

4.2. Рання історія розвитку Землі

Впродовж близько 100 млн. років, як це вже зазначалось раніше, Земля знаходилася в стані акреції речовини газопилової туманності. На стадії **догеологічного періоду** процеси, які проходили на планеті та всередині неї, сприяли диференціації речовини, утворенню праобразу первинної кори основного складу, виділенню рідкого зовнішнього ядра та, відповідно, появі магнітного поля. Проте, слід зазначити, що до теперішнього часу неоднозначно тлумачаться питання послідовності диференціації речовини і причин первинного розігріву Землі на догеологічній стадії її розвитку.

Впродовж тривалого часу однозначно вважалось, що Земля, а також інші планети внутрішньої групи, на ранніх стадіях їх формування складалися з суміші залізосилікатної речовини, з якої згодом відбулось виділення залізного ядра і силікатної оболонки – мантії. В останні десятиліття набула популярності версія, згідно з якою спочатку акумулювалося тугоплавка речовина ядра, основною складовою якого є залізо, а пізніше на нього нашаровувалась відносно легкоплавка силікатна речовина. Тобто процес диференціації первинної речовини відбувався за принципом концепції **гетерогенної акреції**, яка, на відміну від концепції **гомогенної** (однорідної) **акреції**, допускає послідовне нарощування речовини оболонок планети. Існує також і третя, так звана проміжна концепція згідно з якою спершу акумулювалося внутрішнє ядро, а утворення зовнішнього ядра відбулося вже в процесі диференціації мантії.

З питанням диференціації первинної земної речовини тісно пов'язане і питання причин первинного розігріву Землі, яка за “холодною” гіпотезою зародилась у холодному стані. Сьогодні можна назвати низку факторів, що спричинили розігрів планети. Це зіткнення планетезималей, яке супроводжувалося виділенням тепла; гравітаційна диференціація при виділенні ядра; розпад природно-радіоактивних елементів; тертя, спричинене твердими припливами обумовленими близьким розташуванням Місяця до Землі в порівнянні з сьогоднішнім. Яка з цих гіпотез найближча до істини необхідно ще з'ясовувати. Загадкою залишається також і ступінь розігріву протопланети на ранніх стадіях її існування. На думку В.С.Сафронова, температура в мантії прото-Землі могла досягати 1500°, а за розрахунками інших вчених температура у зовнішніх шарах планети була близькою до температури плавлення. Відповідно, це дозволяє припускати, що на поверхні планети могли в цей час виникати “океани магми” з якої відбувалася кристалізація первинної протокори базальтоїдного складу. Найвірогідніше, що разом з виділенням ядра і мантії відбулося формування тонкої та дуже пластичної літосфери, під якою знаходилася розплавлена речовина астеносфери, що сприяло інтенсивним проявам магматизму, особливо в тих місцях де протокора була пошкоджена падінням крупних метеоритів.

Інтенсивне бомбардування Землі численними метеоритами було дуже характерне для догеологічного періоду її розвитку. Падіння їх на протоземну поверхню сприяло розтріскуванню тонкої протокори, виливанню на поверхню магми в результаті чого відбувалося звільнення останньої від значної кількості летких компонентів. Це мало важливе значення для формування атмосфери, яка в цей час була безкисневою та нагадувала щільну туманність, що огортала Землю.

Геологічний період розвитку Землі розпочався близько 4,0-3,5 млрд. років назад і складається з декількох етапів, які характеризуються не тільки певними стадіями формування земної кори і Землі в цілому, але й еволюцією атмосфери і гідросфери, а також розвитком життя.

Ранній етап, відомий під назвою **докембрійський**, є найтривалішим і охоплює період часу у віковому діапазоні від 3,5-4,0 млрд. років до 570 млн. років. У загальному вигляді цей етап поділяється на чотири крупних стадії: **доархейську**, або **катархейську**, віковий діапазон якої становить 4,0-3,5 млрд. років, **архейську** – 3,5-2,6 млрд. років, **ранньопротерозойську** – 2,6-1,7 млрд. років та **пізньопротерозойську** – 1,7-0,57 млрд. років. Всі ці стадії відрізняються структурним планом земної поверхні, палеогеографічною, палеокліматичною та палеогеодинамічною обстановками.

Впродовж **катархейського** часу відбувалося формування первинної земної кори і атмосфери. Механізм утворення цієї кори, а також її склад на теперішній час до деякої міри є дискусійні. Невідомим залишається була ця кора за складом сіалічною, подібною до сьогоднішньої континентальної, чи меланократовою (океанічною), складеною з основних магматичних порід. Припускається, що значна роль у формуванні протокори належала процесу бомбардування протоземної поверхні малими та великими тілами метеоритів. Як зазначалось раніше, падаючи на поверхню вони руйнували первинну тонку і пластичну кору, яка утворилася на ранніх стадіях остигання планети. Як наслідок, на протоповірхню виливалися значні кількості розплавленої речовини, яка нарощувала первинну кору. Одночасно відбувалось вивільнення значної кількості

летких компонентів, що сприяло формуванню атмосфери, а пізніше й гідросфери, які поповнювалися продуктами дегазації магми при наступних вулканічних виверженнях. Так очевидно і відбувалось формування первинної кори Землі. За складом вона близька до гранітів та гнейсів за що її називають комплексом “сірих гнейсів”, але в порівнянні з “нормальними” гранітами містить менше кремнезему та калію. За численними даними, часом її появи слід вважати віковий рубіж близько 3,8 млрд. років назад. Окрім того необхідно додати, що “сірі гнейси” це перші гірські породи з утворення яких розпочався геологічний літопис розвитку нашої планети.

Архейський період характеризувався своєрідним “розтріскуванням” ще досить тонкої та пластичної кори. Через такі “тріщини” на поверхню виливалися нові порції базальтової, а згодом середнього та кислого складу магми, яка виповнювала довгі широкі прогини в земній корі. Вулканічна діяльність сприяла формуванню гірського рельєфу поряд з яким існували і первинні водні басейни де відбувалося накопичення уламкових осадових порід. Наприкінці архею відбулося регіональне проявлення гранітоутворення. Всі ці процеси сприяли формуванню зрілої континентальної кори на більшій частині площі сучасних материків. Під кінець архею на Землі вже існували ділянки з корою близькою за складом та будовою до континентальної кори, і, відповідно ділянки з океанічною протокорою, тобто вже існували протоконтиненти та протоокеани. Наявність у складі архейських розрізів уламкових порід (конгломератів, гравелітів, пісковиків, глинистих утворень), свідчить, що моря вже тоді були заповнені водою, тобто виникли сприятливі умови для зародження життя. Сьогодні відомі сліди органічного життя в архейський час, вони виявлені в породах віком 3,4-3,5 млн. років. Це були найпростіші представники органічного світу *прокаріоти* – організми позбавлені внутрішньої структури клітин, в яких не було ядра, і ДНК не могла групуватися в дискретні хромосоми. Характерними їх представниками є бактерії та синьо-зелені водорості. Найдревніші сліди життєдіяльності синьо-зелених водоростей виявлені в Австралії (район Пілбара), у гірських породах вік яких становить близько 3,5 млрд. років. На наявність в археї органічної речовини може вказувати також присутність в породах графіту, який можливо є результатом концентрації організмами вуглецю. Разом з тим не слід відкидати також ймовірність абіогенної (хемогенної) природи графіту, який присутній у породах ранньоархейських метаморфічних комплексів.

Незважаючи на присутність в архейських протоморях органічної речовини кількість кисню у тогочасній атмосфері ще була незначною. У її складі все ще переважали метан, аміак, вуглекислий газ і водяна пара.

Архейська протокора була своєрідною основою на якій у подальшому формувалися геологічні споруди континентів пізніших періодів. Сьогодні фрагменти цієї кори доступні для вивчення в межах *щитів* – ділянок сучасної поверхні Землі, складених породами докембрійського віку. Такі щити є на всіх континентах. В межах території України знаходиться Український щит, який являє собою вихід кристалічних порід докембрію, що простягається від Полісся до Азовського моря. Архейські породи, які складають окремі частини щита відслонюються на Побужжі, правобережжі Дніпра та у Приазов’ї, де їх можна спостерігати по берегах таких рік як Південний Буг, Синюха, Дніпро, Базавлук, Сура, Конка, Берда, а також їх численних приток та балок.

Впродовж *ранньопротерозойського етапу* практично завершилося формування земної кори. На початку протерозою ще недостатньо стійка архейська кора була розбита планетарними розломами на низку блоків, розділених своєрідними западинами. Самі западини являли собою опущені ділянки земної кори, в межах яких відбувалось інтенсивне проявлення вулканізму і нагромадження уламкового матеріалу, принесеного потоками з сусідніх піднятих територій. Під кінець нижнього протерозою (в інтервалі 2,0-1,7 млрд. р.) ці ділянки зазнали піднімання, яке супроводжувалося інтенсивним зім’яттям сформованих в них порід та потужним гранітоутворенням. Ці процеси сприяли нарощуванню континентальної кори, яка тоді вже займала близько 80% площі її сучасного поширення. Окрім того всі уламки архейської континентальної кори завдяки розвитку регіональної гранітизації наприкінці раннього протерозою були спаяні в єдиний суперконтинент, який називають *Мегагея* (“велика земля”) або *Пангея-1*. На тій частині земної кулі, де континентальна кора була відсутня, існував океан – *Мегаталасса* (“велике море”), який займав територію поверхні Землі з океанічним типом кори. Припускається, що цей океан за площею перевищував Тихий, але значно поступався сучасним океанам за глибиною так як збільшення об’єму гідросфери за рахунок дегазації мантії в процесі вулканічної діяльності продовжувалося і впродовж всієї подальшої історії розвитку Землі. В океані інтенсивно продовжували свій розвиток прокаріотичні організми і особливо синьо-зелені водорості. Під впливом їхньої життєдіяльності і завдяки фотосинтезу вміст кисню в атмосфері наприкінці раннього протерозою різко збільшився і її склад наблизився до сучасного. Фізико-хімічні умови басейнів

осадконагромадження сприяли накопиченню великої кількості оксидів заліза, що привело до формування унікальних за розмірами та запасами покладів руд цього металу. Ще однією особливістю ранньопротерозойської стадії було формування великої кількості карбонатних порід, що також свідчить про різкі зміни в хімізмі гідросфери, порівняно з архейською. Рельєф поверхні континентів характеризувався високим ступенем розчленування, а клімат нагадував клімат сучасних субтропічних зон, на що вказує велика кількість у розрізах нижнього протерозою уламкових кварцових порід, таких як конгломерати, гравеліти та пісковики. Поверхня суходолу була густо помережена долинами тимчасових водотоків, по яких в басейни осадконакопичення зносився уламковий матеріал. Серед цих басейнів були басейни відкритого типу, подібні до сучасних морів, а також такі, що нагадували закриті лагуни та озера з мінливою солоністю води. Наприкінці ранньопротерозойської стадії, яка характеризувалася підвищенням температурного режиму Землі, широко проявився метаморфізм порід, потужний магматизм у формі гранітоутворення та виверження вулканів тріщинного типу, а також сформувалися численні розломи та складчасті споруди.

Ранньопротерозойські породи складають окремі ділянки Українського щита на Волині (відслонюються по берегах рік Тетерів, Случ, Смолка), Кіровоградщині (скельні береги Інгула, Інгульця, Вісуні та інших рік і річок), у Приазов'ї (басейни рік Берди, Обіточної, Мокрої Яли та інших). До утворень цього етапу належить унікальний за запасами залізних руд Криворізький залізрудний басейн.

Протягом *пізньопротерозойського* часу (1,7-0,57 млрд.р.) інтенсивність ендегенних процесів зросла, що привело до поступового розколювання протоконтиненту Мегагея. В зонах глибинних розломів, завдяки різноманітним рухам земної кори, формувалися глибоководні прогини, що дістали назву *геосинкліналей*, а в межах спокійних ділянок Землі, де рухи кори були практично відсутні – *платформи*. Геосинклінальні прогини ділили протоконтинент на низку гігантських за розмірами брил з континентальним типом кори. Ці брили згодом стали зародками сучасних континентів. Найбільша серед них утворилася наприкінці протерозою. Вона знаходилася в південній півкулі і послужила основою для формування суперконтиненту *Гондвана*. Брили північної півкулі з'єдналися в одну аж у пізньому палеозої, утворивши другий суперконтинент *Лавразію*. Розділялися ці континенти океаном *Палеотетис*, який знаходився приблизно на широті сучасного Середземного моря (рис. 4.3).

В пізньопротерозойських океанах, морях, лагунах і озерах тривала еволюція органічного світу. З'явилися перші *еукаріоти*, які на відміну від архейських прокариотів мали ядро, характеризувалися складною внутрішньою структурою та наявністю хромосом, а також багатоклітинні організми (рис. 4.4).

Широкий розвиток у протерозої організмів сприяв формуванню нарівні з теригенними осадками органогенних карбонатних порід – доломітів. В пізньому протерозої суттєвих змін зазнав і клімат Землі, він став контрастним і набув рис зональності. Сьогодні є відомості, які свідчать про наявність впродовж пізнього протерозою трьох періодів зледеніння. Все це знаменувало перехід Землі до суттєво нової стадії геологічного розвитку, яка відома під назвою – *фанерозой*.

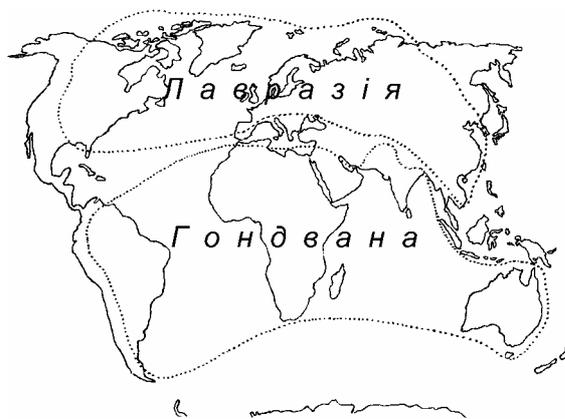


Рис. 4.3. Положення суперконтинентів на земній кулі в пізньому палеозої

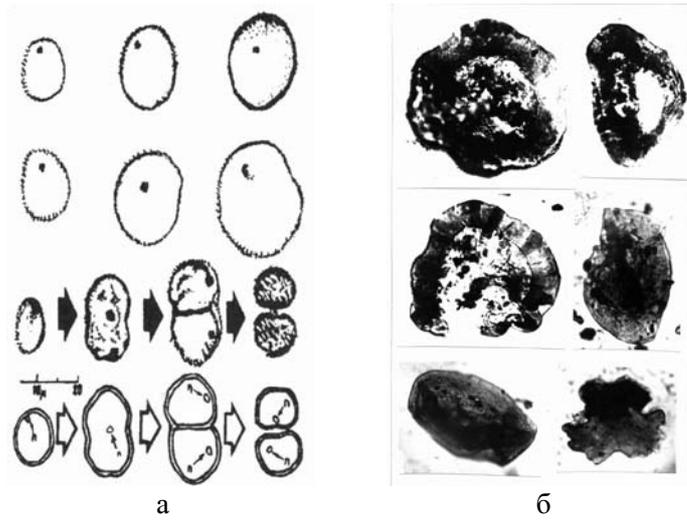


Рис. 4.4. Характерні представники органічного світу докембрію.
а – мікрофосилії виявлені Дж. Шопфом в архейських породах Австралії; б – мікрофосилії з протерозойських порід Криворізького залізрудного басейну виявлені В.Рябенком і Т. Міхницькою.