

з вивчення осадових розрізів. Тому виклад деяких тем, зокрема, механізми формування послідовностей шарів, циклічність осадових порід, еволюція процесів осадоагромадження тощо, є поверховим. Значна частина матеріалу присвячена характеристиці властивостей осаду та осадових порід, етапів утворення вихідної речовини осадової породи, глобальних закономірностей седиментогенезу та локальних седиментаційних середовищ і фацій. Характеристика сучасних седиментаційних процесів наведена в тому обсязі, в якому вона допомагає розуміти давні процеси. Головний акцент зроблено на тому, щоб навчити студентів фіксувати ознаки осадів та осадових порід і відновлювати за ними ті чи інші моменти історії їхнього утворення.

---

---

## 1. МІСЦЕ СЕДИМЕНТОЛОГІЇ СЕРЕД ІНШИХ НАУК

### 1.1. Економічне значення осадових порід

Седиментологія – молода геологічна дисципліна, що тільки заслуговує називатися наукою. Останніми роками завдяки бурхливому розвитку нафтогазової промисловості й активному вивченню Світового океану вона активно відокремлюється від циклу літологічних наук – наук про осадові породи, і вивчає процеси, механізми й умови утворення (генезис) осаду та осадових порід.

Осадові породи, за Ф.Д. Петтиджоном [13], – це геологічні тіла, складені консолідованим (твердим) матеріалом, накопичення якого відбувалося на поверхні Землі або на незначній глибині за низьких значень температури і тиску.

Осадові породи значно поширені на Землі. Вони покривають близько 80 % її поверхні. Загальний об'єм осадової оболонки, за даними останніх вимірювань, оцінюють у 1 100 млн км<sup>3</sup>, що становить 20 % об'єму земної кори і 0,1 % загального об'єму Землі. Людство використовує дуже багато мінеральних продуктів осадового походження. Фактично осадові породи – це велетенська комора корисних копалин. З них отримують воду, усі види палива (нафту, газ, вугілля, бітуми), значну частину металевих руд (залізо, манган, мідь, алюміній, магній, уран тощо), різноманітні солі (кам'яну, калійну, сульфати), які використовують у харчовій промисловості та як мінеральні добрива. З осадовими породами пов'язані розсіпні родовища срібла, золота, платини, вольфраму, дорогоцінних каменів. Осадові породи – головне джерело будівельного матеріалу (гравій, пісок, глина, вапняк), сировини для керамічної та хімічної промисловості тощо. За статистичними даними, приблизно 85–90 % щорічного видобутку

мінеральних ресурсів припадає на осадові породи, а вартість сировини, яку добувають з осадової оболонки, становить 75–80 % від загальної вартості корисних копалин.

Економічне значення осадових порід не вичерпується їхньою цінністю як сировини. Осадова оболонка Землі не тільки забезпечує людство найважливішими корисними копалинами, а й дає притулок людям та іншим представникам біосфери. Водночас теоретично вона досить погано вивчена і зберігає ще багато таємниць. Чому? Необхідно пам'ятати, що лише близько 30 % Землі становить суходіл, а 70 % осадів є під товщею океанічної води і мало доступні для спостережень. Окрім того, в межах суші ми можемо вивчати лише ті породи, які залягають на глибині до 7–14 км. Наші уявлення про склад і будову глибших шарів приблизні, оскільки ми отримуємо їх лише за геофізичними даними і теоретичними розрахунками. Значне розширення як комплексних седиментологічних досліджень Світового океану – його осадів, динаміки води, геоморфології, фізичних, хімічних та біологічних процесів, так і глибоких горизонтів із застосуванням нових технологій є важливим і актуальним завданням сьогодення.

Седиментологічні дослідження важливі для вивчення довкілля, правильної організації господарської діяльності людства та запобігання екологічним лихам. Процеси утворення осадів цікаві для спеціалістів у галузі інженерної геології, геоморфології та екології, для тих, хто вивчає ґрунти, ерозійні процеси під час будівельного освоєння територій чи для запобігання природним катастрофам. Детального вивчення потребують, наприклад, ділянки будівництва для захисту від сучасної ерозії. Ці роботи передбачають вивчення режиму вітру, хвиль, фізичних властивостей порід, аналіз шляхів і швидкостей руху осадового матеріалу та прогноз наступних після завершення будівництва змін. Потрібно враховувати, що проста дамба є пасткою для осадового матеріалу, який переміщається вздовж берега, і наслідком її будівництва буде інтенсивна берегова ерозія на одному березі й утворення пляжу на іншому. Приклад, о. Тузла: внаслідок будівництва російською стороною дамби в Керченській про-

тоці змінився напрям дії хвиль, руху осадового матеріалу та характер седиментаційних процесів – ерозійні процеси на о. Тузла стали інтенсивнішими і призводять до щорічного розмивання 200–500 м берега, водночас пляжі на російському боці зростають. Знання сучасних річкових процесів також важливі для вирішення практичних завдань. Вивчення стійкості русла річки, частоти повеней і контроль за її режимом – усе це обов'язкові частини будь-якого плану освоєння землі чи схеми розвитку прибережних територій. До седиментологічних знань з галузі механіки ґрунтів і механіки гірських порід належать вивчення фізичних властивостей відкладів, їхньої водопроникності, здатності стримувати тиск дамб, доріг, будівель – показники, що обов'язково повинні бути враховані під час будівництва різноманітних господарських об'єктів.

Багато осадових порід є корисними копалинами. Їхній видобуток і експлуатація потребують точних визначень фізичних властивостей, розміру зерен, морфології тіл, поширення на площі тощо, тобто тих знань, основою яких є седиментологія.

## 1.2. Загальна схема утворення осадових порід

Для того, щоб зрозуміти, що вивчає седиментологія, чим відрізняється від геологічних дисциплін про осадові породи, яке місце посідає серед інших наук, треба скласти загальну схему утворення осадових порід.

Усе, що існує на Землі, утворює чотири оболонки: літосферу, гідросферу, атмосферу і біосферу. Однак є ще одна – *географічна* – тонка зовнішня оболонка, у межах якої тісно взаємодіють усі чотири оболонки і складно поєднані екзо- й ендогенні процеси.

Географічна оболонка займає всю поверхню Землі, її межі збігаються з межами біосфери. Вона охоплює всю гідросферу, верхні шари літосфери і нижні шари атмосфери. Верхня її межа є на висоті близько 20 км, нижня – на глибині 11 км (в океанах) або 2–3 км на континентах. Для географічної оболонки характерне таке:

- речовина перебуває в трьох станах – рідкому, твердому, газоподібному;
- потужний потік сонячної енергії;
- низький тиск і температура (порівняно з надрами);
- постійна зміна станів оболонок, що складно взаємодіють.

Земна поверхня в межах географічної оболонки нерівна. На ній є високі гірські хребти, рівнини і глибокі западини. Найбільшими елементами земної поверхні є океани й континенти. Океани – це великі западини на земній поверхні, заповнені солоною водою. Земна кора під океанами тонка (до 10 км) і щільна. Середня глибина океанів – близько 4 км. Вони покривають 70 % земної поверхні й облямовують материки, або континенти. Материки – це товсті (до 40 км) плити, більша частина яких піднята над рівнем Світового океану в середньому на 0,84 км (висота континентів постійно зменшується внаслідок руйнування і знесення матеріалу в океани). Більша частина суходолу зосереджена в Північній півкулі. Континенти не обмежені береговими лініями – їхні країни нахилені в бік океану і можуть далеко простягатися під його рівнем. Примезові полого нахилені країни континентів, заповнені морською водою, називають шельфами. Взаєморозміщення континентів і океанів завжди вважали загадкою.

Кожна ділянка земної поверхні відрізняється рельєфом, географічним положенням, сукупністю метеорологічних процесів та фізико-географічних умов. Комплекс названих параметрів зумовлений кліматичною зональністю. Залежно від географічної широти виділяють такі кліматичні зони: тропічну, субтропічну, помірні (бореальну – нотальну) і полярні (арктичну – антарктичну). За геоморфологічною класифікацією кліматичних зон [2], що враховує, крім ступеня зволоженості, освітленості й температурного режиму, ще й характер та інтенсивність усіх екзогенних процесів, виділяють клімати: гумідний, аридний, нівальний (рис. 1).

Для гумідного клімату (від лат. *humidus* – вологий) характерні надлишкове зволоження і температури, які дають змогу існувати воді в рідкій фазі хоча б у теплу пору. Наслідком високого ступеня зволоженості є наявність розгалуженої річкової мережі. Різ-

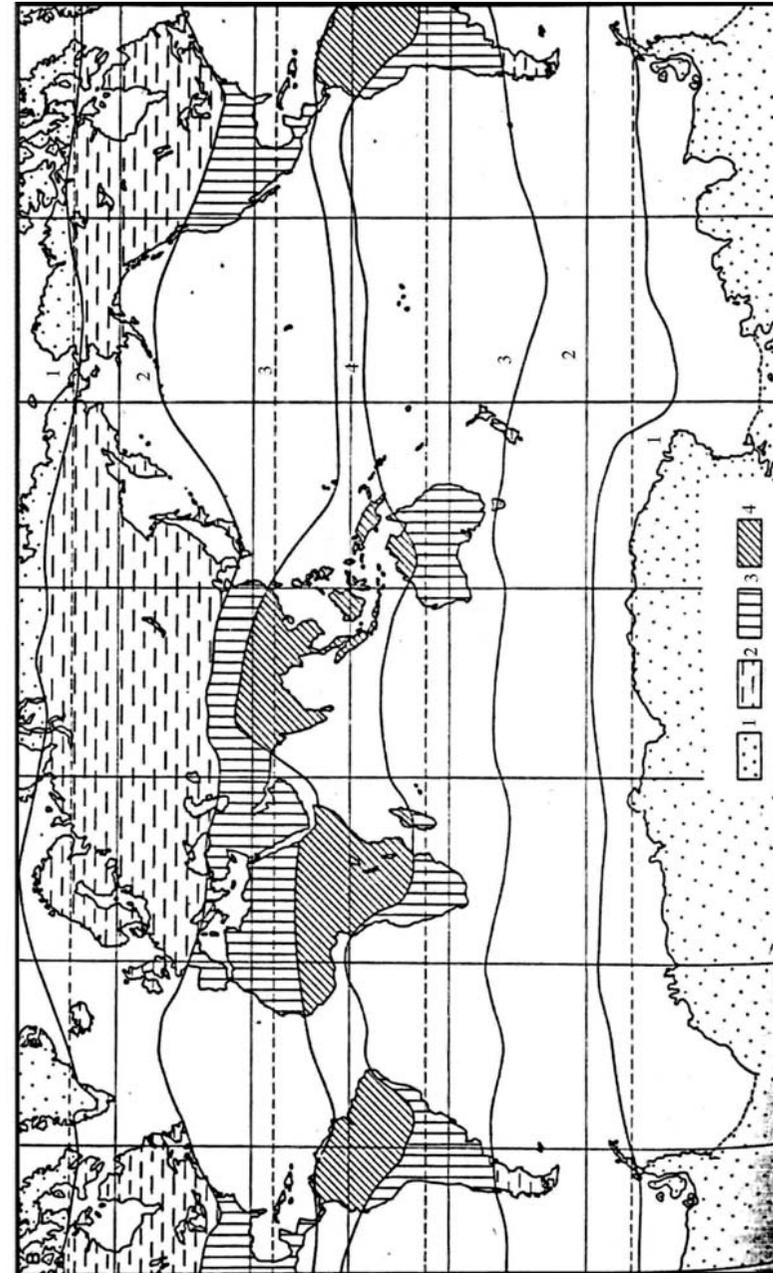


Рис. 1. Кліматичні зони Землі, за [10] зі змінами:  
1 – нівальна (полярна); 2 – гумідна полярна; 3 – аридні; 4 – гумідна тропічна і субтропічна

новидами гумідного клімату, які розрізняють за температурами та інтенсивністю сонячної радіації, є тропічний, субтропічний, помірний. Вони утворюють кліматичні пояси – екваторіальний, тропічний і субтропічний та два помірні: північний і південний (займають більшу частину земної поверхні).

Аридному (від лат. *aridus* – сухий) клімату властиві незначна сумарна кількість атмосферних опадів упродовж року і значне сонячне нагрівання. Річки і водойми в такому кліматі тимчасові, рослинності майже нема. Місцевості з аридним кліматом утворюють дві смуги – південну і північну, що розміщені між гумідними екваторіальною і помірними зонами.

Нівальний (від лат. *nivalis* – сніговий) клімат холодний, з надлишковою зволоженістю і низькими температурами. Атмосферні опади випадають у вигляді снігу, їх набагато більше, ніж може розтопитися в теплу пору року, тому вони накопичуються і перетворюються на лід. Виділяють дві зони з нівальним кліматом – арктичну й антарктичну.

Клімат визначає характер та інтенсивність седиментаційних процесів і суттєво впливає на утворення осаdів.

Є багато меж, на яких стикаються різноманітні явища і процеси. Цей рівень найвиразніший у географічній оболонці біля верхньої межі літосфери, яка є зоною зіткнення внутрішніх динамічних явищ і атмосферних, біосферних та гідросферних процесів. Зміни, які є наслідком взаємодії ендогенних процесів, зумовлюють різноманіття ландшафтів.

Усе, що на Землі, взаємопов'язане, утворює систему, яка існує завдяки безсумнівному обміну речовиною між географічною оболонкою і мантією. Ендогенні процеси (дія внутрішньої теплової енергії Землі, направлена перпендикулярно до її поверхні) піднімають або надбудовують поверхню Землі, створюючи нерівності – гори і западини. Зовнішні ексгенні процеси під дією сили тяжіння, яка направлена до центра Землі, руйнують гірські породи. Все, що існує в географічній оболонці, прагне зайняти стійке положення в гравітаційному полі Землі, тобто бути ближче до її центра. Ділянки з високим гіпсометричним положенням (припідняті) – нестабільні, бо віддалені від

центра Землі. Вони зазнають активного руйнування внаслідок дії сонця, вітру, води, живих істот. Дезінтегрований матеріал переміщається з вищих ділянок земної поверхні униз, переноситься в зони, розміщені ближче до центра Землі – у знижені форми рельєфу, заповнює їх і займає стабільне положення, переходячи з рухомого стану в нерухомий. Припідняті ділянки поступово нівелюються, стають щораз нижчими, а в западинах накопичуються продукти їхнього руйнування. Тобто ексгенні процеси вирівнюють земну поверхню – знижені ділянки «надбудовують», а підняття зрізають. Доки внутрішня енергія Землі має достатню кількість тепла, і доки Сонце випромінює тепло на поверхню Землі, взаємодія екс- та ендогенних процесів не припиниться і відбуватиметься в географічній оболонці через систему руйнування–накопичення. Тобто процеси руйнування та седиментації взаємопов'язані, осадонагромадження завжди супроводжує руйнування.

Території, де процеси руйнування відбуваються активніше, називають *областями знесення* (або *провінціями живлення*), а ділянки земної поверхні, де продукти руйнування осідають, – *області седиментації* (або *області осадонагромадження*). В областях знесення домінують процеси дезінтеграції порід і утворюється вихідний матеріал осадових порід. В областях седиментації осадовий матеріал накопичується. Області знесення і седиментації ніби виключають одна одну. Першу переважно пов'язують з піднятими ділянками суходолу, другу – з низинними ділянками, переважно різноманітними водоймами (від болота до моря чи океану). Однак у водоймах є підводні ділянки руйнування, а на суші – зони осадоутворення. Термін “провінція живлення” найчастіше стосується материнських порід, які зазнають руйнування і є джерелом осадового матеріалу. Кожний тип материнської породи має особливий набір мінералів. Проте склад осаду залежить не тільки від материнської породи, він також є функцією клімату і рельєфу, які визначають темпи, ефективність, тривалість процесів руйнування і накопичення.

Якщо вважати, що області знесення, де поширене руйнування, є піднятими ділянками земної поверхні, а області седимен-

тації – ділянки з низьким гіпсометричним рівнем, то повинна існувати межа, вище від якої утворюються продукти руйнування, а нижче – вони осаджуються. Такий рівень називають *базисом ерозії* (назву запропонував 1917 р. Д. Баррел [29]). Розрізняють загальний і локальний базис ерозії. За загальний базис умовно приймають рівень Світового океану. Локальні або місцеві бази ерозії розміщені на будь-якій висоті й часто змінюють своє положення.

У географічній оболонці відбуваються різноманітні фізичні, хімічні, біологічні процеси, внаслідок яких одна речовина перетворюється в іншу, тобто активне руйнування літосфери під впливом сонця, вітру, води, життєдіяльності тварин і рослин та відмирання біосу приводить до утворення нової речовини – осаду. *Осад* – це те, що осаджене на дно з рідини [2]. Таке визначення придатне лише для утворень дна водойм. Однак пухкі скупчення утворюються і на межі літосфери та атмосфери, складені продуктами руйнування гірських порід і великою кількістю органічної речовини (грунт). Тому *осад* – це крихке скупчення твердих частинок, утворене на межі літосфери й атмосфери (*грунт*) або на межі літосфери і гідросфери (власне *осад*).

Головним матеріалом осадів є продукти механічного руйнування та хімічного розкладу давніших порід (магматичних, метаморфічних, осадових), життєдіяльності організмів і рештки тварин та рослин, продукти вулканічних ексгаляцій, космічні утворення (пил, метеорити тощо), розчинені в воді речовини, атмосферні та ендегенні гази. Головні процеси, що приводять до утворення осадів, є переважно екзогенними (діяльність вітру, води, живих істот, сонячна радіація, хімічні перетворення на поверхні Землі, сила тяжіння Сонця і Місяця тощо) і, менше, ендегенними (діяльність вулканів, тектонічні рухи, потоки ендегенних газів).

Після утворення осад перебивають нові порції, він занурюється на глибину, у літосферу з відмінними термобаричними умовами, де під впливом високих температур і тиску зазнає літифікації, або кам'яніє, та перетворюється на осадову породу. Це гірська порода, що існує в термодинамічних умовах, харак-

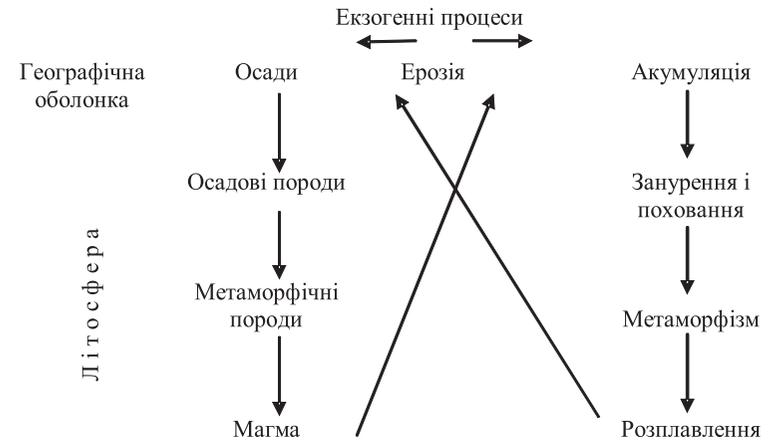


Рис. 2. Схема кругообігу порід, за [26]

терних для поверхні земної кори, утворена внаслідок перевідкладення продуктів руйнування різноманітних гірських порід, хімічного і механічного випадання осаду з води, життєдіяльності організмів чи всіх процесів одночасно [2]. Отже, вихідною речовиною осадової породи є осад.

Потім починають діяти ендегенні процеси, які або перетворюють осадову породу на метаморфічну чи розплавляють її, або піднімають на поверхню Землі для подальшого руйнування.

Усі перетворення речовини закономірні, послідовні, їх можна звести до єдиної схеми, яка фіксує всі фази перетворення матеріалу гірських порід і процеси, які на нього впливають (рис. 2).

*Увесь складний шлях осадової породи – від моменту руйнування давніших порід у географічній оболонці, утворення осаду, його поховання та скам'яніння у літосфері і до моменту повторного руйнування в географічній оболонці, називають седиментаційним, або осадовим, циклом.*

Цикл охоплює процеси утворення, збереження та руйнування осадових порід і є відображенням загального фізичного

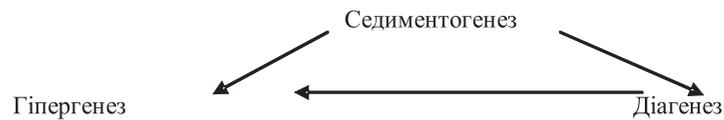


Рис. 3. Схема седиментаційного циклу

закону про збереження речовини – речовина не зникає, лише переходить з одного стану в інший. Седиментаційний цикл відображає кругообіг речовини – обмін нею між надрами і поверхнею Землі – та охоплює нескінчену цикл природних процесів. Це безконечна послідовність перетворень, які відбуваються і на поверхні Землі, і в її надрах. Загальна кількість речовини в цій системі стала, переміщуються і змінюють положення та стан лише окремі її частинки, які є в складі то одного мінералу, то іншого, то рідини, то твердого тіла. Більшість частинок пройшла через осадові цикли не один раз. Уся історія розвитку Землі складена з безконечної послідовності циклів осадонагромадження – підняття, ерозії, відкладання осаду тощо.

Седиментаційний цикл відбувається послідовно, закономірно і за стадіями. В тривалій історії утворення осадової породи можна виділити такі стадії (рис. 3):

- *седиментогенез* – утворення осаду;
- *діагенез* – перетворення осаду в породу;
- *гіпергенез* – повторне руйнування породи в географічній оболонці.

На стадії седиментогенезу утворюється ніби сирий (вихідний) матеріал, перетворення якого дає осадову породу. Вихідний матеріал осадових порід (осад) утворюється в географічній оболонці внаслідок руйнування давніших порід літосфери і накопичення біосферного матеріалу.

Становлення осадової породи завершується діагенезом. У 1962 р. М.М. Страхов [23, 24] об'єднав фази утворення осадової породи (седиментогенез і діагенез) і увів поняття *літогенез*, під

яким розумів усю сукупність процесів формування осадових порід (седиментогенез–діагенез–гіпергенез)ю

На кожній стадії діють певні механізми, відбуваються певні седиментаційні процеси, впливають певні чинники зовнішнього середовища. Седиментаційні процеси – це комплекс фізичних, хімічних, біологічних і геологічних процесів, наслідком яких є утворення осаду та осадової породи. В класичному уявленні до них належать звітрювання, ерозія, транспортування, відкладення і літифікація (скам'яніння).

*Седиментологія займається вивченням седиментогенезу – закономірного історичного геологічного процесу, що відбувається в часі та приводить до утворення вихідної речовини осадових порід – осаду.*

### 1.3. Мета, завдання, методи седиментології, зв'язок з іншими науками

Седиментологія – молода наука, яка почала бурхливо розвиватися лише останніми десятиріччями, однозначного її трактування наразі нема. Найпоширеніші такі підходи до її розуміння. Її вважають:

- синонімом літології (називають сучасною літологією);
- наукою, що вивчає лише сучасні осади і процеси, які приводять до їхнього утворення (тому седиментологію вилучають з циклу геологічних наук);
- наукою про походження (генезис) осаду й осадової породи.

Першого погляду дотримується більшість дослідників США, Канади і колишнього СРСР, які широко розуміють завдання седиментології і вважають її синтезувальною наукою про осадові породи. Проте геологи французької, англійської і голландської шкіл трактують седиментологію вужче і залишають за нею право досліджувати механізми, процеси та умови осадонагромадження і виявляти загальні закони седиментогенезу (або закони утворення осадів), а саме: закономірності осадження, перенесен-

ня, хімічного перетворення та усталення зв'язку будови осадових і осадових порід з умовами їхнього накопичення.

Проаналізуємо ці підходи до трактування седиментології. Наразі вважаємо неправильним ототожнення седиментології та літології. Аналіз світової літератури засвідчує, що сьогодні активно розмежовують об'єкти, завдання, методи досліджень цих двох галузей наукових знань, і седиментологія чітко виокремлена як наука про генезис осадових і осадових порід.

Літологія є наукою про склад і будову осадових порід, що охоплює методи діагностики та опис ознак осадових порід різних класів і розробку загальної теорії осадового породоутворення. Якщо літологію розглядати як синтетичну науку про осадові породи, то, без сумніву, седиментологія є її важливою складовою частиною, що вивчає процеси утворення вихідної речовини осадової породи – осаду. В разі, якщо літологію розуміти вузько, лише як петрографію осадових порід, головним завданням якої є морфологічні дослідження, то тоді седиментологію можна розглядати як її основу, каркас, оскільки вона вивчає процеси та механізми утворення осадових порід, а літологія – результат дії цих процесів (табл. 1).

Таблиця 1

**Порівняльний аналіз літології і седиментології**

Аспект порівняння	Літологія	Седиментологія
Об'єкт досліджень	Літосфера	Літосфера та географічна оболонка
Предмет досліджень	Осадові породи	Осад та осадові породи
Методи	Морфолого-порівняльний, мінералогічний, лабораторні тощо	Морфолого-генетичний, безпосередні спостереження і вимірювання, експериментальні, лабораторні тощо.
Головна мета	Вивчення мінерального, хімічного складу і будови осадової породи	З'ясування походження (умов, механізмів, процесів утворення) осадових порід та їхніх перешарувань

Без сумніву, седиментологія – геологічна наука, оскільки, по-перше, вивчає геологічні процеси, по-друге, має практичне застосування в геологічній практиці. Завдяки вивченню сучасних седиментологічних процесів, ми можемо реконструювати умови осадоутворення геологічного минулого. Седиментологія, спостерігаючи сучасні процеси і механізми, не бачить результату їхньої дії. Седиментологія, що вивчає давні осадові породи, навпаки, фіксує результат і не працює з процесами та механізмами утворення осадових порід.

Седиментологія тісно пов'язана з такими фундаментальними науками, як біологія, фізика, хімія, географія. Процеси руйнування і транспортування відбуваються під дією переважно фізичних чинників за законами фізики, а в процесах осадження головну роль відіграють хімічні перетворення. Живі організми суттєво впливають на процеси утворення осадових порід, вони живуть в осаді або на його поверхні, активно використовують з нього поживні речовини, а після смерті перетворюються в осад. Біологічні, хімічні й фізичні характеристики осаду є дуже важливими для пізнання історії осадових порід. З географією седиментологія поєднує єдиний об'єкт досліджень – географічна оболонка. Седиментологія перетинається з такими геологічними дисциплінами, як геохімія, мінералогія, палеонтологія, тектоніка, стратиграфія, використовує досягнення хімії, біології, фізики, геоморфології, океанографії, інженерної геології, кліматології, гідродинаміки тощо, і сама робить значний внесок у розвиток цих наук.

Головна мета седиментології – вивчення генезису (походження) осаду, осадових порід, їхніх перешарувань і виявлення глобальних закономірностей седиментогенезу.

Головні завдання седиментології такі:

- вивчення процесів руйнування гірських порід, переміщення осадового матеріалу в географічній оболонці та його осадження;
- визначення умов утворення сучасних осадових порід;
- реконструкція умов осадонагромадження геологічного минулого.

Чотири запитання, на які повинен відповісти седиментолог:

- де і на якій відстані було джерело знесення, як воно було пов'язане з басейном седиментації;
- як відбувалося перенесення осадового матеріалу;
- які були умови седиментації (фізичні, хімічні, біологічні параметри седиментаційного середовища, геоморфологічна характеристика дна, географічне розміщення тощо);
- як утворилися вертикальні послідовності осадових порід.



Рис. 4. Абразивне обростання уламкового зерна турмаліну, пісок Мак-Найрі (крейда), штат Теннессі,  $\times 250$ , за [33]

Головний метод седиментології – морфолого-генетичний, він дає змогу за набором зафіксованих ознак будови розшифрувати історію осаду чи осадової породи або їхніх складових. Як приклад, можна розглянути історію обкатаного турмалінового зерна з регенераційною облямівкою (рис. 4). Його будова дає підстави припустити таке. Спочатку воно перебувало у складі магматичної породи, згодом зруйнованої. Після цього турмалінове зерно вивільнилося, перемістилося на значну відстань, зазнало обкатування і відклалось у піску. Потім утворилася регенераційна облямівка внаслідок метаморфізму низького ступеня, відбулося повторне звільнення і вивільнення зерна, відновлення транспортування й обкатування і, нарешті, перевідкладення в іншому піску.

#### 1.4. Історія седиментології

Седиментологія як наука зародилася недавно, проте знання людства про осад відомі з давніх-давен. Перші документально зафіксовані гіпотези про утворення осаду належать давнім грекам. Основи осадової геології закладені одночасно з виникненням геології.

Історія седиментології ще повністю не написана, оскільки наука в процесі становлення. Однак у її розвитку можна виділити декілька моментів.

1. До кінця першої половини XVIII ст. – закладення основ осадової геології. Леонардо да Вінчі, Н. Стенон та інші ввели осадові породи в об'єкт наукових досліджень, розпочали збирання даних про осадові породи. Саме в цей час написано перші праці про утворення гірських порід шляхом осадження у водному середовищі (Н. Стенон 1669 р. сформулював закон послідовності нашарувань – кожен шар, що залягає нижче, давніший).

2. Друга половина XVIII ст. – виникнення геології та стратиграфії як самостійних наук і поява перших визначних праць з вивчення осадових порід. Найвідоміші дослідники цього часу – Ж. Бюффон, М. Ломоносов ("Про шари земні", 1763 р.), А.Г. Вернер, В. Сміт та інші – узагальнили матеріали з окремих відслонень, зробили перші спроби нанести осадові тіла на карту і створили перші концепції (нептунізм) пояснення глобальних тенденцій осадонагромадження.

3. Перша половина XIX ст. – опубліковані праці Ч. Лайєля, А. Греслі, Б. Соколова, де зазначено, що знання про сучасні геологічні процеси можна використовувати для пізнання давніх осадових утворень (сформульований принцип актуалізму), закладено основи вчення про фації, зроблено перші спроби інтерпретації умов утворення переважно теригенних і карбонатних порід.

4. Друга половина XIX ст.–30-ті роки XX ст. – з появою мікроскопа почався бурхливий розвиток петрографічного напрямку – мікроскопічного вивчення осадових порід (тобто розвивали передусім морфологічне вивчення осадових порід, тоді як седиментологія, а саме – пізнання механізмів утворення, була занедбана). В цей період осадові породи цікавили дослідників лише з позицій мікроскопічних даних або їх розглядали лише як вмісні для палеонтологічних решток. Найзначнішою подією цього періоду була організація перших океанографічних досліджень на судні "Челленджер". У 1891 р. опубліковано звіти за результатами досліджень експедиції судна з численними даними про поширення осадів на морському дні.

5. З 30-х років ХХ ст. і до тепер – активні дослідження сучасних осадових і Світового океану, розробка методики фаціального аналізу. З огляду на інтенсивний розвиток нафтогазової геології головні акценти робили на вивченні геометрії осадів та осадових порід, з'ясуванні їхньої вертикальної послідовності, аналізі текстур тощо; виник підвищений інтерес до вивчення фацій, до тривимірного аналізу як сучасних, так і давніх відкладів, відновлення умов їхнього накопичення. Організовано численні експедиції з вивчення сучасних геологічних процесів у різних ділянках земної кулі. Створено океанографічні інститути, седиментологічні лабораторії. Як наслідок, з'явилися настільки точні дані про сучасні осади, що давні осадові породи можна було вивчати, порівнюючи їх з сучасними аналогами. Поступово викристалізувалася загальна концепція осадонагромадження, розроблено методи діагностики умов утворення осадових порід, що ґрунтуються на вивченні геометрії осадових тіл, вертикальної послідовності порід, їхнього складу і текстур. Тут треба згадати таких дослідників, як У.Х. Твенховел (“Вчення про утворення осадів”, 1936 р.), Ф.Д. Петгиджон (“Осадові породи”, 1981 р.), М.М. Страхов (“Основи теорії літогенезу”, 1960 р.) та ін.

Сьогодні седиментологія бурхливо розвивається, особливо в напрямі реконструкції умов осадонагромадження геологічного минулого. У 90-ті роки ХХ ст. з виходом двотомника за редакцією Х. Редінга “Обстановки осадконакопления и фации” (1990) [15, 16] остаточно сформульовано головні положення, розроблено методику, структуру і методи перспективного наукового напрямку, основою якого є седиментологія, – фаціального аналізу. Концепцію фаціального аналізу вважають одним з трьох “революційних” геологічних відкриттів ХХ ст. (ще два – це теорія літосферних плит та секвенс-стратиграфія).

Моря й океани є природними лабораторіями осадового процесу. За минулі десятиріччя досягнуто значних успіхів у вивченні Світового океану завдяки розширенню фронту досліджень та застосуванню нових методів, приладів тощо.

Світовий океан досліджують за такими напрямками:

- глибоководне буріння – розпочате 1968 р. з судна “Гломар Челленджер”, продовжене на новому буровому судні “Джоїдес Резолюшен”; дотепер пробурені свердловини в більш ніж 1 200 пунктах Світового океану, значна частина яких пройшла всю осадову товщу і ввійшла в базальти океанічної кори;
- комплексні геофізичні дослідження, завдяки яким у загальних рисах вивчені будова і склад осадових утворень Світового океану;
- застосування підводних апаратів (батискафів) “Алвін”, “Сіана”, “Пайсис”, “Мир”, які дають змогу вести безпосереднє спостереження різноманітних явищ на дні і в товщі води Світового океану; можливості цієї техніки ще не вичерпані, але вже привели до визначних відкриттів, зокрема, завдяки їм виявлено систему активних серединно-океанічних хребтів загальною довжиною близько 80 000 км, явище надходження на дно океану великої кількості твердої, рідкої, газової ендегенних речовин тощо;
- використання нових методів вивчення поверхні дна океанів (монопроменевими ехолотами, локаторами, із космосу), завдяки яким вивчають рельєф дна океану; уже встановлені потужні дренажні системи, що розподіляють осадовий матеріал;
- впровадження кількісних підрахунків абсолютних мас осадової речовини у воді річок, морів та океанів седиментаційними пастками різних типів, з використанням ізотопних методів тощо, які дають змогу виявляти характер поширення осадового матеріалу в різних седиментаційних середовищах.

Застосування нових напрямів і методів допомогло отримати великий обсяг нових даних, які привели до кардинального перегляду старих положень і формулювання нової концепції осадо-нагромадження.

Цікаво, що сучасна седиментологія розвивалася не з літології чи петрографії осадових порід або стратиграфії, а зародилася на межі структурної геології, тектоніки та океанографії.

Чому так сталося? По-перше, геологи-тектоністи завжди шукали критерії для визначення нормального і перекиненого залягання шарів осадових порід. Ідеальні індикатори залягання порід – це текстури. Цей метод визначення підшви-покрівлі набув найбільшого розвитку в праці Р. Шрока “Послідовності в світах шаруватих порід” (1948). По-друге, тектоністи були стурбовані широкою варіацією складу і товщиною осадів у геосикліналях і на платформах. Саме вони перші поставили питання: як нагромаджені такі потужні відклади в геосинкліналях? І саме тектоністи спробували відповісти на це питання: (Е. Бейлі “Новий погляд на седиментацію і тектоніку” 1930 р.).

Сьогодні на теми седиментології є дуже багато різноманітних публікацій. В Америці видають журнал “Седиментологія” та “Осадова геологія”, активно діє Міжнародна організація седиментологів та ін.

### Контрольні питання

1. Наведіть визначення осадової породи.
2. Які корисні копалини видобувають з осадових порід?
3. У чому полягають головні відмінності географічної оболонки від усіх інших земних сфер?
4. Що таке осад?
5. Схарактеризуйте загальну схему утворення осаду.
6. Що є об'єктом і предметом вивчення седиментології?
7. Наведіть визначення седиментології.
8. Чи є з'ясування походження осаду головною метою седиментологічних досліджень?
9. Якими методами оперує седиментологія?
10. Чи седиментологія є геологічною наукою?
11. Визначте місце седиментології серед інших наук.
12. Схарактеризуйте етапи становлення седиментології.
13. У чому полягає специфіка сучасного етапу розвитку седиментології?

## 2. БУДОВА ТА ОЗНАКИ ОСАДОВИХ ПОРІД

### 2.1. Будова осаду, ґрунту та осадової породи

Осадові породи – це геологічні тіла, утворені внаслідок руйнування давніших порід, транспортування продуктів руйнування з областей знесення в області седиментації та їхнього осадження механічним, хімічним чи біогенним шляхом.

У будь-якій осадовій породі виділяють такі елементи: каркас, матрикс, цемент, пори (рис. 5).

*Каркас* – це зерна найбільшого розміру, які не дотикаються або дотикаються одне до одного фрагментарно (так звані точкові контакти). Елементом каркаса може бути уламок породи чи мушлі, моно мінеральне зерно, які, як звичайно, утворені за межами області седиментації, механічно вкладені (упаковані) силами гравітації в породу і займають у гравітаційному полі Землі чітко визначене місце.

*Матрикс* – це дрібні уламки, розміщені між зернами каркаса. Певної градації між зернами каркаса і матриксу нема. Наприклад, у конгломератах каркас складений галькою, а матрикс – уламками піщаного розміру; у пісковиках каркас псамітового розміру, матрикс – з алевритових чи пелітових частинок. Матрикс утворюється після каркаса чи одночасно з ним.

*Цемент* – це мінеральні новоутворення, які заповнюють порожнини осаду на стадії діагенезу під час взаємодії зерен каркаса і матриксу з розчинами, що циркулюють у порожнинах.

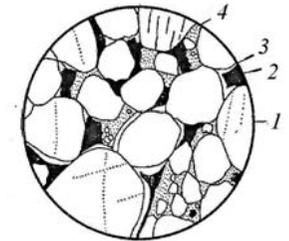


Рис. 5. Будова осадової породи:

1 – каркас; 2 – пори; 3 – цемент; 4 – матрикс