

1.3 Методи геологічних досліджень

Геологічні процеси та явища, які є творцями мінералів, гірських порід, руд, геологічних структур, а також рельєфу поверхні земної кори та визначають її внутрішню будову є результат численних хімічних і фізичних перетворень матерії під впливом відповідних сил. Відбувається це згідно з відомими людству фізичними та хімічними законами, але застосування цих законів для розуміння геологічних процесів і явищ вимагає надзвичайної обережності. Причиною цього є **фактор часу**. Здебільшого природні процеси протікають дуже повільно і дають відчутні результати через сотні та мільйони років, у зв'язку з чим в геології практично неможливо перевірити встановлений закон або науковий висновок, як це можна зробити в фізичних або хімічних лабораторіях. Проте, це не заперечує можливості застосування експериментів для відтворення окремих геологічних процесів. Навпаки, сьогодні вже успішно моделюють умови утворення окремих мінералів і навіть отримують штучні мінерали, які застосовуються в промисловості. Але більшість процесів, при проявленні яких час є одним з основних факторів, поки що недоступні для експериментального моделювання і вивчення їх можливе лише через тривале спостереження за протіканням таких процесів у сучасних природних умовах. В зв'язку з цим одним з основних методів геології був і є **метод актуалізму**. Разом з тим необхідно враховувати зараз вже доведений принцип спрямованого та незворотного характеру еволюції геологічних процесів впродовж чотиримільярдну історію формування земної кори. Геологічні процеси далекого минулого протікали в зовсім інших фізико-хімічних умовах і можуть принципово відрізнятися від сучасних. Враховуючи це в якості додатку до методу актуалізму, а іноді і в якості альтернативи, були розроблені **методи порівняльно-історичного аналізу**.

Вище зазначалось, що фундатором методу актуалізму був Ч.Лайель, який науково обґрунтував важливість сучасних спостережень за природними процесами для розуміння розвитку Землі в минулому. Аналізуючи факти накопичені в результаті спостереження за сучасною діяльністю рік, вод площинного стоку, льодовиків, морів, озер тощо можна встановлювати певні закономірності відповідно з якими відбуваються ці сучасні процеси і переносити їх на минулі геологічні епохи. Такі спостереження

можливі при безпосередньому вивченні геологічних об'єктів у природних умовах. При цьому необхідно знати геологічну будову району досліджень, якими гірськими породами він складений, яке вони займають просторове положення в земній корі тощо. Ці особливості встановлюються методом геологічної зйомки.

Метод геологічної зйомки є одним з основних методів геологічних досліджень. Його суть полягає в тому, що в природних умовах вивчаються гірські породи, мінерали якими вони складені, товщі порід, характер їх взаємовідношення, порядок нашарування, зміни гірських порід і мінералів під впливом природних факторів (води, вітру, температури) та інші властивості. Ці факти дозволяють відтворити геологічну будову району та історію його геологічного розвитку. Фактологічною основою для реконструкції геологічних подій минулого слугують численні сліди геологічних процесів і явищ, закарбовані в гірських породах, мінералах, характері залягання товщ порід і їх взаємовідношеннях, тобто в геологічній будові території.

За результатами геологозйомочних робіт складаються геологічні карти, які відображають геологічну будову територій на основі аналізу якої створюються науково обгрунтовані прогнози пошуків родовищ корисних копалин, проводиться інженерно-геологічна оцінка території та встановлюються її гідрогеологічні умови.

Важливе місце при проведенні геологозйомочних робіт належить встановленню віку гірських порід, що має велике значення як для уточнення будови територій, так і для відтворення геологічних подій минулого. Впродовж історії геологічних досліджень застосовували польові методи визначення відносного віку гірських порід, серед яких найбільш поширеними були **стратиграфічний** і **палеонтологічний методи**.

Стратиграфічний метод базується на встановленні характеру взаємовідношення та послідовності нашарування верств гірських порід і дозволяє виявити які породи сформувалися раніше по відношенню до інших. Згідно з цим методом верстви порід, що залягають у підніжжі геологічних розрізів є древнішими по відношенню до тих які їх перекривають. Палеонтологічний метод базується на вивченні скам'янілих решток тварин і рослин, а також на знанні еволюції органічного світу, що також дає відносне уявлення про час формування гірських порід, які містять викопні рештки організмів.

Про час утворення мінералів і гірських порід у астрономічних одиницях стало можливим говорити після того як в першій половині

XX століття спершу **П'єром Кюрі** (1903 р.), а пізніше **В.Г.Хлопіним** ((1935 р.) був відкритий процес природного радіоактивного розпаду нестійких ізотопів хімічних елементів. Цей фізичний процес лежить в основі так званого *радіометричного методу* визначенні абсолютного віку гірських порід, який базується на фізичному явищі радіоактивного розпаду ізотопів ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K , ^{87}Rb , ^{147}Sm , ^{187}Re , ^{14}C та інших. Всі ці ізотопи не стабільні і характеризуються певною, встановленою експериментальним шляхом швидкістю напіврозпаду (табл. 1.1). Коли період напіврозпаду відомий, абсолютний вік встановлюється шляхом визначення величини відношення маси новоутвореного хімічного елементу до маси материнського ізотопу.

Сьогодні наука, що займається визначенням абсолютного віку мінералів і гірських порід, називається *радіологією* і в її розпорядженні є велика кількість методів, які постійно вдосконалюються з метою підвищення точності визначень. Це такі методи як уран-свинцевий, торій-свинцевий, калій-аргоновий, рубідій-стронцієвий, самарій-неодимовий та інші.

Об'єктами дослідження при проведенні геологічної зйомки є природні та штучні відслонення гірських порід, розрізи шахт і інших підземних гірничих виробок, а також kern свердловин. Враховуючи, що максимальна глибина пробурених свердловин складає 7,5-9,5 км (тільки одна в світі свердловина закладена на Кольському півострові досягла рекордної глибини 12262 м, на Україні до надглибоких свердловин належать Криворізька глибина якої становить 5432 м, і закладена в межах Придніпровської низовини свердловина №9, яка законсервована на глибині 5915 м), а глибина найглибших шахт, які знаходяться в Південно-Африканській Республіці, досягає 3,5 км, все це дає можливість судити про будову лише верхньої частини земної кори, потужність (товщина) якої складає не більше 0,1% від радіуса Землі. В районах проявлення сучасного вулканізму за продуктами виверження вулканів можна судити про склад речовини на глибинах більше 50-100 км. Проте ці відомості не можуть в повній мірі забезпечити наукове обґрунтування глибинної будови Землі. В даному випадку на допомогу приходять *геофізичні методи*, які базуються на вивченні фізичних властивостей геологічної речовини, котрі можна вивчити в лабораторних умовах експериментальним шляхом, а також визначити в польових умовах відповідними приладами.

Таблиця 1.1

Період напіврозпаду ізотопів, які використовуються при визначенні абсолютного віку мінералів та гірських порід

Материнський ізотоп	Кінцевий продукт	Період напіврозпаду, млрд. років
¹⁴⁷ Sm	143 + Nd + He	106
²³⁸ U	²⁰⁶ Pb + ⁸ He	4,46
²³⁵ U	²⁰⁸ Pb + ⁷ He	0,70
²³² Th	²⁰⁸ Pb + ⁶ He	14,00
⁸⁷ Rb	⁸⁷ Sr + β	48,80
⁴⁰ K	⁴⁰ Ar + ⁴⁰ Ca	1,30
¹⁴ C	¹⁴ N	5730 років

Загальні риси глибинної будови та складу Землі були встановлені *сейсмічним методом*, в основі якого лежить аналіз швидкостей проходження сейсмічних хвиль у різному за складом та фізичним станом геологічному середовищі, спричинених землетрусами або штучними вибухами. В штучно створеному осередку зароджується два типи хвиль: *поздовжні*, або Р-хвилі, та *поперечні* – S-хвилі. Поздовжні хвилі належать до самих швидких і при їх поширенні гірські породи зазнають стиснення та розтягування вздовж сейсмічного променя. Такі хвилі поширюються як у твердому, так і рідкому середовищі. Поперечні хвилі викликані реакцією середовища на зміну форми й тому поширюються тільки в твердих тілах і характеризуються коливанням часток речовини під прямим кутом до сейсмічного проміння. Виділяють ще і *поверхневі* хвилі (L-хвилі), які виникають на поверхні, що розділяє різні за фізичними властивостями середовища (наприклад, на поверхні Землі, тобто на межі літосфери та атмосфери) і характеризуються складними синусоїдальними коливаннями.

Реальні швидкості сейсмічних хвиль залежать від таких фізико-механічних властивостей гірських порід як пружність і щільність (густина). Різні за складом породи будуть володіти різними показниками зазначених величин і, відповідно, з різною швидкістю проводитимуть сейсмічні хвилі. Саме ця особливість і лежить в основі сейсмічного методу, так як зміна швидкості сейсмічних хвиль чітко вказує на речовинну неоднорідність і розшарування надр Землі.

Значне місце в пізнанні глибинної будови Землі належить також таким геофізичним методам як *гравіметричний*, в основі якого

лежить вивчення характеру розподілу на поверхні Землі сили тяжіння, яка прямо залежить від розподілу мас в земних надрах (на ділянках складених щільними “важкими” породами сила земного тяжіння збільшується по відношенню до теоретично розрахованого показника, а на ділянках в будові яких беруть участь “легкі” породи – зменшується); *магнітометричний*, який базується на вивченні магнітних властивостей гірських порід; *електрометричний* спрямований на вивчення поведінки земних електричних струмів, а також електропровідних властивостей гірських порід тощо. Слід також зазначити, що геофізичні методи на сьогоднішній день розвитку геології займають одне з провідних місць не тільки при вирішенні фундаментальних питань, пов'язаних з уточненням внутрішньої будови та складу Землі, але й при пошуках родовищ корисних копалин.