

---

## Діагенез

**Діагенез** – це сума процесів, які ведуть до хімічних, фізичних і мінеральних змін в осаді після його відкладення.

### Види діагенезу

Діагенез розпочинається з моменту відкладання осаду. Фізичні й хімічні зміни у свіжовідкладеному осаді називають *раннім діагенезом*. Ці зміни ведуть до поступового затвердіння породи. Процес затвердіння називають *літифікацією*. Завдяки літифікації з піску утворюється пісковик, з глини – глинистий сланець (аргіліт) і т. д. Найчастіше процес діагенезу не завершується літифікацією, а фізичні й хімічні зміни в породі тривають, хоча й відбуваються близько до земної поверхні. Це *епігенетичний діагенез*.

Якщо внаслідок утворення осадів багатокілометрової потужності раніше сформовані осади доходять до глибших частин земної кори, то в них відбуваються процеси, що ведуть до фізичних і хімічних змін порід, які називають *анхіметаморфізмом*. Завдяки цьому процесу утворюються вугілля і бітуми.

Провідну роль у процесі діагенезу відіграють такі чинники:

- тверднення колоїдів;
- ущільнення, зумовлене масою нагромаджених осадів;
- перекристалізація;
- цементация.



## Тверднення колоїдів

Колоїди утворюються на дні й заповнюють пори в осаді. З часом вони втрачають воду і тверднуть. М'який осад, який початково містив до 80 % води, перетворюється в тверду породу, де кількість води незначна. Видалення води з колоїдів можливе під впливом тиску нагромаджених вище осадів.

## Ущільнення

Під впливом ваги новоутворених осадів частинки перекритого осаду поступово зближаються між собою, внаслідок чого змінюються первинний об'єм осаду та його пористість, натомість зростає густина. Пористість утвореного глинистого намулу становить близько 70 %, однак у разі його перекриття товщею 2 км пористість зменшиться до 10 %. Глобігериновий мул на морському дні має пористість до 65 %, а на глибині 2 км від поверхні дна зменшується до близько 45 %.

Унаслідок ущільнення сипкі й м'які утворення, такі як глини, алеврити або мергелі, зазнали спресування – *сланцювання*, яке полягає в утворенні паралельних до нашарування поверхонь окремої.

Ущільнення веде до витискання порової води з осаду, наприклад, з 1 м<sup>3</sup> глинистого осаду під тиском, що його створюють перекривні шари осадів завтовшки близько 2 500 м, будуть витіснені близько 0,4 м<sup>3</sup> води.

Також ущільнення впливає на стан збереження органічних решток у породах. Під тиском вони деформуються. Ця деформованість полягає, головню, у стисненні, що залежить від літології осаду.

## Перекристалізація

Води, що містяться в осаді, розчиняють деякі мінеральні компоненти. Це пов'язане з фізико-хімічними умовами, які є в осаді. Зміни цих умов можуть приводити до перенасичення розчинів і, як наслідок, до повторної кристалізації компонентів осаду. Найчастіше викристалізовується карбонат кальцію і кремнезем. Завдяки випаданню розчинних компонентів з порових вод відбувається цементация зерен.

Перекристалізація приводить також до збільшення розміру зерен у породі. Тому дрібнозернисті карбонатні осадки часто перетворюються в грубозернисті. До осаду можуть надійти і цілком сторонні компоненти



й викристалізуватись у ньому. Так виникають, наприклад, скременілі вапняки та мергелі; процеси перекристалізації відбуваються з різною швидкістю, яка залежить від фізико-хімічних умов та еволюції порових вод.

## Цементация

Процеси твердіння колоїдів, ущільнення та перекристалізації є причиною того, що зерна раніше сипкого осаду злипаються між собою. Цементувальними субстанціями найчастіше є карбонат кальцію і глинисті мінерали. Цементування може сягати різного ступеня, що залежить від пізнішої історії осадів. У геологічних розрізах можна виявити, наприклад, слабко зцементовані піски віком у кількості мільйонів років, сильно діагенізовані пісковики віком у декілька мільйонів років.

Загалом цементация відіграє значну роль у карбонатних і піщаних осадах, натомість у глинистих породах вона не має важливого значення.

## Конкреції

Конкреції – це мінеральні скупчення кулястої, овальної сочевицеподібної форми з чіткими обмеженнями в породі, де вони розвинуті. Найчастіше конкреції складені карбонатом кальцію, кремнеземом, сидеритом (карбонат заліза), сполуками мангану та заліза, гіпсом, баритом, фосфатом кальцію. Вони можуть утворюватись або в процесі формування осадів (*сингенетичні конкреції*), або після седиментації (*епігенетичні конкреції*). Утворення цих форм розглянемо на прикладі фосфоритових конкрецій, які інколи масово розвиваються в шельфових зонах океанів.

Висхідні потоки в океані насичують поверхневі води шельфу сполуками фосфору, азоту і кремнезему, які є необхідними для розвитку фітопланктону (рослинного планктону). Наявність фітопланктону сприяє появі великої кількості зоопланктону (тваринного планктону), а далі – риб, і нарешті – морських птахів і ссавців. Бурхливий розвиток органічного життя приводить до того, що на поверхні дна з'являється велика кількість недавно відмерлих організмів. Унаслідок розкладання органічного матеріалу з нього на дні вивільняється фосфор, який розчиняється в порових водах, що циркулюють в осадах. Концентрація фосфору в порових водах може досягати 10 мг/л, тоді як його середній вміст у морській воді становить 0,07 мг/л. Зі зміною фізико-хімічних умов в осаді виникають центри перенасичення порових розчинів карбонатом фосфору, який може випадати у формі фосфату, концентруючись навколо певних центрів крис-



талізації, імовірно, згустків бактерій. Так в осаді утворюються скупчення різних за формою та розмірами фосфатів, які поступово гуснуть і втрачають воду (див. рис. 147). Завдяки рухові води осади на дні постійно зазнають перемивання – легкі компоненти вимиваються, а на поверхні дна залишаються більші й важчі компоненти, в тому числі зерна та конкреції, які поступово розростаються.

На дні сучасних морів та океанів відомі численні манганово-залізисті конкреції, складені, головню, окислами і гідроокислами заліза та мангану. В карбонатних породах дуже часто трапляються конкреції кремнезему. Зазначимо, що люди використовували такі конкреції ще в добу неоліту для виготовлення знарядь праці.

## Силіфікація і фосилізація

*Силіфікація* – це процес проникнення розчинів кремнезему в породи та вміщені в них органічні рештки. Вона полягає у випаданні кремнезему в порах порід або у повному заміщенні кремнеземом первинних складових породи. Інколи в осадах знаходять повністю скременілі фрагменти дерев або й цілі стовбури. Силіфікація може відбуватися і як гідротермальний процес з виділенням кремнезему із гарячих постмагматичних розчинів.

Відміною силіфікації є *чертифікація (зроговикуння)*, тобто виділення в карбонатних осадах кремнезему та його пізніша перекристалізація в халцедон чи дрібнокристалічний кварц; унаслідок цього процесу виникають *роговики (черти, шерти)* – скупчення халцедону або аморфного кремнезему у вапняках чи мергелях з дуже слабко вираженими контактами. Характерною рисою черт є взаємне проникнення з навколишніми породами.

*Фосилізація* – це діагенетичний процес стосовно органічних решток у породі. Її наслідком є виникнення *скам'янілостей*. М'які тканини в породах зберігаються дуже зрідка; ліпше зберігаються внутрішні та зовнішні кістяки. У разі слабкої дії діагенетичних процесів кістяки можуть зберігати свій первинний склад і навіть первісне забарвлення. Зовнішні кістяки (черепашки) дуже часто складені арагонітом, який під час діягенезу перекристалізовується в кальцит, що є набагато стійкішим. Частинки кістячків можуть також бути заміщені іншими мінералами, наприклад, кварцом, сульфідами, флюоритом або доломітом, а рослинні рештки часто зазнають силіфікації або вуглефікації. Черепашки здебільшого повністю розчиняються, і в затверділому осаді залишаються лише їхні відбитки або внутрішні виповнення (ядра).