

3.1.1. Хімічний склад земної кори

Земна кора в хімічному відношенні з усіх внутрішніх геосфер Землі вивчена найбільш детально. Але і в її межах достовірні дані про хімічний склад гірських порід отримані лише для самої верхньої, доступної для спостережень частини материків, тобто до глибини 10-15 км.

Перші відомості про хімічний склад земної кори належать американському вченому Ф. Кларку, який базуючись на результатах 6000 хімічних аналізів різних гірських порід у 1889 році вирахував і опублікував середні вмісти 50 основних хімічних елементів земної кори. Пізніше ці результати уточнювалися багатьма вченими, зокрема, В.І. Вернадським, О.П. Виноградовим, Г.В. Войткевичем, О.Б. Роновим, Р. Тейлером, О.О.Ярошевським та іншими, які не тільки суттєво доповнили знання про хімічний склад земної кори, але й за пропозицією О.С. Ферсмана ввели поняття **кларків**.

Кларк – це середній вміст хімічного елемента у земній корі. Розрізняють масові (вагові), атомні та об'ємні кларки. Масові кларки – це середні масові вмісти елементів, виражені у відсотках або грамах на тону. Атомні кларки відображають процентну кількість числа атомів, а об'ємні показують, який об'єм породи у відсотках займає даний елемент.

Найпоширенішими хімічними елементами в земній корі, кларки яких перевищують одиницю або близькі до неї, є кисень, кремній, алюміній, залізо, кальцій, натрій, магній, калій та водень. Вони складають більше 98% земної кори, при цьому близько 80% припадає на долю кисню, кремнію та алюмінію (табл. 3.1).

Зазначені вище елементи (окрім водню), а також вуглець, фосфор, хлор та фтор є головними складовими гірських порід, у зв'язку з чим їх називають породоутворюючими, або **петрогенними**. Елементи, які характеризуються незначними кларками, утворюють групу рідкісних або **розсіяних** елементів. Окрім цього виділяють ще **металогенні** елементи, що складають, головним чином, руди металевих корисних копалин.

До них відносяться мідь, свинець, цинк, молібден, ртуть та інші. Проте, існують також елементи, які в природі відіграють подвійну роль: з однієї сторони вони можуть виступати як петрогенні, і входять до основного складу гірських порід, а з другої – утворюють типові сполуки металів як рудогенні. Прикладом їх можуть слугувати залізо, марганець, алюміній та інші.

Таблиця 3.1.
Середній хімічний склад земної кори (хімічні елементи, %)

Елементи	За Ф.В. Кларком (1924)	За О.П. Винаградовим (1962)	За О.О. Ярошевським (1988)
O	49,52	49,13	47,90
Si	25,75	26,00	29,50
Al	7,51	7,45	8,14
Fe	4,70	4,20	4,37
Mg	1,94	2,35	1,79
Ca	3,29	3,25	2,71
Na	2,64	2,40	2,01
K	2,40	2,35	2,40
H	0,88	0,15	0,16

Нерівномірність поширення хімічних елементів у земній корі є однією з особливостей її хімізму. Це також знайшло відображення в періодичній системі Д.І. Менделєєва. Так, кларки перших 30 елементів системи (від водню до цинку), здебільшого, складають цілі і десятки частки відсотків, кларки ж інших елементів лише в поодиноких випадках досягають тисячних часток відсотка.

Наочніше характер поширення хімічних елементів у земній корі виражається напівлогарифмічною кривою О.Є. Ферсмана (рис. 3.1), де на осі абсцис показані порядкові номери елементів періодичної системи, а на осі ординат – логарифми кларків. Як видно з діаграми, значення кларків більшості елементів займають положення поблизу трендової лінії. Ці елементи відносяться до елементів з *нормальною* поширеністю. Вище

середньої кривої знаходяться **надлишкові** елементи, до яких відносяться практично всі петрогенні, а нижче цієї кривої розташовані елементи, які дістали назву **дефіцитних**. Це – благородні гази, берилій, гелій, селен, платиноїди, літій та інші.

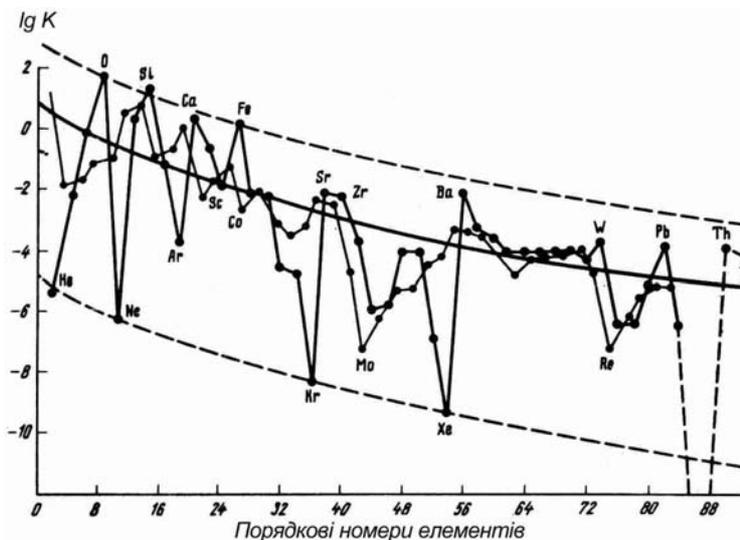


Рис. 3.1. Логарифми кларків хімічних елементів земної кори (за О.Є. Ферсманом)

Абсолютна більшість хімічних елементів являють собою групу атомів з різним масовим числом, але з однаковим зарядом, тобто – це **асоціації ізотопів**. В земній корі існує більше 360 ізотопів. Окремі хімічні елементи складаються з декількох ізотопів. Наприклад, олово має десять ізотопів, ксенон – дев'ять, кадмій і телур по вісім. Такі елементи називаються складними. Існують також і прості хімічні елементи, які не мають ізотопів. До них належать залізо, натрій, фосфор, ванадій, марганець, золото та інші, всього 22. Ізотопний склад складних хімічних елементів залежить від їх походження. Так, свинець, до складу якого входять чотири ізотопи (Pb^{204} , Pb^{206} , Pb^{207} , Pb^{208}),

може бути урановим, як продукт розпаду урану з ізотопом Pb^{206} , або торієвим з ізотопом Pb^{204} (продукт розпаду торію).

Помилковим було б вважати, що саме елементи з високими кларками утворюють родовища корисних копалин. В даному випадку основна роль належить не кларковим вмістам, а властивостям того або іншого елемента утворювати значні концентрації. Наприклад такі метали як галій, цезій, берилій з високими кларками не утворюють самостійних родовищ, і навпаки більш рідкісні елементи, такі як вісмут, ртуть, золото, срібло, можуть утворювати промислові концентрації. Це пояснюється тим, що кларкові вмісти хімічних елементів залежать від будови атомного ядра, а властивість елементів утворювати промислові концентрації – від хімічних властивостей атомів і стійкості зв'язків зовнішніх електронів. Тобто у здатності атомів віддавати або приєднувати електрони і, таким чином, утворювати сполуки. Однією з форм існування таких сполук хімічних елементів є мінерали, як наступний рівень організації земної речовини.