

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«ГЕОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГІЇ»
(для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
спеціальності 101 Екологія)
(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри хімічної
інженерії та екології
Протокол № 9 від 20.03.2023 р.

Київ 2023

УДК 552.1+553.08

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Геологія з основами геоморфології» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 Екологія) / Укладач Мохонько В.І. – Київ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2023. – 75 с.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти денної і заочної форм навчання, що навчаються за спеціальністю 101 Екологія та містять теоретичні відомості і методичні рекомендації щодо вивчення та визначення складу, будови та властивостей мінералів і гірських порід, послідовність виконання лабораторних робіт, контрольні питання та рекомендовану для вивчення літературу. Можуть бути корисними для здобувачів вищої освіти, які навчаються за іншими освітніми програмами.

Укладач:

В.І. Мохонько, к.геол.н., доц.

Рецензент:

В.Є. Лисиця, к. геол. н., доц.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Лабораторна робота № 1 МОРФОЛОГІЯ, ВЛАСТИВОСТІ Й ЕЛЕМЕНТИ СИМЕТРІЇ КРИСТАЛІВ	5
Лабораторна робота № 2 ВИВЧЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОРОДОУТВОРЮЮЧИХ ТА РУДНИХ МІНЕРАЛІВ	26
Лабораторна робота № 3 ВИВЧЕННЯ І ВИЗНАЧЕННЯ МАГМАТИЧНИХ ТА МЕТАМОРФІЧНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД	44
Лабораторна робота № 4 ВИВЧЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОСАДОВИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД	55
ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	66
ПОРЯДОК ЗАХИСТУ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	67
ДОДАТКИ.....	69

ВСТУП

«Геологія з основами геоморфології» є обов'язковою дисципліною освітньої програми підготовки бакалаврів спеціальності 101 Екологія та має за мету формування у майбутніх фахівців цілісного уявлення про геологічне середовище як середовище життєдіяльності людини, геологічні процеси та явища, які відбуваються у літосфері та призводять до змін екологічної ситуації, геологічні методи дослідження; розвинення здатностей реалізувати здобуті знання для рішення питань охорони і захисту геологічного середовища та довкілля в цілому, раціонального використання мінеральних ресурсів.

Навчальним планом та робочою програмою дисципліни передбачено виконання лабораторних робіт, загальна мета яких – закріплення та поширення теоретичних знань про хімічний і речовинний склад земної кори, хімічний склад і властивості мінералів та гірських порід, які складають основу ресурсного потенціалу країни; ознайомлення з геологічними методами їх дослідження; набуття майбутніми фахівцями професійних практичних навичок по візуальному визначенню та дослідженню в лабораторних умовах породоутворюючих та рудних мінералів і гірських порід, які використовуються як сировина в різних технологічних процесах.

Методичні вказівки містять теоретичні відомості та методичні вказівки до виконання чотирьох лабораторних робіт, одна з яких призначена вивченню кристалів, одна – вивченню породоутворюючих та рудних мінералів та дві роботи – вивченню гірських порід різного генезису.

Отримані під час виконання робіт знання, практичні уміння та навички знадобляться майбутнім фахівцям при оволодіння спеціальними дисциплінами програми підготовки бакалаврів з екології, а також в подальшій практичній чи науковій діяльності при проведенні еколого-геологічних досліджень, розробці рекомендацій та заходів з раціонального використання мінеральних ресурсів, з охорони геологічного середовища та з мінімізації впливів на нього.

Лабораторна робота № 1
МОРФОЛОГІЯ, ВЛАСТИВОСТІ Й ЕЛЕМЕНТИ
СИМЕТРІЇ КРИСТАЛІВ

Мета роботи: ознайомлення з властивостями та елементами симетрії кристалів, принципами визначення класів симетрії, простими формами та їх комбінації у кристалічних многогранниках; формування навичок визначення елементів симетрії кристалів; категорій і сингоній кристалів, простих форм та їх комбінацій у кристалічних многогранниках.

Обладнання: моделі кристалічних многогранників.

1 Теоретичні відомості

1.1 Поняття та властивості кристалів

За сучасними уявленнями мінерали – природні хімічні сполуки, однорідні за будовою і складом, які складають гірські породи в земній корі або на її поверхні – це кристалічні речовини, для яких властиве впорядковане взаємне розташування атомів і молекул. В умовах вільного росту в земній корі або на її поверхні утворюються геометричні тіла, ограничені різноманітними за формою та розміром гранями – кристали.

Кристали — це тверді тіла, що мають природну форму багатогранників і характеризуються закономірним розміщенням у просторі елементарних частинок (структурних одиниць). Структурними одиницями, з яких будуються мінерали, можуть бути іони, атоми, меншою мірою — молекули. Елементарні частинки утворюють у кристалах кристалічну решітку (ґратку), розташовуючись в її вузлах.

У кристалічній решітці мінералів одні атоми чи іони можуть заміщуватись іншими з близькими атомними (іонними) радіусами. Таке явище називається *ізоморфізмом*. Часто одні й ті самі за хімічним складом речовини можуть утворювати різні кристалічні решітки. Це явище отримало назву *поліморфізм*. Типовий приклад поліморфізму — алмаз і графіт, що складаються з вуглецю (С), але завдяки різній будові кристалічної ґратки мають протилежні властивості (низька твердість графіту і дуже висока — алмазу) (рис. 1.1).

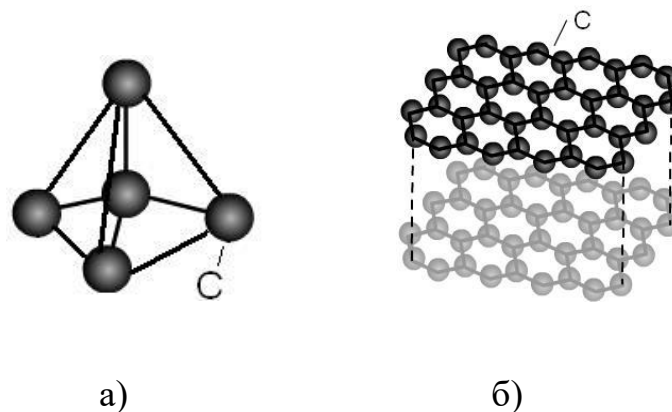


Рис. 1.1. Кристалічні ґратки алмазу (а) і графіту (б)

Головними властивостями кристалів, на відміну від аморфних речовин, є анізотропність, однорідність, здатність до самоогранювання й симетрія.

Анізотропність кристалів виявляється у тому, що значення одних і тих самих фізичних параметрів (наприклад, твердість, тепло-, електропровідність), виміряних у різних напрямках, будуть різними. Це явище ілюструється відомим дослідом, коли кристал гіпсу покривають парафіном і торкаються до нього гарячою голкою. При цьому парафін плавиться навколо голки у вигляді еліпса, а не кола, що вказує на різну теплопровідність гіпсу в різних напрямках. Аморфні тіла ізотропні, тобто властивості їх у всіх напрямках практично однакові.

Однорідність виявляється у тому, що кожна окремо взята ділянка (частина) кристала має один і той самий хімічний склад і, відповідно, ті самі властивості, що й цілий кристал.

Здатність до самоогранювання. При вільному зростанні кристали утворюються у вигляді правильних багатогранників різної геометричної форми. Розрізняють такі морфологічні елементи кристалів: *грані* — тобто площини, що обмежують кристал; *ребра* — лінії, по яких перетинаються суміжні грані; *вершини* — точки, в яких перетинаються ребра кристала; *гранні кути*, що утворені суміжними гранями. Між гранями, ребрами і вершинами існує певна кількісна залежність, відома під назвою *закону Ейлера-Декарта*. В математичному виразі цей закон виглядає наступним чином:

$$\sum \text{граней} + \sum \text{вершин} = \sum \text{ребер} + 2.$$

Данець Н. Стено, француз Роме де Лілль і росіянин М. В. Ломоносов, незалежно один від одного, відкрили так званий *закон постійності гранних кутів*, який називається основним законом кристалографії. Він полягає у тому, що гранні кути між відповідними гранями у кристалах одного і того самого мінералу постійні. Гранні кути вимірюються за допомогою спеціальних приладів — *гоніометрів*, що дає змогу діагностувати мінерали у найдрібніших кристаликах.

1.2 Елементи симетрії кристалів

Під *симетрією* кристалів розуміють закономірну повторюваність елементів їхнього огранення (граней, ребер, вершин) у просторі. Це можна спостерігати при уявному перегині кристала площиною, обертанні його навколо уявної осі, а також зіставленні розміщення окремих його елементів щодо центра. Площина, вісь і центр — елементи симетрії кристала (рис. 1.2).

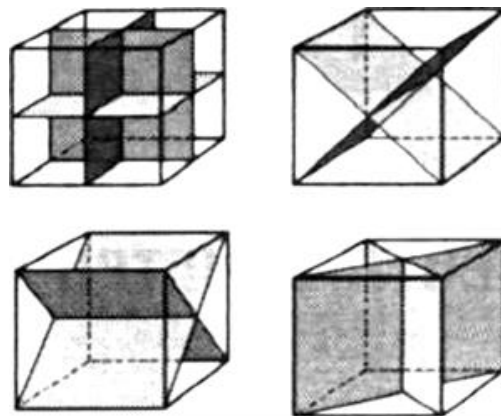
Всі елементи симетрії, характерні для кристалічних многогранників, підрозділяються на прості і складні. Прості елементи симетрії є результатом дії одного симетричного перетворення. Наприклад, площина симетрії є результатом симетричного перетворення “відображення у площині”. Складні елементи симетрії є результатом послідовної дії двох симетричних перетворень.

Наприклад, інверсійна вісь є результатом послідовної дії “обертання навколо осі” та “перенос через точку”.

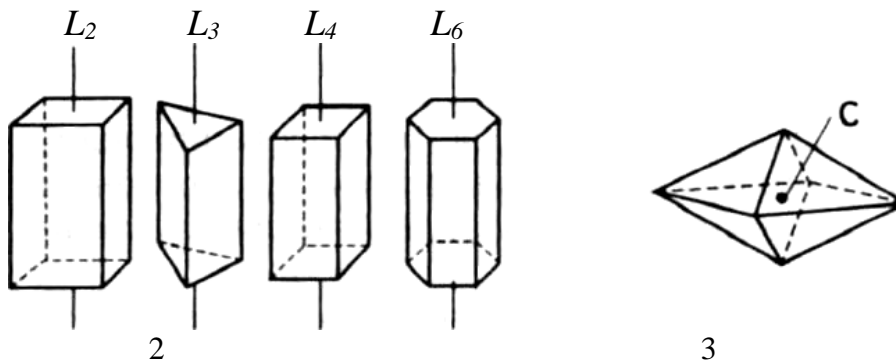
Для позначення симетричних перетворень та відповідних їм елементів симетрії в кристалографії використовують умовні символи. Найрозповсюдженішими системами позначення є 1) запис міжнародного символу, та 2) запис за допомогою формули (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Позначення елементів симетрії кристалічних многогранників

Назва елемента симетрії		Міжнародний символ	Формула симетрії
Площина		m	P
Центр		1	C
Вісь симетрії	будь-яка	n	L_n
	подвійна	2	
	потрійна	3	L_3
	четверна	4	L_4
	шестерна	6	L_6



1



2

3

Рис. 1.2. Елементи симетрії кристалів:
1 — площина симетрії; 2 — осі симетрії; 3 — центр симетрії

Площина симетрії (P) — уявна площина, що поділяє кристал на дві дзеркально рівні частини.

Вісь симетрії (L) — уявна лінія, при обертанні навколо якої на 360° кристал суміщається сам із собою кілька разів. Кількість суміщень називається порядком осі симетрії. Відомі осі симетрії другого L_2 , третього L_3 , четвертого L_4 і шостого L_6 порядків. Осі симетрії L_3 , L_4 і L_6 називаються осями симетрії вищого порядку, L_2 — вісь симетрії нижчого порядку.

Центром симетрії (або інверсії) називається точка всередині кристала, з якій перетинаються й діляться навпіл усі прямі лінії, що сполучають однакові (відповідні) елементи його поверхні. Вона позначається буквою *C*. У кристалі може бути лише один центр симетрії. Єдиний, той що не повторюється, напрямок у кристалі, називається *особливим* (або *одиничним*).

1.3 Категорії, сингонії і класи кристалів

В залежності від кількості особливих напрямків і кількості осей симетрії кристали поділяються на три категорії – вищу, середню та нижчу. Кристали трьох розглянутих категорій поділяються на 7 систем, які називаються *сингонії* (рис. 1.3).

До вищої категорії відноситься *кубічна сингонія*. Немає особливих напрямків, є кілька (не менше двох) осей симетрії порядку вище, ніж 2. Це високосиметричні кристали. Будь-якому напрямку у них відповідають інші, які є симетрично еквівалентними. Анізотропія фізичних властивостей, таких як електропровідність, теплопровідність, діелектрична проникність, у таких кристалах відсутня. Співвідношення між сторонами і кутами для неї:

$$a=b=c, \quad \alpha=\beta=\gamma=90^\circ.$$

До середньої категорії відносяться три сингонії.

Тетрагональна від грецьких слів “тетра” - чотири і “гоніо” – кут). Якщо взяти куб за протилежні грані і розтягти, отримаємо пряму призму із квадратною

основою і висотою, яка не співпадає за розміром із стороною квадрату. Це і буде елементарна комірка тетрагональної системи. Співвідношення між сторонами і кутами для неї:

$$a=b \neq c, \quad \alpha=\beta=\gamma=90^\circ.$$

Вона має особливий напрямок вздовж висоти призми, і єдину вісь симетрії порядку вище 2, а саме 4 порядку.

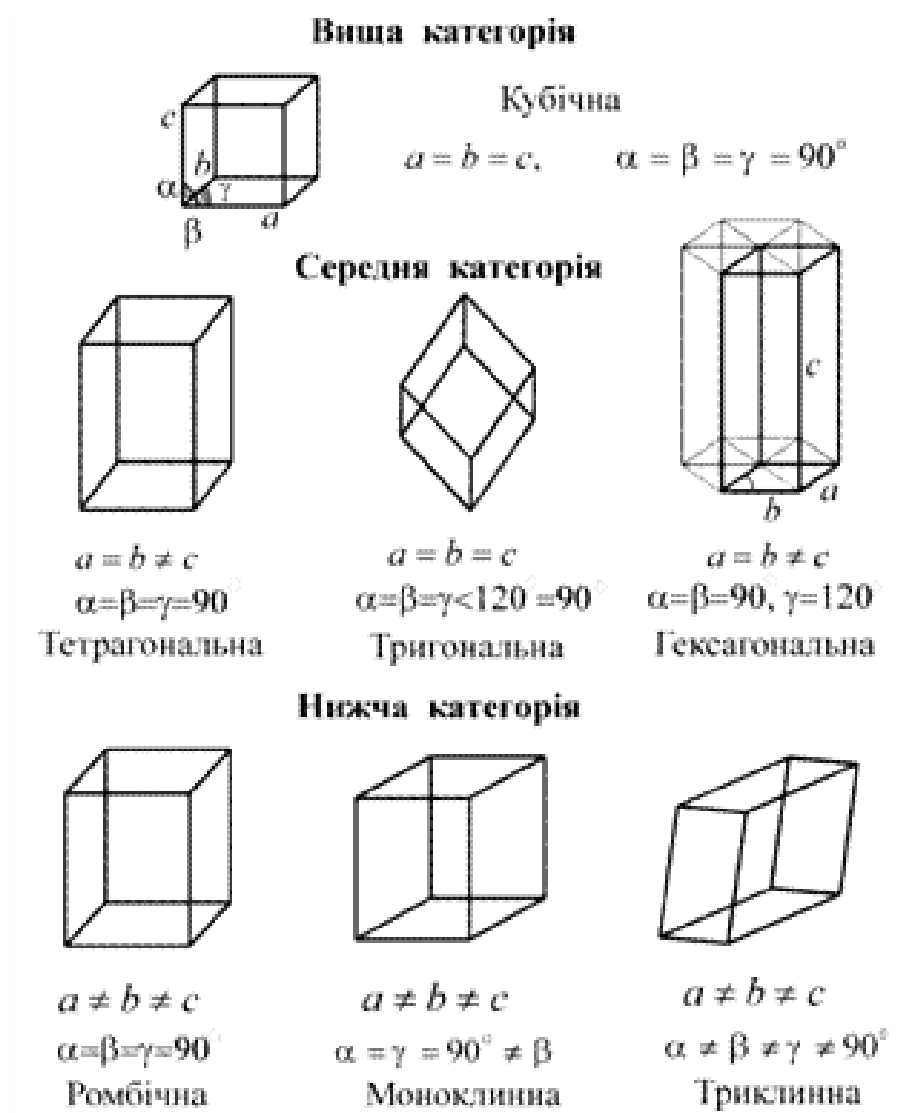


Рис.1.3. Категорії та сингонії кристалів

Тригональна (від грецьких слів “три” і “гонію” – кут) (*ромбоедрична*) точкова група відображає симетрію об’єкта, який утворюється, якщо розтягти куб вздовж об’ємної діагоналі. Ця діагональ є особливим напрямком і віссю

обертання 3 порядку. Елементарна комірка утворюється трьома векторами однакової довжини, які утворюють між собою рівні кути:

$$a=b=c, \quad \alpha=\beta=\gamma < 120^\circ = 90^\circ.$$

Гексагональна (з грецької “гекса” – шість). В гексагональній системі у якості елементарної комірки зручно вибрати пряму призму, в основі якої лежить ромб з кутами 60° і 120° . Її можна отримати із тетрагональної комірки, розтягнувши її за дві протилежні бічні сторони. Розміри і кути комірки ось такі:

$$a=b \neq c, \quad \alpha=\beta=90^\circ, \quad \gamma=120^\circ.$$

Щоб підкреслити, що ця комірка належить до гексагональної сингонії, до неї додають ще дві, повернуті на кут 120° . Разом вони утворюють потрібну комірку у формі гексагональної призми. Особливий напрямок перпендикулярний основам призми і є віссю симетрії 6 порядку.

До нижчої категорії відносяться ромбічна, моноклінна та триклінна сингонії.

Ромбічна. Якщо взяти тетрагональну структуру і розтягнути за протилежні бічні грані, так щоб всі сторони комірки стали різними, а кути залишилися прямими, отримаємо ромбічну структуру:

$$a \neq b \neq c, \quad \alpha=\beta=\gamma=90^\circ.$$

Моноклінна. Назва походить від грецьких слів “моно” і “кліно”, тобто “один” і “нахилений”. Якщо натиснути на ромбічну ґратку так, щоб дві протилежні бічні грані залишились прямокутниками, а решта перетворились на довільні паралелограми, отримаємо моноклінну структуру. У неї всі грані різні, два прямих кути і один від них відрізняється

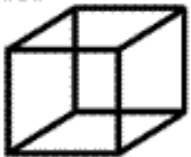

$$a \neq b \neq c, \quad \alpha=\gamma=90^\circ \neq \beta.$$

Триклінна. Назва від грецьких слів “три” і “кліно”, тобто “тричі нахилена”. Кристал із такою симетрією не має ні осей обертання, ні площин симетрії. В елементарній комірці всі розміри і кути різні:

$$a \neq b \neq c, \quad \alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ.$$

Це сингонія з найменшою симетрією. Вона має лише центр інверсії.

Таким чином, у кожному кристалі існує певна сукупність елементів симетрії чи певна їхня комбінація. У кристалах можливі лише 32 комбінації елементів симетрії, названі *кристалографічними класами*, або *видами симетрії*. Клас симетрії визначається повною сукупністю елементів симетрії кристалу.

<p>NaCl</p>  <p>Алмаз</p>  <p>Рис.1.4. Кристали солі та алмазу</p>	<p>Вид симетрії кристалу можна представити у вигляді кристалографічної формули.</p> <p>Порівняємо симетрію таких різних за властивостями матеріалів як сіль NaCl та алмаз. Гратка солі є кубічною, а алмазу – складається із рівнобічних трикутників (рис.1.4). Вони мають: 3 осі обертання 4-го порядку; 4 осі обертання 3-го порядку; 6 осей обертання 2-го порядку; 9 дзеркальних площин; центр інверсії.</p> <p>Тобто вид симетрії кристалів солі та алмазу можна записати у вигляді: $3L_4 4L_3 6L_2 9P C$.</p>
--	---

Таким чином, для віднесення кристала до певної сингонії необхідно визначити усі його елементи симетрії, записати їх у вигляді формули і скористатися табл. 1.2, у якій наведено необхідний мінімум елементів симетрії для кожної сингонії.

Таблиця 1.2 – Кристалографічні сингонії

Категорія	Сингонія	Мінімум елементів симетрії
Вища	Кубічна	$4L_3$
Середня	Гексагональна	L_6
	Тетрагональна	L_4
	Тригональна	L_3
Нижча	Ромбічна	$3L_2$
	Моноклінна	L_2
	Триклінна	Немає елементів симетрії, або є лише C

Як видно з таблиці, для віднесення кристалів до вищої категорії в них має бути чотири осі третього порядку, в кристалах сингоній середньої категорії є по

одній осі вищого порядку, що зовсім не виключає наявності в них осей другого порядку, площин і центра симетрії. У кристалах нижчої категорії осі вищого порядку відсутні.

1.4 Прості форми і їх комбінації у кристалах

Кристали, які огранені однаковими за формою і розміром гранями, називаються *простими формами*, кристали, які огранені різними за формою і розміром гранями – *комбінаціями*. Для кристалів встановлено 47 основних простих форм. Кількість комбінацій значно більша.

Більшість назв простих форм походить від грецьких слів: моноедр (моно – один і едра – грань), діедр (ді – два), тетраедр (тетра – чотири), ге-ксаедр (гекса – шість), октаедр (окта – вісім), додекаедр (додека – дванадцять).

Кількість граней в простій формі залежить від розташування вихідної грані відносно елементів симетрії. Якщо через грань не проходить жодного елемента симетрії, то утворюється *загальна проста форма*. Якщо через вихідну грань проходять елементи симетрії, то утворюється *частинна проста форма*. І чим більше елементів проходить через вихідну грань, тим меншу кількість граней має проста форма.

У кожний клас симетрії входять декілька частинних простих форм і одна загальна проста форма.

Прості форми також бувають *відкриті* і *закриті*. Грані однієї закритої простої форми замикають простір з усіх боків на відміну від відкритих простих форм, грані яких самі по собі не можуть утворювати (без участі інших простих форм) обмежений об'єм.

Кристалічний многогранник не може бути утворений однією відкритою простою формою. Сполучення декількох простих форм в одному кристалічному многограннику називається *комбінацією простих форм*. Комбінація може складатися із двох або більшої кількості простих форм.

Щоб визначити вид конкретної простої форми, необхідно встановити який вигляд мають її грані і подумки продовжити їх до перетину одна з одною. За виглядом многогранника, що утворився, визначають назву даної простої форми.

Назви більшої частини простих форм нижчої і середньої категорій утворюються за простою схемою – вказуються дві ознаки: форма основи відповідної фігури і її загальна назв - *призма*, *піраміда* або *діпіраміда* (рис. 1.5, 1.6)).

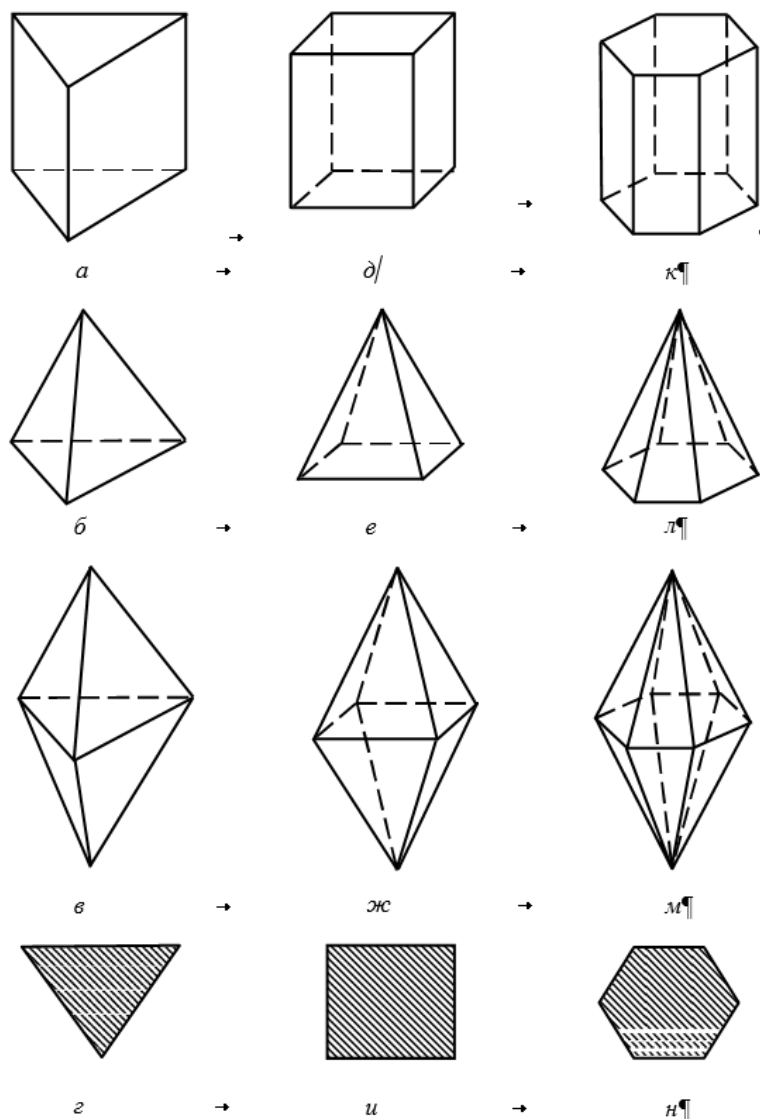


Рис. 1.5. Призми, піраміди, діпіраміди та їх перерізи

a –призма тригональна; *b* – піраміда тригональна; *v* – діпіраміда тригональна; *z* – тригон;
d – призма тетрагональна; *e* – піраміда тетрагональна; *жс* – діпіраміда тетрагональна;
u – тетрагон; *к* – призма гексагональна; *л* – піраміда гексагональна;
м – діпіраміда гексагональна; *н* – гексагон

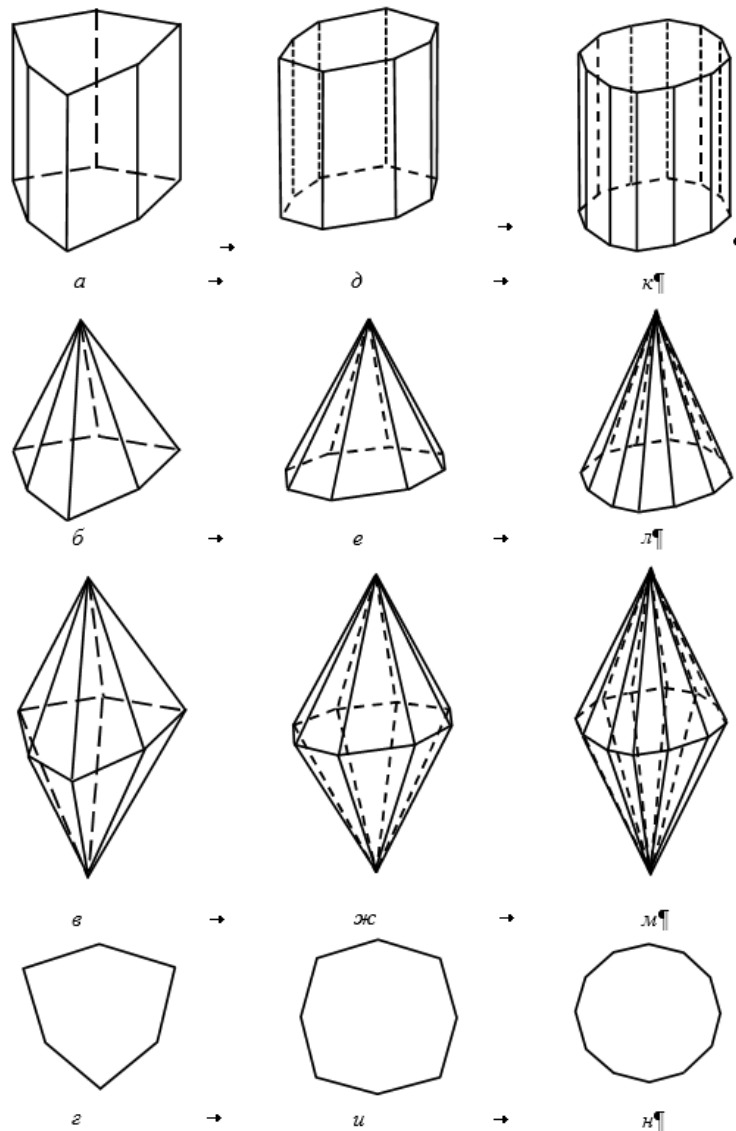


Рис. 1.6. Подвоєні призми, піраміди, діпіраміди та їх перерізи

a –призма дітригональна; *б* – піраміда дітригональна; *в* – діпіраміда дітригональна;
г – дітригон; *д* – призма дітетрагональна; *е* – піраміда дітетрагональна; *жс* – діпіраміда
дітейрагональна; *и* – дітетрагон; *к* – призма дігексагональна; *л* – піраміда
дігексагональна; *м* – діпіраміда дігексагональна; *н* – дігексагон

Основою призми, піраміди і діпіраміди може служити один із правильних пласких багатокутників: ромб, рівносторонній трикутник – *тригон*, *дітригон* – подвоєний трикутник, одержаний із рівностороннього трикутника за рахунок подвоєння його сторін, тетрагон – квадрат, *дітетрагон* – подвоєний квадрат,

гексагон – правильний шестикутник, дігексагон – подвоєний гексагон (див. рис. 1.5, 1.6).

Сполучення обох ознак визначає повну назву простої форми. Наприклад, тригональна призма, ромбічна піраміда, дігексагональна діпіраміда, дітетрагональна піраміда.

Особливе положення займає сімейство *трапецоєдрів* (від грецького слова “трапеція” – чотирикутник). На рисунку 1.7 показані трапецоєдри трьох сингоній. Кожний з них утворений чотирикутними гранями у формі нерівнобедреної трапеції.

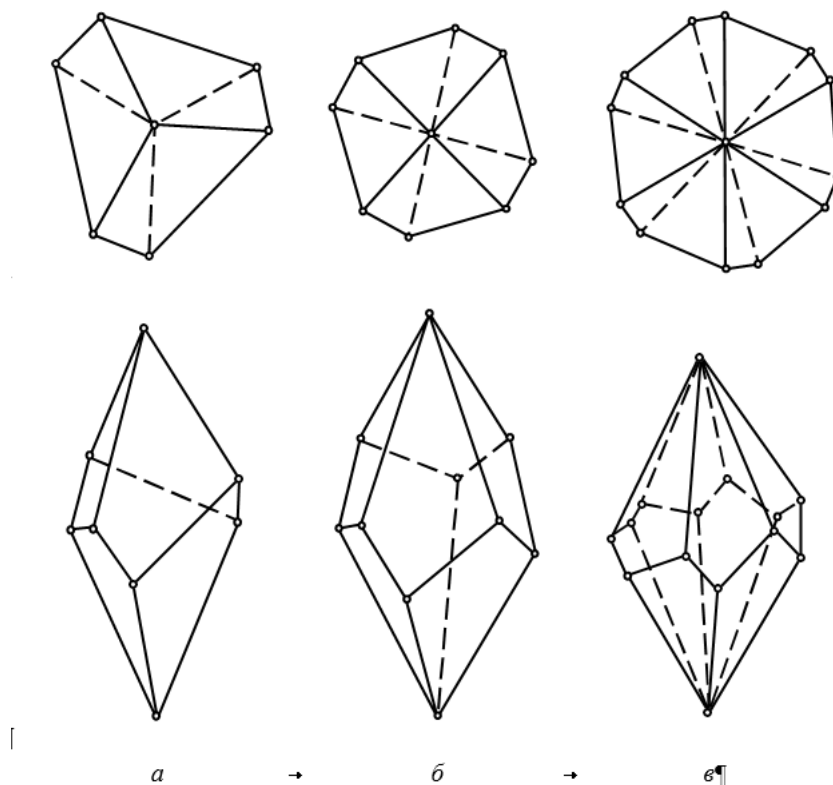


Рис. 1.7. Трапецоєдри

а – тригональний; б – тетрагональний; в – гексагональний

Серед простих форм нижчої і середньої категорій варто відмітити ромбічний (рис. 1.8, а) і тетрагональний (рис. 1.8, б) *тетраєдри*. Ромбічний тетраєдр утворений чотирма гранями у формі косокутних трикутників. Тетрагональний – чотирма гранями у формі рівнобедрених трикутників.

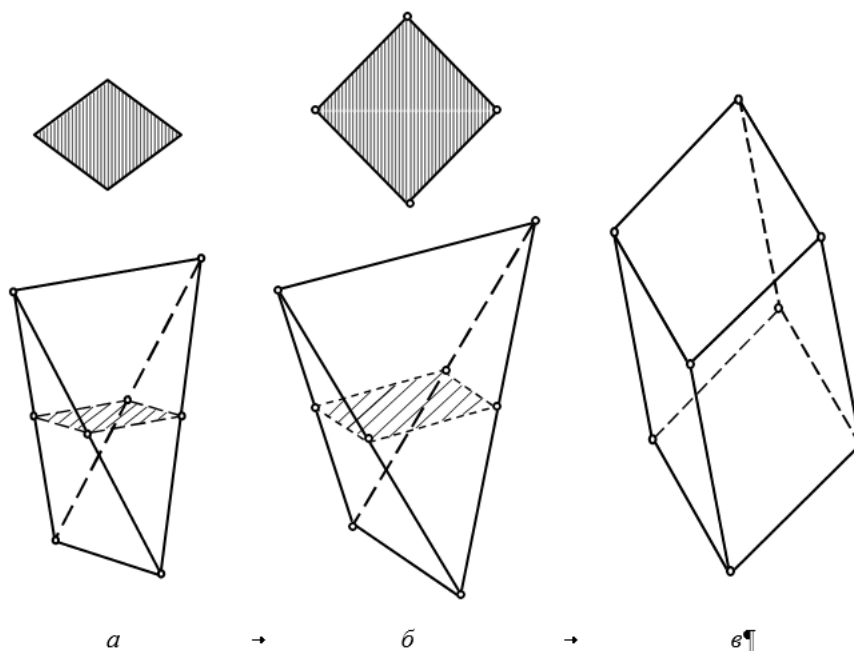


Рис. 1.8. Тетраедри і ромбоєдр
 a – ромбічний тетраєдр; b – тетрагональний тетраєдр; c – ромбоєдр

Оригінальною зовнішньою огранкою виділяються *скаленоедри* (рис. 1.9). Скаленоедри бувають тригональні (рис. 1.9, а) та тетрагональні (рис. 1.9, б). Тригональний скаленоедр зображують як ромбоєдр із подвоєною кількістю граней (число граней тригонального скаленоедра вдвічі більше числа граней ромбоєдра). Тетрагональний скаленоедр зображують як тетрагональний тетраєдр із подвоєними гранями.

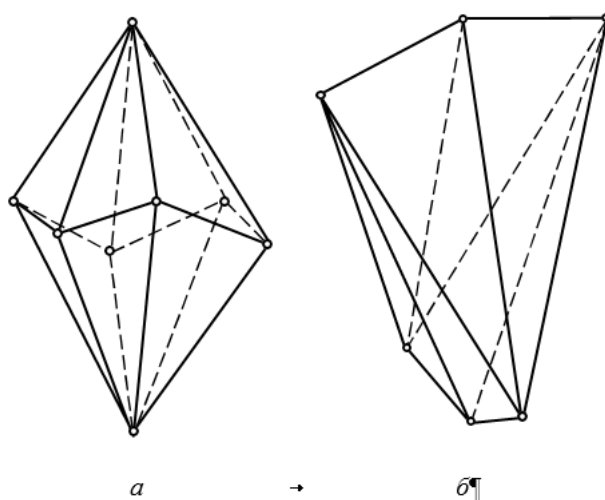


Рис. 1.9. Скаленоедри
 a – тригональний; b – тетрагональний

Дієдр – проста форма, що утворена парою однакових граней, які перетинаються під деяким кутом. Якщо між цими гранями можна провести площину симетрії, то такий дієдр називається *д`ома*, якщо вісь симетрії 2-го порядку – *сфеноїд*.

Пінакоїд утворений також двома гранями, але гранями паралельними.

Моноєдр це одна грань, наприклад, грань основи піраміди є моноєдром.

Прості форми вищої категорії умовно можна розбити на три групи по п'ять простих форм у кожній: *група тетраєдра*, *група гексаєдра (куба)*, *група октаєдра*.

Назви цих п'ятнадцяти простих форм вищої категорії на перший погляд здаються складними. Хоча по суті більшість цих назв формуються з трьох частин: а) в першій частині вказана форма грані (тригон, тетрагон, пентагон); б) в другій – число цих граней, утворених в результаті поділу однієї грані вихідної простої форми (тетраєдра, октаєдра або куба) – три, чотири (тетра) або шість (гекса); в) в останній – назва вихідної простої форми (тетраєдр, октаєдр або гексаєдр).

До групи тетраєдра (рис. 1.10) входять такі похідні форми як тригонтритетраєдр, тетрагонритетраєдр, пентагонритетраєдр та гексатетраєдр.

До групи октаєдра (рис. 1.11) – тригонтриоктаєдр, тетрагонтриоктаєдр, пентагонтриоктаєдр та гексаоктаєдр.

До групи гексаєдра (куба) (рис. 1.12) – ромбододекаєдр, який має 12 граней у формі ромбів, пентагондодекаєдр (12 граней у формі п'ятикутників), діододекаєдр (подвоєний додекаєдр) та тетрагексаєдр.

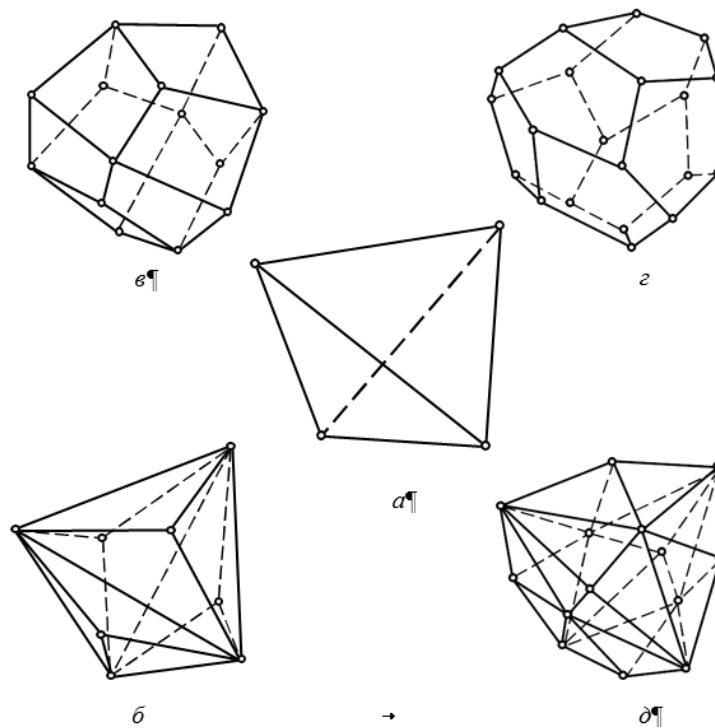


Рис. 1.10 – Група тетраедра

a – тетраедр кубічний; *б* – тригонритетраедр; *в* – тетрагонритетраедр;
г – пентагонритетраедр; *д* – гексатетраедр

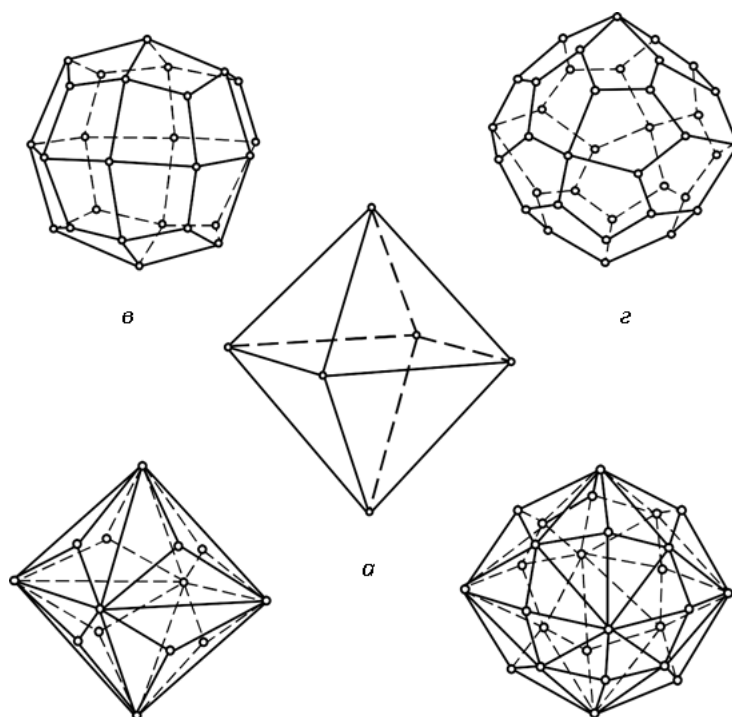


Рис. 1.11– Група октаедра

а – октаедр; *б* – тригонтриоктаедр; *в* – тетрагонтриоктаедр;
г – пентагонтриоктаедр; *д* – гексаоктаедр

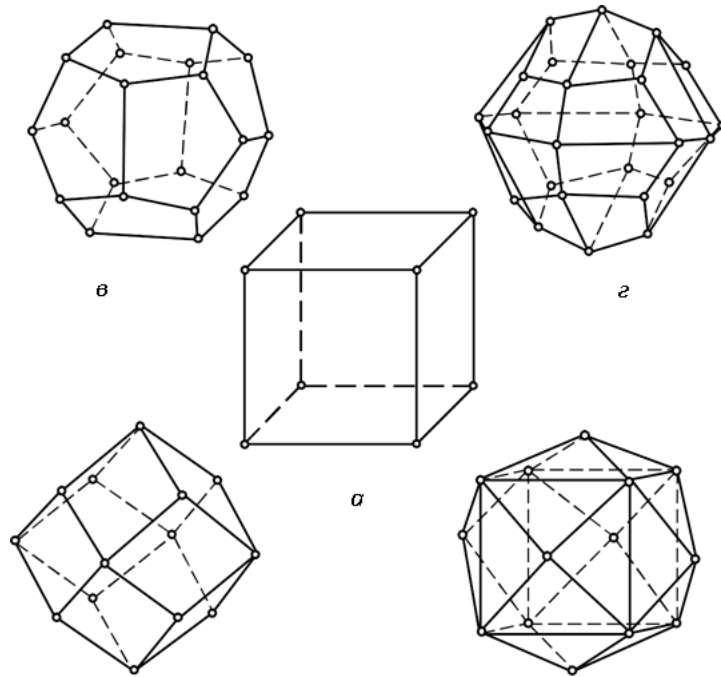


Рис. 1.12. Група гексаедра (куба)

a – гексаedr (куб); *b* – ромбододекаedr; *v* – пентагондодокаedr;
z – діододекаedr; *d* – тетрагексаedr

В природних умовах під час росту мінерали дуже рідко формуються у вигляді ідеальних кристалічних багатогранників. Пов'язано це з тим, що в більшості випадків умови їх росту не відповідають тим умовам, завдяки яким можуть формуватися кристали мінералів ідеального геометричного огранення.

Велику кількість мінералів можна визначити, поглянувши на кристали (рис. 1.13). На приклад, везувіан можна впізнати за своєрідною формою кристалів, в гранатів і піриту прекрасні гарно огранені кристали кубічної сингонії.

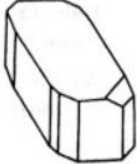
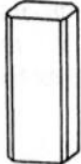
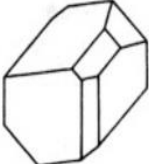
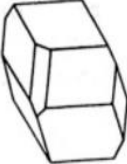



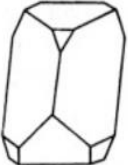

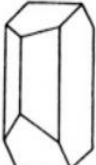
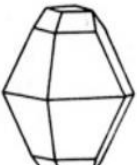




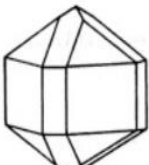
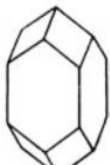
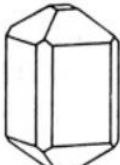
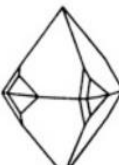

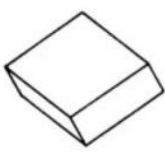




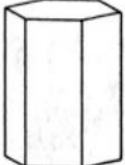

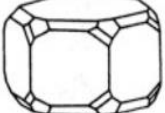


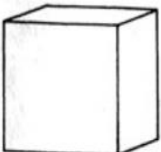
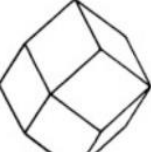
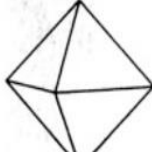

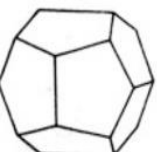
ТРИКЛІННА					
МОНОКЛІННА					
РОМБІЧНА					
ТЕТРАГОНАЛЬНА					
ТРИГОНАЛЬНА					
ГЕКСАГОНАЛЬНА					
КУБІЧНА					

Рис. 1.13. Сингонії та форми кристалів деяких мінералів

2 Порядок виконання роботи

1. На запропонованих викладачем моделях або природних кристалах – індивідах визначити елементи симетрії, запишіть результат визначення у вигляді кристалографічної формули та встановіть сингонію і категорію кристалу.

2. Визначити грані одного розміру і форми. Вказати назву простої форми. Зробити висновок, щодо комбінації простих форм кристалічного многогранника.

Результати визначень оформити у вигляді таблиці 2.1.

Спочатку треба знайти осі симетрії вищого порядку (вище другого), а потім вже переходити до знаходження осей другого порядку та інших елементів симетрії (площин і центру симетрії). Осі симетрії вищого порядку проходять через вершини, де сходяться рівні ребра, або через центри граней із числом ребер, кратним порядку осі симетрії. Вісь симетрії другого порядку проходить або через середину ребра, перпендикулярно йому, або через центр грані, перпендикулярно грані, що має форму прямокутника або ромба, або через вершину, утворену парним числом граней із попарно рівними протилежними і двограними кутами. Вісь симетрії третього порядку проходить або через правильну (утворену трьома рівними плоскими кутами) тригранну вершину, або через центр грані у вигляді правильного трикутника, або шестикутника перпендикулярно цій грані. Вісь симетрії четвертого порядку може проходити або через правильну чотиригранну (восьмигранну, дванадцятигранну) вершину, або через центр грані з числом ребер, кратним чотирьом, перпендикулярно грані квадрата. Вісь симетрії шостого порядку може проходити або через правильну шестигранну (дванадцятигранну) вершину, або через центр гексагона – правильного шестикутника – перпендикулярно грані.

Площина симетрії проходить або уздовж ребра кристала, створюючи при цьому рівні кути з обома гранями, що граничать по даному ребру, або через бісектрису кута між ребрами кристала, які пересікаються, розділяючи її на дві

дзеркально рівні частини. Площина симетрії присутня у кристалах, що мають інверсійну вісь симетрії шостого порядку, перпендикулярно останній.

Центр симетрії виявляється по обернено рівнобіжним граням: кристал, у якому є центр симетрії утворений рівнобіжними гранями, однаковими за розміром та формою і повернутими одна відносно одної на 180° .

Після визначення елементів симетрії кристалу необхідно визначити грані одного розміру і форми, вказати назву простої форми та зазначити кількості граней, що їй належать.

Наприклад, в таблиці 2.1 під номером 1 маємо кристалічний многогранник. Він має одну ось шостого порядку L_6 , 6 осей другого порядку L_2 , 7 плоскостей та один центр симетрії. Елементи симетрії цього многогранника можна записати у вигляді формули L_6L_27PC .

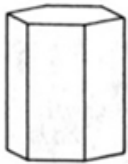
Сингонія – гексагональна; категорія – середня.


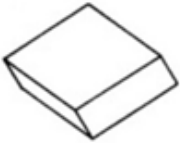
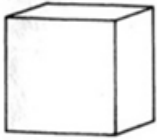


Многогранник має дві групи граней, кожна з яких утворює просту форму.

Перша група складається із шести граней, що утворюють бічну поверхню многогранника. кількість граней – 6, назва простої форми – гексагональна призма.

Друга група складається з двох граней, розташованих горизонтально. Кількість граней – 2, назва – пінакоїд. Гексагональна призма і пінакоїд – відкриті прості форми, які існують лише в комбінації.

Таблиця 2.1 - Результати визначень

№з/п	Форма кристалу	Формула	Сингонія, категорія	Назва простої форми або комбінація простих форм, кількість граней
1	2	3	4	5
1		L_6L_27PC	Гексагональна, середня	Комбінація простих форм: гексагональна призма, 6 граней, пінакоїд, 2 грані

2				
3				
4				
5				
6				

3 Зміст та оформлення звіту

Звіт з виконання лабораторної роботи повинен містити наступні елементи:

- тема та завдання лабораторної роботи;
- основні визначення;
- результати самостійного визначення мінералів з навчальних колекцій;
- відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання

1. Чим відрізняються кристалічні тіла від аморфних?
2. Опишіть основні властивості кристалічних тіл.
3. Що таке симетрія кристалів?
4. Дайте визначення елементів симетрії кристалів.

5. Що таке кристалографічні сингонії? Який принцип покладений в основу групування кристалів за сингоніями?
6. Чим прості форми відрізняються від комбінацій?
7. Чи можуть бути у кристалічного многогранника декілька різних однойменних простих форм?
8. Сформулюйте основний закон кристалографії.

Лабораторна робота № 2
ВИВЧЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ
ПОРОДОУТВОРЮЮЧИХ ТА РУДНИХ МІНЕРАЛІВ

Мета роботи: Ознайомлення з класифікацією, діагностичними властивостями мінералів та методами їх визначення. Вивчення та опис основних породоутворюючих та рудних мінералів.

Обладнання: демонстраційна еталонна колекція мінералів, роздаткові набори мінералів, порцелянові неглазуровані пластинки (бісквіти); компас, магніт; мінералогічна лупа (зі збільшенням в 10-20 разів); геологічний молоток; 5-10% розчин HCl, визначник мінералів за зовнішніми ознаками.

1 Теоретичні відомості

1.1 Поняття мінералу, мінерального виду

Мінерал (від лат. «*minerale*» – руда) – це природна кристалічна хімічна сполука (або самородний елемент), однорідна за будовою і складом, що утворилася в результаті фізико-хімічних процесів в земній корі або на її поверхні та є складовою частиною гірських порід і руд.

За сучасними поглядами до мінералів віднесені лише тверді речовини з кристалічною будовою природні або штучні (синтезовані). Некристалічні тверді природні утворення (аморфні), такі як опал, агат, халцедон, не є мінералами. Їх рекомендовано відносити до іншої множини сполук — мінералоїдів. Однак останні є повнокровними об'єктами мінералогії, оскільки генетично й парагенетично пов'язані з мінералами. До мінералів слід відносити також

природні хімічно і структурно однорідні виникнення, що є складовими частинами інших космічних тіл - місяця, планет, комет.

На сьогоднішній день відомо близько 2500 мінералів, не враховуючи різновидів, але тільки деякі з них (близько 50) є найбільш розповсюдженими та утворюють більшість гірських порід. Це так звані *породоутворюючі мінерали*. Менш поширеними, але доволі відомими є *рудні* (або *рудоутворюючі*) мінерали, які складають родовища металевих корисних копалин. Природні мінерали, які зустрічаються рідко і за вмістом у породі не перевищують 1% від її маси, називаються *акцесорними* (лат. *accessorius* - додатковий).

Окремі види мінералів у вільному стані або в складі гірських порід іноді утворюють значні за запасами родовища, тобто за сприятливих економічних умов використовуються як корисні копалини.

1.2 Походження мінералів

За умовами походження всі мінерали поділяють на 2 групи:

– мінерали *ендогенного* (*гіпогенного* або *глибинного*) походження, серед яких розрізняють мінерали магматичного та метаморфічного походження: кварц, польові шпати, алмаз, золото, пірит, сфалерит, біотит та ін.;

– мінерали *екзогенного* (*гіпергенного* або *поверхневого*) походження, тобто мінерали, утворення яких пов'язане з вивітрюванням та осадовим процесом: гіпс, лімоніт, каолініт, кам'яна сіль та ін.

Ендогенні мінерали утворюються в результаті:

– кристалізації магми під час її охолодження (власне магматичні процеси);

– випадіння в тріщинах і пустотах порід в результаті циркуляції через них мінералізованих гарячих водних розчинів (гідротермальні процеси) і газів (пневматолітові процеси);

– перекристалізації раніше утворених мінералів в інші мінеральні види під впливом високої температури і тиску (метаморфічні процеси);

– обмінних хімічних реакцій між магмою і вміщуючими її породами (метасоматичні процеси).

Екзогенні мінерали утворюються в результаті:

– хімічного і біохімічного розкладання мінералів і гірських порід в результаті дії на них атмосферного кисню, води і водних розчинів (процеси вивітрювання);

– випадання з водних розчинів на дно водоймищ солей та інших сполук (процеси хімічного осадконакопичення);

– заповнення пустот у рихлих осадках мінеральними масами, що виділяються з циркулюючих через пустоти підземних вод (процеси діагенезу).

1.3 Класифікація та загальна характеристика класів мінералів

В основі сучасної класифікації мінералів лежать дві основні ознаки: хімічний склад та структура мінералів. Саме з цими ознаками пов'язані найважливіші фізичні і хімічні властивості, що дозволяють розрізняти та розпізнавати мінерали. Зі зміною хімічного складу і структури мінералу змінюються властивості мінералу.

Найбільшим таксоном в мінералогії є царство мінералів, яке ділиться на два підцарства: елементарних речовин; сполук. До елементарних речовин відноситься клас самородні елементи – мінералів, що зустрічаються у вигляді вільних атомів елементів.

Серед сполук за хімічною ознакою (ведучим аніоном) виділяють наступні типи (табл. 2.1):

I. Сірчисті сполуки чи сульфідні – сполуки металів з Сульфуром або його аналогами (Арсеном, Стибієм, Селеном, Телуром).

II. Галоїдні сполуки або галогеніди. До цього типу відносяться мінерали, які являють собою сполуки з галогенами – Флуором, Хлором і, рідше, з Бромом та Йодом.

III. Кисневі сполуки, серед яких можна виділити оксиди - сполуки металів з Оксигеном і кисневі солі (оксісолі) - сполуки металів з комплексними кисневими аніонами. Останні надзвичайно широко поширені в природі, вони є найголовнішими мінералами, що складають земну кору.

Таблиця 2.1 – Класифікація мінералів

Царство	Мінерали				
Підцарство	Елементарні речовини	Сполуки			
Тип	I Самородні елементи	II Сірчисті сполуки (сульфіди)	III Галоїдні сполуки галогеніди	IV Кисневі сполуки	
Підтип				IV Оксиди і гідроксиди	V Оксісолі
Клас	1. Самородні метали 2. Самородні неметали	1. Сульфідиди 2. Арсенідиди 3. Телуридиди	1. Флуоридиди 2. Хлоридиди, (бромідиди, йодидиди)	1. Оксидиди 2. Гідроксидиди	1. Нітратиди 2. Карбонатиди 3. Сульфатиди 4. Вольфроматиди, молібдатиди 5. Фосфатиди, арсенатиди, ванадатиди 6. Боратиди 7. Силікатиди

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* (група самородних металів), *графіт C, алмаз C, сірка S* (група самородних неметалів) та інші. Вони складають не більше 0,1 вагового відсотка земної кори, а найпоширенішими серед них є графіт та сірка. Самородні елементи мають важливе практичне значення як руди благородних металів (золото, платина), дорогоцінні камені (алмаз), сировина для різних галузей промисловості (сірка, графіт).

Сульфіді, або сірчисті сполуки, за даними академіка В.І. Вернадського, складають 0,15% від маси земної кори. Загальна кількість сульфідів – понад 300 (друге місце після силікатів). Вони, як і 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 , *кіновар* (з арабської «кров дракона») HgS та інші.

Підтип оксидів і гідроксидів об'єднує мінерали, представлені сполуками різних елементів з Оксигеном (оксиди), а також з Оксигеном та гідроксильною групою (гідроксиди). Мінерали цього класу поділяться на дві групи: оксиди та гідроксиди Силіцію (група кварцу) і оксиди та гідроксиди металів. Найпоширенішим серед мінералів даного класу є *кварц* SiO_2 . Він складає близько 12 вагових відсотків земної кори і входить до складу майже всіх генетичних типів гірських порід. Гідроксид кремнію представлений *опалом* ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Основними рудоутворюючими мінералами цього підтипу 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* (уранова чернь) 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 *гьотиту* $\text{FeO} \cdot \text{OH}$ та *гідрогьотиту* $\text{FeO} \cdot \text{OH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, *гібсит* $\text{Al}(\text{OH})_3$, *діаспор* $\text{AlO}(\text{OH})$ та інші.

До класу галоїдних сполук належать мінерали, які є солями фтористо-, бромисто-, хлористо- та йодистоводневих кислот. Найпоширенішими серед них хлориди і флуориди, такі як *галіт* (кам'яна сіль) NaCl , *сильвін* KCl , *карналіт* $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, *флюорит* (плавиковий шпат) CaF_2 .

Найпоширеними 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 .

Клас сульфатів об'єднує мінерали, що 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 .

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*.

До класу силікатів відносяться солі різних кремнієвих кислот; він об'єднує близько половини всіх відомих в природі мінералів. Серед них найголовнішу роль відіграють польові шпати, на частку яких за масою припадає близько 50% земної кори. Польові шпати є алюмосилікатами K, Na, Ca. Представником калієвих польових шпатів є *ортоклаз* $\text{KAl}[\text{Si}_3\text{O}_8]$. Натрієво-кальцієві польові шпати називаються *плагіоклазами*. Вони представляють собою ідіоморфну суміш двох мінералів: *альбіту* $\text{NaAl}[\text{Si}_3\text{O}_8]$ і *анортиту* $\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$, що є крайніми членами ряду плагіоклазів. Слід зауважити, що макроскопічно (тобто неозброєним оком) не завжди можна надійно відрізнити альбіт від анортиту й ортоклазу, а тому частіше приходиться обмежуватися визначенням мінералу просто як польового шпату.

Важливою підгрупою породоутворюючих силікатів є так звані *темнокольорові силікати*. До них відносяться мінерали, що є кальцієвими, магнеєвими і залізистими солями метакремнієвої H_2SiO_3 і ортокремнієвої H_4SiO_4 кислот. Найбільш поширені з них мета силікати (*рогова обманка*).

Широко розповсюджені в земній корі водні силікати з лускатою або пластинчастою будовою та дуже досконалою спайністю. У цю підгрупу входять слюди, тальк і каолінит. Чорна магнезіально-залізиста слюда називається *біотит*, а біла або жовтувата прозора калієва слюда *мусковіт*. *Каолінит* $\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ – глинистий мінерал, зустрічається в вигляді щільних і землистих мас, на дотик жирний, легко намокає та стає пластичним.

1.4 Діагностика мінералів

1.4.1 Методи діагностики мінералів.

Діагностика мінералів заснована на визначенні їх кристалічної структури і хімічного складу або побічно на вивченні пов'язаних з ними морфології і фізичних констант. Для діагностики мінералів зазвичай використовують декілька методів, які дозволяють вивчити фізичні і хімічні властивості досліджуваного мінералу і вивести його формулу. Серед них частіше усього використовуються: кристалооптичні методи, засновані на визначенні оптичних властивостей мінералів за допомогою поляризаційного мікроскопу; рентгенодифракційні методи, рентгеноспектральний мікроаналіз, електронна мікроскопія, термічний аналіз, кристалографічний аналіз, інфрачервона спектроскопія, люмінесцентний аналіз і інші спеціальні методи.

У польовій практиці мінерали, зазвичай, визначаються макроскопічним методом. *Макроскопічний метод* - це визначення мінералу за морфологічними ознаками, фізичними властивостями і простими хімічними реакціями. Метод визначення мінералів за зовнішніми ознаками легко доступний і не вимагає спеціальної апаратури.

Властивості мінералів, на яких ґрунтується діагностика, називаються *діагностичними*. Діагностичні властивості мінералів можна розділити на дві групи:

- 1) морфологічні ознаки, що характеризують геометричну форму кристалів;
- 2) фізичні властивості: колір мінералу, колір риси (забарвлення його порошку), прозорість, блиск, злам, спайність, твердість, а також специфічні властивості (магнітність; смак, реакція з соляною кислотою, горючість, електропровідність, радіоактивність).

Найбільш об'єктивною діагностикою є тоді, коли вона проводиться шляхом визначення всіх властивостей.

1.4.2 Форми знаходження мінералів у природі. Морфологічні особливості мінералів як діагностична ознака.

У природі мінерали зустрічаються у вигляді монокристалів або закономірних зростків кристалів, мінеральних агрегатів.

Мінерали – це переважно кристалічні тіла, тому важливою ознакою мінералів є обрис (габітус).

Обрис кристалів мінералів (англ. mineral crystals habitus) — загальний вигляд мінералів, пов'язаний з їх зовнішньою формою, яка зумовлена особливостями росту (рис. 2.1).

В залежності від розмірів по трьох головних осях розрізняють такі обриси (габітуса) кристалів: ізометричний, видовжений, сплюснений.

До *ізометричного типу* обрису належать кристали, які розвинені в трьох напрямках однаково, тобто в яких $a = b = c$.

До *видовженого типу* належать кристалічні індивіди мінералів, які витягнуті в одному напрямі, тобто ті, в яких $a = b < c$.

До *сплющеного типу* належать кристалічні індивіди, в яких розвиток відбувся в двох напрямках, тобто $a = b > c$.

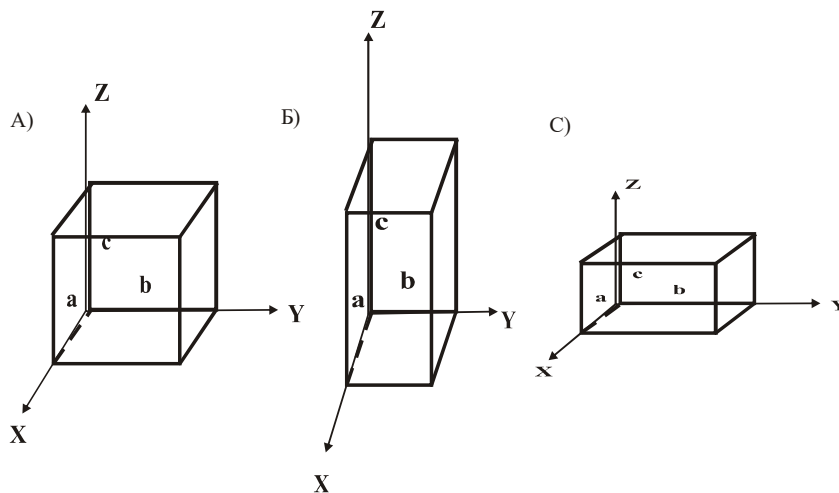


Рис. 2.1. Типи обрису (габітусу) мінеральних індивідів:
А - ізометричний; Б - видовжений; С – сплюснутий

Різновид ізометричного обрису – *зернистий*; видовженого – *стовпчастий, тичкуватий, голчастий, волокнистий*; сплющеного – *таблитчастий, пластинчастий, листуватий, лускуватий*, тощо

В природних умовах під час мінералоутворення ідеально утворені кристалічні індивіди мінералів зустрічаються рідко.

Найчастіше трапляються зростки кристалів. Вони поділяються на *закономірні* й *незакономірні*. Прикладом закономірних зростків можуть слугувати *двійники*, що утворюються внаслідок зростання (чи проростання) двох кристалів. Закономірні зростки характерні, наприклад, для гіпсу, кристали якого зростають, утворюючи так званий "ластівчин хвіст" (рис. 2.2).

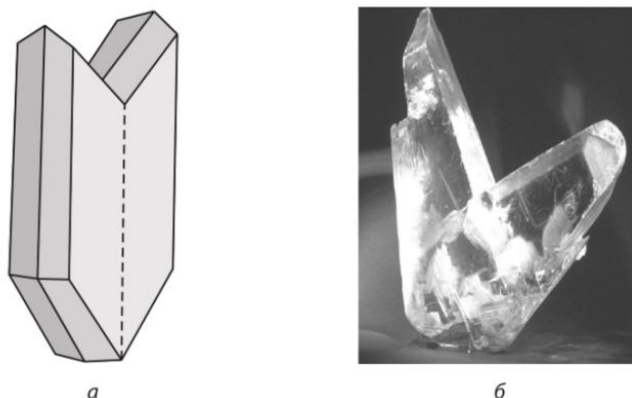


Рис. 2.2. Мінеральний двійник гіпсу

Двійники, утворені зростанням кількох кристалів, називаються *полісинтетичними*, вони типові для польових шпатів.

До *незакономірно зрощених* відносяться *мінеральні агрегати*.

Мінеральні агрегати за формою, структурою та характером заповнення простору поділяються на кристалічні, зернисті, землясті, щільні, форми заповнення порожнин, дендрити, натічні форми, псевдоморфози.

Серед *кристалічних агрегатів* виділяються друзи і щітки (рис. 2.3).

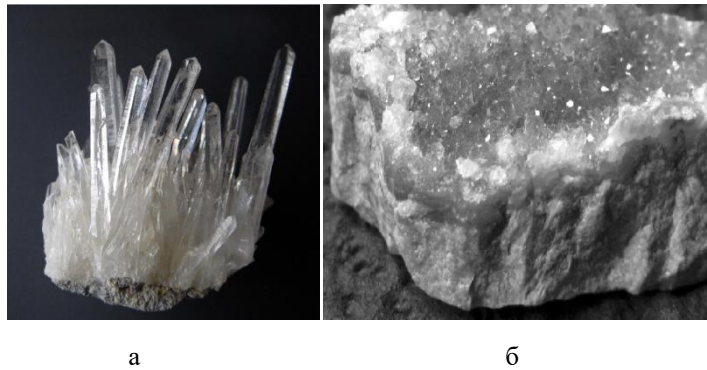


Рис. 2.3. Друза горного хрусталя (а); щетка кварца (б)

Друзи — скупчення кристалів різного розміру на спільній основі. Наприклад, друзи гірського кришталю, аметисту тощо.

Щітки — зростки дрібних кристалів на спільній основі.

Зернисті агрегати — це скупчення одного чи кількох мінералів. Вони бувають моно- або полімінеральні. Залежно від розміру зерен виділяються грубо-, середньо- й дрібнозернисті різновиди.

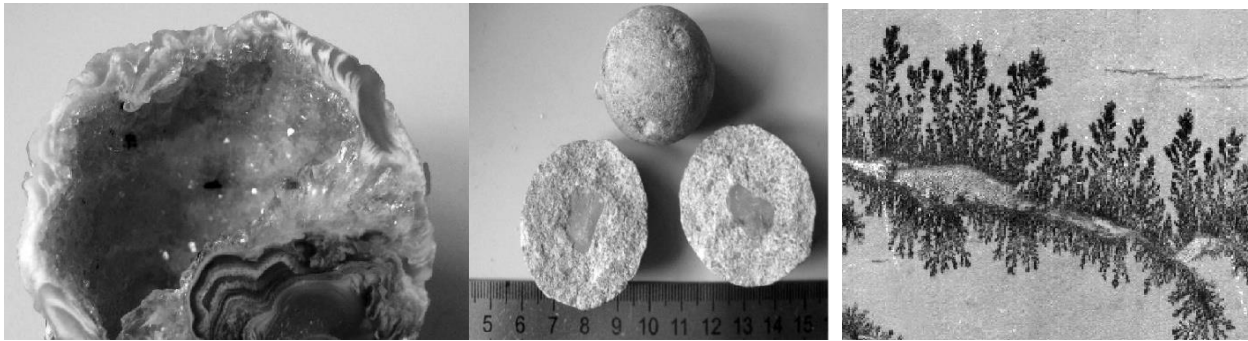
Землисті агрегати — це пухкі борошністі маси прихованокристалічної структури. Кристалики у них розрізняються миє за допомогою мікроскопа. Вони легко розтираються пальцями. Прикладом можуть слугувати такі мінерали, як каолін, лімоніт, піролюзит тощо.

До форм заповнення порожнин належать конкреції й секреції (рис. 2.4, а,б).

Конкреції (або *сфероліти*) — сферичні чи більш-менш округлі тіла з радіально-променистою будовою всередині. Вони особливо характерні для марказиту, фосфориту. Дрібні конкреції зі шкаралупчастою будовою називаються оолітами. Вони типові для деяких вапняків, бурого залізняка.

Секреції утворюються при заповненні мінералами порожнин у породі. Для них часто характерною є концентрична будова, яка відбиває стадійність мінералоутворення. Великі секреції називають *жеодами*, дрібні — *мигдалинами*.

Дендрити — це деревоподібні, агрегати, які утворюються на стінках тріщин порід чи мінералів (рис.2.4, в). Характерні для оксидів марганцю, заліза, самородних елементів золота й срібла.



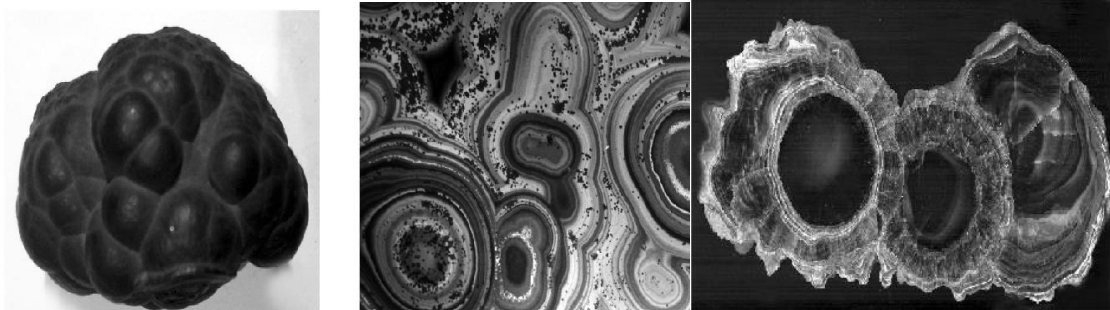
а

б

в

Рис. 2.4. Жеода халцедону (а); конкреція (б); дендрити гідроксидів марганцю (в)

Натічні форми часто зустрічаються у печерах (рис. 2.5). Це — *сталактити* і *сталагміти*. Ці форми утворюються при довільному стіканні розчинів, які швидко кристалізуються. *Сталактити* ростуть згори донизу (звисають зі стелі печери), *сталагміти* — назустріч їм, наростаючи на дні порожнини, і часто зливаються зі сталактитами у колоноподібні утворення (*сталагнати*).



а

б

в

Рис. 2.5. Натічні форми: гетит (а); малахіт у зрізі (б), сталактит у зрізі (в)

Інколи у природі виникають мінеральні утворення, кристалографічна форма яких не властива певному мінералу. Це так звані *псевдоморфози* (рис. 2.6). Наприклад, внаслідок окиснення кристал піриту (FeS_2) може бути повністю заміщений лімонітом ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), при цьому зберігається форма знаходження у природі попереднього мінералу — куб. Ця форма не характерна для лімоніту, який утворює землясті маси або ооліти.



а

б

Рис. 2.6. Псевдоморфоза піриту по амоніту (а); «скам'яніле дерево» (б)

1.4.3 Фізичні властивості мінералів як діагностична ознака.

Колір мінералів залежить від їх хімічного складу, як основного, так і домішок, структури, 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.

За кольором мінерали підрозділяються на кольорові з переважанням одного кольору (наприклад, червоного, чорного) або двох кольорів (жовто-зелений і т.п.), а також білі та безкольорові. Прозорий мінерал – мінерал безбарвний.

Колір риси – це колір мінералу в порошку. Його легко отримати тертям мінералу о фарфорову пластину. Колір мінералу в порошку – важлива діагностична ознака, тому що він постійний. Колір мінералу у порошку може бути таким самим як і колір мінералу, а може і відрізнитися. Наприклад, пірит має золотисто-жовтий колір, а його риса – чорна, халькопірит – солом'яно-жовтий, а риса зеленувато-чорна.

Блиск – це здатність поверхні мінералу відбивати потік світла, що на нього падає. Розрізняють металевий блиск, який характерний здебільшого для непрозорих мінералів з темнозабарвленою рисою; напівметалевий

(металоподібний), який нагадує блиск потемнілого металу; неметалевий, найпоширенішими різновидами якого алмазний, скляний, жирний, перламутровий, матовий і шовковистий блиски.

Найбільш типовими прикладами мінералів з названими видами блиску є такі:

- *металевий* – пірит, галеніт, молібденіт;
- *напівметалевий* – магнетит, гематит, графіт;
- *неметалевий*:
- *алмазний* – алмаз, сфалерит;
- *скляний* – кварц, кальцит, ортоклаз;
- *жирний* – галіт, тальк;
- *перламутровий* – біотит, гіпс;
- *шовковистий* – азбест;
- *матовий* – лімоніт, каолініт.

Прозорість характеризує властивість мінералу пропускати промені світла. За цією ознакою мінерали поділяються на прозорі, що пропускають світло як звичайне скло; непрозорі, які не пропускають світла; напівпрозорі, що просвічують подібно до матового скла; або такі, що просвічують лише в тонкій пластині. Деякі мінерали можуть мати різний ступінь прозорості. Так, кварц може бути прозорим (гірський кришталь), напівпрозорим і непрозорим – молочно-білим.

Спайність – це властивість кристалічних мінералів розколюватися при ударі на уламки, обмежені поверхнями, які називаються площинами спайності. Вони відповідають напрямкам найменшого зчеплення часток у кристалічній структурі мінералу. В залежності від того наскільки легко відбувається розщеплення мінералу виділяють такі види спайності:

- *вельми досконала*, коли мінерал легко розщеплюється на тонкі пластинки з гладкими блискучими поверхнями (біотит, тальк);

- *досконала*, якщо розщеплення мінералу на тонкі пластинки відбувається під дією певної сили, наприклад удару (кальцит, галіт та ін.); *середня*, коли при ударі мінерал розколюється як по рівних площинах, так і по нерівних поверхнях (ортоклаз);
- *недосконала*, якщо в мінералі при ударі на тлі неправильних поверхонь зламу іноді спостерігаються сколи по рівних площинах (магнетит);
- *дуже недосконала*, коли при розколюванні утворюються тільки неправильні поверхні, іншими словами, спайність відсутня (кварц).

Спайність мінералів може виявлятися в одному, двох, трьох і більше напрямках: біотит і мусковіт – в одному, ортоклаз і гіпс – у двох, кальцит і галіт – у трьох, а сфалерит – у шести.

Площини спайності інколи невірно сприймають за грані кристалу, тому слід мати на увазі, що площини спайності мають більш сильний блиск, ніж грані кристалів; напрямку спайності мінералу завжди відповідає декілька паралельних одна одній площин.

Злам визначається характером поверхні, по якій розколюється мінерал. Він властивий, в основному, аморфним мінералам. Найбільш часто зустрічаються наступні різновиди зламу:

- *раковистий*, який нагадує концентрично-хвилясту поверхню черепашки (кварц, халцедон);
- *занозистий*, зустрічається у волокнистих, стовпчастих мінералів (рогова обманка);
- *ступінчастий злам* нагадує східці драбини. Зустрічається у мінералів з досконалою спайністю (кальцит);
- *землистий злам* характеризується пошерхлою поверхнею, покритою дрібним пилом (лімоніт, каолініт).

Твердість – це здатність мінералу протистояти зовнішній механічній дії. Здебільшого при діагностиці мінералів визначається відносна твердість мінералу шляхом застосування еталонної шкали твердості, яка носить назву *шкали Мооса*

(на честь її автора, німецького мінералога). Мінерали в ній підібрані так, що кожний наступний дряпає попередній. Перевага такого відносного методу полягає в простоті, наочності і швидкості виконання. Визначати твердість прийнято в умовних одиницях від 1 до 10, які відповідають твердості десяти мінералів шкали Мооса (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 - Шкала твердості Мооса

Твердість	Мінерал	Хімічна формула
1	Тальк	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$
2	Гіпс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Кальцит	$CaCO_3$
4	Флюорит	CaF_2
5	Апатит	$Ca_5(PO_4)_3(F, Cl, OH)$
6	Ортоклаз	$KAlSi_3O_8$
7	Кварц	SiO_2
8	Топаз	$Al_2[SiO_4](F, OH)_2$
9	Корунд	Al_2O_3
10	Алмаз	C

При встановленні твердості обирають на мінералі рівну свіжу поверхню і проводять по ній гострим краєм мінералу зі шкали твердості. Якщо мінерал, що визначається, дряпається, то його твердість менше твердості мінералу зі шкали. Це випробування слід проводити до тих пір, доки твердість встановлюваного мінералу не визначиться як проміжна між двома еталонними мінералами зі шкали твердості або як рівна одному з них. Наприклад, твердість рогової обманки менше твердості ортоклазу, твердість якого 6, але більше твердості апатиту (твердість 5). Це означає, що твердість рогової обманки близька до 5,5.

Спрощене визначення твердості можна проводити за допомогою допоміжних матеріалів. Мінерали, які мають твердість 1, подібні до грифеля м'якого олівця – жирні на дотик та залишаються на шкірі пальців; мінерали з твердістю 2 дряпаються нігтем (тв. 2,5); мідна монета має твердість 3; залізний

гвіздок – твердість 4; скло – 5,5; сталева голка або сталевий ніж – близько 6; порцелянова пластинка – 6,5; напільник – 7,5; твердосплавне свердло – 8,5.

Щільність (питома вага). Прийнято поділяти мінерали на три вагові категорії – легку (до 2,5 г/см³), середню (від 2,5 до 4 г/см³) і важку (більше 4 г/см³).

Крім означених, мінерали можуть мати специфічні, індивідуальні властивості. Такими властивостями є:

- *магнітність* – здатність мінералу впливати на магнітну стрілку компасу (магнетит);
- *смак*, який мають розчинні мінерали (галіт – солоний);
- *реакція з соляною кислотою* (кальцит);
- *горючість, електропровідність, радіоактивність, ковкість та ін.*

2 Порядок виконання лабораторної роботи

I. Ознайомтесь з властивостями та діагностичними ознаками обов'язкових для вивчення породоутворюючих та рудних мінералів по еталонній колекції та навчальній і методичній літературі.

Обов'язковими для вивчення на практичних заняттях є наступні мінерали:

1. Самородні неметали – *графіт, сірка.*
2. Сульфіди – *пірит, халькопірит, галеніт, сфалерит, молібденіт, кіновар.*
3. Оксиди – *кварц, магнетит, гематит, корунд, піролюзит, хроміт, каситерит.*
4. Гідрооксиди – *лімоніт.*
5. Карбонати – *кальцит, доломіт, сидерит.*
6. Сульфати – *гіпс, ангідрит.*
7. Силікати – *олівін, авгіт, ортоклаз, тальк, біотит, каолінит, лабрадор.*
8. Галоїдні сполуки – *галіт, сильвін, флюорит.*
9. Фосфіти - *апатит.*

За допомогою робочої колекції визначте морфологічні, фізичні та специфічні властивості запропонованих викладачем зразків мінералів. Користуючись навчальною літературою, еталонною колекцією мінералів, таблицею для визначення найбільш розповсюджених породоутворюючих мінералів (таблиця 1.1 Додатку 1) та таблицею з характеристиками найважливіших породоутворюючих і рудних мінералів (таблиця 1.2 Додатку 1), визначте назви запропонованих викладачем мінералів за їх діагностичними ознаками.

Складіть таблицю за наведеною формою (табл. 2.3), у яку занесіть визначені властивості кожного мінералу, його назву і хімічну формулу.

Таблиця 2.3 – Зведена таблиця опису мінералів

№ з/п	Форма виділення	Колір		Блиск	Твердість	Спайність, злам	Питома вага, г/см ³	Специфічні властивості	Назва мінералу, хімічна формула
		в зразку	риси						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Землісті агрегати, ооліти, плівки	Від іржаво-бурого до темно-бурого	Бура і ржаво-бура	Матовий	Від 1 до 5	Відсутня; Землістий	3,3-3,9	При нагріванні виділяє воду	Лімоніт Fe ₂ O ₃ ·nH ₂ O

3 Зміст та оформлення звіту

Звіт з виконання лабораторної роботи повинен містити наступні елементи:

- тема та завдання лабораторної роботи;
- визначення основних термінів;
- результати самостійного визначення мінералів з навчальних колекцій;
- відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняттям «мінерал», «мінеральний вид», мінеральний різновид».
2. В яких формах знаходяться мінерали у природі?
3. Що покладено в основу класифікації мінералів?
4. Які методи використовують для визначення мінералів?
5. Які властивості мінералів називаються діагностичними?
6. Як визначаються мінерали за діагностичними властивостями?
7. Які мінерали використовують як руду на чорні та метали? Наведіть приклади.
8. Які мінерали використовуються як сировина для будівельної, хімічної промисловості, у оптиці? Наведіть приклади.

Лабораторна робота № 3

ВИВЧЕННЯ І ВИЗНАЧЕННЯ МАГМАТИЧНИХ ТА МЕТАМОРФІЧНИХ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Мета заняття: Ознайомлення з гірськими породами ендегенного походження та їх класифікацією. Визначення гірських порід за структурою, текстурою та мінеральним складом.

Обладнання: демонстраційна еталонна колекція гірських порід, роздаткові набори гірських порід, порцелянові неглазуровані пластинки (бісквіти); компас, магніт; мінералогічна лупа (зі збільшенням в 10-20 разів); геологічний молоток; 5-10% розчин HCl.

1 Теоретичні відомості

1.1 Загальна характеристика та класифікація гірських порід

Гірські породи – це природні агрегати мінералів певної будови, які утворюються в земній корі або на її поверхні в результаті різноманітних геологічних процесів.

Породи, які складаються з одного мінералу, називаються *мономінеральними* (від грец. «моно» – один). Породи, які складаються з декількох мінералів, називаються *полімінеральними* (від грец. «полі» – багато).

Геологічні умови утворення кожної породи зумовлюють форму її тіла, характер залягання в земній корі, мінеральний склад і внутрішню будову. Тому визначивши породу, можна відтворити умови, в яких вона виникла. За походженням гірські породи поділяються на три основні групи (рис. 3.1).

Магматичні породи утворюються в результаті застигання в земній корі або на поверхні силікатного розплаву – магми (лави).

Метаморфічні породи є продуктом переробки в глибинних умовах вже існуючих магматичних, осадових, а також метаморфічних порід під впливом високого тиску, температури та різноманітних рідких і газоподібних флюїдів, що надходять з надр Землі.

Осадові породи формуються в приповерхневій зоні земної кори (зона гіпергенезу) або на її поверхні в результаті діяльності різноманітних екзогенних природних процесів.

Магматичні і метаморфічні породи складають 95% маси земної кори.



Рис. 3.1. Класифікація гірських порід за генезисом

Умови утворення породи знаходять відображення не тільки в її речовинному складі і формі залягання, але і в інших – особливих ознаках – структурі і текстурі.

Структура - це особливості внутрішньої будови породи, які обумовлені ступенем кристалічності мінеральних зерен, їх розмірами і характером зростання.

Розрізняють наступні основні типи структур (рис. 3.2):

– *повнокристалічна* порода повністю складається із кристалічних зерен мінералів (залежно від абсолютного розміру зерен виділяють: *крупнозернисту*

(зерна крупніше 5 мм); *середньозернисту* (2-5 мм); *дрібнозернисту* (0,1-2 мм); *тонкозернисту* (менше 0,1 мм);

– *неповнокристалічна* (прихованокристалічна) – порода складається із дрібних кристалів, які можна побачити тільки під мікроскопом.

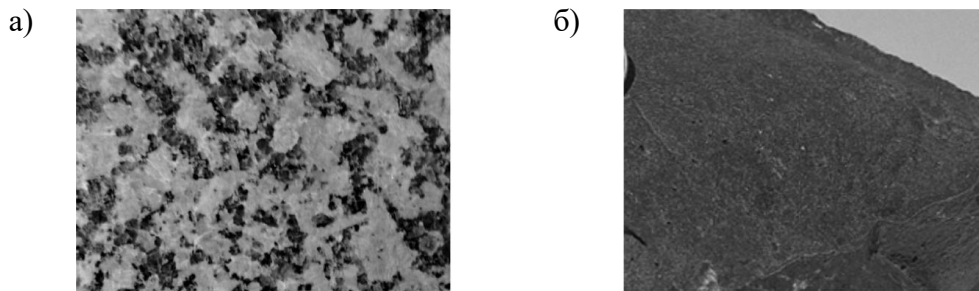


Рис. 3.2. Повнокристалічна структура граніту (а) та прихованокристалічна структура базальту (б)

Якщо порода складена уламками мінералів, або інших порід, то кажуть, що вона має уламкову структуру. Коли порода представлена відносно однаковими за розміром зернами мінералів, то її визначають як рівномірнозернисту, а в протилежному випадку – як нерівномірнозернисту структуру.

Під *текстурою* розуміють характер розташування в просторі кристалічних зерен і уламків які складають породу. Найбільш розповсюдженими є такі текстури: масивна, плямиста, смугаста, сланцювата, пориста (рис. 3.3).

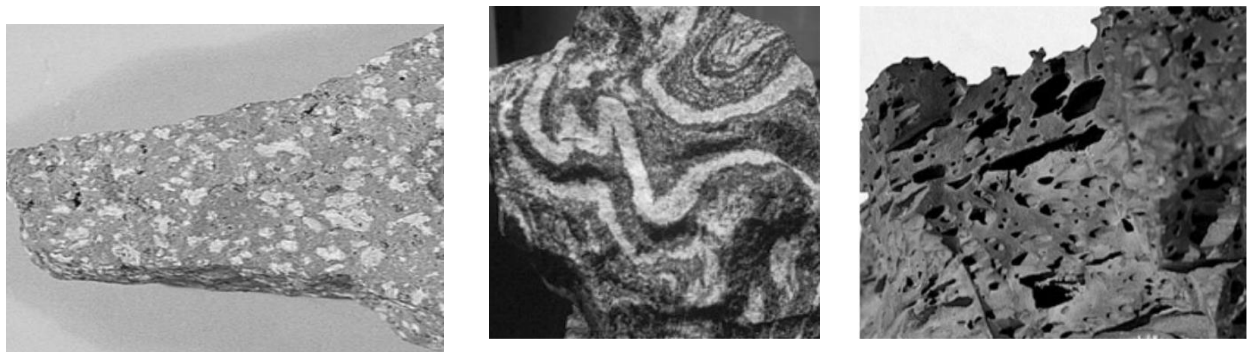


Рисунок 3.3. Плямиста (а), смугаста (б) та пориста (в) текстури

Магматичні, осадові і метаморфічні породи мають свої, характерні для них структури і текстури, за якими також можна розпізнавати ці породи у польових умовах.

Вивчаються гірські породи у польових умовах і в лабораторіях – хімічними, петрографічними, радіологічними, інженерно-геологічними методами. Основними діагностичними ознаками під час вивчення порід є їх структурні, текстурні особливості і речовинний склад.

Вивчення гірських порід має велике практичне і наукове значення, оскільки вони вміщують різноманітні корисні копалини. Багато порід і самі є корисними копалинами (граніт, глини, вугілля і т.п.).

1.2 Магматичні гірські породи

Магматичні гірські породи утворюються в результаті охолодження рідкого силікатного розплаву – магми.

Магма може застигати в глибинах Землі і в умовах її поверхні, куди лава виливається під час вулканічних вивержень. Відповідно утворюються глибинні – *інтрузивні* (плутонічні) гірські породи і породи, що вилилися – *ефузивні* (вулканічні).

Інтрузивні і ефузивні породи розрізняються за структурою і текстурою.

Інтрузивні породи мають повнокристалічну – крупно-, середньо- або дрібнозернисту структуру з розміром мінеральних зерен відповідно: 5-10, 2-5 і 0,5-2 мм. Розрізняють також гігантозернисту структуру (більше 10 мм). Текстура порід масивна, обумовлена рівномірним розподілом в них зерен різних мінеральних видів.

Ефузивні породи мають прихованокристалічну, аморфну (склувату) структуру основної маси; в якій можуть бути включені лише окремі кристали тугоплавких мінералів. Текстура порід масивна, нерідко пориста.

Такі особливості структур інтрузивних і ефузивних порід обумовлені різними термодинамічними умовами їх утворення. Усередині Землі процес охолодження магми був дуже повільним і тому вся вона встигала розкристалізуватися. Тоді як швидке охолодження магми в умовах поверхні перетворювало її на прихованокристалічну, склувату або шлакоподібну масу ефузивних порід. Пориста текстура цих порід утворена бурхливим виділенням газів з магми під час її зміни.

Іншою важливою особливістю магматичних порід є хімічний склад магми, з якої вони утворилися. Якщо в магмі міститься багато кременевої кислоти – SiO_2 , то породи, що утворюються з неї, мають світле, біло-рожеве забарвлення, обумовлене світлими мінералами, – кварцом і польовими шпатами, переважно ортоклазом. При малому вмісті SiO_2 його вистачає тільки на утворення важких темнокольорових мінералів – біотиту, амфіболів (рогова обманка), піроксенів. Забарвлення таких порід темно-сіре до чорного.

Форми залягання магматичних порід відображають умови, за яких породи утворилися. Для ефузивних, виливних порід ці форми нечисленні і досить прості – покрови, лавові потоки, куполи. Інтрузивні тіла (інтрузії) мають більш різноманітну форму. В залежності від співвідношення інтрузій з вмичуючими породами, їх поділяють на згідні (сили, лаколіти, лополіти, факоліти) і незгідні (батоліти, штоки, дайки, неки, жили).

Відповідно до діючого "Петрографічного кодексу України" (1999 р.), всі магматичні породи за процентним вмістом у них SiO_2 умовно поділяються на чотири великі групи:

- *кислі* (64-78%),
- *середні* (53-64%),
- *основні* (44-53%),
- *ультраосновні* (30-44%).

Така систематизація разом з інформацією про глибинне або поверхнєве походження магматичних порід дозволила провести їх класифікацію. Спрощений варіант класифікації наведений у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Класифікація магматичних гірських порід

Групи порід за хімічним складом (вмістом SiO ₂ , %)	Типи порід за умовами утворення		Породоутворюючі мінерали
	Інрузивні (плутонічні)	Ефузивні (вулканічні)	
Кислі (64-78 %)	Граніт	Ріоліт (ліпарит) Обсидіан Пемза	Калієві польові шпати, кварц (25-45%), кислі плагіоклази, біотит, мусковіт, зрідка рогова обманка
Середні (53-64 %)	Діорит	Андезит	Середні плагіоклази (близько 70%), рогова обманка, зрідка піроксени, біотит
Основні (44-53 %)	Габбро Лабрадорит	Базальт	Піроксени, основні плагіоклази, рогова обманка, олівіни
Ультраосновні (30-44%)	Дуніт Перидотит Піроксеніт	Пікрит Кімберліт	Олівін, піроксени, зрідка біотит, рогова обманка

Кожна назва в таблиці об'єднує групу порід, що містять SiO₂ у заданих межах, але відрізняються за мінеральним складом або структурою. Так, до групи граніту відносяться багато десятків їх різновидів. У таблиці також не показані ряди лужних порід (сієніти, трахіти та ін.), що відрізняються підвищеним вмістом калію і натрію.

Кислі породи є найпоширенішими в земній корі серед магматичних порід. Вони мають світле забарвлення сірих та рожевих відтінків і складені кварцом, польовими шпатами, біотитом, мусковітом, інколи присутні рогова обманка, піроксени. Найбільш широким розвитком між ними користуються інрузивні *граніти* та їх ефузивні аналоги *ріоліти* (*ліпарити*).

Граніт має повнокристалічну, переважно середньозернисту, рідше крупно- і дрібнозернисту структуру. Складений кварцом (25-35 %), ортоклазом (35-40 %), плагіоклазом (20-25 %), біотитом, мусковітом, роговою обманкою (до 5 %). Найпоширеніша текстура – масивна.

Ліпарит характеризується порфіровою структурою, в якій на фоні світлої склуватої основної маси виділяються вкраплення кристалів та зерен польових шпатів, кварцу. Найпоширенішою текстурою є пориста.

Середні породи мають сірий, світло-сірий колір. Головними породоутворюючими мінералами є плагіоклази і рогова обманка, а кварц і біотит відносяться до другорядних мінералів. Найхарактернішими представниками середніх порід є *діорити* і *андезити*. У порівнянні з кислими породами вони зустрічаються рідше і складають не більше 3 % від обсягу усіх магматичних порід.

Діорит – інтрузивна порода повнокристалічної структури, масивної текстури. Мінеральний склад: плагіоклаз – до 70 %, кварц – 1-5 %, темноколірні ро-гові обманка і біотит – до 30 %.

Андезит – це ефузивний аналог діориту. Він характеризується порфіровою структурою: на фоні нерозкристалізованої основної маси виділяються світло-сірі вкраплення плагіоклазу і чорні – рогової обманки і піроксенів. Текстура масивна або флюїдальна.

Основні породи складені плагіоклазом (андезин, лабрадор) і піроксенами. Значна кількість у породі темнокольорових мінералів надає їй темно-сірого до чорного забарвлення. Найпоширенішими в земній корі породами цієї групи є *габро-лабрадорит* і *базальт*. На зразки цих порід може реагувати магнітна стрілка компасу завдяки наявності у їх складі кристалів магнетиту.

Габро-лабрадорит – інтрузивна порода з повнокристалічною середньо- і крупнозернистою структурою, масивною текстурою. Породоутворюючі темні мінерали представлені піроксенами (35-50 %), роговою обманкою і олівіном, а світлі – плагіоклазами. Якщо порода повністю складена основним плагіоклазом лабрадором, то така порода називається лабрадорит.

Базальт – це ефузивний аналог габро, часто порфірової структури. У порфірових вкрапленнях плагіоклаз, піроксен, інколи олівін. Текстура породи масивна або пориста.

Ультраосновні породи, які ще називають гіпербазитами або ультрамафітами, займають підпорядковане місце. Відомі представники цієї групи – це *піроксеніти* складені піроксенами та до 10-20 % олівіном.

1.3 Метаморфічні гірські породи

Метаморфічні породи утворюються в результаті перетворення осадових, магматичних і метаморфічних гірських порід на великих глибинах в земній корі під впливом температури, тиску, а також флюїдів (газів та водних розчинів)

Метаморфічні породи, які утворилися за рахунок метаморфізму магматичних утворень називаються *ортопородами*, осадових порід – *парапородами*.

Для цих порід характерні повнокристалічні структури та орієнтовані текстури. Успадковані від первинних порід структури і текстури називаються *реліктовими*.

Виділяються такі головні текстури метаморфічних порід:

- *масивна* – порода є мономінеральною, а мінерал, який її складає має відносно ізометричну форму (кварцит, мармур,);

- *сланцювата* – характерна для порід, що містять мінерали видовженої призматичної, пластинчастої або лускуватої форми, які розташовуються вздовж взаємно паралельних площин. Внаслідок цього вони можуть розколюватися на окремі пластини (глинистий сланець, кристалічний сланець);

- *гнейсова* – утворюється мінералами, які набули видовжених форм в результаті метаморфізму (польовий шпат, кварц). Зерна орієнтовані в одному напрямку, проте на відміну від сланцюватої текстури не утворюють площин, вздовж яких порода може розколюватися (гнейс);

- *смугаста* – чергування смуг різного кольору, мінерального складу і потужності (залізистий кварцит).

Найпоширенішими метаморфічним породами є філіт, слюдяний сланець, кристалічний сланець, гнейс, кварцит, залізистий кварцит, мрамур (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Характеристика метаморфічних гірських порід

Порода	Мінеральний склад	Структура	Колір і особливі ознаки	Вихідна порода
Породи із масивною текстурою				
Мрамур	Кальцит, рідше доломіт	Кристалічна, середньо- та дрібнозерниста	Різноманітний — білий, жовтуватий, блакитний, строкатий, чорний. Невелика твердість. Скипає від соляної кислоти	Вапняки, доломіти
Кварцит	Кварц; другорядні: мусковіт, хлорит, графіт і ін.	Щільна, дрібнозерниста	Світлий — білий, рожево-білий, сірий, жовтуватий. Велика твердість, жирний блиск, блискучий злам	Пісковики, кременисті породи
Породи із сланцюватою, смугастою, гнейсовою текстурою				
Гнейс	Польовий шпат, кварц, біотит, мусковіт, рогова обманка, піроксени,	Крупно- і середньозерниста	Світлий, сірий, рожевий, червонуватий, жовтуватий. Від граніту відрізняється	Глинисті, піщано-глинисті; кислі вивержені
Слюдяний сланець (мусковітовий, біотитовий, графітовий)	Мусковіт, біотит, кварц; другорядні: польовий шпат, фанат, графіт,	Кристалічна, лускато-зерниста	Світлий, сіруватий, зеленуватий. Шовковистий блиск на площинах сланцюватості. Легко	Аргіліти, граніти, кислі вивержені породи
Зелений сланець (хлоритовий, актинолітовий)	Хлорит, актиноліт, епідот; другорядні: польовий шпат,	Дрібнозерниста, дрібнолускаста	Зелений різних відтінків, шовковистий блиск	Мергелі, основні вивержені породи
Тальковий сланець	Тальк; другорядні: хлорит, магнезит, рогова	Кристалічна, луската	Світлий, білий, блідо-зелений, сірувато-білий. Дряпається нігтем. Жирний на	Перидотит, основні магматичні породи
Філіт	Серицит, хлорит, кварц	Тонкозерниста, приховано-луската	Сірий, темно-сірий до чорного, зеленувато-сірий. Шовковистий блиск із сріблястим відливом на площинах сланцюватості. Плитчастий	Аргіліт

3 Порядок виконання лабораторної роботи

I. Визначте властивості запропонованих викладачем зразків гірських порід, дайте назву порід та вкажіть, до яких генетичних типів вони відносяться.

Для діагностики магматичних порід визначають колір породи, встановлюють наявність або відсутність кварцу. Серед порід світлого забарвлення кислими є ті, де легко діагностується кварц, зважаючи на його високий вміст. В середніх виявити його значно складніше, і це вдається, як правило, лише з допомогою лупи, а в основних та ультраосновних породах він відсутній, і порода має темне до чорного забарвлення. Після цього визначають структуру і текстуру породи і за цими ознаками відносять її до інтрузивної чи ефузивної генетичної групи. За отриманими діагностичними ознаками дають назву зразку породи.

Для діагностики осадових порід треба перевірити породу на тестову реакцію із соляною кислотою, визначити структуру і текстуру породи, характерні індивідуальні ознаки (наприклад, солоний смак у кам'яної солі, металевий блиск у антрациту тощо), за встановленими фізичними та хімічними ознаками дати назву породи у відповідності з класифікаційними таблицями. При вивченні крупноуламкових порід найперше слід встановити, обкатаними є уламки чи кутастими.

Для діагностики метаморфічних порід треба насамперед визначити колір, мінеральний склад, структуру і текстуру зразків порід, потім за встановленими ознаками дати назву породи.

Занесіть визначені характеристики всіх зразків гірських порід у таблицю (табл. 3.3).

Таблиця 3.3– Характеристика гірських порід

Структура	Текстура	Мінеральний склад	Назва породи	Генетичний тип
1	2	3	4	5
Крупнозерниста	Масивна	Ортоклаз, кварц, біотит	Граніт	Магматична інтрузивна кисла

3 Зміст та оформлення звіту

Звіт з виконання лабораторної роботи та повинен містити наступні елементи:

- тема та завдання лабораторної роботи;
- основні визначення;
- результати самостійного визначення гірських порід з навчальних колекцій;
- відповіді на питання.

Контрольні питання

1. На які основні генетичні групи поділяють гірські породи?
2. Чим відрізняються кислі аналоги ефузивних та інтрузивних порід?
3. Що таке текстура і структура гірської породи?
4. Які властивості притаманні ефузивним породам?
5. Які форми залягання мають метаморфічні породи?
6. Чим відрізняються мрамур і вапняк? Поясніть відповідь.

Лабораторна робота № 4
ВИВЧЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОСАДОВИХ
ГІРСЬКИХ ПОРІД

Мета заняття: Ознайомлення з гірськими породами екзогенного походження та їх класифікацією. Визначення осадових гірських порід.

Обладнання: демонстраційна еталонна колекція осадових гірських порід, роздаткові набори гірських порід, порцелянові неглазуровані пластинки (бісквіти); компас, магніт; мінералогічна лупа (зі збільшенням в 10-20 разів); геологічний молоток; 5-10% розчин HCl.

1 Теоретичні відомості

Осадові гірські породи утворюються на поверхні Землі під впливом екзогенних геологічних процесів. Вони покривають біля 75% поверхні континентів, утворюючи типові для них геологічні тіла – *шари або верстви*.

За походженням всі осадові породи поділяються на три генетичні групи:

- уламкові (руйнування на тверді частки магматичних, метаморфічних або осадових порід, їх перенесення та відкладення);
- хемогенні (відкладення хімічним способом розчинених у воді речовин);
- органігенні (накопичення продуктів життєдіяльності організмів).

Уламкові осадові породи утворюються в результаті механічного руйнування (фізичного вивітрювання) вже існуючих порід і накопичення їх уламків. В залежності від розмірів уламків розрізняють три гранулометричних групи порід:

- *грубоуламкові, або псефіти* – породи, розмір уламків яких перевищує 2 мм в поперечнику;

– *середньоуламкові*, або *піщані*, їх ще називають *псамітами*, розмір уламків яких знаходиться в межах 2-0,05 мм;

– *дрібноуламкові* або *пилюваті*, що мають розмір уламків 0,05- 0,005 мм.

У межах кожного гранулометричного типу породи поділяються за ступенем обкатаності уламків, а також залежно від того, пухкі це накопичення, або скріплені цементом (зцементовані).

В залежності від складу всі уламкові породи діляться на мономіктові, олігоміктові та поліміктові. *Мономіктові* породи належать до однорідних порід і складені уламками одного мінералу, здебільшого це є кварц, як найбільш стійкий до руйнування мінерал. *Олігоміктові* породи складені з уламків двох різних мінералів, двох різних порід, або з уламків однієї породи та одного мінералу. При цьому кожний з складових компонентів повинен становити не менше ніж 5-10% об'єму породи. *Поліміктовими* називають породи у складі яких спостерігаються уламки трьох і більше порід, або мінералів. Породи, складені уламками середніх, основних і ультраосновних порід та їх мінералів називаються *грауваками*. У випадку коли до складу породи входять уламки продуктів руйнування гранітів, тобто польові шпати, кварц, кислі плагіоклази і слюди, вони називаються *аркозами*.

За формою уламки поділяються на обкатані, напівобкатані та необкатані, кутасті.

Ступінь обкатаності залежить від того, на яку відстань, за який час та яким способом (водою, вітром, льодовиком) переносилися уламки. Саме розмір і форма уламків покладені в основу класифікації уламкових порід (табл. 4.1).

Уламкові породи можуть бути пухкими (незцементованими) або скріпленими цементом (зцементованими). За складом цемент може бути кременистим, залізистим, карбонатним. Розрізняють цемент *сингенетичний*, тобто такий, що утворився одночасно з формуванням уламків, і *епігенетичний*, пізній, який утворився після накопичення самих уламків.

Таблиця 4.1 – Класифікація уламкових порід (за Л.Б. Рухіним)

Групи гірських порід	Розмір уламків, мм	Найменування порід			
		Пухкі породи		Зцементовані породи	
		Складені необкатаними уламки	Складені обкатаними уламки	Складені необкатаними уламки	Складені обкатаними уламки
Грубоуламкові (псефіти)	> 200	Брили	Валуни	Брекчії валунні	Конгломерати брилові
	200-10	Щебінка	Галечник	Брекчії	Конгломерати
	10-2	Жорства	Гравій	Гравійні конгломерати	
Піщані (псаміти)	2-0,25	Піски		Пісковики	
Алевритові (алеврити)	0,1-0,01	Алеврити		Алевроліти	
Глинисті (пеліти)	< 0,01	Глини		Аргіліти	

Мінеральні осади, з яких формуються осадові породи, накопичуються шарами і нашаруваннями різної потужності. Тому загальною ознакою осадових утворень є їх шарувата макро- і мікроструктура. До структурних особливостей уламкових порід відноситься також їх пористість. Розрізняють пористість грубу, крупну, дрібну та тонку.

Структури уламкових порід можуть бути грубоуламковими, піщаними, пиловими, глинистими.

Текстури уламкових порід – шаруваті, рихлі, землисті, щільні (зцементовані).

Хемогенні породи – це осадові породи, які утворилися в результаті випадіння мінеральних солей із водних розчинів. Вони формуються, в основному, на дні водойм (океанів, морів, озер, боліт). Хемогенними є також відклади підземних вод, представлені сталактитами, сталагмітами.

В основу класифікації хемогенних гірських порід покладений їх хімічний склад. Виділяють такі групи порід: карбонатні, кременисті, галоїдні і сульфатні, залізисті, глиноземисті, фосфатні.

Структури хомогенних порід визначаються агрегатним станом мінералів, які їх складають (кристалічна або аморфна), і розмірами зерен. Розрізняють яснозернисту (розмір зерен більше 0,1 мм) тонкозернисту (0,1-0,01 мм) і прихованозернисту (0,01 мм) структури. Окрім того, для хомогенних порід (боксити, залізні та марганцеві руди) характерна оолітова структура.

Текстури хімічних порід – шаруваті, землісті, натічні.

Карбонатні породи складають близько 14% осадової оболонки земної кори. До найпоширеніших серед них відносяться вапняки, доломіти, мергелі і крейда. *Вапняки* належать до мономінеральних порід. Хомогенні вапняки утворюються в результаті випадання кальциту хімічним шляхом з води морів, озер і підземних вод. Серед них розрізняють: *пелітоморфні* вапняки складені зі щільної дрібно- і тонкокристалічної маси; *оолітові* вапняки, які являють собою скупчення вапнякових оолітів шаралупуватої або радіально-променевої будови, зцементованих вапняним цементом; *вапнякові туфи* або *травертини* – дуже пористі породи, складені дрібнокристалічним або прихованокристалічним кальцитом, що утворився в результаті осадження з підземних вод при їх виході на поверхню; *уламкові* вапняки, складені різними за розмірами та ступенем обкатаності уламками вапняків, зцементованих карбонатним цементом.

Карбонатні породи широко використовуються в металургії, для виготовлення вогнетривких і будівельних матеріалів тощо.

Кременисті породи складені опалом і халцедоном. Вони, так як і карбонатні породи, також бувають біогенними, хомогенними та змішаного походження. Типовими представниками кременистих порід хімічного походження є гейзерити і кременисті туфи, складені опалом. Це світлобарвні породи з пористою текстурою. Утворюються вони на поверхні, шляхом осадження опалу з води гейзерів і гарячих мінеральних джерел. До найпоширеніших з групи хомогенних кременистих порід належать кремені, складені халцедоном, опалом та глинистими часточками. Здебільшого вони зустрічаються у верствах осадових порід у вигляді конкрецій.

Галоїдні і сульфатні породи утворюються хімічним шляхом в результаті осадження з розчинів. Найпоширенішими серед них є кам'яна сіль, калійно-магnezіальні солі, гіпс і ангідрит.

Гіпс зустрічається у вигляді світлозабарвлених зернистих агрегатів, які складені мінералом гіпсом. Різні домішки можуть надавати йому різноманітних відтінків. Порода легко дряпається нігтем.

Кам'яна сіль утворює скупчення прозорих кристалів галіту. Найчастіше має білий колір, рідше світло-сірий, жовтуватий за рахунок домішок. Індивідуальна діагностична ознака – солоний смак.

Залізисті породи осадового походження характеризуються дуже різноманітним складом. Серед них виділяються оксидні, карбонатні, силікатні і сульфідні типи. Найхарактернішим і найпоширенішим представником цієї групи хемогенних порід є оксидні залізисті породи або бурі залізняка. Вони складені з гетиту і гідрогетиту з незначними домішками глинистих мінералів, а також опалу і халцедону. Колір порід темно-бурий або бурувато-жовтий (вохристий). Вони можуть бути пухкими, землистими або щільними. Для останніх характерні оолітова і шкаралупувата структури та масивна, кавернозна і конкреційна текстури. Бурі залізняка є одним з джерел видобутку заліза. На Україні родовища цих корисних копалин поширені в межах Керченського півострова, окрім того вони також утворюють непромислові поклади в Криворізькому залізорудному басейні, Приазов'ї і Придніпров'ї. До найпоширеніших хемогенних глиноземистих порід належать боксити і латерити.

Боксити характеризуються різноманітним зовнішнім виглядом. Присутність породи гідрокисів заліза надає породі червоного, бурого, коричневого, зеленувато-сірого забарвлення; зустрічаються також сірі, білі, жовті, чорні різновиди. Структура породи здебільшого оолітова, зерниста та уламкова. Боксити є головним джерелом видобутку алюмінію.

Характеристика деяких хемогенних осадових порід наведена в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Характеристика хемотренних осадових порід

Найменування породи	Тип порід	Мінеральний склад	Діагностичні ознаки
1	2	3	4
Вапняк	Карбонатні	Кальцит (CaCO_3)	Кристалічна або тонкозерниста структура. Масивна або пориста текстура. Колір різний. Скипає з HCl
Гіпс	Сірчаноокислі	Гіпс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	Кристалічна структура. Безбарвний, білий, дряпається нігтем
Кам'яна сіль	Галоїдні	Галіт (NaCl)	Солоний смак
Бурий залізняк	Залізисті	Лимоніт ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)	Іржаво-бурі маси, рихлі, пористі, іноді з оолітовою структурою.
Боксит	Глиноземисті	Глинозем (Al_2O_3)	Агрегати червонувато-бурого кольору, часто з оолітовою структурою

Органогенні осадові породи в природі тісно пов'язані з хемотренними і утворюються в результаті накопичення залишків організмів і рослин. Головні органогенні осадові породи – це вапняк-черепашник, крейда, торф, горючі сланці, буре кам'яне вугілля, антрацит, нафта. Найбільш поширеними серед них є вапняки органогенного походження – вапняки-черепашники, які складені залишками скелетів організмів. За видовою приналежністю органічних решток виділяються вапняки коралові, брахіоподові, фузулінові та інші.

За складом і походженням породи діляться на основні три типи:

- *зоогенні* (лат. зоо – тварина) утворені із залишків тваринного походження;
- *фітогенні* або гумусові (лат. гумус – земля, *фітос* – рослина) складаються з гуміфікованих рослинних залишків;
- *сапротелеві* (гр. сапрот – гнилий, телос – мул).

Зоогенні породи складаються з цілих раковин молюсків, уламків раковин (детритуса) або скелетних залишків тваринних організмів (вапняк–черепашник, кораловий вапняк, писальна крейда і ін.).

Фітогенні породи утворюють генетичний ряд порід, початком якого є *торф*, що накопичується в болотах. Торф – це рослинна маса, перетворена на *гумус*, – продукт її розкладання у відновному водному середовищі боліт без доступу кисню. В результаті тектонічного занурення торф'яних шарів на глибину в западинах торф зазнає складних процесів вуглефікації і послідовно перетворюється спочатку на буре вугілля, а потім на кам'яне вугілля різного марочного складу. Занурення на глибину більше 7-8 км перетворює кам'яне вугілля на антрацит.

Сапропелеві породи утворюються з сапропелю, який накопичується у застійних водоймищах – озерах, болотах, деяких морях, лагунах, річкових старицях. Сапропель є сумішшю тонкого мінерального мула і органічної маси, що розклалася, утвореної із залишків простих водоростей і організмів, м'яких тканин тварин. У побуті цю чорну, жирну, липку грязь з характерним гниль ним запахом називають "мулом". На відміну від вищих рослин, що складаються в основному з клітковини [$n(C_6H_{10}O_5)$], органічна маса сапропелю утворюється з жирів, білка і вуглеводів м'яких тканин організмів.

Подальше перетворення сапропелю пов'язане з його тектонічним зануренням углиб земної кори. Залежно від глибини занурення, потужності шарів сапропелю, вмісту у ньому органічних речовин і інших умов можуть утворитися: сапропелеве вугілля, горючі сланці, бітуми (лат. *бітумен* – смола), нафта, нафтові гази та інші породи.

Усі горючі корисні копалини органічного походження мають загальну назву – *каустобіоліти* (гр. *каустос* – горючий, *біос* – життя, *літос* – камінь).

За ступенем цілісності органічних решток виділяються такі типи структур:

– органогенна (порода складена майже не пошкодженими залишками організмів і рослин);

– органогенно-уламкова (приблизно в рівних кількостях присутні вцілілі та подрібнені рештки);

– детритова (порода представлена уламками черепашок, скелетів, частками рослин).

Іноді органічні рештки настільки дрібні, що їх первинну природу можна виявити лише під мікроскопом. Таким прикладом є крейда, що складається з мікроскопічних решток молюсків (форамініфер) і вапнистих водоростей (коколітофорид).

В залежності від походження органічної речовини розрізняють структури: зоогенні, що складаються з раковин або уламків раковин (детритуса) молюсків, скелетних залишків тваринних організмів (вапняк–черепашник, кораловий вапняк, писальна крейда; фітогенні, якщо спостерігаються рослинні залишки;

Текстури органогенних порід переважно шарувата, пориста, рідше масивна.

Характеристика каустобіолітів наведена у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Характеристика каустобіолітів

Назва породи	Колір, структура, текстура	Склад і походження	Характерні ознаки
Торф	Бурий Фітогенна Пухка, землиста	Гуміфіковані частини рослин	Легко розминається
Горючий сланець	Темно-коричневий Тонкозерниста Щільна, шарувата	Щільна глиниста порода із запахом бітуму	У тонких сколах свіжий сланець горить полум'ям, що коптить
Буре вугілля	Бурий Фітогенна Щільна, мікропориста	Щільний, повністю обвуглецьований торф при температурі до 60-70 °С	Легка, високопориста маса з фрагментами рослин
Кам'яне вугілля марки Д, Г, Ж, К, ОС, Т, ПА	Чорний Фітогенна Щільна	Послідовний ряд за ступенем вуглефікації речовини при температурі до 370°С	Блиск матовий, сильно тріщинуватий, забруднює руки
Антрацит	Чорний Фітогенна Щільна	Вищий ступінь вуглефікації кам'яного вугілля при температурі більше 370°С	Тріщинуватий, блискучий, рук не забруднює

Торф – це пухка порода жовтого, бурого або чорного кольору, що містить значну кількість рослинних рештків (листя, стебла, коріння, мохи тощо). Він утворюється при неповному розкладанні в болотах рослинності за участю безкисневих (анаеробних) бактерій. Торф є легкою і м'якою породою, що розрізається ножом. Із торфу в глибинних умовах під дією підвищених температур і тиску утворюється спочатку буре, а потім кам'яне вугілля.

Горючий сланець – це змішана порода уламкового і органогенного походження. Утворюється на дні водних басейнів при одночасному накопиченні органічної речовини (від 20 до 60 %) і глинистого та вапнистого матеріалу. Забарвлення сіре, кремове, злам раковистий. При згоранні чутно сильний запах бітуму.

Буре вугілля характеризується темно-бурим або чорним забарвленням, щільною текстурою, землистим зломом, матовим блиском. Зустрічаються нерозкладені рештки рослин.

Кам'яне вугілля – це результат подальшого процесу вуглефікації органічної речовини. Порода має чорний колір, більшу ніж у бурого вугілля щільність, раковистий злам. Нерозкладені рештки рослин відсутні.

Антрацит – результат найвищого ступеню перетворення органічної речовини в умовах високих температур і тисків. У порівнянні з кам'яним вугіллям володіє вищою твердістю – 2-2,5. Порода чорного кольору з сіруватим відтінком і сильним металевим блиском, щільна, не залишає брудного сліду на руках.

На Україні поширені всі види твердих каустобіолітів. Торф'яні родовища широко розвинені на Поліссі, у Волинській, Львівській, Рівненській областях. Буре кам'яне вугілля складає значні за розмірами родовища у Львівській та Волинській області (Львівсько-Волинський вугільний басейн), а також Кіровоградському та Дніпропетровському регіонах. Високоякісне кам'яне вугілля і антрацит складають основу сировинної бази Донбасу.

2 Порядок виконання лабораторної роботи

I. Визначте властивості запропонованих викладачем зразків гірських порід, дайте назву порід та вкажіть, до яких генетичних типів вони відносяться.

Найважливішими діагностичними ознаками при макроскопічному опису і визначенню осадових гірських порід є їх забарвлення, структура, текстура і склад. На підставі візуального огляду гірських порід визначають ці ознаки і результати огляду заносять у відповідні графи таблиці (табл. 4.4).

Забарвлення породи визначається візуально. При визначенні складу, структури і підгрупи осадових гірських порід слід зазначити спочатку, який вигляд складових породи елементів найбільш характерний для неї: уламки, кристали, аморфна речовина, органічні залишки тварин і рослин.

Для уламкових порід треба, перш за все, виявити відношення її до зцементованості та найбільш характерні фракції (грубоуламкові, піщані тощо) з тим, аби визначити її місце в класифікації осадових уламкових гірських порід, а потім її структуру.

Для встановлення назви грубоуламкових порід важливо відзначити обкатаність уламків, що складають їх.

Для хімічних осадових порід треба визначити їх мінералогічний склад. При цьому слід пам'ятати, що карбонатні породи реагують з 5-10% розчином соляної кислоти. Потім візуально і за допомогою лупи визначають структуру породи.

Для органогенних порід треба визначити вид органічних залишків (раковини, корали, детритус, мікрозалишки) і на цій підставі встановити їх структуру. Потім треба встановити, які це асоціації порід – карбонатні, крем'янисті, каустобіоліти. Це визначити не важко, враховуючи, що карбонатні породи реагують з 5-10% розчином соляної кислоти, а каустобіоліти мають яскраво виражені індивідуальні зовнішні особливості.

Текстури осадових порід визначаються візуально за взаємним розташуванням в об'ємі породи її складових елементів.

У примітці наголошуються особливі ознаки порід (наприклад, реакція з 5-10% розчином соляної кислоти і ін.).

Потрібно відзначити, що візуальним способом можна визначити найбільш загальні характеристики гірських порід. Для детальнішого їх вивчення слід застосовувати мікроскопічний метод.

Таблиця 4.4 – Характеристика гірських порід

Забарвлення	Структура	Текстура	Мінеральний склад	Назва породи	Генетичний тип, група і підгрупа	Примітка
	1	2	3	4	5	
	Крупнозерниста	Масивна	Ортоклаз, кварц, біотит	Граніт	Магматична інтрузивна кислота	

3 Зміст та оформлення звіту

Звіт з виконання лабораторної роботи повинен містити наступні елементи:

- тема та завдання лабораторної роботи;
- основні теоретичні положення;
- результати самостійного визначення гірських порід з навчальних колекцій;
- - відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання

1. Як утворюються осадові породи?
2. Які зовнішні відмінні ознаки хімічних та органічних гірських порід?
3. За якими ознаками розділяються уламкові осадові гірські породи?
4. Із яких материнських гірських порід і яким чином утворились піщаники?
5. Які із органічних гірських порід утворились із залишків рослин, а які - із залишків тварин?
6. Як використовуються осадові гірські породи?

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Перед виконанням лабораторних робіт студенти повинні пройти інструктаж з техніки безпеки і ознайомитись з інструкціями з охорони праці при роботі в лабораторіях факультету інженерії:

Після проведення інструктажу кожний студент зобов'язаний розписатися в журналі з техніки безпеки.

При роботі з колекціями мінералів і порід слід мати на увазі наступне. Еталонні колекції призначені для ознайомлення з мінералами і гірськими породами тільки по їх зовнішні ознакам. Зразки з таких колекцій можна брати в руки, розглядати під лупою і мікроскопом, але не можна розколювати, визначати їх твердість, піддавати впливу хімічних реактивів. В іншому випадку вони швидко втратять свій вигляд і колекційні якості. Зразки з робочих колекцій призначені для практичних випробувань.

Перед тим, як приступати до роботи з колекціями необхідно засвоїти основні правила техніки безпеки та методичні прийоми визначення мінералів і гірських порід.

1. Робоче місце повинне бути вільне від зошитів, підручників та інших предметів, які не використовуються під час лабораторної роботи.

2. При визначенні твердості мінералів на склі та кольору риси на категорично забороняється утримувати скло та порцеляну в руці або проводити ними по зразку. Слід пам'ятати, що скло та порцеляна є дуже крихкими, а їх краї дуже гострі, тому поводитися з ними треба з обережністю. Скло та «бісквіт» повинні лежати на столі та міцно триматися вільною рукою, а по ним треба проводити зразком. Теж саме стосується сталеві та мідної голок та ножа, якщо вони залучаються до визначення твердості.

3. При перевірці зразка на смак треба очистити зразок від бруду та пилу і лише після цього кінчиком язика доторкнутися до очищеного міста.

4. При визначенні мінералів, що легко розщеплюються (слюда, азбест, гіпс та ін.), треба тримати зразки на відстані витягнутої руки, бо їх дрібні частинки можуть попасти в очі або до дихальних шляхів.

5. При роботі з соляною кислотою слід пам'ятати, що ця рідина може викликати хімічний опік шкіри або пошкодити одяг. На зразок кислоти необхідно наносити за допомогою піпетки. Для встановлення факту реакції зразка з кислотою достатньо маленької краплі. Категорично забороняється перехилити склянку з кислотою та «зрошувати» зразок з шийки. У разі попадання кислоти на шкіру треба негайно змити її великою кількістю води. Якщо води поблизу немає, то спочатку треба нейтралізувати кислоту, для чого використовується крейда, а ще краще – ганчірка, якою крейда знімається з дошки, а потім промити шкіру водою.

ПОРЯДОК ЗАХИСТУ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Після виконання кожна лабораторна робота має бути захищена. Критерії оцінювання лабораторної роботи:

- знання теоретичних положень;
- правильність визначень (мінералів, гірських порід тощо);
- правильність і повнота відповідей на питання лабораторної роботи;
- самостійність та своєчасність виконання;
- відповідність змісту записів в робочому зошиті вимогам до виконання роботи;
- якість оформлення лабораторної роботи.

Кожний з критеріїв оцінюється окремо. Загальна оцінка виконання лабораторних робіт визначається як середньоарифметична із зазначених критеріїв.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

1. Геологія з основами геоморфології: Підручник для студентів екологічних і географічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Г. І. Рудько, О. І. Адаменко, О. В. Чепижко, М. Д. Корчак. – Чернівці: Букрек, 2010. – 400 с.
2. Прикладна мінералогія. Частина I – Засоби вирішення технологічних задач прикладної мінералогії: електронний навчальний посібник;/ Лазарєва І.І. – електронний ресурс ННІ «Інститут геології». – 121 с. http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/applied_mineralogy.pdf
3. Пчелінцев В.О. Кристалографія, кристалохімія та мінералогія: Навчальний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2007. – 226 с.
4. Свинко Й.М. Геологія: Підручник / Й.М. Свинко, М.Я.Сивий. – К.: Либідь, 2003. – 480 с.
5. Сивий М. Я. Геологія. Практикум: Навчальний посібник. / М. Я. Сивий, Й. М. Свинко. – К.: Либідь, 2006. – 248 с.
6. Тихоненко Д.Г. Геологія з основами мінералогії: Навч. посібник / Навч. посібник / Д.Г. Тихоненко, В.В. Дегтярьов, М.А. Щуковський та ін.; за ред. Д-ра с.-х. наук, проф. Д.Г. Тихоненка. – К.: Вища освіта, 2003. – 287 с.

ДОДАТКИ

Таблиця 1.1 – Визначник для визначення найбільш розповсюджених мінералів

			Основні ознаки	Назва мінералу
Неметалічні світло-забарвлені	Тверді	Мають спайність	М'ясочервоний, короткостовпчастий	Ортоклаз
			Сіро-білий, пластинчастий. смужкуватий	Плагіоклаз
			Сірий або червоний, жирний блиск	Нефелін
		Не мають спайності	Зелений, склуватий, зернистий	Олівін
			Тонкозернистий, жовтувато-зелений	Епідот
			Склуватий, різноманітних кольорів	Кварц
	М'які	Мають спайність	Кубічний, солоний на смак	Галіт
			Ромбічна спайність, тв. 3	Кальцит і доломіт
			Пружні пластинки, тв. 2	Гіпс
			Спайність за кубом, тв. 3,5	Ангідрит
			Жирний на дотик, тв. 1	Тальк
			Пружні пластинки слюди	Мусковіт
		Не мають спайності	Волокнисті, пружні, тв.2-4	Азбест
			Жовтий, забарвлює полум'я в синій колір	Сірка
			Землистий	Каолініт
			Восковий блиск, тв. 4	Серпентин
Жирний на дотик, тв.1	Тальк			
Неметалічні темно-забарвлені	Тверді	Мають спайність	Чорний, спайність під кутом 90°	Авгіт
			Чорний, спайність під кутом 60°	Рогова обманка
		Червоний, ізометричний, склуватий	Гранат	
		Чорний, стовпчастий	Турмалін	
	М'які	Мають спайність	Від коричневого до чорного, пружна слюда	Біотит
			Від зеленого до темного блакитнувато-сірого, тв.1	Хлорит
			Коричневий, ромбічний	Сидерит
		Не мають спайності	Від зеленого до темного блакитнувато-сірого, тв.1	Хлорит
			Зелений, восковий блиск, тв. 4	Серпентин
Металічні забарвлені	Чорні	Чорна риска	Сильно магнітний, тв. 6	Магнетит
			Тв. 1 і 2	Графіт
	Червоні	Червона риска	Землистий	Гематит
	Жовті	Жовта риска	Землистий	Лимоніт
		Чорна риска	Металевий блиск, тв. 6	Пірит

Таблиця 1.2 – Характеристика найважливіших породоутворюючих та рудних мінералів

№	Назва і склад	Блиск; колір	Риска	Спайність	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використовується
1	Графіт С	Напівметалевий; чорний	Чорна, темно-сіра	Не помітна	1	Дрібнолускуваті агрегати та вкраплення	Жирний на дотик, твердість, риска	Електротехнічна промисловість
2	Сірка S	Жирний, скляний; жовтий	Ясно-жовта	Відсутня	1,5	Кристалічні агрегати і вкраплення	Жовтий колір, риска, крихкість	Хімічна промисловість, медицина
3	Галеніт PbS	Металевий; свинцево-сірий	Темно-сіра	Досконала	2,5-3	Кристалічні агрегати і вкраплення	Схожий на свинець, спайність по кубу, важкий	Руда на свинець
4	Пірит FeS ₂	Металевий; латунно-жовтий	Чорна	Відсутня	6-6,5	Кристалічні агрегати і вкраплення	Колір, блиск, риска, висока твердість	Сировина для отримання сірчаної кислоти
5	Сфалерит ZnS	Алмазний; темно-коричневий	Ясно-бура	Досконала	4	Кристалічні агрегати і вкраплення	Алмазний блиск, риска, спайність у 6-ти напрямках	Цинкова руда
6	Халькопірит CuFeS ₂	Металевий; латунно-жовтий з мінливістю	Чорна, зеленувата	Відсутня	4	Кристалічні агрегати і вкраплення	На відміну від піриту не дряпає скло, мінливість	Мідна руда
7	Кіновар HgS	Алмазний; яскраво-червоний	Червона	Не помітна	2-2,5	Вкраплення, кристалічні агрегати	Червоний колір, низька твердість	Руда на ртуть
8	Молибденіт MoS	Металевий; сталєво-сірий	Сіра	Вельми досконала	1	Кристали табличчастого обліку, радіально-лучисті агрегати	Низька твердість, металевий блиск, жирний на дотик	Руда на молибден

Продовження таблиці 1.2

№	Назва і склад	Блиск; колір	Риска	Спайність	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використовується
9	Галіт NaCl	Скляний; білий, безбарвний	Біла	Досконала	2	Кристалічні агрегати	Солоний смак, низька твердість, спайність по кубу	Харчова та хімічна промисловість
10	Сильвін KCl	Скляний; білий, безбарвний, червоний, рожевий	Біла	Вельми досконала	1,5-2	Зернисті агрегати	Гірко-солоний смак, легко розчинюється	Сировина для отримання калійних добрив
11	Флюорит CaF ₂	Скляний; білий, зелений, фіолетовий, жовтий	Біла	Досконала по октаедру	4	Кристали кубічної форми, зернисті агрегати	Спайність по октаедру, низька твердість	Хімічна, металургійна промисловість, оптика
12	Гіпс CaSO ₄ ·2H ₂ O	Скляний; білий безбарвний	Біла	Досконала	2	Кристалічні агрегати, кристали	Дряпається нігтем, спайність в одному напрямку	Будівельна галузь, медицина
13	Ангідрит CaSO ₄	Скляний, жирний, перламутровий; білий	Біла	Досконала по трьом напрямкам	3-3,5	Мілкозернисті агрегати	Мала питома вага, невисока твердість	Виробництво цементу
14	Кальцит CaCO ₃	Скляний; білий безбарвний	Біла	Досконала	3	Кристалічні агрегати, кристали	Скипає з HCl, спайність по ромбоєдру	Будівельна галузь, металургія
15	Доломіт CaMg(CO ₃) ₂	Перламутровий; білий з жовтим або бурим відтінком	Біла	Досконала	3,5-4	Кристалічні агрегати, кристали	Слабо скипає з HCl, спайність по ромбоєдру з вигнутими гранями	Будівельна галузь, металургія, хімічна промисловість
16	Сидерит FeCO ₃	Скляний; сірий, жовтувато-сірий, бурий		Досконала	3,5-4,5	Кристалічні агрегати, кристали	Спайність по ромбоєдру, питома вага	Залізна руда
17	Гематит Fe ₂ O ₃	Напівметалевий; буро-червоний	Вишнево-червона	Відсутня	Від 1 до 5	Кристалічні агрегати і вкраплення	Вишнево-червона риска, важкий	Залізна руда

Продовження таблиці 1.2

№	Назва і склад	Блиск; колір	Риска	Спайність	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використовується
18	Магнетит FeFe_2O_4	Напівметалевий; чорний	Чорна	Відсутня	5,5-6	Кристалічні агрегати, кристали	Магнітність, чорна риска, твердість	Залізна руда
19	Лимоніт $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Матовий; від іржаво-бурого до темно-бурого	Бура і ржаво-бура	Відсутня	Від 1 до 5	Землисті агрегати, ооліти, плівки	Колір, іржаво-бура риска	Залізна руда
20	Піролюзит MnO_2	Матовий; чорний	Оксамитово-чорна	Відсутня	Від 1 до 5	Приховано-кристалічні агрегати	Колір, риска, низька твердість	Марганцева руда
21	Кварц SiO_2	Скляний; білий безбарвний	Відсутня	Відсутня	7	Кристалічні агрегати, кристали, зерна	Висока твердість, відсутність спайності, колір	Виробництво скла
22	Корунд Al_2O_3	Скляний; синій, сіруватий, сірий	Відсутня	Відсутня	9	Кристали бочкоподібної форми, зернисті агрегати	Висока твердість, відсутність спайності, колір	Абразивний матеріал, ювелірна промисловість
23	Хроміт FeCr_2O_4	Напівметалевий; чорний	Бура	Відсутня	5,5-7	Зернисті агрегати	Колір риси	Руда на хром
24	Каситерит SnO_2	Алмазний; бурий	Відсутня	Недосконала	6-7	Кристали стовбчасті біпірамідальні, рідше натьочні утворення	Форма кристалів, висока питома вага	Руда на олово
25	Гранат	Скляний; буро-червоний	Відсутня	Відсутня	7-7,5	Кристалічні агрегати, кристали	Червоний і буро-червоний колір, висока твердість	Абразивні матеріали
26	Рогова обманка	Скляний; темно-зелений	Зеленувато-сіра	Середня	5,5-6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, риска, призматична форма кристалів	Не використовується

Продовження таблиці 1.2

№	Назва і склад	Блиск; Колір	Риска	Спайність	Твердість	Форми знаходження	Діагностичні ознаки	Де і як використовується
28	Біотит (чорна слюда)	Перламутровий; чорний	Біла, сіра	Достатньо досконала	2,5	Лускуваті агрегати	Колір, спайність, листувата форма кристалів	Термостійкий ізоляційний матеріал
29	Мусковіт (біла слюда)	Перламутровий; безбарвний	Біла	Достатньо досконала	2,5	Лускуваті агрегати і включення	Колір, спайність, листувата форма кристалів	Ізоляційний матеріал
30	Серпентин	Жирний восковий; зеленкуватий	Біла	Не помітна	3-4	Прихованокристалічні, іноді волокнисті (азбест) агрегати	Плямисте забарвлення, жирний блиск, присутність азбесту	Вогнетривкі матеріали, виробне каміння
31	Каолініт (біла глина) $Mg_6[Si_4O_{10}](OH)_2$	Матовий; білий	Біла	Не помітна	1	Землисті маси	Розмокає у воді	Фарфоро-фаянсова промисловість
32	Тальк	Жирний; білий, сірий	Біла	Не помітна	1	Прихованокристалічні агрегати	Колір, твердість, жирний на дотик	Вогнетривкі та матеріали
33	Лабрадор $(Ca,Na)[Al_2Si_3O_8]$	Скляний; темно- сірий з іризацією	Біла	Досконала	6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, іризація, твердість, спайність у двох напрямах	Облицювальний камінь
34	Ортоклаз $K[Al_2Si_3O_8]$	Скляний; від білого до світло- червоного	Біла	Досконала	6	Кристалічні агрегати, кристали	Колір, твердість, спайність у двох напрямах	Керамічна сировина
35	Олівін $(MgFe)_2[SiO_4]$	Скляний; оливково-зелений		Недосконала	6-7	Зернисті агрегати	Зеленувато-жовтий колір, скляний блиск	Вогнеупор, ювелірна промисловість
36	Апатит $Ca_5[PO_4]_3(Cl,F,OH)$	Скляний до жирного; голубий жовтий, безбарвний		Недосконала	5	Кристали призматичні, ігольчасті, зернисті агрегати	Форма кристалів	Хімічна промисловість, виготовлення кераміки

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«ГЕОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ГЕОМОРФОЛОГІЇ»
(для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
спеціальності 101 Екологія)
(Електронне видання)

Укладач:
В.І. МОХОНЬКО

Оригінал-макет *В.І. Мохонько*

Підписано до друку _____

Формат 60x84 ¹/₁₆. Папір друкар. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. 4,8. Облік. - вид. арк. _____

Тираж _____ екз. Вид. № _____. Замов. № _____. Ціна договірна.

**Видавництво Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля**

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17

Телефон: +38 (050) 218 04 78, факс (064 52) 4 03 42

e-mail: vidavnictvosnu.ua@gmail.com.