

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи
«ВИЗНАЧЕННЯ МІНЕРАЛІВ»
з дисципліни
«ГЕОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГІЇ»

Одеса – 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи
«ВИЗНАЧЕННЯ МІНЕРАЛІВ»
з дисципліни
«ГЕОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГІЇ»

для студентів I курсу природоохоронного факультету
Напрямок: екологія, охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування

«Затверджено»
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
Протокол № _____ від _____ 2010 р.

Геологія з основами геоморфології. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Визначення мінералів». /Селезньова Л.В., Балан Г.К., Захарова М.В./ – Одеса, ОДЕКУ, 2010. – 33 с.

Методичні вказівки призначені для студентів I курсу денної форми навчання за напрямом «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
1 ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ МІНЕРАЛІВ	5
1.1 Фізичні ознаки.....	5
1.2 Хімічні ознаки	11
2 МЕТОДИКА КОРИСТУВАННЯ ВИЗНАЧНИКОМ.....	15
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	31
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	32

ПЕРЕДМОВА

Ця методична розробка призначена для студентів I курсу, що навчаються за напрямом «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Її мета полягає у знайомстві студентів з фізичними властивостями мінералів, класами мінералів та основними навичками макроскопічної діагностики мінералів за допомогою визначника породоутворюючих мінералів.

У навчальній літературі з мінералогії існує велика кількість вказівок до макро- та мікроскопічного визначення мінералів. Однак користування цими вказівками для студентів негеологічного профілю є незручним, оскільки потребує більш глибоких спеціалізованих знань з мінералогії. Тому в цій роботі пропонується спрощений визначник мінералів, в який включені головні породоутворюючі мінерали.

Лабораторна робота включає декілька етапів:

- ознайомлення з фізичними властивостями та хімічним складом мінералів;
- робота студентів по визначенню мінералів на лабораторному занятті;
- відповіді на контрольні питання при захисті матеріалів лабораторної роботи.

Оцінювання роботи здійснюється за двома останніми показниками за п'ятибальною системою (максимальний показник по роботі в цілому становить 10 балів).

1 ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ МІНЕРАЛІВ

1.1 Фізичні ознаки

Мінералами називаються природні хімічні сполуки або окремі хімічні елементи, які утворилися в результаті фізико-хімічних процесів, що відбуваються в земній корі та на її поверхні. Більшість мінералів знаходяться у кристалічному стані, тобто утворюють кристали, і лише незначна їх кількість – в аморфному (від грец. «аморфос» – безформений). **Кристали**, як багатогранні геометричні тіла, бувають самих різноманітних форм, від звичайних правильних кубів до дванадцятигранників. За ступенем складності будови кристали поділяються на шість груп, або систем, які називаються **сингоніями**. Розрізняють наступні сингонії: кубічну, тетрагональну, гексагональну (яка може бути поділена на гексагональну та тригональну підсингонії), ромбічну, моноклінну і триклінну.

Форма кристалів залежить від закономірності розташування в просторі елементарних часток – атомів, іонів, молекул. Упорядковане розташування останніх у просторі утворює **структуру кристалів**, або їх **кристалічну (просторову) ґратку**. Характер будови кристалічної ґратки залежить від фізико-хімічних і термодинамічних умов формування мінералу. В різних умовах з однієї і тієї ж речовини можуть утворюватися різні за формою кристали. Так, наприклад, графіт і алмаз, які складаються з одного й того ж хімічного елемента – вуглецю. Проте, графіт є одним з м'яких мінералів і утворює таблитчасті кристали гексагональної сингонії, а алмаз належить до кубічної сингонії і є найтвердішим мінералом земної кори. Така різниця фізичних властивостей двох мінералів однакового хімічного складу, спричинена, насамперед, різною будовою кристалічної ґратки, тобто різним розташуванням у просторі атомів одного й того ж хімічного елемента, в даному випадку вуглецю.

Причиною такого явища, коли з речовини однакового хімічного складу утворюються різні за будовою кристалічної ґратки, формою кристалів і фізичними властивостями мінерали, є відмінність фізико-хімічних умов їх формування, а саме явище називається **поліморфізмом** (від грец. «поліморфоз» – багатоформний).

В кристалічних ґратках кристалів розташування елементарних часток і характер зв'язку між ними в паралельних напрямках однакові, а в непаралельних різні, що і обумовлює різні їх фізичні властивості (теплопровідність, електропровідність, твердість тощо) в цих напрямках.

Таке явище називається **анізотропією** кристалічної речовини. В аморфних твердих тілах, які характеризуються безладним неупорядкованим розташуванням елементарних часток, усі фізичні

властивості в усіх напрямках однакові. Такі аморфні мінерали називають **ізотропними**.

В природі мінерали можуть зустрічатися у вигляді окремих кристалів, їх закономірних зростків (двійників) або утворювати скупчення мінеральних зерен, які називаються **мінеральними агрегатами**.

Окремі ізольовані кристали та їх двійники утворюються в сприятливих для росту умовах. Форма та розміри кристалів можуть бути найрізноманітнішими і відображають, як склад і внутрішню будову самого мінералу, так і умови його утворення.

Мінеральні агрегати утворюють друзи, секреції, мигдалини, жєоди, конкреції, ооліти, сталактити та сталагміти. **Друзи** – це скупчення кристалів, які приросли до стінки печери або тріщини. **Секреції** утворюються в результаті поступового заповнення закритих порожнин мінеральною речовиною, яка відкладається на їх стінках. Вони характеризуються концентричною будовою, яка відображає стадійність їх формування. Великі секреції називаються **жеодами**, а дрібні, розміром до 1,0-1,5 см, що утворилися при застиганні лави під водою – **мигдалинами**.

Конкреції – це тіла відносно правильної сферичної форми, які утворюються в результаті концентрації мінеральної речовини навколо будь-якого центру кристалізації і характеризуються концентричною або радіально-променевою будовою. Дрібні сферичні утворення концентричної будови називаються **оолітами**. Вони утворюються в результаті кристалізації мінеральної речовини в рухомому водному середовищі.

У результаті просочування підземних вод збагачених мінеральними речовинами, на поверхні порожнин, здебільшого печер, також відбувається кристалізація речовини у вигляді різноманітних натічних утворень, серед яких найбільш поширеними є сталактити та сталагміти. **Сталактити** – це бурулькоподібні тіла, які звисають зі склепінь печер, а **сталагміти** – ростуть догори з дна печер назустріч сталактитам.

У природі найпоширенішими є мінеральні агрегати кристалічної, аморфної або прихованокристалічної будови, які складають товщі порід. Вони утворюються при майже одночасному випаданню з розчинів або розплавів численних мінеральних часточок (зерен). У кристалічних агрегатах мінерали знаходяться в кристалічному стані, але їх зерна мають неправильну форму. В залежності від умов кристалізації розмір зерен змінюється від великих, при повільній кристалізації, до тонкозернистих, коли процес кристалізації відбувається дуже швидко. В жилах кристалічні агрегати здебільшого характеризуються масивною будовою, і окремі зерна, практично, не розрізняються.

Аморфні мінеральні агрегати – це однорідні щільні або землісті маси з характерним матовим, восковим або слабким жирним блиском. Зовні на них дуже схожі прихованокристалічні агрегати і розрізнити їх

можна тільки мікроскопічно. Це колоїдні системи, які складаються з тонкодисперсних кристалічних часток.

У природі трапляються також мінеральні утворення, які складають не характерні для них форми. Це так звані *псевдоморфози* (від грец. «псевдо» – обманливий). Вони утворюються при хімічних змінах, або при заміщенні раніше існуючих мінералів новими, а також при заповненні порожнин, що утворилися в результаті вилуговування будь-яких мінеральних або органічних включень.

Внутрішня будова мінералів і хімічний склад зумовлюють їх фізичні властивості, які лежать в основі всіх мінералогічних методів досліджень і є першочерговими ознаками при діагностиці (визначенні) мінералів. Взагалі фізичні властивості мінералів можна розділити на три групи: **морфологічні**, що характеризують геометричну форму кристалів і, як зазначалось вище, серед яких розрізняють шість сингоній – кубічну, тетрагональну, гексагональну, ромбічну, моноклінну і триклінну; **оптичні**, що включають колір мінералу, забарвлення його порошку, прозорість мінералу та блиск; і **механічні**, до яких належать злам, спайність, і твердість мінералу.

За цими властивостями проводиться макроскопічне визначення мінералів і найбільш об'єктивною діагностикою є коли вона проводиться шляхом визначення всіх властивостей.

Колір мінералів залежить від їх хімічного складу, як основного, так і домішок, структури, механічних домішок, а також внутрішньої неоднорідності. В зв'язку з цим один і той же мінерал може мати різне забарвлення, а різні мінерали – однаковий колір. Колір мінералу також може змінюватись завдяки інтерференції світла на поверхні кристалів. Таке явище називається **іризацією** і проявляється у вигляді різнокольорових плям на гранях мінералу.

Для непрозорих і густозабарвлених напівпрозорих мінералів важливою діагностичною ознакою є **колір порошку** мінералу. Він може бути таким самим як і колір мінералу, а може і відрізнитися. Для визначення кольору порошку застосовують фарфорову пластинку, яка називається бісквіт. При проведенні такою пластинкою по шорсткуватій поверхні мінералу на ній залишається риска, колір якої відповідає кольору порошку.

Прозорість, яка характеризується властивістю мінералу пропускати промені світла, залежить від будови та однорідності мінеральних скупчень. За цією ознакою мінерали поділяються на прозорі, що пропускають світло як звичайне скло; непрозорі, які не пропускають світла; напівпрозорі або такі що просвічують подібно до матового скла; такі, що просвічують лише в тонкій пластинці.

Блиск залежить від показника заломлення променів світла в мінералі та від здатності їх відбивати. Розрізняють мінерали з металевим блиском,

до яких належать здебільшого непрозорі мінерали з темнозбарвленою рисою; блиск металоїдний або напівметалевий, який нагадує блиск потемнілого металу; алмазний, скляний, жирний, перламутровий, шовковистий, восковий та матовий блиски.

Злам визначається характером поверхні, по якій розколюється мінерал. Вона може нагадувати поверхню ребристої черепашки, тоді говорять про раковинний злам; може бути нерівною – нерівний злам; може нагадувати скалки – скалкуватий або голчастий злам. Для дрібнозернистих агрегатів здебільшого характерний землистий злам.

Спайність – це властивість кристалічних мінералів розколюватися по рівних поверхнях, що називаються площинами спайності, які відповідають напрямкам найменшого зчеплення часток у кристалічній структурі мінералу. В залежності від того наскільки легко відбувається розщеплення мінералу виділяють такі ступені спайності – дуже досконала, коли мінерал легко розщеплюється на тонкі пластинки; досконала, якщо розщеплення мінералу на тонкі пластинки відбувається під дією певної сили, наприклад удару; середня, коли при ударі мінерал розколюється як по площинах так і нерівному зламу; недосконала, якщо на фоні нерівного зламу рідко спостерігаються розколи по площинах; дуже недосконала, коли завжди утворюється нерівний або раковинний злам. Спайність може бути вираженою в одному, двох, трьох і, рідко, чотирьох напрямках.

Твердість – це властивість мінералу протистояти зовнішній механічній дії. Здебільшого при діагностиці мінералів визначається відносна твердість мінералу шляхом застосування еталонної шкали твердості, яка одержала назву шкали Мооса. Така «шкала твердості» включає десять мінералів, розташованих в порядку збільшення їх твердості (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Шкала твердості

Мінерал	Твердість
Тальк	1
Гіпс	2
Кальцит	3
Флюорит	4
Апатит	5
Ортоклаз	6
Кварц	7
Топаз	8
Корунд	9
Алмаз	10

Для визначення твердості мінералів можна також використовувати

підручні предмети, твердість яких близька до твердості мінералів-еталонів. Так, твердість 1 має грифель м'якого олівця; 2-2,5 – ніготь, 4 – металевий цвях, 5 – скло, 5,5-6 – сталевий ніж, або голка.

Щільність (питома вага) – завжди відбиває хімічний склад і структуру мінералу. Її визначають приблизно, «зважуючи» мінерал на долоні. Зазвичай виділяють три вагові категорії: легкі (до 3 г/см³), середні (3-4 г/см³) і важкі (більше 4 г/см³) мінерали. При питомій вазі більше 10 г/см говорять про дуже важкі мінерали. До них належать самородні золото, срібло, платина, ртуть. Найважчий мінерал, відомий на Землі – осмистий іридій, що має щільність 23 г/см³. Велика частка мінералів, що складають земну кору – це легкі і середні мінерали.

Ознаки, властиві конкретним мінералам або окремим мінеральним групам, прийнято відносити до **додаткових**. Дуже часто лише одна будь-яка індивідуальна властивість дозволяє однозначно діагностувати мінерал (*галіт* – солоний, *арсенопірит* – при ударі видає запах часнику, *сірка* – легко спалахує від сірника, горить синім полум'ям, видаючи задушливий запах сірчастого газу, який виділяється при горінні). Додаткові властивості дуже різноманітні, тому тут наводяться лише деякі з них, що допомагають візуальній діагностиці.

Магнітність властива мінералам, що містять залізо, кобальт і нікель. Ступінь магнітності мінералу може бути різним. Значні маси сильно магнітних мінералів (магнітного залізняка) притягують стрілку компаса, сильний магніт. Але щоб зафіксувати слабкіші прояви магнітних властивостей, необхідно до порошкового препарату (який одержують, подрібнюючи мінерал або породу, що містить його, ударом молотка) доторкнутися намагніченим лезом складаного ножа або магнітною підковою. Цим способом можна витягувати магнітні мінерали з суміші.

Електричні властивості низки мінералів легко збуджуються, якщо їх натерти шерстю або шкірою. Наелектризовані таким чином, вони притягують маленькі шматочки паперу (сірка, янтар). Кварц, турмалін електризуються при нагріванні, причому один кінець кристала заряджається позитивно, інший – негативно. При охолодженні знаки міняються.

Люмінесценція – властивість мінералів світитися під впливом зовнішніх агентів: при нагріванні, дряпанні, розламуванні, освітленні та ін. Розрізняють наступні види свічення.

- Флюоресценція (або власне люмінесценція) є свічення в момент дії. Колір свічення одного і того ж мінералу може мінятися і по забарвленню, і по силі свічення, що залежить від багатьох причин. Наприклад, алмаз в катодних променях світиться яскравим блакитним, інколи – червоним.

- Фосфоресценція – свічення після дії. Деякі різниці світяться в темряві, якщо цьому передувало опромінювання сонячним світлом. Так

само поводитьися флюорит. Після нагрівання світиться апатит, флюорит, барит та ін.

- Термолюмінесценція – свічення при нагріванні. Деякі різниці забарвлених флюоритів починають світитися вже при 60°C, але при достатньо високих температурах свічення зникає.

- Триболюмінесценція – свічення при механічній дії (дряпанні, розламуванні), її виявляють сфалерит, мусковіт та ін.

Горючість і запах. Самородна сірка, низка сірчистих мінералів, каустобіоліти спалахують, видаючи характерні запахи. Запахи можуть відчуватися при вибиванні іскор, розбиванні і стиранні: кремій, миш'яковисті мінерали, сірка, флюорит та ін. При змочуванні водою каолін видає «запах печі». Багато каустобіолітів пахнуть самі по собі (асфальт, озокерит, нафта).

Запахи низки мінералів є наслідком захоплення пахучих речовин при формуванні, тобто запах може бути генетичною ознакою, що відбиває особливі умови формування мінералу (пахучі вапняки, халцедони, флюорити, кварци).

Смак відчувається тільки в розчинних у воді мінералів. Наприклад: галіт – солоний, сильвін – гіркувато-солоний, епсоміт – гіркий, галун – кислі, терпкі.

Гігроскопічність – це здатність зволожуватися, поглинаючи вологу з повітря. При цьому легкорозчинні мінерали розпливаються (галіт, карналіт), нерозчинні липнуть до язика, вологих губ (каолін, кремнезем у вигляді опоки, трепелу, гейзериту).

Пружність – здатність змінювати форму завдяки зовнішньому впливу, але набувати її після усунення навантаження (слюда).

Крихкість – здатність кришитися під тиском. Наприклад, бляклі руди кришаться при різанні ножом.

Ковкість – придбання пластичності при розігріванні в результаті механічної дії. Ковких мінералів небагато. Це перш за все самородне золото, платина, срібло.

Реакція з соляною кислотою. Мінерали класу карбонатів легко розпізнаються по взаємодії з 10% кислотою. Кальцит (і арагоніт) бурхливо скипають в краплі холодної кислоти. Доломіт скипає в кислоті тільки в порошок.

Двопроменепреломлювання – це властивість, обумовлена асиметрією кристала, краще за все виражена у ісландського шпату (прозорого кальциту). Зображення, що розглядується через кристал, двоїться.

Радіоактивність – явище, відкрите в 1886 р. А. Бекерелем, пояснює безперервне перетворення атомів, що супроводжується великою витратою енергії. Кінцеві продукти перетворень – стійкі ізотопи свинцю. Радіоактивність встановлюється по іонізації повітря за допомогою

лічильників Гейера-Мюллера, що є основою радіометрів. Мінерали, що містять уран – такі, як уранова слюдка, уранова смолка – впливають на фотоплівку. При підозрі на наявність мінералів, що містять уран, зразок кладуть в темний ящик на емульсійний шар плівки. Через деякий час плівку проявляють. Світлі ділянки відповідатимуть місцю розташування уранових мінералів.

Таким чином, діагностування мінералів вимагає роботи різних органів чуття. Проте провідна роль в цьому, поза сумнівом, відводиться зору і зоровій пам'яті, розвиток якої вимагає практичного досвіду.

1.2 Хімічні ознаки

Сьогодні відомі понад 2500 природних мінералів, але тільки близько 50 з них є найпоширенішими і утворюють практично всі гірські породи земної кори. Такі мінерали називаються *породоутворюючими*. Інші мінерали в гірських породах зустрічаються у незначних кількостях і їх називають *акцесорними* мінералами (від латин. «акцессоріус» – додатковий).

Сучасна **класифікація мінералів** базується на їх хімічному складі, кристалічній структурі та генезисі, тобто походженні. До найпоширеніших породоутворюючих мінералів належать мінерали наступних класів: самородних елементів, сульфідів, галоїдних сполук, оксидів та гідроксидів, карбонатів, сульфатів, фосфатів і силікатів.

Клас *самородних елементів* об'єднує близько 45 мінералів, складених з одного хімічного елементу. Це такі мінерали як *самородне золото* Au, *срібло* Ag, *мідь* Cu, *платина* Pt, *графіт* C, *алмаз* C, *сірка* S та інші. Вони складають не більше 0,1 вагового % земної кори, а найпоширенішими серед них є графіт та сірка.

Клас *сульфідів* об'єднує мінерали, які є сполуками різних елементів з сіркою. Вони, як самородні елементи, займають підпорядковане положення в будові земної кори, але включають низку важливих рудоутворюючих мінералів. Найбільш поширеними серед них є: *пірит* (сірчаний колчедан) FeS_2 , *халькопірит* (мідний колчедан) $CuFeS_2$, *галеніт* (свинцевий блиск) PbS , *сфалерит* (цинкова обманка) ZnS , *молібденіт* (молібденовий блиск) MoS_2 і *кіновар* (з арабської «кров дракона») HgS та інші.

До класу *галоїдних сполук* належать мінерали, які є солями фтористо-, бромисто-, хлористо- та йодистоводневих кислот. Найпоширенішими серед них є хлористі і фтористі сполуки, такі як *галіт* (кухонна сіль) $NaCl$, *сілвін* KCl , *карналіт* $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ і *флюорит* (плавиковий шпат) CaF_2 .

Клас *оксидів і гідроксидів* об'єднує мінерали, представлені

сполуками різних елементів з киснем (оксиди) і з киснем та гідроксильною групою OH (гідроксиди). Мінерали цього класу поділяються на дві групи: оксиди та гідроксиди кремнію (група кварцу) і оксиди та гідроксиди металів. Найпоширенішим серед мінералів даного класу є *кварц* SiO_2 . Він складає близько 12 вагових % земної кори і входить до складу майже всіх генетичних типів гірських порід. Гідроксид кремнію представлений мінералом, який називається *опал* ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Найпоширенішими і основними рудоутворюючими мінералами оксидів і гідроксидів металів є *магнетит* (магнітний залізняк) FeFe_2O_4 , *гематит* (залізний блиск, або червоний залізняк) Fe_2O_3 , *корунд* Al_2O_3 , *хроміт* (хромітовий залізняк) FeCr_2O_4 , *уранініт* (чорний діоксид урану) UO_2 , *лімоніт* (бурий залізняк) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, який являє собою мінеральний агрегат близьких за складом мінералів гетиту FeOOH та гідрогетиту $\text{FeOOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, *гібсит* $\text{Al}(\text{OH})_3$, *діаспор* $\text{AlO}(\text{OH})$ та інші.

Найпоширенішими в земній корі мінералами класу **карбонатів** є *кальцит* (вапнистий шпат) CaCO_3 , прозорий різновид якого називається *ісландським шпатом*, *доломіт* $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, *сидерит* (залізний шпат) FeCO_3 і *магнезит* MgCO_3 .

Серед мінералів класу **фосфатів** найбільше практичне значення мають *апатит* $\text{Ca}_5(\text{F},\text{Cl})[\text{PO}_4]_3$ та близький до нього за хімічним складом прихованокристалічний фосфат кальцію – *фосфорит*.

Клас **сульфатів** об'єднує мінерали, які є солями сірчаної кислоти. Найпоширенішими з них є *гіпс* $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, *ангідрит*, (безводний сульфат кальцію) CaSO_4 , *мірабіліт* (глауберова сіль) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, *барит* (важкий шпат) BaSO_4 .

Найпоширенішими в земній корі є мінерали класу **силікатів**. Вони складають близько 90 вагових % кори та входять до складу гірських порід усіх типів. Це дуже складні за хімічним складом та внутрішньою будовою мінерали. В основі кристалічної ґратки всіх силікатів лежить іонна чотирьохвалентна група SiO_4 , яка утворює геометричну фігуру, що називається тетраедром (від грец. «тетра» – чотири і «гедра» – грань). Різноманітне поєднання таких тетраедрів зумовлює структуру силікатів. За характером будови внутрішньої структури всі силікати поділяються на острівні, кільцеві, ланцюжкові, стрічкові, шаруваті та каркасні.

Острівні силікати – це мінерали, структура яких представлена ізольованими тетраедрами $[\text{SiO}_4]$ з приєднаними до них іонами інших елементів. Найпоширенішим мінералом силікатів цієї групи є *олівін* $(\text{Mg},\text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$.

Кільцеві силікати вирізняються тим, що в них кремнекисневі тетраедри поєднуючись між собою утворюють кільця. Характерними їх представниками є *берил* $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ і *кордієрит* $(\text{Mg},\text{Fe}_2)\text{Al}_3[\text{Si}_5\text{AlO}_{18}]$.

Ланцюжкові силікати – це мінерали, структура яких нагадує низку безперервних ланцюжків тетраедрів. До них належить група **піроксенів**,

серед яких найпоширенішими мінералами є *гіперстен* $(\text{Mg,Fe})_2[\text{Si}_2\text{O}_6]$, *авгіт* $(\text{Ca,Na})(\text{Mg,Fe}^{2+},\text{Al,Fe}^{3+})[(\text{Si},\text{Al}_2)\text{O}_6]$ і *діопсид* $\text{CaMg}[\text{Si}_2\text{O}_6]$.

У *стрічкових силікатах* кремнекисневі тетраедри утворюють відокремлені стрічки, або смужки завдяки поєднанню ланцюжків. До них належить група *амфіболів*, характерною особливістю яких є дуже складний та мінливий хімічний склад. Найпоширенішим мінералом цієї групи *рогова обманка* $(\text{Ca,Na})_2(\text{Mg,Fe}^{2+})_4(\text{Al,Fe}^{3+})(\text{OH})_2[(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{11}]_2$.

Шаруваті, або *листові*, *силікати* об'єднують групу мінералів, структура яких зумовлена поєднанням стрічок у один безперервний шар. Серед них найважливішими породоутворюючими мінералами є *слюди*. Найпоширенішими з них є *мусковіт* $\text{KA}_2(\text{OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ – калієва безбарвна слюда та її дрібнолускувата відміна – *серіцит* з характерним шовковистим блиском, і *біотит* $\text{K}(\text{MgFe})_3(\text{OH},\text{F})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$ – чорна залізо-магнезіальна слюда. До цієї групи належать також *серпентин* $\text{Mg}_6(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$, *тальк* $\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ і *хлорити*, які належать до алюмосилікатів Mg і Fe складного мінливого складу.

До шаруватих силікатів належать також глинисті мінерали, які містять гідроксильну групу і, нерідко, кристалізаційну та адсорбовану воду. Вони утворюються, здебільшого, при вивітрюванні магматичних і метаморфічних гірських порід, до складу яких входять польові шпати та слюди. Найпоширенішими серед них є *каолініт* $\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$, *галуазит* $\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}\cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, *монтморилоніт* $(\text{Mg}_3,\text{Al}_2)[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$, *нонтроніт* або *феримонтморилоніт* $(\text{Fe},\text{Al}_2)[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$ і *бейделіт* $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$. Монтморилоніт, бейделіт, нонтроніт та їх відміни складають монтморилонітову групу, мінерали якої характерні для кори вивітрювання, а також для ґрунтів.

Гідрослюди – це, свого роду, змінені слюди, які є проміжними між слюдами та монтморилонітом. До них належать гідромусковіт і гідробіотит, які збагачені H_2O , OH , H_3O . Хімічний склад гідрослюд дуже мінливий і може бути виражений типовою формулою $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2[(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Найпоширенішим мінералом групи листових силікатів є *глауконіт* – водний алюмосилікат $(\text{K,Fe,Al})\text{K}(\text{Fe,Al,Mg})_3(\text{OH})_2[\text{Al},\text{Si}_3\text{O}_{10}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Каркасні силікати об'єднують найбільш важливу групу породоутворюючих мінералів, до яких належать *польові шпати*. В них кремнекисневі тетраедри поєднані між собою всіма чотирма вершинами, утворюючи, таким чином, своєрідний каркас.

Польові шпати є одними з найпоширеніших мінералів у земній корі, вони складають близько 50% її маси. Серед мінералів цієї групи виділяються калієво-натрієві польові шпати і вапнисто-натрієві, або плагіоклази. Серед перших найпоширенішим є *ортоклаз* $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$. Плагіоклази представлені безперервним рядом ізоморфних мінералів, крайніми членами якого є *альбіт* $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ і *анортит* $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$. Всі

проміжні мінерали цього ряду (*олігоклаз, андезин, лабрадор і бітовніт*) являють собою своєрідне поєднання в різних співвідношеннях альбітових та анортитових молекул. При цьому спостерігається зменшення вмісту в них оксиду кремнію, від альбіту, де він становить 68,8%, до анортиту – 43,28%. У зв'язку з цим плагіоклази поділяються на кислі, до яких належать альбіт і олігоклаз, середні – андезин і лабрадор, і основні – бітовніт і анортит.

До каркасних силікатів належать також і мінерали групи *фельдшпатоїдів*, які складаються з тих самих хімічних елементів, що і польові шпати, але містять менше оксиду кремнію. Найпоширенішим серед мінералів цієї групи є *нефелін* $\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$.

Геологічною практикою встановлено, що в природі, особливо в рудних родовищах, поряд утворюються декілька мінералів. Наприклад, кварц і золото на золоторудних родовищах, сфалерит, галеніт, халькопірит, руди срібла на поліметалічних родовищах, алмази і піроп (залізисто-глиноземистий гранат) на родовищах алмазів. Це дозволило встановити природні закономірності групування мінералів, які дістали назву ***мінеральних парагенезисів*** (термін «парагенезис» означає сумісне утворення та знаходження).

Мінеральний парагенезис – це два або більше мінералів які утворились у близьких умовах і так само, як декілька хімічних елементів складають мінерал, група, або парагенезис мінералів утворюють гірські породи.

2 МЕТОДИКА КОРИСТУВАННЯ ВИЗНАЧНИКОМ

Визначення мінералів зручно розпочинати з твердості як постійної величини для більшості мінералів, що не залежить від розмірів досліджуваних зразків або крупності його зерен в породі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Основні властивості мінералів, визначені за твердістю

№	Твердість	Блиск	Характерні ознаки	Порядковий номер у табл. 2.2
1	2	3	4	5
1	Мінерали з твердістю до 2 включно	<i>З металовидним блиском</i>	Бруднить руки, не гнучкий	№1
		<i>Зі скляним або шовковистим блиском</i>	Спайність дуже досконала, безбарвний, листочки за спайністю гнучкі	№20
			Зелений, слюдо подібний, листочки за спайністю гнучкі	№35
		<i>З жирним блиском</i>	Мильний на дотик	№29
		<i>Матовий, білий</i>	Землистий, з водою пластичний	№32
2	Мінерали з твердістю вище 2 до 3 включно	<i>З жирним блиском на зламі</i>	Жовтий з раковинним зламом	№2
		<i>Зі скляним або перламутровим блиском</i>	Зелений, дрібні зерна, риска зелена	№36
			Чорний, розщеплюється на тонкі листочки	№34
			Світлий, розщеплюється на тонкі листочки	№33
			Солоний на смак	№14
Скипає від розведеної соляної кислоти	№16			

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
3	Мінерали з твердістю вище 3 до 4 включно	<i>З металевим блиском</i>	Золотисто-жовтий, риска зеленувата-чорна	№5
		<i>Зі скляним, шовковистим або перламутровим блиском</i>	Зелений, плямистий	№30
			Зеленувато-білий, волокнистий	№31
			Білий, скипає в підігрітій соляній кислоті	№17
			Фіолетовий, зелений, блакитний, прозорий, кубики кристали	№15
			Білий, блакитний, досконала спайність, зернистий	№21
			Скипає від соляної кислоти в порошок	№18
Жовтувато-бурий, скипає в підігрітій соляній кислоті, яка жовтіє на поверхні	№19			
4	Мінерали з твердістю вище 4 до 5 включно	<i>З жирним або скляним блиском</i>	Жовтий і зеленуватий, прозорий	№22
		<i>З матовим землистим або жирним блиском</i>	Бурий, непрозорий, зернистий	№23

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
5	Мінерали з твердістю вище 5 до 6 включно	<i>З металевим або матовим блиском</i>	Риска чорна, магнітні властивості	№10
			Риска жовто-бура, іржаво-жовта	№13
			Риска червона, вишнево-бура	№9
		<i>З жирним або шовковистим блиском</i>	Блиск тьмяний, просвічує	№12
			Блиск жирний, масляний	№42
			Риска зеленувата або бура, спайність досконала, злам занозистий	№28
		<i>Зі скляним блиском</i>	Темно-зелений, чорний, риска сіро-зелена	№27
			Сірий, іризує в синьо-блакитних і зеленуватих тонах	№41
			Зеленувато-сірий, жовтувато-зелений, рожевий, риска світла	№38
			Жовтуватий, рожевий, м'ясо-червоний, прямокутні уламки по спайності	№37
			Білий, косокутні уламки по спайності	№39
			Сірий, темно-сірий, жовтуватий, косі кути по спайності	№40

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
6	Мінерали з твердістю вище 6 до 7 включно	<i>З металевим блиском</i>	Кубічні золотисті кристали, риска сіро-зеленувата	№3
			Променеві зростки тьмяно-золотистого кольору	№4
		<i>З жирним або скляним блиском</i>	Приховано-кристалічний, у вигляді жовен і натічних форм, слабо просвічує, інколи смугастий	№7
			Спайність відсутня, блиск жирний на зламі, скляний на гранях, злам раковинний	№6
			Темно-зелений, дрібні зерна	№24
		<i>З матовим блиском</i>	Різноманітного кольору, раковинний злам	№8
7	Мінерали з твердістю вище 7		Твердість 7,5, колір темно-червоний, багатогранники	№25
			Зелений, рожевий, чорний; стовпчасті, трьохгранні, призматичні кристали з повздовжнім штрихуванням	№26
			Твердість 9,0, кристали бочкоподібні, штрихування на площинах спайності, дрібнозернистий, темний	№11

Як видно з табл. 2.1 за твердістю всі мінерали розбиті на сім груп. У кожній з перших шести груп мінерали виділяються за блиском в невеликі підгрупи, де кожний мінерал має певний номер, проти якого вказані найбільш характерні ознаки, що відрізняють даний мінерал від його сусідів в підгрупі.

Хід визначення мінералу приблизно наступний: перш за все, визначається твердість мінералу, яка, припустимо, виявляється рівною 3. Отже, мінерал належить до другої групи за твердістю, тобто до групи мінералів з твердістю 2-3. Потім визначається блиск мінералу. Для цього необхідно знайти свіжу поверхню розколу. Припустимо, що блиск мінералу скляний. Звертаємося до підгрупи 2 (мінерали зі скляним або перламутровим блиском). У цій підгрупі (див. табл. 2.1) є п'ять номерів: №36, №34, №33, №14, №16, кожному з яких притаманна та або інша певна властивість. Наприклад, для №36 характерний зелений колір і зелена риска, для №34 – характерний чорний колір і здатність розщеплюватися на тонкі листочки, а для №33 – світлий колір і розщеплюваність на тонкі листочки, для №14 – солоність, для №16 – «скипання» з соляною кислотою.

Виявляється, що визначуваний мінерал несолоний і не розщеплюється на листочки, але від дії слабкої соляної кислоти на свіжій поверхні бурхливо «скипає». Мінерал з подібними властивостями має №16. Далі, слід перейти до табл. 2.2, де головні породоутворюючі мінерали розподілені за мінералогічними класами, і під цим номером знаходимо, що цей мінерал – кальцит. Визначивши всю решту властивостей мінералу за схемою, вказаною табл. 2.2, остаточно переконуємося в правильності нашої характеристики.

У повну характеристику мінералу за цією схемою входять: назва, хімічний склад, твердість, блиск, колір, колір риски, спайність і злам, форма кристалів, питома вага, форма знаходження в природі і специфічні діагностичні властивості.

Таблиця 2.2 – Визначник породоутворюючих мінералів

№ п/п	Клас	Мінерал	Хімічний склад	Твердість	Блиск	Колір	Колір риси	Злам і спайність	Форма кристалів	Питома вага г/м ³	Практичне значення	Діагностичні ознаки	Походження
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Самородні елементи	Графіт	C	1,0	Металевий, жирний	Сталево-сірий, до чорного	Сірувато-чорна, блищить	Дрібнозернистий, спайність дуже досконала в одному напрямку	Гексагональні пластинки та листочки	2,2	Виготовлення олівців, плавильних тиглів, електроприладів та ін.	Жирний на дотик, забруднює руки, пише на папері.	Утворюється в гірських вивержених породах, при відновних процесах в умовах високих температур. Може бути продуктом метаморфізму кам'яного вугілля.
2	Самородні елементи	Сірка	S	1,5	Жирний	Жовтий	Слабка, світло-жовта	Раковинний, землистий, спайність недосконала	Усічені тетраедри, тетрагональні кристали	2,0-2,1	Використання в гумовій, хімічній, текстильній (відбілювання тканин) промисловості, медицині, електротехніці.	М'який, жовтий та зеленувато-бурий колір. Під час тертя електризується, горючий.	Утворюється при розпаді сірчаноокислих сполук за наявності органічних речовин. Виділяється в кратерах вулканів з парів та сірководню. Може формуватися при розкладі сульфідів.
3	Сульфіди	Пірит (сірчаний колчедан)	FeS ₂	6,0-6,5	Сильний металевий	Солом'яно-жовтий, золотистий	Зеленувато-чорна	Нерівний, раковинний, спайність недосконала	Кубічні кристали	4,9-5,2	Виробництво сірчаної кислоти.	Від халькопірита відрізняється солом'яно-жовтим кольором, високою твердістю, формою кристалів із штрихуванням на гранях.	Утворюється в контактово-метаморфічних породах, при розкладі залишків тварин і рослин в осадочних породах, при гідротермальних процесах.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	Сульфіди	Марказит	FeS ₂	6,0-6,5	Метале- вий, тьмянний	Блідо- зеленувато- жовтий	Зелену- вато-сіра	Нерівний	Радіально- променисті зростки, таблитчасті або списо- видні кристали і гребінчасті двійники	4,5-4,9	Виробництво сірчаної кислоти.	Зеленуватий відтінок на свіжому зламі, невластива піриту форма кристалів.	Утворюється з поверхневих кислих та низько- температурних гідротермальних розчинів. Розповсюджений серед осадових гірських порід.
5	Сульфіди	Халько- пірит (мідний колчедан)	CuFeS ₂	3,5-4,0	Сильний метале- вий, інколи з райдужно- оболон- кою	Латунно- жовтий, зеленувато- золотистий	Зелену- вато-чорна	Нерівний, спайність дуже недосконала	Тетраедри (окремі кристали рідкі)	4,1-4,3	Найважливіша мідна руда.	Має синю, рожево- фіолетову оболонку, від піриту відріз- няється твердістю і кольором.	Мінерал має магматичне, гідро- термальне поход- ження. Зустрічається в пустотах серед пегматитів.
6	Оксиди	Кварц (прозорий гірський криштал, фіолетовий аметист, димчастий кварц)	SiO ₂	7,0	Скляний на гранях, жирний на зламі	Білий, молочний, рожевий, димчастий, чорний	Не дає риски	Раковинний, спайності немає	Подовжені призматичні кристали з пірамідальним закінченням. Грані призми мають поперечне штрихування	2,6	Використання різновидів в оптичному виробництві, ювелірній справі; масивних – в металургійній, скляній промисловості.	Характерна форма кристалів і твердість, відсутність спайності, раковинний злам і жирний блиск	Мінерал має магматичне і гідротермальне походження. Зустрічається в пустотах пегматитів. Під час екзогенних процесів формується при дегідратації і розкристалізації кременезему.
7	Оксиди	Халцедон	SiO ₂	6,5	Мутно- жирний, матовий, восковий	Світло- сірий, блакитний, димчастий	Не дає риски	Раковинний, спайності немає	Кристалив не утворює	2,6	Використання смугастих різновидів (агати) в ювелірній справі, в точній механіці і годинниковій справі.	Від схожих опалу і приховано- кристалічного флюориту відрізняється твердістю.	Утворюється при розкристалізації кременезему, випадає з низькотемпературних гідротермальних розчинів.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8	Оксиди	Кремій	$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	7,0	Матовий, мутний	Від жовтого до чорного, різноманітного кольору	Не дає rischi	Спайності немає, злам раковинний	Кристалів не утворює	2,6	Використовується як абразив, в запальничках.	Непрозорий, при ударі об сталь іскрить, видає специфічний запах.	Утворюється при діагенезі осадів, катагенезі гірських порід і при вивітрюванні.
9	Оксиди	Гематит (залізний блиск, приховано-кристалічний бурий залізняк)	Fe_2O_3	5,5-6,5	Метале-вий у кристалічних видів, металовидний і матовий у зем-листіх	Від червоно-бурого до залізо-чорного	Вишнево-червона, бура	Раковинний або земліс-тий, спай-ності немає	Лусочки, таблички і розетки	4,9-5,3	Високоякісна залізна руда.	Вишнево-червона і бура риска.	Утворюється в метаморфічних породах як продукт дегідратації гідроксидів заліза. Інколи – при гідротермальних процесах і в результаті окислення магнітного залізняка.
10	Оксиди	Магнетит (магнітний залізняк)	Fe_3O_4	5,5-6,5	Метале-вий, тьмяний	Залізо-чорний	Чорна	Зернистий, недосконала спайність	Октаедричні кристали, інколи зі штрихуванням на гранях	4,9-5,2	Високоякісна залізна руда.	Сильні магнітні властивості (впливає на стрілку компасу).	Породоутворюючий мінерал основних магматичних порід. Утворюється також при контактово-метаморфічних та гідротермальних процесах.
11	Оксиди	Корунд (червоний – рубін, синій – сапфір, темний дрібнозер-нистий – наждак)	Al_2O_3	9,0	Скляний	Блакитний, синій, сірий, бурий	Не дає rischi або дає білу риску, шкрябає порцелян-нову пластинку	Нерівний, поодинокі ромбодру, недосконала спайність	Бочкоподібні та пластин-часті кристали, суцільна маса	3,9-4,0	Використо-вується для шліфування металів, як точильний камінь (наждак), прозорі різновиди – в ювелірній справі.	Висока твердість	Зустрічається головним чином в метаморфічних породах, пегматитових жилах, основних і лужних магматичних гірських породах.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	Водні оксиди	Опал	$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	5,5-6,5	Жирний, тьмянний, слабко-скляний, перламутровий	Білий, жовтий, сірий, синій, напівпрозорий	Не дає rischi або дає білу rischi	Раковинний, спайності не має	Кристалів не утворює	2,2-2,3	Благородний опал – ювелірний камінь.	Від халцедону відрізняється меншою твердістю та жирним блиском.	Утворюється з водних розчинів кремнезему в приповерхневих умовах.
13	Водні оксиди	Лімоніт (бурий залізняк)	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	4,0-5,5	Матовий, напівметалевий	Іржаво-жовтий, бурий, темно-бурий	Жовтувато-бура, іржаво-жовта	Землистий	Кристалів не утворює	3,6-4,0	Розповсюджена залізна руда.	Іржаво-жовта риска.	Утворюється в корі вивітряння з інших сполук заліза, відкладається на дні водойми з розчинів різних солей заліза за допомогою бактерій.
14	Галогенні сполуки	Галіт (кам'яна сіль)	NaCl	2,5	Скляний, жирний	Білий, безбарвний, синюватий, рожевий, сірий	Біла	Дуже досконала спайність в трьох напрямках по гранях куба	Кубічні кристали	2,1	Використання в хімічній та харчовій промисловості, металургії.	Солоний на смак, дуже досконала спайність по кубу	Лагунно-морський хімічний осад
15	Галогенні сполуки	Флюорит (плавиковий шпат)	CaF_2	4,0	Скляний	Фіолетовий, жовтий, зелений, рожевий, безбарвний	Біла, безбарвна	Досконала спайність	Кубічні, октаедричні кристали	3,0-3,2	Отримання плавикової кислоти, використання в металургії в якості плавня, прозорі різновиди – в оптиці.	Форма кристалів, слабкий скляний блиск, спайність та твердість.	Утворюється при гідротермальних процесах, інколи в пневматолітових жилах спільно з берилом, турмаліном, топазом та іншими мінералами.
16	Карбонати	Кальцит (вапняковий шпат, прозорий різновид – ісландський шпат)	CaCO_3	3,0	Скляний, перламутровий	Білий, сірий, жовтий, блакитний, прозорий	Біла	Дуже досконала спайність в трьох напрямках по ромбедрі	Ромбедрічні та скалено-едричні кристали	2,7	Використання для виробництва вапна, прозорі різновиди – в оптиці.	Досконала спайність по ромбедрі, мала твердість, скипає під дією соляної розведеної кислоти.	Утворюється при гідротермальних процесах, також при процесах вивітряння та відкладання осадів.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17	Карбонати	Магнезит (магнезіальний шпат)	MgCO ₃	3,5-4,5	Скляний, шовковистий, матовий	Білий, сірий, жовтуватий, кремовий, бурий	Біла	Раковинний або землистий в приховано-кристалічних різновидах, спайність досконала в кристалічних різновидах	Ромбодричні кристали зустрічаються рідко, суцільні маси	2,9-3,1	Вогнетривкий будматеріал, порошкова форма – в медицині.	В порошок схожий на крейду. Скипає під дією підігрітої соляної кислоти.	Утворюється при метаморфізмі основних магнезіальних гірських порід, при гідротермальних процесах та діагенезі вапняків, при осадонакопиченні. Продукт вивітрювання магнезіальних порід.
18	Карбонати	Доломіт (гіркий шпат)	CaMg[CO ₃] ₂	3,5-4,0	Скляний, перламутровий	Білий, жовтий, сірий, зеленувати	Біла	Досконала спайність в трьох напрямках по ромбодру	Викривлені ромбодричні кристали рідкі, суцільні маси	2,8-2,9	Використовуються як флюси в металургії, будматеріал.	Скипає в порошок під дією соляної кислоти.	Продукт діагенезу вапняків при впливі магнезіальних розчинів. Утворюється при метаморфізмі осадових порід.
19	Карбонати	Сидерит (залізний шпат)	FeCO ₃	3,5-4,5	Скляний, перламутровий	Сірий, горохово-жовтий, бурий	Біла, інколи бурувата	Досконала спайність в трьох напрямках	Плоскі та викривлені ромбодричні кристали	3,7-3,9	Цінна залізна руда.	Розкладається з шипінням в підігрітій соляній кислоті, жовтіє при цьому через утворення хлористого заліза.	Утворюється при гідротермальному і метасоматичному процесах (під дією розчинів, які містять залізо на вапняки). Продукт осадонакопичення.
20	Сульфати	Гіпс (легкий шпат, білий – алебастр, волокнистий – селеніт)	CaSO ₄ ·2H ₂ O	2,0	Скляний з перламутровим відливом, шовковистий у волокнистих різновидах, матовий	Безбарвний (прозорий), білий, рожевий, жовтий, сірий	Біла	Занозистий у волокнистих різновидах, дуже досконала спайність в одному напрямку	Таблитчасті, пластинчасті кристали, двійники у вигляді «хвоста ластівки», розетки	2,3	Використовуються в будівництві, скульптурній справі, медицині.	Форма кристалів, дуже досконала спайність в одному напрямку і мала твердість (кришиться нігтем).	Хімічний осад.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
21	Сульфати	Ангідрит (безводний гіпс)	CaSO ₄	3,0-3,5	Скляний, з перламутровим відливом	Білий, сіруватий, блакитний, рожевий	Біла	Зернистий, спайність досконала по трьох взаємно перпендикулярних напрямках	Дрібні таблитчасті кристали форми	2,8-3,0	Виготовлення спеціального цементу, художніх виробів.	Ні відміну від гіпсу не дряпається нігтем, на відміну від кальциту не реагує з кислотами.	Утворюється осадовим шляхом.
22	Фосфати	Апатит (фтор-апатит і хлорапатит)	Ca ₅ (F,Cl)[PO ₄] ₃	5,0	На гранях скляний, на зламі жирний, дрібно-зернисті маси мають сильний цукроподібний блиск	Інколи безбарвний, зелений, жовтуватий, білий, синювато- і бурозелений	Біла	Нерівний, раковинний, недосконала спайність	Шестигранні призми, інколи таблитчасті кристали	3,2	Виробництво мінеральних фосфорних добрив.	Характерна форма кристалів і твердість 5. В соляній кислоті не розчиняється.	Породоутворюючий мінерал магматичних порід, утворюється також на контакті вивержених порід з вапняками
23	Фосфати	Фосфорит	Ca ₅ (F,Cl)[PO ₄] ₃ з домішками глини та піску	5,0	Матовий, землистий	Блідозовтий, сірий, бурий	Сіра, слабка	Спайність відсутня	Кристалив не утворює	3,2	Виробництво мінеральних фосфорних добрив.	Характерні жовна, конкреції радіально-променевої будови, при терті з'являється характерний запах.	Утворюються осадовим шляхом з фосфору, який є в залишках давніх організмів.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
24	Силікати острівні, (орто-силікати)	Олівін (перидот)	$(Mg,Fe)_2 [SiO_4]$	6,5-7,0	Скляний, прозорий	Оливково-зелений, пляшковий, буруватий, прозорий	Не дає rischi	Нерівний, спайність недосконала	Кристали рідкі, зазвичай зерна	3,3-4,1	Прозорі різновиди – хризоліти використовуються в ювелірній справі, олівінові породи (дуніти) – як будматеріал, в хімічній промисловості.	Характерний оливково-зелений колір, ясна спайність, зернистість.	Породоутворюючий мінерал ультраосновних і основних вивержених гірських порід.
25	Силікати острівні, (орто-силікати)	Гранат (альмандин)	$Fe_3Al_2 [SiO_4]_3$	7,0-7,5	Скляний інколи жирний	Темно-червоний, буруватий	Не дає rischi	Нерівний, раковинний, спайність недосконала	Ізометричні багатогранники	3,5-4,3	Використовують як шліфувальний абразивний матеріал, прозорі різновиди – ювелірна справа.	Ізометричний вигляд кристалів, забарвлення, висока твердість.	Утворюється при метаморфічних, інколи магматичних процесах.
26	Силікати кільцеві	Турмалін	Складний боро-алюмо-силікат $(Na,Ca)(Mg,Al)_6 [B_3Al_3Si_6 (O,OH)_{30}]$	7,0-7,5	Скляний	Зелений, рожевий, бурий, чорний, прозорий	Біла або не дає rischi	Занозистий, спайності немає	Трьохгранні витягнуті шестуваті призматичні кристали з повздожнім штрихуванням	3,0-3,2	Використовують в радіотехніці, прозорі різновиди – коштовне каміння.	Призматична тригональна форма кристалів, повздожнє штрихування, твердість, спайність відсутня.	Зустрічається в гранітних породах і пегматитових жилах, інколи в контактово-метаморфічних породах.
27	Силікати ланцюжкові (піроксени)	Авгіт	$Ca(Mg,Fe,Al)[(SiAl)_2O_6]$	6,5	Скляний	Зелений, бурий, чорний	Світла, сірувато-зелена	Нерівний, спайність ясна на гранях призми під кутом близьким до прямого	Восьмикутні призматичні дрібні стовпчасті кристали	3,3-3,6	Використовують в радіотехніці, прозорі різновиди – коштовне каміння.	Від рогової обманки відрізняється формою кристалів, спайністю і твердістю.	Породоутворюючий мінерал основних вивержених і метаморфічних гірських порід.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
28	Силікати стрічкові (амфіболи)	Рогова обманка	Загальна формула амфіболів $R_7(OH)_2 [Si_2O_{11}]_n$, де $R=Ca, Mg, Fe, Na$	5,5-6,0	На площинах спайності шовковистий, схожий на блиск рогової речовини	Сіро і темно-зелений, чорний	Зеленувата або бура	Занозистий, досконала спайність в двох напрямках під кутом 124°	Стовпчасті або гексагональні призматичні кристали, променисті зростки	3,1-3,5	Використовують в радіотехніці, прозорі різновиди – коштовне каміння.	Форма кристалів (голчаста, шестувата), спайність під кутом 124° .	Породоутворюючий мінерал магматичних і метаморфічних гірських порід.
29	Силікати листові	Тальк	$Mg_3(OH)_2 [Si_4O_{10}]_n$	1,0	Жирний на площинах спайності, перламутровий	Білий, жовтуватий, зеленуватий, блакитний	Біла	Дуже досконала в одному напрямі, розщеплюється на товсті непружні листочки	Листові і лускаті	2,7-2,8	Застосовується в гумовій, паперовій промисловості, медицині, вогнетривкий матеріал.	Жирний на дотик, дуже м'який, листочки гнучкі, але не пружні.	Продукт метаморфізму магнезійних гірських порід.
30	Силікати листові	Серпентин (змійовик)	$Mg_6(OH)_8 [Si_4O_{10}]_n$	3,0-4,0	Жирний, восковий, шовковистий	Від світло-зеленого, блакитного до темно-зеленого з жовтими плямами (нагадує шкіру змії)	Біла, зеленувата	Раковинний в суцільних масах, занозистий в волокнистих різновидах	Волокнисті і пластинчасті кристали, дрібні зерна	2,5-2,7	Застосовується в якості декоративного матеріалу.	Серпентин відрізняється по забарвленню, відсутності спайності і слабкому жирному блиску.	Продукт гідротермального метаморфізму ультраосновних магматичних гірських порід.
31	Силікати листові	Азбест	$CaMg_3Si_4O_{12}$	2,5-3,0	Шовковистий	Зеленувато-жовтий, майже білий	Не дає rischi	Досконала спайність в одному напрямку в волокнистих різновидах	Волокнисті кристали	2,22	Азбест вживається для виготовлення вогнетривких тканин, картону, прокладок.	Азбест має волокнисту будову і шовковистий блиск.	Продукт гідротермального метаморфізму ультраосновних магматичних гірських порід.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
32	Силікати листові	Каолініт (каолін)	$Al_4(OH)_8 [Si_4O_{10}]$	1,0-2,0	Тьмянний, матовий, жирний, в лусочках перламутровий	Білий, злегка жовтуватий або сіруватий	Біла	Землистий, щільний, у пластинок дуже досконала спайність в одному напрямку	Кристали виключно рідкі, зазвичай землісті маси	2,6	Виготовлення кераміки, використання в будівництві, паперовій промисловості, вогнетривкий матеріал.	Жирний на дотик, м'який, у воді сильно розбухає.	Продукт гідротермальних змін і поверхневого вивітрювання польових шпатів та інших алюмосилікатів.
33	Силікати листові (алюмосилікати)	Мусковіт (біла калієва слюда), тонко-лускувата – серицит	$KAl_2(OH)_2 [AlSi_3O_{10}]$	2,0-3,0	Скляний, перламутровий	Безбарвний з жовтуватим, рожеватим, сіруватим відтінком, прозорий	Не дає ризику	Дуже досконала спайність в одному напрямку	Таблицічасті, пластинчасті кристали досягають великих розмірів	2,7-3,1	Використовується як електроізоляційний та тугоплавкий матеріал.	Спроможність розщеплюватися на тонкі, пружні листочки і лусочки, світле забарвлення.	Породоутворюючий мінерал магматичних порід метаморфічного походження.
34	Силікати листові	Біотит (чорна залізомагнезійна слюда)	$K(Mg,Fe)_3 [AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$	2,0-3,0	Скляний, перламутровий	Прозорий, чорний або темно-зелений, бурий	Не дає ризику	Дуже досконала спайність в одному напрямку	Таблицічасті гексагональні, пластинчасті кристали	3,0-3,1	Використовується як електроізоляційний та тугоплавкий матеріал.	Зеленувато буре забарвлення, розщеплюється на пружні листочки, в товстих пластинках непрозорий.	Породоутворюючий мінерал магматичних порід метаморфічного походження.
35	Силікати листові	Хлорит	$(Fe,Mg)_5 Al(OH)_8 [AlSi_3O_{10}]$	2,0-2,5	Скляний, перламутровий	Світлий та темний трав'яно-зелений, фіолетовий, рожевий	Біла, світло-зеленувата або риси не дає	Дуже досконала спайність в одному напрямку	Таблицічасті, лускоподібні кристали, що утворюють друзі суцільної маси	2,6-2,8	Хлорити з високим вмістом заліза (шамозит) використовуються як залізна руда.	Спроможність розщеплюватися на гнучкі, пружні листочки, характерний зелений колір, низька твердість.	Продукт метаморфічних перетворень біотиту, авгіту і рогової обманки
36	Силікати листові	Глауконіт (з групи гідрослюди)	$K(Fe,Mg)_3(OH)_2 [AlSi_3O_{10}] \cdot nH_2O$	2,0-3,0	Тьмянний, скляний, жирний	Темно-зелений (чорнувато-зелений)	Зеленувата	Зернистий, нерівний	Дрібні (до 1 мм) зерна і жовна	2,2-2,8	Використання для пом'якшення води.	Темно-зелений колір, зернистість.	Осад морського походження.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
37	Силікати каркасні (алюмо-силікати)	Ортоклаз	$K(AlSi_3O_8)$	6,0	Скляний, перламутровий	Білий, кремовий, блакитно-сірий, рожевий, червоний	Не дає риски	Досконала спайність в двох напрямках під прямим кутом	Призматичні пінакоїдеальні кристали	2,6	Блідо-забарвлені різновиди використовують в фарфоровій та фаянсовій промисловості.	Прямокутні сколи, висока твердість, досконала спайність.	Породоутворюючий мінерал кислих, середніх, лужних магматичних порід. Продукт високотемпературних гідротермальних модифікацій порід.
38	Силікати каркасні (алюмо-силікати)	Мікроклін	Склад аналогічний ортоклазу	6,0	Скляний або слабо перламутровий на гранях спайності	Кремовий, зеленувато-сірий, рожевий, зелений	Світла	Спайність досконала в двох напрямках під майже прямим кутом	Призматичні кристали, схожі з кристалами ортоклазу	2,6	Використовують в фарфоровій та фаянсовій промисловості.	Відрізняється від ортоклазу по спайності (кут між площинами спайності менше прямого на 20°).	Породоутворюючий мінерал середніх, лужних, магматичних порід. Утворюється також і метаморфічним шляхом.
39	Силікати каркасні (алюмо-силікати)	Альбіт (натрієвий плагіоклаз)	$Na(AlSi_3O_8)$	6,0	Скляний, перламутровий	Білий, блакитно-білий	Біла	Нерівний, спайність досконала в двох напрямках під косим кутом	Таблицчасті пластинчасті кристали, зростки	2,6	Промислового значення не має.	Білий колір, інколи з тонким штрихуванням на площинах спайності, висока твердість.	Утворюється при магматичних і метасоматичних гідротермальних процесах (породоутворюючий мінерал).
40	Силікати каркасні (алюмо-силікати)	Анортит або анортит (кальцієвий плагіоклаз)	$Ca(Al_2Si_2O_8)$	6,0-6,5	Скляний, перламутровий	Сірий, білий, блакитний, жовтуватий	Біла	Ясна спайність в двох напрямках	Таблицчасті кристали (зустрічаються інколи)	2,7	Промислового значення не має.	Схожий з альбітом, відрізняється тільки в шліфах.	Породоутворюючий мінерал основних гірських вивержених порід.
41	Силікати каркасні (алюмо-силікати)	Лабрадор (вапняково-натрієвий плагіоклаз)	$(Ca,Na)[(Al, Si)AlSi_2O_2]$	6,0	Скляний, перламутровий	Темно-сірий, з переливами (іризує)	Біла	Досконала спайність в двох напрямках	Таблицчасті кристали з помітним штрихуванням на площинах спайності	2,7	Лабрадорит – коштовний облицювальний матеріал.	Відмітна ознака – іризація.	Породоутворюючий мінерал лужних магматичних гірських порід.

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
42	Силікати каркасні (алюмосилікати) фельдшпатиди	Нефелін (елеоліт) «масляне каміння»	$\text{Na}(\text{AlSiO}_4)$	5,5-6,0	Скляний, на гранях, жирний на зламі	Сірий, рожевий, жовто-бурий, безбарвний	Не дає rischi або дає білу риску	Плоско-раковинний, недосконала спайність.	Дрібні призматичні кристали (інколи зустрічаються)	2,7	Використовується в скляній промисловості, для одержання соди, глинозему, фарб.	Від ортоклазу і плагіоклазів відрізняється жирним блиском, недосконалою спайністю. Від кварцу відрізняється твердістю і блиском.	Породоутворюючий мінерал лужних магматичних гірських порід.
Мінерали, які не мають породоутворюючого значення, але входять до шкали твердості													
43	Самородні елементи	Алмаз (діамант)	C	10,0	Сильний алмазний (діамантовий)	Прозорий, безбарвний, жовтий, блакитний, чорний	Не дає rischi	Досконала спайність в чотирьох напрямках (по октаедру)	Восьми і дванадцятигранні кристали (різної форми)	3,5	Використовується в ювелірній справі, для виготовлення та шліфовки бурових коронок.	Від кварцу відрізняється досконалою спайністю, високою твердістю і формою кристалів.	Продукт кристалізації ультраосновної та основної магми в трубках вибуху.
44	Силікати (острівні)	Топаз	$\text{Al}_2(\text{F,OH})_2 [\text{SiO}_4]_3$	8,0	Скляний	Безбарвний, блакитний, жовтуватий, рожевий, фіолетовий	Не дає rischi	Нерівний, спайність досконала в одному напрямку	Призматичні кристали	3,3-3,6	Використовується як коштовне каміння, як абразивний матеріал, у виробництві точних приладів.	Від кварцу відрізняється більшою твердістю, досконалою спайністю, більш сильним блиском.	Продукт кристалізації кислої магми в пегматитах і процесах автотеморфізму (грейзени).

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що називається мінералом?
2. Які форми існування мінералів Ви знаєте?
3. Що називається мінеральним агрегатом?
4. Які форми мінеральних агрегатів Ви можете перелічити?
5. Які фізичні властивості мінералів Ви можете назвати?
6. Які мінерали називаються породоутворюючими?
7. На чому базується сучасна класифікація мінералів?
8. Назвіть основні класи мінералів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Балан Г.К., Селезньова Л.В., Іваненко О.Г. Основи геофізики: Навчальний посібник. – Одеса: Екологія, 2006. – 96 с.
2. Балан Г.К., Селезньова Л.В., Борик С.А. Земля, її будова та рельєф: Навчальний посібник для студентів напряму навчання «Екологія». – Одеса: АО БАХВА, 2001. – 115 с.
3. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Основы геофизики» для студентов I курса гидрологического факультета / Борик С.А., Селезнева Л.В. / – Одесса, ОГМИ, 1983. – 16 с.
4. Музафаров В.Г. Определитель минералов, горных пород и окаменелостей. – М.: Недра, 1979. – 327 с.
5. Павлишин В.І., Довгий С.О. Мінералогія: Підручник. – К.: КНТ, 2008. – 536 с.
6. Паранько І.С., Сіворонов А.О., Мамедов О.І. Геологія з основами геоморфології: Навчальний посібник. – Кривий Ріг: Мінерал, 2008. – 373 с.
7. Чепижко А.В. Русско-украинско-английский словарь названий. Минералы. – Одесса: «ЧП Фридман А.С.», 2004. – 80 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи
«ВИЗНАЧЕННЯ МІНЕРАЛІВ»
з дисципліни
«ГЕОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГІЇ»

Укладачі: Селезньова Л.В.,
Балан Г.К.,
Захарова М.В.

Підп. до друку
Умовн. друк. арк.

Формат 60×84/16
Тираж 150 прим.

Папір офс.
Зам. №

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ І СПОРТУ
УКРАЇНИ**

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи
«ВИЗНАЧЕННЯ МІНЕРАЛІВ»
з дисципліни
«ГЕОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГІЇ»

“Затверджено”

на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
Протокол № ____ від ____ . ____ 2010 р.
Голова комісії _____ Шекк П.В.
(підпис)

“Затверджено”

на засіданні кафедри
гідроекології і водних досліджень
Протокол № ____ від ____ . ____ 2010 р.
Зав. кафедри _____ Лобода Н.С.
(підпис)

Одеса -2010