

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

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи №3
**«Загальні поняття про мінерали і мінералогію.
Фізичні властивості мінералів»**
з дисципліни

«Загальна геологія»

для студентів спеціальності 103 «Науки про Землю»
очної форми навчання

Кривий Ріг

2020

Укладач:

Євтехова Г.В., кандидат геологічних наук, доцент.

Відповідальний за випуск:

Євтехов В.Д., доктор геолого-мінералогічних наук, професор.

Рецензент:

Андрейчак В.О., кандидат геологічних наук, асистент.

Методичні вказівки містять основні поняття мінералогії та відомості про фізичні властивості мінералів. Наведено список рекомендованої літератури

Розглянуто на засіданні кафедри геології і прикладної мінералогії.
Протокол № 8
від 19.05.2020 р.

Схвалено вченою радою геолого-екологічного факультету.
Протокол № 9
від 29.05.2020 р.

ЗМІСТ

	стор.
ПЕРЕДМОВА.....	4
1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ МІНЕРАЛОГІЇ.....	5
2. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МІНЕРАЛІВ.....	6
ЛІТЕРАТУРА.....	16

ПЕРЕДМОВА

На лабораторному занятті №3 навчального курсу «Загальна геологія» студенти знайомляться з основними поняттями мінералогії, вивчають фізичні властивості мінералів.

Кожен мінерал характеризується певним хімічним складом і властивою для нього будовою кристалічної ґратки. Ці два чинники визначають фізичні властивості мінералів (твердість, спайність, блиск, колір та ін.). При ідентифікації мінералів їх фізичні властивості використовуються як діагностичні ознаки.

Мінерали з певними фізичними властивостями мають різне практичне застосування. Наприклад, мінерали високої твердості (алмаз, корунд) використовують у якості абразивних матеріалів, мінерали низької твердості (графіт, тальк) – як компонент мастильних матеріалів. З мінералів яскравого забарвлення виготовляють фарбники. Присутність у рудах мінералів з високою питомою магнітною сприйнятливістю (магнетит, піротин, ільменіт) використовується при пошуку і розвідці корисних копалин.

Вивчення оптичних, механічних, магнітних, електричних, термічних та інших властивостей мінералів сприяє підвищенню ефективності видобутку корисних копалин, їх збагачення, металургійної та іншої переробки.

У процесі роботи студенти користуються конспектами лекцій, методичними вказівками, демонстраційними плакатами, колекцією моделей кристалів, моделями кристалічних ґраток, зразками природних мінеральних індивідів та агрегатів.

Задача студентів при виконанні лабораторної роботи №3 полягає в ознайомленні з основними фізичними властивостями мінералів, а також у самостійному описі їх контрольних зразків.

1. Основні поняття мінералогії

Мінералогія – наука про мінерали, їх склад, будову, властивості, умови утворення і зміни. Зародилася ця наука в процесі практичної діяльності людини. Про тісний зв'язок мінералогії і практики свідчить походження назви науки від латинського слова «*minera*», що в перекладі означає «руда», «копальня», «рудна жила».

Мінерали – природні або штучні утворення, які мають певний хімічний склад, властиву для них будову кристалічної ґратки, характерні фізичні властивості.

Мінерал – це віртуальне, узагальнююче поняття. В конкретній роботі дослідники і промисловці мають справу з мінеральними індивідами і мінеральними агрегатами.

Мінеральний індивід – це кожний окремий кристал, який має кристалографічно досконалу або недосконалу форму. З хімічної точки зору, мінеральний індивід є однорідним тілом, для всього об'єму якого характерний однаковий хімічний склад, кристалічна будова і фізичні властивості.

Мінеральний агрегат – це сукупність мінеральних індивідів, які утворилися завдяки прояву одного або декількох геологічних процесів.

Мінеральний вид – сукупність всіх мінеральних індивідів, які характеризуються аналогічним хімічним складом, будовою кристалічної ґратки і фізичними властивостями. Для багатьох мінеральних видів відомі два або більше **мінеральних різновидів**. Вони відрізняються від основної сукупності індивідів відповідного мінерального виду за особливостями хімічного складу, будови кристалічної ґратки, форми кристалів, фізичних властивостей.

Для переважної більшості мінералів властива закономірна внутрішня будова, яка реалізується у вигляді кристалічної ґратки. Незначна за кількістю

група мінералів відноситься до аморфних – характеризується незакономірною внутрішньою будовою.

Геологи, гірники, збагачувальники, металурги, будівельники мають справу, переважно, з природними мінералами. Але існують *штучні мінерали*, які утворюються супутньо на підприємствах металургійної, хімічної, будівельної та інших галузей промисловості. Деякі з штучних мінералів синтезуються в наукових лабораторіях і на виробництві у зв'язку з дефіцитом мінералів з цінними властивостями (штучний алмаз, корунд, кварц).

Мінерали дуже поширені в природі. Всі гірські породи і корисні копалини земної кори складаються з мінералів. Відомі понад 3000 мінеральних видів, з урахуванням різновидів їх кількість перевищує 10000. Найбільш поширених мінералів (породоутворювальних, рудоутворювальних) – близько 450 видів, інші відносяться до рідкісних.

Мінерали мають велике практичне значення. На використанні мінеральної сировини базується понад 70% загального промислового виробництва. Видобуток і переробка мінеральної сировини є метою практично всіх гірничодобувних і збагачувальних підприємств. Понад 90% вихідної сировини металургійного виробництва складають мінерали. Вони є основою будівельних матеріалів, широко використовуються в медицині, хімічній, харчовій та інших галузях народного господарства.

2. Фізичні властивості мінералів

Фізичні властивості мінералів обумовлені впливом двох чинників – їх хімічного складу і будови кристалічної ґратки. Для потреб діагностики мінералів, використання їх властивостей при видобутку, збагаченні та металургійній переробці руд, фізичні властивості мінералів можна поділити на 1) оптичні; 2) механічні; 3) електромагнітні.

З оптичних властивостей, зазвичай, розпочинається діагностика мінералів. Світловий промінь, який падає на поверхню мінералу, частково відбивається від неї, частково поглинається кристалічною ґраткою мінералу. Для прозорих мінералів спостерігається також проходження світлового променя крізь мінерал. При цьому відбувається заломлення променя. Явища взаємодії променя з кристалічною ґраткою мінералу називаються світловідбиттям, світлопоглинанням, світлозаломленням. З ними пов'язані блиск, колір мінералу і його риси та інші оптичні властивості.

Світловідбиття – результат віддзеркалення частини світлового променя від поверхні мінералу. Властивість мінералу відображати частину падаючого на нього світла називається відбивною здатністю.

Одним з проявів світловідбиття мінералів є **блиск**.

Інтенсивність блиску прямо пов'язана з коефіцієнтом відбиття мінералів. Виділяють такі різновиди блиску (в порядку зменшення його інтенсивності): металевий, металовидний (напівметалевий) алмазний, скляний, жирний, смолистий, восковий, матовий. За деякими особливостями будови агрегатів мінералів, оптичних ефектів, які супроводжують блиск, виділяють також шовковистий, перламутровий та інші різновиди блиску.

Світлозаломлення проявляється зміною напрямку світлового променя при його проходженні через поверхню контакту мінералу і вміщуючого середовища (повітря, вода та ін.) внаслідок зміни швидкості поширення оптичних коливань. Явище світлозаломлення вивчають за допомогою поляризаційного мікроскопу.

Світлопоглинання. За величиною показника поглинання світла всі мінерали можуть бути розділені на прозорі, напівпрозорі і непрозорі. Багато мінералів, які здаються непрозорими у крупних зразках, виявляються прозорими у тонких сколах або зрізах.

Колір мінералів – найважливіша їх діагностична властивість. Причина виникнення кольору – неповне поглинання кристалічною ґраткою мінералу оптичного спектру світлового променя. Хвилі певної довжини поглинаються

граткою. Око людини сприймає лише промені, відбиті поверхнею мінералу або (у випадку прозорих мінералів) такі, що пройшли крізь нього.

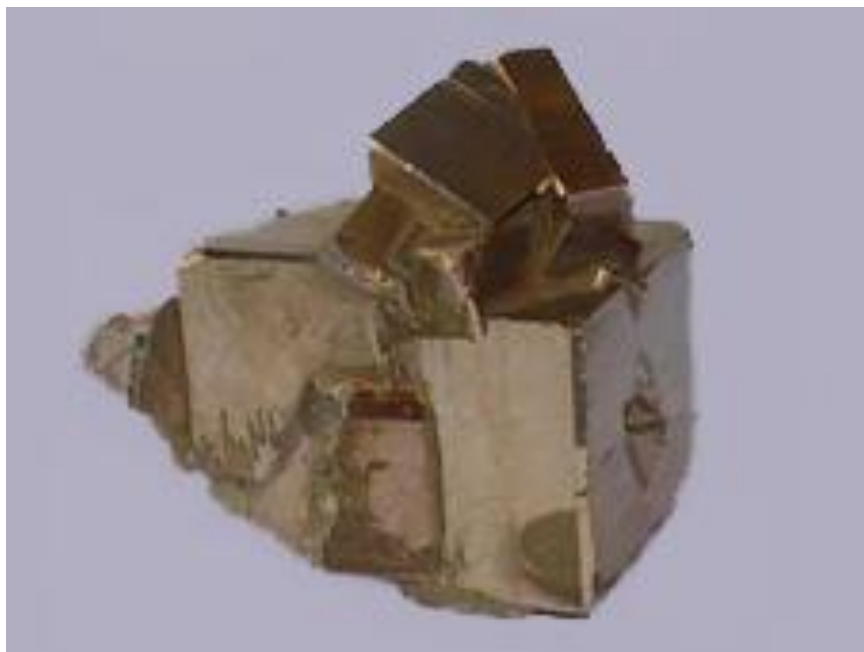


Рис. 1. Друза кристалів піриту солом'яно-жовтого кольору.



Рис. 2. Безбарвний прозорий кристал топазу.



Рис. 3. Яскраво-зелені дендрити кристалів самородної міді.

В.М.Севергін у 1824 р. виділив три види забарвлення мінералів: 1) власне забарвлення; 2) забарвлення, яке залежить від сторонніх домішок; 3) випадкове забарвлення. В 1936 р. ці види забарвлення були названі О.Є.Ферсманом, відповідно: ідіохроматичним, алохроматичним і псевдохроматичним.

Ідіохроматичне забарвлення (грецькою „ідіос” – “власний”, „хромос” – колір) мінералів, обумовлене наявністю в складі мінералів хромофорів (фарбників), якими можуть бути минералоутворювальні іони (атоми) або хімічні домішки. Ідіохроматичне забарвлення є специфічним для того або іншого мінералу використовується як його діагностична ознака (рис. 1-3).

Для частини мінералів властива **поліхромність** (грецькою “полі” – “багато”, “хромос” – “колір”) – багатоколірність, яка спостерігається в одному кристалі. Прикладом є кристали топазу, турмаліну, флюориту (рис. 4, 5). При різному забарвленні одного мінералу чітко розрізняються межі кожної кольорової зони.



Рис. 4. Поліхромний кристал турмаліну.



Рис. 5. Поліхромний смугастий агрегат флюориту.

Алохроматичне забарвлення (“алос” – з грецької – “сторонній”) залежить від присутності в індивідах і агрегатах мінералу сторонніх

механічних кольорових домішок, газово-рідинних бульбашок тощо. Це забарвлення безпосередньо не пов'язане з хімічним складом мінералу, тому мінливе і непостійне. Прикладами можуть бути празем – зеленуватий кварц з включенням голочок актиноліту або хлориту (рис. 6); авантюрин – бурий до червоного кварц з мерехтливим золотим відливом, обумовленим наявністю найдрібніших частинок гетиту, гематиту, мусковіту (рис. 7).



Рис. 6. Смугасті агрегати празему.



Рис. 7. Декоративний витвір з авантюрину.

Псевдохроматичне забарвлення (“псевдос” – з грецької – “помилковий, оманливий”) обумовлене виникненням кольорових ефектів, безпосередньо не пов’язаних із взаємодією світлового променя з кристалічною ґраткою мінералів. Таке забарвлення утворюється, наприклад, внаслідок розсіяння білого світла, а також інтерференцій світлових хвиль у зовнішніх шарах мінералу, внаслідок формування кольорових продуктів вивітрювання на поверхні мінералів тощо.

Прикладом псевдохроматичного забарвлення є **побіжальість** (веселкове забарвлення поверхневого шару мінералу). Наприклад, поверхня жовтого мінералу халькопіриту в процесі вивітрювання вкривається плівками рожевого (борніт), синього (ковелін) кольорів (рис. 8, 9).

До псевдохроматичних видів забарвлення також належить **іризація** – яскравий світловий відлив на гранях і площинах спайності мінералів, пов’язаний, імовірно, з присутністю субмікроскопічних орієнтованих включень. Іризація особливо характерна для польових шпатів (місячний, сонячний камені, лабрадор).

Колір визначає практичну цінність низки мінералів (наприклад, самоцвітів).

Колір риски. Колір риски відповідає кольору тонкоподрібненого мінералу. Визначається нанесенням смужки на неглазурованій фарфоровій пластинці. В порівнянні з кольором мінералів колір їх рисок є більш стабільною характеристикою, тому більш надійною діагностичною ознакою. Для мінералів з металевим блиском найчастіше спостерігається риска різних відтінків чорного кольору, для мінералів з неметалевим блиском характерна біла або кольорова риска.

Важливими для діагностики і використання мінералів є їх **механічні властивості** (щільність, твердість, спайність, крихкість, ковкість та ін.). Значення цих показників залежать від хімічного складу і будови кристалічної ґратки мінералів.



Рис. 8. Синя побіжалість (плівка ковеліну) на поверхні рожевого мінералу борніту.



Рис. 9. Рожева (плівки борніту) і блакитна (плівки ковеліну) побіжалість на жовтих кристалах халькопіриту.

Щільність є мірою кількості речовини мінералу і визначається як відношення маси зразку мінералу до маси рівного об'єму води. Залежність щільності від хімічного складу мінералів видно з порівняння карбонатів: щільність сидериту (карбонат заліза) становить 4000 кг/м^3 , кальциту (карбонат кальцію) – 2700 кг/м^3 . Про залежність щільності від будови

кристалічної ґратки мінералів свідчить порівняння графіту і алмазу. Вони мають однаковий хімічний склад – С. Щільність графіту, для якого властива більш рихла будова ґратки, становить 2200 кг/м³. Цей же показник алмазу, в ґратці якого атоми вуглецю упаковані більш компактно, – 3500 кг/м³. На щільність впливають також валентність іонів, які складають його кристалічну ґратку, розмір іонних радіусів та інші чинники.

Градація щільності:

- 1) дуже низька – менше 1000 кг/м³;
- 2) низька – від 1000 до 4000 кг/м³;
- 3) середня – від 4000 до 7000 кг/м³;
- 4) висока – від 7000 до 10000 кг/м³;
- 5) дуже висока – більше 10000 кг/м³.

Максимальна щільність самородних мінералів групи платиноїдів перевищує 20000 кг/м³.

Твердість характеризує ступінь опору мінералу зовнішнім механічним діям. Для визначення твердості в польовій мінералогії використовують мінерали стандартної шкали, запропонованої німецьким мінералогом Фр.Моосом. До неї входять 10 мінералів.

Шкала твердості за Моосом

Тальк – 1;	Ортоклаз (польовий шпат) – 6;
Гіпс – 2;	Кварц – 7;
Кальцит – 3;	Топаз – 8;
Флюорит – 4;	Корунд – 9;
Апатит – 5;	Алмаз – 10.

Кожен наступний мінерал шкали гострим кінцем наносить подряпину на поверхні попереднього.

Крихкість і ковкість. Під крихкістю мінералів, зазвичай, розуміють його властивість кришитись при нанесенні подряпини на його поверхні. Мінерали, які дають ризику з порошком по краях, є крихкими. Про ковкість мінералів свідчить гладкий блискучий слід на неглазурованій пластинці.

Ковкі мінерали при ударі по них молотком на ковадлі можуть бути розплющені в тонкі пластинки.

Спайність – здатність мінералу під впливом механічних дій розколюватись або розщеплюватись, утворюючи гладкі поверхні. Спайність визначають за наступною шкалою: 1) дуже досконала; 2) досконала; 3) середня; 4) недосконала; 5) дуже недосконала.

У випадку відсутності спайності іноді на поверхні виколоч спостерігаються поверхні **зламу**. Виділяють такі його види: ступінчастий, нерівний, мушлевидний, рівний, гачкуватий та ін.

Магнітні властивості мінералів є проявом їх здатності утворювати власне магнітне поле, існування якого встановлюється за взаємодією зі стрілкою компасу. Ця властивість характерна для небагатьох мінералів. Найбільш сильна магнітність характерна для магнетиту (FeFe_2O_4), меншою мірою – для піротину ($\text{Fe}_{1-x}\text{S}_x$).

Реакція з кислотами. В польовій геології для визначення здатності мінералів реагувати з кислотами використовують розбавлений (10%) розчин соляної кислоти – HCl . Найбільш активно реагують з соляною кислотою карбонати (наприклад, кальцит, малахіт, азурит): в процесі реакції спостерігається бурхливе виділення вуглекислого газу. Деякі мінерали реагують лише з концентрованими або підігрітими кислотами (наприклад, магнезит). Деякі мінерали розчиняються лише у дуже сильних кислотах (наприклад, золото, яке розчиняється лише у царській горілці – суміші соляної і азотної кислоти у співвідношенні 1:1).

Література

1. Лазаренко Е.К. Минералогия // Москва: Высшая школа, 1971.– 608 с.
2. Миловский А.В. Минералогия и петрография // Москва: Недра, 1990.– 348 с.
3. Павлишин В.І., Матковський О.І., Довгий С.О. Генезис мінералів: Підручник // Київ: ВЦ “Київський університет”, 2003.– 672 с.
4. Павлишин В.І., Довгий С.О. Мінералогія: Підручник // Київ: КНТ, 2008.– 536 с.
5. Довгий С.О., Павлишин В.І. Екологічна мінералогія України // Київ: Наукова думка, 2003.– 152 с.
6. Шнюков Е.Ф. Минералы и мир // Киев: Нац. акад. наук Украины. Отд. морской геологии и осадочного рудообразования, 2008.– 521 с.

Методичні вказівки

до виконання лабораторної роботи №3
**«Загальні поняття про мінерали і мінералогію.
Фізичні властивості мінералів»**
з дисципліни

«Загальна геологія»

для студентів спеціальності 103 «Науки про Землю»
очної форми навчання

Укладач:

Євтехова Ганна Валеріївна

Реєстраційний № 384

Підписано до друку 14.07.2020 р.

Формат А4

Обсяг 17 стор.

Видавничий центр КНУ, вул. В. Матусевича, 11,
м. Кривий Ріг