

ЛЕКЦІЯ № 5

ТЕМА: ВИВІТРЮВАННЯ ТА КОРИСНІ КОПАЛИНИ І ГРУНТОУТВОРЕННЯ

План лекції:

1. Екзогенні геологічні процеси.
2. Геологічна діяльність атмосфери.
3. Геологічна діяльність річок.
4. Геологічна діяльність підземних вод.
5. Яроутворення.
6. Обвальні і зсувні процеси.
7. Болотні потоки.

Основні поняття:

Екзогенні процеси, вивітрювання, ґрунт, площинний змив, яри, обвали, лавини, болотні потоки, русловий потік, повінь, поперечний профіль, форми рельєфу, пороги, переكاتи, водоспади, ерозія, тераси, підземні води, карст, грязьовий вулканізм, артезіанські басейни.

Екзогенні геологічні процеси від зародження і розвитку постійно відбуваються у верхніх шарах земної кори та на її поверхні. Основне спрямування цих процесів - це руйнування позитивних форм рельєфу, створених ендегенними процесами, та заповнення утвореними відкладами понижень. Головним джерелом їх енергії є Сонце, сили гравітації, атмосфера, поверхневі і підземні води.

Екзогенні процеси постійно протікають при нормальних значеннях температури і тиску, за ендеотермічною схемою, з поглинанням тепла. Вони спрямовані на диференціацію речовини земної кори. До них відноситься геологічна робота вітру і інших атмосферних агентів; поверхневих і підземних вод; морів, озер, океанів, боліт, льодовиків. Здійснюється ця робота шляхом руйнування гірських порід, захоплення і перенесення продуктів руйнування та їх відкладення. Інтенсивність цих процесів, в першу чергу, залежить від стійкості гірських порід та енергії екзогенних факторів.

Сукупність названих екзогенних процесів одержала назву **денудації**, яка разом з тектонічними рухами земної кори є визначальним фактором

розвитку рельєфу суходолу. В умовах тектонічної стабільності під дією денудації формуються денудаційні рівнини, пластові рівнини і пенеплени. Денудаційні процеси, у поєднанні з акумулятивними, є основними рельєфоперетворюючими екзогенними факторами.

Основним результатом екзогенних геологічних процесів є зміна речовинного складу верхньої частини земної кори, диференціація речовини за фізичними і хімічними властивостями, утворення товщ осадових гірських порід і згладжування форм рельєфу земної поверхні. В результаті вирівнюється рельєф місцевості, руйнуються цілі гірські системи і на їх місці формуються *денудаційні рівнини* або *пенеплени*. Отже, пенепленізація рельєфу і формування нових осадових порід - найважливіший результат діяльності факторів зовнішньої динаміки Землі.

Завдяки екзогенним процесам формуються також ґрунти і корисні копалини. Близько 60% світових родовищ корисних копалин тісно пов'язані з продуктами екзогенної діяльності. Поряд з цим, екзогенні процеси завдають значної шкоди. Руйнуються береги рік, озер і морів, відбуваються обвали і зсуви, сніжні лавини, розмиви і руйнування гірських схилів, утворення і ріст ярів, заболочення територій, просідання рельєфу, виникають карстові воронки тощо.

Геологічна діяльність атмосфери.

Атмосфера Землі - це газова оболонка, яка утримується силою тяжіння Землі та обертається разом із нею. Маса атмосфери становить $5,15 \times 10^{15}$ т і складає менше 0,000001 частини від маси Землі. До складу атмосфери входять азот (78%), кисень (21 %), аргон, неон, гелій, криптон та деякі інші постійні компоненти. До змінних складових атмосфери відносяться: водяна пара, озон і вуглекислий газ, які мають велике значення для атмосферних процесів. Основна маса водяної пари зосереджена у нижніх шарах атмосфери.

Незважаючи на порівняно незначну масу, атмосфера відіграє надзвичайно важливу роль у формуванні рельєфу планети і існування життя

на ній. Наявність в атмосфері газів та водяної пари позитивно сприяє її геологічній діяльності, особливо при вивітрюванні, вітрових процесах та водяній денудації континентів.

Процеси вивітрювання.

Гірські породи на поверхні Землі піддаються інтенсивному руйнівному впливу внаслідок атмосферних процесів. Залежно від факторів, що діють на гірську породу, та результатів, види вивітрювання поділяють на два типи - фізичне і хімічне вивітрювання. Обидва типи вивітрювання тісно пов'язані між собою. Вони діють спільно, але інтенсивність прояву кожного із них в різних регіонах неоднакова.

Окремо виділяється біологічне вивітрювання, пов'язане з впливом на гірські породи рослинних і тваринних організмів. Воно завжди супроводжує фізичне і хімічне вивітрювання у складному процесі ґрунтоутворення.

Фізичним вивітрюванням називається руйнування гірської породи без зміни її основного складу. Залежно від головного діючого фактору і характеру руйнування гірських порід, фізичне вивітрювання поділяють на температурне і механічне.

Температурне вивітрювання відбувається в результаті коливань добових і сезонних температур, які викликають по чергово нагрівання й охолодження гірських порід. Інтенсивність температурного вивітрювання залежить від складу породи, її структури і текстури, забарвлення, тріщинуватості та географічних факторів. Інші види зовнішнього механічного впливу не проявляються.

Вивітрювання гірських порід завжди починається з поверхні, поступово проникаючи на глибину аж до зони постійних температур. Температурне вивітрювання спостерігається в усіх кліматичних зонах, але найбільш інтенсивне воно на територіях з різким контрастом температур, сухим повітрям, відсутністю або слабким розвитком рослинного покриву. Такими областями на земній поверхні є пустелі (де амплітуда коливань добових температур досягає 50-60⁰С) та схили високих гір (де завдяки

прозорості повітря сильно проявляється сонячна радіація). Важливе значення має також петрографічний склад порід.

Особливо інтенсивно руйнуються полімінеральні гірські породи (граніти, сієніти, пісковики, гнейси) внаслідок різних теплофізичних властивостей мінералів, що їх утворюють.

Механічне вивітрювання відбувається під дією замерзання води у тріщинах і порах гірських порід, при кристалізації солей, при випаровуванні води. Воно тісно пов'язане із фізичним вивітрюванням. Надзвичайно сильним агентом руйнування гірських порід є вода. Оскільки при замерзанні і перетворенні в лід вона збільшує свій початковий об'єм на 9%, то утворений при цьому тиск (до 100 МПа), розширює стінки тріщин і розриває всі без виключення породи.

Подрібнення гірських порід здійснює також розкристалізація солей в умовах жаркого сухого клімату. Вдень, при сильному нагріванні сонцем, волога, що знаходиться в капілярних тріщинах, підтягується до поверхні. Солі, що знаходяться в ній, починають кристалізуватись. Під дією наростаючих кристалів тріщини розширюються, що призводить до порушення монолітності гірських порід та їх руйнування.

Хімічне вивітрювання є результатом взаємодії гірських порід зовнішньої частини літосфери з хімічно активними елементами атмосфери, гідросфери та біосфери. Найбільшу хімічну активність мають кисень, вуглекислий газ, вода і органічні кислоти. Вони забезпечують протікання основних хімічних реакцій руйнування - окислення, гідратації, карбонатизації, розчинення та гідролізу. Суть цих процесів полягає в корінній зміні мінералів і гірських порід та утворенні нових, відмінних від материнських.

Біологічне вивітрювання - це процес руйнування гірських порід живими організмами і рослинами. Особливо активно руйнують гірські породи мікроорганізми, які населяють верхній шар ґрунту. Поблизу поверхні

Землі їх вміст в 1 см^3 ґрунту складає сотні мільйонів, на глибині 1-2 м - десятки тисяч, а на глибині 4 м - сотні.

Прості рослини (лишайники і мохи) переважно є першими поселенцями на свіжовідслонених породах. В процесі їх життєдіяльності породи піддаються активному руйнуванню і розкладанню. Прості рослини готують ґрунт для проростання на поверхні або в тріщинах гірських порід більш високоорганізованих рослин. Деревя, завдяки розвитку кореневої системи, можуть розпушувати не тільки ґрунтовий шар, але й руйнують щільні корінні породи. Встановлено, що тиск, який розвивається в тканині коріння, може досягти 19 МПа. Навіть відмерлі рослини відіграють значну роль в руйнуванні гірських порід. Пов'язано це з набуханням відмерлої деревини після дощу та значним збільшенням її об'єму. Гірські породи руйнуються також за рахунок життєдіяльності звичайних дощових черв'яків, комах, землерийних тварин тощо.

Всі види вивітрювання здійснюють сукупний вплив на гірські породи. В результаті вони не тільки руйнуються, але й утворюють характерні відклади (рис. 5.1).

Елювій - це комплекс різнорідних пухких відкладів, що формуються при вивітрюванні корінних порід літосфери та залягають безпосередньо на місці утворення або поблизу від нього. Вони позбавлені візуально помітного зв'язку з материнською гірською породою. Товщина елювію змінюється від декількох міліметрів до десятків метрів. Гранітні маси здатні вивітрюватись з утворенням елювію до глибини 30 м, вапнякові породи - до 60 м, а глинисті - до 120 м.

Делювій - геологічні відклади, утворені завдяки акумуляції продуктів вивітрювання гірських порід, змитих зі схилів дощовими і талими водами. Відкладаються вони при крутизні схилів понад $2-3^0$, формуючи шлейфи з глинистих, глинисто-уламкових або піщано-уламкових порід. Для делювіальних відкладів характерні: паралельна до схилів шаруватість,

часткова обкатаність уламків, зменшення розмірів уламків угору по розрізу та вниз по схилу.

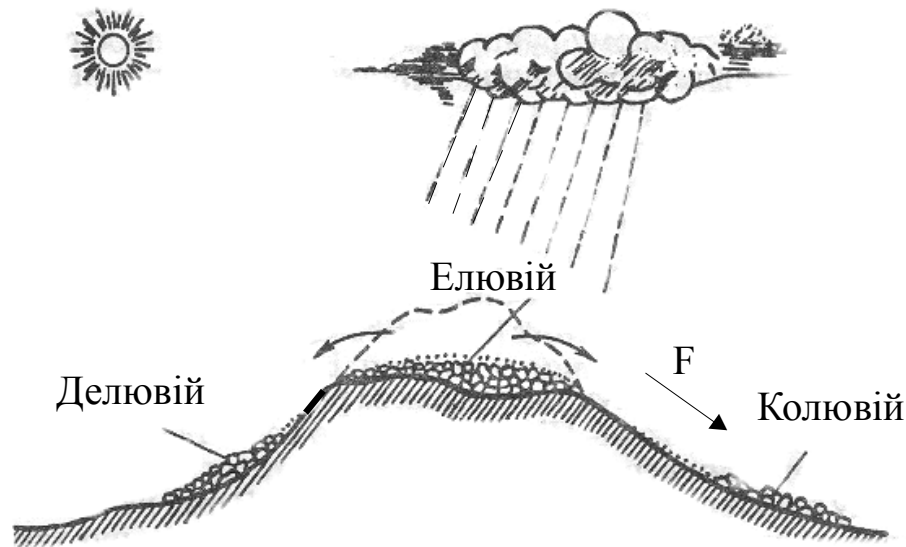


Рисунок 5.1 – Продукти вивітрювання

Елювій - це комплекс різномірних пухких відкладів, що формуються при вивітрюванні корінних порід літосфери та залягають безпосередньо на місці утворення або поблизу від нього. Вони позбавлені візуально помітного зв'язку з материнською гірською породою. Товщина елювію змінюється від декількох міліметрів до десятків метрів. Гранітні маси здатні вивітрюватись з утворенням елювію до глибини 30 м, вапнякові породи - до 60 м, а глинисті - до 120 м.

Делювій - геологічні відклади, утворені завдяки акумуляції продуктів вивітрювання гірських порід, змитих зі схилів дощовими і талими водами. Відкладаються вони при крутизні схилів понад $2-3^{\circ}$, формуючи шлейфи з глинистих, глинисто-уламкових або піщано-уламкових порід. Для делювіальних відкладів характерні: паралельна до схилів шаруватість, часткова обкатаність уламків, зменшення розмірів уламків угору по розрізу та вниз по схилу.

Колювій - це уламковий матеріал, який знесений з водорозділів на схили гір під дією сили тяжіння. Іноді не роблять відмінностей між колювієм і делювієм. Колювій, як і делювій, накопичується на гірських схилах і біля підніжжя гір у вигляді шлейфів. Однак ступінь відсортованості і зцементованості його уламків значно нижча, ніж у делювію. Колювій переважно утворюється біля підніжжя схилів гір і складається із гострокутних уламків та великих брил.

Процеси вивітрювання призводять до утворення в гірських місцевостях обвалів. Вони являють собою раптове, часто катастрофічне, переміщення величезних мас гірської породи до підніжжя. Утворенню обвалу сприяє виникнення тріщини або системи тріщин, по яких проходить відрив блоків породи. Морфологічним результатом обвалів є утворення стінок відриву гірських порід і ніш у верхніх частинах схилів та накопичення продуктів обвалу біля підніжжя.

Обвали невеликих мас породи, яка складається із уламків розміром не більше 1м^3 , називають каменепадами. Необхідно зазначити, що обвали й каменепади разом з осипами і лавинами є основним результатом процесу денудації схилів гір.

Вивітрювання призводить до утворення кори вивітрювання. **Кора вивітрювання** - це просторово витримана і генетично відокремлена континентальна геологічна формація. Вона складена досить обмеженим і своєрідним комплексом гірських порід. Вона утворюється в результаті строго спрямованої зміни мінеральних складових літосфери в зоні активної взаємодії з гідросферою та атмосферою за участю біосфери. Генетично кора вивітрювання належить до елювіальних утворень.

Формування кори вивітрювання відбувається в приповерхневих товщах земної кори в умовах стійкої і тривалої інфільтрації атмосферних вод. Це зумовлює фізичне руйнування і хімічне перетворення гірських порід і мінералів та диференційоване винесення елементів. Продукти зміни, які залишилися на місці свого утворення, називаються **залишковою корою**

вивітрювання. Перенесені на невелику відстань продукти, які не втратили зв'язку з материнською породою, - **перевідкладеною корою вивітрювання.**

Породи кори вивітрювання є носіями корисних копалин. З давніми корама вивітрювання пов'язана майже третина всіх хімічних елементів. В корі вивітрювання знаходяться родовища руд алюмінію, заліза, марганцю, нікелю, кобальту, урану, рідкісних елементів, барію, неметалічних корисних копалин (каоліни, вогнетривкі глини, магнезити тощо). З корою вивітрювання пов'язане утворення розсипів золота, платини, каситериту, титаномagnetиту, циркону, монациту, дорогоцінного каміння та інших корисних копалин, звільнених при вивітрюванні із гірських порід.

З продуктами руйнування гірських порід та особливо з біологічним вивітрюванням пов'язаний ще один важливий процес - процес **грунтоутворення.** Основним фактором, що його обумовлює, є вплив органічних речовин. Ґрунти слід розглядати як верхній шар кори вивітрювання, який сильно збагачений гумусом, тобто продуктами життєдіяльності організмів. В складі ґрунтів розрізняють тверду, рідинну і газоподібну фази. Тверда фаза складається із кварцу, польових шпатів, каолініту та ін. мінеральних утворень. Рідинну фазу складає вода із розчиненими в ній органічними і мінеральними сполуками. Газоподібну фазу - різні гази, що заповнюють вільні від води пори.

При зміні геологічних умов, ґрунти можуть перекриватися будь-якими континентальними відкладами. Вивчення таких захоронених ґрунтів (а також елювію) має надзвичайно важливе значення в геології і геоморфології. Воно дає можливість встановити історію геологічного розвитку окремих областей планети та історію розвитку рельєфу і клімату.

Геологічна діяльність річок.

Річка являє собою природний водний потік, що тече у виробленому ним річищі і живиться за рахунок стоку з площі свого водозбору. Місце, де ріка бере початок, називають її **витоком**, а місце впадання в іншу річку, озеро, море, океан - **гирлом річки.**

Основними характеристиками ріки є її довжина, площа водозбору, ширина і глибина річища, нахил русла, швидкість течії, величина водного та твердого стоків. Сукупність головної ріки та її приток утворює *річкову систему*, а вся площа, яка постачає цю систему водою, - *басейн річки*. Басейн однієї ріки відділяється від басейну іншої підвищеними ділянками суші, які називаються вододілами.

Разом з тимчасовими водними потоками, річки утворюють так званий русловий стік, робота якого, на відміну від площинного змиву, зосереджена у відносно вузькій долині, яка називається руслом. Річкові долини являють собою незамкнуті, лінійно витягнуті заглиблення, створені ерозійно-аккумулятивною діяльністю рік. Річкова долина складається із русла ріки, дна або заплави, річкових терас та корінних берегів. Існує декілька типів річкових долин. Серед них виділяють давні долини річкового стоку, долини сучасного річкового стоку та сухі долини, які тимчасово заповнюються потоками вод.

Ріки виконують надзвичайно велику роботу з руйнування корінних порід, транспортування продуктів руйнування та їх відкладення. Вони щорічно виносять в океани 36.6 млн. км³ води. В середньому за 1 с через поперечне січення усіх рік нашої планети протікає 1140 тис. км³ води. Вся вона поступає у Світовий океан.

Залежно від характеру рельєфу, ріки поділяють на рівнинні та гірські.

Рівнинні ріки протікають по рівнинній місцевості у відносно неглибоких, добре розроблених, широких долинах із великими заплавами.

Гірські ріки протікають у вузьких глибоких долинах з крутими схилами й кам'янистими річищами. Характеризуються вони великим нахилом і швидкістю течії, незначною глибиною і слабо звивистим річищем. Долини річок прямі або слабо звивисті. Біля витоків вони являють собою глибокі каньйони з вузьким дном (1-3 м), а нижче в межах гір долини переважно V-подібні. Річища вузькі, порожисті, з водограями. Швидкість течії від 1 до 4,5 м/с і більше. Нахили становлять 60-80 м/км у верхів'ях та 5-

10 м/км - у низинах. Живлення гірських річок України дощове, снігове і джерельне.

Каньйони - це вузькі глибокі долини з урвистими крутими (іноді східчастими) схилами і вузьким дном, яке часто повністю зайняте річищем. Вони характерні для плато, що складаються з горизонтально залягаючих осадових порід; для лавових покривів; для гірських районів, які інтенсивно піднімаються. Найчастіше каньйони пов'язані з розломними зонами. В Україні типовим є Великий каньйон Криму. Каньйоноподібний вигляд мають окремі ділянки річкових долин у Кримських горах, в Українських Карпатах, на Передкарпатті.

Незалежно від типу ріки, в ній прийнято виділяти три частини: верхню течію або верхів'я, яке примикає до витoku; середню; нижню течію або низовину, яка закінчується гирлом (місцем впадання ріки в будь-яку водойму). Ріки, особливо гірські, в нижній течії мають значно пологіший нахил русла, ніж у верхів'ї. Причому, у великих і багатоводних рік, нахил менший, а у малих рік - нахил крутіший.

Русло кожної ріки переважно має досить складну форму, яка визначається зміною нахилу поверхні. Форму русла прийнято оцінювати **коефіцієнтом звивистості**, який являє собою відношення дійсної довжини ріки, з врахуванням всіх її звивів, до найкоротшої відстані між витком і гирлом. Коефіцієнт звивистості визначається за формулою:

$$k = \frac{L}{l},$$

де k - коефіцієнт звивистості; L - дійсна довжина ріки; l - відстань по прямій лінії між витком та гирлом ріки.

Коефіцієнт звивистості рік може бути надзвичайно різним. Наприклад, для Дніпра він дорівнює 2,2; для Дону -2,5. Іноді його величина може доходити до 5-6 і навіть більше, залежно від звивистості ріки в тій чи іншій частині земної поверхні.

Залежно від інтенсивності живлення змінюється кількість і рівень води в ріці, а також швидкість її течії. Найбільш високий рівень води в ріці в період повноводдя називається *високим горизонтом*. Найбільш низький рівень води в ріці називається *меженним горизонтом*. Період різкого підняття води в ріці, викликаного проливними дощами, називається *паводком*.

Руйнівна сила рік називається річковою ерозією. Вона залежить від характеру руху води та її швидкості. Здатність ріки виконувати роботу визначається її енергією або живою силою. Кінематична енергія проточної води пропорційна масі води і швидкості течії ріки. Вона визначається за формулою:

$$E = \frac{mv^2}{2},$$

де E - енергія проточної води; m - розхід або маса води; v – швидкість течії ріки.

З даного рівняння видно, що чим більше в ріці води і чим більша швидкість течії, тим більшу роботу виконує ріка. Водночас слід відзначити, що при одній і тій же масі води, але при збільшенні швидкості течії, різко збільшується здатність ріки до перенесення уламків гірських порід. Так, відповідно до закону $E \propto v^2$, при збільшенні швидкості течії у два рази її здатність до транспортування збільшується у 4 рази, а при збільшенні у 3 рази - в 9 разів.

Таким чином, вода, протікаючи по поверхні різних гірських порід, виконує велику механічну роботу. Хімічний вплив річкових вод при цьому мінімальний.

Річкова вода, в першу чергу, розмиває дно свого русла, а потім руйнує свої береги, підмиваючи їх основу. Відповідно до цього, розрізняють *глибинну (донну)* і *бокову ерозії*. Практично в кожній окремій точці можна знайти одночасний прояв донної та бокової ерозій. Багаторічні

спостереження за ерозійними процесами показали, що ложе ріки руйнується під дією абразії, гідравлічного виорювання і розчинення.

Під абразією розуміється механічне руйнування дна ріки під дією ударів, тертя уламків та осадових частинок, які переносяться рікою.

Гідравлічне виорювання зумовлене оточуючою і розклинюючою дією та піднімальною силою рухомої води. Водотік здатний розпушувати, піднімати і перекочувати по дну частини породи і ґрунту, а також вибивати і захоплювати в рух частинки твердої породи.

Розчинення проходить за рахунок розчинної здатності води, яка містить діоксид вуглецю, органічні кислоти та інші реагенти, що підсилюють розчинну здатність води. За підрахунками вчених, на континентах щорічно розчиняється близько 5 млрд. тонн твердої речовини.

Кінцевою метою річкової ерозії є вироблення поздовжнього профілю рівноваги, який являє собою криву зміни висот дна ріки по всій її довжині - від витoku до гирла. Форма поздовжнього профілю ріки визначається первинним рельєфом місцевості, перепадом висот між витком і гирлом, кількістю приток, міцністю гірських порід ложа тощо. В міру ерозійної роботи ріки її поздовжній профіль постійно заглиблюється, наближаючись до рівня басейну, куди впадає ріка. Цей рівень отримав назву **базису ерозії**.

Схема вироблення поздовжнього профілю рівноваги ріки можлива тільки за умови однорідності складу гірських порід. В природі цей процес значно складніший. Зокрема, гірські породи, по яких тече водотік, переважно мають різну міцність. Тому, поздовжній профіль рівноваги ріки формується не по всій її довжині, а на окремих ділянках. При чергуванні м'яких і твердих порід у руслі, утворюються пороги, перекати і водоспади.

Пороги - це мілководні кам'янисті або скелясті ділянки річища із значним нахилом і швидкістю течії. Утворюються вони внаслідок нагромадження валунів або виходу корінних порід, стійких до ерозії, що утруднюють течію.

Перекази - це мілководні ділянки річища, які мають вигляд валу, що перетинає річище під кутом $20-30^{\circ}$ з пологим схилом, оберненим проти течії, та крутим - за течією. Утворюються вони в результаті нерівномірного розмиву річища водним потоком та акумуляції наносів. Перекази характерні для мандруючих річок, часто трапляються у місцях розширення заплави поблизу гирл приток.

Водограй - це падіння води з уступу в річищі водостоку. Водограї характерні переважно для гірських річок, проте бувають і на рівнинах. Вода, падаючи з висоти, з величезною силою розмиває річище в зоні падіння.

Розрізняють декілька типів водограїв: ніагарський, коли вода падає широким потоком; каскадний, коли вода падає по кількох уступах відносно вузьким струменем з величезної висоти, та карельський або падун, коли вода падає по крутому скелястому річищу на значній відстані.

Найвищий у світі водограй Анхель, з висотою падіння води - 1084 м, знаходиться в Південній Америці. Великими водограями є: Ніагарський (Північна Америка), Джерзона (Індія), Вікторія (Африка).

Найвищий в Україні водограй Учансу знаходиться поблизу Ялти в Криму. Вода тут падає майже з прямовисного уступу заввишки 98,5 м. Нижче за течією утворюються ще три водограї.

Геологічна робота, яка виконується ріками, в кінцевому результаті завершується відкладанням (акумуляцією) перенесеного нею матеріалу. Відклади, які накопичуються в річкових долинах, характеризуються своєрідною будовою і відмінні від інших генетичних типів. Ці відклади отримали назву **алювіальних** або просто **алювію**. Особливості їх будови та розповсюдження зумовлюються умовами їх формування.

Виробивши і згладивши всі нерівності рельєфу та сформувавши поздовжній профіль рівноваги, донна ерозія річища практично припиняється по всій довжині ріки. Однак з часом така рівновага може порушуватись внаслідок неотектонічних або кліматичних змін. Як правило, це приводить до росту перепаду висот між витоків і гирлом ріки. В цьому випадку ерозія

проявиться з новою силою. Саме тому, в житті кожної ріки, яка проходить три періоди розвитку (юність, зрілість і старість), вони можуть періодично повторюватись. В результаті, по краях річкової долини формується серія річкових терас, що відповідають всім попереднім рівням ерозійних врізів. За кількістю терас можна судити про кількість активізацій (омолодження) ріки на кожній ділянці і для ріки вцілому.

Юність ріки характеризується невиробленим поздовжнім профілем рівноваги. Ріка протікає по нерівному рельєфу, регіональний нахил її русла по всій довжині надзвичайно крутий, а швидкість течії велика. На цій стадії розвитку ріки відбуваються посилені процеси глибинної (донної) ерозії, що призводить до інтенсивного поглиблення річища. Течія ріки бурхлива, а швидкість максимальна. Бокова ерозія в цей період дуже слабка. Швидке поглиблення річища призводить до утворення на ньому порогів, перекатів та водограїв.

Зрілість ріки настає в міру наближення рельєфу річища до поздовжнього профілю рівноваги. Глибинна ерозія переважає тільки у верхній течії ріки, де ще спостерігаються процеси глибинної ерозії. В середній і нижній течіях зрілих рік глибинна ерозія змінюється боковою. Долина ріки розширюється, набирає U-подібної форми. Збільшується коефіцієнт звивистості ріки, її річище часто вигинається. Виникають широкі алювіальні рівнини.

Старість ріки настає тоді, коли ширина дна її долини значно перевищить ширину заплави. Ріка в цей період починає меандрувати. В середній і нижній течіях відбуваються посилені процеси бокової ерозії, осідають річкові відклади та максимально збільшується коефіцієнт звивистості.

Утворенню меандр в цей період сприяє цілий ряд геолого-географічних факторів. **Меандри** являють собою коліноподібні вигини річища рівнинної ріки. Радіус їх кривизни визначається водністю та швидкістю течії водного потоку. Поступово меандра перетворюється на петлеподібну звивину. Річка

може прорвати її в найвужчій частині (шийці), прокладаючи новий коротший шлях під час паводків та повеней. У залишеному потоком річищі утворюється стариця.

Стариця - це старе річище, залишене рікою в результаті повного або часткового відчленування від основного річища. В більшості випадків має видовжену, звивисту або підковоподібну форму. Утворюється в результаті відокремлення звивини річища (протоки) з двох її кінців річковими відкладами або внаслідок прориву шийки меандри і спрямлення річища.

В період старості ріки в її долині утворюється широка заплава або заплавна тераса, що лежить вище меженного рівня води в ріці і періодично затоплюється під час повені. Як правило, вона має добре виражені площину, уступ з бровкою і тиловий шов. Більшість терас утворюється в результаті циклічної акумулятивної та ерозійної діяльності водних потоків.

Відомо, що кожна ріка, протікаючи по річковій долині, впадає в іншу ріку або велику водойму. В залежності від типу впадіння, річкам України, загалом, властиві прості та лиманні гирла. З позицій геологічної роботи річкових вод розглянемо тільки дельти та естуарії (рис. 6.1).

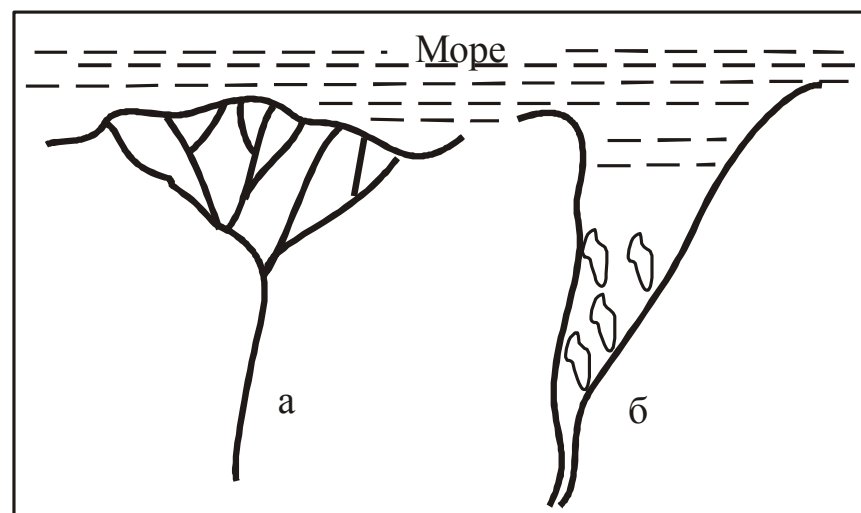


Рисунок 6.1 - Типи гирл рік
а - дельта; б - естуарій

Дельта - це низовинна ділянка суходолу в гирлі ріки, розчленована рукавами і протоками.

Естуарій - це гирло ріки, яке у вигляді вузької затоки глибоко вдається у межі суші. Відомо багато річок, які мають естуарії. Утворюються вони на тих ділянках земної кори, які зазнали або зазнають постійного прогину. У цьому випадку долина ріки виявляється частково затопленою водою з кінцевої водойми стоку, а ріка поєднується з нею вузькою затокою - естуарієм.

З посиленням глибинної ерозії збільшується кількість уламкового матеріалу, який виноситься рікою. Цей матеріал осідає в межах естуарію та утворює в ньому мілини, острови і коси. Виникають окремі басейни, які пов'язані між собою і називаються *лиманами*. Лимани бувають відкритими, тобто сполученими з морем, і закритими, які відокремлені від моря косами та пересипами. Вони являють собою витягнуту мілководну затоку, що утворилася при затопленні морем пригирлової частини річкової долини або балки внаслідок незначного опускання суходолу.

Текучі води і ріки виконують не тільки руйнівну, але й велику утворюючу роботу. Це - накопичення нових осадових порід, які називаються алювіальними відкладами. Матеріал для цих відкладів утворюється внаслідок розмивання порід і знесення їх з поверхні басейну ріки. Переміщення його відбувається в результаті турбулентного руху води. Сортування і перевідкладання уламкових частинок залежить від їхньої густини, розміру, форми і швидкості руху води, рельєфу місцевості.

Серед алювію часто зустрічаються розсипні родовища корисних копалин, які утворились за рахунок руйнування корінних порід або корінних родовищ. На відміну від корінних родовищ, розсипні родовища є переміщеними. Ріки, розмиваючи гірські породи, одночасно вимивають з них цінні мінерали. Ці мінерали переносяться рікою, частково стираються і розчиняються. В врешті накопичуються в долинах рік в алювії, утворюючи промислові скупчення або алювіальні розсипи.

Алювіальні розсипи у більшості випадків мономінеральні, наприклад, золото, платина, олово, алмази. Але часто зустрічаються і полімінеральні -

золото-платинові, олово-вольфрамові, титано-цирконієві, тантало-ніобієві. Розповсюджені вони, в основному, в гірських районах. Формуються під час ерозійних циклів у фазі глибинної та бокової ерозії річкової долини.

Серед різних типів розсипних родовищ алювіальні розсипи відіграють провідну роль при видобутку золота, платини, олова, вольфраму, титану, цирконію, танталу і ніобію, другорядну - при видобутку дорогоцінних мінералів.

Алювіальні відклади містять розсипи рідкісних мінералів - рутил, циркон та ін. (долини річок Ірпені, Тересви). Досить часто в алювіальних відкладах зустрічаються включення дорогоцінних мінералів. На заплавній і першій надзаплавній терасах річок Полісся поширені поклади торфу (фація заплавних боліт). З алювіальними відкладами пов'язані високоякісні ґрунтові води.

До найбільш відомих алювіальних розсипів належать золотоносні розсипи Колими і Чукотки (Росія), Аляски і Каліфорнії (США), алмазні алювіальні родовища Південно-Африканської республіки.

Геологічна діяльність підземних вод.

Підземними називаються води, що заповнюють пори і порожнини гірських порід. Вони належать до основних факторів, які здійснюють значну геологічну роботу з руйнування гірських порід, перенесення продуктів руйнування, утворення нових відкладів та різноманітних форм рельєфу.

Інтенсивна діяльність підземних вод, в першу чергу, визначається надзвичайно великою їх кількістю. За оцінкою академіка В.І.Вернадського, маса підземних вод дорівнює 5×10^{17} тонн. Це доводить, що в порожнинах та тріщинах міститься величезний підземний океан, який за масою води перевищує Атлантичний.

Підземні води у рідкому стані наявні в усій земній корі до глибини критичної температури. Розподіл води вивчено до глибини 5-7 км в артезіанських басейнах і 2-3 км у гідрогеологічних областях. Підземні води відіграють надзвичайно велику роль у житті людини. Ще за декілька

тисячоліть до нашої ери на Близькому і Середньому Сході існували практичні знання, необхідні для пошуків і видобутку води з надр Землі.

За гідравлічними властивостями підземні води поділяють на ґрунтові, напірні і верховодку (рис. 6.2).

Ґрунтові води - це переважно безнапірні води першого від поверхні постійного водоносного горизонту. На формування та режим ґрунтових вод впливають особливості геологічної будови, рельєф, гідрометеорологічні фактори, рослинність та діяльність людини. Ґрунтові води знаходяться в гірських породах без напору і повністю заповнюють водоносний пласт. Поверхня, яка обмежує ненапірні водоносні горизонти зверху, називається **дзеркалом вод**. При горизонтальному положенні дзеркала вони утворюють басейн підземних вод. Нахил дзеркала свідчить про рух потоку в бік пониження позначок.



Рисунок 6.2 - Схема будови водоносного горизонту

Прісні ґрунтові води широко використовують для зрошування та місцевого водопостачання, а в районах з дефіцитом артезіанських вод - для центрального водопостачання.

Напірні підземні води містяться у водоносних пластах під гідростатичним тиском. Залягають вони нижче від горизонту ненапірних ґрунтових вод і заповнюють водоносні горизонти повністю. Напірні води циркулюють між водовідпірними породами і мають надлишковий тиск.

Басейни з такими напірними водами прийнято називати *артезіанськими басейнами*. Характерною їх особливістю є те, що у свердловинах рівень води встановлюється вище від рівня залягання водоносних пластів. У понижених частинах рельєфу свердловини переважно фонтанують.

На території України напірні води свердловинами розкриті на глибинах 7-8 км. Вони утворюють складні гідрогеологічні системи, найбільшими з яких є артезіанські басейни та гідрогеологічні області.

Артезіанські басейни являють собою сукупність водоносних горизонтів і комплексів, які пов'язані з від'ємними геологічними структурами. Рух води в них проходить під гідростатичним тиском. Відповідно до гідрогеологічного районування, артезіанські басейни на території України належать до платформової та складчастої гідрогеологічних провінцій.

В платформовій частині території України виділяють Волино-Подільський, Дніпрово-Донецький і Причорноморський артезіанські басейни.

Волино-Подільський артезіанський басейн підземних вод охоплює структури південно-західного краю Східноєвропейської платформи. Геолого-тектонічна будова басейну зумовила складну гідрогеологічну структуру підземних вод.

Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн в геоструктурному відношенні пов'язаний з Дніпровсько-Донецькою западиною. Регіональними областями живлення є Український щит і Воронезька антекліза. Областю розвантаження виступає долина Дніпра.

Причорноморський артезіанський басейн пов'язаний з товщею осадових порід Південноукраїнської монокліналі і борту Чорноморської западини. Природними факторами формування підземних вод є інфільтрація атмосферних осадів і поверхневих вод у межах басейну та надходження підземних вод з Українського щита.

У Закарпатському та Передкарпатському басейнах прісних напірних вод практично немає. В гідрогеологічних областях Карпат і Криму їхні ресурси незначні.

Напірні води добре захищені від хімічного, бактеріологічного і радіаційного поверхневого забруднення та мають досить стабільний режим. Вони є важливою складовою водних ресурсів України.

Верховодка - це тип безнапірних підземних вод, що тимчасово накопичуються у породах в зоні аерації в обмежених за площею лінзах або прошарках водонепроникних пластів. Живиться за рахунок інфільтрації атмосферних або поверхневих вод. Має нестійкий режим і змінний хімічний склад, обмежені запаси, зазнає біологічного забруднення. Верховодка зникає посушливого літа й відновлюється за сприятливих сезонних умов. Іноді вона стає джерелом живлення рослин або ґрунтових вод, що прискорює її виснаження.

Підземні води містяться не тільки в пластах проникних порід, але й в тріщинах, утворюючи так звані **тріщинні** води. Такі води найчастіше зустрічаються в тріщинних вапняках, тріщинуватих магматичних і метаморфічних утвореннях. Вода заповнює тут системи сполучених між собою тріщин. На відміну від ґрунтових та артезіанських вод, тріщинні води часто утворюють не пластові, а масивні природні водоносні резервуари.

Джерелом або **витоком** називають довільний природний вихід підземної води на поверхню Землі. Найчастіше джерела утворюються за рахунок пересічення водоносних горизонтів з від'ємними формами сучасного рельєфу (річкові долини, балки, яри, озерні котловини); геолого-структурних особливостей місцевості (наявність тріщин, зон тектонічних порушень, контактів вивержених і осадових порід); фільтраційної неоднорідності водовміщуючих порід.

Кількість води, яку дає джерело за одиницю часу, називається **дебітом**. Дебіти джерел значною мірою залежать від умов їх живлення і проникності гірських порід, які складають водоносний горизонт. Джерела відрізняються

одне від одного не тільки за дебітом, але й за ступенем мінералізації води та за її температурою. Різноманітність джерел дає змогу класифікувати їх за різними ознаками. Зокрема, - за походженням вод, напрямом їх руху, температурою, хімічним складом тощо.

Класифікація джерел за температурою води. Всі джерела за температурою води поділяються на три типи -звичайні, холодні та гарячі.

Температура води *звичайних* джерел приблизно дорівнює середньорічній температурі повітря в місці розташування джерела. Їх називають *ізотермічними*.

Холодні джерела дають воду з більш низькою температурою, ніж середньорічна температура повітря даного району. Такі джерела називаються *гіпотермічними*.

Гарячі джерела мають температуру води вищу за середньорічну температуру повітря даного району. Джерела з температурою води, вищою за +20⁰С, називають *термальними*.

Класифікація джерел за хімічним складом. Підземні води зазвичай містять розчинені солі у своєму складі. Сумарну кількість солей, розчинених у воді, називають загальною мінералізацією вод. Насичення підземних вод різними солями проходить в процесі складної взаємодії підземних вод і гірських порід, по яких вони рухаються. Підземні води, розчиняючи мінерали, переносять їх на великі відстані і при певних умовах відкладають в порожнинах гірських порід або біля виходів підземних вод на поверхню.

Всі природні води за ступенем мінералізації академік В.В.Вернадський розділив на ряд груп: прісні, солонуваті, солені та розсоли. Згідно його класифікації, прісні води містять менше 1 г/л солей; солонуваті - від 1 до 10 г/л; солені - від 10 до 50 г/л; розсоли - понад 50 г/л.

Залежно від хімічного складу, джерела розділяють на залізисті, лужні, солені, гірко-солені, сірчисті, вапнякові, радієві. Всі вони мають лікувальне значення і розглядаються як важливі корисні копалини. Особливо багато різних типів лікувальних вод виявлено в Україні. На їх базі створено цілу

мережу лікувальних закладів на Прикарпатті та Закарпатті, Криму, Одесі, Полтавській, Донецькій, Тернопільській, Хмельницькій та інших областях. Тут діють такі всесвітньо відомі курорти, як Трускавець, Моршин, Східниця, Миргород, Слов'янськ, Хмельник та спеціалізовані санаторії на Чорноморському узбережжі Криму і Одеси.

Карст – це процес хімічного і частково механічного впливу поверхневих та підземних вод на розчинні гірські породи. Карстом називають також утворені форми. Прояви карсту найпоширеніші у вапняках, доломітах, гіпсах, ангідритах, кам'яній та калійній солях. В результаті дії карстових процесів виникають поверхневі та підземні карстові форми рельєфу, карстові порожнини, а також утворюються карстові відклади (рис. 6.3).

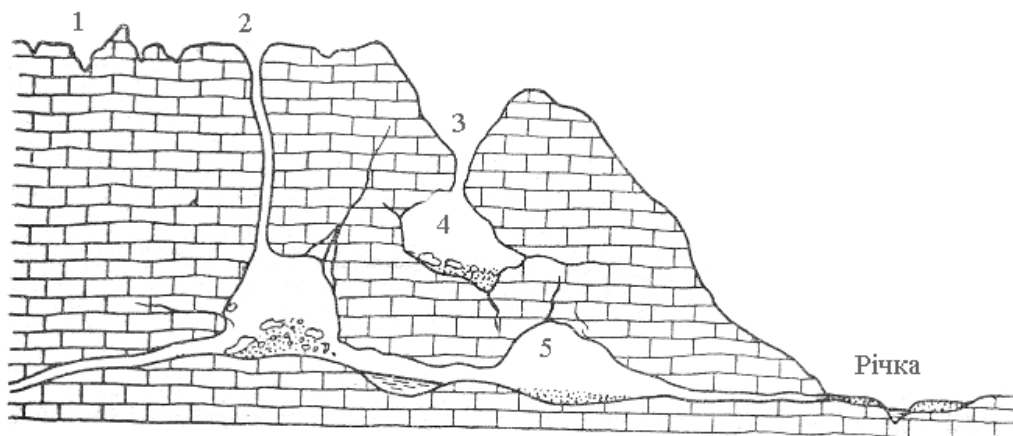


Рисунок 6.3 – Схематичне зображення форм карсту

1 – кари; 2 – понори; 3 – карстова воронка; 4 – карстова порожнина; 5 печера

У районах розповсюдження мінералів з високою розчинною здатністю, вода, проникаючи по порах та тріщинах, розчиняє окремі зерна мінералів. Після встановлення наскрізного стоку - виносить їх у розчиненому вигляді. Процеси розчинення мінералів повторюються багаторазово, аж поки в

гірському масиві не утвориться ціла система з'єднаних порожнин і каналів, які постійно збільшуються до значних розмірів. Так виникають **карстові печери**.

Передумовами розвитку карстових процесів є наявність рухомої агресивної води й порової або тріщинної водопроникності розчинних гірських порід.

Карстові підземні води живляться за рахунок інфільтрації та конденсації в голому карсті та інфільтрації й інфлюації - у перекритому. Значення джерел живлення залежить від пори року. Карстові води містяться в порових, тріщинних, кавернозних і мішаних колекторах. Основними типами гідрогеологічних резервуарів у карстових районах є карстові басейни та карстові масиви.

За потужністю гірських порід, що піддаються карстуванню, та глибиною залягання карстових підземних порожнин розрізняють глибокий і неглибокий карсти. Залежно від ступеню покриття гірських порід, які карстуються, ґрунтами, розсипчастими утвореннями або нерозчинними скельними породами, виділяють задернований, покритий, броньований та похований (викопний) карст. Карст з відсутнім ґрунтово-рослинним покривом називається голим.

Карстові печери іноді досягають надзвичайно великої довжини і розмірів. Вони широко відомі в США, Україні, Росії, Франції, Італії, Угорщині, Югославії та інших країнах. Значна кількість печер (більше сотні) міститься в кавернозних вапняках, які складають плато Кентуккі у США. Тут розташована Мамонтова печера, яка складається з 5 ярусів, каналів і гrotів загальною протяжністю понад 300 км. В печері протікають три ріки з 8 водограями. Тут розташовано три підземних озера. Вся ця підземна гідросистема пов'язана з наземною річкою Грін-Рівер. В Європі великі печери, довжина яких досягає 40-60 км, відомі в Швейцарії (Хельхох) і Австрії (Айсрізенвельт). Великі печери зустрічаються в Угорщині, Югославії, ФРН.

В межах України розвинуті всі типи карсту. Карстовими процесами охоплено близько 30% території країни. Тут виділено 14 карстових областей і 55 районів. Поверхневі карстові форми рельєфу поширені практично в усіх областях, а підземні відомі лише в 10 карстових областях і 34 карстових районах. Площа карстових областей змінюється від 0,12 до 45 тис. км². Загальна площа карстових областей України становить 2065 км². Найбільшими в межах України є Гірсько-Кримська та Подільсько-Буковинська карстові області.

Гірсько-Кримська карстова область розміщена на Головному пасмі Кримських гір із загальною площею 1200 км². Загалом для неї характерний вапняковий карст, переважно голий і задернований. Загальна потужність вапняків змінюється від 100-200 м до 1-1,3 км. Утворення карсту пов'язане з місцевим стоком. Поверхневі карстові форми представлені майже всіма різновидами і численними карстовими лійками, розташованими на площі 342 км².

Подільсько-Буковинська карстова область охоплює західні схили Подільської височини і Розточчя. В породах, переважно неогенового і крейдового віку, поширений платформовий покритий, задернований і голий карст сульфатного і карбонатного типу. Серед поверхневих карстових форм переважають лійки (часто з понорами), карстові котловини, озера, давні долини. В Подільсько-Буковинській карстовій області знаходяться дві найдовші у світі печери - Оптимістична та Озерна.

Карстова печера Оптимістична за довжиною посідає друге місце в Європі. Це - гіпсова печера-лабіринт. Протяжність її досягає 165 км, площа - 215 км², об'єм - 500 тис. м³.

Карстова печера Озерна має протяжність 107 км і відноситься до найдовших печер світу. Площа її складає 312 тис. м², а об'єм - 646 тис. м³.

Відомо також понад 130 карстових печер, переважно у лівобережному Придністров'ї і межиріччі Дністер-Прут. Більшість печер, у тому числі найбільші, розвідані у 15-30-метровій гіпсовій товщі, невеликі печери є у

вапняках та пісковиках. Сумарна протяжність 11 гіпсових печер - 412 км, п'ять з них є найдовшими у світі.

Для територій розвитку карсту характерні мілкі борозни і заглиблення – **кари**. Це замкнуті пониження у вигляді воронок, котловин, сліпих ярів і долин. Найтиповішими є конічні, котло- і блюдцеподібні або неправильної форми воронки діаметром від 1 до 200 метрів і більше. Їх глибина - від 0-5 м до 50 м, а іноді й значно глибша. На дні воронок та інших заглиблень зустрічаються водопоглинаючі отвори – **понори**. Вони часто є початком шахт або колодязів, прірв, що досягають глибини понад 1000 м. Найглибшу прірву (Жан-Бернар), максимальна глибина якої становить 1410 м, виявлено в Альпах (Франція). Змикаючись між собою, понори утворюють більші форми поверхневого карсту - **котловини** і **проваля**. Останні також можуть виникнути в результаті провалу покрівлі печер. В рельєфі проваля виділяються своїми великими розмірами, мають вигляд замкнутих западин з крутими бортами і відносно плоским дном. Часто такі депресії заповнюються водою, утворюючи **карстові озера**.

Території розвитку карстових процесів надзвичайно небезпечні для промислового та цивільного будівництва, спорудження житла і транспортних магістралей, зведення гідроелектростанцій, водосховищ та ін. При видобутку корисних копалин в закарстованих масивах особливу увагу необхідно приділяти вибору системи розробки родовищ, водному режиму тощо. В районах розвитку карсту застосовуються різні способи протикарстової меліорації. Це - регулювання поверхневого і підземного стоків, тампонування карстових порожнин шляхом нагнітання цементного, глинистого і бітумного розчинів; спеціальне облаштування (фундаменти з врахуванням специфіки території, армування, обмеження поверховості та щільності забудови); будівництво протифільтраційних перепон та ін.

Підземні води, нарівні з розчиненням і перенесенням окремих твердих частинок, в сприятливих умовах формують відклади. Цей процес може проходити як на поверхні Землі біля виходу джерел, так і в порожнинах порід

водоносних горизонтів. Утворення відкладів є однією з найважливіших форм геологічної діяльності підземних вод. Розрізняють два типи відкладів, які утворились в результаті діяльності підземних вод. Це - відклади на поверхні Землі і відклади в порожнинах гірських порід. Типовими відкладами, що утворились підземними водами на поверхні Землі є вапнякові й кременисті туфи, кухонна сіль, залізні й марганцеві руди.

У поверхневих і підземних карстових формах рельєфу України виявлені: елювій, колювій, делювій, пролювій; озерні, льодовикові, льодові біогенні відклади джерел; натічні, кольматаційні й гідротермальні утворення. Дослідження карстових відкладів дає можливість встановити умови та час утворення карстових форм, вирішувати інші спеціальні питання. З карстовими колекторами пов'язані боксит, каолін, марганець, а з гідротермокарстом - ісландський шпат.

Серед форм геологічної діяльності підземних вод грязьовий вулканізм займає особливе місце. **Грязьові вулкани** - це різноманітні за формою геологічні утворення, які постійно або періодично викидають на поверхню Землі грязьові маси у вигляді сопочної брекчії. Вони представлені гострокутними уламками гірських порід різного віку в глинистій масі та газами, серед яких переважають метан, важкі гомологи метану і в меншій кількості вуглекислий газ, азот, сірчистий газ. Вся ця маса поступає на поверхню Землі разом з водою.

Грязьові маси переважно накопичуються біля вивідного каналу, утворюючи сопковидний конус. Зустрічаються вони здебільшого в нафтогазоносних областях. Відомі в Туркменії, Азербайджані, Росії, Україні, Румунії, Італії, Мексиці, Бірмі, Китаї.

На поверхні Землі грязьові вулкани утворюють великі пагорби плоско-конічної форми, які цілком або повністю складаються із сопкових відкладів. Їх схили порізані ярами. На вершині грязьового вулкану знаходиться воронкоподібний кратер, яким завершується вивідний канал. Викинута при виверженні пульпа повільно стікає по схилах сопки, застигає та сприяє її

росту. Розміри грязьових вулканів змінюються від невеликих височин до невеликих пагорбів. Висота найбільш високих грязьових вулканів досягає 300-500 м при діаметрі основи 5-6 км.

Якщо серед продуктів грязьового вулканізму переважають гази і вода, то на поверхні утворюється **сальза**. Це басейн, заповнений гряззю, який періодично викидає гази і воду у вигляді грифону. У випадку переважання серед продуктів викиду твердих уламків порід, на місці сальзи поступово виростає пологий горб - **грязьова сопка**, яка складена сопковою брекчією.

Форма грязьової сопки залежить від густини розчину. При дуже рідкому - конус може й не утворюватись, оскільки розчин розтікається по поверхні Землі. В сопочних водах і в грязі містяться J, Br, B. Склад газу неоднаковий і перебуває в прямій залежності від складу і віку гірських порід.

Крім грязьових сопок, в нафтоносних регіонах зустрічаються ще так звані **нафтові сопки**. Це - кірковий пагорб конічної або караваєподібної форми, заповнений нафтою. Переважно із нього разом з нафтою виділяється газ і, в більшій або меншій кількості, рідка пульпа, яка разом з нафтою утворює кірку. Нафтова сопка генетично пов'язана з безперервним рядом перехідних форм грязьового вулканізму.

На території України грязьові вулкани є в Криму, здебільшого на Керченському півострові, та в Карпатах біля села Старуня Богородчанського району. Виникнення їх зумовлене особливостями геологічної будови та нафтогазоносністю цих районів. Грязьові вулкани пов'язані з антиклінальними складками, в ядрах яких залягають пластичні глини. Гази, що вириваються з глибин 5-7 км по розривних порушеннях, викидають на поверхню перем'яту глинисту масу з уламками порід (сопкову брекчію). Так утворюються сопкові поля або поодинокі споруди. Грязьові вулкани, розташовані по одинці або групами, мають спільний глибинний осередок. Найбільша активність грязьових вулканів Керченського півострова припадає на минулі геологічні епохи, здебільшого на неоген. Грязьові вулкани поділяють на постійнодіючі, періодичнодіючі та згаслі (викопні). З

грязьовими структурами пов'язані родовища вапняків, залізних руд (Новоселівське, Баксинське та ін.) і сопкової глини, з якої виробляють керамзит. Наявність йоду, бромів і сірководню у водах грязьового вулканізму надає грязям лікувальних властивостей. Загальновідомою є лікувальна сопкова грязь Булганацької групи вулканів.

Походження грязьових вулканів до кінця не відомо. Їх вивчення показало, що сопки і сальзи завжди розташовуються групами, витягуючись вздовж зон, ускладнених глибинними розломами. **Площинний та лінійний стік і переніс забруднюючих речовин**

Одним із найважливіших факторів, який зумовлює спрямованість та інтенсивність екзогенних геологічних процесів, є поверхневий стік. Він формується в межах конкретної місцевості та залежить від фізико-географічних умов.

Поверхневими стічними водами називають всі води, що стікають з поверхні суші. Вони утворюються внаслідок випадання дощу, танення снігу і льоду, переміщення вод у ґрунті й товщі гірських порід та у процесі кругообігу води. **Поверхневий стік** - це кількість води, що стікає з водозбору за певний проміжок часу. Формується він в результаті взаємодії різних процесів і факторів в атмосфері, гідросфері та літосфері. Він залежить від клімату і ландшафту.

З поверхневим стоком пов'язані ерозія, дренаж, обводнення території, транспортування та акумуляція продуктів денудації. Величина поверхневого стоку змінюється в часі, залежно від кліматичних факторів (насамперед від величини атмосферних опадів). Величину поверхневого стоку визначають за балансом вологи, тобто за поступленням атмосферних опадів та витратою вологи на випаровування.

Води поверхневого стоку, залежно від характеру переміщення, діляться на **площинні** і **рулові**. В першому випадку основним джерелом живлення поверхневих вод є атмосферні опади і сезонне танення снігу та льоду. Ці води на рівних пологих схилах розтікаються у вигляді струмочків, які

покривають схил густою переплетеною сіткою. В другому випадку поверхневі води мають лінійно витягнуті струмені і потоки, що збираються в русла у вигляді ритвин, улоговин, ярів і річкових долин. За часом і результатом своєї дії руслові водянні потоки поділяються на **тимчасові**, **постійні** або **періодичнодіючі**.

Руйнівна діяльність вод поверхневого стоку полягає у площинному вимиванні продуктів вивітрювання зі схилів і підвищених ділянок рельєфу та русловому розмиві гірських порід водяними потоками.

Яроутворення.

Геологічний вплив води на поверхню планети не обмежується тільки площинною ерозією. В результаті дії тимчасових водяних потоків виникають процеси лінійної ерозії, спрямовані вглиб Землі. Ця ерозія призводить до утворення **ярів** - відносно невеликих крутосхилих долин.

Яри виникають в умовах розчленованого рельєфу на схилах височин, стрімких берегах рік, озер і морів під дією зливових і талих вод. Найбільш інтенсивно яри розвиваються у місцевостях, не покритих рослинністю. Збільшенню швидкості їх росту значно сприяють також м'які гірські породи, що залягають безпосередньо на поверхні Землі. В першу чергу це родючий ґрунт, лес, лесоподібні глини і частково самі глини.

Тільки так можна пояснити той факт, що в південних областях України, аж до Чорного моря, розвинуті глибокі яри. Сприяють цьому наявні тут шари лесоподібних утворень. Довжина ярів - від сотень метрів до кількох кілометрів. Характерні круті схили і розгалуженість.

В переважній більшості яри формуються із промоїн під дією зовнішньої ерозії. Атмосферна вода, попадаючи на денну поверхню, стікає вниз по схилах височин. Максимальну швидкість і руйнівну силу води мають в нижній частині схилу. Спочатку тут виробляється заглибина, яка з часом росте вверх і поглиблюється. Через певний час ерозія розкриває водоносні горизонти, які значно посилюють темпи росту яру. Поступово яр розростається вверх по схилу, постійно поглиблюючись і розширюючись.

Глибина ярів може досягати 40-50 м, ширина - до 150-300 м і довжина - до 3-5 км.

Поступово з ростом яру в довжину і виробленням поздовжнього профілю рівноваги ерозійна сила стікаючої води знижується. Схили яру виположуються, і на них з'являється рослинність. Розширюється дно яру як за рахунок бокової ерозії, так і за рахунок відступання схилів в результаті схилових процесів. Яр перетворюється в балку. Перетворення яру в балку здійснюється не відразу по всій його довжині. Процес цей починається з нижньої, найбільш давньої частини яру і поступово поширюється вгору.

Винесений із ярів і балок матеріал, якщо він не відноситься рікою, відкладається в гирлах, утворюючи конуси виносу. Матеріал, який складає конуси виносу тимчасових водотоків, називається *пролювієм*. Склад пролювію залежить від типу осадів схилу, що прорізані яром чи балкою; стадії розвитку яру та характеру стоку дощових і талих вод. Загалом для пролювію характерна погана відсортованість матеріалу, слабка обкатаність уламків, зменшення розміру частинок від вершини конусу виносу до його основи і від осьової лінії - до країв.

Яроутворення завдає надзвичайно великої шкоди господарству. Ярова ерозія вважається природним лихом. Для боротьби з яроутворенням постійно проводяться значні роботи. Схили і днища ярів закріплюють рослинністю. Верхів'я, для боротьби з розвитком вершинного перепаду, - рослинністю і різними спорудами (бетонні лотки, бетонні водовідбивні криниці). В руслах будують греблі і загати. Позитивні результати дає обваловування вершин ярів, яке перешкоджає поступленню води до вершинного перепаду із вищезалегаючої частини схилу. За допомогою дамб вода відводиться від вершини яру на закріплені ділянки схилу. Біля дамб формують великі ставки, які затримують поверхневий стік.

Обвальні і зсувні процеси.

Атмосферні опади і, створені ними, водяні потоки призводять до сильного розмивання гірських схилів і крутих берегів рік, озер і морів.

Сформовані ними глибокі яри, в переважній більшості, мають круті схили з кутами нахилу понад 30^0 . Іноді крутизна схилів, залежно від складу порід, може наближуватись до вертикалі. На таких обривистих і навислих схилах розвиваються процеси обвалювання - раптове обрушення мас гірських порід у вигляді окремих глиб або великих блоків. Воно супроводжується подрібненням зірваної маси при її падінні до підніжжя схилу. На схилах меншої крутизни виникають процеси осипання, при яких окремі уламки гірських порід скочуються до підніжжя по схилах.

Гірські обвали часто мають катастрофічний характер. В історії людства відомі сотні катастроф, пов'язані з раповими обвалами гірських масивів. В результаті, під уламками гірських порід були захоронені цілі села і міста, перекриті гірські ущелини і створені в них озера. Боротьба з обвальними процесами здійснюється шляхом виположування, терасування і закріплення рослинністю відкосів і схилів, цементації окремих тріщин, будівництва підпірних і облицювальних стін, контрфорсів, банкетів і контрбанкетів тощо.

Поверхневі стічні води можуть діяти одночасно з підземними, неглибокозалягаючими водами. В результаті спільної дії підземних і поверхневих вод в природі спостерігається й інше явище - **зсуви**. Зсувом називається переміщення значних мас гірських порід вниз по схилу під впливом сили тяжіння, викликане одночасною дією підземних і поверхневих вод за наявності в розрізі пластичних глин. Найчастіше маси зволожених порід сповзають по нахиленій у бік схилу поверхні водотривких верств. Причинами зсувів є природні процеси, які порушують рівновагу схилу. В результаті зменшується стійкість порід внаслідок їх надмірного зволоження, вивітрювання, підмиву чи землетрусів. Природні фактори доповнюються антропогенним впливом. Основними видами є підрізання схилів, створення виїмок, перевантаження схилів будовами тощо. Зсуви спричиняють утворення зсувних форм рельєфу.

Крім обвалів і зсувів, атмосферні опади та утворені ними тимчасові водяні потоки призводять в багатьох районах, особливо гірських, до розвитку

осипів. Хоч осипні процеси розвиваються набагато повільніше від обвальних і зсувних, поширені вони набагато ширше. Багато обвалів та осипів, які починають рух як єдине ціле, на дуже крутих схилах розбиваються на окремі вузькі потоки уламків. Такі, особливо швидкі, переміщення уламків по схилу називаються уламковими лавинами.

Матеріалом для утворення осипів служать механічні продукти фізичного вивітрювання гірських порід. Під дією поверхневих стічних вод вони переміщуються по схилу до підніжжя. Поряд з цим, багато схилів ярів і річкових долин, складених розсипчастими нестійкими породами, також піддаються осипним процесам.

Болотні потоки.

Болотні потоки або селі являють собою бурхливі руслові потоки з води та уламків гірських порід, які раптово виникають у долинах гірських річок і водотоків. Утворюються вони під час злив в гірських областях та в результаті швидкого танення снігу в горах. Характеризуються надзвичайно великою руйнівною силою.

Формуються болотні потоки на сильно пересіченій місцевості при скупченні на схилах гір великих мас продуктів вивітрювання. Поверхня їх переважно дуже слабо скріплена рослинністю. Маса води, змішуючись із захопленим матеріалом (суглинки, глина, пісок, щебінь, валуни), перетворюються у болотно-кам'яну масу і спрямовуються до підніжжя схилів, викликаючи сильне спустошення місцевості.

Для виникнення **селей** необхідні наступні умови: значні ухили річкових долин, балок, ярів, гірських масивів; зливний характер атмосферних опадів або бурхливе танення снігу у верхів'ї; велика кількість розсипчастих продуктів вивітрювання в межах водозабірною басейну ріки або яру.

На території України селі переважно характерні для Кримських гір та Українських Карпат. За типом течії вони поділяються на зв'язані (структурні) і незв'язані. На території України в переважній більшості розповсюджені незв'язані течії.