шліфи
Мікрозйомка зразків тигрового ока	10 знімків
Створення анкетування для визначення значущості декоративних властивостей зразків на їх привабливість	1 анкета
Проведено анкетування	1 анкетування
Складання оновленої таблиці значимості ХЕО для різних напрямків використання	1 таблиця

Проведення тестування методики	2 зразки
--------------------------------	----------

2.3 Розробка алгоритму оптимізованої методики оцінки декоративності

Для ефективного та об'єктивного визначення напрямку використання оченяткового кварцу, була розроблена оптимізована методика, яка базується на художньо-естетичних ознаках оченяткового кварцу. В основу її створення була взята таблиця значимості ХЕО для галузі використання тигрового та соколиного ока. Також при розробці ХЕО декоративності оченяткового кварцу автор спирався на результати макро- та мікроскопічних досліджень зразків родовища Велика Глеюватка, воно характеризується значним поширенням декоративних різновидів кварцу та різноманітністю їх структурно-текстурних проявів, тому зрізці цього родовища є репрезентативними для побудови данної методики.

Для визначення значущості художньо-естетичної ознаки відносно напрямку використання оченяткового кварцу було проведено опитування за результатами якого ми визначили та оновили значущість кожної художньо-естетичної ознаки оцінювалась за 5-бальною шкалою, де 0 – наявність ознаки не впливає, а 5 – наявність ознаки має максимальний вплив на визначення напрямку використання.

3.

РЕЗУЛЬТАТИ МАКРО- ТА МІКРОСКОПІЧНОГО ВИВЧЕННЯ ОЧЕНЯТКОВИХ КВАРЦІВ. ОЦІНКА ХУДОЖНЬО-ЕСТЕТИЧНИХ ОЗНАК

3.1 Макроскопія тигрового та соколиного ока

Макроскопічне вивчення проводилося на зразках тигрового та соколиного ока, які, в свою чергу, були відібрані з родовища Велика Глеюватка. Як попередньо встановлено, прояви оченяткового кварцу приурочені до базальтових верств Саганської світи Криворізької серії сьомого сланцевого горизонту поблизу контакту з шостим залізистим горизонтом. У межах даного родовища оченяткові кварци локалізуються у сланцях та кварцитах.

Структура сланців зумовлена переважно мікроскладчастістю, тектонічним тиском і вторинною перекристалізацією силікатного матеріалу. Тому їм властиві такі типи структури, як дрібнозерниста, фібробластова, нематобластова, лепідобластова. Текстура представлена шарувато-прожилковою, пloidчатою, масивною, ускладненою тріщинуватістю, характерне сильне розгалуження прожилків. Мінеральний склад – магнетит, гематит, кумінгтоніт, хлорит, кварц першої генерації.

Структура кварцитів характеризується дрібнозернистою, кристалічно-зернистою, паралельно орієнтованою, а також слабометаморфізованою будовою. Текстура їх шарувата, пloidчата, інколи прожилкова. Також наявна текстура з тріщинуватістю, що відображає роздроблення породи та мікроссуви. Місцями спостерігається дисгармонійна складчатість, у яких потужність прожилків збільшується у 3-10 разів. Мінеральний склад: магнетит, гематит, дисперсний гематит, кварц першої генерації.

Прожилкові жили оченяткового кварцу представлені паралельно-волокнистою будовою, утвореною тонкими індивідами кумінгтоніту. У соколиному оці зберігається у первинному стані, у тигровому оці – повністю або частково заміщений гетитом. Структура прожилків: волокниста, фібробластова і дрібноволокниста. Текстура: шарувато-прожилкова, прямолінійна, пloidчата та розгалужена. Мінеральний склад: прожилкової жили включає кумінгтоніт, який характерний для соколиного ока, та гетит, який характерний для тигрового ока, кварц першої та другої генерації,

магнетит, хлорит, біотит, карбонати, а також гіпергенні силікати – монтморилоніт і каолініт.

3.2 Мікроскопія тигрового та соколиного ока

Перед проведенням дослідження було виготовлено два препарати тигрового ока. Мікроскопічні дослідження зразків демонструють різний ступінь збереження первинної волокнистої будови та різну інтенсивність гетитизації. Отримані мікрофотографії відображають структурно-текстурні особливості жил тигрового ока, характерні для гіпергенного перетворення соколиного ока, з типовою видовженою та дрібною волокнистістю.

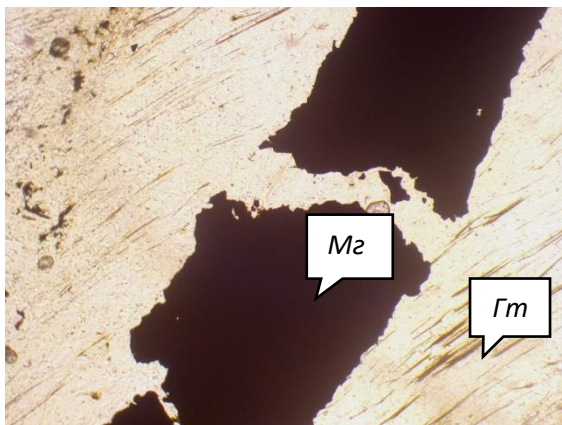
Зафіксовано контакт прожилки тигрового ока з прожилком магнетиту, який набуває ізометричної форми (рис. 3.1. а, б). На мікроснімках спостерігаються кристали кварцу, зім'яті у складки різної амплітуди в межах прожилки тигрового ока, проте трапляються й прямолінійні кристали кварцу (рис. 3.1. в, г).

Також зафіксовано контакт прожилки тигрового ока з прошарком карбонатно-кварцового складу (рис. 3.1. г, д), що вміщує кварцит, де карбонатні індивіди представлені дрібними включеннями між кварцовими зернами. При макроскопічному дослідженні позитивних реакцій на кальцит не виявлено, тому ймовірно, що це індивіди сидериту.

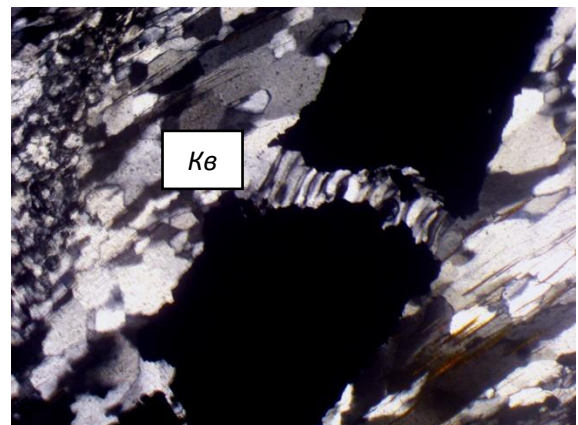
На мікроснімках спостерігається орієнтовано-волокнисті (рис. 3.1. е, є), сплутановолокнисті та численні дрібноволокнисті маси гетиту, а також чергування прожилків тигрового ока та кварцових прошарків (рис. 3.1. ж, з). Були зафіксовані прожилки тигрового ока лінзовидної форми, з розгалуженням, а також прямолінійної форми. Мінеральний склад відібраних проб тигрового ока:

зразок А-10: кварц 65%, магнетит 5%, гетит 30%.

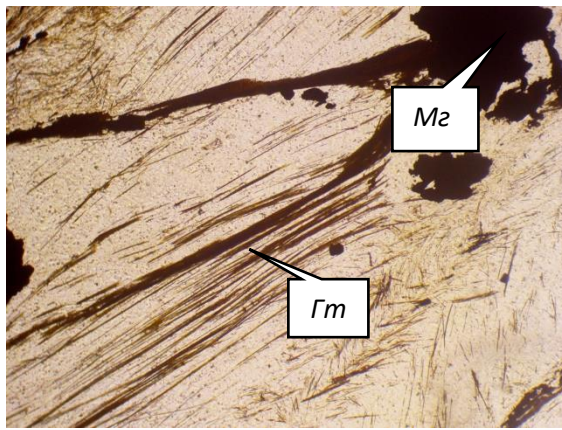
зразок А-12: кварц 35%, магнетит 40%, гетит 20%, карбонат 5%.



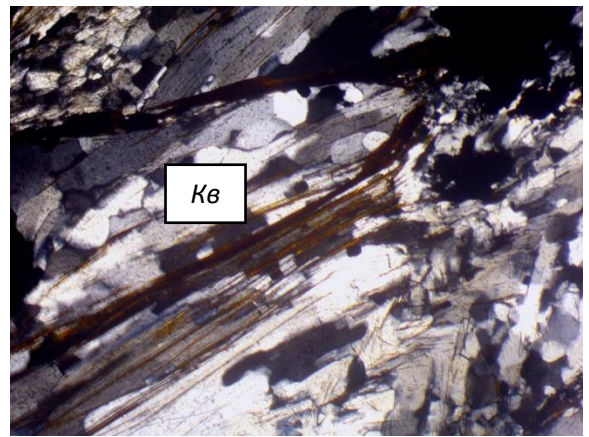
а



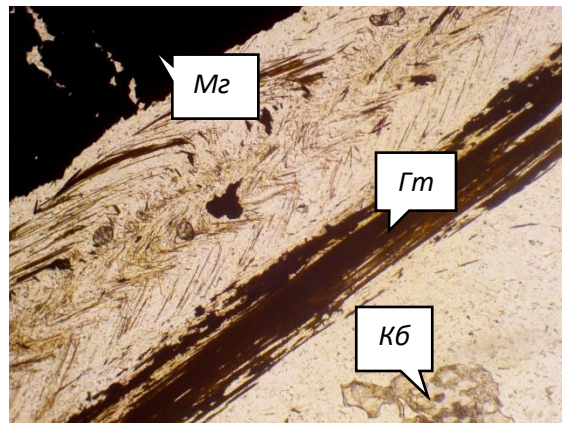
б



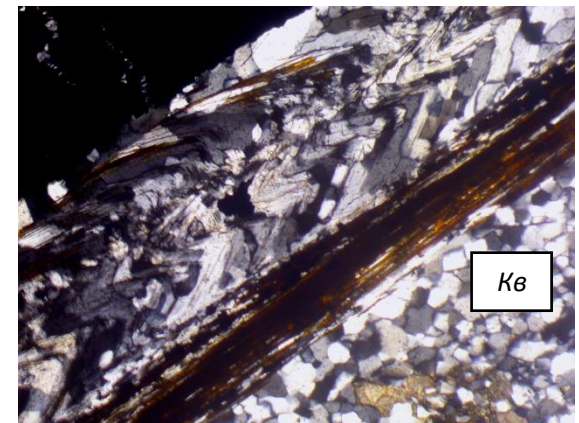
В



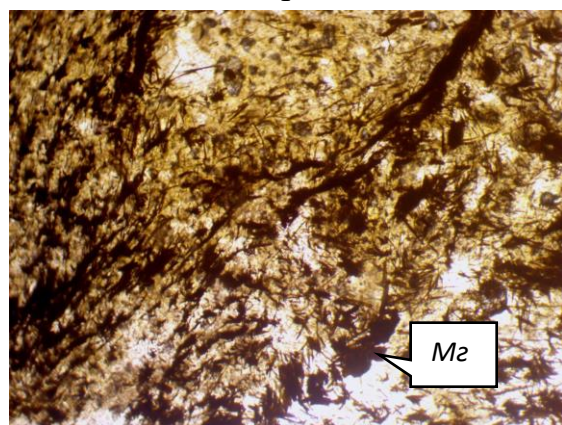
Г



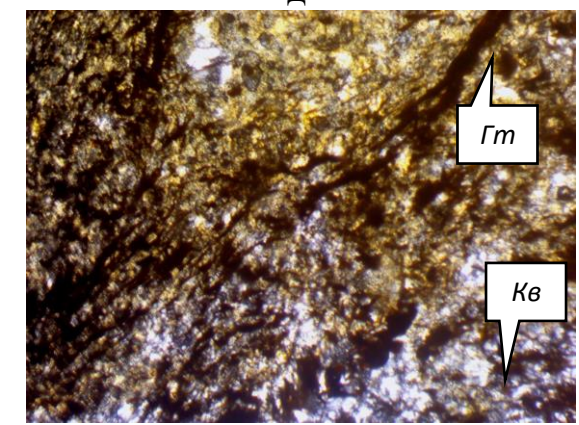
Д



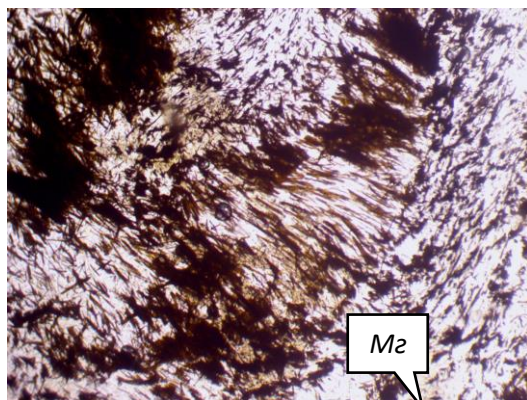
Ж



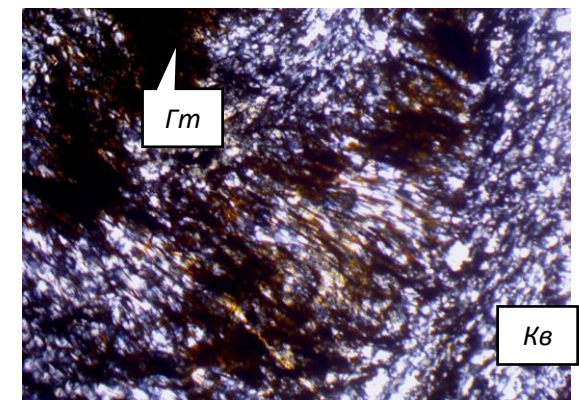
З



И



К



Л

Рис. 3.1. Тигрове око під мікроскопом. Зб. 60^x.

а, б – контакт прошарку магнетиту та прожилка тигрового ока.

в, г – прямолінійні та зім'яті у складки кристали кварцу у прожилку тигрового ока.

г, д – кварцові індивіди зім'яті у складки.

е, є – орієнтовано-волокниста структура з гетитизацією кварцових агрегатів.

ж, з – чергування прошарків тигрового ока та кварцу. Лінзовидно-прошаркова текстура тигрового ока.

а, в, г, е, ж – ніколі II; б, г, д, є, з – ніколі X.

а, б, в, г, д – зразок А-10; е, є, ж, з – зразок А-12.

Кв – кварц; Мг – магнетит; Гт – гетит; Кб-карбонат.

3.3 Оцінка художньо-естетичних ознак

Для об'єктивної характеристики декоративних властивостей оченяткових кварців було уточнено та доповнено перелік основних декоративних показників, що відображають художньо-естетичні особливості різних різновидів цього каменю. Формування оновленого переліку ґрунтувалося на результатах макроскопічних і мікроскопічних досліджень текстурно-структурних ознак та мінерального складу зразків.

До переліку включено ті показники, які найбільш суттєво впливають на декоративність оченяткових кварців і визначають їх придатність для різних напрямків використання. Уточнення ХЕО дозволило точніше врахувати специфіку властивостей тигрового, соколиного та інших різновидів оченяткового кварцу.

Домінуючий різновид оченяткового кварцу – визначається співвідношенням первинних волокнистих силікатів (крокідоліт, рибекіт, кумінгтоніт) і ступенем їх псевдоморфного заміщення гетитом чи гематитом (Додаток А, зразок А-4).

Яскравість кольору – залежить від однорідності та щільності волокнистої структури, ступеня заміщення первинних волокон (крокідоліту, рибекіту, кумінгтоніту) гетитом/гематитом, чистоти кварцу та кількості домішок (магнетит, лімоніт, карбонати) (Додаток А, зразок А-10).

Контраст забарвлення жили – визначається різницею між зонами з різним ступенем заміщення волокон, наявністю домішок та включень, а також змінами у волокнистій структурі (Додаток А, зразок А-3).

Плавність переходів між зонами жили – залежить від темпу та рівномірності псевдоморфізації: поступове заміщення волокон створює плавні переходи, різке – чітко виражені межі (Додаток А, зразок А-11).

Ступінь прояву ефекту «ока» – визначається оптичною орієнтацією волокон, прозорістю кварцу та щільністю волокнистих агрегатів (Додаток А, зразок А-7).

Прозорість – вища при чистих кварцових індивідах і мінімальній кількості домішок (Додаток А, зразок А-9).

Шаруватість – відображає орієнтацію жил вміщуючої породи: поширені (згідно з мінералогічною текстурою сланців чи кварцитів) або січні (по тріщинах і розломах) (Додаток А, зразок А-8).

Товщина жили – залежить від довжини волокнистих індивідів (Додаток А, зразок А-1).

Наявність включень – домішки інших мінералів (Додаток А, зразок А-11).

Симетрія малюнку – залежить від стабільності геологічних умов та рівномірного росту волокон. Симетричні структури формуються при однорідному заміщенні волокон і відсутності сильних тектонічних порушень (Додаток А, зразок А-15).

Унікальність малюнку – результат поєднання псевдоморфізації, тектонічних деформацій та хімічних процесів, він включає тріщини, зрушення, хвилясті структури та складки, їх поєднання створює унікальні візерунки та текстури (Додаток А, зразок А-14).

Диз'юнктивні порушення – тріщини без зміщення або зі зсувом частинок жили, до них входить: будинач, кліваж, прожилки епігенетичних мінералів, розгалуження жил (Додаток А, зразок А-12).

Відсутність внутрішніх руйнувань – пов'язана з високою однорідністю волокон та мінімальною кількістю тріщин та зсуву частинок жили (Додаток А, зразок А-2).

Однорідність – визначається рівномірним заміщенням волокон гетитом/гематитом, мінімальною кількістю домішок і стабільною текстурою без різких зональних переходів (Додаток А, зразок А-5).

Тип волокнистості жили – тип волокнистості визначається орієнтацією та станом первинних волокнистих силікатів (крокідоліту, рибекіту, кумінгтоніту) та ступенем їх подальшої псевдоморфізації. Волокна можуть зберігати прямолінійну, косу чи хвилясту орієнтацію, деформації можуть призводити до їх зім'яття у складки, розходження у вигляді щіткових агрегатів (Додаток А, зразок А-7).

Комбінація кольорів – формується поєднанням різного ступеня збереження волокон та продуктів заміщення (Додаток А, зразок А-13).

Орієнтація жили згідно з шаруватістю породи – орієнтація жили може бути паралельною шаруватості, січною – перетинати шари під різними кутами або деформованою у вигляді вигинів і складок внаслідок тектонічних процесів (Додаток А, зразок А-11).

Оновлений перелік ХЕО, зберігаючи базові принципи оцінювання, дає можливість більш детально охарактеризувати декоративні властивості оченяткових кварців та підвищує точність вибору оптимального виду декоративної обробки.

Кількісне оцінювання декоративних показників здійснюється за незмінною бальною шкалою від 0 до 5, що забезпечує порівнюваність результатів та зберігає цілісність методики. Сума балів формує підсумковий показник декоративної привабливості, який використовується для визначення найбільш раціонального напрямку застосування кожного зразка.

3.4 Випробування оптимізованої методики на контрольних зразках

На основі даних анкетування, було перераховано та більш чітко визначено начуцність кожної з художньо-естетичних ознак для різних напрямків використання. Кількісне оцінювання декоративних показників здійснюється за незмінною бальною шкалою від 0 до 5, що забезпечує порівнюваність результатів та зберігає цілісність методики. Сума балів формує підсумковий показник декоративної привабливості, який використовується для визначення найбільш раціонального напрямку застосування кожного зразка. основних напрямків використання. Також було додатково оновлено перелік напрямків використання оченяткового кварцу як декоративної сировини, за для змоги більш повно окреслити її потенціал. Перший напрямок використання плоско-поліровані вироби, другий – кулі, третій – кабашони, четвертий – присипкові елементи (галтовка), п'ятий – різьблені фігури.

Було проведено випробування нової оптимізованої методики на контрольних зразках оченяткового кварцу (Додаток А, зразки А-10, А-11).

За результатами випробування нової оптимізованої методики зразок А-10 раціональніше використовувати по п'ятому напрямку, а саме різьблення фігу, а зразок А-11 раціональніше використовувати по другому напрямку, а саме виготовлення куль . (табл. 3.4.1, 3.4.2).

Таблиця 3.4.1

Основні художньо-естетичні ознаки декоративності	I-й напрямок			II-й напрямок			III-й напрямок			IV-й напрямок			V-й напрямок		
	значення ознаки	наявність ознаки	загальна оцінка	значення ознаки	наявність ознаки	загальна оцінка	значення ознаки	наявність ознаки	загальна оцінка	значення ознаки	наявність ознаки	загальна оцінка	значення ознаки	наявність ознаки	загальна оцінка
Домінуючий різновид оченяткового кварцу:															
Тигрове око	5	+	5	4	+	4	1	+	1	3	+	3	5	+	5
Соколине око	3			5			3			3			4		
Котяче око	0			1			5			3			0		
Волове око	3			5			3			3			3		
Яскравість кольору	4	+	4	3	+	3	5	+	5	2	+	2	2	+	2
Контраст забарвлення жили	5	+	5	4	+	4	2	+	2	2	+	2	3	+	3
Плавність переходів між зонами жили	1	+	1	3	+	3	4	+	4	2	+	2	5	+	5
Ступінь прояву ефекту «ока»	5	+	5	3	+	3	3	+	3	4	+	4	2	+	2
Прозорість	5			3			5			0			0		
Шаруватість	5	+	5	3	+	3	2	+	2	0	+	0	2	+	2
Товщина жили:															
до 1 см	5			4			3			4			2		
до 1-3 см	2	+	2	2	+	2	4	+	4	2	+	2	3	+	3
понад 3 см	1	+	1	0	+	0	3	+	3	2	+	2	5	+	5
Наявність включень	0	+	0	5	+	5	1	+	1	3	+	3	4	+	4
Симетрія малюнку	5	+	5	2	+	2	3	+	3	1	+	1	2	+	2
Унікальність малюнку	1			5			5			2			0		
Диз'юнктивні порушення	0			5			1			0			3		
Відсутність внутрішніх руйнувань	5	+	5	0	+	0	5	+	5	5	+	5	3	+	3
Однорідність	4	+	4	2	+	2	2	+	2	2	+	2	5	+	5
Тип волокнистості жили:															
Коса	3			3			4			2			3		
прямолінійна	5	+	5	2	+	2	5	+	5	3	+	3	5	+	5
хвиляста	2			5			3			2			2		
Комбінація кольорів	1	+	1	5	+	5	2	+	2	3	+	3	5	+	5
Орієнтація жили згідно з шаруватістю вміщувальної породи	1	+	1	5	+	5	0	+	0	0	+	0	2	+	2
Всього	49			43			42			34			53		

Художньо-естетичне оцінювання зразка А-10

Таблиця 3.4.2

Основні художньо-естетичні ознаки декоративності	I-й напрямок			II-й напрямок			III-й напрямок			IV-й напрямок			V-й напрямок		
	зна-чення ознаки	наяв-ність ознаки	загаль-на оцінка	зна-чення ознаки	наяв-ність ознаки	загаль-на оцінка	зна-чення ознаки	наяв-ність ознаки	загаль-на оцінка	зна-чення ознаки	наяв-ність ознаки	загаль-на оцінка	зна-чення ознаки	наяв-ність ознаки	загаль-на оцінка
Домінуючий різновид оченяткового кварцу:															
Тигрове око	5			4			1			3			5		
Соколине око	3	+	3	5	+	5	3	+		3	+	3	4	+	4
Котяче око	0			1			5			3			0		
Волове око	3			5			3			3			3		
Яскравість кольору	4	+	4	3	+	3	5	+	5	2	+	2	2	+	2
Контраст забарвлення жили	5	+	5	4	+	4	2	+	2	2	+	2	3	+	3
Плавність переходів між зонами жили	1	+	1	3	+	3	4	+	4	2	+	2	5	+	5
Ступінь прояву ефекту «ока»	5	+	5	3	+	3	3	+	3	4	+	4	2	+	2
Прозорість	5			3			5			0			0		
Шаруватість	5			3			2			0			2		
Товщина жили:															
до 1 см	5	+	5	4	+	4	3	+	3	4	+	4	2	+	2
до 1-3 см	2	+	2	2	+	2	4	+	4	2	+	2	3	+	3
понад 3 см	1			0			3			2			5		
Наявність включень	0	+	0	5	+	5	1	+	1	3	+	3	4	+	4
Симетрія малюнку	5			2			3			1			2		
Унікальність малюнку	1	+	1	5	+	5	5	+	5	2	+	2	0	+	0
Диз'юнктивні порушення	0			5			1			0			3		
Відсутність внутрішніх руйнувань	5			0			5			5			3		
Однорідність	4	+	4	2	+	2	2	+	2	2	+	2	5	+	5
Тип волокнистості жили:															
Коса	3			3			4			2		2	3		
прямолінійна	5	+	5	2	+	2	5	+	5	3	+	3	5	+	5
хвиляста	2			5			3			2			2		
Комбінація кольорів	1	+	1	5	+	5	2	+	2	3	+	3	5	+	5
Орієнтація жили згідно з шаруватістю вміщувальної породи	1	+	1	5	+	5	0	+	0	0	+	0	2	+	2
Всього	37			48			39			32			42		

Художньо-естетичне оцінювання зразка А-11

ВИСНОВКИ

У ході дослідження було вдосконалено існуючий підхід до оцінки оченяткових кварцитів, який раніше охоплював переважно тигрове та соколине око. Розширення методики на всі різновиди — тигрове, соколине, котяче, волове око та перехідні форми — дозволило сформувати узагальнену систему їх характеристик.

Проведені макроскопічні та мікроскопічні дослідження зразків і шліфів дали змогу визначити основні мінералого-петрографічні та художньо-естетичні ознаки оченяткового кварцу. Отримані результати були доповнені статистичним аналізом опитувальних даних, та опрацьованих, що дозволило уточнити вагомість декоративних параметрів та оптимізувати критерії оцінки. Вдосконалена методика була апробована на двох зразках, що підтвердило її практичність та придатність до використання.

Удосконалена методика дає змогу більш об'єктивно оцінювати якість різновидів оченяткового кварциту й ефективніше проводити їх сортування як гемологічної та декоративної сировини. Практичне застосування отриманих результатів дозволяє виготовляти вироби з оченяткового кварцу вищої естетичної якості та підвищити їх конкурентоспроможність на ринку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрейчак В. О. Морфологія жил соколиного й тигрового ока Криворізького басейну // Проблеми теоретичної і прикладної мінералогії, геології, металогенії гірничодобувних регіонів: матеріали VIII міжнар. наук.-практ. конф. (Кривий Ріг, 22–24 листоп. 2012 р.). Кривий Ріг, 2012. С. 55–57.
2. Андрейчак В. О. Соколине та тигрове око із залізистих порід Криворізького басейну: топомінералогія, генезис, гемологія: дис. ... канд. геол. наук: 04.00.20. Криворізький нац. ун-т. Кривий Ріг, 2016. 181 с.
3. Березовський А. А. Криворізький залізорудний басейн: геологічна будова та оцінка ресурсів // Геологічний журнал. 2021. Т. 3. С. 22–31.
4. Heaney P. J., Fisher D. M. New interpretation of the origin of tiger's-eye // *Geology*. 2003. Vol. 31, No. 4. P. 323–326.
5. Євтехов В., Хижняк В., Ващенко В. Геомеханічна стійкість залізорудних родовищ Кривбасу: структурний контроль та моделювання // Журнал гірничої науки. 2022. Т. 58, № 3. С. 456–469.
6. Куц А. О. Мінералого-петрографічне обґрунтування художньо-естетичних ознак тигрового та соколиного ока: кваліфікаційна робота ... бакалавра. Кривий Ріг, 2024. 37 с.
7. Погорілий М. Тигрове око Кривого Рогу: тези наук.-дослід. роботи. Криворізький природничо-науковий ліцей. Кривий Ріг, 2018.
8. Tosca N. J., Guggenheim S., Trolard F. та ін. Silica–iron interactions during early diagenesis: Insights from experimental simulations // *American Mineralogist*. 2023. Vol. 108, No. 1. P. 34–49.
9. Харитонов В., Кондратьєва Д. Позиція оченяткового кварцу в класифікаціях гемологічної сировини // Євтеховські читання: всеукр. наук.-практ. конф. (Кривий Ріг, 5 квіт. 2024 р.).

10. Харитонов В., П. та ін. Декоративна оцінка гранат-вмісних сланців Ганнівського родовища Криворізького басейну // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету. 2020. № 43–44.
11. Хефлик В., Баранов П. Н., Натканец-Новак Л., Думанська-Словик М., Шевченко С. В., Никитенко И. С. Минералогические особенности кварцевого кошачьего глаза из Криворожских железорудных месторождений // Наук. вісн. Нац. гірн. ун-ту. 2008. № 8.
12. Structures Behind the Spectacle: A Review of Optical Effects in Phenomenal Gemstones and Their Underlying Nanotextures // Gems & Gemology. 2025. Vol. 61, No. 2. P. 110–170.

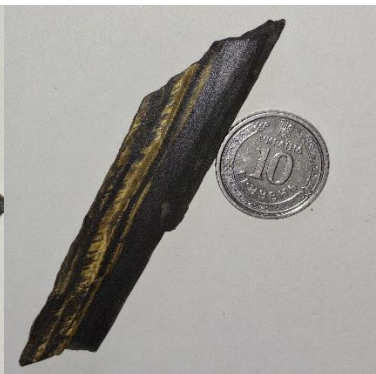
ДОДАТКИ

Додаток А

Колекція зразків тигрового ока з різноманітними художньо-естетичними ознаками



A-1



A-2



A-3



A-4



A-5



A-6

Продовження додатку А



A-7



A-8



A-9



A-10



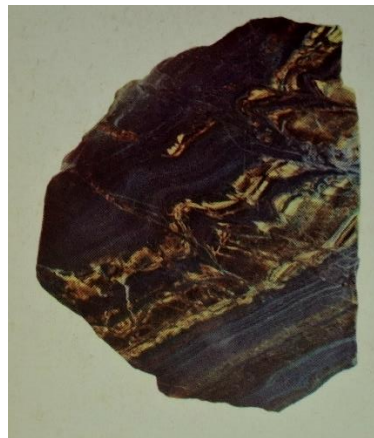
A-11



A-12



A-13



A-14



A-15

Вихідна таблиця для художньо-естетичного оцінювання оченяткового кварцу за напрямками використання

Основні художньо-естетичні ознаки декоративності	I-й напрямок			II-й напрямок			III-й напрямок			IV-й напрямок			V-й напрямок		
	значення ознаки	наявність ознаки	загальна оцінка	значення ознаки	наявність ознаки	загальна оцінка	значення ознаки	наявність ознаки	загальна оцінка	значення ознаки	наявність ознаки	загальна оцінка	значення ознаки	наявність ознаки	загальна оцінка
Домінуючий різновид оченяткового кварцу:															
Тигрове око	5			4			1			3			5		
Соколине око	3			5			3			3			4		
Котяче око	0			1			5			3			0		
Волове око	3			5			3			3			3		
Яскравість кольору	4			3			5			2			2		
Контраст забарвлення жили	5			4			2			2			3		
Плавність переходів між зонами жили	1			3			4			2			5		
Ступінь прояву ефекту «ока»	5			3			3			4			2		
Прозорість	5			3			5			0			0		
Шаруватість	5			3			2			0			2		
Товщина жили:															
до 1 см	5			4			3			4			2		
до 1-3 см	2			2			4			2			3		
понад 3 см	1			0			3			2			5		
Наявність включень	0			5			1			3			4		
Симетрія малюнку	5			2			3			1			2		
Унікальність малюнку	1			5			5			2			0		
Диз'юнктивні порушення	0			5			1			0			3		
Відсутність внутрішніх руйнувань	5			0			5			5			3		
Однорідність	4			2			2			2			5		
Тип волокнистості жили:															
Коса	3			3			4			2			3		
прямолинійна	5			2			5			3			5		
хвиляста	2			5			3			2			2		
Комбінація кольорів	1			5			2			3			5		
Орієнтація жили згідно з шаруватістю вміщувальної породи	1			5			0			0			2		
Всього															

Фрагменти з анкетування

Художньо-естетичні ознаки

Описание

Оцініть привабливість виробів між собою по 5 бальній шкалі. 1-нейтрально, 5-дуже привабливо. *



	1	2	3	4	5
Зразок 1	☐	☐	☐	☐	☐
Зразок 2	☐	☐	☐	☐	☐
Зразок 3	☐	☐	☐	☐	☐
Зразок 4	☐	☐	☐	☐	☐

...

Оцініть привабливість виробів між собою по 5 бальній шкалі. 1-нейтрально, 5-дуже привабливо. *



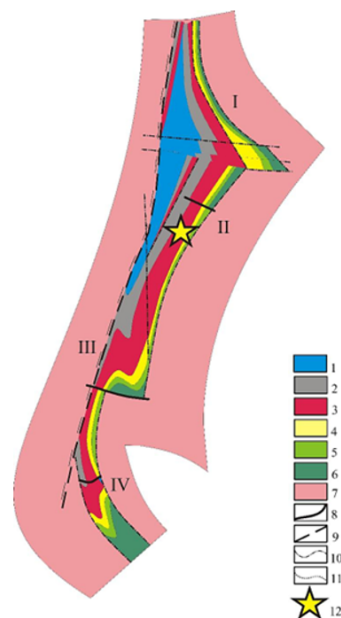
	1	2	3	4	5
Зразок 1	☐	☐	☐	☐	☐
Зразок 2	☐	☐	☐	☐	☐
Зразок 3	☐	☐	☐	☐	☐
Зразок 4	☐	☐	☐	☐	☐

ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ

Аркуш 1. Схематична карта районування Криворізької структури

1 – глеюватська світа; 2-5 – криворізька серія:
 2 – гданцівська світа; 3 – саксаганська світа;
 4 – скелюватська світа; 5 – новокриворізька
 світа; 6 – конкська серія; 7 – гранітоїди
 дніпропетровського комплексу; 8-10 –
 розривні порушення: 8 – мантийні, 9 – корово-
 мантийні, 10 – корові; 11 – лінії
 стратиграфічних контактів; 12 – місце
 розташування Глеюватського родовища.

Залізорудні райони: I – Північний
 (Ганнівський) ; II – Центральний
 (Саксаганський) ; III – Південний;
 4 IV – Інгулецький (Лихманівський).



Аркуш 2. Поширення оченяткового кварцу

1 – магнетит силікатні кварцити
 сьомого сланцевого горизонту;
 2 – силікат магнетитові та
 магнетитові кварцити шостого
 залізистого горизонту;
 3 – лінія контакту стратиграфічних
 горизонтів;
 4 – розривне порушення;
 5 – лінзовидні поклади жил
 соколиного та тигрового ока.

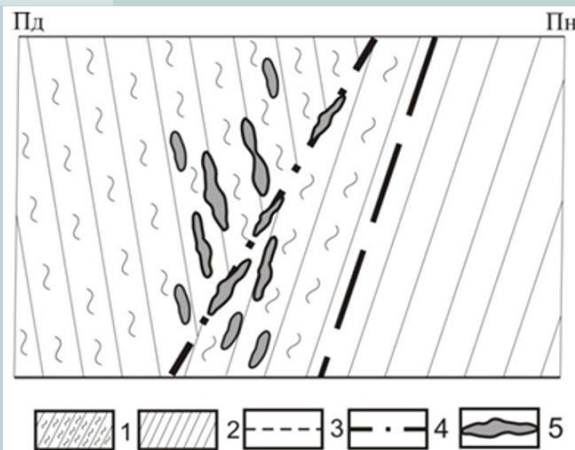
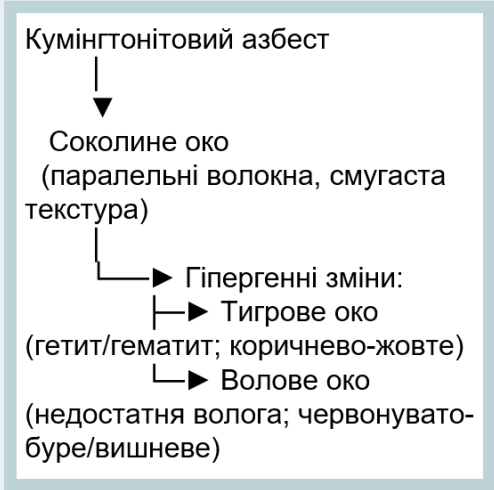


Схема локалізації лінзовидних зон поширення
 жил ока Глеюватського родовища

Аркуш 3. Генезис і різновиди оченяткового кварцу



Аркуш 4. Вихідна таблиця для художньо-естетичного оцінювання оченяткового кварцу

Основні художньо-естетичні ознаки декоративності	I-й напрямок			II-й напрямок			III-й напрямок			IV-й напрямок			V-й напрямок		
	зна- чення	наяв- ність	загаль- на	зна- чення	наяв- ність	загаль- на	зна- чення	наяв- ність	загаль- на	зна- чення	наяв- ність	загаль- на	зна- чення	наяв- ність	загаль- на
	ознаки	ознаки	оцінка	ознаки	ознаки	оцінка	ознаки	ознаки	оцінка	ознаки	ознаки	оцінка	ознаки	ознаки	оцінка
Домінуючий різновид оченяткового кварцу:															
Тигрове око	5			4			1			3			5		
Соколине око	3			5			3			3			4		
Котяче око	0			1			5			3			0		
Волове око	3			5			3			3			3		
Яскравість кольору	4			3			5			2			2		
Контраст забарвлення жили	5			4			2			2			3		
Плавність переходів між зонами жили	1			3			4			2			5		
Ступінь прояву ефекту «ока»	5			3			3			4			2		
Прозорість	5			3			5			0			0		
Шаруватість	5			3			2			0			2		
Товщина жили:															
до 1 см	5			4			3			4			2		
до 1-3 см	2			2			4			2			3		
понад 3 см	1			0			3			2			5		
Наявність включень	0			5			1			3			4		
Симетрія малюнку	5			2			3			1			2		
Унікальність малюнку	1			5			5			2			0		
Диз'юнктивні порушення	0			5			1			0			3		
Відсутність внутрішніх руйнувань	5			0			5			5			3		
Однорідність	4			2			2			2			5		
Тип волокнистості жили:															
Коса	3			3			4			2			3		
прямолінійна	5			2			5			3			5		
хвиляста	2			5			3			2			2		
Комбінація кольорів	1			5			2			3			5		
Орієнтація жили згідно з шаруватістю вміщувальної породи	1			5			0			0			2		
Всього															