

### **2.3.1. Зовнішні геосфери Землі**

До зовнішніх геосфер Землі належать атмосфера, гідросфера, біосфера та ноосфера. Вони проникають одна в одну та знаходяться в постійній взаємодії між собою і твердими оболонками Землі. Проявом цієї взаємодії є обмін між ними речовиною та енергією.

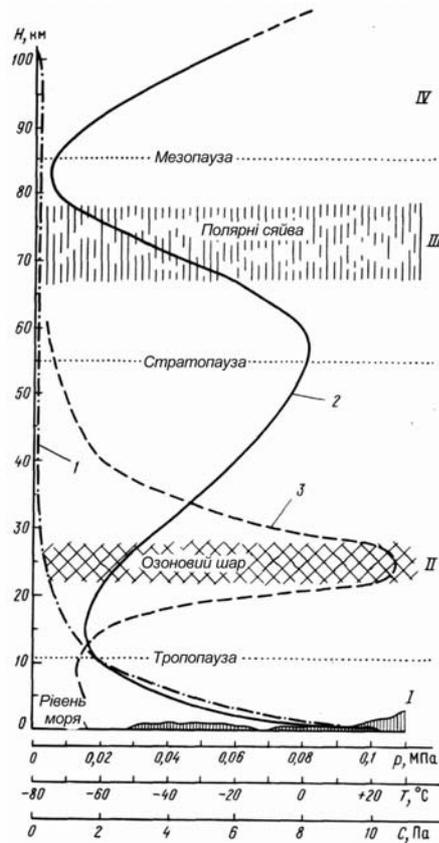
**Атмосфера** – це газова оболонка, складена сумішшю газів, співвідношення яких змінюється з висотою. Біля поверхні Землі 78,09% її об'єму належить азоту, 20,95% – кисню, аргон і вуглекислий газ складають, відповідно, 0,93% і 0,03%. В незначних кількостях у повітрі містяться водень, неон, гелій, криптон, ксенон, радон, йод, водяна пара, озон, метан та інші гази. Такий склад атмосфери практично не змінюється до висоти 100 км. Окрім газів, в ній знаходиться також певна кількість твердих частинок у вигляді пилу різноманітного походження. Найбільше його поступає в повітря під час пилових бур у районах пустель та напівпустель, при виверженні вулканів, а також з космічного простору. Не остання роль у забрудненні атмосфери пилом належить техногенній діяльності людини. Найбагатшими на пил є нижні шари атмосфери, але він виявлений також і на висоті 100 – 150 км.

Залежно від складу та фізичних параметрів (густини повітря, тиску, температури) атмосфера, верхня межа якої сягає висоти 2000 км, поділяється на три горизонти – тропосферу, стратосферу та іоносферу (рис. 2.14).

### **Тропосфера**

характеризується високою густиною, наявністю в складі, окрім азоту та кисню, вуглекислого газу, водяної пари та великої кількості твердих частинок різного походження. Висота її верхньої межі змінюється в залежності від географічної широти. В екваторіальній та тропічній зонах вона сягає 17-18 км, а в полярних та приполярних областях знижується до 8-10 км. Характерним для тропосфери є також нерівномірність

температури повітря. Тепліші його шари знаходяться в приземній частині, а з висотою температура понижується в середньому на 6 °С через кожен кілометр і біля верхньої межі становить -85 °С. Шар мінімальних постійних температур у верхній частині



**Рис. 2.14. Вертикальний розріз атмосфери до висоти 100 км**

Криві змін: 1 – тиску ( $P$ ); 2 – температури ( $T$ ); 3 – вмісту озону ( $C$ ). I – тропосфера; II – стратосфера; III – іоносфера; IIIa – мезосфера; IIIб –

тропосфери називається *тропопаузою* і є межею між тропосферою і розташованою вище стратосферою.

**Стратосфера** займає повітряний простір на висоті від 8-18 до 50-55 км. Характерною її властивістю є сильно розріджений стан повітря і закономірне підвищення температури з висотою до  $-10 - +10$  °C. На висоті близько 55 км температура стабілізується і цю частину стратосфери називають *стратопаузою*. В межах стратосфери на висоті біля 25 км знаходиться озоновий шар, який поглинає велику частину ультрафіолетової радіації Сонця, захищаючи все живе на Землі від її згубної дії.

**Іоносфера**, верхня оболонка атмосфери, ділиться на три підгоризонти: мезосферу, термосферу і екзосферу.

**Мезосфера** сягає висоти біля 80 км. Характерною її ознакою є наявність так званої сріблястої хмарності і пониження температури (підвищення якої відбувається в стратосфері) до  $-90$  °C. Завершується мезосфера шаром з постійними мінімальними температурами який називається *мезопаузою*. Слід також зазначити, що взимку температура у мезосфері вища в порівнянні з літнім періодом. Однією з особливостей мезосфери є високий вміст іонів газів, які спричиняють своєрідне світіння атмосфери, відоме як *полярне сяйво*.

**Термосфера**, верхня межа якої проходить приблизно на висоті 800 км, характеризується черговим підвищенням температури до  $1000-2000$  °C, що і обумовило назву цієї оболонки атмосфери. Починаючи з висоти 200 км у термосфері відбувається розділення газів за молекулярною масою і збільшення вмісту водню та гелію. Окрім того, з висотою зростає роль іонізованих атомів і інших заряджених частинок, через що цю сферу ще називають *іоносферою*.

**Екзосфера** знаходиться вище 800 км і мало вивчена. В її складі переважають іони легких газів і елементарні частки, які рухаються з великою швидкістю але майже не зустрічаються одна з одною. Для зовнішніх шарів екзосфери характерне розсіювання – *дисипація* атмосфери в космічний простір. Проте цьому розсіюванню протидіє магнітне поле Землі, яке утримує

іонізовані частки в магнітосфері, верхня границя якої віддалена від земної поверхні на 25-35 тисяч кілометрів.

Важливою складовою атмосфери з точки зору впливу на геологічні процеси і об'єкти, як це буде показано нижче, є атмосферна волога та рух повітря, що впливають на формування кліматичних і погодних умов.

Інша оболонка Землі, яка має безпосереднє відношення до геологічних процесів, є **гідросфера**, або водна оболонка. Вона об'єднує поверхневі та підземні води. Верхня її межа відповідає рівню поверхні відкритих водоймищ, а нижня умовно проводиться в надрах Землі на глибині температурного рівня +374 °С, при якому вся вода переходить у газоподібний стан.

У складі гідросфери виділяється три основних типи природних вод, які відрізняються за хімізмом та фізичними властивостями. Це води морів і океанів або **океаносфера, води суходолу і льодовиків**, а також **підземні води**. Загальна маса гідросфери становить  $1644 \cdot 10^{15}$  т, що не перевищує 0,025% загальної маси Землі. В кількісному відношенні води гідросфери розподіляються наступним чином: океанічні – 1370 млн. км<sup>3</sup> (86,5% всієї маси води), води суходолу – 0,5% млн. км<sup>3</sup>, води материкових льодовиків – 22 млн. км<sup>3</sup>, підземні води – 196 млн. км<sup>3</sup>.

Всі води гідросфери мінералізовані і можуть розглядатися як природні розчини. На відміну від атмосфери, в гідросфері чітко проявляється горизонтальна неоднорідність (зональність): води суходолу, здебільшого, прісні, а океанів та морів – солоні. Океанічна вода містить, в середньому, 35 г солей на 1 л.

У складі морської води провідна роль належить катіонам  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$  і аніонам  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Br^-$ ,  $F^-$ ,  $HBO_3^-$ , вміст яких відповідає 95,8% маси розчинених речовин; всі інші хімічні елементи складають 4,2%. Окрім іонів у морській воді розчинені також природні гази – азот, кисень, вуглекислота, сірководень, концентрація яких змінюється залежно від фізико-географічних умов.

Більшість вод суходолу утворилися за рахунок атмосферних опадів, які характеризуються мінімальною мінералізацією і належать до так званих прісних вод.

Під впливом сонячної радіації води гідросфери Землі знаходяться в постійному русі – в безперервному кругообігу. Вода у вигляді пари атмосферної вологи, атмосферних опадів та річкового стоку, а також океанічними течіями переміщується на великі відстані. В атмосфері вона максимально насичується вільним киснем, а при зіткненні з верхніми шарами земної кори втрачає його. В процесі кругообігу в єдину систему об'єднуються всі води гідросфери, а також відбувається тісний взаємозв'язок природних вод з атмосферою, землею корою та живим світом планети. Таким чином, в загальному кругообігу води можна виділити своєрідні ланки: атмосферну, океанічну, літогенну, біогенну та промислово-господарську. Волога гідросфери разом з розчиненими в ній речовинами приймає активну участь у хімічних реакціях, які проходять в атмосфері, земній корі і біосфері. В зв'язку з цим, гідросфера, як і атмосфера, є активною діючою силою і середовищем геологічних процесів.

Третьою зовнішньою оболонкою Землі є **біосфера**. Вона об'єднує сфери планети де існує життя і включає в себе всю гідросферу, верхню частину літосфери та нижню частину атмосфери (нижче озонового шару).

Жива речовина за своєю масою ( $2,4 \cdot 10^{12}$  т) складає незначну частину в порівнянні з іншими зовнішніми оболонками планети, але за активною дією на довкілля посідає перше місце і якісно відрізняється від усіх інших оболонок.

За способом живлення та відношенням до зовнішнього середовища розрізняють організми **автотрофні**, які споживають неорганічні мінеральні речовини, і **гетеротрофні**, що живляться іншими організмами та їхніми рештками. Більшість організмів **аеробні**, тобто такі, для життя яких потрібне повітря. Значно менша частина, здебільшого мікроорганізми, відносяться до **анаеробних**, які можуть існувати і в безкисневому середовищі.

Основою живої речовини є вуглець, який утворює нескінчену кількість різноманітних хімічних сполук. Окрім вуглецю,

найпоширенішими хімічними складовими живої природи є кисень, водень та азот. Інші елементи присутні у невеликих кількостях, проте відіграють важливу роль у фізіології організмів.

Основна маса живої речовини зосереджена в зелених рослинах, які поглинають енергію сонячного проміння і утворюють складні органічні сполуки. Цей процес природного формування органічної речовини одержав назву "**фотосинтез**". Він залучає до річного кругообігу велику кількість речовин Землі та обумовлює високий кисневий потенціал атмосфери і біосфери в цілому. Фотосинтез є своєрідним регулятором геохімічних процесів і фактором, який визначає наявність вільної енергії зовнішніх оболонок Землі.

З точки зору хімії фотосинтез – це окислювально-відновна реакція  $CO_2 + H_2O \rightarrow CH_2O + O_2$ , у результаті якої за рахунок поглинання вуглекислоти і води синтезується органічна речовина та виділяється вільний кисень.

В планетарному масштабі при реакціях фотосинтезу живою речовиною щорічно засвоюється  $3,65 \cdot 10^{11}$  т вуглекислоти та  $1,5 \cdot 10^{11}$  т води, що призводить до утворення в біосфері Землі 266 млрд. т вільного кисню, при цьому біомаса Світового океану є головним генератором вільного кисню в атмосфері.

При відмиранні організмів відбувається зворотний фотосинтезу процес, тобто розкладання органічної речовини шляхом її окислення та утворення продуктів розкладу. Цей процес у межах земної кулі знаходиться в стані динамічної рівноваги з фотосинтезом, у зв'язку з чим загальна кількість біомаси на Землі є постійною.

Невід'ємною частиною біосфери є *Людина*. Вона своїм розумом і діяльністю проникає в усі сфери Землі, вивчаючи і навіть змінюючи їх, створюючи свою область мислення та дії, тобто свою сферу в природній системі планети. Враховуючи це, В.І. Вернадський на початку ХХ століття запропонував виділяти нарівні з літосферою, атмосферою, гідросферою, біосферою ще одну оболонку – **ноосферу**. В буквальному перекладі з грецької мови "*ноосфера*" означає "*мисляча оболонка*" і вона об'єднує ту частину земної кулі, на яку поширюється активна і зростаюча дія

людини. Ноосфера – це свого роду вища стадія еволюції біосфери, пов'язана з виникненням цивілізації, з періодом, коли розумова діяльність людини стає головним, визначальним фактором розвитку Землі. Згідно з останнім, В.І. Вернадський писав: *“Ноосфера є нове геологічне явище на нашій планеті. В ній вперше людина стає важливою геологічною силою. Вона може і повинна перебудовувати своєю працею та думкою область свого життя, перебудовувати корінним чином у порівнянні з тим, що було раніше”*.

Охарактеризовані вище зовнішні оболонки Землі, як це вже зазначалось, взаємно проникають одна в іншу та взаємодіють, що визначає перебіг складних процесів і явищ, які відбуваються на поверхні планети.