

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

П.І. ЧЕРНЕГА, І.Л. ГОДЗІНСЬКА

ЗАГАЛЬНА ГЕОЛОГІЯ: ПРАКТИЧНИЙ КУРС

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК



Чернівці

Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

2022

УДК 551.1/.4(075.8)
Ч-491

Друкується за ухвалою вченої ради
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
(протокол № 7 від 30 червня 2022 року)

Рецензенти : *Корінний В.І.*, кандидат геологічних наук, доцент кафедри екології та географії Житомирського державного університету імені Івана Франка

Шушняк В.М., кандидат географічних наук, доцент кафедри фізичної географії Львівського національного університету імені Івана Франка

Чернега П.І., Годзінська І.Л.
Ч-491 Загальна геологія: практичний курс : навч. посіб. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича, 2022. 140 с.

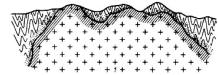
Для студентів географічних, будівельних, гідрогеологічних та екологічних спеціальностей. Зміст запропонованого видання відповідає вимогам освітніх програм з курсів «Геологія загальна та історична», «Геологія з основами геоморфології», «Інженерна геологія». Висвітлено питання класифікації та діагностики мінералів і гірських порід. Вказано методи визначення найбільш розповсюджених мінералів і гірських порід у лабораторних та польових умовах. Подано характеристику геологічної документації та її використання.

УДК 551.1/.4(075.8)

© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2022

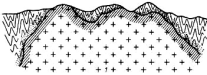
© П.І. Чернега, І.Л. Годзінська, 2022

© С.М. Кирилюк, обкладинка, 2022



ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1	
МІНЕРАЛИ	5
1.1. Загальні відомості про мінерали	5
1.2. Форми знаходження кристалічних мінералів у природі	6
1.3. Фізичні властивості мінералів	16
1.4. Класифікація мінералів	30
1.5. Характеристика головних породоутворюючих мінералів	33
<i>Контрольні запитання та завдання</i>	60
РОЗДІЛ 2	
ГІРСЬКІ ПОРОДИ	61
2.1. Загальна характеристика гірських порід	61
2.2. Магматичні гірські породи	63
2.3. Метаморфічні гірські породи	74
2.4. Осадкові гірські породи	82
<i>Контрольні запитання та завдання</i>	90
РОЗДІЛ 3	
ГЕОЛОГІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ	91
3.1. Геохронологічна шкала	91
3.2. Карти геологічної будови території	95
3.3. Побудова геологічного розрізу	104
<i>Контрольні запитання та завдання</i>	111
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	112
ДОДАТКИ	114



ВСТУП

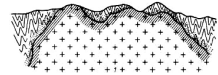
Посібник з курсу «Загальна геологія: практичний курс» включає три розділи: перший – початкові відомості про мінерали та методика їх діагностики; другий – загальні відомості про гірські породи, їх класифікація та методи визначення; третій – геологічна документація.

Ця книга призначена для лабораторних, практичних і семінарських занять з курсів геолого-геоморфологічного циклу, які читаються для географічних, будівельних, гідрогеологічних та екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Вона також може бути цікавою для викладачів, науковців, й зрештою для любителів і колекціонерів мінералів та гірських порід.

У першому розділі, крім загальних відомостей про мінерали, подано детальну характеристику породоутворюючих мінералів та їх фізичні властивості в текстовій і табличній формах. Для швидкого освоєння методів діагностики мінералів наведено короткий визначник, що спрощує роботу над визначенням мінералів у польових умовах. Як показує досвід, засвоївши такий фактаж, студенти без значних зусиль зможуть визначати мінерали в лабораторних і польових умовах.

Загальні відомості з петрографії та літології подано у другому розділі посібника, де також здійснено аналіз основних гірських порід, згрупованих за генезисом. Наводиться детальна характеристика класів магматичних, метаморфічних та осадових гірських порід. Крім того, у посібнику охарактеризовано ряд гірських порід, які найчастіше зустрічаються в приповерхневих шарах земної кори або мають широке застосування в господарській діяльності людини.

У третьому розділі подано загальні відомості про геологічну документацію, зокрема про геологічні карти та роботу з ними. Розглянуто геохронологічну шкалу й наведено методичні рекомендації щодо побудови геологічного розрізу за даними геологічних свердловин та геологічною картою.

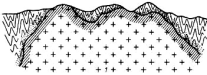


РОЗДІЛ 1 МІНЕРАЛИ

1.1. Загальні відомості про мінерали

Мінерали (лат. *minera* – руда, *mina* – шахта) – це природні хімічні сполуки або самородні елементи, що утворилися внаслідок різноманітних фізико-хімічних процесів на Землі та в космічному просторі. Переважна більшість мінералів зустрічаються в природі у твердому стані (пірит, кальцит, галіт, гіпс та ін.), але бувають мінерали в рідкому (вода, ртуть) та газоподібному (горючі гази, вуглекислий газ) станах.

На сьогодні на Землі відомо більше 5600 мінералів, враховуючи їх модифікації. Значна частина з них – це кристалічні речовини, що мають форму більш-менш виражених багатогранників, зерен неправильної форми або вигляд суцільних мас. Незначна частина мінералів зустрічаються в аморфному стані. Принципова різниця між першими і другими в тім, що кристалічні речовини мають кристалічну решітку, тобто атоми та іони займають певні місця в просторі, а в аморфних речовинах складові частини розміщені безладно. Кристалічні речовини характеризуються анізотропією, а аморфні – ізотропією. В першому випадку фізичні властивості (електро-, теплопровідність та ін.) змінюються зі зміною напрямку, а в аморфних вони однакові у всіх напрямках і залежать лише від хімічного складу мінералу. Форма кристалів виступає виразником анізотропності й типу будови кристалічної решітки у кристалічних мінералах. Для аморфних мінералів характерні натічні форми з глянцевою поверхнею за тверділих драглистих мас.



1.2. Форми знаходження кристалічних мінералів у природі

У природі мінерали зустрічаються у формі поодиноких кристалів, їх зростків, а також у вигляді скупчень кристалів, що звуться мінеральними агрегатами. За своїм виглядом, або габітусом, кристали поділяються на три групи:

- *ізометричні – однаково розвинуті у всіх трьох напрямках (магнетит, галіт і т. д.);*
- *видовжені в одному напрямку – призматичні, стовпчасті, голчасті, волокнисті та променисті (барит, гірський кришталь, азбест, рогова обманка);*
- *втягнуті у двох напрямках – таблитчасті, пластинчасті, листуваті та лускуваті (мусковіт, тальк тощо).*

Крім поодиноких кристалів, є двійники, трійники і т. д. Це результат закономірного зростання або проростання кристалів мінералу. На стінках порожнин і тріщин у гірських породах утворюються друзи – проростання поряд багатьох кристалів більш-менш правильної форми. Гірська порода або інший мінерал тут відіграє роль «субстрату», тобто фундаменту, на якому проростають друзи (рис. 1). Часто такі форми утворення мінералів називають щітками (рис. 2).

Своєрідні форми мінералів у природі – конкреції та секреції. І перші й другі є стяжіннями кулеподібної або неправильної округлої форми (рис. 3). Конкреції утворюються в результаті відкладання мінеральної речовини навкруг якогось центру концентрації. Вони мають радіально-променевою внутрішню будову і найчастіше зустрічаються у пісках та глинах. Конкреції можуть бути сингенетичними (утворились разом із породою) та епігене-



тичними (утворились після формування породи). Часто у вигляді конкрецій зустрічаються фосфорит і марказит.



Рис. 1. Друза кварцу (аметисту)



Рис. 2. Щітка кварцу
(гірського кристалю)

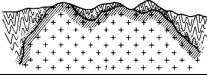


Рис. 3. Конкреція фосфориту

На відміну від конкрецій, секреції утворюються шляхом заповнення порожнин у гірських породах мінеральною речовиною від периферії до центру. В результаті цього утворюються нашарування мінералу або його кристали, повернуті вершинами до центру (рис. 4). Малі за розмірами (10-20 мм) секреції називають мигдалинами. Секреції, які не повністю виповнені мінеральною речовиною, тобто мають пустоти, називаються жеодами. Як правило, стінки таких пустот вкриті друзами кристалів. Переважна більшість секрецій зустрічаються в карбонатних, сульфатних та інших породах, що піддаються процесам розчинення й за рахунок цього в них утворюються порожнини. Останні здебільшого виповнені кварцом чи кальцитом.

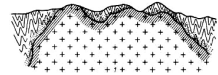
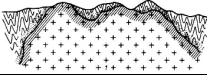


Рис. 4. Секреція (агат)



Рис. 5. Ооліти (аргоніт)

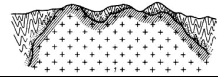


Дуже близькі за своєю будовою до конкрецій ооліти (грець. *oou* – яйце і *lithos* – камінь) – малі (до 10 мм) мінеральні нагромадження у вигляді горошин. Вони мають концентрично-пошарову або радіально-променеву будову, утворюючись шляхом випадання мінеральної речовини з водних розчинів або накопичення мінералу навкруг піщинок та уламків органічного походження (рис. 5).



Рис. 6. Натічні форми (кальцит)

Досить оригінальними і своєрідними формами відзначаються натічні утворення. Вони утворюються при уповільненні процесів кристалізації мінералу з розчинів або при розкристалізації колоїдів. Серед натічних форм найчастіше зустрічаються бурульки, грона, ниркоподібні форми, прожилки та інші. Бурульки, що ростуть від покрівлі до підшви, називаються сталактитами, ті, що ростуть їм назустріч, – сталагмітами, а якщо вони зростаються – сталагнатами або колонами (рис. 6).



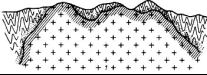
Інколи мінерали зустрічаються у формі нальотів або вицвітів і мають вигляд тонкої плівки мінеральної речовини на гірській породі чи іншому мінералі (рис. 7).



Рис. 7. Наліт лимоніту на андрадиті

При швидкій кристалізації мінеральної речовини в надзвичайно малих тріщинах і порах породи утворюються дендрити, що за формою нагадують гілки рослин (рис. 8).

Часто у мінералів зустрічається таке явище, як псевдоморфізм, тобто набуття мінералами невласливих їм форм. Це відбувається шляхом заміщення одного мінералу іншим. При цьому наступний завжди повторює форму свого попередника. Найчастіше псевдоморфізм відбувається при заміні органічної речови-



ни на неорганічну (опал, халцедон або кальцит) при обов'язковому відображенні первинної форми живої речовини (рис. 9). Отже, рештки (скам'янілі) флори і фауни збереглися до наших днів. Доволі часто зустрічаються псевдоморфози лимоніту по піриту. Це відбувається шляхом окислення останнього.



Рис. 8. Дендрит міді

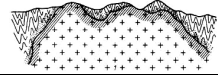
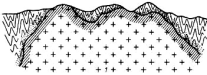


Рис. 9. Псевдоморфоза опалу по дереву

Кристали мінералів або кристалографічні сингонії (системи). Майже усі мінерали утворюють окремі кристалічні форми, тобто однорідні тіла з впорядкованою будовою кристалічної решітки атомів, іонів та молекул. Вони мають певні геометричні форми та обмежені (в ідеалі) гладенькими поверхнями. Саме внутрішня структура кристалів, тобто розміщення атомів, іонів та молекул в кристалічній решітці – визначає фізичні властивості мінералів (зовнішню форму, твердість, спайність, злам, густину та оптичні властивості) (табл. 1). Більшість мінералів не завжди утворюють добре виражені форми своїх кристалів, найчастіше вони спотворені. Однак, зазвичай, можна розрізнити



які-небудь ознаки кристалічної будови – грані, штриховку або постійні кути між гранями тощо.

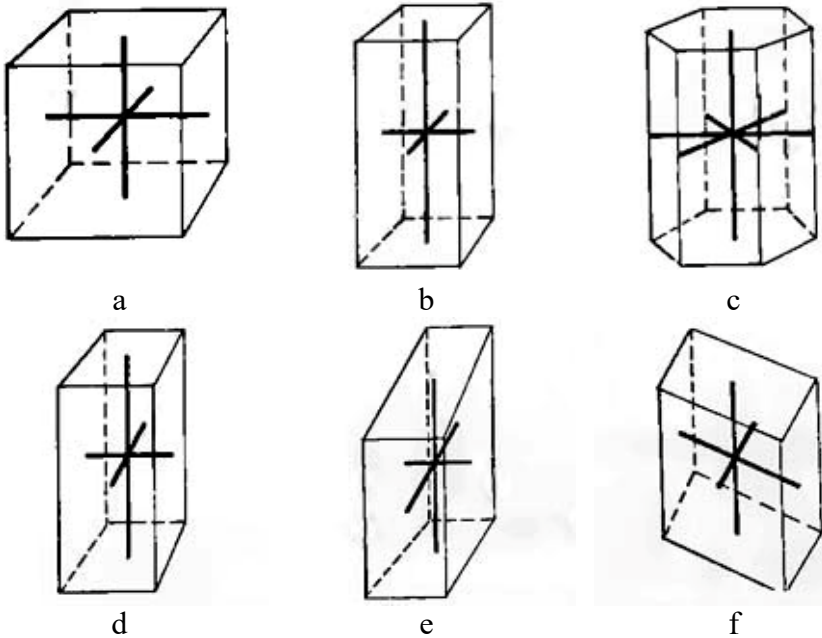
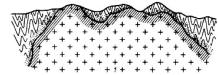


Рис. 10. Кристалографічні сингонії (системи): а – кубічна; b – тетрагональна; с – гексагональна, тригональна; d – ромбічна; e – моноклінна; f – триклинна

В кристалографії кристали об'єднуються в сім кристалографічних систем, та називаються сингоніями (рис. 10). Різниця між ними спостерігається по кристалографічним осям та кутам, під якими ці вісі перетинаються.



Кубічна сингонія характеризується трьома осями однакової довжини, що орієнтовані перпендикулярно.

Таблиця 1

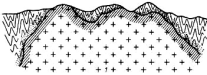
**Кристалографічні сингонії (системи)
основних породоутворюючих мінералів**

Сингонія	Основні породоутворюючі мінерали
Кубічна сингонія	Алмаз, гранат, пірит, флюорит, галеніт, галіт, магнетит, сільвін
Тетрагональна сингонія	Графіт, халькопірит
Гексагональна сингонія	Берил, апатит
Тригональна сингонія	Кварц, гематит, доломіт, кальцит, магнезит, корунд, сидерит, турмалін, халцедон, графіт
Ромбічна сингонія	Барит, сірка, марказит, лимоніт, ангідрит, олівін, топаз
Моноклинна сингонія	Малахіт, нефрит, серпентиніт, гіпс, авгіт, рогова обманка, тальк, хлорит, мусковіт, біотит, глауконіт
Триклинна сингонія	Лабрадор, мікроклін, ортоклаз, каолініт, альбіт, анортит

В тетрагональній сингонії усі три осі розміщені взаємно перпендикулярно, при чому дві із них мають однакову довжину та лежать в одній площині, а третя відрізняється від них по довжині.

Гексагональна сингонія має чотири осі; три з яких розміщені в одній площині, мають однакову довжину та перетинаються під кутом 120° (або 60°), четверта вісь (іншої довжини) орієнтована перпендикулярно трьом іншим. У тригональній сингонії наявні ті ж осі та кути, що й у гексагональній. Ці дві сингонії часто об'єднуються в одну – гексагональну. Різниця між ними простежується в елементах симетрії. В гексагональній сингонії поперечний переріз призматичної основи має форму шестикутника, в тригональній – трикутника. При стесуванні кутів трикутника отримують шестисторонню гексагональну форму.

Ромбічна сингонія відзначається тим, що у ній усі осі взаємно перпендикулярні, однак мають різну довжину.



В моноклінній сингонії із трьох осей різної довжини дві взаємно перпендикулярні, а третя розміщена під гострим кутом до них.

Триклинна сингонія характеризується трьома осями різними за довжиною та нахиленими по відношенню одна до одної.

Звичайно, більшість окристалізованих мінералів не зустрічаються у вигляді правильно утворених кристалів; найчастіше їхні форми спотворені та характеризуються переважанням одних граней за рахунок інших. Однак, кути між відповідними гранями завжди залишаються однаковими. Деякі мінеральні речовини кристалізуються в різних сингоніях. Таке явище називають поліморфізм, а утворені форми кристалів – поліморфні модифікації.

1.3. Фізичні властивості мінералів

Під фізичними властивостями мінералів розуміють ті зовнішні ознаки, за якими можна розрізняти мінерали в польових умовах без застосування лабораторних методів. Зрозуміло, що часто різні мінерали можуть бути близькі за фізичними властивостями, але водночас вони (мінерали) мають властиві тільки їм ознаки, що вирізняють їх з-поміж інших (наприклад, магнітні властивості, смак, запах тощо). Інколи деякі фізичні властивості мінералу можуть змінюватись за рахунок домішок. Тому для точного визначення мінералу необхідно встановити якнайбільшу кількість його ознак, тобто визначити максимально можливі фізичні властивості.

Усі фізичні властивості можна розділити на три групи: оптичні (колір, колір риски – колір мінералу в порошок, прозорість, блиск), фізико-механічні (спайність, злам, твердість) та специфічні (смак, запах, горіння, реакція з HCl, магнітність, набухання у воді тощо) (додаток А).

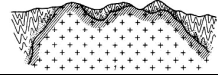
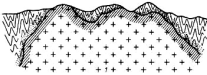


Рис. 11. Флюорит

Колір мінералу лише зрідка може виступати достатньо вагомою діагностичною ознакою, оскільки значна частина мінералів мають різне забарвлення (наприклад, флюорит – безколірний, білий, жовтий, коричневий, рожевий, зелений, фіолетовий, синій) (рис. 11). Але деякі мінерали можна визначити вже за кольором – кіновар (червоний), сірка (жовтий), малахіт (зелений) та ін. Іони або група іонів у кристалічній решітці, що зумовлюють забарвлення мінералу називають хромофори (від грецького «*χρῶμα*» – колір, фарба; «*φορός*» – забарвлення, колір). Наприклад, залізо (Fe) може забарвлювати мінерал у світло-зелений, блідо- та яскраво-жовтий до бурого, також надавати червонува-то-коричневих, темно-синіх та чорних кольорів. Хром (Cr) надає



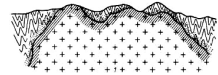
червоного кольору мінералам, марганець (Mg) – вишнево-рожевий, мідь (Cu, Al) – синій та зелений, ванадій (V) – оранжевий та жовтий.

Варто зазначити, що інколи мінерали змінюють свій колір при дії високих температур, ультрафіолетового і радіоактивного випромінювання або й сонячного світла. Деякі мінерали змінюють свій колір при зміні кута падіння світла. Це явище виникає за рахунок інтерференції світла, що відбивається від обох площин мікроскопічних тріщин спайності, й отримало назву – **іризація**.



Рис. 12. Колір риски

Більш надійною діагностичною ознакою мінералів є **колір риски** (колір мінералу в порошок). Добувають риску шляхом тертя мінералу об фарфорову неглазуровану пластинку (бісквіт). Незважаючи на різноманітність кольорів мінералу в суцільній масі (куску), колір риски, тобто колір у порошок, буде завжди однаковий. Наприклад, мінерал флюорит, як уже зазначалось, має різні кольори, але риска завжди біла. Є ряд мінералів, для яких колір риски є однією з важливих діагностичних ознак. Мінерал гематит (чорно-сірих кольорів у куску) має вишнево-червону риску (рис. 12).



Важливою діагностичною ознакою мінералів є **блиск**, що залежить від показника заломлення мінералу і здатності відбивати від своєї поверхні світло. За цією ознакою всі мінерали поділяються на три групи:

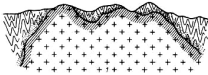
- мінерали з металічним блиском (пірит, галеніт та інші);
- мінерали з напівметалічним або металоподобним блиском (гематит, графіт);
- мінерали з неметалічним блиском.

До третьої групи відносять мінерали, що мають різні блиски: **скляний** (як правило, проявляється в прозорих мінералів – кварц, гіпс, кальцит і інші); **масний** – блиск мінералів, що нагадують поверхні, змащені олією (сірка, нефелін); **перламутровий** – схожий на блиск перлини чи поверхні перламутрової черепашки (тальк, мусковіт); **шовковистий**, що проявляється в тонковолокнистих мінералів (гіпс-селеніт, азбест). **Алмазний** блиск притаманний тим мінералам, що мають сильний блиск, подібно до алмазу. Є ряд мінералів, які не мають блиску. Тоді стверджують, що вони мають **матовий** блиск (каолініт, монтморилоніт) (рис. 13).

Здатність мінералів пропускати світлові промені називається **прозорістю**. За цією ознакою всі мінерали поділяються на чотири групи: **прозорі** (гірський кришталь, деякі різновиди гіпсу); **напівпрозорі** або **мутні** (опал); **прозорі по краях**; **непрозорі** (графіт, магнетит).

Оптичні ефекти мінералів

Дисперсія – розподіл білого світла та його заломлення на спектр кольорів при проходженні через прозорий кристал. Показник світлозаломлення кристалічних речовин залежить від довжини хвилі світла, що потрапляє (рис. 14).



а



б



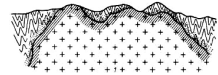
в

Рис. 13. а – пірит (металічний блиск); б – кварц (скляний блиск); в – гіпс-селеніт (шовковистий блиск)

Плеохроїзм – не однакове поглинання світла вздовж різних напрямків двозаломлюючих кристалів, що залежить від напрямку проходження променів. Таке явище створює ефект різнокольорового забарвлення мінералу або ж різну інтенсивність та насиченість кольору.

Ефект «котячого ока», «соколиного ока», «тигрового ока» – характерний для мінералів з паралельною тонковолокнистою структурою агрегатів або системою паралельно розміщених внутрішніх каналів-пустот, що орієнтовані вздовж основної осі. Проявляється під час повороту мінералу у вигляді вузької світлової смуги що переливається (рис. 15).

Астеризм – здатність мінералів утворювати на своїй поверхні зіркоподібні світлові фігури (рис. 16). Проявляється у корунду, шпінелі, берилу, кварцу, гранату, що оброблені у вигляді кабошонів. Присутність у кристалі голчастих включень орієнтованих паралельно кристалічним



осям є головною причиною виникнення ефекту. Число променів зірки залежить від кута перетину світлових променів, що визначають симетрію кристалів. Шестипроменеві зірки з'являються лише на кабошоні сапфіру і рубіну, інші мінерали утворюють чотирипроменеві зірки.

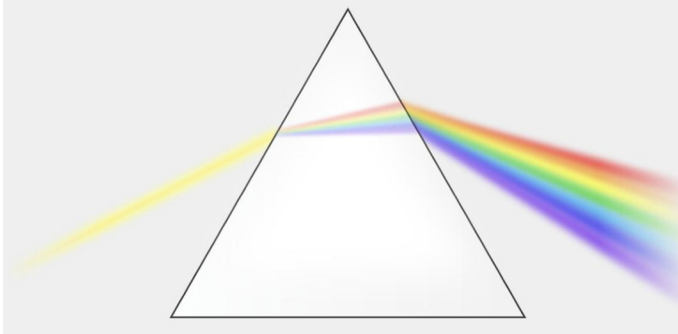
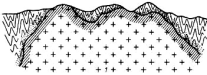


Рис. 14. Заломлення та дисперсія білого світла при проходженні через кристал

Адулярисценція – відблиски (мерехтіння) мінералу блискитно-білого кольору (адуляр – «місячний камінь» – різновид ортоклазу). Причиною є тонкошарувата будова мінералу.



Рис. 15. Ефект переливання у відшліфованих кабошонах (кабошон – сферична або інша криволінійна випукла форма) (Natural History Museum, London)



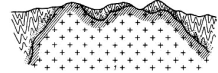
Авантюрисценція – строката кольорова гра відблисків золотистого світла від включень лусочок гематиту, гетиту та хромовміщуючої слюди (фукситу) у непрозорих мінералів.



Рис. 16. Шестипроменева зірка сапфіру

Лабрадорисценція – кольорові (блакитні, зелені, червоні, золотистого-коричневі та інші) відблиски у мінералів з металічним або напівметалічним блиском.

Опалесценція – мінерали з молочно-білим, мутно-блакитним або з перламутровим блиском. Ефект пов'язаний із вміщенням у мінералах дрібних частинок кремнезему, що відбивають та розсіюють світло. У відбитому світлі домінують короткохвильові синьо-блакитні промені.

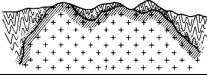


Опалізація – мерехтіння кольорових іскр у благородного опалу, яке змінюється від кута споглядання (рис. 17). Такий ефект викликаний тим, що в гелеву масу кремнезему включені дрібні кульки (глобули) кристобаліту. Відповідно розміщені у благородному опалі вони діють подібно дифракційній решітці, обумовлюючи відображення та інтерференцію світлових хвиль.



Рис. 17. Благородний опал (*Natural History Museum, London*)

«Шовк» – шовковистий блиск та переливи у деяких дорогоцінних мінералів викликані присутністю паралельно орієнтованих включень тонковолокнистих, голчастих мінералів або дрібних каналів.



Люмінесценція – збірний термін будь-якого сяяння речовини під дією випромінювання або інших фізичних дій та хімічних реакцій.

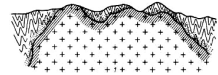


Рис. 18. Мусковіт



Рис. 19. Кварц

Цікавою властивістю в деяких мінералів є **спайність** – здатність утворювати при розколюванні паралельні блискучі пове-

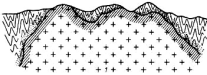


рхні. Вона може бути в одному або кількох напрямках, у залежності від сили зчеплення частинок у кристалічній решітці. Спайність буває п'ятьох видів: *абсолютно досконала, досконала, середня, недосконала і абсолютно недосконала.*



Рис. 20. Ортоклаз (спайність досконала у двох напрямках, злам східцеподібний)

Абсолютно досконала, коли мінерал розщеплюється на тоненькі пластинки (листочки) без значних фізичних навантажень (слюди, гіпс, хлорит) (рис. 18). **Досконала** спайність відрі-



зняється від попередньої тим, що мінерал розщеплюється на пластинки, кубики чи інші форми при легкому ударі молотком (галіт, кальцит). **Середня** спайність присутня в мінералів, при розколюванні яких проявляється і спайність, і злам (ортоклаз, мікроклін). Якщо в мінералів при розколюванні переважають поверхні з неправильним зломом, то кажуть, що він має **недосконалу** спайність (апатит, олівін). Деякі мінерали не мають спайності взагалі, тобто спайність **абсолютно недосконала**. При розколюванні таких мінералів утворюються незакономірні поверхні зламу (золото, молочно-білий кварц) (рис. 19).

Однією з важливих діагностичних ознак мінералів є **злам** (вид поверхні). Ця властивість спостерігається при розколюванні мінералу. Злам буває *раковистим* (нагадує поверхню раковин), *занозистим* (орієнтовані в одному напрямку занози), *волокнуистим*, *східцеподібним* (рис. 20), *нерівним*, *землистим* (матова, шорстка поверхня) і *зернистим*.

Не варто плутати поверхні зламу і грані кристала. Перші мають сильний блиск і на вигляд свіжіші. На площинах спайності відсутня штриховка, яка має місце на гранях кристала в багатьох мінералів.

Таблиця 2

Шкала твердості

Мінерал	Хімічний склад	Твердість (за Моосом)	Абсолютна твердість	Твердість шліфування (за Розівалем)
Тальк	$Mg_3[OH]_2[Si_4O_{10}]$	1	1	0,03
Гіпс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2	3	2,5
Кальцит	$CaCO_3$	3	9	4,5
Флюорит	CaF_2	4	21	5,0
Апатит	$Ca_5(F, Cl)[PO_4]_3$	5	48	6,5
Ортоклаз	$K[AlSi_3O_8]$	6	72	37,0
Кварц	SiO_2	7	100	120,0
Топаз	$Al_2(F, OH)_2[SiO_4]$	8	200	175,0
Корунд	Al_2O_3	9	400	1 000,0
Алмаз	C	10	1600	140 000,0

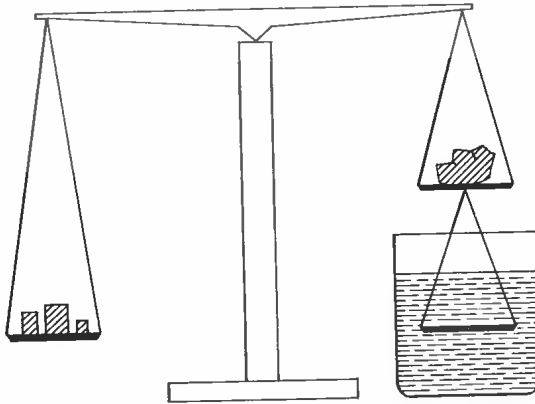
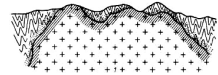
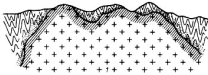


Рис. 21. Гідростатичні ваги



Рис. 22. Приклад реакції кальциту з HCl

Однією з найбільш важливих діагностичних ознак мінералів є **твердість**. Це здатність мінералу чинити опір зовнішньому



механічному впливу (подряпуванню, стиранню, різанню). Для визначення твердості користуються шкалою німецького мінералога Мооса (Фрідріх Моос, (1773-1839)), де еталоном є мінерали з відомою постійною твердістю (табл. 2). У шкалі мінерали розміщені так, що кожен наступний подряпує свого попередника, тобто можна встановити відносну твердість. За цією шкалою можна визначити, який з мінералів твердіший, а який м'якший, а її переваги – простота використання. Бувають випадки, коли мінерал має таку твердість, що знаходиться між двома сусідніми за твердістю мінералами (наприклад, не подряпується кальцитом (твердість – 3), але подряпується флюоритом (твердість – 4). Тоді кажуть, що мінерал має твердість 3,5.



Рис. 23. Подвійне заломлення

Звичайно, для професійної діагностики мінералів, особливо коштовного каміння, визначається абсолютна твердість – це



твердість шліфування у воді за Розівалем. Твердість шліфування у воді показує, яка кількість мінералу зішліфовується з поверхні зразка за певних умов. Зіставлення шкал показує, як скачкоподібно зростає абсолютна твердість.

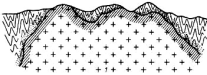
Як правило, в польових умовах для визначення твердості мінералів застосовують різні доступні предмети. Так, твердість простого олівця – 1, нігтя – 2, бронзової монети – 3,5–4, скла – 5, голки і сталюго ножа – 6, напилка – 7. Мінерали з більшою твердістю зустрічаються зрідка і всі вони дорогоцінні, тому їхня твердість визначається в лабораторних умовах.

Іноді визначити мінерал можна за його зовнішнім виглядом і густиною. Густина мінералів визначається як відношення маси речовини до маси такого ж об'єму води (рис. 21).

Густина мінералів коливається в межах від 1 г/см³ до 20 г/см³. Мінерали з густиною до 2 г/см³ сприймаються як легкі (бурштин – 1,0 г/см³), від 2 г/см³ до 4 г/см³ – нормальні (кварц – 2,6 г/см³), більше 4 г/см³ – важкі (барит – 4,3 г/см³–4,7 г/см³; галеніт – 7,5 г/см³; золото – 15–19 г/см³).

Багато мінералів мають специфічні властивості, за якими їх легко розпізнавати. Це – **смак** (галіт, сильвін); **горіння** (сірка); **реакція з HCl** (кальцит, доломіт, рис. 22); **магнітність** (магнетит, піротин); **подвійне заломлення променів** (прозорі різновиди кальциту – ісландського шпату, рис. 23) тощо. Деякі мінерали (альбіт, анортит) можна розпізнати тільки в прозорих шліфах – зрізи товщиною 0,02–0,03 мм.

Для діагностики мінералів у польових умовах застосовують найрізноманітніші визначники. Більшість з них дають можливість визначати не всі мінерали, а тільки їх невелику кількість. Особливо це стосується найбільш розповсюджених мінералів, у тому числі породоутворюючих (додаток Б, В).



1.4. Класифікація мінералів

Спроби класифікувати мінерали були зроблені ще в античні часи. Теофраст (370–285 рр. до н. е.) перший у своєму трактаті «Про камені» розглянув 59 штучних та природних мінеральних речовин та розподілив їх за використанням та фізичними властивостями на: камені, що добувають у великих блоках; цінні кольорові камені; плавкі камені; горючі камені; негорючі камені; дорогоцінні різьбні камені; камені, що легко розрізаються; землісті речовини (фарби). Його класифікація залишалася дієвою впродовж майже 2000 років. Деякі спроби класифікації мінералів зроблено Плінієм у книзі «Природнича історія» (77 р. н.е.). Дещо подібну класифікацію запропонував у 1774 р. А.Г. Вернер. Він поділив усі відомі на той час мінерали на: землі, солі, горючі та металічні. Вже у першій чверті ХІХ століття Ф. Моос, відомий своєю шкалою твердості мінералів, увів «Природничу історичну систему» класифікації мінералів, яка включала класи, порядки, роди і види. Але ця класифікація виявилась не зовсім вдалою, оскільки не давала можливості для створення широковживаних назв, тобто вона була непридатною для означення мінерального складу.

Цю систему класифікації мінералів використав у своїй книзі «Система мінералогії» Д. Дена (рис. 24). Окрім цього, Дена ввів латинські найменування для родів і видів мінералів, дотримуючись принципів природничо-історичної системи класифікації, тобто за принципом Ліннея. Цю систему класифікації гостро критикував Я. Берцеліус, стверджуючи, що основою класифікації мінералів має бути їх хімічний склад. У третьому виданні «Системи мінералогії» Дена відмовляється від своїх попередніх класифікацій, що базувались на природничо-історичному принципі, і за основу класифікації бере хімічний склад мінералів. Пізніше до питання класифікації мінералів зверталось бага-



то вчених-мінералогів і ними розроблялися свої класифікації. Але, незважаючи на їхню різноманітність всі вони є лише варіантами системи Берцелюса–Дена.

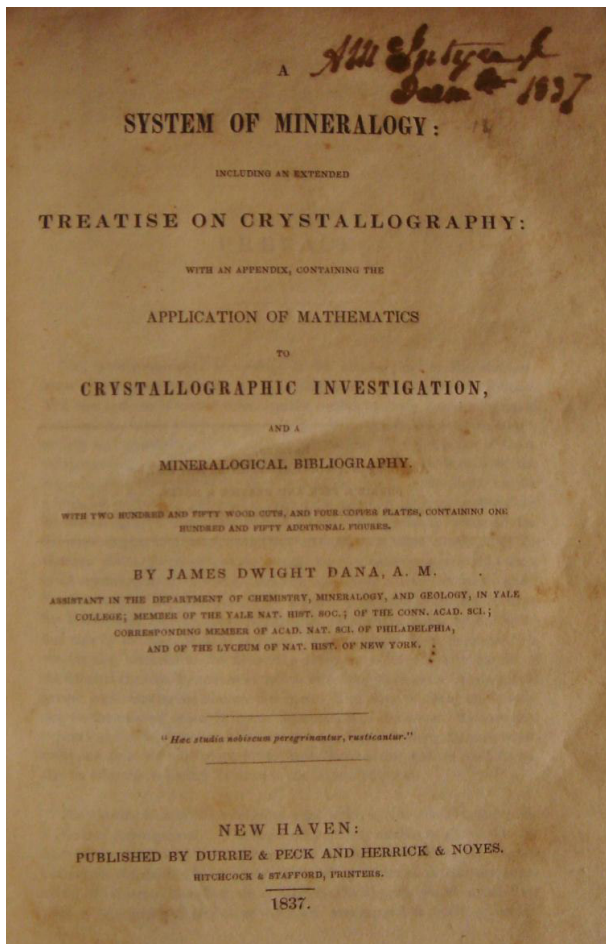
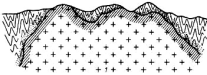


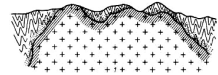
Рис. 24. «Система мінералогії» Д. Дена



Рентгеноструктурними дослідженнями встановлено, що структура більшої частини мінералів іонна, а не молекулярна (як вважали раніше). Кристалографічні дослідження були доповненням до рентгеноструктурних та вказували, що структура кристалічної решітки визначає різноманіття фізичних властивостей мінералів і від неї залежить зовнішня форма кристалів. Ці знання у своїй праці «Мінералогічні таблиці» (1941) використав німецький мінералог Карл Гуго Штрунц, згодом вони були доповнені канадським мінералогом Ернестом Генрі Нікелем під час редагування дев'ятого видання «Мінералогічних таблиць». Тому сучасна класифікація мінералів базується на їх хімічному складі та кристалічній структурі, так звана кристалохімічна класифікація Штрунца–Нікеля (за ММА-КНМНК – міжнародна мінералогічна асоціація – комісія з нових мінералів та назв мінералів). Класифікаційні виділи включають: клас, тип, групу, підгрупу, ряд, вид, різновидності та підвид.

Важливими класами мінералів є: самородні елементи, сульфіді, оксиди і гідроксиди, галогенні з'єднання, карбонати, сульфати, фосфати, силікати. В класах мінералів виділяють групи. Особливо це стосується класу силікатів, оскільки до цього класу належить близько 34% всіх мінералів. На оксиди і гідроксиди припадає приблизно 25%, на сульфіді – біля 20%, на решту – близько 21%. Існують і інші класифікації (додаток Г). Наприклад, за значенням для діяльності людини виділяють такі групи: породоутворюючі мінерали, дорогоцінне і коштовне каміння (додаток Д) та рудні мінерали.

Із майже 5600 відомих на цей час мінералів породоутворююче значення мають лише 20–30. Вони і складають головний інтерес для геології.



1.5. Характеристика головних породоутворюючих мінералів

КЛАС САМОРОДНІ ЕЛЕМЕНТИ

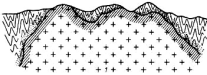
До цього класу мінералів належать ті, що складаються з одного хімічного елемента. У природі самородні елементи поширені в чистому вигляді або з домішками інших речовин, і у земній корі зустрічаються в твердому, рідкому і газоподібному станах. Відомо понад 45 мінералів цього класу, однак вони становлять лише 0,1 % від маси земної кори за В.І. Вернадським.

Походження мінералів класу самородних елементів може бути як ендеогенним, так і екзогенним. У більшості випадків утворення самородних мінералів пов'язане з гарячими водними розчинами – гідротермами, що виділяються із магматичних вогнищ. Під час руху гарячих розчинів по тріщинах земної кори в осад випадають різні речовини і самородні мінерали. Деякі самородні мінерали, наприклад алмаз, викристалізовується із магми; сірка часто утворюється з парів, які виділяються під час вулканічних вивержень та на поствулканічній стадії. В екзогенних умовах самородні мінерали формуються в результаті фізико-хімічних процесів, а також, зустрічаються у розсипах (скупчення мінералів у піщано-галечникових відкладах).

Найпоширенішими мінералами цього класу є самородне золото, срібло, мідь, платина, графіт, алмаз, сірка, вісмут, залізо (в метеоритах) та інші.

ГРАФІТ – самородна неорганічна речовина. Назва походить від грецького «писати». Введено в 1789 р. Вернером і вказує на використання як грифеля олівця. Зустрічається у вигляді листових або лусочкоподібних мас, може утворювати радіально-променеві або зернисті маси.

Склад 4[C]. Твердість – 1–2. Густина – 2,2 г/см³. Близь металевий. Масний на дотик. Пластинки гнучкі, але не пружні. Рі-



жеться. Колір чорний до тьмяно-землистого. Риска чорна. Найчастіше зустрічається в метаморфічних породах, іноді у вивержених.

Застосовується для вогнетривкої футерівки сталеварних печей, у батареях та сухих елементах, у тигелях для виплавляння кольорових металів, в електроприладах (контактіві щітки) та у грифелях олівців.

СІРКА САМОРОДНА. Від латинського *sulfur*. Стара назва цього елемента, що близька до санскритського *sulvere*. Комерційна назва – браймстоун. Склад: **S** із домішками **Se** і **Te**. Кристали таблитчасті, часто у вигляді масивних агрегатів.

Твердість – 1,5–2,5. Густина – 2,07 г/см³. Блиск смолистий. Колір жовтий. Розповсюдження: у вулканічних fumarолах як продукт життєдіяльності сірчистих бактерій; часто в осадових породах неогену в асоціаціях із гіпсом і карбонатами; в соляних куполах та бітумінозних відкладах.

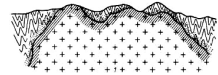
Застосування: для виробництва сірчаної та сірчистої кислот.

АЛМАЗ. Поліморфна, стійка при високих тисках модифікація вуглецю. Названий Плінієм у 77 р. до н.е. від зміненого грецького слова зі значенням «нездоланний». Склад – **8[C]**. У невеликих кількостях можуть бути домішки **Si**, **Fe**, **Al**, **N**, **Mg** або вуглиста речовина.

Твердість – 10. Густина – 3,50–3,53 г/см³. Прозорий, або має блакитне, червонясте, жовтисте, коричневе, сіре чи чорне забарвлення. Блиск алмазний до масляного. Сильна дисперсія світла. Розповсюджений у кімберлітових трубках і дайках, а також у розсипах.

Застосування: абразиви, дорогоцінне каміння, в електронній промисловості.

ЗОЛОТО. Назва походить, як стверджують більшість джерел, від кореня *зол*, що пов'язано з назвою сонця. В англійській



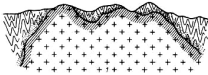
мові *gold* – староанглійська назва цього металу, що, можливо, походить від санскритського слова.

Склад: **Au** з домішками **Ag, Pd, Rh, Cu, Bi**. При наявності срібла (> 20%) має назву електрум. Кристали, як правило, кубічної сингонії. Зустрічається й у вигляді неправильних зерен, дендритів, плівок, листуватих або губчастих агрегатів.

Твердість – 2–3. Густина – 15–19 г/см³. Близьк металічний. Спайність відсутня. Злам гачкоподібний. Колір і колір риски змінюються (в залежності від вмісту срібла) від золотисто-жовтого до сріблясто-жовтого. При наявності значної кількості міді риска набуває рожевого відтінку. Непрозоре, в тонких пластинках просвічує синім і зеленим кольорами. Добре кується, розплющується й витягується. З одного грама золота можна отримати пластину в 27 см² або дріт довжиною в 3 км. Плавиться при температурі 1063° С. Не вступає в реакцію з кислотами (окрім царської горілки – одна частина азотної та три соляної кислот). Приурочене до гідротермальних жил, зустрічається в пегматитах і розсипах. Використання надзвичайно різноманітне.

КЛАС СУЛЬФІДИ

Клас сульфідів налічує близько 200 різних мінералів, що складають лише 0,15 % земної кори. За хімічним складом утворюють поєднання різних елементів (в більшості випадків металів) із сіркою. Такі сполуки не належать до породотвірних мінералів, однак більшість із них є рудами багатьох металів. Зокрема, свинець отримують із галеніту (PbS), цинк – із сфалериту (ZnS), ртуть – із кіноварі (HgS), молибден – із молибденіту (MoS₂) тощо. Сульфіди зустрічаються переважно в прожилках (заповнюють тріщини тектонічного походження) або утворюють розсипи. Здебільшого це правильні кристали, не прозорі. Найважливішою фізичною ознакою цього класу мінералів є їхній яскраво виражений колір та блиск. Тому в гірничій практиці вони поділяються на блиски (сильний металічний блиск), *колче-*



дани (руди з металічним блиском та жовтуватим забарвленням), обманки (мінерали без металічного блиску із невиразним забарвленням) та «тьмяні руди» (яскраво виражений металічний блиск із темно-сірим забарвленням).

ПІРИТ. Сульфід заліза. Названо в 50 р. н.е. і походить від грецького «*πυρ*» – вогонь (при ударянні сталіним предметом спалахують іскри).

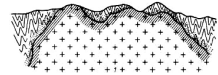
Склад: FeS_2 ; Fe – 44,6%, S – 54,3% від маси. Може включати Ni або Co. Кристали найчастіше кубічні, як правило, зі штриховкою на гранях. Твердість – 6-6,5. Густина – 5,02 г/см³. Крихкий. Блиск – сильний металічний. Колір – блідо-латунно-жовтий, солом'яно-жовтий. Найбільш розповсюджений серед сульфідів. Первинний мінерал магматичної сегрегації; акцесорний мінерал у вивержених породах; у контактово-метаморфічних та жильних породах. Пірит як первинний і вторинний мінерал характерний для осадових порід.

Застосовують для виробництва сірки. Легко окислюється до лимоніту.

МАРКАЗИТ. Сульфід заліза. Названий Хайдінгером у 1845 році як похідне від арабської або мавританської назви, що застосовувалася для інших різновидів (наприклад, піриту).

Склад: FeS_2 ; Fe – 46,6%, S – 53,4% від маси. Ромбічна сингонія; кристали двійчасті, утворюють списо- або гребенисті (гребінь півня) зростки, інколи сталактитоподібні з радіально-променевою структурою ядра. Може бути сферичної (конкреції) форми. Твердість – 6-6,5. Густина – 4,9 г/см³. Блиск металічний. Колір – блідо-бронзово-жовтий, на свіжих зламах майже білий.

Найчастіше зустрічається як аутигенний та гіпергенний мінерал в осадових і метаморфічних породах (вапняки, глини, мармур, глинисті сланці). Утворюється при низьких температурах із кислих розчинів. Асоціюється з мінералами свинцю та цинку. Сировина для виробництва сірчаної кислоти.



ХАЛЬКОПРИТ. Сульфід міді та заліза. Названий Геккелем у 1725 р. від грецьких слів «мідь» і « пірит». Мінерал подібний до піриту, але з вмістом міді (*chalcos*).

Склад: $4[\text{CuFeS}_2]$ **Cu** – 34,5, **Fe** – 30,5, **S** – 35,0 мас. %. Тетрагональна сингонія. Пластинчасті двійники і двійники проростання. Твердість – 3,5-4. Густина – 4,1-4,3 г/см³. Колір латунно-жовтий. Риска зеленяво-чорна. Спайність недосконала. Блиск металічний. Крихкий. При нагріванні і під дією повітря та води окислюється до сульфатів.

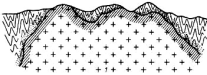
Зустрічається у вигляді крапель або в металоносних жилах, особливо гідротермального типу. Інколи утворюється при метаморфічних процесах. Як правило, наявний у зонах вторинного сульфідного збагачення. Застосовується для виробництва міді.

ГАЛЕНІТ (*свинцевий блиск*). Назву дано Плінієм в 77 р. н.е. від латинської назви «свинцева руда», або свинцева окалина, що залишається після виплавки свинцю. Склад: **PbS**.

Спайність досконала по кубу. Твердість – 2,5. Густина – 7,58 г/см³. Сильно виражений металічний блиск. Колір свинцево-сірий. Розповсюджений у родовищах різного типу: в осадових породах і гідротермальних жилах, у кріолітових пегматитах і в зонах контактового метаморфізму, часто в асоціаціях зі сфалеритом, піритом, марказитом, халькопіритом, доломітом, кальцитом, кварцом, баритом, флюоритом і майже скрізь зі сріблом у формі англезиту в жильних родовищах. Може зустрічатися у вапняках – у жилах чи заповнюючи пустоти. Практично єдина сировина свинцю.

КЛАС ГАЛОГЕННИ З'ЄДНАННЯ (ГАЛОГЕНІДИ)

Мінерали цього класу представлені солями соляної (HCl), фторної (HF), бромної (HBr), йодної (HI) та інших кислот, у яких водень замінює один із лужних або лужноземельних металів. Утворення хлоридів, бромідів і йодидів відбувається під



час випаровування (усихання) поверхневих соленосних басейнів – морів та озер. Утворення фторидів пов'язане з гідротермальними розчинами. Серед фторидів найхарактерніші солі кальцію (CaF_2 – флюорит); серед хлоридів – солі натрію і калію (NaCl – галіт і KCl – сильвін відповідно); йодидів – йодид срібла (йодаргірит – AgI), йодисте срібло (майерсит – $(\text{Ag,Cu})\text{I}$), йодиста мідь (маршит – CuI); бромідів – бромід натрію (NaBr), бромід калію (KBr) та бромід срібла (бромірит – AgBr).

Найбільш розповсюджені сполуки соляної кислоти. Вони відіграють значну роль у засоленні ґрунтів, оскільки завжди знаходяться в підземних водах.

Мінерали класу галоїдів представлені галітом, сильвіном, карналітом, флюоритом, бішофітом та іншими.

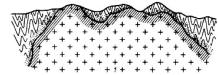
ГАЛІТ. Названо в 1847 р. Глокером від грецького слова, що означає «сіль» або «море».

Склад: NaCl . Зустрічається у вигляді кристалів або зернистих кристалічних мас. Твердість – 2,5. Густина – $2,16 \text{ г/см}^3$. Має теплопровідність. Солоний на смак. Прозорий або напівпрозорий. Колір білий із різними відтінками – жовтим, червоним, блакитним.

Розповсюдження: мінерал осадового походження – результат випаровування морської води або солоних озер; часто перебивається пластами осадових порід, у тому числі глинами та глинистими сланцями, вапняками, доломітами і гіпсами. Часто утворюються соляні куполи, коли соляні пласти проникають у вигляді «трубок» у поверхневі породи. Застосування: для одержання натрію і хлору; мінеральні добрива; в харчовій промисловості; для вичинки шкур.

СИЛЬВІН. Хлорид калію. Назва походить від старої хімічної назви цієї речовини *sal digestivus Sylvii*, тобто харчова сіль Сільвіуса (1624-1672, голландський фізик і хімік із Лейдена).

Склад: $4[\text{KCl}]$. Зустрічається у вигляді кубічних кристалів і зернистих кристалічних мас. Твердість – 2–2,5. Густина –



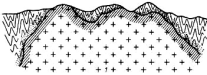
1,9–2 г/см³. Спайність досконала по кубу. Білий, прозорий, темно-червоний (зумовлено дрібними включеннями гематиту), світло-сірий (за рахунок домішок глинистих частинок). Блиск скляний, іноді масний. На смак гірко-солоний. Розповсюдження – соленосні відклади в осадових породах, а також у fumarолах. Застосовується як мінеральне добриво і важлива сировина для отримання калію.

ФЛЮОРИТ (плавиковий шпат) – фторид кальцію. Названий Агріколою в 1529 р. від латинського *fluere* – текти, оскільки мінерал легко плавиться і застосовується як флюс.

Склад: $4[\text{CaF}_2]$; Ca – 51,3, F – 48,7 ваг. %. Кристали здвійниковані. Зустрічається також у вигляді масивних, зернистих або жердкоподібних агрегатів. Спайність досконала по октаедру. Злам східцеподібний, рівний дорамістистого. Твердість – 4. Густина – 3,1–3,2 г/см³. Блиск скляний. Кольори: фіолетовий, синій, блакитний, чорний, жовтий, зелений, рожевий, зрідка безколірний. Прозорий, окрім інтенсивно зафарбованих різновидів. Розповсюджений у рудних жилах, доломітах і вапняках. Використовують для виробництва плавикової кислоти, у металургії, в оптиці та як декоративне каміння.

КЛАС СУЛЬФАТИ

Мінерали цього класу є породоутворюючими мінералами осадових порід і солями сірчаної кислоти (H₂SO₄). В основі усіх цих утворень лежить тетраедр, в центрі якого розміщений іон сірки, а по вершинах – іони водню. Складають лише 0,1% від загальної маси земної кори. Утворюються в умовах підвищеної концентрації кисню та відносно низьких температур біля земної поверхні під час осідання солей сірчаної кислоти в лагунах та озерах, а також під час окислення сульфідів. Мінерали цього класу зазвичай легкі, світлоколірні та мають низьку твердість. Розрізняють *водні* (мірабіліт або глауберова сіль – Na₂SO₄ 10H₂O, гіпс – CaSO₄ • 2H₂O), *безводні* (ангідрит або безводний



гіпс – CaSO_4 , барит або важкий шпат – BaSO_4 , тенардит – Na_2SO_4 , целестин – SrSO_4) та ті, що вміщують гідроксил (алуніт – $\text{KAl}_3(\text{OH})_6[\text{SO}_4]_2$).

ГПС (легкий шпат). Названий Теофрастом біля 315 р. до н.е. від грецької назви «пластир» (штукатурний гіпс).

Склад: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Кристали здвійниковані. Часто масивний, листуватий, волокнистий, зернистий. Волокнистий різновид з шовковистим блиском – атласний шпат, тонкозернистий різновид (масивний) – алебастр, а великі безколірні прозорі спаяні пластини – селеніт. У літературі, що видавалася й видається на пострадянському просторі, селенітом називають волокнистий різновид гіпсу.

Твердість – 2, густина – $2,32 \text{ г/см}^3$. Блиск скляний. Прозорий-напівпрозорий. Безколірний, білий, сірий. Домішки надають жовтого, коричневого або червоного відтінків. Риска біла.

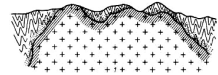
Зустрічається у вигляді прошарків в осадових породах, часто перешаровується з вапняками, глинами і галітом. У вулканічних областях зустрічається у відкладах самородної сірки і як жильний мінерал у рудних родовищах. Як правило, в асоціаціях з галітом, ангідритом, доломітом, кальцитом, піритом, кварцом або сіркою.

Використовується у промисловості будівельних матеріалів, як добриво, як флюс при виробництві скла та для декоративних цілей.

АНГІДРИТ. Назву дано Вернером в 1804 році від грецького «безводний».

Склад: CaSO_4 ; CaO – 41,2; SO_3 – 58,8 %. У малих кількостях (до 0,7 %) кальцій може заміщуватися стронцієм.

Утворює масивні агрегати, волокнисті, зернисті або щільні маси. Чіткі, правильні кристали – зрідка. Твердість – 3-3,5. Густина – $2,89\text{-}2,98 \text{ г/см}^3$. Блиск скляний. Прозорий до напівпрозорого. Безколірний до білого, в масивній формі інколи сіро-блакитний за рахунок домішок.



Розповсюджений в асоціаціях із вулканічними породами, у відкладах евапоритів (ангідрит, ангідрит із кальцитом або галітом), що зустрічаються не тільки в докембрії, а й знаходяться у відкладах інших систем.

БАРИТ (*важкий шпат*). Назву дано Карстеном в 1800 році від грецького «важкий».

Склад: $4[\text{BaSO}_4]$; BaO – 65,7; SO_3 – 34,3 %. Може бути у зернистих, пластинчастих або землястих агрегатах. Твердість – 3-3,5. Густина – 4,5 г/см³. Блиск скляний. Прозорий до напівпрозорого. Колір білий із блакитним, жовтим чи червонястим відтінками. Риска біла.

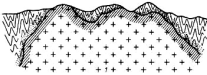
Зустрічається як акцесорний мінерал у рудних жилах, із кальцитом у вапнякових жилах, у залишкових глинах на вапняках, у мідистих пісковиках та інколи як основна маса пісковиків.

Застосовується як компонент промивної рідини при бурінні свердловин на нафту і газ, у виробництві літонону (білої фарби), для виробництва барію і як наповнювач глянцевого паперу.

КЛАС ОКСИДИ ТА ГІДРОКСИДИ

В цей клас об'єднані мінерали, що є поєднаннями різних елементів з киснем (оксиди) та поєднаннями з киснем та гідроксильною групою ОН (гідроксиди). Відіграють важливу роль у будові земної кори. В залежності від мінерального складу поділяються на дві групи: 1) оксиди та гідроксиди кремнію (група кварцу) та 2) оксиди та гідроксиди металів (заліза, марганцю, алюмінію та інших). Загальне масове число класу оксидів та гідроксидів складає близько 17 % від земної кори, з якого 12 % належить кварцу SiO_2 – найпоширеніший мінерал, що входить у склад усіх генетичних типів гірських порід.

До класу оксидів та гідроксидів металів належить ряд важливих рудних мінералів – магнетит (магнітний залізняк) FeFe_2O_4 , $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$, гематит (залізний блиск або червоний заліз-



няк) Fe_2O_3 , корунд Al_2O_3 , хроміт (хромистий залізняк) FeCr_2O_4 та інші.

Більшість мінералів цього класу утворюються за рахунок інших мінералів, які виникли на великих глибинах і потрапили з тієї чи іншої причини в зону окиснення земної кори, де вони окислилися. Наприклад, лимоніт може утворюватись за рахунок окислення магнетиту та гематиту. Оксиди та гідроксиди утворюються при магматичних, пегматитових та гідротермальних процесах.

КОРУНД. Оксид алюмінію. Названо Гревілем у 1798 році від санскритського найменування мінералу «*kauruntaka*». Склад: Al_2O_3 . Має різновиди. Рубін – прозорий червоний; сапфір – прозорий синій; східний смарагд – прозорий зелений; наждак – дрібнозернистий, темного забарвлення.

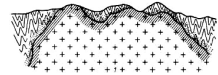
Тригональна сингонія. Твердість – 9. Густина – 3,98-4,01 г/см³. Спайність відсутня. Добре розвинуті кристали мають форму гексагональних діпірамід і призм.

Зустрічаються у нефелін-сієнітових пегматитах (провінція Онтаріо, Канада), також часто в асоціаціях із магнетитом, слюдою, хлоритом, нефеліном, серпентином та іншими.

Застосовується як абразивний матеріал і в ювелірній промисловості, а синтетичний Al_2O_3 з присадками – в лазерах.

КВАРЦ. Оксид кремнію. Назва походить від німецького *querklusterz* – руда пронизуючих жил. Склад: SiO_2 (додаток Е).

Тригональна сингонія. Зустрічаються злиті та зернисті агрегати. Призматичні кристали бувають правосторонніми та лівосторонніми. Злам раковистий. Твердість – 7. Густина – 2,65 г/см³. Має багато різновидів: безколірний, прозорий, без домішок – гірський криштал (чіткі кристали); коричнево-чорний, прозорий та напівпрозорий – моріон; лимонно-жовтий – цитрин; фіолетовий – аметист; димчастий – раухтопаз; авантюрин – зеленявий, золотисто-коричневий з переливами. Бувають також

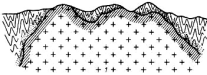


рожеві, молочно-білі жильні зразки. Хімічно стійка сполука, що розчиняється тільки в плавиковій кислоті.

ХАЛЦЕДОН – прихованокристалічний різновид кремнезему, що складається з тоненьких волокон кварцу. Названий Плінієм в 77 р. до н.е. від давньої назви міста Бітінії (Халцедон, Калчедон) на островах у Мармуровому морі. Склад – SiO_2 . Твердість – 6,5. Густина – 2,57–2,64 г/см³. Мутний, напівпрозорий. Блиск мутно-масний, матовий, тьмянний, слабоскляний. За кольором, як правило, світло-сірий, блакитний. Має різновиди: рожевий – сердолік, м'ясисто-червоний – корнеол, буруватий – сардер, зелений із червоними плямами – геліотроп (кривава яшма). За рахунок включень утворюється моховий і перистий ага-ти. Риски не дає. Спайність відсутня. Злам раковистий. Кристалів не утворює. Формується шляхом кристалізації гелів кремнезему або випадає в осад із низькотемпературних гідротермальних розчинів. Зустрічається у вигляді кірок, гроноподібних агрегатів, натічних форм, як заповнювач порожнин у вулканічних та осадових породах і як заміщувач викопних скам'янілостей.

Використовується як обробне каміння (особливо смугасті різновиди – ага-ти), а також у точній механіці.

ОПАЛ – аморфний водомісткий різновид кремнезему. Назва походить від санскритського «упала» – коштовний або благородний камінь. Склад – $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Може мати домішки **Ca**, **Al**, **K**, **Na**, **Fe**. Твердість – 5,5–6,5. Густина – 1,9–2,3 г/см³. Спайність відсутня. Злам раковистий. Блиск восковий, матовий, іноді слабоскляний. Колір білий, жовтий, бурий, зелений, голубий. Риски не дає або вона біла (в залежності від твердості). Зустрічається у вигляді натічних мас, жовн, конкрецій, кірок, оолітів та як псевдоморфози по органічних залишках. Має різновиди: вогняний опал – червоний до медово-жовтого; молочний – молочно-білий, напівпрозорий; скам'янілий – псевдоморфози по органіці; благородний – із райдужними переливами. Походження гідротермальне та біогенне. Головна складова частина кре-



менистих осадових порід – опок, трепелів, діатомітів тощо. Асоціює з халцедоном, кальцитом, кварцом, кіновар'ю.

Використовується як обробне напівкоштовне каміння. Діатоміти і трепели застосовують у хімічному та керамічному виробництві, для виготовлення динаміту і як відбілювач.

МАГНЕТИТ (*магнітний залізняк*) – оксид трьохвалентного й двохвалентного заліза. Названий Хайдінгером у 1845 році, ймовірно, від назви місцевості Магnezія в Фессалії (Греція). Однак деякі автори вважають цю назву похідною від Магнес – ім'я пастуха, який першим відкрив мінерал на горі Іда, побачивши, що цвяхи його взуття та залізний наконечник палиці прилипають до породи. Склад – Fe_3O_4 , або $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Може мати й інші варіанти – $(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Ni}, \text{Zn}, \text{Mn}) \cdot (\text{Fe Ti})_2\text{O}_4$.

Кристалізується в кубічній сингонії. Твердість – 5,5. Густина – $5,2 \text{ г/см}^3$. Блиск металічний. Чорного кольору. У відбитому світлі сірий. Непрозорий. Злам раковистий. Крихкий. Спайність недосконала. Магнітний.

Генетично пов'язаний із магматичними і метаморфічними породами. Іноді зустрічається в гідротермальних жилах. Звичайний мінерал розсіпів.

Магнетитові руди мають найбільший вміст заліза й легко збагачуються шляхом магнітної суперації, тому використовуються для виплавки заліза.

ГЕМАТИТ (*червоний залізняк*). Названий у 325 р. до н.е. Теофрастом від грецького «*гаета*» – кров. Землистий різновид називається червоною охрою.

Склад: Fe_2O_3 . Може мати до 10 ваг. % Al_2O_3 . Твердість – 5,5–6,5. Густина – $5,26 \text{ г/см}^3$. Колір вохристо-коричневий до чорного. Риска має характерний вишнево-червоний або синювато-червоний колір. Спайність відсутня. Можливі різновиди утворюють агрегати типу грон. Псевдоморфози гематиту по магнетиту чи піриту називають мартитом.

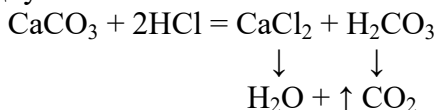


В осадових породах гематит має характерний червоний колір. Зустрічається повсюдно в докембрійських метаморфізованих смугастих залізних рудах, у вивержених породах – зрідка.

Гематит – найважливіша руда заліза. Також використовується для виробництва барвників (червона охра) та абразивних порошоків.

КЛАС КАРБОНАТИ

Мінерали цього класу широко розповсюджені у верхній частині літосфери та є породотвірними для осадових та метаморфічних гірських порід (вапняк, крейда, мармур та інших). Більшість із них утворюються під час випадання в осад з гарячих та холодних розчинів, часто можуть заміщуватись іншими мінералами або навпаки. Для всіх карбонатів характерна реакція з соляною кислотою, що супроводжується виділенням вуглекислого газу. При цьому бульбашки вуглекислого газу, що з'являться під час реакції, створюють ефект «закипання» мінералу. Реакція відбувається так:

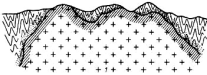


Інтенсивність проходження реакції у різних мінералів неоднакова (кальцит закипає одразу; доломіт у порошок; магnezит із нагрітою кислотою тощо). Це дозволяє розрізнити зовнішньо схожі карбонати, які зазвичай світлоколірні з низькою твердістю та легкі.

Карбонати налічують близько 80 мінералів, що становлять 1,7% маси земної кори та можуть накопичуватись у великих кількостях в ґрунтах.

КАЛЬЦИТ. Названий Гейдінгером в 1845 р. від грецького слова *calc* – гашене вапно.

Склад – CaCO_3 . Як правило, надзвичайно чистий мінерал, але може утворювати повний ряд твердих розчинів із родохро-



зитом (MnCO_3) та неповні ряди із сидеритом (FeCO_3), смітсонітом (ZnCO_3) й сферокобальтитом (CoCO_3). Кристали тригональної сингонії. Зустрічається у вигляді друз, зернистих, натічних, грудкуватих і землистих мас. Твердість – 3. Густина – 2,7–2,9 г/см³. Блиск скляний. Спайність досконала у трьох напрямках. Безколірний або білий. За рахунок домішок може мати найрізноманітніші кольори. Прозорий до напівпрозорого. Закипає в холодній розбавленій (5–10%) соляній кислоті. Різновиди: прозорий – ісландський шпат (має подвійне заломлення світлових променів); чорний, із домішками бітуму – антраконіт; листуваті й пластинчасті агрегати – паперовий шпат.

Кальцит є одним із найбільш розповсюджених породоутворюючих мінералів і входить до складу скелетів живих організмів. Походження гідротермальне, осадове й при вивітрянні.

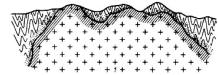
Використовується як хімічна сировина, для виробництва портландцементу, в металургії (як флюси) та сільському господарстві (для вапнування ґрунтів). Ісландський шпат має застосування в оптиці.

ДОЛОМІТ. Названий Соссюром у 1792 р. на честь французького хіміка, геолога і мінералога Доломьє.

Склад: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Зустрічається у вигляді сідлоподібних кристалів і як грубозернисті або щільні кристалічні агрегати. Твердість – 3,5–4. Густина – 2,85 г/см³. Блиск скляний, може бути перламутровий. Прозорий до напівпрозорого. За кольором має різні відтінки рожевого, але може бути безколірним, білим, сірим, зеленим, коричневим або чорним.

Зустрічається у вигляді потужних пластів доломітових вапняків, доломітових мармурів. Часто буває у симбіозі з кальцитом. Іноді – жильним мінералом разом із мінералами цинку та свинцю.

Використовують як будівельне і декоративне каміння, а також служить сировиною для видобутку магнеїю.



МАГНЕЗИТ (*гіркий шпат*). Названий Карстеном у 1808 р. за складом – включає **Mg**.

Склад – MgCO_3 . Часто **Mg** може заміщуватись **Fe** з утворенням сидериту і частково **Ni** з утворенням гаспеїту. Кристали зустрічаються зрідка. Як правило, це масивні, зернисті, щільні, фарфороподібні, землисті чи волокнисті агрегати. Твердість – 2,5–4,5. Густина – 2,9–3,1 г/см³. Близьк скляний або тьмяний. Прозорий до напівпрозорого. Кольори: білий, сірий, жовтявий до бурого. Риска біла. Злам раковистий. Крихкий. Спайність досконала.

Зустрічається в гідротермальних родовищах і жилах як продукт вивітрювання магнезіймісних ультраосновних порід (серпентинітів, перидотитів), у вигляді пластових кристалічних агрегатів, у магнезійних кристалічних сланцях і як аутигенний мінерал у кальцитовмісних породах.

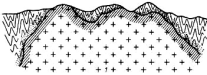
Використовується для виготовлення вогнетривкої цегли.

МАЛАХИТ. Названий Плінієм у 77 р. до н.е. за зелений колір. Назва походить від грецької назви рослини – «мальва».

Склад – $\text{CaCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Твердість – 3,5–4. Густина – 3,9–4,05 г/см³. Близьк шовковистий, оксамитовий. У полірованому вигляді та на гранях – скляний, на зламі – тьмяний чи землистий. Непрозорий. Кольори – від смарагдово-зеленого до темно-зеленого, майже чорного. Риска світло-зелена. Злам занозистий, іноді раковистий. Спайність досконала. Нестійкий при нагріванні та дії кислот.

Утворюється в зоні окиснення мідних родовищ, особливо у вапняках. Зрідка зустрічається як аутигенний мінерал. Використовується для виплавки міді та як декоративний камінь.

СИДЕРИТ (*залізний шпат*). Карбонат заліза. Назва походить від грецької назви заліза – *sideros*. Гаусман у 1813 році для округлих конкрецій увів назву сферосидерит, але пізніше, в 1845-му, вона була трансформована Хайдінгером у скорочену назву – сидерит.



Склад – FeCO_3 , в невеликих кількостях наявні **Co**, **Ca** або **Zn**. Fe може заміщуватись **Mn** з утворенням родохрозиту. Найчастіше це кристалічно зернисті агрегати. Також утворює землі, округлі, спресовані й масивні гранули. Твердість – 3,5–4. Густина – 3,5–3,9 г/см³. Спайність досконала. Блиск скляний. Прозорий або напівпрозорий. Кольори: жовто-бурий, темно-бурий, сірий. Риска світло-коричнева. Має різновиди: сферосидерит – кулясті утворення, згуста з радіально-променевою будовою; олігоніт – вміщує до 40% MnCO_3 . При взаємодії з холодною соляною кислотою не закипає, а на поверхні утворюється зеленяво-жовта пляма FeCl_3 . Закипає в нагрійтій соляній кислоті, причому розчин забарвлюється в жовтий колір.

Походження гідротермальне (в асоціації з піротином, халькопіритом і хлоритом), метасоматичне (при заміщенні вапняків у асоціації з магнетитом і гематитом) й осадове (у лагунах із відновними умовами). Важлива руда для виплавки заліза.

КЛАС ФОСФАТИ

Мінерали, що належать до цього класу складають близько 0,1% маси земної кори. Основними породотворюючими мінералами є фтор- або хлорапатит $\text{Ca}_5(\text{F},\text{Cl})[\text{PO}_4]_3$ та його різновид – забруднений глинистими і піщаними частинками прихованокристалічний фосфат кальцію – фосфорит.

Родовища апатитів здебільшого приурочені до магматичних інтрузивних тіл (лінзи та прожилки), інколи можуть зустрічатись в рудах магматичних родовищ заліза та міді. Вміст апатитів коливається від 6 до 8 %.

Фосфорити мають екзогенне походження. До найважливіших осадових фосфоритоносних покладів належать:

– *піщано-алевроліто-мергелісті товщі крайових прогинів палеогену та неогену;*



- *терігенно-глинисто-карбонатні товщі молодих платформ;*
- *кремнисто-доломітові товщі геосинклінальних прогинів верхнього протерозою і нижнього кембрію.*

Ці мінерали відносять до агрономічних руд, які використовують для отримання добрив.

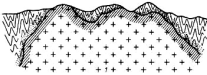
АПАТИТ – фосфат кальцію. Назва походить від грецького слова «*apatite*» – обманувати, оскільки його дорогоцінні різновиди плутали з іншими мінералами (берилом, топазом та турмаліном).

Склад: $\text{Ca}_5(\text{F,Cl})[\text{PO}_4]_3$. Твердість 5. Густина – 3,2. Близький до масного. Може бути прозорим, просвічуватися або взагалі не прозорим. Кольори різні: жовтий, зелений, блакитний, коричневий, фіолетовий, безколірний. Зелений різновид апатиту колекціонери називають «спаржевий камінь». Колір ризки білий до жовтувато-сірої. Злам раковистий. Крихкий. Спайність не досконала. Утворюється у магматичних та метаморфічних породах. Кристали утворюють грані зі згладженими ребрами. Є сировиною для одержання фосфорної кислоти.

ФОСФОРИТ. Склад: $\text{Ca}_5(\text{Cl,F})[\text{PO}_4]_3$ з домішками: CaCO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ та ін. Зустрічається у вигляді конкрецій, псевдоморфоз по викопним решткам, землистих та натічних утворень в осадових відкладах. Біогенний – в результаті руйнування органічних решток. Інколи є продуктом розчинення та перевідкладення речовини апатиту, утворюючи натічні кірочки та прожилки у породах, які вміщують апатит.

КЛАС СИЛКАТИ

Силікати налічують майже третину всіх відомих мінералів, і складають 85% земної кори, є важливими складовими магматичних, метаморфічних та осадових гірських порід. Утворюються, переважно, в ендегенних умовах. Для силікатів характе-



рний складний хімічний склад і внутрішня будова. В основі їхньої структури лежить кремнієвокисневий тетраедр (SiO_4), по вершинах якого розміщуються іони кисню $[\text{O}]^{-2}$, а в центрі – іон кремнію $[\text{Si}]^{+4}$. Кожний кремнієвокисневий тетраедр володіє чотирма вільними валентними зв'язками $[\text{SiO}_4]^{-4}$, завдяки чому $[\text{SiO}_4]^{-4}$ з'єднується із Fe, Ca, Mg, Na, K та іншими елементами та кремнієвокисневими тетраедрами. Часткова заміна чотирьохвалентних іонів кремнію тривалентними іонами алюмінію (Al) приводить до утворення у такого сполучення додаткового від'ємного заряду. Мінерали з такою будовою називаються алюмосилікатами.

Олівін (силікат)
 $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$

Ортоклаз (алюмосилікат)
 $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

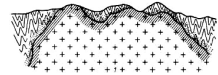
В залежності від того, як у структурній решітці співвідносяться тетраедри SiO_4 , силікати поділяються на:

- *острівні;*
- *ланцюгові;*
- *стрічкові;*
- *листові;*
- *каркасні.*

Внутрішня структура силікатів відображається на зовнішньому вигляді кристалів (габітусі) та на їхніх фізичних властивостях.

Головними породоутворюючими мінералами класу силікатів є олівін, авгіт, мусковіт, біотит, тальк, глауконіт, хлорит, серпентин, каолініт, ортоклаз, мікроклін, альбіт, лабрадор, анортит, нефелін, рогова обманка та інші.

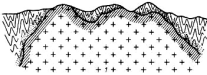
ОЛІВІН (*перидот, хризоліт*). Названий за оливково-зелений колір.



Склад: $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$, але можуть бути наявними **Ni**, **Co**, **Mn**. Великі кристали зустрічаються зрідка. Здебільшого це зернисті агрегати. Твердість – 6,5–7. Густина – 3,3–3,5 г/см³. Спайність недосконала. Блиск скляний. Колір – оливково-зелений, жовтий, темно-зелений, чорний. Прозорий жовто-зелений різновид – хризоліт. Породоутворюючий мінерал ультраосновних й основних порід. При дії на мінерал гідротермальних розчинів перетворюється в серпентин й азбест.

Використовується як вогнетривка сировина, олівінова мука – добриво, хризоліт – коштовне каміння.

ГРАНАТ. Назва походить від латинського *granatum* – гранатове яблуко, зерна якого він нагадує. Названий так середньовічним філософом і богословом Альбертом Магнусом (1193-1280 pp.). Гранати репрезентують ізоморфний ряд, кінцевими продуктами якого є: піроп («вогняний») – $\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$, альмандин (місцевість Алабанда в Туреччині) – $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$, спесартин (знайдений у Шпессарті, Баварія) – $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$, grosular (від латинської назви плодів агрусу «*grossularium*») – $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$, андрадит (за прізвиськом автора, що його описав – д'Андранд (1763-1838 pp.)) – $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$, уваровіт (на честь російського графа С.С. Уварова – колекціонера мінералів Імператорської Академії наук у Санкт-Петербурзі (1786-1855 pp.)) – $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$. У чистому вигляді наявні мінерали трапляються зрідка. В складі гранатів часто зустрічаються домішки калію, натрію, цирконію, берилію, ванадію, титану, ітрію та інших хімічних елементів. Твердість – 6,5–7,5. Густина – 3,5–4,3 г/см³. Зустрічаються поодинокими кристалами і включеними в породу зернами. Спайність відсутня. Злам нерівний, раковистий. Блиск – скляний. За кольором буває надзвичайно різноманітним. Різновиди: grosular – зелений, жовтий; уваровіт – смарагдово-зелений; піроп – криваво-червоний; альмандин – червоний, буру-червоний; андрадит – бурий, бурувато-зелений, чорний. Прозорі різновидності андрадиту називаються демантоїдами (від

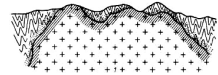


німецької назви алмазів – за сильний блиск). Найчастіше це мінерали метаморфічного походження. Також зустрічається в магматичних породах (піроп, альмандин). Супутниками гранатів є: для піропу – алмаз та олівін у кімберлітових трубках; для уваровіту – хроміт, а для grosularу й андрадиту – магнетит, кальцит тощо. Використовується як абразивний матеріал і в ювелірній промисловості.

ТУРМАЛІН – групова назва близьких за властивостями боровмісних силікатів із загальною формулою $(\text{Na, Li}) \cdot (\text{Mg, Fe})_3 \cdot (\text{Fe, Al})_6 \cdot [\text{Si}_6\text{O}_{18}] \cdot [\text{BO}_3]_3 \cdot (\text{OH})_3$. Однак хімічний склад турмалінів надзвичайно складний, оскільки в них може входити до вісімнадцяти хімічних елементів. Назва походить від сингальського "турмалі" – термін у ювелірів Цейлону, яким іменували циркон та інше дорогоцінне каміння.

Агрегати жердинчасті, радіально-променеві, волокнисті, зрідка – зернисті. Кристали призматичні, голчасті зі штриховкою на гранях і поперечним перерізом у вигляді сферичного трикутника. Твердість – 7–7,5. Густина – 2,9–3,2 г/см³. Спайність відсутня. Блиск – скляний. Кольори різні – від світлих тонів до бурих і чорних відтінків. Різновиди: шерл – чорний; рубеліт – рожевий (включення літію); індіголіт – синій; дравіт – бурий. Бувають також поліхромні турмаліни – чергування в кристалах смуг різних відтінків червоного, рожевого, зеленого, безколірного, синього. Радіально-променеві агрегати називають турмаліновими сонцями. Зустрічається в пегматитах, грейзенах і кварцових жилах (при гідротермальних та пневматолітових процесах). Використовується в п'єзо- і термоелектриці та ювелірній промисловості.

АВГІТ – алюмосилікат Ca, Na, Mg, Fe . Назва дана Вернером в 1792 р. від грецького слова «авге» – блиск, що спостерігається на гранях кристалу. Найбільш розповсюджений з групи піроксенів.



Склад: $8[(Ca,Na)(Mg,Fe_{2+},Fe_{3+},Al)(Si,Al)_2O_6]$, але може змінюватися. Зустрічається в пластинчастих і зернистих агрегатах, зрідка в окремих кристалах. Твердість – 5–6. Густина – 3,2–3,4 г/см³. Блиск – скляний. Напівпрозорий. Темно-зеленого до чорного кольору.

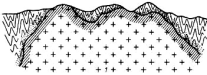
Знаходиться в темноколірних гірських породах. Асоціюється з ортоклазом, плагіоклазом, нефеліном, олівіном, роговою обманкою, магнетитом і лейцитом.

РОГОВА ОБМАНКА – гідроалюмосилікат кальцію, магнію і заліза з групи амфіболів. Названий Вернером 1789 р. від давньо-німецького слова «*hornblend*» (*horn* – гір, *blend* – обманювати), що вживалося на означення будь-якого темного мінералу при-зматичного габітусу з рудних жил, але без рудного компонента. Мінерал може бути призматичної форми, волокнистим, тонко-зернистим або стовбчастим.

Склад: $2[(Ca,Na)_2-3(Mg,Fe_{2+},Fe_{3+},Al)_5(Si,Al)_8O_{22}(OH,F)_2]$. Твердість – 5–6. Густина – 3,02–3,45 г/см³. Блиск скляний. Спайність досконала в двох напрямках під кутом 124°. Напівпрозорий. Кольори змінюються від темно-зеленого до чорного. Риска біла або зеленяво-сіра. Породоутворюючий мінерал вивержених магматичних і метаморфічних порід або як продукт зміни піроксену. Зустрічається в асоціаціях із продуктами гідротермальної зміни, в тому числі з кальцитом, хлоритом і епідотом. Практичного значення не має.

СЕРПЕНТИН. Силікат магнію. Назва від латинського «*serpens*» – змія, оскільки вид поверхні деяких серпентинітових порід нагадує шкіру змії.

Склад – $Mg_6(OH)_8[Si_4O_{10}]$. Твердість – 3–4. Густина 2,5–2,6. Просвічується або може бути зовсім не прозорим. Риска біла. Злам раковистий, занозистий, в'язкий. Зустрічається у вигляді щільних агрегатів, які складаються із криптокристалічної маси, є складовою гірської породи (серпентиніт або змійовик). Утворює лише мікрокристалічні агрегати та у природі зустріча-



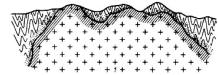
ється в трьох основних структурних формах: антигорит або листоватий серпентин (колір варіює усіма відтінками жовтого до жовтувато-зеленого з мутним або шовковистим блиском), лізардит або щільний серпентин та хризотил, або волокнистий серпентин (золотистий з шовковистим блиском). Тонковолокнистий різновид групи серпентину називають азбестом.

ТАЛЬК. Гідросилікат магнею. Назва, як стверджують більшість авторів, походить від арабського «талк». Таблитчасті, пластинчасті, лускуваті кристали та щільні маси.

Склад – $Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$. Твердість 1. Густина – 2,58–2,83 г/см³. Блиск скляний, перламутровий, масний. Колір блідо-зелений, білий, жовтявий, коричневий. Риска біла або безколірна. Спайність досконала в одному напрямку. Розщеплюється на тонкі еластичні пластинки. Масний на дотик. Має різновиди: стеатит (жировик) – щільні маси; благородний тальк – листові агрегати кольору морської хвилі. Продукт гідротермальної зміни ультраосновних порід. Утворюється шляхом низькотемпературної метаморфізації кременистих доломітів. Застосовується як термо- і гідроізолятор, у паперовій, косметичній та текстильній промисловості.

КАОЛІНІТ. Названий Джонсоном у 1867 р. від слова «каолін» – спотворена назва гори Кау-Лінг (Висока гора) поблизу Яучау-Фу (КНР), де видобувається мінерал. Землісті, пухкі або щільні тонкозерністі агрегати. Кристали (малі, до 1 мм) зустрічаються зрідка.

Склад – $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$. Твердість – 1. Густина – 2,6 г/см³. Блиск матовий. Кольори – білий, сірий, жовтявий, рожевий, бурий. У шліфах безколірний. Спайність досконала. Масний на дотик, гігроскопічний (набухає у воді, прилипає до язика). Утворюється при гідротермальних змінах або вивітрюванні в кислому середовищі алюмосилікатів. Використовується в керамічній промисловості, металургії, будівельній індустрії, паперовому виробництві та хімії.



ХЛОРИТ – група листових мінералів-алюмосилікатів. Названі за переважаючим зеленим кольором, що грецькою звучить «хлорос». Листуваті, лускуваті агрегати і суцільні маси зеленого кольору різних відтінків.

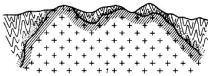
Загальний хімічний склад – $(\text{Fe}, \text{Mg})_5\text{Al}(\text{OH})_8[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$. Твердість – 2–3. Густина – 2,6–2,9 г/см³. Спайність досконала в одному напрямку. Блиск скляний, перламутровий. Риска біла, світло-зелена або безколірна. Утворюються в умовах низькотемпературної гідротермальної дії при метаморфічних процесах. Хлорити з високим вмістом заліза (шамозит) використовуються як залізна руда.

ЛАБРАДОР – алюмосилікат кальцію і натрію з групи польових шпатів. Назву дано Вернером в 1780 р., оскільки перша знахідка була на острові Поль біля побережжя півострова Лабрадор. Зустрічається у вигляді суцільних кристалічних агрегатів із проявом спайності.

Склад – $(\text{Ca}, \text{Na})[(\text{Al}, \text{Si})\text{AlSi}_2\text{O}_8]$. Твердість – 6. Густина – 2,6–2,8 г/см³. Блиск скляний до перламутрового. Прозорий до напівпрозорого. Кольори: білий, сірий, чорний. Іноді іризує в зелено-синіх тонах. Широко розповсюджений породоутворюючий мінерал магматичних порід. Найвний у контактово-метаморфічних породах (роговики), регіонально-метаморфізованих кременистих мармурах і зернами в аркозах (піски і пісковики зі значним вмістом польових шпатів). Використовується в будівництві та як обробне каміння.

АНОРТИТ. Алюмосилікат кальцію з групи польових шпатів. Названий Розе в 1832 р. від грецького «*an*» – не і «*orthos*» – прямий (за косокутною формою кристалів).

Склад: $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$. Іноді **Ca** частково заміщується **Na** і **K**, а **Al** – **Si**. Склад відповідає кальцієвому крайньому члену ряду альбіт-анортит.



Зустрічається у вигляді масивних агрегатів із чіткою спайністю або у вигляді зерен неправильної форми. Блиск скляний до перламутрового. Колір білий до сірого. Прозорий до напівпрозорого.

Розповсюджений у небагатьох ультраосновних вивержених породах, а в анортозитах є визначальним мінералом. Знайдений в деяких метеоритах.

АЛЬБІТ. Алюмосилікат натрію з групи польових шпатів. Назву дано Ганом і Берцеліусом у 1814 році від латинського «*albus*» – білий (як правило, мінерал має білий колір).

Склад: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$. Часто **Na** заміщується **Ca** і **K**, а **Si** – **Al**. Наведений склад відповідає натрієвому крайньому члену ряду альбіт-анортит і може включати до 10 мол.% анортитового компоненту.

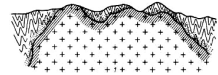
Кристали пластинчасті. Як правило, масивні або нерівномірно-зернисті агрегати. Спайність призматична.

Твердість – 6. Густина – $2,62 \text{ г/см}^3$. Блиск скляний до перламутрового. Напівпрозорий до прозорого. Безколірний, білий або сірий, зрідка буває зеленявого, жовтистого чи вохристого кольорів.

Звичайний породоутворюючий мінерал, особливо в кислих інтрузивах та ефузивах; в метаморфічних породах низькотемпературного метаморфізму (зелено-сланцеві фації); як результат натрієвого метасоматозу глинистих сланців. Застосовується у керамічному виробництві.

БІОТИТ (*чорна слюда*). Гідроалюмосилікат **K, Mg, Fe**. З групи слюд. Названо Гаусманом у 1847 році на честь французького фізика Ж. Біота.

Склад: $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$. Кристали зустрічаються, як правило, у вигляді листуватих мас, лусочкових агрегатів або розсіяних лусочок. Спайність досконала. Твердість – 2,5-3. Густина – $2,8\text{--}3,2 \text{ г/см}^3$. Блиск – яскраво виражений скляний.



Прозорий до напівпрозорого. Колір темно-коричневий, зелений або чорний, у тонких пластинках – димчастий.

Дуже розповсюджений породоутворюючий мінерал у магматичних породах із великим вмістом польового шпату. Може знаходитись у гнейсах, кристалічних сланцях, пегматитових дайках і базальтах.

Дегідратований набряклий вермикуліт (продукт збіднілого на калій біотиту) використовується як теплоізолятор, як легкий наповнювач бетону і наповнювач штучних ґрунтів у парниках, а також для виробництва бронзової фарби.

ГЛАУКОНІТ – гідроалюмосилікат. Група слюд. Названий в 1828 р. від грецького слова, що означає «синьо-зелений». Уперше описаний Гумбольтом у 1823 р.

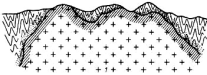
Склад: $4[(K,Na)(Al,Fe,Mg)_2(Al,Si)_4O_{10}(OH)_2]$. Твердість – 2. Густина – 2,4–3,0 г/см³, що залежить від вмісту заліза і води. Близь землистий, тьмянний. Колір синьо-зелений, риска – тьмяно-зелена. Реагує з HCl.

Розповсюдження: найбільш відомий як аутигенний мінерал у моренних відкладах. Часто зустрічається в асоціації з апатитом (фосфати), піритом, різноманітними глинистими мінералами та кальцитом.

Використовується для встановлення віку осадових порід ізотопним методом, як калійні добрива та для виробництва зеленої фарби.

МІКРОКЛІН – алюмосилікат калію з групи польових шпатів. Назва походить від грецьких слів «*mikros*» – малий та «*klinien*» – кут, оскільки кут між площинами спайності менший від прямого на 20/-30/.

Склад – $KAlSi_3O_8$. Як правило, завжди наявні в невеликих кількостях Na, Ca, Fe, Ba, Rb, Cs. Кристали призматичні, триклинної сингонії. Зустрічається також у вигляді масивних агрегатів з добре вираженою спайністю або зерен неправильної форми.



Твердість – 6. Густина – $2,56 \text{ г/см}^3$. Колір білий із відтінками жовтого, червоного чи зеленого. Зеленоколірний мікроклін називають амазонітом. Один із найбільш розповсюджених породоутворюючих мінералів. Зустрічається в інтрузивних породах і пегматитах, у гнейсах та аркозових пісках і пісковиках, як уламковий матеріал.

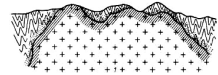
МУСКОВІТ – складний гідроалюмосилікат кальцію з групи слюд. Названий Дена в 1850 р. за побутовою назвою «московське скло» – мінерал з Московії (у середньовіччя завозили у Західну Європу замість скла). Дрібнолусочковий різновид мусковіту з шовковистим блиском називають серицитом («серикос» – з грецької означає шовковистий).

Склад – $\text{K}_2\text{Al}_4(\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{20}) \cdot (\text{OH}, \text{F})_4$. Зустрічається у вигляді великих листів і лусочок. Може бути прихованокристалічним або утворювати великі блоки з добре вираженою спайністю.

Твердість – 2,5–3. Густина – $2,77\text{--}2,88 \text{ г/см}^3$. Спайність абсолютно досконала в одному напрямі. Блиск скляний до перламутрового. Безколірний або світлих відтінків жовтого, коричневого, зеленого або червоного кольорів. Прозорий у тонких листочках. Листочки пружні, при згинанні відчувається потріскування. Є породоутворюючим мінералом кислих та інтрузивних порід. Головний компонент слюдистих кристалічних сланців. Продукт вивітрювання й гідротермальної зміни плагіоклазів. Має добрі електро- та теплоізоляційні властивості. Використовується в електроніці, авіації тощо.

НЕФЕЛІН – алюмосилікат натрію й калію. Назва походить від грецького слова «*nephele*» – хмара, оскільки при зануренні в сильну кислоту стає мутним.

Склад – $\text{Na}_3\text{K}(\text{AlSiO}_4)$. Мінерал гексагональної сингонії, проте поодинокі великі кристали зустрічаються зрідка. Зазвичай це зернисті або масивні агрегати.



Твердість – 5,5–6. Густина – 2,55–2,66 г/см³. Блиск скляний до масного (за що його інколи називають елеоліт – «маслянистий камінь»). Прозорий до напівпрозорого. За кольорами буває білий, безколірний або жовтяво-бурий. Характерний для інтрузивних й вулканічних порід. Зустрічається як продукт метасоматозу або взаємодії між магмою та збагаченими кальцієм осадовими породами. Використовується в скляній промисловості, а також для отримання соди, глинозему та фарб.

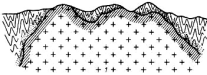
ОРТОКЛАЗ – алюмосилікат калію. Названий Брейтгауптом в 1823 р. від грецьких слів «*ortos*» – прямий та «*klasis*» – тріщина, позаяк має прямий кут між площинами спайності.

Склад – $K(AlSi_3O_8)$. Іноді K може заміщуватись **Na**, **Ba**, або **Rb**, а **Al** на **Fe**. Мінерал моноклінної сингонії. Кристали бувають у формі призми або таблитчасті, зустрічаються й масивні та зернисті агрегати.

Твердість – 6. Густина – 2,56 г/см³. Спайність абсолютно досконала у двох напрямках під кутом 90°. Блиск скляний, а на площинах спайності перламутровий. Буває білого, блідожовтого, червоного та сірого кольору або безколірний. Риска біла. Злам ступінчасто-нерівний. Широко розповсюджений мінерал у складі основних або кислих магматичних порід. Може також бути метаморфічного, а в аркозових пісках і пісковиках – осадового (вторинного) походження.

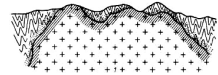
ТОПАЗ – алюмосилікат із фтором і гідроксильною групою. Назва походить від давньогрецької назви острова Топазос у Червоному морі, де є запаси цього коштовного каміння.

Склад – $4[Al_2SiO_4(F,OH)]$. Призматичні кристали, а також променеві, грубо- і тонкозернисті маси. Твердість – 8. Густина – 3,3-3,6 г/см³. Блиск скляний. Кольори: білий, жовтий, сірий, зеленявий, блакитний та червоножовтий. Спайність досконала в одному напрямі. Злам нерівний. Утворюється при магматичних і метаморфічних процесах. Використовується в ювелірній справі й точному приладобудуванні.



КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Дайте визначення поняття «мінерали» і охарактеризуйте їх як природні утворення.
2. Які найхарактерніші форми знаходження кристалічних мінералів у природі?
3. Перелічіть основні фізичні властивості мінералів.
4. Обґрунтуйте принципи класифікації мінералів.
5. Дайте загальну характеристику таким класам мінералів: самородні елементи, сульфідні, оксидні і гідроксидні, галогенні з'єднання, карбонати, сульфати, фосфати, силікати.
6. Охарактеризуйте найрозповсюдженіші породоутворюючі мінерали (за класами).



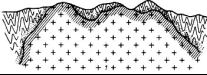
РОЗДІЛ 2 ГІРСЬКІ ПОРОДИ

2.1. Загальна характеристика гірських порід

Кам'яні маси, незалежно від їх походження, зовнішнього вигляду і місця, яке вони займають у літосфері, геологи іменують гірськими породами. Іншими словами, гірські породи – це природні мінеральні агрегати, яким властиві більш-менш постійні склад і будова. Для гірських порід характерні такі ознаки:

- вона (порода) є асоціацією певних мінералів і має ряд, притаманних їй властивостей;
- однакові породи зберігають свої ознаки й більш-менш постійний хімічний склад незалежно від регіону та часу утворення. Вивченням гірських порід (мінералогічний та хімічний склад, структурні та текстурні властивості, умови залягання, процеси утворення та розповсюдження, класифікація тощо) займаються петрографія та літологія.

Гірські породи можуть бути мономінеральними – складаються головню з одного мінералу (гіпси, мармури, доломіти тощо) або полімінеральними, які складаються з декількох мінералів (граніт, гнейс тощо). Ті мінерали, що в основному формують гірську породу і визначають її властивості, називаються породотвірними. Однак переважна більшість гірських порід може мати в невеликих кількостях інші мінерали – акцесорні. Серед породоутворюючих мінералів розрізняють світлоколірні (салічні) – польові шпати, кварц, кальцит, мусковіт та темноколірні (фемічні) – біотит, амфіболи, піроксени, олівін, магнетит.



Кожна гірська порода формується в певних геологічних, фізико-хімічних і фізико-географічних умовах, які відображаються певним чином у породі. Наприклад, виверженим магматичним породам (ефузивам) притаманна склоподібна або дрібнозерниста структура, а невиверженим (інтрузивам) – крупнозерниста.

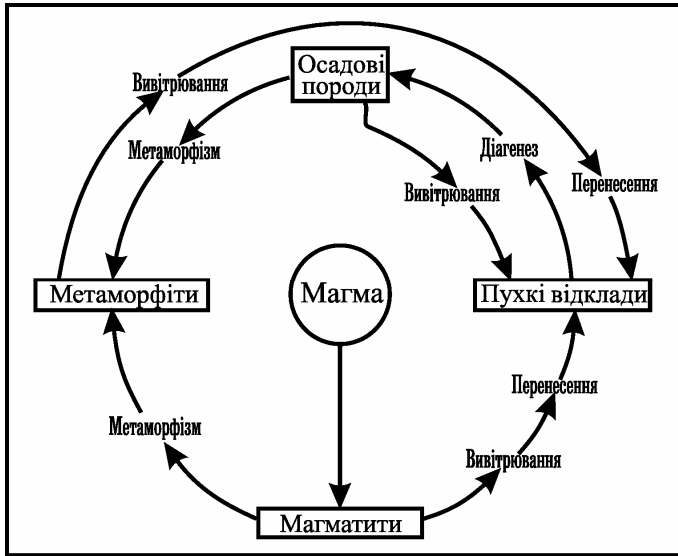
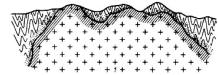


Рис. 25. Геологічний цикл формування гірських порід
(за В. Шуманом, 1986)

Для точної діагностики гірської породи і встановлення її назви необхідно визначити структуру та текстуру. Структура – це внутрішня будова, що визначається ступенем кристалічності, формою та розмірами зерен мінералів або уламків, які складають гірську породу. Текстура визначає взаємне розміщення в породі її складових частин. Структура та текстура залежать головню від умов утворення породи.



Усе багатство гірських порід за умовами походження (генезисом) поділяється на три групи: магматичні (магматити), метаморфічні (метаморфіти або «кристалічні сланці») й осадові. Всі вони взаємопов'язані в єдиному природному циклі різними геологічними процесами (рис. 25).

Магматичні породи утворюються шляхом затвердіння (кристалізації) магми в земній корі та на її поверхні.

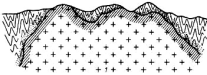
Метаморфічні породи формуються при дії високої температури та тиску (як правило, на значних глибинах або на контакті з магматичними інтрузіями) із магматичних, осадових або попередньо утворених метаморфітів за участі флюїдів як необхідної умови проходження процесів метаморфізації.

На поверхні землі при механічному й хімічному руйнуванні (раніше утворених порід), перенесенні й накопиченні на різних ділянках земної кори, а також у результаті життєдіяльності організмів та їх відмирання формуються осадові гірські породи. В пухкому незцементованому стані такі утворення називаються відкладами (осадами).

2.2. Магматичні гірські породи

Залежно від умов утворення всі магматичні гірські породи поділяються на *інтрузивні* (глибинні, або плутоніти) – утворені з в'язкої магми, що кристалізувалась, не виходячи на поверхню, *ефузивні* (вулканіти) – кристалізація лави на поверхні при вулканічних процесах та *жил'яні* – утворюються у верхніх зонах земної кори у результаті виповнення тріщин гірських порід, що залягають глибше (проміжні між вулканітами та плутонітами).

Умови формування породи визначають, до деякої міри її мінералогічний склад та структурні й текстурні ознаки. Як правило, для інтрузивних порід характерні *щільна* текстура й *повнокристалічна* структура, а для ефузивних (випливних) – *порис-*

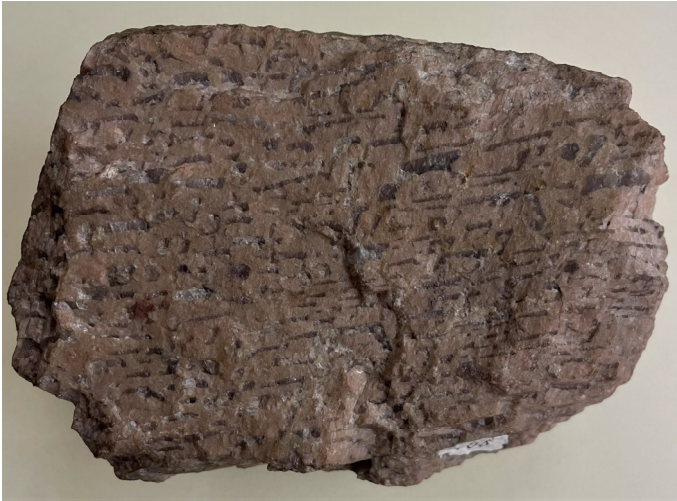
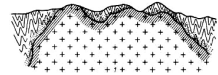


та текстура й склоподібна чи афанітова структури. Тобто за структурними і текстурними ознаками можна встановити умови формування породи.



Рис. 26. Граніт. Структура рівномірно-середньозерниста, текстура масивна

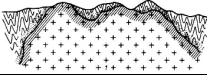
Інtruзивні породи поділяються на глибинні (абісальні) й напівглибинні (гіпабісальні). Перші утворюються на глибинах понад 3 км і характеризуються повнокристалічною структурою й щільною та масивною текстурами, що зумовлено повільним застиганням магми. За таких умов кристали мінералів розростаються до значних розмірів (рис. 26), чому сприяє й наявність у магмі різних газів (10–12% об'єму), які виконують роль мінералізаторів. Тиск порід, що залягають вище, сприяє розвиткові масивних текстур (рис. 27).



**Рис. 27. Граніт-пегматит. Структура пегматитова,
текстура масивна**

Для гіпабісальних порід характерна *порфіроподібна* структура – на фоні рівномірнозернистої, дрібнокристалічної маси зустрічаються вкраплення великих кристалів окремих мінералів (рис. 28). Гіпабісальні породи мають також *порфірову* структуру – крупні кристали окремих мінералів на фоні прихованокристалічної (зерна мінералів помітні під мікроскопом) маси. Такий характер структури формується при довготривалому підйомі магми до верхніх шарів земної кори. При цьому окремі мінерали встигають викристалізуватись, а загальна маса магматичної речовини при подальшому швидкому застиганні утворює дрібнозернисті чи прихованокристалічні маси.

Утворення мінералів під час застигання магми гранітного складу відбувається так:



рудні мінерали (магнетит, титаніт) → темноколірні компоненти (піроксен, рогова обманка, біотит) → польові шпати → кварц

Відповідно, мінерали, які утворились раніше, займають пустоти у масі породи, далі наступні заповнюють породу в міру утворення. Оскільки кварц кристалізується в останню чергу, то він, зазвичай, позбавлений кристалічної форми та має вигляд неправильних зерен.

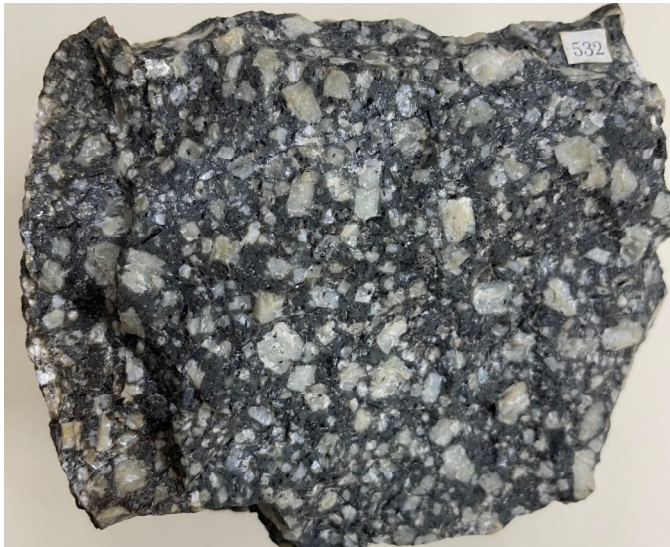
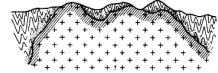


Рис. 28. Порфірит. Структура порфіро подібна, текстура масивна

Залежно від розміру зерен мінералів структура інтрузивних порід буває: гігантозерниста (> 5 мм), крупнозерниста (2–5 мм), середньозерниста (0,5–2 мм), дрібнозерниста ($< 0,5$ мм) й прихованокристалічна (зерна мінералів не розрізняються без мікроскопа).



Для інтрузивних гірських порід характерна масивна (компактна, щільна) текстура. Зерна мінералів щільно припасовані один до одного. Кожна глибинна (інтрузивна) порода має свій виливний (ефузивний) аналог, який тотожний за хімічним і мінералогічним складом.

Інтрузивні гірські породи виникають у результаті проникнення магми в земну кору та утворюють інтрузивні тіла певної форми (рис. 29).

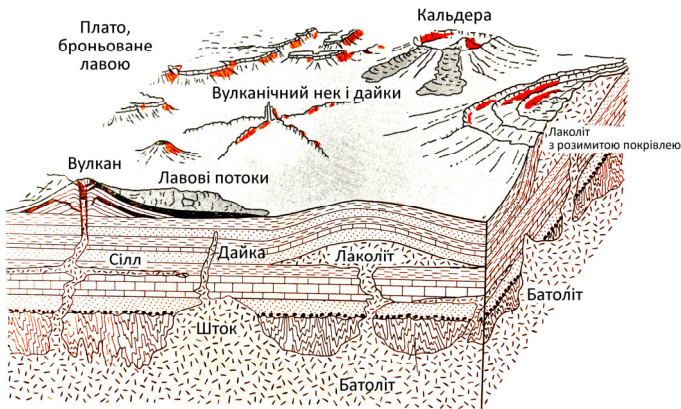


Рис. 29. Форми інтрузивних тіл

Сілл – пластове інтрузивне тіло, що застигло у горизонтальних або слабодислокованих товщах земної кори.

Лаколіт – інтрузивне тіло грибоподібної форми, що залягає на невеликих глибинах. Виникають тоді, коли магма не прориває пласти гірських порід, що розміщені вище, а просто піднімає їх.

Дайка – вертикальні чи круто нахилені тріщини виповнені магмою й обмежені паралельними площинами.

Шток – циліндричної, каплеподібної або ізометричної форми інтрузивне тіло.



Батоліт – велике інтрузивне тіло площею понад 200 км², що утворюється в результаті проплавлення магмою гірських порід.

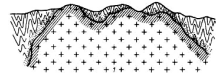
Нек – магматичне тіло в жерлі вулкану, що складається із застиглої магми та вулканічних гірських порід.

Структура й текстура ефузивів значно відрізняється від попередніх, оскільки вони формуються в зовсім інших умовах. Для них характерна склоподібна (рис. 30), афанітова й рідше порфірова структури. Це зумовлено швидким остиганням лави при виливанні на денну поверхню, а отже, кристали мінералів не виростають до помітних розмірів.



Рис. 30. Обсидіан. Склоподібна структура

Прихованокристалічна й порфірова структури формуються при дещо сповільненому рухові магми до поверхні зі значних глибин. У результаті деякі мінерали кристалізуються ще при



підйомі до поверхні, утворюючи порфірові зерна, або слабо розкристалізуються до невеликих ($\leq 0,5$ мм) зерен.

Склоподібна структура ефузивів формується при швидкому піднятті магми або коли магматична речовина піднімається з невеликих глибин.

Виливні породи характеризуються пористою й зрідка масивною (обсидіан) текстурами. Пориста текстура формується при виділенні газів у процесі застигання лави (додаток Н). Іноді ефузиви мають флюїдальну текстуру, коли довгі осі мінералів зорієнтовані в напрямку течії лавових потоків.

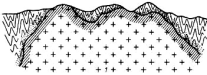
Жильні породи поділяються на:

- **апліти** (дрібнозернисті, світлоколірні). Приклад: турмалиновий апліт, діоритовий апліт, сієнітовий апліт;
- **пегматити** (крупно- та нерівномірнотзернисті). Приклад: письмовий граніт (пегматит);
- **лампрофіри** (темноколірні). Приклад: спесартит.

За хімічним складом, що, головню, зумовлюється вмістом кремнезему (SiO_2) у вільному стані (кварц) і в складі силікатів магматичні гірські породи поділяють на:

Кислі	SiO_2	65-75%
Середні	SiO_2	52-65%
Основні	SiO_2	40-52%
Ультраосновні	SiO_2	<40%

Встановлення кислотності порід можливе й без проведення хімічних аналізів. На ступінь кислотності породи вказує її колір. Насиченість породи світлими мінералами вказує на віднесення її до групи кислих, можливо – середніх. І навпаки, значний вміст темноколірних мінералів говорить про основність породи. Для такого виду діагностики використовують таку властивість



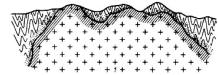
породи, як «кольорове число» або «кольоровий індекс» – кількість чи об'ємний вміст темноколірних мінералів.

Світле забарвлення (5–15% темноколірних мінералів) мають кислі породи. Середні породи мають сіре забарвлення (15–25%). В них мало кварцу або він відсутній зовсім. Чорні кольори притаманні основним породам й відповідний вміст темноколірних мінералів складає до 50%. Чорне або темно-зелене забарвлення мають також ультраосновні породи, які майже повністю (до 100%) сформовані темноколірними мінералами.

Віднесення породи до певної групи за вмістом SiO_2 можливе також при визначенні лише окремих мінералів, таких як кварц та олівін. Це мінерали – антиподи і в одній породі не зустрічаються. Як правило, кварц (SiO_2) характерний для кислих (до 30%) та середніх (до 20%), а олівін – для ультраосновних і основних порід. В останніх кварц відсутній зовсім.

КИСЛІ ГІРСЬКІ ПОРОДИ

ГРАНІТ – абісальна порода. Структура повнокристалічна. Щільність – 2,54–2,78 г/см³. Основні породоутворюючі мінерали – кварц (до 30%), калієвий польовий шпат (до 40%), в деяких випадках частково заміняється плагіоклазами, і темноколірні мінерали (5–10%), з яких частіше зустрічається біотит, рідше рогова обманка та авгіт. Кварц наявний у вигляді безколірних або від димчато-сірих до чорних зерен неправильної форми з масним блиском. Ортоклаз легко визначається за спайністю, скляному блиску на площинах спайності і відтінку (м'ясо-червоного, рожевого, світлувато-білого). Поряд із біотитом інколи трапляється мусковіт. Як правило, він має рівномірнозернисту структуру. Цікавим різновидом граніту є письмовий граніт – пегматит, в якому ортоклаз закономірно проростає з видо-вженими кристалами кварцу. Пегматит – крупнокристалічна масивна порода (рис. 27).



ЛПАРИТ (вливний аналог граніту) визначається афанітовою або порфіровою структурою. Щільність – 2,14–2,59 г/см³. У світлій, часто рожевого або жовтявого відтінків афанітовій масі зрідка містяться вкраплення польового шпату (санідин) і ще рідше кварцу та біотиту.

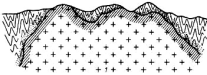
ОБСИДІАН (вулканічне скло) – порода, що має склоподібну структуру і масивну текстуру. Щільність 2,21–2,41 г/см³. Обсидіан – аморфна маса, яка має зазвичай вохристокоричневий і темно-сірий до чорного кольори, раковистий злам і масний блиск. Зустрічаються також обсидіани плямистого й смугастого забарвлення. За хімічним складом обсидіани бувають ліпарито-вими, андезитовими, діабазовими й базальтовими. Це свідчить про віднесення їх не тільки до групи кислих, а й до середніх та основних порід.

ПЕМЗА – пориста, некристалічна (склоподібна порода), що виникає при вулканічних виверженнях кислої, середньої, рідше основної, багатій на гази магми. Щільність невелика (0,3–0,9 г/см³), що менше щільності води.

СЕРЕДНІ ГІРСЬКІ ПОРОДИ

СІЄНІТ – абісальна порода, що складається з ортоклазу (50-60%), кислих плагіоклазів (25-30%), рогової обманки, інколи частково заміненої біотитом і рідше авгітом (у сумі на темноколірні припадає 10-20%). Структура повнокристалічна, зазвичай – середньозерниста та рівномірно-зерниста. Колір – від рожевого до сірого. Залягає у вигляді самостійних інтрузивних тіл або займає крайові частини гранітних масивів.

ТРАХІТ – це вивержена порода, у свіжому вигляді зазвичай світло-жовта, світло-сіра або рожева. Щільність – 2,40-2,71 г/см³. Має порфірову структуру і пористу текстуру. Кристалічні вкрапленики представлені санідіном, рідше – темноколірними мінералами (біотитом або роговою обманкою). Залягає у вигляді лавових покривів і потоків.



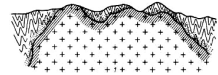
ДІОРИТ – абісальна порода, яка має повнокристалічну структуру. Щільність – $2,75\text{--}2,92 \text{ г/см}^3$. Світлі мінерали представлені плагіоклазами, що надають породі світло-сірий або сірий відтінок, на тлі якого різко виділяються зеленяво-чорні видовжені кристали рогової обманки, рідше – короткостовбчасті кристали авгіту. Порода залягає у вигляді штоків або в периферійній частині кислих інтрузивних масивів. Виверженими аналогами діориту є андезит і андезитовий порфірит.

АНДЕЗИТ – дуже розповсюджена ефузивна порода темно-сірого або чорного кольору. Щільність – $2,60\text{--}2,86 \text{ г/см}^3$. Структура порфірова. Основна маса прихованокристалічна. Порфірові включення, зазвичай, представлені середнім плагіоклазом, роговою обманкою або піроксеном. Темноколірні мінерали – авгітом, біотитом і, рідше, роговою обманкою. Текстура пориста. Залягає у вигляді потоків і покривів.

ОСНОВНІ ГІРСЬКІ ПОРОДИ

ГАБРО – абісальна повнокристалічна порода (щільність – $2,76\text{--}3,27 \text{ г/см}^3$), що складається з авгіту, рогової обманки і плагіоклазу. Різновид габро, утворений майже повністю з мінералу лабрадору – лабрадорит. У габро інколи зустрічаються кристали магнетиту, олівіну та інших мінералів. Колір сірий, темно-сірий, зеленяво-сірий, чорний. Структура крупно- і середньозерниста. До інтрузій габро приурочені родовища титаномagnetиту, міді, нікелю та ін. Виверженими аналогами габро є базальти і базальтові порфірити.

БАЗАЛЬТ – чорна або темно-сіра порода, що має прихованокристалічну або дрібнокристалічну структуру. Щільність – $2,60\text{--}3,11 \text{ г/см}^3$. Зазвичай поряд із дрібними кристалами авгіту і плагіоклазу в породі наявна нерозкристалізована склоподібна маса. Залягає у вигляді покривів і потоків, потужність яких складає сотні і тисячі метрів, а площа – сотні тисяч квадратних кілометрів (особливо на дні океанів).



ДІАБАЗ (базальтовий порфірит) – палеотипний аналог базальту з масивною, тонкозернистою чи порфіровою структурою. Важкий – щільність близько 3 г/см^3 . Вкраплення – видовжені кристали плагіоклазів, які розділені мікролітами авгіту. Колір темно-зелений або темно-сірий.

УЛЬТРАОСНОВНІ ГІРСЬКІ ПОРОДИ

ПРОКСЕНІТ – на 90% складений із піроксенів (авгіт та інші), в невеликій кількості в породі є олівін (від 5% й, зрідка, до 10%). Порода повнокристалічна й має дрібно- та крупнозернисту структуру. Досить важкий, щільність – $3,10\text{--}3,33 \text{ г/см}^3$. Колір зеленяво-чорний, зеленяво-сірий, інколи чорний. Вивержені аналоги – пікрит і пікритовий порфірит.

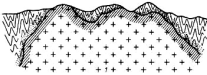
ПЕРИДОТИТ – найрозповсюдженіша порода серед ультраосновних. Щільність – $2,94\text{--}3,37 \text{ г/см}^3$. Складається з олівіну і авгіту. Колір темно-зелений і зелено-чорний. Структура середньозерниста, в якій розрізняються олівін і авгіт.

ДУНІТ складається, головню, з олівіну (95%). В незначній кількості наявні авгіт, хроміт і магнетит. Колір від темно-жовтого із зеленявим відтінком до майже чорного. Структура повнокристалічна. Текстура масивна. Щільність – $3,20 \text{ г/см}^3$.

ПРОКЛАСТИЧНІ ПОРОДИ

Виверження кислої магми і рідше основної, багатой газами, часто супроводжується викидами пухких продуктів виверження того ж складу, що утворює пірокластичні (вогнеуламкові) породи. Вони утворюються з частинок ще незастиглої лави, уламків порід, які складають жерло і кратер вулкану. До таких порід геологи відносять вулканічний туф, вулканічний попіл, вулканічний пісок, вулканічні бомби і лапілі.

ВУЛКАНІЧНИЙ ТУФ – пориста порода різного кольору. На фоні однорідної пористої маси зустрічаються уламки різного



кольору, величини й форми. Щільність – 1,4–2,5 г/см³. Характеризується уламково-пористою будовою, неоднорідністю складу, строкатістю кольорів і невеликою щільністю. Застосовується у будівництві та як архітектурний матеріал.

Пухкі накопичення найдрібніших (до 0,2 мм) частинок утворюють **ВУЛКАНІЧНИЙ ПОПІЛ**, а частинки розміром 0,5–0,2 мм – **ВУЛКАНІЧНИЙ ПІСОК**. Крупніші уламки, що викидаються з вулканів, називаються **ЛАПЛЯМИ** (розміром до 30 мм) і **ВУЛКАНІЧНИМИ БОМБАМИ** (від 30 мм до декількох метрів).

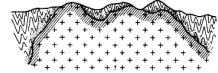
Крім того, виділяють проміжні типи вулканічних гірських порід:

- *туфолави* (виникли з пінистих лавових потоків);
- *ігнімбрити* (спечений вулканогенно-уламковий матеріал).

Форма ефузивних тіл визначається в'язкістю лав та їх температурним режимом.

2.3. Метаморфічні гірські породи

Метаморфічні гірські породи (табл. 3) утворюються в результаті перетворення (метаморфізму) магматичних, осадових, а також попередньо утворених метаморфічних порід під дією ендеогенних процесів (високої температури, тиску, флюїдів тощо). Ці перетворення протікають у твердому стані і призводять до зміни мінерального, а іноді й хімічного складу, структури і текстури (табл. 4) гірських порід. Мінералогічний склад зберігається рідко. Метаморфізм призводить до утворення гірських порід із новими якісними ознаками. Нові мінерали виявляються стійкішими від попередніх. Найчастіше метаморфічні породи мають



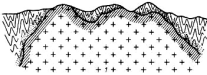
сланцювату чи зернисто-сланцювату структури й тому їх інколи називають кристалічними сланцями.

Таблиця 3

**Головні метаморфічні породи
(за Бондарчуком В.Г. з доповненнями)**

Вихідний матеріал	Відповідна метаморфічна порода	Головні складові мінерали
Граніти, діорит і ефузивни	Гнейс	Кварц, польові шпати, біотит, темноколірні мінерали
Глина	Роговик	Кварц, польові шпати, біотит, темноколірні мінерали
	Слюдяний сланець	Слюда, кварц, хлорит, лимоніт
	Сланець глинистий	Глинисті мінерали, кварц, слюда, вуглиста речовина
	Філіт	Кварц, серицит, біотит, хлорит та інші
Пісковик	Кварцит	Кварц, слюда, польові шпати, кальцит
	Джеспіліт (залізистий кварцит)	Кварц, гематит, магнетит, мартит
Мергель, габро	Амфіболіт	Рогова обманка, плагіоклаз
Ефузивні породи	Зелений сланець	Епідот, хлорит, гранат
Перидотит	Хлоритовий сланець	Хлорит, магнетит
	Тальковий сланець	Тальк
Вапняк, доломіт	Мармур	Кальцит, доломіт
	Скарн	Гранат, піроксен, плагіоклаз, карбонати, рудні мінерали, актиноліт
Осадочні залізні руди	Магнетитові руди	Магнетит, ільменіт
Боксит	Наждак	Корунд, гематит, магнетит
Інтрузивні породи	Еклогіт	Піроксен, гранат
Кам'яне вугілля	Антрацит	Вуглець (90%) з домішками

Найвищою формою метаморфізму є гранітизація. Вона відбувається на значних глибинах земної кори. В процесі гранітизації магматичні, осадові та метаморфічні гірські породи змінюються і наближуються за складом та структурою до граніту. Проникаючи з надр Землі газові або рідинні розчини сприяють



привносу одних і виносу інших речовин. Таке заміщення називають метасоматозом.

Таблиця 4

Текстура метаморфічних порід

Сланцювата	Плямиста	Візерункова	Смугаста	Масивна	«Площата»
під дією одностороннього тиску лускуваті мінерали формуються з утворенням паралельної текстури	визначається купчастим розміщенням мінералів (плямами, вузлами) на загальному тлі породи	спостерігаються візерунки різнобарвних плям, смуг, ліній	чергування шарів різних мінералів	однорідна	чергування гофрованих шарів

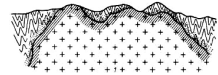
Процеси метаморфізму та гранітизації особливо активізуються під час горотворення. Вони відіграли вирішальну роль у формуванні гранітного шару материкової земної кори. Структура метаморфічних порід кристалічна.

За структурно-текстурними особливостями та мінералогічним складом метаморфічні породи поділяються на:

- *гнейси* (багаті на польові шпати та сланцюваті);
- *сланці* (бідні або взагалі не мають польових шпатів, сланцюваті) (рис. 31);
- *масивні метаморфічні породи* – *еклогіти, амфіболіти, серпентиніти* (незначний вміст кварцу і польових шпатів, сланцюватість відсутня);
- *мармури* (кристалічні вапняки та доломіти).

Діагностичні ознаки метаморфічних порід:

- повнокристалічні, зернисті;
- часто крупнозернисті;
- шовковистий блиск (у порід, що багаті на слюду);



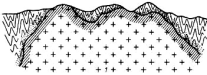
- паралельна структура (сланцюватість);
- дуже щільні, без пустот;
- відсутні скам'янілості;
- м'які форми вивітрювання.

Метаморфічні породи часто залягають на великій площі. З ними пов'язані родовища корисних копалин. Деякі метаморфічні породи є мінеральною сировиною.



Рис. 31. Сланець

Процес метаморфізму в його завершальній стадії приводить до утворення магматичної породи: глина – глинистий сланець – філіт – гнейс – граніт; мергель – зелений сланець – амфіболіт – норит тощо. Нижче подано характеристику деяких найбільш розповсюджених метаморфітів, а інші – в табл. 3.



КОНТАКТНИЙ МЕТАМОРФІЗМ

Проявляється в достатньо вузьких зонах (ореолах). У зоні безпосереднього контакту включеного магматичного тіла з породами вони зазнають найбільших інтенсивних змін. У міру віддалення від магматичного тіла зміни поступово зменшуються. Зазвичай ширина контактового ореола, в межах якого протікає метаморфізм, складає 2–3 км.

Типові породи – сланці, гранатові породи, роговики, мармури, серпентиніти.

РЕГІОНАЛЬНИЙ МЕТАМОРФІЗМ

Пачки осадових та інших порід під дією тектонічного занурення і перекриття потужними відкладами потрапляють в області високих температур і тисків, перетворення порід охоплює великі території і багатокілометрові товщі порід. За глибиною та інтенсивністю метаморфізму виділяють епізону, мезозону та катазону (табл. 5).

Типові породи – хлорити, сланці, гнейси, амфіболіти.

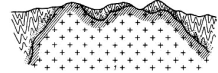
Таблиця 5

Глибинні зони метаморфізму

	Епізона	Мезозона	Катазона
t°C			
температурні фації	300-400	500-600	700-800
глибина	8-10 км	18-20 км	30-35 км
тиск	3000 ат	5000 ат	9000 ат
	Зеленосланцева фація	Амфіболітова фація	Гранулітова фація

ІМПАКТНИЙ (УДАРНИЙ) МЕТАМОРФІЗМ

Під час падіння великих метеоритів на земну поверхню відбувається перетворення структури та мінералогічного складу гірських порід під впливом високого тиску та температури. Такий тип метаморфізму кардинально вирізняється від попередніх двох типів та генетично з ними не пов'язаний.

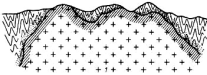


Для імпактного метаморфізму характерні високі температури і надзвичайно високий тиск (від 9869,2326671601 до $9,869233 \cdot 10^5$ ат або від 1–10 до 100 ГПа). Важливою особливістю є короткий час метаморфічних перетворень. В результаті ударного метаморфізму утворюються породи, що носять назву імпаکتити, для яких характерні такі високобарні фази мінералів: алмаз, шоківий кварц, стишовіт, тектит, молдавіт, зювіт (рис. 32). Локалізація імпактитів відбувається у межах астроблем (давні структури на земній поверхні, що утворилися внаслідок падіння космічних об'єктів).



Рис. 32. Тектит

Серед найвідоміших астроблем є Вал Вредефорта в Південній Африці, кратер Чиксулуб на півострові Юкатан, Садбері (Канада), Попігайська западина у Сибіру та інші. В Україні зафіксовано сім астроблем. Найкраще збережена Іллінецька астроблема (Вінницька область), оскільки значна частина її виходить на поверхню та не перекрита осадовими породами.



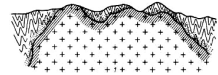
КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА НАЙБІЛЬШ РОЗПОВСЮДЖЕНИХ МЕТАМОРФІТІВ

ГНЕЙС – сланцювата гірська порода з високим вмістом польових шпатів. Можуть утворюватися як із магматичних (ортогнейс), так і з осадових порід (парагнейс). Мінеральний склад ортогнейсу під час перетворення зазнав незначних змін порівняно з вихідними породами. Сланцювата будова є важливою діагностичною ознакою гнейсів. Розрізняють гранітогнейс, діоритогнейс, сієнітогнейс та конгломератовий гнейс. За характерними мінералами – серецитовий, мусковітовий, біотитовий, авгітовий та роговообманковий гнейси. За зовнішнім виглядом та складом гнейси можуть бути плямисті, сланцюваті та очкові. Застосовуються, як правило, в будівельній індустрії.

РОГОВИК формується з глин та тонкозернистих алюмосилікатних порід на контакті з магматичними породами до глибини 10 кілометрів. Утворюється шляхом обпалення глин магматичним теплом, з подальшим переходом в окремелу масу. Роговик – дуже тверда порода, чорного або бурого кольорів. Має раковистий злам, щільну будову, на загальному фоні якої помітні дрібні кристали плагіоклазу. Текстура однорідна, смугаста. Застосування найрізноманітніше у будівництві.

СЛЮДЯНИЙ СЛАНЕЦЬ – крупнозерниста, м'яка, масна на дотик сланцювата порода, як правило, світлого забарвлення, зрідка буруватого чи чорного кольорів. Складений, в основному, зі слюди або слюди і кварцу. Акцесорними компонентами можуть бути польовий шпат, гранат, дистен та ставроліт. Вихідними гірськими породами для слюдистих сланців є граніти, глинисті породи, пісковики, а для карбонатно-слюдисті сланці – вапняки. Розрізняють біотитовий, мусковітовий та двослюдистий (біотит-мусковітовий) сланці (додаток Є).

ФЛІТ – тонкосланцювата метаморфічна порода. Утворюється при регіональному метаморфізмі. Забарвлення – зелене,



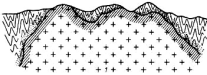
сіре, червоне, буре аж до чорного. Має шовковистий блиск за рахунок лусочок слюди. Кварцовий філіт складається з кварцу, серициту, біотиту, хлориту, іноді гранату. Вапнякові філіти вміщують мінерали класу карбонатів. Філіти поширені у верхньому структурному ярусі докембрійських платформ та в крайових зонах гірських складчастих областей. Використання найрізноманітніше – від парфумерії до промисловості будівельних матеріалів.

ПРОФІЛТОВИЙ СЛАНЕЦЬ – результат метаморфізму осадово-вулканогенних відкладів. М'яка сланцювата порода світло-рожевого забарвлення різних відтінків. Масна на дотик. Використовується як замітник тальку, для виготовлення вогнетривких матеріалів та ізоляторів, як наповнювач тощо.

ТАЛЬКОВИЙ СЛАНЕЦЬ – м'яка, масна на дотик порода. Основний породотвірний мінерал – тальк. Колір зеленкуватий, іноді сірий або білий. Будова дрібнолускувата. Легко розщеплюється на пластинки. Іноді включає хлорит, мусковіт, кварц. Формується з перидотитів або доломітових мергелів. Талькові сланці не вміщують карбонатного матеріалу; вогнетривкі, тому застосовуються у техніці.

КВАРЦИТ. Утворюється при регіональному метаморфізмі кварцових пісковиків. Зустрічається у вигляді суцільних пластів і займає значні площі. Характеризується високою міцністю та твердістю. Кварцити є цінними корисними копалинами. Зокрема, тонкосмугасті кварцити, що складаються із магнетитогематитових та кварцових прошарків, називаються залізистими або джеспілітами. При високому вмісті SiO_2 (98–99%) використовується як сировина для виготовлення вогнетривкої силікатної цегли (динаси) та як флюс у металургії.

МАРМУР, або **КРИСТАЛІЧНИЙ ВАПНЯК**, – результат перетворення вапняків та доломітів при контактному або регіональному метаморфізмі. Структура кристалічно-



крупнозерниста. Метаморфізація приводить до збільшення кальцитових зерен і надає мармурам цукроподібного виду на поверхні, що є головною діагностичною ознакою мармуру. Бурхливо реагує з розбавленою соляною кислотою за рахунок номінерального (кальцитового) складу. Залягає суцільними масивами або верствами. Чорні, сірі та блакитні відтінки надають мармурам домішки графіту, зелені – хлориту та епідоту, червоні та жовті – оксиди заліза та марганцю. Використовують як облицювальний, декоративний і скульптурний матеріал. Має також застосування у металургії, скляному виробництві, електротехніці та виробництві добрив для сільського господарств.

2.4. Осадові гірські породи

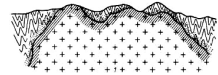
Поверхневий шар літосфери на 80% складений осадовими гірськими породами, 95% із них мають морське походження.

Осадові гірські породи – результат накопичення мінеральних мас, які утворились у процесі руйнування магматичних, метаморфічних та раніше існуючих осадових порід. Процеси руйнування і накопичення гірських порід поширені по всій земній поверхні: на дні морів і океанів, у долинах річок, пустелях, гірських областях тощо.

Осадові гірські породи можуть складатися:

- із уламків раніше зруйнованих гірських порід;
- із накопичення органічних решток;
- із зерен, які кристалізувались із розчину.

Часто в осадових гірських породах геологи знаходять скам'янілі рештки флори і фауни, які дають змогу детальніше вивчити середовище, в якому формувалися відклади.



Для більшості осадових порід характерна верстувата форма залягання (рис. 33 а). Кожна верства – це результат безперервного накопичення відкладів протягом якогось конкретного часу за певних фізико-географічних умов, тому вони різняться за складом та величиною зерен, кольором, цементацією, пористістю. Залежно від умов накопичення верств (пластів) розрізняють горизонтальну або близьку до неї верстуватість (найхарактернішу для морських та озерних відкладів), косу (похилу) (для річкових відкладів) та діагональну (для відкладів схилів, дельт тощо) (додаток Ж).

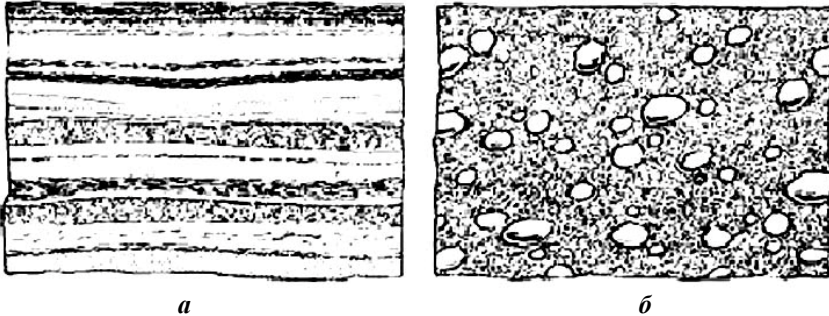
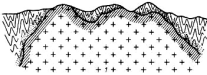


Рис. 33. а – верстувате залягання; б – хаотичне залягання

У льодовикових відкладах (моренах) верстуватість відсутня – уламки різних порід, не відсортовані за величиною й розміщуються хаотично (рис. 33 б, додаток И).

Осадові гірські породи за своїм походженням поділяються на три групи:

- уламкові (кластичні);
- хемогенні;
- органогенні.



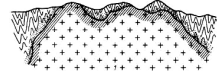
Уламкові (кластичні) осадові породи складаються з уламків різноманітних порід і мінералів (табл. 6, за Павліновим В.О. та ін. з доповненнями). Залежно від величини уламків вони поділяються на такі підгрупи:

- **грубоуламкові (псефіти)** – діаметр переважаючих уламків більше 2 мм;
- **середньоуламкові (псаміти), або піщанисті** – від 2 до 0,1 мм;
- **дрібноуламкові (алеврити), або пилуваті** – від 0,1 до 0,05 мм;
- **глинисті (пеліти)** – < 0,05 мм.

Щодо класифікації групи уламкових гірських порід за розмірами, то існують інші градації та шкали (рис. 34). Зокрема, у гідрології прийнято розмірність кратну 10 (**крупноуламкові** – > 1мм, **середньоуламкові** – 1–0,1 мм, **дрібноуламкові** – < 0,1 мм). У загальній геоморфології та в інженерній геології застосовують інші шкали розмірностей. Зовсім інші розмірності уламків прийнято у ґрунтознавстві. Однак у більшості літературних джерел з геології подається шкала, що наведена у табл. 6.

Грубоуламкові породи (псефіти). Вони складаються із різних за розміром уламків від 2,0 мм до кількох метрів у діаметрі. За структурою і текстурою виділяються такі породи:

- **брили** – необточені уламки розміром більше 200 мм (додаток К);
- **щебінь** – скупчення необточених уламків розміром від 200 до 10 мм;
- **жорства** – скупчення необточених уламків розміром від 10 до 2 мм.



Утворення цих порід пов'язано з вивітрюванням різних гірських порід. Залягають, як правило, поблизу корінних порід, з яких вони утворились. Зустрічаються також при обвалах та осипах біля підніжжів схилів.

Таблиця 6

Уламкові гірські породи

Група порід	Розміри, мм	Пухкі породи		Зцементовані породи	
		обточені	необточені	обточені	необточені
Грубо-уламкові (псефіти)	>200	валуни	брили	Конгломерати: валунні, галечникові, гравійні	брилові брекчії
	200-10	галька, галечник	щебінь		брекчії
	10-2	гравій	жорства		
Піщанисті (псаміти)	2-1 1-0,5 0,5-0,25 0,25-0,1	Піски: грубозернисті крупнозернисті середньозернисті дрібнозернисті		Пісковики: грубозернисті крупнозернисті середньозернисті дрібнозернисті	
Алеврити	0,1-0,05	Алеврити		Алевроліти	
Пеліти	<0,05	Глини		Аргіліти	

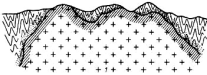
ВАЛУННИК – скупчення валунів – обточених уламків діаметром більше 200 мм. Валуні утворюються при обточуванні брил водами гірських річок і хвилями морів, тому вони поширені в долинах річок, уздовж берегів морів та океанів.

ГАЛЕЧНИК – скупчення гальки – обточених уламків діаметром від 200 до 10 мм. Гравій – скупчення обточених уламків діаметром від 10 до 2 мм (додаток Л).

Галечник і гравій утворюються в результаті шліфування, обточування та подрібнення брил, валунів і щебеню водами річок, озер, морів та океанів.

В процесі седиментогенезу (*перетворення відкладу в гірську породу*) пухкі уламкові відклади ущільнюються й цементуються, формуючи брекчії, конгломерати, пісковики, алевроліти та аргіліти (табл. 6).

БРЕКЧІЯ – крупноуламкова порода, яка складається зі зцементованих необточених уламків (брил, щебеню, жорстви).



КОНГЛОМЕРАТ – крупноуламкова порода, яка складається зі зцементованих обточених уламків (гальки, гравію, валунів). Як правило, найчастіше зустрічаються галечникові та гравійні конгломерати, зрідка – валунні.

Отже, при визначенні грубоуламкових порід слід враховувати:

- *розміри уламків;*
- *форму уламків (обточені чи необточені);*
- *склад уламків;*
- *склад цементу та щільність цементації (у випадку зцементованих порід).*

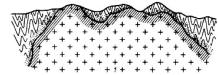
СЕРЕДНЬОУЛАМКОВІ ПОРОДИ (*псаміти*). До середньоуламкових порід належать піски та пісковики. Піски – це пухкі відклади з розмірами зерен від 2 до 0,1 мм. Пісковики – такої ж величини уламки, але зцементовані між собою. Залежно від величини уламків піски і пісковики поділяються на:

- *грубозернисті (розміри зерен 1–2 мм);*
- *крупнозернисті (0,5–1 мм);*
- *середньозернисті (0,25–0,5 мм);*
- *дрібнозернисті, частіше кварцові (0,1–0,25 мм).*

До кварцових зерен можуть домішуватися зерна польових шпатів, слюди, глауконіту, кальциту, магнетиту та інших. Тому назва піску й пісковіку дається за назвою переважаючого в ньому мінералу.

Піски і пісковики за вмістом мінералів, з яких вони складаються, поділяються на:

- *мономінеральні (складаються із одного мінералу);*
- *олігоміктові (складаються із двох мінералів);*



– поліміктові (складаються із кількох мінералів).

Залежно від складу цементу пісковики називаються залізистими, вапнистими, кременистими, глинистими та ін. Так, кременисті пісковики, що складаються із кварцових зерен – найбільш стійкі, а глинисті (в цементі переважно глинисті речовини) – м'які та легко розмокають.

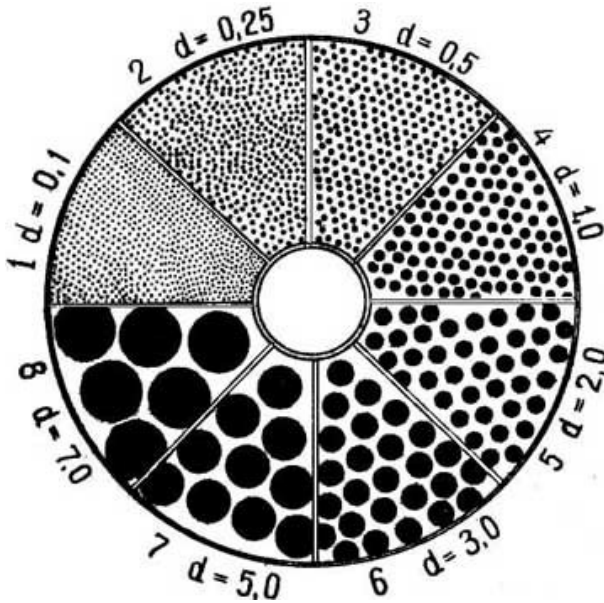
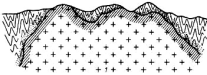


Рис. 34. Діаграма для визначення розмірів зерен осадових гірських порід в польових умовах (матеріал розміщують у центр кола та за допомогою лупи визначають розмір зерен; назва породи встановлюється за переважанням зерен того чи іншого розміру)

ДРІБНОУЛАМКОВІ, або ПИЛУВАТІ (алевритові) породи. До алевритових порід відносять леси, суглинки та супіски.



ЛЕС – світло-палева або жовто-сіра однорідна порода, що головню, складається з пилу (частинки кварцу та вапняку розміром 0,1–0,05 мм) із домішками глинистих (менше 10%) і піщаних (2–3%) частинок. Лес карбонатний і бурхливо реагує на соляну кислоту. Легко ріжеться ножем, розтирається пальцями до мучнистої маси. У природних відслоненнях має вертикальну тріщинуватість, що відрізняє лес від глин, які мають верствуватість. Найбільш розповсюджена ґрунтотвірна порода на території України. Використовується для виробництва цегли та цементу.

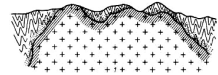
ЛЕСОПОДІБНІ СУГЛИНКИ. Лесоподібні суглинки відрізняються від лесу тим, що в них, окрім пилюватих (від 0,1 до 0,05 мм), є значна кількість дрібніших (глинистих) частинок. Склад їх подібний до лесу. Вони верствуваті, але менш пористі, ніж лес.

СУГЛИНКИ – пилюваті відклади, що складаються із 20–30% (рідше до 60% – важкі суглинки) глинистих, і 10–20% дрібнопіщанистих частинок, решта – пилюваті. Колір їх бурий та коричнево-бурий. Суглинки слабоводопроникні. Утворюються в результаті діяльності текучих вод річок, льодовиків.

СУПІСКИ – породи, що містять 10–20% глинистих частинок, до 25% – піщаних, решта – пил. Супіски складені із кварцу, слюди, оксиду заліза, глинистих та інших мінералів. Вони добре водопроникні, непластичні, за кольорами – різноманітні (жовтувато-бурі, вохристо-бурі тощо). Утворюються в результаті діяльності річок, водно-льодовикових потоків, озер тощо.

АЛЕВРИТОВІ ПОРОДИ, зцементовані вапняковим, кременистим та іншим цементом, називаються алевролітами.

ГЛИНИСТІ ПОРОДИ. Глинисті (пелітові) породи складаються з уламків, розміри яких менші 0,05 мм, причому до 30% уламків мають діаметр менше 0,01 мм. До цієї групи належить глина – найпоширеніша порода земної поверхні. Вона більше складена продуктами хімічного, ніж фізичного, руйнування час-



тинок гірських порід. Тому класифікаційна приналежність глин залишається дискусійною серед спеціалістів до сьогодні.

Таблиця 7

Найголовніші породи органічного і хімічного походження

Назва підгрупи	Органогенні	Хемогенні
Карбонатні	вапняк кораловий вапняк черепашковий вапняк детритусовий крейда мергель	вапняк кристалічний вапняк оолітовий вапнистий туф (травертин) натічний вапняк доломіт сидерит мергель* магнезит
Кременисті	діатоміт опока	трепел* кременисті туфи (гейзерит) кремій
Залізисті	–	лимоніт, сидерит
Глиноземні (аліти)		латерит, боксит
Марганцеві		псиломелан
Галоїдні	–	кам'яна сіль калійна сіль
Сірчанокислі	–	гіпс ангідрит
Фосфатні	–	фосфорити
Каустобіоліти	торф викопне вугілля горючі сланці* нафта асфальт озокерит бурштин	

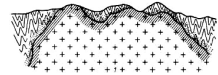
Деякі дослідники відносять глини до групи уламкових порід, а інші – до групи хемогенних. Типові мінерали глин – каолініт, монтморилоніт, слюдисті мінерали, оксиди заліза та інші. На колір глини різноманітні. Глини масні на дотик. Мають добру пластичність. При намоканні набрякають, утворюючи пластичну масу. Глини, що складаються із каолініту, гідратів оксиду алюмінію та слюди, називаються вогнетривкими (температура плавлення вище 1700 °С).



ХЕМОГЕННІ ТА ОРГАНОГЕННІ ПОРОДИ. Хемогенні та органогенні породи в більшості випадків мають змішане (біохімічне) походження, тому їх характеристика дається разом (табл. 7).

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Дайте визначення поняття «гірські породи».
2. Охарактеризуйте гірські породи за походженням та умовами їх формування.
3. Назвіть структурно-текстурні особливості гірських порід різного походження?
4. Охарактеризуйте найголовніших представників класу магматичних гірських порід.
5. Вкажіть головні характеристики метаморфічних гірських порід і охарактеризуйте найтипівіших представників цього класу.
6. Проаналізуйте основні групи класу осадових гірських порід.



РОЗДІЛ 3 ГЕОЛОГІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

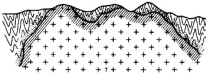
3.1. Геохронологічна шкала

Геохронологічна шкала відображає послідовність геохронологічних подій загальних стратиграфічних підрозділів (гірські породи певного геологічного часу) та їх таксономічне місце. В 1881 році на Міжнародному геологічному конгресі в італійському місті Болоньї затверджені основні підрозділи об'єднаних стратиграфічної та геохронологічної шкал. Однак наступними роками геохронологічна шкала уточнювалась та вдосконалювалась (рис. 35).

За цією шкалою історія Землі поділяється на два еони (відрізок геологічної історії Землі, що об'єднує декілька ер): фанерозой та докембрій (протерозой, архей та гадей). Еони поділяються на ери (групи) (найбільша одиниця поділу історії Землі). Ери в свою чергу поділяються на періоди (системи), періоди – на епохи (відділи), а епохи – на яруси (вік). Геохронологічна таблиця репрезентує також тривалість, початок та закінчення певного проміжку часу в геологічній історії Землі.

ГАДЕЙ, АБО ГАДЕЙСЬКИЙ ЕОН (назва «гадей» походить від імені бога підземного царства Гадеса (Аїда), що пов'язано з природними умовами того часу на Землі. Цей термін запропонований американським палеонтологом, географом та геологом Клаудом Престоном у 1972 році для відомих на той час найдавніших відкладів). Є інші варіанти назв: катархей, азой, приской. Почався з утворенням Землі близько 4,6 млрд років тому та продовжувався майже 600 млн років.

АРХЕЙ, АБО АРХЕЙСЬКИЙ ЕОН (грец. «археос» – давній) – ера давнього життя; назва запропонована американським



природознавцем Дж. Дана; почався 4,0 млрд років тому та закінчився 2,5 млрд років тому. Поділяється на чотири ери.

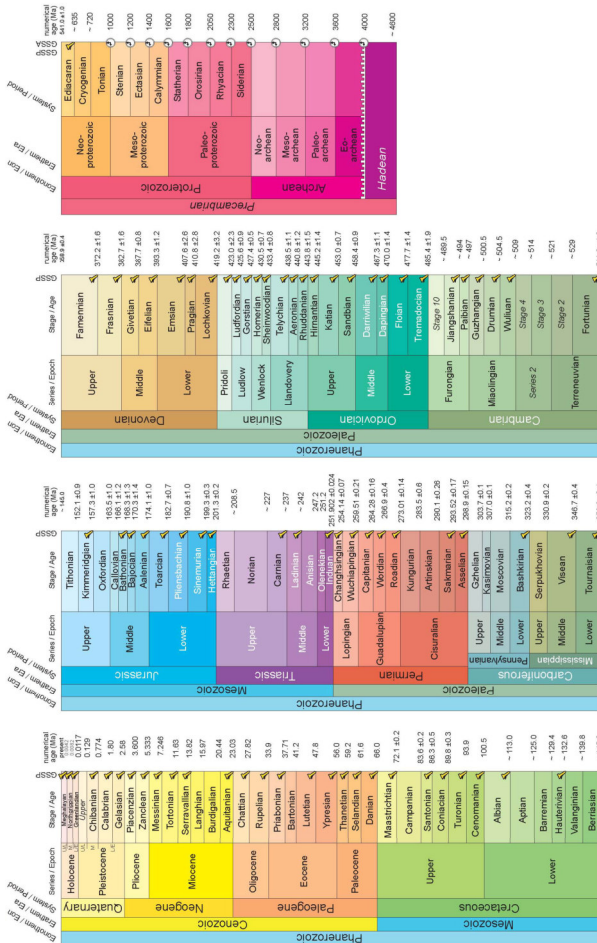
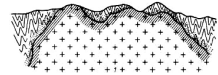


Рис. 35. Сучасний варіант геохронологічної шкали



ПРОТЕРОЗОЙ, АБО ПРОТЕРОЗОЙСЬКИЙ ЕОН

(грец. «протерос» – первинний) – ера первинного життя. Тривав протягом 2 млрд років. Почався 2,5 млрд років тому та закінчився 541,0 +/- 1,0 млн років тому. Поділяється на три геологічні ери.

У вітчизняній стратиграфічній шкалі докембрію протерозой поділяють на нижній та верхній. Причому верхній розчленовували на рифей та венд (едіакарій).

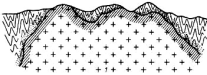
ФАНЕРОЗОЙСЬКИЙ ЕОН поділяється на палеозойську, мезозойську та кайнозойську ери.

Палеозой або палеозойська ера (від давньогрецького *παλαιός*, «старий» і *ζωή*, «життя») – ера стародавнього життя. Тривалість: від 541,0 +/- 1,0 до 251, 902 +/- 0,024 млн років тому. Поділяється на шість геологічних періодів (від найстарішого): кембрійський, ордовицький, силурійський, девонський, кам'яновугільний, пермський. Часто для назв періодів використовують скорочену форму: кембрій, ордовик, силур, девон, карбон (кам'яновугільний), перм.

Кембрійський період носить стару назву півострова Уельс, коли він був у складі Римської імперії; розпочався 541,0 +/- 1,0 млн років тому, закінчився 485,4 +/- 1,9 млн років тому. Відклади кембрійського періоду поширені на всіх континентах, поділяються на чотири епохи і десять ярусів.

Ордовицький період отримав назву за іменем кельтських племен, які населяли на той час ті райони Англії, де були вперше описані відклади. Розпочався 485,4 +/- 1,9 млн років тому, закінчився 443,8 +/- 1,5 млн років тому та тривав 42 млн років. Поділяється на три епохи та шість ярусів. З ордовицьким періодом пов'язують каледонську складчастість (додаток М).

Силурійський період названий за ім'ям кельтського племені силурів, що населяло Уельс. Тривав близько 25 млн років. Почався 443,8 +/- 1,5 млн років тому, а закінчився 419,2 +/- 3,2 млн років тому. Відклади поділені на три епохи та сім ярусів.



Девонський період отримав назву за графством Девоншир в Англії. Настав близько 419,2 +/- 3,2 млн років тому, тривав близько 55 млн років та закінчився 358,9 +/- 0,4 млн років тому. Девон поділений на три епохи і сім ярусів.

Кам'яновугільний період, або карбон, отримав свою назву від значних покладів кам'яного вугілля, що утворилося в результаті утворення та відмирання багатої деревної рослинності впродовж цього періоду в північній півкулі. Поділяється на дві епохи та сім ярусів. Для території Північноамериканського континенту перша частина періоду називається міссісіпієм, друга – пенсильванієм. Тривав від 358,9 +/- 0,4 до 298,9 +/- 0,15 млн років тому (майже 60 млн років).

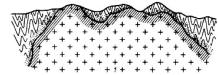
Пермський період названий за Пермською губернією в Росії, де були знайдені й описані породи. Тривав з 298,9 +/- 0,15 до 252,17 +/- 0,06 млн років тому (47 млн років). Включає три епохи, які у свою чергу поділяються на 9 ярусів.

Мезозой, або мезозойська ера (з грец. *μεσο* – «середній» і *ζωή* «життя»), настала 252,17 +/- 0,06 млн років тому, тривала 186 млн років. Поділяється на три періоди: триасовий, юрський, крейдовий.

Триасовий період – трійний, оскільки товщі його відкладів чітко поділяються на три епохи та сім ярусів. Настав 251,0 +/- 0,4 млн років тому і закінчився 199,6 +/- 0,6 млн років тому, тривав майже 52 мільйонів років.

Назва *юрського періоду* (201,3 – 145,0 млн років тому) запропонована німецьким геологом та палеонтологом Крістіаном Леопольдом фон Бухом, походить від Юрських гір на сході Франції, де вперше були виявлені відклади цього періоду. Період поділяється на три епохи та одинадцять ярусів.

Крейдовий період (145,0–66,0 млн років тому) названий за значні поклади крейди, які вперше в історії Землі накопичились саме за цей час. Поділяється на дві епохи, в межах яких виділяють дванадцять ярусів.



Кайнозой, або кайнозойська ера з грец. (*καινός* «новий» + *ζωή* «життя») – найновіша в геологічній історії Землі. Наступила 66,0 млн років тому й триває досі. Поділяється на три періоди: антропогеновий (четвертинний), неогеновий, палеогеновий.

Початок *палеогенового періоду* датується 66,0 млн років тому, а закінчення 23,03 млн років тому. Поділяється на три епохи та дев'ять ярусів.

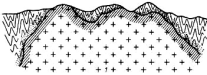
Неогеновий період розпочався 23,03 млн років тому, закінчився 2,588 млн років тому. Як період кайнозойської ери виокремлений австрійським геологом Моріцем Гьорнесом у 1856 році. Неоген умовно поділяють на дві епохи та вісім ярусів.

Четвертинний період є найновішим періодом кайнозойської ери, що розпочався 2,588 млн років тому та триває до цього часу. У 1760 році італійський науковець Дж. Ардуїно під час поділу гірський порід на чотири групи, наймолодші за віком назвав «четвертим підрозділом гір». А вже в 1835 році французький учений Ж. Денуай запропонував називати відклади, які молодші третинної системи (неогенового періоду), – четвертинними. В межах четвертинного періоду виокремлюють дві епохи – плейстоценову (назва запропонована Ч. Лаєллем) і голоценову (автор терміна П. Жерве) та сім ярусів.

Четвертинний період називають ще антропогеновий. Такий термін уперше вжитий російським науковцем О. Павловим у 1822 році, що означав «період людини».

3.2. Карти геологічної будови території

Розповсюдження гірських порід різного типу, складу та віку на території відображають на геологічних картах. Геологічна карта є основою для будь-яких геологічних досліджень, геоло-



горозвідувальних робіт у пошуках корисних копалин, при проектуванні інженерних споруд тощо.

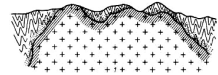
Геологічна карта – це головний документ, на якому графічно, за допомогою умовних знаків відображають геологічну будову території. Геологічні карти складаються виключно на топографічній основі.

Геологічна карта відображає загальну геологічну будову (стратиграфію та тектоніку) місцевості та зображується у вигляді зменшеної вертикальної проекції виходів корінних (дочетвертинних) гірських порід на поверхню або тих, що залягають під четвертинними відкладами. Інколи, четвертинні відклади не зображають на картах, оскільки вони покривають незначним шаром земну поверхню. Однак винятком можуть бути зображені лише ті території, де четвертинні відклади утворюють потужні товщі (западини, річкові долини тощо). Зазвичай четвертинні відклади наносять на особливі (цільові) карти – карти четвертинних відкладів.

Детальність та точність геологічної карти залежить від її масштабу, який вибирають залежно від розмірів геологічної зйомки. За масштабом геологічні карти поділяють на:

- оглядові – $1:1000000$ та дрібніші;
- регіональні – $1:1000000$ – $1:100000$;
- детальні – від $1:50000$ до $1:25000$ та крупніші.

Стандартна міжнародна геохронологічна кольорова шкала прийнята у 1881 році II Міжнародним геологічним конгресом (м. Болонья, Італія), встановлена для різних геологічних підрозділів, є основою побудови геологічної карти. Значний внесок до створення та розробки геохронологічної шкали належить О. Карпінському, П. Клауду, В. Вернадському, О. Опаріну, Д. Холдейну, С. Міллеру, Дж. Дена, Дж. Уеллсу, Леопольду фон Буху,



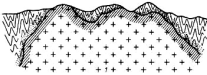
Ч. Ласеллю, Ж. Турману, П. Десору, Е. Ренев'є. Пізніше шкала була вдосконалена іншими науковцями.

Згідно із цією шкалою, геологічні періоди (системи) прийнято позначати відповідними кольорами: антропогеновий (четвертинний) – жовтуватий; неогеновий – лимонно-жовтий; палеогеновий – жовтий з помаранчевим відтінком; крейдовий – світло-зелений; юрський – блакитний; тріасовий – фіолетовий; пермський – помаранчево-коричневий; кам'яновугільний – сірий; девонський – коричневий; силурійський – сіро-зелений; ордовицький – оливковий; кембрійський – блакитно-зелений. Докембрійські відклади позначають рожевим (протерозой), малиновим (архей) та темно-малиновим (гадей) кольорами.

На кольоровому полі карти та в умовних позначеннях (легенді) проставляються стратиграфічні індекси. Це латинські букви алфавіту, якими додатково позначені геологічні періоди, що сприяє легкості та зручності у читанні геологічної карти. Наприклад, індекс тріасової системи – Т. Для позначення відділів тої чи іншої системи, використовують букву системи з додаванням до неї внизу праворуч цифрове значення (тріасовий нижній (ранній) відділ Т₁, середній – Т₂, верхній (пізній) – Т₃).

Відділи періодів (систем) виділяються інтенсивністю забарвлення того чи іншого кольору, який присвоєний цій системі; чим давніший (старший) відділ, тим інтенсивніше забарвлення.

Вивержені породи, незалежно від свого віку, позначаються яскравими тонами та додатково підкріплюються індексом породи. Наприклад, граніти – сієніти (γ – гамма) – червоний; габро (ν – ню) – темно-зелений; порфірити (α – альфа) – зелений; піроксени (σ – сігма) – фіолетовий; трахіти (τ – тау) – помаранчевий; базальти (β – бетта) – зелений; андезити (μ – мі) – зелений. Якщо вік вивержених порід відомий, тоді на кольоровому полі поряд з індексом породи проставляють віковий індекс (наприклад, γ AR).



Петрографічний склад породи зображають за допомогою штриховки. Комплексні карти, на яких зображена стратиграфія та літологія, називають літолого-стратиграфічними.

Також, на детальних геологічних картах часто перед індексом, який позначає період (систему), проставляють додатково індекс фаціального складу порід. Наприклад, морські відклади – m; озерні відклади – l; річкові – al.

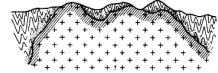
На геологічних картах наносять тектонічні розломи, розриви, елементи залягання шарів та інші геологічні дані.

Під час створення легенди дотримуються відповідної послідовності. Умовні позначення вікових підрозділів осадових, метаморфічних та ефузивних товщ розподіляються зверху вниз або зліва направо від молодих до старих. Після них позначають інтрузивні породи у тому ж порядку. Після цього дають пояснення всім іншим геологічним даним, що позначені на карті.

Обриси виходів порід різних систем зображених на картах та їхнє розміщення вказують на геологічні структури земної кори, вік їхнього утворення, структурні поверхи, історію геологічного розвитку території.

Розділ геології, який вивчає прошарки земної кори, їхнє взаємне розміщення та послідовність залягання, називається **стратиграфія**. Більшість геологічних карт супроводжуються стратиграфічною колонкою (шкалою) та геологічним розрізом. Стратиграфічна колонка у віковій послідовності відображає поширене залягання гірських порід осадового, метаморфічного та магматичного походження. За допомогою стратиграфічної колонки можна визначити вік, послідовність залягання, літологічний склад та потужність гірських порід району дослідження.

Геологічний розріз – це вертикальний переріз місцевості, що ілюструє будову ділянки, залягання гірських порід різного віку, додаткові структурні елементи, форми складчастих структур та їхнє розміщення, наявність та положення розривних порушень.



Зазвичай, геологічну карту, стратиграфічну колонку та геологічний розріз для певної території розміщують на одному аркуші. Геологічну карту розташовують в центрі, так щоб її північна рамка знаходилась у верхній частині аркуша. Зліва розміщують стратиграфічну колонку, а геологічний розріз – під картою. Умовні позначення на розрізі повинні чітко відповідати умовним позначенням карти (рис. 36, а, б, в).

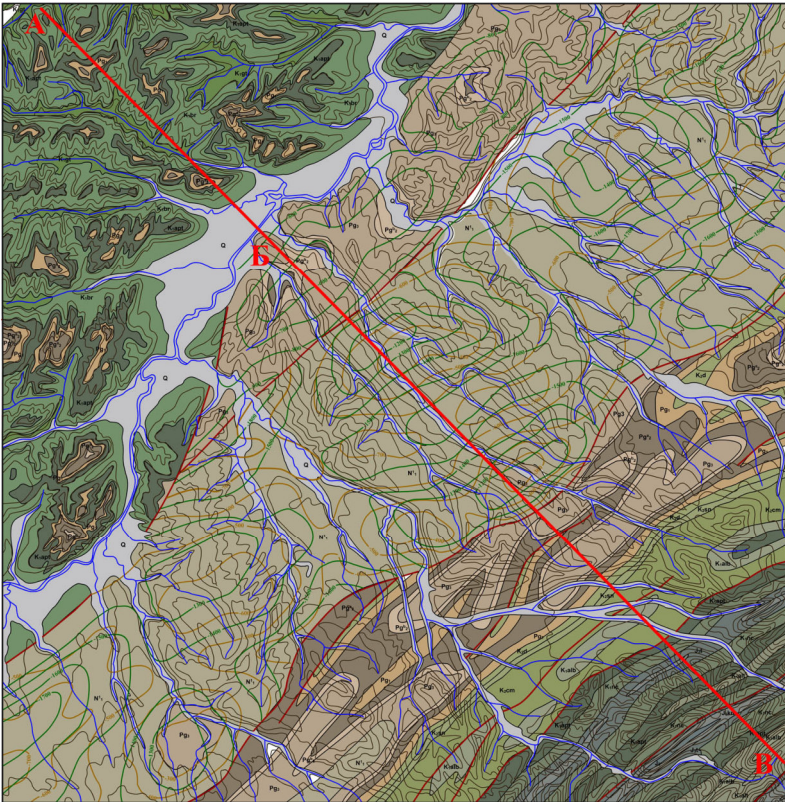


Рис. 36. Приклад геологічної карти

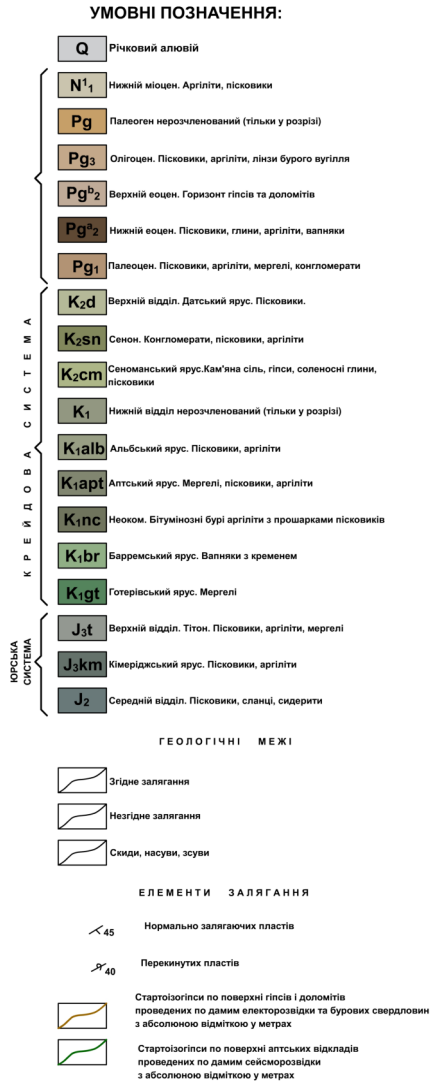
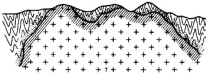
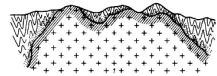


Рис. 36а. Приклад легенди геологічної карти



СТРАТИГРАФІЧНА КОЛОНКА

ПЛАТФОРМА

Масштаб 1:1000

ПАЛЕОГЕН	ЕОЦЕН		20 м	Жовті доломіти з прошарками гіпсів	
		ПАЛЕОЦЕН		25 м	Світло-сірі вапняки з прошарками глин
				15 м	Крупно- та середньозерністі пісковики з прошарками глин
КРЕЙДА	АПТ		25 м	Зеленувато-сірі мергелі	
		БАРРЕМ		50 м	Білі вапняки з прошарками та лінзами кременю
	ГОТЕРІВ			40 м	Сірі мергелі з прошарками зелено-сірих піщаних мергелів

Рис. 366. Приклад стратиграфічної колонки території, охопленої геологічною картою на рис. 36

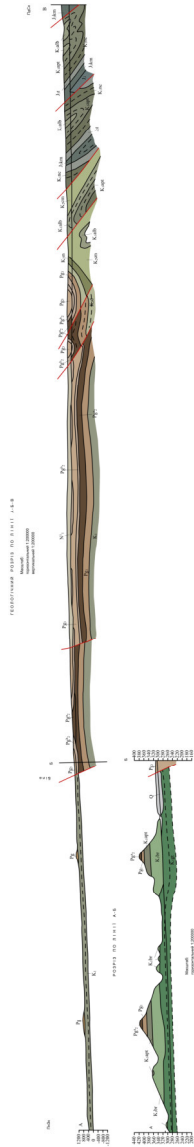
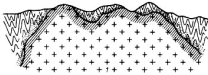
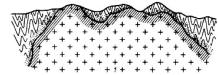


Рис. 36в. Приклади геологічних профілів по лінії А – Б – В, геологічної карти, зображеної на рис. 36



ЕЛЕМЕНТИ ЗАЛЯГАННЯ ПЛАСТІВ

Просторове розташування тектонічно порушеного (первинного, горизонтального) залягання пластів (верств) осадових гірських порід характеризується такими елементами: потужність пластів, лінією простягання (азимут простягання), лінією падіння (азимут падіння) і кутом падіння (рис. 37). Ці елементи визначають в польових умовах за допомогою гірничого компаса.

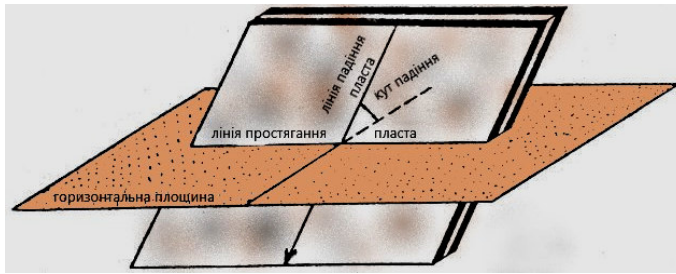


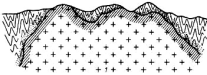
Рис. 37. Елементи залягання пласту

Потужність (товщина) пласта – віддаль, виміряна по перпендикуляру між подошвою та покрівлею пласта (подошва – нижня частина пласта, що контактує з підстиляючим пластом, а покрівля – це верхня частина пласту). Розрізняють видиму (Пв) та істинну потужність (Пі). Істинна потужність визначається за формулою:

$$Пі = Пв \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

де α – кут падіння пласта.

Лінія простягання – це лінія перетину поверхні пласту гірських порід з уявною горизонтальною площиною. Азимут простягання називається правий векторіальний кут між одним із двох напрямків лінії простягання і північним меридіаном.



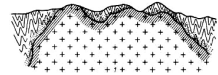
Лінія падіння – лінія, що розташовується в площині пласта, перпендикулярна до лінії простягання і спрямована в бік падіння поверхні пласта. Ця лінія має найбільший кут нахилу до горизонтальної площини в порівнянні з будь-якою іншою лінією, яку можна провести по поверхні пласта. Азимутом лінії падіння називають правий векторний кут між північним меридіаном і проекцією лінії падіння на горизонтальну площину.

Кут падіння – вертикальний кут між лінією падіння та її проекцією на горизонтальну площину. Як правило, у польових умовах, насамперед, знаходять лінію падіння. Її визначають, наприклад, за струменем води, що стікає, за піщинками чи галькою, які скочуються по нахиленій поверхні пласта. За допомогою прикладеного до цієї лінії гірничого компасу по виску визначають кут падіння. Потім визначають азимут падіння. Гірничий компас кладуть на поверхню пласта (довга сторона компаса повинна збігатися з лінією падіння, а північ лімба орієнтований з падінням поверхні пласта), піднімають опущений край компаса до горизонтального положення і роблять відлік по північному кінцю стрілки.

3.3. Побудова геологічного розрізу

Геологічний розріз відображає графічне зображення вертикального профілю геологічної будови певної місцевості, на якому зазначають співвідношення гірських порід різного віку, їхній літологічний склад і потужність. Для інженерно-будівельних робіт вказують наявність та глибину залягання підземних вод.

Геологічні розрізи можна побудувати за різними варіантами:



- за матеріалами поширеного опису природних відслонень гірських порід, наприклад в бортах річкової долини (такий розріз будується за даними польових досліджень);
- на основі геологічної карти;
- за матеріалами поширеного опису гірських порід – відслонень, колодязів, свердловин.

ПОБУДОВА ГЕОЛОГІЧНОГО РОЗРІЗУ ЗА ГЕОЛОГІЧНОЮ КАРТОЮ

Для цього на геологічній карті необхідно:

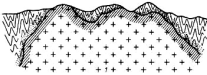
- провести лінію так, щоб вона перетинала найбільшу кількість різних шарів, зображених на карті; цю лінію позначають цифрами I-I, II-II або буквами А-В, С-Д;
- вибрати вертикальний масштаб та позначити сторони горизонту;
- побудувати гіпсометричний (топографічний) профіль;
- на топографічному профілі олівцем нанести межі виходів шарів різного віку;
- за допомогою транспортира визначити умови залягання порід різного віку за співвідношенням з рельєфом місцевості.

Кожний шар на розрізі необхідно зафарбовувати або заштриховувати відповідно до легенди карти та проставити віковий індекс.

ПОБУДОВА ГЕОЛОГІЧНОГО РОЗРІЗУ ЗА ДАНИМИ СВЕРДЛОВИН

За приклад взято побудову геологічного розрізу для певної території, оскільки існує стандарт (ДСТУ Б А.2.4-13:2009).

Розріз будується на основі даних свердловин або шурфів, що закладені вздовж певного напрямку з відносно однорідним



рельєфом території. Точки закладення свердловин наносять із урахуванням вертикального та горизонтального масштабів (по горизонталі – відстані між свердловинами; по вертикалі – абсолютні позначки їхніх усть). Позначені точки свердловин з'єднують плавною лінією та отримують профіль рельєфу місцевості (рис. 38).

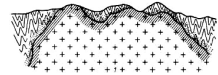
Таблиця 8

Варіанти та вихідні дані для побудови геологічного розрізу

Номер варіанта	Номери свердловин для побудови розрізу				Відстані між свердловинами, м			Масштаби	
	A	B	C	D	L _{A-B}	L _{B-C}	L _{C-D}	Вертикальний	Горизонтальний
1	10	12	6	14	30	28	40	1:200	1:100
2	13	16	5	2	27	25	25	1:200	1:100
3	8	6	12	8	40	36	34	1:200	1:100
4	15	11	4	1	34	35	20	1:200	1:100
5	3	10	6	14	40	20	30	1:200	1:100
6	2	5	9	13	20	20	30	1:200	1:100
7	1	11	4	7	20	35	30	1:200	1:100
8	14	8	6	12	25	37	20	1:200	1:100
9	10	14	3	6	35	25	20	1:200	1:100
10	7	4	15	11	40	20	25	1:200	1:100
11	14	6	12	10	27	40	25	1:200	1:100
12	2	5	16	13	25	35	20	1:200	1:100
13	8	12	8	6	30	20	25	1:200	1:100
14	1	4	11	15	30	34	25	1:200	1:100
15	14	6	10	3	27	25	20	1:200	1:100
16	13	9	5	2	34	20	26	1:200	1:100
17	7	4	1	11	40	25	30	1:200	1:100
18	12	6	8	14	25	30	20	1:200	1:100
19	6	3	14	10	20	32	26	1:200	1:100
20	11	15	4	1	20	22	30	1:200	1:100
21	6	10	14	12	25	30	27	1:200	1:100
22	5	13	2	9	24	30	40	1:200	1:100
23	3	14	10	6	40	25	30	1:200	1:100
24	2	16	13	15	30	20	25	1:200	1:100
25	12	8	6	10	35	20	25	1:200	1:100

Завдання: побудувати геологічний розріз за даними свердловин.

Номери свердловин, за якими потрібно побудувати лінію геологічного розрізу, відстані між свердловинами, вертикальний



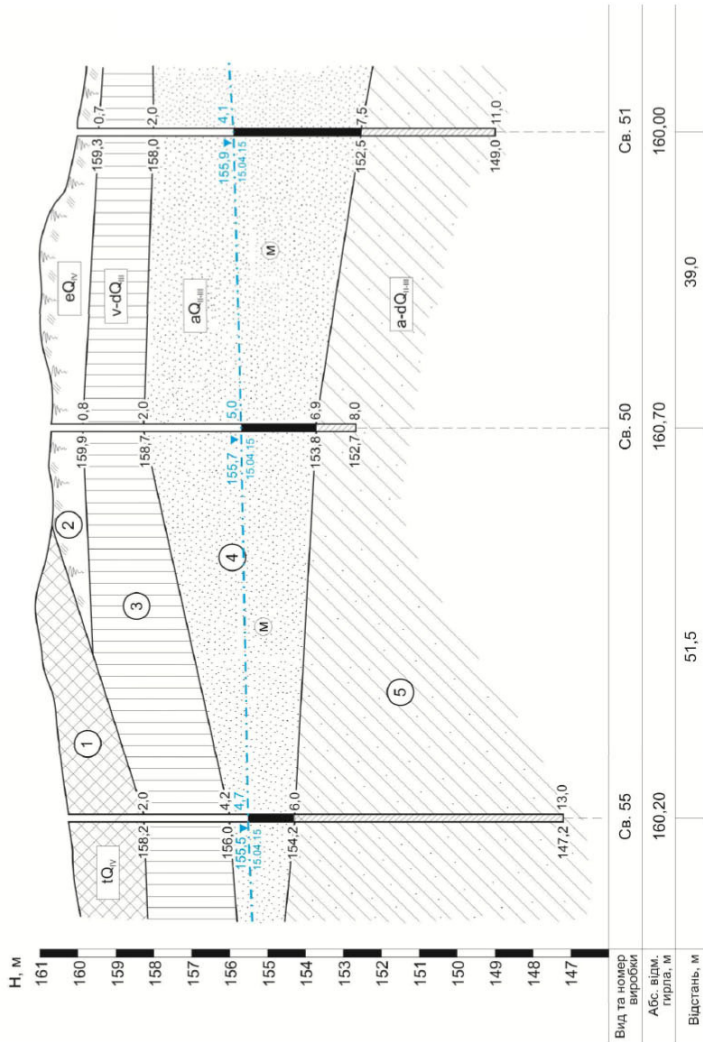
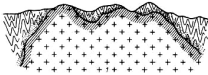
та горизонтальний масштаби наведені в табл. 8. Умовні позначення до геологічного розрізу зображені на рис. 38а.

Свердловини, за якими необхідно побудувати геологічний розріз, наведено в табл. 8.

Відповідно до варіанта (табл. 8), потрібно вибрати 4 свердловини (табл. 9), а до них – абсолютні позначки устя (поверхні землі), потужність послідовно пройдених шарів ґрунтів від устя до забою (дна) свердловини, для спеціальних вишукувань – глибину залягання ґрунтових вод. Вказані дані геолого-літологічних колонок з'єднуються між собою в єдиний геологічний розріз. Подошва шару визначається як нижня межа його розповсюдження, а покрівля шару – як його верхня межа. Свердловина влаштовується з поверхні, де вказується її номер та абсолютна висота (з правої та лівої сторін відповідно). Розріз необхідно будувати зверху вниз, розглядаючи послідовно дві суміжні (сусідні) свердловини. Для цього однакові шари, розкриті свердловинами, з'єднуються прямими лініями, крім останніх шарів, які знизу не обмежуються лініями. Рівень ґрунтових вод позначають синьою пунктирною лінією, вік гірських порід та їхній генезис – буквено-цифровими індексами. Пласти розрізу можна замальовувати стандартними кольорами відповідно до віку порід.

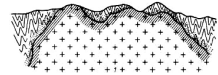
Інколи не всі свердловини мають однаковий літологічний склад порід від устя до забою. У деяких свердловин з розрізу можуть випадати ті чи інші шари. Такий шар виклинюється по відношенню до сусідньої свердловини, тобто потужність такого шару дорівнює нулю. Цей шар доводять до середини між свердловинами, в одній з яких він є.

Контури пластів виокремлюють потовщеними лініями. До побудованого розрізу додається легенда – умовні позначення літології гірських порід.



12

Рис. 38. Зразок (схема) інженерно-геологічного розрізу (за Н.О. Максимовою-Гуляєвою, Є.А. Шерстюком, 2016)



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ








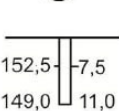


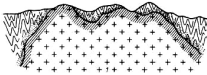
	Насипний ґрунт
	Ґрунтово-рослинний шар
	Суглинок палево-жовтий, лесовидний, макропористий, твердий
	Пісок сірий, мілкий, кварцовий, середньої щільності, водонасичений
	Суглинок сірувато-жовтий, записочений, м'якопластичної та плиннопластичної консистенції
	Генезис та вік ґрунтів
	Номер ПЕ
	<u>Бурова свердловина</u> ліворуч: абс. відм. підшви шару та вибою свердловини; праворуч: глибина підшви шару та вибою свердловини.
	ліворуч: абс. відм. усталеного рівня підземних вод, дата заміру; праворуч: глибина підшви рівня підземних вод.
	<u>Стан ґрунтів</u> - маловологі та твердої консистенції; - м'якопластичної консистенції; - водонасичені.

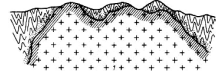
Рис. 38а. Умовні позначення до інженерно-геологічного розрізу, зображеного на *рис. 32*
(за Н.О. Максимовою-Гуляєвою, Є.А. Шерстюком, 2016)



Таблиця 9

Свердловини

Найменування порід (грунтів)	Геологічний індекс	Потужність шарів, м в свердловинах №№1-16															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Насипний	Q ₁	1,4	-	-	2,0	-	-	-	0,5	1,0	1,3	-	-	0,8	3,2	2,0	
Рослинний	Q ₄	0,5	0,9	0,8	-	0,8	0,7	0,7	1,1	0,6	0,4	0,6	0,9	1,0	0,8	0,8	0,4
Горф	Q ₃₋₄	-	2,7	-	-	2,9	-	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	5,1
Лісс	Q ₃	11,3	-	-	8,5	-	-	10,0	-	-	-	-	9,3	-	-	8,9	-
Супісок	Q ₂	-	6,9	-	-	3,4	-	3,3	-	4,0	3,5	-	14,1	-	0,2	5,4	-
Суглинок	Q ₁	2,2	-	3,7	3,3	-	4,8	-	5,3	-	11,8	7,2	-	6,1	-	-	2,7
Пісок дрібний	N ₂	4,1	-	2,9	1,9	-	2,6	12,4	6,4	-	-	-	-	-	6,9	-	-
Пісок середній	N ₁	-	-	2,0	-	-	-	-	-	4,7	2,7	-	-	-	-	-	-
Пісок крупний	F ₂	-	5,2	-	-	3,3	-	-	-	-	-	8,2	-	8,2	4,0	2,7	4,2
Крейда	K ₂	-	7,1	-	-	3,6	-	-	-	-	-	-	-	2,3	-	-	-
Валіяк	K ₁	8,6	6,3	-	6,1	7,5	-	-	-	10,2	-	3,4	-	3,9	-	5,8	2,9
Глина	I ₃	-	2,5	-	-	6,2	-	3,6	-	-	-	-	2,7	3,5	-	-	-
Каолін	P ₂	-	-	7,6	-	5,3	-	4,0	-	4,4	-	-	3,3	-	7,7	-	-
Жорства	D ₁	-	-	3,5	-	8,4	-	2,9	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-
Мергель	S ₃	1,5	-	-	3,6	1,4	-	3,6	-	7,3	-	0,8	-	0,7	-	2,5	6,0
Граніт	PR ₂	-	-	4,2	-	-	0,6	-	3,2	-	3,8	-	3,0	-	2,0	-	-
Абсолютна позначка устя, м		95,4	79,7	81,4	91,9	73,0	78,9	90,6	76,7	71,4	79,3	88,2	81,8	77,2	83,7	92,7	70,2
Рівень підземних вод, м		22,1	13,4	11,5	-	-	7,6	24,3	9,5	9,8	16,5	24,4	16,9	14,4	8,7	21,0	13,8



Система проектної документації для будівництва

**УМОВНІ ГРАФІЧНІ ЗОБРАЖЕННЯ
ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ В ДОКУМЕНТАЦІЇ
З ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ ВИШУКУВАНЬ
ДСТУ Б А.2.4-13:2009**

НА ЗАМІНУ ДСТУ Б. А. 2.4-13-97 (ГОСТ 21.302-96)

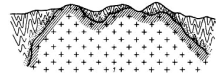
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Який зміст карт геологічної будови території?
2. Охарактеризувати типи геологічних структур за картою.
3. Розкрити принципи складання та зміст геохронологічної шкали.
4. Вказати варіанти побудови геологічних розрізів.



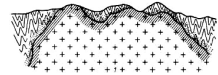
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аллісон, А., Пелмр, Д. (1984). *Геологія*. Москва : Мир.
2. Берри, Л., Мейсон, Б., Дитрих, Р. (1987). *Мінералогія : Теоретическіе основи. Описаніе мінералов. Діагностическіе таблиці*. Москва : Мир.
3. Біленко, Д.К. (1973). *Основи геології та мінералогії*. Київ : Вища школа.
7. Богущкий, А., Яцишин, А., Дмитрук, Р., Томенюк, О. (2018). *Геологія загальна та історична. Лабораторний практикум : Навчальний посібник*. Львів : ЛНУ імені Івана Франка.
4. Бондарев, В.П. (1978). *Основи мінералогії и кристаллографії*. Москва : Высшая школа.
5. Бондарчук, В.Г. (1970). *Геологія для всіх*. Київ : Радянська школа.
6. Войлошников, В.Д. (1984). *Полевая практика по геологии : Учебное пособие для студентов педагогических университетов по географическим специальностям*. Москва : Просвещение.
9. Дэна, Дж.Д., Дэна, Э.С., Пэлач, Ч., Берман, Г., Фрондель, К. (1951). *Система мінералогії*. Москва : Издательство иностранной литературы.
11. Иванова, М.Ф. (1980). *Общая геология с основами исторической геологии : Учебник*. Москва : Высшая школа.
12. Кантор, Б.З. (1991). *Коллекционирование минералов*. Москва : Недра.
13. Куликов, Б.Ф., Буканов, В.В. (1988). *Словарь камней-самоцветов*. Ленинград : Недра.
14. Лазаренко, Є.К., Винар, О.М. (1975). *Мінералогічний словник*. Київ : Наукова думка.
18. Максимова-Гуляєва, Н.О., Шерстюк, Є.А. (2016). *Побудова інженерно-геологічних розрізів. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни «Інженерна геологія» для студентів спеціальності 103 «Науки про Землю»*. Дніпропетровськ : НГУ.
16. Митчел, Р.С. (1982). *Названия минералов. Что они означают?* Москва : Мир.
17. Музафаров, В.Г. (1979). *Определитель минералов, горных пород и окаменелостей*. Москва : Недра.
20. Омельчук, О.В., Загнітко, В.М., Курило, М.М. (2017). *Пошуки та розвідка родовищ корисних копалин : Електронний підручник*. Київ : Електронний ресурс ННІ «Інститут геології».
19. Павлинов, В.А., Михайлов, А.Е. и др. (1988). *Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии*. Москва : Недра.



22. **Смолянинов, Н.А.** (1955). *Практическое руководство по минералогии*. Москва : Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр.
23. **Соболевский, В.И.** (1983). *Замечательные минералы*. Москва : Просвещение.
8. **Стовпник, С.М., Косенко, Т.В.** (Укл.). (2021). *Геологія : Практикум : Навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 184 «Гірництво»*. Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського.
15. **Фрей, К.** (Ред.). (1985). *Минералогическая энциклопедия*. Ленинград : Недра.
21. **Хохляйтнер, Р.** (2011). *Драгоценные и полудрагоценные камни*. Харьков-Белгород : Клуб семейного досуга.
10. **Чернега, П.І.** (Укл.). (1998). *Загальна та історична геологія : Методичні вказівки до проведення лабораторних занять. Частина 1*. Чернівці : ЧДУ.
24. **Шуман, В.** (2006). *Драгоценные и полудрагоценные камни*. Москва : БММ ОА.
26. **Шуман, В.** (1986). *Мир камня. В 2 томах*. Москва : Мир.
25. **Штрунц, Х.** (1962). *Минералогические таблицы*. Москва : «Госгортехиздат».

ДОДАТКИ



**Короткий визначник важливих породоутворюючих мінералів
(діагностичні ознаки мінералів)**

Блиск

1. Металічний, металоподібний
2. Скляний
3. Алмазний
4. Масний, восковий
5. Матовий

Твердість

1. М'який (залишає подряпину ніготь, за шкалою Мооса 1-2,5)
2. Середньої твердості (нігтем не подряпується, подряпується ножом)
3. Твердий (подряпує скло, а деколи і сталевий ніж, 5-7)
4. Дуже твердий (подряпує кварц, вище 7)

Колір мінералу

1. Безколірний
2. Білий, сірий
- 2а. Олов'яно-білий
- 2б. Свинцево-сірий
3. Жовтий
- 3а. Латунно-жовтий
- 3б. Золотисто-жовтий
4. Червоний, рожевий
5. Зелений
6. Синій, блакитний
7. Бурий, коричневий
8. Чорний, залізо-чорний
9. Багатоколірний (срокатий)

Колір риски

1. Безколірна, біла
2. Сіра, чорна
3. Зелена, темно-зелена
4. Синя
5. Червона
6. Жовта, бура

Форма агрегатів

1. Зерниста
2. Прихованокристалічна
3. Пластинчаста, листова
4. Землиста
5. Жердинчаста, стовбчаста
6. Волокниста, голчаста
7. У вигляді окремих кристалів

Додаткові ознаки

1. Спайність досконала
2. Злам раковистий
3. Закипає з HCl (у холодному стані)
- 3а. Закипає з HCl (у порошок або підігрітому стані)
4. Магнітний (діє на стрілку компаса)
5. На смак солоний
6. На смак гірко-солоний
7. Штрихи на гранях
8. Іризація
9. Масний на дотик



Таблиця визначення мінералів

Блиск	Твердість	Колір	Колір риски	Форма агрегатів	Додаткові ознаки	Назва мінералу
1	2	4а	5	6		Мідь
1,5	1	8	2	2	9	Графіт
1	2	2б	2	1	7	Галеніт
1	2	3а	3	1	8	Халькопірит
1	3	3а	3	1	7	Пірит
1	3	4, 8	5	2, 4		Гематит
1	3	8а	2	1, 2, 3	4	Магнетит
1	3	4	1	6, 7		Гурмалін
2	1	1, 2, 4	1	1, 3	1	Гіпс
2	1	1, 4, 6	1	1	5	Галіт
2	1	1	1	3	1	Мусковіт
2, 4	1	1, 2, 4	1	1	6	Сильвін
2	1	3, 5	1	2, 3	9	Гальк
2	1	5	3	3	1	Хлорит
2	1	5	3	1		Глауконіт
2	2	1	1	1	3	Кальцит
2	2	2	1	1, 2		Ангідрит
2	2	2, 9	1	1		Флюорит
2	2	2	1	1, 2	3а	Магнесит
2	2	2, 5, 6	1	1		Апатит
2	2	2	1	1, 2	3а	Доломіт
2	2	2, 4	1	1, 2		Барит
2	2	5	1	2, 6		Серпантин
2	2	5	3	2, 4	3	Малахіт
2	2	3, 7	6	1, 2	3а	Сидерит
2	3	4	1	1		Ортоклаз
2	3	2, 3, 6	1	1, 7	2	Кварц
2	3, 2	2	1	1		Нефелін
2	3	5, 8	1	1		Олівін
2	3	8	1	1		Авггіт
2	3	8	1	1	7, 8	Лабрадор
2	3	8	1	1, 6	7	Рогова обманка
3	1	4	5	1, 4		Кіновар
3	2	7, 8	1, 6	1	7	Сфалерит
3	4	1	1	1, 7		Алмаз
4	1	1, 4, 6	1	1	5	Галіт
4	1	3	1	1, 4		Сірка
4	2	5	1	2, 6		Змійовик
4	3	5, 8	1	1		Олівін
4	3	2, 4	1	1		Нефелін
4	3	4, 5, 7	1	1		Гранат
5	1	2	1	2	9	Каолініт
5	1	5	3	3	1	Хлорит
5	1	5	3	1, 4		Глауконіт
5	1	7	6	2, 4		Лимоніт
5	2	2	1	1, 2	3а	Доломіт
5	2	7	6	2, 4		Лимоніт
5	3	4, 8	5	2, 4		Гематит
5	4	2, 3, 6	1	1, 2		Корунд



Таблиця визначення мінералів

Клас	Назва мінералу	Хімічний склад	Твердість	Густина (г/см ³)	Блиск	Колір	Колір риски	Злам, спайність	Діагностичні ознаки
Самородні елементи	<i>Графіт</i>	C	1	2,2	Напівметалічний, масний	Сталісто-сірий, до чорного	Сірувато-чорний, блискучий	Дрібнозернистий; абсолютно досконала в одному напрямі	Масний на дотик, бруднить руки, пише на папері
	<i>Алмаз</i>	C	10	3,5-3,53	Алмазний до масного	Прозорий, або має блакитне, червонувате, жовтувате, коричневаті, сіре чи чорне забарвлення	Риски не дає	Раковистий, досконала	Висока твердість
	<i>Золото</i>	Au	2-3	15-19	Металічний	Від золотисто-жовтого до срібно-жовтого	Від золотисто-жовтого до срібно-жовтого	Гачкоподібний, відсутня	М'яке, ковке
	<i>Срібло</i>	Ag	2,5 - 3,0	10,1-11,1	Сильний металічний	Білий, сріблястий	Металічний		Дуже ковке
	<i>Мідь</i>	Cu	2,5	8,8-8,9	Металічний	Мідно-червоний, рожево-червоний	Металічний	Відсутня	Ковка, пластична
	<i>Платина</i>	Pt	4,0 - 4,5	14-19	Металічний	Від срібно-білого до темно-сірого	Свинцево-сірий	Нерівний, дуже недосконала	Пластична, магнітна
	<i>Сірка</i>	S	1,5	2,07	Масний	Жовтий, зеленуватий, бурий	Світло-жовтий	Раковистий; недосконала	М'який; при терті електризується; горючий
Сульфід	<i>Пірит</i>	FeS ₂	6 - 6,5	5,02	Сильний металічний	Солом'яно-жовтий; золотистий	Зеленувато-чорний	Нерівний, раковистий; недосконала	Від халькопіриту відрізняється солом'яним кольором, високою твердістю



продовження додатка В

	<i>Марказит</i>	FeS ₂	6-6,5	4,9	Металічний тьмяний	Блідно-зеленувато-жовтий	Зеленувато-сірий	Нерівний	Зеленкуватий відтінок на свіжому зламі
	<i>Халькопірит</i>	CuFeS ₂	3,5-4	4,1-4,3	Металічний, тьмяний	Латунно-жовтий, зеленувато-золотистий	Зеленувато-чорний	Нерівний; абсолютно недосконала	Від піриту відрізняється меншою твердістю і кольором
	<i>Галеніт</i>	PbS	2,5	7,58	Металічний	Свинцево-сірий	Сірувато-чорний	Досконала по гранях куба	Середня твердість; штрихи на гранях
Оксиди і гідрооксиди	<i>Кварц</i>	SiO ₂	7	2,65	Скляний на гранях кристалу, масний на зламі	Білий (молочний), димчастий, рожевий, безколірний, чорний	Не дає ризки	Раковистий; спайності немає	Висока твердість, відсутність спайності, раковистий злам і масний блиск
	<i>Халцедон</i>	SiO ₂	6,5	2,57-2,64	Мутно-масний, матовий	Світло-сірий, голубуватий	Не дає ризки	Раковистий; спайності немає	Від опалу відрізняється більшою твердістю
	<i>Гематит</i>	Fe ₂ O ₃	5,5	5,26	Металічний у кристалічних різновидностях і матовий у землястих	Від червоно-бурого до залізо-чорного	Вишнево-червоний, бурий	Раковистий або землястий; спайність відсутня	Вишнево-червона і червоно-бура риска
	<i>Магнетит</i>	Fe ₃ O ₄	5,5	5,2	Металічний	Залізо-чорний	Чорний	Зернистий; недосконала	Сильні магнітні властивості (діє на стрілку компаса)
	<i>Корунд</i>	Al ₂ O ₃	9	3,98-4,01	Скляний	Голубуватий, синій, сірий, бурий	Не дає ризки	Нерівний; недосконала	Висока твердість
	<i>Опал</i>	SiO ₂ ·nH ₂ O	5,5-6,5	1,9-2,3	Масний, тьмяний, інколи слабо скляний	Білий, жовтий, сірий, бурий, просвічується, напівпрозорий	Не дає ризки	Раковистий; спайність відсутня	Від халцедону відрізняється меншою твердістю і масним блиском
	<i>Лимоніт</i>	Fe ₂ O ₃ ·nH ₂ O	1-5	3,6-4	Матовий, напівметалічний	Іржаво-жовтий, бурий, темно-бурий	Жовтувато-бурий	Землистий	Іржаво-жовта риска



продовження додатка В

Галогенні з'єднання	<i>Галіт</i>	NaCl	2,5	2,16	Скляний, масний	Білий, безколірний, синюватий, рожевий, сірий	Білий	Абсолютно досконала в трьох напрямках по кубу	Солоний смак
	<i>Сильвін</i>	KCl	2-4	1,9-2	Скляний, алмазний	Молочно-білий, сірий., червоний, рожевий	Білий, безколірний	Досконала в трьох напрямках по кубу	Від галіту відрізняється більшою твердістю і гіркосолюним смаком
	<i>Флюорит</i>	CaF ₂	4	3,1-3,2	Скляний	Фіолетовий, жовтий, зелений, рожевий, безколірний, смугастий	Білий, безколірний	Досконала	Форма кристалів, сильний скляний блиск
Карбонати	<i>Кальцит (прозора різновидність – ісландський шпат)</i>	CaCO ₃	3	2,7-2,9	Скляний	Білий, сірий, жовтий, голубий, прозорий	Білий	Досконала в трьох напрямках	Досконала спайність, мала твердість, закипає при дії розбавленої (10%) HCl
	<i>Магнезит</i>	MgCO ₃	3,5 - 4,5	2,9-3,1	Скляний, шовковистий, матовий	Білий, сірий, жовтий	Білий	Раковистий, землистий в приховано кристалічних і досконала в кристалічних різновидностях	Закипає при дії нагрітої соляної кислоти
	<i>Доломіт</i>	CaMg(CO ₃) ₂	3,5 - 4	2,85	Скляний, деколі перламутровий	Білий, сірий, жовтий	Білий	Досконала в трьох напрямках	Закипає в порошок при дії (10%) HCl
	<i>Сидерит</i>	FeCO ₃	3,5	3,5-3,9	Скляний, часто перламутровий	Сірий, горохувато-жовтий, бурий	Білий або жовтий	Досконала в трьох напрямках	Розкладається з шипінням в (10%) HCl. Розчин жовтіє
	<i>Малахіт</i>	CaCO ₃ Cu·(OH) ₂	3,5 - 4	3,9-4,05	Шовковистий оксамитовий	Від смарагдово-зеленого до темно-зеленого, майже чорного	Світло-зелений	Занозистий іноді раковистий, досконала	Оксамитовий злам, насичений колір



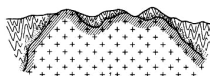
продовження додатка В

Сульфати	<i>Гіпс (дрібнозернистий, білий і рожевий – алебастр, волокнистий – селеніт)</i>	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2	2,32	Скляний, матовий, шовковистий у волокнистих різновидностей	Безколірний (прозорий), білий, рожевий, жовтий, сірий	Білий	Скалкоподібний у волокнистих різновидностях; абсолютно досконала в одному напрямку	Мала твердість (легко подряпується нігтем)
	<i>Ангідрит</i>	CaSO_4	3-3,5	2,89-2,98	Скляний, деколи з перламутровим відливом	Білий, сіруватий, блакитний, рожевий	Білий	Зернистий; досконала по трьох взаємно перпендикулярних напрямках	На відміну від гіпсу не подряпується нігтем, на відміну від кальциту не реагує з (10%) HCl .
	<i>Барит</i>	BaSO_4	3,5	4,5	Скляний	Білий або сірий, іноді червоний, жовтий, бурий, блакитний та зеленуватий	Білий	Досконала в одному напрямку	Велика питома вага, на відміну від карбонатів не реагує з (10%) HCl .
Фосфати	<i>Апатит</i>	$\text{Ca}_5(\text{F,Cl})(\text{PO}_4)_3$	5	3,2	На гранях скляний; на зламі масний	Безколірний, зелений, жовтуватий, білий, буро-зелений	Білий	Нерівний, раковистий; недосконала	Твердість 5
	<i>Фосфорит</i>	$\text{Ca}_5(\text{F,Cl})(\text{PO}_4)_3$	5	3,2	Матовий	Біло-жовтий, сірий, бурий	Сірий, слабкий	Спайність відсутня	Характерні желваки, конкреції
Силікати	<i>Олівін</i>	$(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$	6,5 - 7	3,3-3,5	Скляний	Оливково-зелений, пляшковий, буруватий, прозорий або просвічується	Не дає ризику	Нерівний; середня	Характерний оливково-зелений колір, зернистість
	<i>Гранат</i>	$\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]$	7 - 7,5	3,5 - 4,3	Скляний, інколи масний	Темно-червоний, буруватий	Не дає ризику	Нерівний, раковистий; недосконала	Забарвлення, висока твердість, ізометричний вигляд кристалів
	<i>Турмалін</i>	$(\text{NaCO}) \cdot (\text{Li,Mg,Al})_3 (\text{Al, Fe,Mn})_6 (\text{OH})_4 \cdot (\text{BO}_3)_2[\text{SiO}_4]$	7 - 7,5	2,9 - 3,2	Скляний	Зелений, рожевий, бурий, червоний, чорний, прозорий	Не дає ризику	Занозистий; спайності немає	Призматична тригональна форма кристалів, поздовжня штриховка на гранях



продовження додатка В

<i>Авгіт</i>	$\text{Ca}(\text{Mg,Fe,Al})_2[(\text{SiAl}_2)_2\text{O}_6]$	6,5	3,2-3,4	Скляний	Зелений, бурий, чорний	Світло-зелений	Нерівний; чітка по гранях призми під кутом близьким до прямого	Від рогової обманки відрізняється формою кристалів, спайністю та твердістю
<i>Рогова обманка</i>	$\text{R}_7(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2$, де $\text{R}=\text{Ca, Mg, Fe, Na, Al}$	5,5 - 6	3,02-3,45	На площинах спайності шовковистий, подібний до рогової речовини	Сіро- і темно-зелений, чорний	Зеленуватий або бурий	Занозистий; досконала в двох напрямках під кутом 124°	Форма кристалів: голкоподібна, жердиноподібна
<i>Тальк</i>	$\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	1	2,58-2,83	Масний, на площинах спайності перламутровий	Білий, жовтий, зеленуватий	Білий	Абсолютно досконала в одному напрямку, розділяється на товсті непружки листочки	Масний на дотик, дуже м'який, листочки пластичні
<i>Серпентиніт (волокниста різновидність – азбест)</i>	$\text{Mg}_3(\text{OH})_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	3-4	2,5-2,7	Масний, восковий, шовковистий	Від світло-зеленого до темно-зеленого з жовтими плямами (нагадує шкіру змії)	Білий, зеленуватий	Раковистий в суцільних масах	Відрізняється від хлориту за твердістю, відсутністю спайності
<i>Каолініт</i>	$\text{Al}_2(\text{OH})_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$	1-2	2,6	Тьмянний, матовий, масний	Білий, жовтуватий, сіруватий	Білий	Землистий	Масний на дотик, набухає у воді
<i>Хлорит</i>	$(\text{Fe, Mg})_3\text{Al}(\text{OH})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$	2-2,5	2,6-2,9	Скляний, перламутровий	Зелений	Світло-зелений	Абсолютно досконала в одному напрямку	Характерний зелений колір, мала твердість
<i>Мусковіт</i>	$\text{KAl}_2(\text{F,OH})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$	2-3	2,77-2,88	Скляний, перламутровий	Безколірний з жовтуватим, рожевим, зеленуватим відтінком	Білий	Абсолютно досконала в одному напрямку	Можливість розділятися на тоненькі пружні, світлі листочки та лусочки



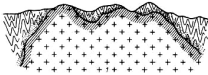
продовження додатка В

Біотит	$K(Fe,Mg)_3(F,OH)_2[AlSi_3O_{10}]$	2-3	2,8-3,2	Скляний, перламутровий	Прозорий, чорний або темно-зелений, бурий	Білий або зелений	Абсолютно досконала в одному напрямку	Темне, зеленувато-буре забарвлення, можливість розщеплюватися на пружні лусочки, в товстих пластинах непрозорий
Глаукоцит	$K(Fe,Al,Mg)_3(OH)_2[Al_2Si_3O_{10}]nH_2O$	2-3	2,4-3,0	Тьмяний, скляний, масний	Темно-зелений, чорно-зелений	Зелений	Нерівний	Темно-зелений колір, зернистість
Ортоклаз	$K[AlSi_3O_8]$	6	2,56	Скляний	Білий, сірий, м'ясо-червоний	Білий	Досконала у двох напрямках під прямим кутом	Прямокутні сколи, висока твердість
Топаз	$4Al_2SiO_4(F,OH)$	8	3,3-3,6	Скляний	Білий, жовтий, сіруватий, зеленуватий, блакитний, червонуватий	Білий	Нерівний, досконала	Подрапує кварц
Мікроклін	$K[AlSi_3O_8]$	6	2,56	Скляний або слабо перламутровий на гранях	Зеленуватий, сірий, рожевий	Світлий	Досконала в двох напрямках під кутом $89^\circ 40'$	Відрізняється від ортоклазу за кутом між площинами спайності
Альбіт	$Na[AlSi_3O_8]$	6	2,62	Скляний	Білий, блакитно-білий	Білий	Нерівний; досконала в двох напрямках під кутом меншим за 90°	Білий колір, деколи з штриховкою на гранях, висока твердість
Анортит	$Ca[Al_2Si_2O_8]$	6-6,5	2,62	Скляний	Сірий, білий, блакитний	Білий	Досконала у двох напрямках	Подібний до альбіту (відрізняються тільки у шліфах)
Лабрадор	An 50-70% Ab 50-30%	6	2,6-2,8	Скляний, перламутровий	Сірий, темно-сірий з блакитними і зеленуватими переליвами	Білий	Досконала в двох напрямках	Іризація



продовження додатка В

	<i>Нефелін</i>	$\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$	6	2,55- 2,66	Скляний на гранях, масний на зламі	Сірий, роже- вий, жовто-бурий, безколірний	Не дає риски	Плоскора- ковистий; ведоско- нала	Від ортоклазу відрізняється масним блис- ком й недоско- налою спайні- стю; від кварцу – меншою твердістю і блиском
--	----------------	-----------------------------	---	---------------	---	---	--------------------	--	--



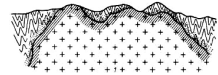
Міра ваги дорогоцінного каміння

Карат – одиниця ваги в торгівлі дорогоцінними каменями та в ювелірній справі ще з часів античності. Є декілька версій походження слова. За деякими джерелами, слово «карат» походить від місцевої назви (*kuara*) африканського коралового дерева, насіння якого використовували для зважування золотого піску. За іншими даними слово «карат» має грецьке коріння (*keration*) розповсюдженого в Середземномор'ї ріжкового дерева, плоди якого слугували «гирьками» для зважування дорогоцінного каміння (вага однієї такої гирьки рівна одному карату).












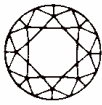
Ріжкове дерево. В епоху Римської імперії тверді, плоскі бурі насінини ріжкового дерева (лат. *siliqua граеса*) використовувалися в римській ваговій системі як міра маси, рівна 0,19 г

У 1907 році на конференції в Парижі Міжнародним комітетом мір та ваги був введений метричний карат, рівний 200 мг або 0,2 г. До цього часу маса карату, яка була прийнята в найбі-



льших центрах світової торгівлі дорогоцінними каменями, децю вирізнялась. Звідси розбіжності в масі історичних алмазів, що зустрічаються в літературі. Скорочене значення карату – кар. Частка карату записується у вигляді простих (наприклад, 1/16 кар) або десятих (з точністю до другого знака після коми, наприклад 1,25 кар) дробів. Під час зважування дуже дрібних алмазів використовують також одиницю ваги, яка називається «пункт» (англ. *point*), що дорівнює 0,01 кар.

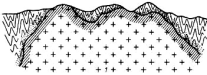
Діаметр та вага діамантів

					
<i>Діаметр в мм</i>	2,2	3,0	4,1	5,2	6,5
<i>Вага в кар</i>	1/25	0,1	0,25	0,5	1,0
					
7,4	8,2	9,0	9,3	11,0	
1,5	2,0	2,5	3,0	5,0	

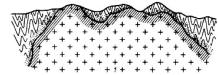
Діаметр та вага діамантів. Діамант – огранений алмаз

Грам – одиниця ваги, яка використовується в торгівлі ювелірними каменями для менш коштовного каміння, особливо для різновидів кольорового кварцу.

Гран [від лат. *granum* – зерно (пшениці)] – міра ваги перлів – 0,05 г = 0,25 кар. Однак, останнім часом починає витіснятись каратом.



В торгівлі ціна на дорогоцінний камінь зазвичай вказується за 1 карат. Для того, щоб повністю вирахувати ціну каменя, необхідно перемножити ціну на його вагу в каратах. Ціна одного карату прогресивно зростає зі збільшенням розмірів та ваги каменів: якщо, наприклад, діамант-каратник (вагою 1 кар) коштує визначену суму, то двохкаратних (такої ж якості) оцінюється не вдвоє дорожче, а набагато більше.



**Загальна класифікація природного каміння,
затверджена постановою Кабінету Міністрів України
від 27.07.94 № 51**

Природне коштовне каміння

I порядок

Алмаз, олександрит, рубін, сапфір синій, смарагд;

II порядок

Демантоїд, евклаз, жадеїт (імперіал), опал благородний чорний, сапфір рожевий та жовтий, шпінель благородна;

III порядок

Аквамарин, берил, кордієрит, опал благородний білий та вогняний, танзаніт, топаз рожевий, турмалін, хризоберил, хризоліт, цаворит, циркон, шпінель;

IV порядок

Адуляр, аксиніт, альмандин, аметист, гесоніт, grosуляр, данбурит, діоптаз, кварц димчастий, кварц рожевий, кліногуміт, кришталь гірський, кунцит, моріон, піроп, родоліт, скаполіт, спесартин, сподумен, топаз блакитний, винний та безколірний, фенакіт, цитрин, фεροортоклаз, хризопраз, хромдіопсид.

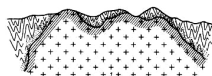
Природне напівдорогоцінне каміння

I порядок

Бірюза, жадеїт, лазурит, малахіт, молдавіт, нефрит, тигрове й котяче око, хауліт, хризосола, цоїзит, чароїт;

II порядок

Агат, амазоніт, гагат, дерево скам'яніле, джеспіліт, егірініт, епідозит, кахолонг, кварцит кольоровий, кремійнь кольоро-



вий, онікс мармуровий, опал, пегматит, пірофіліт, родоніт, сердолік, серпентиніт, скарни кольорові, содаліт, халцедон, шпати іризуючі польові, яшма.

Природне декоративне каміння

Андезит, габро, граніт, дацит, кальцифір, кварцит, конгломерати, лабрадорит, мармур, сієніт, травертин, туф.

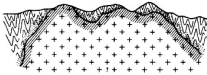
Торгові назви та справжні мінералогічні назви дорогоцінного каміння

Торгове позначення	Мінералогічна назва
Аделаїда-рубін	Піроп
Аквамарин-хризоліт	Оливково-зелений берил
Алабанда-рубін	Альмандин
Альмандин-рубін	Червона шпінель
Альмандин-шпінель	Альмандин
Аляскинський алмаз	Гірський криштал
Американський жад	Зелений везувіан
Американський рубін	Піроп
Аризонська шпінель	Червоний або зелений гранат
Аризонський рубін	Піроп
Арканзаський алмаз	Гірський криштал
Африканський смарагд	Зелений флюорит
Баїя-топаз	Цитрин
Балас-рубін	Рожево-червона шпінель
Богемський алмаз	Гірський криштал
Богемський рубін	Піроп або рожевий кварц
Богемський топаз	Цитрин (обпалений аметист)
Богемський хризоліт	Молдавіт
Бразильський аквамарин	Блакитний топаз
Бразильський смарагд	Зелений турмалін
Бразильський рубін	Рожевий топаз
Бразильський сапфір	Темно-блакитний топаз, синій турмалін або кордієрит
Бразильський хризоліт	Хризоберил або зелений турмалін
Віденська бірюза	Імітація (продукт прожарювання гідрату глинозему з малахітом і фосфорною кислотою)
Віденський аметист	Фіолетова шпінель або фіолетовий корунд
Віденський гіацинт	Рожевий корунд
Віденський смарагд	Зелений корунд
Віденський сапфір	Синій турмалін
Віденський топаз	Блідо-жовтий сапфір



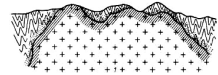
продовження додатка Д

Гранатовий жад	Зелений (гідро)гросуляр
Золотистий топаз	Цитрин (обпалений аметист)
Індійський жад (jade)	Зелений авантюрин
Індійський топаз	Цитрин (обпалений аметист)
Іспанський топаз	Цитрин (обпалений аметист)
Каліфорнійський рубін	Гросуляр (grossularite, gooseberry stone)
Кандійська шпінель, канді-шпінель	Блідо-червоний гранат (піроп або альмандин)
Капський смарагд	Зелений преніт
Капський рубін	Піроп
Капський хризоліт	Зелений преніт
Кварцовий топаз	Цитрин
Літєвий аметист	Кунцит
Літєвий смарагд	Гіденіт
Псевдо аметист	Фіолетовий флюорит
Псевдо смарагд	Зелений флюорит
Псевдорубін	Рожево-червоний флюорит
Псевдосапфір	Синій флюорит
Псевдохризоліт	Молдавіт
Мадейра-топаз	Цитрин (обпалений аметист)
Мармароський алмаз	Гірський кришталь
Матара-алмаз, матура-алмаз, матарський діамант	Безколірний (обпалений) циркон
Мексиканський алмаз	Гірський кришталь
Мексиканський жад	Зелений вапняк
Монтана-рубін, монтанський рубін	Гросуляр
Невільничий алмаз	Безколірний топаз
Німецький алмаз	Гірський кришталь
Пакистанський жад	Везувіан
Пальмейра-топаз	Цитрин (обпалений аметист)
Раухтопаз	Димчастий кварц
Ріо-Гранде-топаз	Цитрин
Рубін-бале	Червона шпінель
Рубін-шпінель	Червона шпінель
Саксонський алмаз	Безколірний топаз
Саксонський хризоліт	Жовтий топаз із зеленуватим відтінком
Саламанкський топаз	Цитрин (обпалений аметист)
Сапфір-шпінель	Синя шпінель
Сьєрра-топаз	Цитрин (обпалений аметист)
Сіамський аквамарин	Синій або зеленувато-блакитний циркон
Сибірський смарагд	Зелений турмалін
Сибірський рубін	Червоний турмалін
Сибірський топаз	Блакитний топаз
Сибірський хризоліт	Андрадит (демантоїд)
Сімілі-алмаз	Скляна імітація



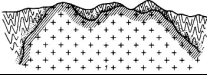
продовження додатка Д

Синтетичний аквамарин	Синтетична шпінель аквамаринового кольору
Сіріамський («сірійський») гранат	Альмандин
Стразовий алмаз, страз	Гірський кришталь або скляна імітація
Топазовий кварц	Цитрин
Топазовий сапфір	Жовтий сапфір
Трансваальський жад	Зелений (гідро) grosуляр
Уральський смарагд	Демантоїд
Хризокола-смарагд	Діоптаз
Цейлонський алмаз	Безколірний циркон
Цейлонське котяче око	Хризоберилове котяче око (цимофан)
Цейлонський опал	Місячний камінь
Цейлонський рубін	Альмандин
Швейцарська ляпіс-лазур	Синя яшма
Шпінель-рубін	Червона шпінель
Південно-тихоокеанський жад	Хризопраз

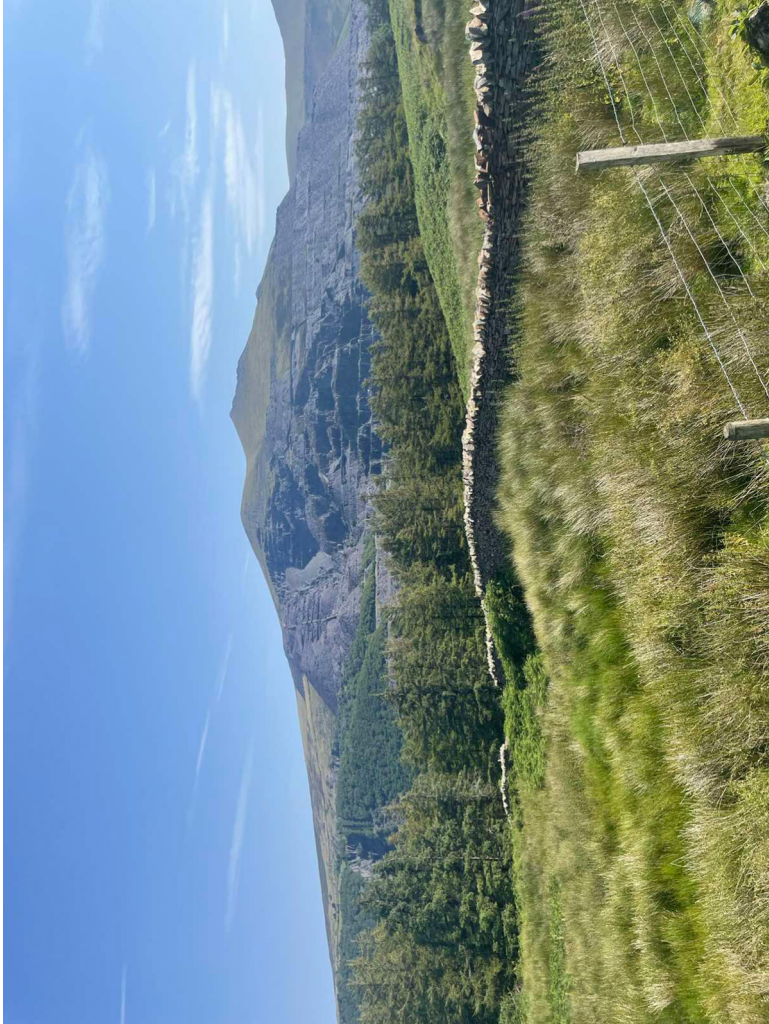


Додаток Е
Прожилка кварцу в сланці (Північний Уельс, Велика Британія)





Продовження додатка Е
Кар'єр сланцю (Північний Уельс, Велика Британія)

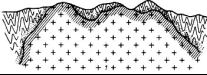




Додаток Є

Сланець
(Національний парк Сноудонія, Північний Уельс, Велика Британія)

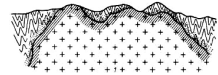




Додаток Ж

**Верстувате залягання гірських порід
(Північний Уельс, Велика Британія)**

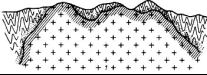




Додаток И

**Морена (протока Менай, м. Бангор,
Північний Уельс, Велика Британія)**



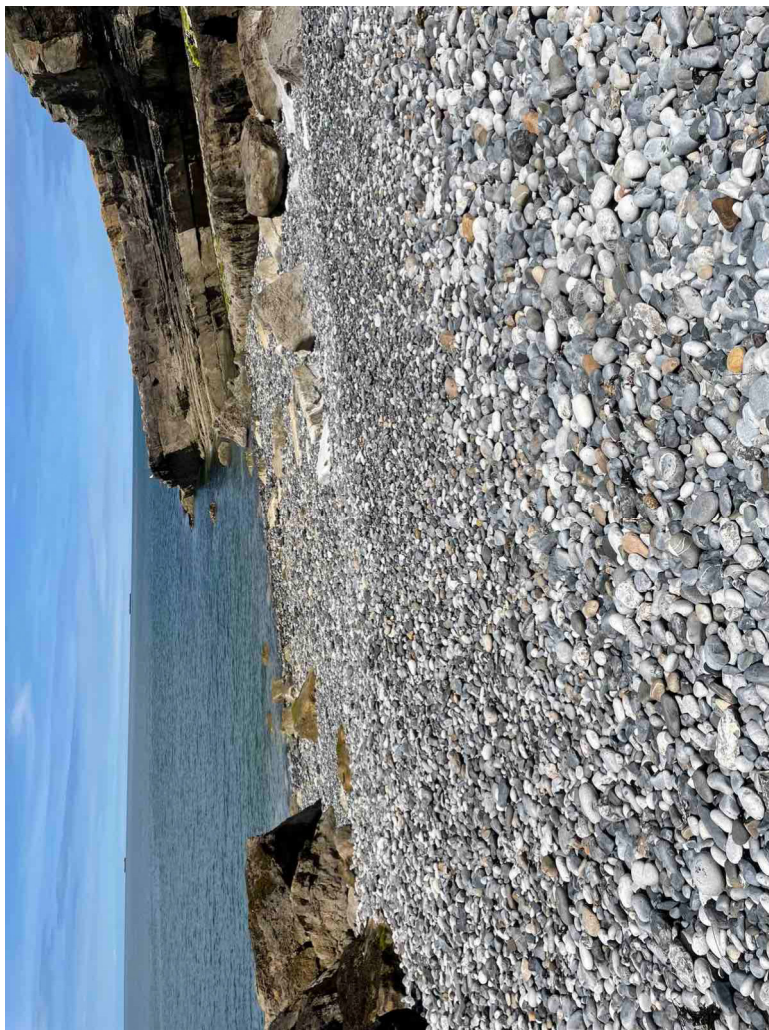


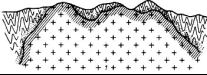
Брили (Північний Уельс, Велика Британія)





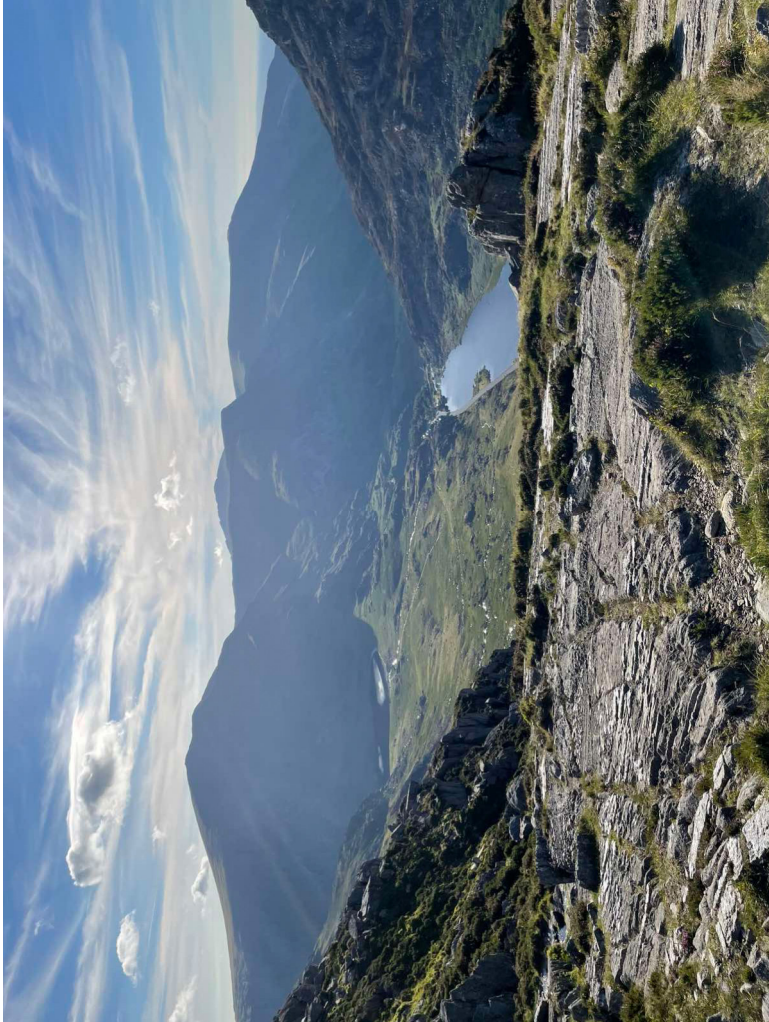
Додаток Л
Галечники (Північний Уельс, Велика Британія)

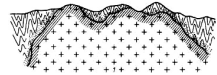




Додаток М

**Відслонення гірських порід ордовицького та силурійського віку
(Національний парк Сноудонія, Північний Уельс, Велика Британія)**





Пемза, пориста текстура



Навчальне видання

Чернега Петро Іванович
Годзінська Ірина Леонідівна

ЗАГАЛЬНА ГЕОЛОГІЯ: ПРАКТИЧНИЙ КУРС

Навчальний посібник

Набір та комп'ютерна верстка ***І.Л. Годзінська, С.М. Кирилюк***

Літературний редактор ***О.В. Колодій***

Фото на рисунках 1–9; 11–13; 18–20; 22–23; 26–28; 30–32

та в додатках Е, Є, Ж, И, К, Л, М, Н ***І.Л. Годзінська***

Дизайн обкладинки ***С.М. Кирилюк***

Підписано до друку 01.09.2022. Формат 60x84/16.

Папір офсетний. Друк різнографічний. Умов.-друк. арк. 7,7.

Обл.-вид. арк. 8,2. Тираж 50. Зам. Н-087.

Видавництво та друкарня Чернівецького національного університету.

58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2.

e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 891 від 08.04.2002.

П.І. Чернега, І.Л. Годзінська

ЗАГАЛЬНА ГЕОЛОГІЯ: ПРАКТИЧНИЙ КУРС

