

5.2.2. Процеси вивітрювання

Вище зазначалось, що під вивітрюванням слід розуміти сукупність фізичних, хімічних та біологічних процесів, які ведуть до перетворення та руйнування гірських порід і мінералів в приповерхневій частині земної кори. Ці перетворення залежать від багатьох факторів: коливань температури, хімічної дії води, вуглекислоти, кисню та інших газів, які знаходяться в атмосфері; дії органічних речовин, що утворюються як за життя рослин і тварин, так і при їх відмиранні та розкладанні; діяльності людини, тощо. З цього випливає, що процес вивітрювання відбувається на межі взаємодії різних за фізичним та хімічним станом фаз – земної кори, атмосфери, гідросфери та біосфери. Частина земної кори, в якій відбувається перетворення мінеральної речовини, тобто безпосередньо протікає процес вивітрювання, називається **зоною вивітрювання**, або **зоною гіпергенезу** (грецьк. “*giper*” – над, зверху). Інтенсивність вивітрювання залежить від клімату, рельєфу, ступеня розвитку органічного світу та часу. Різноманітне поєднання перелічених факторів зумовлює складність і чисельність форм проявлення самого процесу. Особливо велике значення при цьому належить клімату, який є однією з головних причин і рушійною силою вивітрювання. З усієї сукупності кліматичних елементів провідна роль залишається за температурним та водним режимами. Залежно від значення тих або інших факторів процес вивітрювання умовно поділяється на три взаємозв'язаних типи: фізичне вивітрювання, хімічне вивітрювання та біогенне вивітрювання.

Фізичне вивітрювання – це зміни фізичного стану та руйнування гірських порід і мінералів під впливом дії температурних коливань, замерзання води та танення криги в тріщинах і порах гірських порід, кристалізації солей, клиноподібних дій кореневої системи рослин і їх життєдіяльності. Залежно від природи головного фактору, який призводить до вивітрювання, розрізняють температурне та механічне вивітрювання.

Температурне вивітрювання відбувається під дією добових і сезонних коливань температури, що спричинює нерівномірне нагрівання і охолодження гірських порід. При цьому мінеральні зерна, які складають гірські породи, збільшуються в об'ємі при підвищенні температури, та зменшуються при її зниженні. Таким чином, у гірських породах поперемінно виникають сили стиснення та розтягування. Вивітрювання порід під впливом зміни температурного режиму найінтенсивніше протікає в приповерхневій частині шару породи (від 20 см до 1-2 метрів), і у полімінеральних гірських породах, тобто породах, складених з декількох мінералів. Відомо, що різні мінерали характеризуються неоднаковими коефіцієнтами об'ємного розширення, в зв'язку з чим, внаслідок змін температури вони зазнають і різної зміни об'єму. Разом з тим, коефіцієнт лінійного розширення навіть в одному і тому ж мінералі змінюється залежно від напрямку в кристалі (*явище анізотропії*). Так, значення коефіцієнту лінійного розширення у кристалах кварцу та кальциту в напрямку, перпендикулярному до потрібної осі, майже вдвічі перевершує значення такого ж коефіцієнта в напрямку, паралельному до потрібної осі. Внаслідок цього, при зміні температури виникає внутрішня напруга і в мономінеральних породах.

В результаті тривалої дії коливань температури та різних коефіцієнтів розширення мінералів взаємне зчеплення окремих мінеральних зерен у породі послаблюється і, вона розтріскується та розпадається на окремі уламки. Інтенсивність цього процесу буде також залежати від забарвлення гірської породи та розмірів мінеральних зерен, які її складають. Відомо, що під впливом сонячного проміння (інсоляції) значно сильніше нагріваються темnobарвні мінерали. Відповідно, темnobарвні, а також грубозернисті породи будуть руйнуватись швидше, ніж світлі породи або породи, складені дрібними зернами мінералів.

Температурне вивітрювання найінтенсивніше протікає в областях, які характеризуються різкими контрастними змінами температур, сухим повітрям і відсутністю або слабким розвитком рослинного покриву, який пом'якшує температурну дію на

гірські породи. Особливо інтенсивне таке вивітрювання в пустелях, де кількість атмосферних опадів не перевищує 200-250 мм на рік, практично відсутня хмарність, великий дефіцит вологи, а добові коливання температури досягають 40-50 °С при зниженні відносної вологості в літній період до 10%. За таких умов гірські породи вдень під дією сонячного проміння нагріваються до температури, яка значно перевищує температуру повітря, а ночами відбувається їх сильне охолодження, що призводить до лущення, або *десквамації* порід. В результаті цього явища від поверхні гірських порід відшаровуються луски або товсті пластини, паралельні до поверхні породи. Припускається, що це зумовлено стисненням гірських порід, спричиненим нічним охолодженням. Цей процес поширюється від поверхні у глибину, на своєму шляху він наштовхується на залишкове розширення порід від денного нагрівання і, в результаті, виникають тріщини та відбувається відшаровування по них лусок.

Температурне вивітрювання також інтенсивно протікає на вершинах та гірських схилах непокритих снігом і кригою, де повітря чистіше, прозоріше і інсоляція значно інтенсивніша в порівнянні з прилеглими рівнинами. Разом з тим, в гірських районах денна температура може досягати +20 – +30 °С, а нічна понижується до точки замерзання.

Механічне вивітрювання відбувається під впливом механічної дії сторонніх агентів. Як приклад можна навести процес замерзання води. Коли вода трапляє у пори або тріщини гірських порід, де згодом – замерзає, її об'єм збільшується на 9-10%, при цьому виникає великий тиск на стінки тріщин або пор. Сила, зумовлена зростанням тиску, долає опір гірських порід або мінералів на розрив і вони розколюються на окремі уламки. Найінтенсивніше руйнівну дію спричиняє вода, яка замерзає у тріщинах гірських порід. Внаслідок замерзання води легко руйнуються також пористі породи в яких порожнини пор займають до 10-30% об'єму. Процеси, пов'язані з дією води, яка періодично замерзає, ще називають *морозним вивітрюванням*.

Воно спостерігається у високих (полярних та субполярних) широтах, а також в гірських районах вище снігової лінії.

Аналогічну механічну дію на гірські породи має і коренева система дерев та рослин. Одночасно з ростом дерев збільшуються і розміри їхнього коріння. Воно з великою силою тисне на стінки тріщин і поступово, за принципом роботи клину, розширює їх, що призводить до розколювання породи на окремі брили та уламки. У деяких випадках частина таких брил виштовхується корінням на поверхню.

Такі тварини, як земляні черв'яки, мурашки та численні гризуни, які живуть у норах, теж сприяють механічному вивітрюванню. Вони розпушують породи, виштовхуючи пухкий матеріал назовні.

Розколювання, або *дезінтеграцію* порід спричиняє також ріст кристалів у капілярних тріщинах і порах. Таке явище характерне для районів з сухим кліматом, де протягом світлового дня, коли температура поверхні максимально прогрівається, капілярна вода піднімається догори та випаровується, а солі, які містилися у ній, кристалізуються, що і призводить до порушення монолітності гірської породи та її руйнування.

Особливо серед видів механічного руйнування порід слід відзначити діяльність людини. Проводячи певні роботи, пов'язані з механічною дією на гірські породи (вибухи, буріння, руйнування порід відбивними інструментами з метою проходки гірничих виробок, тощо), людина таким чином впливає на зміну внутрішнього фізичного стану порід. Під впливом ударів, вибухів, тощо, у породах утворюються численні, різні за розмірами тріщини, при цьому кількість мікротріщин набагато перевищує кількість макротріщин. Проте, навіть виникнення мікротріщин порушує монолітність гірської породи і закладає основу для подальшого її руйнування під впливом інших факторів.

Одночасно з фізичним вивітрюванням в областях, які характеризуються промивним типом режиму зволоження, відбуваються процеси, що спричиняють хімічні зміни у складі

гірських порід і, нерідко, супроводжуються утворенням нових мінералів.

Як вже зазначалось, при механічній дезінтеграції (розколюванні) гірських порід виникають численні мікро- та макротріщини, що сприяє проникненню в них води та газів. Це створює умови для активізації хімічних та біохімічних реакцій, що зумовлюють **хімічне вивітрювання**, яке на відміну від фізичного призводить до зміни хімічного та мінерального складу порід. Воно спричиняє зміни в гірських породах не тільки під впливом води, або збільшення ступеня вологості, але й в результаті міграції найбільш рухомих хімічних компонентів. Сама вода з розчиненими в ній солями виступає в ролі хімічної речовини, здатної викликати певні реакції при сполученні з певними мінералами. Це може призводити до розчинення цих мінералів, вилуговування їх, тощо. З цього можна зробити висновок, що головним фактором хімічного вивітрювання є вода, яка у поєднанні з киснем, вуглекислою, органічними та іншими кислотами, підвищує свою активність щодо хімічного перетворення гірських порід.

Залежно від напрямку проходження реакцій до хімічного вивітрювання належать: окислення, гідратація, розчинення та гідроліз.

Окислення проявляється через перехід закисних низьковалентних сполук в окисні високовалентні з приєднанням кисню. Хімічна активність кисню різко зростає у водному середовищі. При цьому властивість атмосферного кисню розчинятися в холодній воді (при 0 °C) майже вдвічі вища за таку ж у теплих водах (при 25 – 30 °C), що, відповідно, підвищує інтенсивність окислювальних процесів у холодних природних водах.

Процеси окислення відбуваються як на земній поверхні, так і в зоні проникнення атмосферних вод у глибини земної кори. Межа, нижче якої окислювальні процеси відсутні, залежить від речовинного складу та водопроникності гірських порід, глибини залягання підземних вод, характеру рельєфу місцевості та інших умов. Так, наприклад, у гірських областях окислювально-

відновна границя знаходиться приблизно на глибині 1000 м, а на заболочених рівнинах вона майже співпадає з земною поверхнею. Здебільшого вважається, що глибина зони окислення на континентах визначається рівнем ґрунтових вод.

Окислюються найшвидше мінерали та гірські породи, які містять залізо, сірку, ванадій, марганець, нікель, кобальт та інші хімічні елементи, що легко взаємодіють з киснем, а також органічні речовини. Початок процесу окислення макроскопічно розпізнається за зміною забарвлення гірських порід. Внаслідок окислення заліза породи набувають жовтого, бурого або червоного кольору; якщо в них присутня мідь, колір набуває синьо-зелених відтінків, а породи що містять вуглець втрачають свій чорний колір та стають світлими.

У процесі окислення вивітрілі породи значно зменшують свій об'єм в порівнянні з первинним, що спричинено виносом з них легкорозчинних летких новоутворених сполук, а це, відповідно, сприяє розвитку пористості.

Окисленню підлягають не тільки гірські породи, але й самі продукти вивітрювання, особливо ті, які знаходяться у верхніх горизонтах зони вивітрювання та містять велику кількість відмерлої органіки. Розклад органічної речовини спричиняє до утворення кисневих сполук простого складу, таких як вода, вуглекислота, сульфати, фосфати, карбонати та інші, які інтенсифікують процес окислення.

Особливого значення набуває процес окислення при видобутку, складуванні та транспортуванні сульфідних руд і вугілля. Встановлено, що інтенсивність хімічного вивітрювання тим вища, чим сильніше подрібнений вихідний матеріал. При цьому, хімічні реакції супроводжуються виділенням великої кількості тепла, що може спричинити самозаймання. В зв'язку з цим, при видобутку горючих корисних копалин, таких як вугілля, особливо слід звертати увагу на ступінь подрібнення порід. Це має велике значення, насамперед, при складуванні та транспортуванні вугілля.

Гідратація – це процес хімічної взаємодії води у рідкому або газоподібному стані з мінералами та гірськими породами. В

результаті гідратації, яка нерідко супроводжує процеси окислення, відбувається перебудова внутрішньої структури мінералу внаслідок приєднання до нього молекул води. Сам процес супроводжується значним збільшенням об'єму, якщо тільки при цьому не виносяться які-небудь легкорозчинні компоненти. Ріст об'єму мінералів або порід, які піддаються процесу гідратації, спричиняє виникнення у них внутрішніх напруг, що призводить до утворення численних тріщин і навіть до зміни первинного залягання порід.

Розчинення, або перехід мінеральних речовин в розчин пов'язано з комбінованою дією на материнську породу води та вуглекислоти, мінеральних і органічних кислот. Мінерали розчиняються по-різному і інтенсивність розчинення гірських порід залежить, в першу чергу, від їх мінерального складу та від хімічної активності розчинника.

Найкраще розчиняються, осадові гірські породи і в значно меншій мірі – магматичні та метаморфічні. З мінералів за рівнем розчинності на перше місце слід поставити хлориди, які можуть існувати в земній корі у твердому вигляді тільки за умови відсутності води. Слабше розчиняються сульфати, і ще менше – карбонати. Швидкість розчинення карбонатів, на відміну від хлоридів та сульфатів, значно збільшується при пониженні температури розчину. Ці особливості мінералів і гірських порід обов'язково слід враховувати при проходженні гірничих виробок, а також при видобутку корисних копалин або проведенні гірничих робіт з використанням води та інших розчинів.

Розчиненню мінералів і гірських порід сприяють також численні органічні кислоти, які виробляються рослинами та мікроорганізмами. Деякі з них володіють здатністю при слабкій концентрації розчиняти високостійкий кварц, скло і навіть металічне олово.

Підпорядковане місце у загальному процесі розчинення гірських порід належить також мінеральним кислотам (соляній, сірчаній, азотній та іншим).

Розчинення гірських порід і мінералів найінтенсивніше відбувається на континентах в умовах вологого та теплого

клімату. Проте і у морських басейнах також спостерігається процес хімічного розкладу гірських порід, який одержав назву *гальміроліза*.

Слід також зауважити, що пізнання законів перебігу природних процесів окислення та розчинення мінералів і гірських порід дозволило застосувати ці знання для створення нових геотехнологічних методів розробки корисних копалин, і, насамперед, методу вилуговування.

Гідроліз – це процес розкладу мінералів під впливом водних розчинів, через руйнування та перебудову кристалічних ґраток. Він характерний для сполук сильних основ (лугів, лужних земель) та слабких кислот. При цьому відбувається винос легко розчинних сполук, таких як луки, лужноземельні сполуки та приєднання гідроксильних іонів, що призводить до утворення слабозчинних у нових умовах продуктів розкладу первинних мінералів. З явищем гідролізу пов'язаний хімічний розклад важкорозчинних мінералів і, насамперед, силікатів та алюмосилікатів, які належать до найпоширеніших мінералів земної кори.

При вивітрюванні кислих магматичних і близьких до них за складом метаморфічних порід першочерговому розкладу підлягають слюди (біотит, мусковіт, серицит), які перетворюються у каолініт. Згодом відбувається руйнування рогової обманки з утворенням нонтроніту та гетиту. В останню чергу, розкладу підлягають польові шпати, з утворенням в результаті цього процесу гідрослюд і каолініту.

Таким чином, гідроліз не тільки призводить до руйнування мінералів, але разом з тим породжує нові.

Вище неодноразово вказувалося на значення живих та відмерлих представників органічного світу в процесах вивітрювання. Це роль кореневої системи та тварин при механічному вивітрюванні, а також органічних кислот – при хімічному. В зв'язку з цим, окремими дослідниками виділяється і третій вид вивітрювання – **біогенне вивітрювання**, яке підпорядковане законам розвитку біосфери.

Вчення про біосферу та геологічну роль організмів було започатковане В.І.Вернадським, який запровадив поняття про “живу речовину” як перманентний геологічний чинник, акумулятор та перерозподільник сонячної енергії. Він писав: *“Забираючи енергію Сонця, жива речовина створює хімічні сполуки, при розпаді яких ця енергія вивільнюється в формі, що може виконувати хімічну роботу. Завдяки цьому жива речовина з хімічної точки зору є активною формою матерії, хімічна енергія якої може бути перетворена в інші форми енергії – механічну, теплову і т.д. Мінерали, хімічні молекули, які утворюються за участі живої речовини, також є носіями тієї ж енергії, витоки якої знаходяться у випромінюваній енергії Сонця. Жива речовина є формою активізації матерії, і ця енергія тим більша, чим більша маса живої речовини”*.

Подальший розвиток ідеї В.І.Вернадського про геологічну роль організмів отримали в працях Б.Б.Полинова, О.П.Виноградова та інших.

Біохімічний вплив на гірські породи починається вже з першим заселенням скельних поверхонь гірських порід різноманітними мікроорганізмами, лишайниками, мохами. В результаті такої взаємодії на скельній поверхні після їхнього відмирання з'являються заглиблення, заповнені відмерлою органічною речовиною (біомаса мікробних та інших тіл). Все це готує умови для подальшого заселення скель вищими рослинами та фауною, яка їх супроводжує. Роль організмів у хімічному вивітрянні визначається тим, що вони забирають із зруйнованих порід хімічні елементи у відповідності до своїх потреб, як поживні речовини. До таких елементів відносяться *P, N, Cl, K, Ca, Mg, Na, Mn, B*, а також *Si, Al, Fe* та інші. Разом з тим слід зазначити, що організми не тільки беруть участь у розкладанні первинних мінералів та засвоєнні їхніх елементів, але й у побудові з цих елементів особливих біогенних сполук, які зберігаються після відмирання та мінералізації органічної речовини. Таким чином, відбувається біологічний кругообіг речовини, характерний для верхньої частини кори вивітряння і особливо ґрунтового покриву, основною властивістю якого є

певна циклічність і спрямованість розвитку – від поглинання живими організмами елементів із зруйнованих порід до відмирання організмів, мінералізації органічної речовини та повернення елементів у довкілля в новій якості.

Окрім цього, велике значення в процесах вивітрювання відіграють:

- виділення кисню при фотосинтезі;
- утворення органічних кислот та CO_2 , які значно підвищують інтенсивність процесів розчинення та гідролізу мінералів.

Інтенсивність впливу органічного світу на гірські породи залежать від рослинних груп, притаманних різним кліматичним зонам і відповідної кількості біомаси. Так, наприклад, у тайзі щорічно відмирає приблизно 35-55 ц/га органічної речовини, а у вологих тропічних лісах ця цифра досягає 259 ц/га. Внаслідок цього, в тропічних гумідних лісах ґрунтова вода характеризується кислою реакцією та найактивніше діє на мінерали гірських порід, руйнуючи їх кристалохімічні зв'язки.

Таким чином, вплив органічного світу на гірські породи зводиться або до фізичного (механічного) руйнування, або ж до хімічного розкладу. Це ще раз підкреслює умовність поділу вивітрювання на фізичне та хімічне. Це поєднані процеси, які характеризуються складною взаємодією і розвиваються вони одночасно, особливо у верхньому шарі ґрунтів та материнських гірських порід. Можна лише говорити про переважання фізичного або хімічного вивітрювання залежно від клімату, рельєфу, складу гірських порід та інших факторів.

В природних умовах спостерігається нерівномірність вивітрювання гірських порід. Це пов'язано з різною інтенсивністю тріщинуватості останніх. Вище зазначалось, що тріщини, а також відкриті пори слугують основними шляхами проникнення води та інших компонентів атмосфери у надра. В результаті такого нерівномірного вивітрювання утворюються значні за розмірами від'ємні форми рельєфу, іноді з вертикальними схилами. В шаруватих та неоднорідних за твердістю і складом товщах гірських порід вивітрюванню

підлягають насамперед менш міцні породи, що призводить до утворення останців твердих порід, які нерідко спричиняють обвали.

Основним продуктом процесів вивітрювання є так звані **кори вивітрювання**.

Корами вивітрювання називають всю сукупність продуктів фізичного, хімічного та органічного вивітрювання. Розрізняють **рухомі** та **залишкові** продукти вивітрювання. Рухомі продукти вивітрювання це ті, які перенесені водою, вітром або іншими агентами на певну відстань від місця руйнування породи, а залишкові, відповідно, залишилися на місці первинного залягання материнських порід.

Залишкові продукти вивітрювання – це один з важливих генетичних типів континентальних утворень і називаються **елювієм** (лат. “*елювіо*” – *вимивати*). Він складається з погано відсортованої суміші щебіню, жорстви, піску та глини і являє собою розпушену масу, яка за речовинним складом подібна до складу материнських порід, що її підстеляють. Елювій, в утворенні якого основна роль належала біохімічним агентам, і в складі якого присутня органічна речовина (гумус), називається **грунтом**.

Найсприятливішими умовами для формування потужної кори вивітрювання характеризуються ділянки з відносно вирівняним рельєфом поверхні материнських порід в областях з теплим вологим кліматом та великою кількістю органічної речовини. В межах молодих гірських районів, що характеризуються активними тектонічними рухами та активними процесами виносу зруйнованого матеріалу, за якими “не встигають” процеси вивітрювання, утворюються малопотужні кори вивітрювання, так як і в зонах з холодним і сухим кліматом.

Виділяють чотири стадії розвитку кори вивітрювання:

- переважання фізичного вивітрювання та накопичення продуктів грубого механічного руйнування;
- виносу в процесі гідролізу легкорозчинних компонентів (здебільшого вилуговання);

– утворення залишкових глин – каолінів та виносу з материнських порід кальцію, калію та магнію;

– утворення латеритів.

З розвитком кори вивітрювання у глибину утворюються чотири послідовних перехідних зони від свіжих незмінених корінних порід до продуктів повного хімічного вивітрювання (рис. 5.1):

1. *Монолітна зона* з прихованою тріщинуватістю (I), в межах якої породи не мають видимих ознак подрібнення, але вже зазнали руйнування зв'язків між мінералами, що їх складають.

2. *Брилова зона* (II), головною ознакою якої є наявність тріщин вивітрювання, які сприяють розпаданню породи на окремі брили.

3. *Зерниста або дрібноуламкова зона* (III), в межах якої елювій складається з дрібних уламків або окремих мінеральних зерен.

4. *Глиниста зона* (IV), здебільшого складена вторинними мінералами з домішками дрібноуламкового матеріалу.

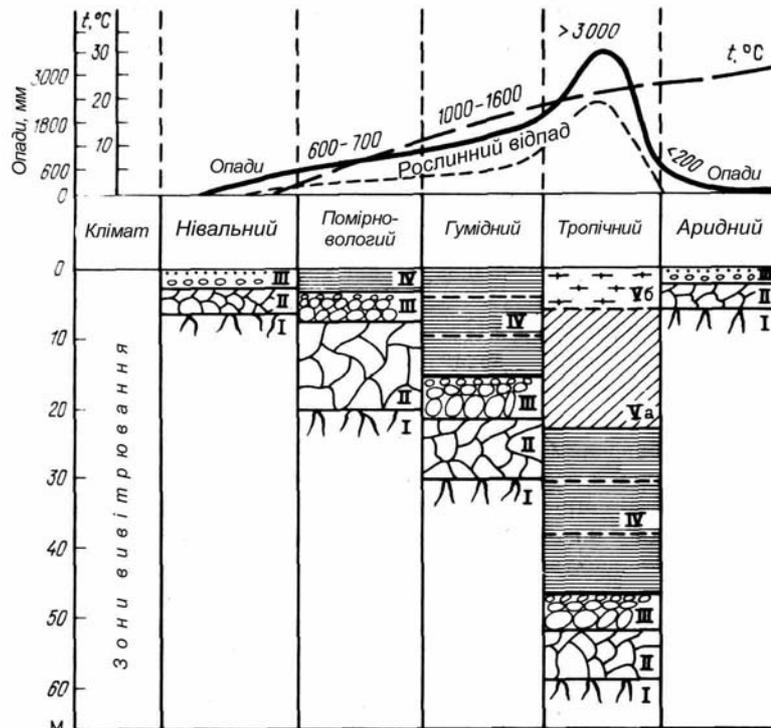


Рис.5.1. Схематичний розріз кори вивітрювання в різних кліматичних зонах.

Межі між зазначеними зонами нерівні, нечіткі і можуть з часом, по мірі розвитку кори вивітрювання переміщуватися на глибину.

Інтенсивність процесів вивітрювання залежить від кліматичної обстановки, а це, в свою чергу, зумовлює утворення різних типів кори вивітрювання. В областях полярного та нивального (холодного) клімату, де переважає морозне вивітрювання, профіль кори характеризується чітко вираженими трьома зонами (знизу догори): монолітна (прихованої тріщинуватості) (I), брилова та щєбінчаста з ознаками

жорстк'яно-піщанистої (II). Остання (III) представлена незміненими дрібними уламками первинних порід.

В умовах теплового і вологого клімату, який характеризується інтенсивним перебігом хімічного вивітрювання, присутня і четверта зона (IV), складена глинистим матеріалом гідрослюдиного складу.

При теплому кліматі з помірною вологістю, тобто гумідному (вологодному), потужність глинистої зони зростає до 15-25 м за рахунок хімічних перетворень мінеральної речовини (IV).

В умовах спекотного та вологого клімату тропіків і субтропіків потужність кори вивітрювання досягає 40-60 м. У верхній частині її розрізу, що характеризується інтенсивним гідролізом алюмосилікатів, відбувається накопичення оксидів та гідроксидів алюмінію і заліза, а також частково кремнію (V). Внаслідок цього, елювій в сухому стані наближається за твердістю до цегли і має червоний колір. У зв'язку з цим, такі зони вивітрювання називають *латеритними* (латин. "латер" – цегла). За мінеральним складом і фізико-механічними властивостями латеритна зона ділиться на підзону червоноземів (V, а) і підзону щільних порід грубо- та дрібноуламкової будови, що нагадує панцир. Такі утворення називаються *кірасами* (V, б). Потужність зони латеритів може досягати 15-20 м.

В областях аридного (сухого) клімату пустель та напівпустель, за нестачі води, міграція активних речовин дуже обмежена і елювіальний покрив формується, здебільшого, внаслідок фізичного вивітрювання. Кори вивітрювання тут представлені нагромадженням уламків порід і мінералів різного розміру. Хімічне вивітрювання проявляється локально, у вигляді пустельної засмаги, гіпсових кірок та солончаків.

Залежно від умов утворення та за формою кори вивітрювання поділяються на *площові* і *лінійні*. Площові кори вивітрювання займають великі території і у вигляді чохла перекривають материнські породи, з яких вони утворилися. Здебільшого це пластоподібні за формою та зональні за будовою тіла, потужність яких змінюється від десятків сантиметрів до перших десятків метрів.

Лінійні кори вивітрювання формуються вздовж систем тріщин на контакті різних за складом гірських порід і характеризуються жилоподібною формою. Протяжність таких тіл за простяганням досягає сотень і навіть тисячі метрів, а на глибину вони поширюються від декількох десятків метрів до 100-200 м.

Підводячи підсумок під короткою характеристикою процесів вивітрювання, слід зазначити, що вони мають великий вплив на всебічне перетворення верхніх горизонтів земної кори. В процесі вивітрювання, як це неодноразово зазначалося, насамперед відбувається подрібнення та хімічний розклад щільних і міцних гірських порід і перетворення їх у пухкі утворення. Збільшення під впливом фізичного вивітрювання тріщинуватості та пористості порід, а також зміна їхнього мінерального складу і первинних текстурно-структурних особливостей при хімічному вивітрюванні, ведуть до зміни фізико-механічних властивостей порід. Відповідно, вивітрені гірські породи характеризуються підвищеним водопоглинанням. Разом з тим, показники їх стійкості значно нижчі, ніж у незмінених гірських породах. У зв'язку з цим, вивітрілі породи дуже нестійкі в природних відслоненнях, підземних гірничих виробках, бортах кар'єрів, тощо. Вони є середовищем зародження осипів, обвалів, осувів та інших подібних явищ. У гірничій практиці, враховуючи важливе значення фізико-механічних властивостей порід, застосовується показник, який відображає ступінь вивітрілості, або **коефіцієнт вивітрілості порід**. Він виражає відношення величини щільності вивітрілої породи до щільності тої самої, але свіжої, невивітрілої і характеризує зменшення щільності та стійкості породи під впливом фізичного і хімічного вивітрювання.

Важливого значення набуває правильна оцінка властивостей вивітрілих гірських порід при проектуванні кар'єрів, розрахунках крутизни та конструкції укосів бортів останніх, а також при підрахунках запасів кондиційних блоків природних будівельних матеріалів і при встановленні потужності зони змиву вивітрілих порід і розрахунках глибини закладення фундаменту при будівництві інженерних споруд.

З процесами вивітрювання пов'язане утворення та численні зміни різноманітних родовищ корисних копалин. Такі продукти фізичного вивітрювання як щебінка, гравій, пісок і глина є цінними будівельними матеріалами, які використовуються в різних галузях народного господарства. В результаті утворення елювію з первинних порід звільняються стійкі мінерали, які складають розсіпні родовища золота, платини, каситериту, алмазів, та інші. В процесі хімічного вивітрювання формуються родовища каолінів, бокситів, нікелевих, залізних та марганцевих руд. Але основним найціннішим продуктом процесів вивітрювання є ґрунти, які утворюються при складних біохімічних перетвореннях верхньої частини кори вивітрювання. Головною особливістю ґрунтів, а точніше їхнього верхнього, збагаченого органічними рештками (гумусом) шару є родючість, яка і надає їм такого важливого значення в житті людини.

Запитання для самоперевірки

- 1. Які види вивітрювання вам відомі ?*
- 2. Що таке фізичне вивітрювання, і які основні агенти його зумовлюють ?*
- 3. Охарактеризуйте хімічне вивітрювання.*
- 4. Що таке елювій і делювій ?*
- 5. Що таке латерити ?*
- 6. Що таке кори вивітрювання?*
- 7. Охарактеризуйте профіль кори вивітрювання в областях з гумідним і аридним кліматом.*
- 8. Які корисні копалини пов'язані з продуктами вивітрювання.*