

Національний університет імені Тараса Шевченка



**ОРГАНІЗАЦІЯ ГОСПОДАРЧО-ПИТНОГО
ВОДОПОСТАЧАННЯ**

Фізичні властивості та хімічний склад природних вод

Упорядник: канд.-геол. мінерал. наук, доцент І.М. Байсарович



План лекції

- ✓ **Фізичні властивості природних вод.**
- ✓ **Хімічний склад природних вод.**



1. Фізичні властивості природних вод

Підземна вода, що циркулює в порах і пустотах гірських порід, має здатність розчиняти багато речовин. Тому в природному стані вона не є хімічно чистою сполукою, а стає складним розчином, збагаченим на іони різних розчинних речовин та збагаченим на гази. У підземній воді в тих чи інших кількостях містяться колоїдальні і тверді суспендовані частинки, а також мікроорганізми.

Процес формування хімічного складу підземних вод відбувається тільки в результаті геологічно зумовлених порушень рівноваги в системі порода – вода – газ – жива речовина.

Основною і безпосередньою причиною виникнення протиріч у цій системі є тектонічні рухи, які зумовлюють геологічну проточність або закритість району, сучасний і давній рельєф, кліматичні умови нашого часу та палеоепох і т.п.



У зв'язку з дуже різноманітними умовами формування, склад підземних вод характеризується великою кількістю хімічних типів. В одному випадку у воді переважають хлористі солі натрію, в іншому – сульфати кальцію або магнію і т.д.

Часто в підземних водах у значних концентраціях зустрічаються елементи і сполуки, зовсім нехарактерні для поверхневих вод. Так, у районах сульфідних родовищ або на ділянках поширення миш'якових сполук підземні води збагачені на миш'як, мідь, марганець, цинк. В цих водах у великих концентраціях міститься вільна сірчана кислота. Води нафтових родовищ у великих кількостях вміщують *йод, бром і бор*.

Процеси, які виникли внаслідок взаємодії підземних вод і гірських порід, не тільки впливають на формування хімізму підземних вод, а в ряді випадків змінюють гірські породи (оглеєння, окременіння, огіпсування тощо). Хімічне перетворення гірської породи під впливом підземних вод називається катагенезом.



Фізичні властивості підземних вод.

До основних фізичних властивостей п. вод, які визначаються при гідрогеологічних дослідженнях, належать:

температура, прозорість, колір, запах, смак, питома вага, а іноді й електропровідність.

Температура підземних вод коливається залежно від кліматичних умов, глибин залягання, умов живлення і циркуляції. Найнижчі – в зонах вічної мерзлоти – з $t < 0$ оС; у деяких ісландських і японських гейзерах ці води перегріті (t вище 100 оС). Температура неглибоких ґрунтових вод часто має сезонні коливання і змінюється в різні періоди року від 5 до 20 оС.

Температура підземних вод певною мірою впливає на їх хімічний склад. При збільшенні температури зростає ступінь дисоціації води і швидкість дифузії, інтенсивніше протікає більшість хімічних реакцій, зростає розчинність солей.



Прозорість підземної води залежить від кількості суспендованих у ній твердих мінеральних речовин і колоїдів. Підземні вод глибоких горизонтів звичайно прозорі, що їх вигідно відрізняє від поверхневих вод і неглибоких горизонтів ґрунтових вод. Іноді мутність підземної води зумовлена недосконалістю зрубу колодязя або фільтра свердловини. При потужних відкачках води з таких свердловин і колодязів найдрібніші частинки породи захоплюються потоком води і виносяться разом з нею на поверхню.)

Каламутність води визначається порівнянням з каламутністю спеціально виготовлених еталонів. Вона зменшується при відстоюванні і очищенні фільтрами.



Колір підземної води певною мірою характеризує якість води. Зовсім чиста вода не має кольору, а у великій кількості – має голубуватий відтінок. Забарвлення підземних вод зумовлене деякими механічними й хімічними домішками. Так, гумінові сполуки, що є в болотних водах, надають їм жовтуватого відтінку. Закислі сполуки заліза і сірководень зумовлюють зеленувато-голубий колір води.

Здебільшого підземні води безбарвні. Найменше забарвлення п.в. (навіть слабке) вимагає перевірки їх хімічного та бактеріологічного складу.

Визначити колір води можна порівняннями її з дистильованою водою в поруч поставлених на білому фоні циліндрах.



Смак підземної води залежить від кількості розчинених у ній мінеральних речовин і органічних домішок. Вода з невеликою кількістю розчинних сполук приємніша на смак, ніж зовсім без них. Органічні сполуки надають воді солодкуватого присмаку, хлористі – солоного, сульфати магнію і натрію – гіркою. Специфічний терпкий присмак воді надають солі заліза. Взагалі смакові якості дуже різноманітні для ґрунтових вод південних посушливих областей, для мінеральних вод і підземних вод соленосних відкладів.

Запах підземної води звичайно свідчить про те, що в ній відбуваються процеси розпаду органічних речовин. Наприклад, болотні води мають специфічний болотний запах, сірководневі – тухлий.

Підземні води, як правило, не мають запаху. Воду із запахом не можна рекомендувати для водопостачання. Винятком є сірководень неорганічного походження, який при аеруванні води (розпиленні на повітрі) легко і безслідно виділяється.



Питома вага – це вага одиниці об'єму води. Вимірюється в г/см³. Зображають питому вагу у вигляді відношення ваги досліджуваної води при даній температурі до ваги такого самого об'єму дистильованої води при тій самій температурі або при $t = 40^{\circ}\text{C}$. У дуже мінералізованих водах питома вага води дає уявлення про її мінералізацію.

Електропровідність підземних вод зумовлена наявністю в них розчинних солей – електролітів. Величина електропровідності води мало залежить від виду розчинних солей, але дуже змінюється при збільшенні або зменшенні загальної мінералізації води. Мірою електропровідності є питомий електричний опір води, який здебільшого обернено пропорційний концентрації розчинених солей. Прісні питні води характеризуються незначною електропровідністю.



2. Хімічний склад природних вод

Хімічний склад підземних вод є одним з основних показників їх якості при використанні води для різноманітніших потреб.

Особливість хімічного складу води і її загальна мінералізація залежать від кількості і якісного складу розчинених у ній солей та газів. Розчинені у воді солі перебувають у дисоційованому стані (у вигляді простих і складних іонів) і у вигляді недисоційованих молекул. Найбільш поширеними складовими частинами розчиненого у воді мінерального залишку є натрій Na^+ , калій K^+ , кальцій Ca^{2+} , магній Mg^{2+} , хлор Cl^- , сульфат SO_4^{2-} , гідрокарбонат HCO_3^- , карбонат CO_3^{2-} , оксиди заліза, кремнію і алюмінію, аміак NH_4^+ , нітрат NO_3^- , нітрит NO_2^- та ін.

Крім того, в підземних водах є гази: кисень O_2 , вуглекислий газ CO_2 , сірководень H_2S , азот N_2 , метан CH_4 , водень H_2 , і водяна пара H_2O .



Загальна мінералізація – це сума іонів, недисоційованих молекул і колоїдів, які є у воді. Величину мінералізації вимірюють:

- 1) експериментально знайденим сухим залишком;
- 2) сумою іонів;
- 3) сумою мінеральних речовин (іонів і недисоційованих молекул). Загальну мінералізацію підземних вод виражають у міліграмах на 1 дм³ або в грамах на 1 дм³.

Діапазон загальної мінералізації підземних вод широкий. У природі зустрічаються підземні води із загальною мінералізацією від десятків мг на 1 дм³ до сотень грамів на 1 дм³ у глибоких горизонтах занурених структур і в районах соляних родовищ.

Мінералізація питної води не повинна перевищувати 1,0 г/дм³. Використання води з більшою мінералізацією допускається тільки при відсутності інших джерел водопостачання, але за обов'язковою згодою з органами санітарного нагляду. У посушливих, бідних на підземні і поверхневі води районах для пиття нерідко використовують воду з мінералізацією до 2,5-3,0 г/дм³.



Реакція води – залежить від концентрації іонів водню H^+ . У нейтральній воді при температурі $18^{\circ}C$ кількість іонів H^+ і OH^- перебувають у рівновазі:
 $[H^+] = [OH^-] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7}$ г-іон/дм³.

Проте в багатьох підземних водах ця рівновага порушується, і концентрація дисоційованих водневих іонів виявляється більшою або меншою ніж 10^{-7} . Тоді вода має кислу або лужну реакцію. При концентрації водневих іонів H^+ більше 10^{-7} розчини мають кислу реакцію; природно, що в таких розчинах концентрація гідроксильних іонів OH^- відповідно менша 10^{-7} . Якщо розчин має лужну реакцію, концентрація водневих іонів у ньому менша 10^{-7} , а гідроксильних іонів – більша 10^{-7} .



Реакцію води визначають за показником рН, який є логарифмом концентрації $[H^+]$, взятому з протилежним знаком:

$$pH = - \lg[H^+].$$

Таким чином, при нейтральній реакції води $pH = 7$, при лужній $pH > 7$, при кислій реакції $pH < 7$.

рН підземних вод – здебільшого від 6 до 8.

Від реакції підземної води залежить багато хімічних властивостей. Кислі і слабкислі води ($pH < 6$) сприятливі для міграції іонів багатьох мікроелементів: Ba^{2+} , Ra^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} . У лужних водах багато з цих елементів слабкорухливі.



Окислювально-відновний потенціал (Eh). Поведінка хімічних елементів у підземних водах залежить значною мірою від окислювально-відновного потенціалу води (Eh). $Eh - pH$ підземних вод – найважливіші характеристики геохімічних умов. Окислювально-відновний потенціал показує, в якому стані (окислення чи відновлення) перебувають елементи в підземних водах. Основним окислювачем є вільний кисень, розчинений у воді, а також такі елементи, як Fe^{3+} , Mn^{4+} , S^{6+} , V^{5+} , As^{5+} і т.д., проте їх роль у процесах окислення порівняно з киснем набагато менша. Відновлювачами є двовалентне залізо, сірководень, багато органічних сполук, Mn^{2+} , Cr^{3+} , V^{3+} та ін.

Фізична величина окислювально-відновної системи електрометричним методом і порівнюється з потенціалом нормального водневого електрода, взятого рівним нулю. Величина Eh природних вод вимірюється у вольтах і може бути більша або менша 0 (тобто потенціалу нормального водневого електрода).



Жорсткість води. Пов'язана з наявністю у водному розчині іонів Ca^{2+} та Mg^{2+} . Жорсткі води мають ряд специфічних властивостей:

- утворюють накип у чайниках і котлах, погано змилюються, в них погано розварюються овочі;
- жорсткі води непридатні для технічного використання на багатьох підприємствах.

Жорсткість води зумовлюють також іони заліза, алюмінію, марганцю, барію і стронцію, але оскільки вони є в підземних водах у дуже незначних кількостях, то при обчисленні жорсткості води їх не враховують.

Розрізняють загальну, усувну і постійну жорсткість.

Загальна жорсткість зумовлена вмістом суми всіх солей лужноземельних металів ($\text{Ca}^{2++}\text{Mg}^{2+}$).

Усувна жорсткість відповідає тій частині кальцію і магнію, яка при кип'ятінні випадає в осад.

Постійна жорсткість – це різниця між величиною загальної та усувної жорсткості.



Іноді виділяють ще *карбонатну жорсткість*, яка відповідає вмісту у воді гідрокарбонатних (та карбонатних) солей Ca^{2+} та Mg^{2+} . Звичайно усувна жорсткість трохи менша, ніж карбонатна (найчастіше на 1-1,5 мг-екв).

У колишньому СРСР жорсткість води виражали у міліграм-еквівалентах Ca^{2+} і Mg^{2+} на 1 дм³ води.

1 мг-екв/дм³ відповідає вмісту 20,04 мг/дм³ Ca^{2+} або 12,16 мг/дм³ Mg^{2+} .

Загальна жорсткість джерел централізованого водопостачання (згідно ДЕСТ-ів) не повинна перевищувати 7 мг-екв/дм³. Тільки в деяких випадках за згодою санітарних установ допускається підвищена жорсткість, але не більш як 14 мг-екв/дм³.



Розчинені речовини – це речовини, які утворюють справжні розчини. У підземних водах і взагалі природних водах найбільш поширені іони Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , K^+ , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} . Це макроелементи мінералізації природних вод. Різке перевищення макроелементів у підземних водах пояснюється значним поширенням їх у гірських породах (високі кларки) і кращою розчинністю та стійкістю у водах. Ці елементи визначають хімічний тип води і величину її мінералізації.

Як-правило, в слабкомінералізованих водах переважають іони HCO_3^- , а у високомінералізованих - Cl^- . Сульфат-іони SO_4^{2-} можуть бути у водах найрізноманітнішої мінералізації.

Часто в більш-менш значних кількостях у підземних водах присутні NH_4^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , CO_3^{2-} , NO_3^- , Al^{3+} , NO_2^- , SiO_2 .