

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Криворізький національний університет»
Кафедра геології і прикладної мінералогії

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни «**Мікроскопічні методи в петрографії**»
для студентів напряму підготовки 103 «Науки про Землю»
всіх форм навчання

Кривий Ріг
2019 р.

Укладач: Тіхлівець С.В., кандидат геологічних наук.

Рецензент: Харитонов В.М., кандидат геолого-мінералогічних наук
доцент.

Відповідальний за випуск: Євтехов В.Д., доктор геолого-мінералогічних наук професор.

Анотація. Методичні вказівки призначені для освоєння методів діагностики мінералів за мікроскопічних методів дослідження.

Схвалено методичні вказівки на
засіданні кафедри геології і
прикладної мінералогії

Схвалено методичні вказівки
вченою радою геолого-екологічного
факультету

протокол № ____ від « _____ » р.

протокол № ____, від _____ р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
I. Методи визначення діагностичних властивостей мінерів.....	6
Лабораторна робота 1.....	6
Лабораторна робота 2.....	6
Лабораторна робота 3.....	7
Лабораторна робота 4.....	7
Лабораторна робота 5.....	7
Лабораторна робота 6.....	8
Лабораторна робота 7.....	8
Лабораторна робота 8.....	9
Перелік використаної літератури.....	15

ВСТУП

Мікрокопічні методи дослідження використовуються для діагностики гірських порід. Одним з найбільш точних методів діагностики мінералів являється вивчення їх оптичних властивостей, які досліджуються за допомогою поляризаційного мікроскопу.

Мета лабораторних роботи полягає у засвоєнні студентами знань діагностичні властивості мінералів, які визначаються за допомогою додаткового обладнання.

Задачі лабораторної роботи зводяться до наступного: засвоєння студентами інформації про оптичні властивості мінералів; про додаткове обладнання, яке використовується для мікроскопічних досліджень; методології проведення мікроскопічних досліджень.

Після вивчення лабораторної роботи студенти повинні знати: оптичні властивості мінералів; методологію проведення мікроскопічних досліджень.

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МІНЕРАЛІВ

Мікроскопічний метод досліджень є найбільш простим, але достатньо достовірним. Оптичні властивості мінералів є основою для їх діагностики. Виконання лабораторних робіт дозволить засвоїти методологію проведення мікроскопічних досліджень.

Змістовний модуль 1.

Лабораторна робота №1.

Тема: Дослідження морфології зерен мінералів.

Теоретичні відомості

Порівнюючи форми зрізів (перетинів) різних зерен одного мінералу, можна зробити висновок про характерний для нього габітус - призматичний, табличний, листоватий, кубічний або октаедричний. Контури перетинів нерідко відповідають симетричним плоским фігурам: трикутнику, прямокутнику, ромбу та ін. Це свідчить про те, що зерна даного мінералу володіють властивим йому габітусом, тобто є ідіоморфним. Якщо поперечні перетини зерен одного і того ж мінералу ізометричні і со-розмірні, ймовірно відповідають кубічній сингонії. У разі призматичного габітусу зрізи зерен спостерігаються як витягнутої, так і ізометричної форми. Перші відповідають поздовжнім, а другі - поперечним перетинам призм, причому поперечник перших сумірний з діаметром других. При табличатому або листоватому габітусі діаметр ізометричних перетинів відповідає довжині витягнутих перетинів.

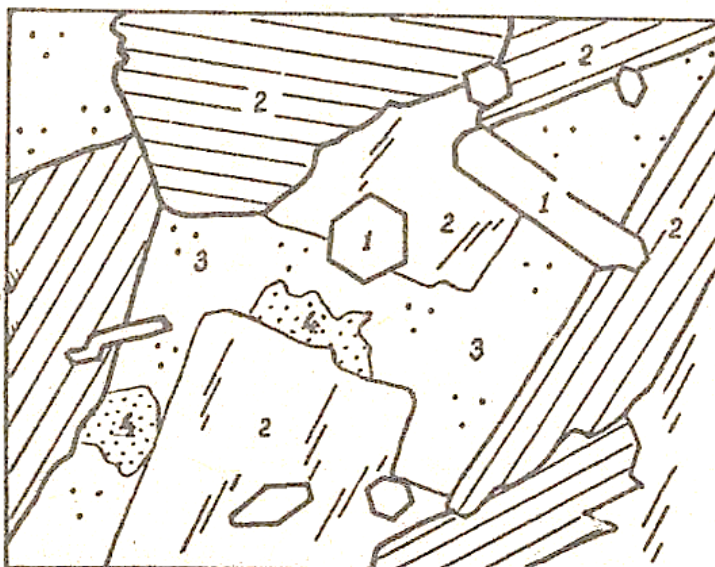


Рис 1.2 *Форми перетинів мінеральних зерен: 1-ідіоморфні, 2 і 3 - гіпідіоморфні, 4 - ксеноморфні*

Вивчаючи форми перетинів зерен мінералу під мікроскопом, можна визначити ступінь ідіоморфізму мінералу, яка характеризує досконалість його габітусу. Зрозуміло, що високому ступеню ідіоморфізму відповідають ідіоморфні, проміжному - гіпідіоморфні і, нарешті, низькому - ксеноморфні зерна. Шляхом порівняння гіпідіаморфних зерен різних мінералів в одному агрегаті знаходять ступінь їх відносного ідіоморфізму за допомогою виявлення числа мінералів, габітусу яких підпорядкована форма зерен даного мінералу. Чим менше таке число, тим вище ступінь відносного ідіоморфізму.

Завдання. Знайти всі форми мінералів. Підписати та замалювати.
Зробити висновок.

Лабораторна робота №2.

Тема: Дослідження мінералів без аналізатора.

Теоретичні відомості

Проходження білого світла через кристал супроводжується поглинанням (абсорбцією) деякої частини світлової енергії, причому нерідко переважно абсорбуються світлові коливання деякого певного діапазону довжин хвиль. У результаті на виході з кристала ми бачимо вже не білий світ, а світло, певним чином забарвлений найменш поглинутим ділянкою спектра. Ми бачимо колір мінералу в прохідному світлі. Той чи інший колір пов'язаний з присутністю в складі мінералу елементів- хромофорів, а також з позицією атомів цих елементів у кристалічній структурі. Якщо ж поглинання світлової енергії

відбувається рівномірно по всіх довжинах хвиль видимого світла, ми бачимо кристал в прохідному світлі безбарвним.

В анізотропних кристалах абсорбція, так само як і заломлення світла, відбувається неоднаково за різними напрямками. Тому, якщо пропускати через кристал лінійно поляризоване світло і при цьому обертати площину поляризації, колір кристала буде змінюватися, повторюючись через кожні 180° повороту площини поляризації. Це явище називається плеохроїзмом і спостерігається тільки у оптично анізотропних кристалів. Плеохроїзм проявляється в зміні як густоти одного і того ж кольору, так і колірних відтінків. Таким чином, забарвлені мінерали характеризуються тим чи іншим кольором, але тільки анізотропні мають ще додаткову характеристику - плеохроїзм. Наприклад, біотит в шлифу під мікроскопом коричневий, плеохроює від світло-жовтого, майже безбарвного, до темно-бурого.

Завдання. Знайти мінерали з проявом псевдоабсорбції та плеохроїзму. Замалювати їх.

Лабораторна робота №3.

Тема: Дослідження мінералів через двозаломлення.

Теоретичні відомості

Явище подвійного променезаломлення вже було згадане як характерне для оптично анізотропних кристалів. Його зазвичай демонструють за допомогою кристала оптичного кальциту: на білому екрані наносять чорну крапку і закривають її кристалом, поклавши його на одну з граней ромбоедра. Крізь прозорий кристал видно роздвоєне зображення крапки. Обертаючи кристал, на екрані виявляють, що одне із зображень крапки не зміщується, а друге рухається по колу щодо першого, тобто воно відповідає сильно відхиленним променям. Чим товще кристал, на тим більшу відстань розходяться два зображення. Прийнято, що нерухоме зображення точки відповідає звичайному променю і показник заломлення в напрямку його коливань позначають N_o , а рухоме зображення відповідає відхиленому незвичайному променю (коливання позначаються N_e).

Продовжуючи дослід, можна знайти оптичну вісь кристала. Для цього потрібно поступово піднімати кристал на екрані так, щоб поставити його на вершину, відповідну виходу осі L_3 . При цьому два зображення точки будуть зближуватися і нарешті зіллються в одне, що й відповідає виходу оптичної осі кристала.

Розмір відхилення незвичайного променя від звичайного пов'язаний як з товщиною кристала, так і з відмінностями показників заломлення за

напрямами коливань, тобто по головних осях індикатриси. Внаслідок цього для спостереження ефекту подвійного променезаломлення за описаним способом можна взяти або товстий кристал з незначною різницею N_g-N_p , або менш товстий кристал з більшою N_g-N_p . Різниця N_g-N_p є ще одним найважливішим діагностичною ознакою (поряд з показниками заломлення) і називається величиною (або силою) двозаломлення (для простоти - двозаломленням кристала).

Величина двозаломлення піддається виміру, що здійснюється порівняно просто (простіше, ніж вимір величин N , N_g , N_p , N_m). Однак, як це впливає з моделі оптичної індикатриси, слід пам'ятати, що величина двозаломлення може бути вимірною лише в перетинах зерен мінералів, паралельних головному перетину індикатриси, тобто в площині, в якій знаходяться N_g , N_p .

Два світлових променя з коливаннями по N_g і по N_p по-різному відхиляються в кристалі, так як проходять з різною швидкістю: коливанням по N_g кристалічне середовище чинить більший опір, ніж коливанням по N_p . У результаті світлова хвиля, що потрапила в кристал і здійснює в ньому коливання по N_p , починає відставати від тієї хвилі, яка одночасно пішла в кристалі з коливаннями по N_g . Відставання залежить як від різниці N_g-N_p , так і від відстані d яку обидві хвилі проходять в кристалі (тобто товщини кристалічної пластинки). Це відставання називають різницею ходу

$$\Delta = d (N_g - N_p). \quad (1.5)$$

Після її визначення легко обчислити різницю N_g-N_p .

При описаному досліді світлові потоки звичайних і незвичайних променів в одному кристалі генеруються одним джерелом світла і тому є когерентним. Але вони ж лінійно поляризовані із взаємно перпендикулярними напрямками коливань, що запобігає інтерференції світлових коливань. Якщо яким-небудь способом повернути площину поляризації одного зі світових коливань до паралельності з іншим, інтерференція світла стане неминучою.

Завдання. Розрахувати показник двозаломлення. Зафіксувати методологію його визначення.

Лабораторна робота №4.

Тема: Дослідження явища світлопоглинання мінералів.

Теоретичні відомості

Виходячи з коливальної електромагнітної природи світла його поширення можна уявити у вигляді почергових коливань електричної (\mathcal{E} - $\mathcal{E}1$) і

магнітної (M - MI) напруг, вектори яких взаємо перпендикулярні і в той же час перпендикулярні до променю світла (x) (рис.1.5).

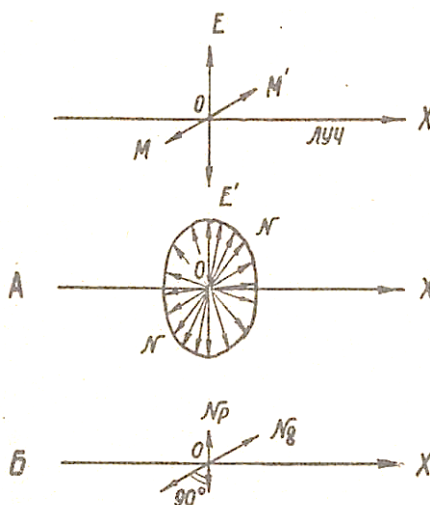


Рис 1.5. Схема електромагнітних коливань світлового променя: А - в ізотропному середовищі; В - в анізотропному

За дотримання цих умов і в залежності від властивостей середовища кожне коливання може відбуватися у напрямку будь-якого радіусу кола з центром в точці О або по якомусь певному радіусу. Таким же чином і величина векторів (\mathcal{E} - $\mathcal{E}I$) і (M - MI) залежить від властивостей середовища. Для спрощення виберемо один з векторів (\mathcal{E} - $\mathcal{E}I$).

Багато середовищ (вакуум, гази, більшість рідин, тверді аморфні тіла і кристали кубічної сингонії) байдужі до спрямованості світлових коливань, які проходять в них з однакою швидкістю і амплітудою по будь-якому напрямку. Такі середовища відносяться до оптично ізотропних і вектор - \mathcal{E} - $\mathcal{E}I$ може збігатися з будь-яким з радіусів окружності та зберігаючи постійну величину незалежно від напрямку, в якому проходить через середовище промінь x . Звісно, швидкість поширення світла v і показник заломлення N таких ізотропних середовищ залишаються постійними для будь-якого з напрямків поширення світлових потоків.

Під впливом симетрії кристалічної структури і направленою характеру взаємодії атомів в більшості кристалів світлові коливання можуть здійснюватися тільки за деякими "дозволеними" напрямками, причому величина векторів коливань за цими напрямками неоднакова. Такі середовища відносяться до оптично анізотропних. Анізотропними є кристали нижчої та середньої категорій симетрії, а також деякі рідини. Щодо більшості напрямків поширення світлових променів в анізотропних кристалах існують два "дозволені" напрями коливань; вони взаємно перпендикулярні і перпендикулярні до променю. Величини двох взаємно перпендикулярних векторів коливань нерівні: одному з них відповідає більша амплітуда

коливань, іншому - менша. При цьому, якщо промені непаралельні, тоді вектори коливань (великих і малих) в них нерівні, тобто амплітуда коливань залежить від напрямку, в якому світло проходить через середовище.

Таким чином, анізотропне середовище поляризує світло, і поширюється в ній два світлових коливання є лінійно поляроїдними, тобто вчиняються кожне в одній площині, в якій лежить промінь. А сам промінь збігається з лінією перетину двох взаємно перпендикулярних площин поляризованих коливань. Нерівності амплітуд відповідає нерівність швидкості поширення двох взаємно перпендикулярних коливань а отже і показники заломлення середовища. Тобто на відміну від ізотропного середовища тут доводиться враховувати не один загальний показник заломлення N , а два нерівних: більший N_g і менший N_p , величини яких зображуються векторами, спрямованими за відповідними коливаннями.

Завдання. Визначити кут погасання у визначених мінералах. Зафіксувати отриманий результат.

Лабораторна робота №5.

Тема: *Дослідження мінералів с аналізатором.*

Теоретичні відомості.

Це елементи внутрішньої будови зерен, що складаються принаймні з двох кристалічних індивідів. Однак між ними відсутній фазова межа, яку можна побачити. Тому двійники виявляють спеціальними оптичними методами по різниці інтерференційних явищ у двійникових індивідів анізотропних кристалів (у прохідному поляризованому світлі за умови обертання зерна мінералу між двома схрещеними поляризаторами). Ця методика описується далі, а тут звернемо увагу на те, що при її застосуванні двойникові індивіди виглядають по-різному пофарбованими: зазвичай одні з них світлі, а інші темні. Вивчаючи двійники під мікроскопом, можна виявити і відбудувати графічно двойникові осі і площини двійникування, але ці елементи залишаються умоглядними так само, як і при кристалографічних побудовах за моделями. Перевага мікроскопічного методу полягає в тому, що за різницею інтерференційних забарвлень можна бачити як двійникові індивіди, так і слід перетину площини їх зрощення з площиною перетину мінерального зерна. Цей слід виглядає як пряма, більш-менш чітка межа між різно інтерферуючими індивідами і називається двійниковим швом. Двійниковий шов тим більш різкий і чіткий, чим ближче до прямого кут між площиною зрощення і площиною перетину зерна. При зменшенні цього кута двійниковий шов робиться все більш розпливчастим, але не втрачає прямолінійності. В одному

і тому ж зерні двойникові шви орієнтуються закономірно щодо спайності, окремо елементів габітусу кристала.

По взаємному розташуванню і орієнтуванні виділяють наступні типи двійників:

1) прості, що складаються з двох індивідів, що межують по єдиному двійниковому шву;

2) полісинтетичні, складаються з численних пластинчатих індивідів, що межують з багатьма паралельними двійниковими швами;

3) секторіальні, що складаються з трьох-чотирьох (рідше більше) трикутних в перетині індивідів, вершини яких поєднані в одній точці всередині зерна, а двойникові шви розходяться з цієї точки радіально, подібно до променів.

Кристали кубічної сингонії оптично ізотропні і тому неможливо побачити в них двійники з різною інтерференцією. У цьому випадку про двійникову будову зерна під мікроскопом можна судити по різному орієнтуванню спайності в різних його ділянках. При цьому розміри і конфігурація двійникових індивідів не виявляються.

Завдання. Знайти та замалювати всі види двійників.

Змістовний модуль 2.

Лабораторна робота №6.

Тема: *Мікроскопічні властивості мінералів магматичних порід.*

Завдання. Підготувати самостійно характеристику діагностичних властивостей головних породоутворювальних мінералів магматичних порід для макроскопічного вивчення.

Проаналізувати оптичні властивості цих мінералів.

Лабораторна робота №7.

Тема: *Мікроскопічні властивості мінералів осадових порід.*

Завдання. Підготувати самостійно характеристику діагностичних властивостей головних породоутворювальних мінералів осадових порід для макроскопічного вивчення.

Проаналізувати оптичні властивості цих мінералів.

Лабораторна робота №8.

Тема: *Мікроскопічні властивості мінералів метаморфічних порід.*

Завдання. Підготувати самостійно характеристику діагностичних властивостей головних породоутворювальних мінералів метаморфічних порід для макроскопічного вивчення.

Проаналізувати оптичні властивості цих мінералів.

Література

1. Залищак Б.Л., Бурьлина Л.В., Кипаренко Р.И. Определитель породообразующих минералов в шлифах и иммерсионных препаратах. М. «Недра», 1981. 152 с.
2. Лодочников В.Н. Краткая петрология без микроскопа. Госгеолтехиздат. М. 1956. 155 с.
3. Логвиненко Н.В. Основы методики исследования осадочных пород. // Москва: Высшая школа, 1962. – 205 с.
4. Логвиненко Н.В., Сергеева Э.И. Методы определения осадочных пород // Л. Недра, 1986. – 240с.
5. Матковський О.І., Павлишин В.І., Сливко Є.. Основи мінералогії України: підручник.– Львів: Вид. центр ЛНУ ім.Івана Франка, 2009.– 856 с.
6. Методические указания «Петрографическое изучение горных пород». 1968
7. Наумов В.А. Оптическое определение компонентов осадочных пород // Москва: Недра. 1981. – 203 с.
8. Оникиенко С.К. Методика исследования породообразующих минералов в прозрачных шлифах. М., Недра, 1962, 164 с.
9. Трощенко В.Н. Методические указания. Породообразующие минералы, 1980
10. Трощенко В.Н. Методические указания. Минералы под микроскопом, 1986.
11. Трощено В.Н. Микроскопическая диагностика породообразующих минералов. К., УМК ВО, 1988.
12. Фролов В.Т. Руководство к лабораторным работам по петрографии осадочных пород // Москва, 1964. – 309 с.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Мікроскопічні методи в петрографії» для студентів спеціальності 103 «Науки про Землю» всіх форм навчання галузь знань 10 «Природничі науки».

УКЛАДАЧ:

Тіхлівець Світлана Валеріївна

РЕЄСТРАЦ. № _____

Підписано до друку _____

Формат А4

Обсяг 12стор.

Тираж _____ прим.

Видавничий центр ДВНЗ «КНУ»
вул. В.матусевича, 11, м. Кривий Ріг.