

Лабораторна робота №1. Поняття мінерал. Класифікація мінералів.

1.1. Діагностичні властивості та класифікація мінералів

Мінерали – це природні хімічні сполуки або самородні елементи, які виникли внаслідок перебігу різноманітних фізико-хімічних процесів у земній корі і на її поверхні. Мінерали вивчає мінералогія – розділ геології, який досліджує склад, будову, властивості і походження мінералів.

На сьогодні відомо понад 2500 природних мінералів. Небагато з них досить поширені. Істотну роль в утворенні гірських порід відіграють лише декілька десятків мінералів, які називають породоутворювальними. Розподіл породоутворювальних мінералів у земній корі дослідив О.Є. Ферсман (таблиця 1).

Таблиця 1

Розподіл мінералів у земній корі

Мінерал	Вміст, %	Мінерал	Вміст, %
Польові шпати	55,0	Вода у вільному і зв'язаному стані	8,25
Піроксени і амфіболи	15,0	Слюди	3,0
Кварц та його різновиди	12,0	Оксиди і гідроксиди	3,0
Глинисті мінерали	1,5	Фосфати	0,75
Кальцит	1,5		

В залежності від того, яким ознакам надається перевага, класифікації мінералів поділяються на: хімічні, геохімічні, генетичні, кристалографічні, кристалохімічні.

Класифікація мінералів за походженням: магматичні – це мінерали, утворення яких пов'язано з магматичними процесами (пірит, халькопірит, гіпс, кальцит, сфалерит, гетит, цеоліт та ін.); гіпергенні – це мінерали, що утворилися у верхній частині земної кори під впливом води, повітря, живих організмів (монтморилоніт, каолініт, боксит та ін.); метаморфічні – це мінерали, що утворилися у земній корі під впливом високої температури і тиску (рогова обманка, тальк, слюди).

Кристалохімічна класифікація: кисневмісні мінерали – мають іонні та іонно-ковалентні структури (силікати, карбонати, фосфати, нітрати, сульфати, оксиди і гідроксиди); безкисневі мінерали – мають ковалентні, атомні, металеві структури (сульфіди, галоїди, самородні елементи); органічні та штучні мінерали.

За здатністю утворювати гірські породи: породоутворюючі (глинисті мінерали, польові шпати); не здатні утворювати породи (самородні елементи).

Господарська класифікація: метали, неметали, горючі речовини гідрогазомінеральна сировина.

Первинні мінерали сформувались безпосередньо з магми одночасно з породою в основному в глибоких шарах земної кори і при виливанні магми на поверхню земної кори. До них належать мінерали магматичного походження – олівін, польові шпати, авгіт, рогова обманка, кварц, слюди тощо.

Вторинні мінерали утворились пізніше, ніж первинні, і часто за рахунок первинних, на земній поверхні або біля неї. До них належать мінерали осадового і метаморфічного походження – глинисті, опал, лимоніт, кальцит, доломіт, гіпс, хлорити та ін.

Мінерали входять до складу всіх гірських порід, рудних і нерудних корисних копалин. З одних мінералів внаслідок промислової переробки одержують різні метали, інші мінерали є чудовим будівельним матеріалом. Мінерали, які входять до складу агрономічних руд, використовують як мінеральні добрива для підвищення родючості ґрунтів та урожайності сільськогосподарських культур, боротьби зі шкідниками та хворобами культурних рослин.

Кожен мінерал має певний хімічний склад і певну внутрішню будову, від якої залежать його зовнішня форма і властивості. Методи вивчення і визначення мінералів різні. В польових умовах мінерали визначають візуально або мікроскопічно за діагностичними ознаками: забарвленням, блиском, твердістю, формою тощо.

Під час визначення мінералів їхні фізичні ознаки поділяють на обов'язкові і специфічні.

Обов'язковими є ознаки, які визначають для кожного мінералу: колір; колір риски мінералу; прозорість; блиск; спайність; злам; твердість; щільність.

До специфічних належать ознаки, які виявляються тільки в окремих мінералах або групах мінералів і є діагностичними для них: магнітність; взаємодія з 10%-м розчином HCl; смак; запах; розчинність у воді; ковкість.

Колір. Колір мінералів привертав увагу людини з глибокої давнини. Тому не дивно, що багато мінералів одержали свої назви за цим показником. Колір мінералів залежить від їхніх структурних особливостей, наявності в них забарвлювальних елементів (хромофорів) і механічних домішок.

За забарвлювальними елементами (хромофорами) розрізняють такі кольори мінералів:

- ідіохроматичний, або власний (наприклад, зелений у малахіту);
- алохроматичний, або невластивий мінералу колір (наприклад, гірський кришталі зазвичай незабарвлений, але буває забарвлений у фіолетовий (аметист), чорний (моріон), димчастий (раухтопаз) тони.

Колір мінералу слід визначати на свіжому зламі, оскільки на поверхні він може змінюватись внаслідок вивітрювання, яке особливо легко порушує сірчисті й арсенисті мінерали. Багато мінералів у подрібненому стані

(порошок) мають інший колір. Для визначення кольору мінералу не потрібно його подрібнювати, досить визначити **колір риски**. Для цього слід провести шматком мінералу по неглазурованій фарфоровій платівці. На її поверхні залишаться дрібні порошинки мінералу, які матимуть певний колір. Так, пірит у шматку солом'яно-жовтий, а в порошок майже чорний, гематит у шматку чорний, а в порошок вишнево-червоний, магнетит чорний і в шматку, і в порошок.

Прозорість. Під цим поняттям розуміють здатність речовини пропускати світло. Залежно від ступеня прозорості всі мінерали поділяють на прозорі (гірський криштал, ісландський шпат), напівпрозорі (сфалерит, кіновар) та непрозорі (пірит, галеніт, графіт). Багато непрозорих мінералів, наприклад халцедон, біотит, просвічуються в краях - тонких уламках.

Блиск. Блиск мінералів залежить від кількості відбитого ними світла, що, в свою чергу, залежить від здатності речовини змінювати напрямок світлових променів. Розрізняють металічний і неметалічний блиск. Мінерали, показники заломлення світла яких більші за 3, мають металічний блиск. Зазвичай вони непрозорі навіть у дуже тонких зернах чи пластинах. Це самородні елементи, більшість сульфідів, деякі оксиди (золото, галеніт, пірит, піролюзит та ін.). За показника заломлення світла від 1,9 до 2,6 мінерали мають сильний блиск, який називають алмазним (алмаз, самородна сірка, цинкова обманка - сфалерит). Мінерали з показниками заломлення світла від 1,3 до 1,9 мають скляний блиск (гіпс, кальцит, ортоклаз та ін.). Крім того, виділяють проміжний блиск між металічним і алмазним - напівметалічний, або металоподобний (гематит, кіновар, куприт). Спайність.

Спайністю називають здатність деяких мінералів колотися у певних кристалографічних напрямках з утворенням дзеркальних поверхонь — площин спайності. Розрізняють такі види спайності: цілком досконалу; досконалу; середню; недосконалу (Рис.1).

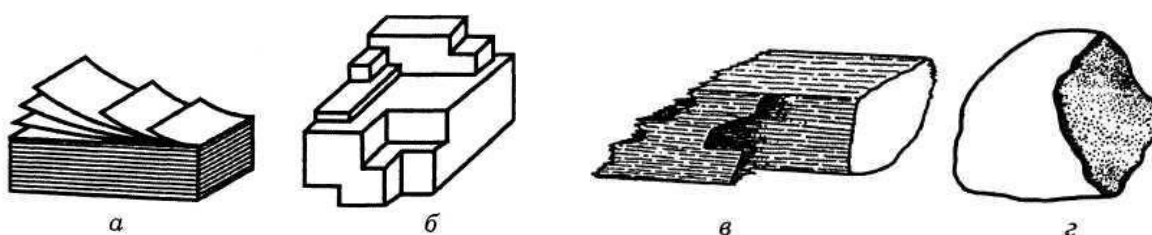


Рис.1. Види спайності: *a* — цілком досконала (слюда); *б* — досконала в трьох напрямках (галіт); *в* — середня (ортоклаз); *г* — недосконала (гематит)

Цілком досконалою є спайність, коли мінерал у певному напрямку дуже легко розщеплюється на пластинки, листочки, луску. Площини спайності — дзеркально-блискучі, рівні (наприклад, у слюди).

Досконалу спайність має мінерал, який у певному напрямку колеться з утворенням рівних блискучих площин. Розрізняють досконалу спайність у двох напрямках (ортоклаз), у трьох (кальцит, кам'яна сіль), у чотирьох

(флюорит), у шести (сфалерит). Всі мінерали, які належать до групи шпатів, мають досконалу спайність.

Середньою спайністю характеризуються мінерали, які від удару розпадаються на уламки, обмежені приблизно однаково як площинами спайності, так і неправильними поверхнями зламу (наприклад, авгіт).

Недосконалою є спайність, яку важко знаходити на уламках мінералу; значна частина уламків обмежена неправильними поверхнями зламу (апатит, берил).

Спайність відсутня, коли під час удару мінерал (наприклад, кварц або пірит) колеться у випадкових напрямках і дає нерівні поверхні зламу.

Злам. Під час розколювання у мінералів виникають поверхні, які визначають злам. Чим досконаліша спайність, тим важче встановити характер зламу. Мінерали, які мають спайність, дають рівний злам (кальцит, галіт). Мінерали, в яких спайність відсутня, можуть мати такі види зламу:

- раковистий, який схожий на внутрішню поверхню раковини (опал, халцедон, обсидіан);
- нерівний, який характеризується нерівною поверхнею без блискучих спайних ділянок (апатит);
- скалкуватий, який властивий мінералам волокнистого складу, нагадує злам деревини поперек волокон (азбест, волокнистий гіпс, рогова обманка);
- гачкуватий, поверхня такого зламу вкрита дрібними гачечками (самородна мідь, самородне срібло) (Рис. 2).

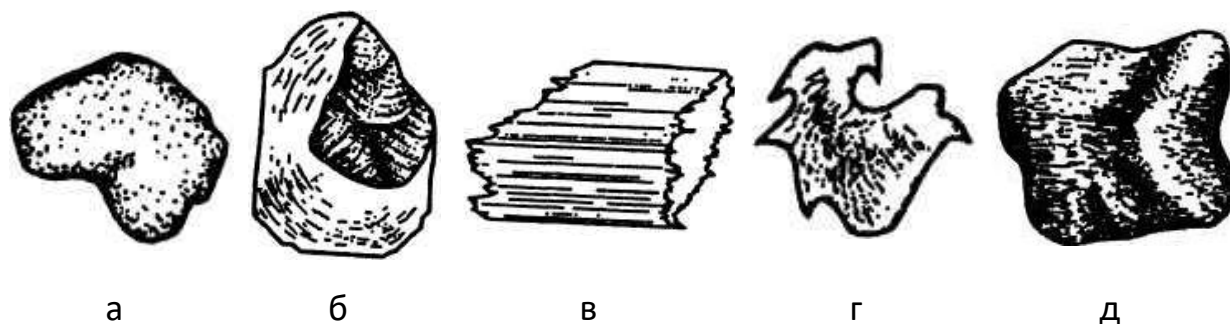


Рис.2. Види зламу: а - зернистий (апатит); б - раковистий (магнетит); в - скалкуватий (рогова обманка); г - гачкуватий (кремень); д - нерівний (нефелін)

Твердість. Під твердістю розуміють ступінь опору поверхні досліджуваного мінералу дряпанню. Це дуже важлива фізична властивість, яка має велике практичне значення для діагностики мінералів у польових умовах.

Для оцінки відносної твердості мінералу використовують спеціальний набір мінералів, в якому кожен наступний мінерал своїм гострим кінцем дряпає всі попередні. Цей набір мінералів названо шкалою Мооса (таблиця 2). В ньому 10 мінералів різної твердості, яку умовно позначають балами від 1 до 10. Щоб визначити твердість мінералу, на ньому слід вибрати невелику гладеньку площину без включень інших мінералів, провести по ній, легенько

натискуючи, гострим кутом іншого мінералу і дослідити одержану подряпину, здувши з неї порошок.

Таблиця 2

Шкала твердості мінералів за Моосом

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

Щільність мінералів коливається від 0,92 до 23 г/см³ (група осмистого іридію). Найчисленнішими є мінерали зі щільністю від 2,5 до 4,0 г/см³, тому цей параметр є діагностичною ознакою тільки для мінералів важких елементів — свинцю, вольфраму, барію. За щільністю мінерали поділяють на три групи: легкі, щільністю до 2,5 г/см³, середні від 2,5 до 4,0 і важкі – понад 4,0 г/см³. Щільність мінералу залежить від його хімічного складу і структури.

Магнітність – це здатність мінералу діяти на магнітну стрілку або притягуватися магнітом. Вона властива магнетиту, піротину, природній

платині, яка містить залізо, та ін. Для визначення магнітності шматочок мінералу подрібнюють молотком і торкаються до подрібненого мінералу намагніченим ножом або магнітом.

Взаємодія з кислотою. Важливою властивістю деяких карбонатів (кальциту, малахіту) є взаємодія на холоді з розбавленим розчином соляної кислоти з виділенням бульбашок CO_2 . Для того щоб інші карбонати взаємодіяли з цією кислотою, їх треба подрібнити в порошок (доломіт), підігріти (магнезит) або навіть довести до кипіння розчин соляної кислоти. Цю властивість використовують для діагностування карбонатних порід — вапняків, крейди, деяких глин, лесів. Схожі за зовнішнім виглядом на карбонатні породи мінерали із соляною кислотою не взаємодіють.

Смак. Розчинні у воді мінерали мають смак: галіт - солоний; силівін - гірко-солоний; мірабіліт - охолодний солоний; галуни - кислий. Легкорозчинні мінерали розчиняються на язика (карналіт), нерозчинні (каолініт і галуазит) - липнуть до язика і вологих губ.

Запах – це властивість мінералів під час тертя поширювати специфічний запах. Наприклад, під час тертя жовен фосфоритів один об одного виникає запах паленої кістки, горілої шкіри (засвідчує наявність фосфору). Деякі мінерали (сірка, бурштин) під час нагрівання легко займаються і дають характерні запахи. Іноді запах з'являється під час вибивання з мінералу іскор.

1.2. Процеси утворення мінералів

За джерелом утворення процеси мінералоутворення поділяють на ендегенні та екзогенні. **Ендегенні процеси** мінералоутворення зумовлені внутрішньою енергією Землі. Серед них виділяють магматизм (інтрузивний та ефузивний) і метаморфізм. **Екзогенні процеси** утворення мінералів зумовлені зовнішньою енергією Землі. Серед них розрізняють процеси вивітрювання, осадоутворення і діагенез.

1.2.1. Магматичні процеси мінералоутворення

Будь-який магматичний розплав – це трикомпонентна система, що складається з рідини, газів, твердих часточок, кристалів. Утворені магматичні басейни можуть бути пов'язані із загальним магматичним шаром або бути замкненими окремими басейнами. У надрах літосфери, де високі температура і тиск, магма перебуває у стані перегрітої речовини. В цих умовах температура значно вища за точку плавлення, але високий тиск утримує речовину магми в пластичному, а подекуди і в твердому стані. Така фізична особливість створює в магмі велику напруженість. За умов зниження тиску в земній корі перегріта магма дуже швидко переходить у рідкий стан, що супроводжується істотним збільшенням об'єму і витисканням магми з великою силою у верхні шари земної кори по тріщинах, великих розломах чи по каналах, що проходять крізь товщу гірських порід від вторинних вулканічних осередків.

Магма, що підіймається з надр Землі, частіше не досягає земної поверхні, а повністю застигає і кристалізується на глибині — **інтрузивний магматизм**. Під час підймання у верхні шари земної кори вона частково розплавляє і розчиняє мінерали та гірські породи, що трапляються на її шляху, внаслідок чого склад магми змінюється. У разі повільного застигання на глибині вся магма встигає кристалізуватися, що сприяє утворенню повнокристалічних зернистих порід.

При виливанні магми на поверхню земної кори температура її швидко падає, тиск знижується до нормального, з магми в атмосферу виділяються леткі компоненти. У цьому разі магма не встигає кристалізуватися, що призводить до утворення мінералів з аморфною або прихованокристалічною внутрішньою будовою, а породи інколи мають склоподібну структуру. За походженням такі мінерали і породи називають магматичними ефузивними.

Підіймаючись, магма в межах земної кори поступово охолоджується, розщеплюється на складові частини, відбувається так звана **кристалізаційна диференціація**. Диференціація — дуже складний фізико-хімічний процес розщеплення, розділення магми на різні за хімічним складом фракції.

Розрізняють: **магматичну диференціацію**, яка відбувається в рідкій фазі до появи перших кристалів і характеризується розшаруванням її на дві різні за щільністю незмінювані рідини (ліквація); **кристалізаційну диференціацію**, яка відбувається під час застигання магми і супроводжується кристалізацією силікатів від тугоплавких і важких (залізо-магнезійні силікати, основні плагіоклази) до легкоплавких (кислі плагіоклази, калієві польові шпати, кварц).

Пегматитовий процес. Під час кристалізації основної (гранітної) магми, згідно з О.Є. Ферсманом, утворюється залишковий силікатний розплав, збагачений рідкісними та рідкісноземельними елементами і леткими речовинами. У міру подальшої кристалізації цього розплаву утворюються грубокристалічні тіла – пегматити. Залишковий розплав проникає по тріщинах у бічні породи і, утворює своєрідну формацію пегматитових тіл. Особливістю цих тіл є наявність у них великих кристалів, які іноді в довжину сягають 2 – 3 м і більше. Пегматитовий процес – один з основних процесів мінералоутворення. Пегматити мають велике практичне значення. Вони є джерелом для виробництва високоякісної керамічної сировини, з ними пов'язані родовища коштовного каміння (топазу, турмаліну та ін.), багатьох рідкісних, рідкісноземельних елементів, слюд, цеолітів тощо.

Пневматолітовий процес. Процеси, в яких активну роль у мінералоутворенні відіграють гази, називають пневматолітовими. На деяких етапах кристалізації магми можливе виділення газів, які під час руху по тріщинах вгору охолоджуються, реагують один з одним та вміщувальними породами з утворенням мінералів. Продукти пневматолізу — пневматоліти — поділяють на вулканічні і глибинні.

Вулканічні пневматоліти утворюються з газів, які виділяються з магми, що виливається на поверхню Землі або застигає біля земної поверхні. Гази, що виділяються в тріщинах застиглих лав і навколишніх породах, на

стінках кратерів вулканів у результаті сублімації утворюють власне пневматолітові мінерали: самородну сірку, нашатир, боровмісні мінерали та ін. Переважно утворюються хлориди, сульфати, які легко розчинні у воді і тому в природі вони накопичуються у великій кількості. Ці мінерали виділяються у вигляді налетів, дрібнокристалічних кірок або землистих агрегатів.

Глибинні пневматоліти утворюються тоді, коли гази з магми виділяються в надрах земної кори. Вони проходять крізь гірські породи, реагують з ними і змінюють їх хімічний і мінеральний склад. Ступінь хімічних перетворень порід під дією газів залежить від складу порід, хімічної активності газів, тектонічної будови та тривалості процесу. До глибинних пневматолітів належать деякі жильні тіла та грейзени. Грейзени – породи, що утворилися внаслідок взаємодії газів та водних розчинів з магмою, гранітами, жильними магматичними породами, ефузивами і деякими осадово-метаморфічними породами, багатими на кремнезем та глинозем.

Гідротермальний процес. У складі магматичних газів велику роль відіграє водяна пара. Під час проникнення по тріщинах у холодніші ділянки земної кори сумісно з іншими леткими компонентами водяна пара конденсується з утворенням гарячих водних розчинів. Ці розчини, які виділяються з магми або формуються внаслідок скраплення газів, називають гідротермальними.

Вода гідротермальних розчинів за властивостями різниться від води, що знаходиться на поверхні Землі. Вона є згущеною парою, яка за температури нижче 400 – 374 °С під тиском переходить у рідку фазу. В таких умовах вона здатна розчиняти мінерали і переносити велику кількість сполук у вигляді як істинних, так і колоїдних розчинів. Магматичні розчини, що знаходяться під великим тиском, легкорухливі, енергійно підіймаються по тріщинах, дуже високотемпературні й агресивні відносно навколишніх гірських порід. Гідротермальне походження мають руди рідкісних, кольорових і радіоактивних металів, золото та ін.

1.2.2. Метаморфічні процеси мінералоутворення

Гірські породи і мінерали, що потрапляють у зону метаморфізму в разі прояву внутрішньої енергії, яка викликає різноманітні дислокації гірських порід, проникнення магми, летких компонентів і гарячих розчинів у поверхневі шари земної кори, зазнають глибоких перетворень (метаморфізму). Метаморфізмом називають сукупність процесів глибокого перетворення мінералів і гірських порід під дією різних ендегенних впливів. Головними чинниками метаморфізму є: висока температура; високий тиск; склад газів і гарячих розчинів, які циркулюють у породах.

Контактний метаморфізм пов'язаний з проникненням магми у верхні шари земної кори. Він спостерігається на місці контакту інтрузій і вміщувальних гірських порід. Змін зазнають як вміщувальні породи, так і

поверхневі частини інтрузій під дією високої температури, летких компонентів і розчинів.

Термальний контактний метаморфізм, за якого породи перетворюються під переважним впливом високої температури магми і відносно невеликого тиску. Повільне застигання магматичного розплаву інтрузій приводить до перекристалізації порід, інколи до утворення нових мінералів. Породи, що утворюються під впливом високої температури із глинистих, піщано-глинистих і піщаних порід, називають контактними роговиками.

Пневматолітовий метаморфізм пов'язаний із виділенням газів із застигаючої інтрузії та дією цих газів на гірські породи. За нижчої температури гази вступають у хімічні реакції з породами, що супроводжується формуванням нових мінералів і гірських порід.

Гідротермальний метаморфізм – це процес зміни гірських порід і мінералів під дією гідротермальних розчинів. При цьому відбуваються також глибокий метасоматоз і заміщення первинних мінералів гірських порід. Гідротермальний метаморфізм охоплює як гірські породи, розміщені довкола інтрузії, так і самі інтрузивні породи у верхній застиглій частині.

Пневматолітово-гідротермальний метаморфізм. Внаслідок сумісної дії газів і гідротермальних розчинів на метаморфічні породи гранітного і близького до нього складу, а також на глинисті сланці, гнейси утворюються грейзени (відщеплення). У грейзенах крім кварцу, який заміщує польові шпати первинної породи, і світлої слюди трапляються топаз, флюорит, турмалін, олов'яний камінь, вольфрамін та ін.

Динамометаморфізм, або дислокаційний метаморфізм, проходить під впливом петростатичного і спрямованого тиску, пов'язаного з тектонічними рухами земної кори, із складкоутворенням, розривними порушеннями, які супроводжуються явищами ковзання. Водночас діє і температурний чинник. Під впливом однобічного тиску всі лускуваті, листуваті, пластинчаті мінерали і породи зазнають певного закономірного паралельного орієнтування. Внаслідок динамометаморфізму виникає типова сланцювата текстура, або сланцюватість. Крім такої текстури спостерігається також смугастість (шаруватість), яка виявляється в чергуванні шарів різного мінерального складу, різного кольору або смуг мінералів різного розміру.

Регіональний метаморфізм – найважливіший і значно поширений вид метаморфізму. Він охоплює великі простори і великі товщі різноманітних гірських порід. Регіональний метаморфізм має місце майже завжди в рухомих зонах земної кори – геосинклінальних ділянках. Товща гірських порід, найчастіше осадового походження, внаслідок повільного опускання якої-небудь ділянки земної кори і підймання товщі осадів занурюється в глибокі надра Землі. Високі тиск і температура призводять до корінних змін стану цих порід.

Регресивний (ретроградний) метаморфізм виникає в тому випадку, коли глибоко-метаморфізовані породи внаслідок підймання до поверхні піддаються дії більш низькотемпературних процесів (наприклад, карбонізація

і процес утворення мінералів, які містять гідроксильні групи). Регресивний метаморфізм відбувається за нижчих температур і тисків, ніж звичайний прогресивний.

Ударний (імпактний) метаморфізм виникає під дією на гірські породи потужної ударної хвилі, спричиненої падінням на землю великих метеоритів, і супроводжується виділенням великої кількості енергії. В разі утворення метеоритного кратера породи руйнуються, переміщуються, плавляться і випаровуються.

1.2.3. Екзогенні процеси мінералоутворення

Екзогенні процеси виявляються в дії атмосферних агентів, поверхневих водних розчинів і біологічній діяльності живих організмів. Під впливом цих агентів мінерали ендегенного походження зазнають глибоких хімічних, фізико-хімічних перетворень, подрібнюються.

Вивітрювання – це процес зміни фізичного стану і хімічного складу мінералів і гірських порід під дією фізичних, хімічних і біологічних чинників. Розрізняють три види вивітрювання: фізичне, хімічне, біологічне. Всі ці процеси в земній корі відбуваються одночасно, але один з них, як правило, переважає, що пов'язано з фізико-географічними і кліматичними особливостями того чи іншого регіону.

Фізичне вивітрювання – це процес зміни фізичного стану мінералів і гірських порід без зміни їхнього хімічного складу. У процесах фізичного вивітрювання велику роль відіграють коливання температури, механічна дія води, атмосфери, живих організмів. Фізичне вивітрювання призводить до подрібнення порід і мінералів на невеликі уламки, що зумовлює збільшення поверхні їх зіткнення з повітрям, водою, тобто значною мірою сприяє хімічному вивітрюванню.

Хімічне вивітрювання – це процес зміни хімічного складу мінералів. Основними агентами хімічного вивітрювання є атмосферна і підгрунтова вода та гази. Атмосферна вода завжди містить у розчиненому стані деяку кількість вуглекислого газу, кисню та інших газів, поглинених із повітря. Вона є добрим розчинником, викликає процеси гідратації, електролітичної дисоціації, гідролізу. Дія атмосферного повітря зумовлена вмістом у ньому водяної пари, кисню і вуглекислого газу. Важливе значення в разі хімічного вивітрювання мають виділені рослинами в процесі життєдіяльності або під час розкладання їхніх решток органічні кислоти. Велику роль у цьому процесі відіграють бактерії, які внаслідок своєї життєдіяльності утворюють активні кислоти: карбонатну, сульфатну, нітратну.

Окиснення – значно поширений процес у зоні вивітрювання. Окисненню піддаються багато мінералів – сульфіди, оксиди, силікати, органічні сполуки.

Біологічне вивітрювання – це процес зміни фізичного стану і хімічного складу мінералів і гірських порід за участю живих організмів. Внаслідок

життєдіяльності живих організмів гірська порода збагачується головними елементами живлення рослин (азотом, фосфором, калієм) і набуває нової властивості – родючості.

Осадний процес. Великі маси зруйнованих порід і мінералів переміщуються проточними водами. Після цього відбувається сортування і перевідкладання продуктів вивітрювання. Так утворюються механічні осади, до яких належить основна маса уламкових гірських порід (гравій, галька, пісок та ін.). Важливу роль в утворенні екзогенних мінералів відіграють справжні і колоїдні розчини. В озерах, морях можуть скластися такі умови, коли розчинені речовини випадатимуть в осад. Так виникли гіпс, галіт, карналіт та ін. Це хімічні осади. Фізико-хімічні осади утворюються під час коагуляції колоїдів. Гелі з часом втрачають воду і переходять у приховано кристалічні агрегати.