

Лекція

Гіпотези та теорії в гідрогеології.

Однією з головних особливостей науки є наявність термінологічного апарату, методології, наявності теорій та гіпотез. Такі ознаки має і гідрогеологія.

Підземні води, які розглядаються в гідрогеології в нерозривному зв'язку та взаємодії з іншими видами природних вод та гірськими породами, є одним з найбільш важливих та активних видів геологічної матерії, що істотно впливає на хід геологічних процесів земної кори та умови їх формування.

Одним з найсуперечливіших є питання походження підземних вод, яке не одне тисячоліття розглядається різними вченими.

З цього приводу постійно ведуться суперечки, й з найглибшої давнини існують досить різні погляди.

Серед вчених «класичної» стародавності (наприклад Платона), а частково й у часи християнського Середньовіччя, переважав той погляд, що води океану через «тартар» - великий отвір у глибинах океану - проникають у надра Землі, а потім, після більш-менш тривалого підземного водообігу, знову виходять на поверхню у вигляді джерел. Відомий гідрогеолог Кейльгак справедливо відзначав, що на погляди Платона, вірогідно, вплинули його спостереження за карстовими потоками, що зникали в підземних порожнинах.

Аристотель і Сенека Молодший вважали, що повітря, яке проникає в підземні порожнини й печери, конденсується там у воду під дією холоду й темряви, аналогічно тому, як це відбувається у верхніх холодних шарах атмосфери або на поверхні землі в темних і холодних місцях. З вчених стародавності лише в Марка Вітрувія Полія ми знаходимо теорію походження ґрунтових вод, подібну до існуючої нині інфільтрагенної теорії.

Але погляди Поля були забуті, і до кінця XVI сторіччя не можна констатувати ніякого прогресу в питанні про походження підземних вод.

В XVII ст. Декарт стверджував, що морська вода по підземних каналах попадає в порожнини у глибині землі, і там перетворюється на пару під впливом теплоти земного ядра. Пара, що піднімається, охолоджується в поверхневих частинах земної кори, конденсується й витікає у вигляді джерел.

Кеплер висловив думку, що Земля, на зразок звіра, вдихає воду морів, «перетравлює» й асимілює її у своєму тілі, при цьому підземні води, які виходять у вигляді джерел - не що інше, як побічні продукти, що виділяються після обміну речовин. Цікаво відзначити, що погляди, які збігаються з кеплеровськими, були висловлені в 1821 р. вченим Крістіаном Кеферштейном. Подібно до Декарта, і Панаса Кирхера він вказує на море як на першоджерело всіх підземних вод. З поглядів Кирхера випливає, що ядро Землі є вогнянорідкою масою, оточеною твердою корою, у якій розсіяні вогнища магми – пірофіляції, сполучені між собою за допомогою каналів, що доходять до земної поверхні і обумовлюють вулканічну діяльність Землі. Між пірофіляціями у твердій земній корі розсіяна безліч наповнених водою порожнин - гідрофіляцій. З гідрофіляцій вода піднімається нагору двома шляхами: або під впливом нагрівання пірофіляціями вона перетворюється на пару й витікає на поверхню у вигляді гарячих джерел, або ж вона всмоктується капілярами гірських порід, піднімається в поверхневі горизонти земної кори, де накопичується в порожнинах.

На противагу цим поглядам, що підтримують ідею зв'язку підземних вод з морською водою, в 1650 р. Верпаром Паліссі була сформульована інфільтраційна теорія. Остаточо вона оформилася завдяки працям французького фізика Маріотта в 1717 р. Основні положення Маріотта, що впливали зі спостережень, зводилися до наступного: на рівнинах атмосферні опади по дрібних каналцях гірських порід проникають у землю, де й накопичуються у вигляді підземних вод. В свою чергу в гірській

місцевості та особливо в сильно-тріщинуватих породах вода, проникаючи вглиб і зустрічаючи водонепроникні шари, накопичується й, місцями витікаючи на поверхню, дає початок джерелам.

При обґрунтуванні цієї теорії Маріотт стверджував, що атмосферних опадів цілком достатньо для живлення джерел, і що джерела в дощовий період мають більше води, а в засушливий можуть висихати. Ця теорія подалу стала панівною в науці.

Противником інфільтраційної теорії в 1877 році став Отто Фольгер, який стверджував, що просочування атмосферних опадів неможливе на значних глибинах. Ним була висунута конденсатогенна теорія, згідно з якою підземні води утворюються завдяки згущенню в ґрунті на деякій глибині від поверхні водяної пари атмосфери. Надалі ця теорія зіткнулася з великими запереченнями з боку ряду дослідників. Наприклад, російський агрофізик О. Ф. Лебедев у результаті ретельно проведених дослідів у період 1907 - 1917 рр. спростував теорію Фольгера. Він довів, що конденсація водяної пари атмосферного походження в ґрунті може відбуватися внаслідок переміщення пароподібної вологи від місць із більш високою температурою та більш високим тиском пари в місця з нижчою температурою й нижчим тиском пари. Це явище можливо протягом усього року. О. Ф. Лебедев виділив також різні види води в ґрунтах і гірських породах. Надалі ідеї О. Ф. Лебедева піддавалися розробці й уточненню. В них були внесені деякі виправлення, але запропонована ним схема різних видів води в гірських породах принципової зміни не мала.

Ювенільна теорія була запропонована в 1902 р. віденським геологом Э. Зюссом, який привів низку доказів щодо зв'язку між деякими мінеральними водами та розплавленою магмою багатою на летючі компоненти. З розплавленої магми ці продукти починають виділятися, і потрапляючи в області з нижчими температурами, конденсуються, утворюючи ювенільні (тобто незаймані) води, які у вигляді джерел виходять на земну поверхню. На відміну від них води атмосферного походження Э.

Зюсс назвав вадозними (від латинського слова *Vadere* - блукати), тобто такими, що беруть участь у загальному кругообізі вологи на землі.

Також в гідрогеології має місце теорія седиментогенного походження підземних вод, яка стверджує, що підземні води є продуктами викопних (реліктових) вод морського генезису. Ця теорія була розроблена протягом 1902-1908 рр. Г.Гефером, М.І.Андрусовим та А.Ч. Лейном.

Що стосується солоних вод та розсолів, які зустрічаються у зонах глибинних розломів та при бурінні глибоких нафтогазових свердловин, то більшість дослідників вважають їх викопними водами морського походження. Гіпотези ювенільних і викопних розсолів «зіштовхнулися», маючи своїх прихильників і противників. Але зараз, на підставі вивчення великого фактичного матеріалу обидві концепції зазнали значних змін, залишившись в основі наших знань про походження підземних вод. Компромісний погляд на суперечливу проблему виказав свого часу відомий український гідрогеолог член-кореспондент АН України А.Є Бабінець: «у кожній краплі води є частка ювенільної».

Крім того, має місце вчення про «відроджені» води, запропоноване О.М. Овчинниковим. «Відроджені» або літогенні води утворюються при метаморфізмі осадових або магматичних гірських порід, коли зв'язана вода, в умовах перекристалізації переходить у вільний стан та включається в геологічний кругообіг. Джерелом літогенних вод є води конституційні, кристалізаційні, цеолітні, гігроскопічні, плівкові, капілярні й частково вільні води тонких каверн і капілярів.

Між різними гідрогеологами і досі продовжується суперечка щодо походження підземної гідросфери. Кожна точка зору має як ґрунтовні підтвердження, так і приводи для критики.

За своєю природою гідрогеологія ґрунтується найчастіше саме на припущеннях, гіпотезах та теоріях, оскільки майже неможливо наживо відобразити природні гідрогеологічні процеси. Саме тому гідрогеологія широко використовує моделювання та схематизацію природних явищ,

намагаючись звести природні процеси до математичних рівнянь, які матимуть вирішення. Так, наприклад, фільтраційний потік можна представити розбитим на безліч тонких трубок току, бічні межі яких утворені лініями току, спрямованими уздовж вектора швидкості фільтрації. Якщо потік сталий, тобто не змінюється з часом, то через кожний перетин трубки току протікає в одиницю часу та сама маса рідини. Найчастіше для полегшення уявлення гідрогеологічних процесів використовують апроксимацію. *Апроксимація поверхонь* - це спрощення (наближення) реальних складних конфігурацій більш простими, опис реальних поверхонь (наприклад, поверхні ґрунтових вод) за допомогою відомих функцій. Оскільки гідрогеологія є природничою наукою, більшість її теорій співіснують на межі з фізикою, хімією, математикою тощо.

Теоретичні уявлення в динаміці підземних вод в гідрогеології спираються, по-перше, на геологічні закономірності та особливості порід, що вміщують водоносний горизонт або слугують водотривом. По-друге, вони спираються на фізико-математичні фундаментальні закони, що встановлюють загальні закони руху газів та рідин в різноманітних середовищах.

Наприклад, для визначення гідродинамічного напору в потоці підземних вод використовують формулу Бернуллі для ідеальної рідини. Згідно з нею гідродинамічний градієнт є величиною сталою і характеризує повну енергію рідини, що рухається.

Рух підземних вод в земній корі на даний момент розглядається з точки зору системного підходу. Тобто будь-який гідрогеологічний процес або явище розглядається як деяка система, що має свою ієрархію та різноманітні зв'язки між її компонентами. Цей підхід дозволяє виявити всі властивості системи незалежно від її складу.

Також вивчення гідрогеологічних законів базується на теорії подібності.

Подібність явищ передбачає протікання всіх або найбільш суттєвих процесів у двох або декількох явищах, коли дані, що отримані при вивченні одного явища, можна розповсюдити (поширити) на всі явища, що подібні до даного.

Варто згадати кілька найбільш важливих теорій в гідрогеології.

Однією з таких є теорія фільтрації підземних вод, запропонована французьким вченим Анрі Дарсі в 1856, згідно з якою швидкість фільтрації залежить від напірного градієнта.

Ж.Дюпюї використав закон Дарсі при визначенні витрат природних потоків підземних вод та водопритоку до свердловин.

В 1912 р. російський вчений А.А.Краснопольський вивів рівняння фільтрації води в тріщинуватих породах, таким чином охарактеризувавши турбулентний рух. Він встановив, що в тріщинуватих породах рух води перетворюється з ламінарного на турбулентний (тобто хаотичний) внаслідок інтенсивного перемішування частинок, які рухаються не у вигляді окремих шарів (як при ламінарному русі), а мають складні, часом хаотичні траєкторії. Це дозволило удосконалити закон фільтрації Дарсі для таких складних з точку зору динаміки підземних вод порід.

В 1922 р. М.М.Павловський запропонував сувору гідромеханічну теорію руху підземних вод під гідротехнічними будівлями. Цим самим він відкрив теорію нерівномірного руху підземних вод, а також заклав сучасні методи вирішення фільтраційних задач.

В 1935 р. Ч. Тейс розробив теорію неусталеного руху підземного потоку, як такого, дебіт, напрямок руху, швидкість і тиск в даній точці якого змінюються в часі.

Таким чином, в гідрогеології існує низка теорій та гіпотез, які постійно піддаються критиці з метою виявлення істинного знання. Всі закономірності та рівняння мають фізичне, хімічне та математичне підґрунтя.