На самостійне опрацювання виносяться наступні теми:

1. Підземні води районів багаторічної мерзлоти. Підземні води під морями та океанами.
2. Поняття про промислові води. Використання промислових вод.
3. Поняття про термальні води. Практичне використання термальних вод.
4. Визначення мінеральних вод. Класифікація мінеральних вод.

Ви повинні зробити конспект цих тем, сфотографувати їх та надіслати мені.

КАРСТОВІ ВОДИ

4. Карст та умови його розвитку

Термін "карст" походить від назви вапняків крейдового віку, які складають плато в північно-західній частині Динарських гір на межі Югославії та Італії, поблизу Адріатичного моря.

Карст – це явище, яке пов`язане із впливом діяльності рухомої води на розчинні породи з утворенням у них каверн і складних каналів.

Розвивається карст у породах, які вилуговуються та розчинюються: вапняках, доломітах, мармурах, гіпсах, ангідритах, соляних покладах. Найменше зазнають впливу вилуговування карбонатні породи. Але цей процес підсилюється, якщо у воді є агресивна вуглекислота. Значно більшою розчинністю характеризуються гіпси та ангідрити, а найбільшою – соляні поклади.

Обов'язковою умовою розвитку карсту поряд з наявністю порід, які вилуговуються, є існування в них води, що рухається, і володіє розчинювальною властивістю, тобто агресивністю по відношенню до карбонатних та інших порід. Карстові процеси відбуваються тим інтенсивніше, чим більша швидкість руху води; в гідрогеологічних структурах зі слабким водообміном карст прогресує повільно. Утворення карсту іде тим інтенсивніше, чим вище водопровідність порід, що підлягають карсту, і чим більше різниця у відмітках областей живлення та розвантаження. Найбільш інтенсивно карстові процеси відбуваються по тріщинах і тектонічних порушеннях, де швидкість руху води найбільша.

В утворенні каналів та порожнин у породах, що карстуються, бере участь, крім процесів розчинення та вилуговування, ерозія, оскільки підземні потоки у великих карстових порожнинах і каналах мають велику живу силу, що сприяє поглибленню та розширенню шляхів руху.

Форми прояву карсту дуже різноманітні. Це – карстові лійки, "кам`яні ліси", карстові канали, колодязі, шахти, печери тощо. Дуже відомий у КНР карст у вигляді "кам`яного лісу" (поблизу м. Кунь-Мінь). Ці карстові форми являють собою залишки пермських вапняків, які утворилися в результаті вертикального та горизонтального руху води. Зараз цей карст має форму стовпоподібних та гострокінцевих вапнякових скель примхливих обрисів. На окремих ділянках поверхні землі утворюються крупні карстові форми – *рови*, витягнуті в напрямку пониження рельєфу. Негативні форми карстового рельєфу, з'єднуючись, утворюють великі за площею пониження, які називаються карстовими *полями.*

У місцях поглинання поверхневого стоку в породах, що підлягають карсту, утворюються *понори* – розширені вхідні отвори вертикальних і нахилених каналів. При подальшому їх розширенні утворюються *карстові лійки*, діаметри яких іноді досягають 30-50 м при глибині до 10-25 м. Окремі карстові лійки поглинають до 200 м^3/год води. У великих карстових порожнинах трапляються провали склепінь, це призводить до утворення на денній поверхні *провальних лійок*. На їх місці з часом з`являються болота й озера.

У товщі порід, що підлягають карсту, утворюються порожнини різних розмірів: від 0,5 до 10 і більше метрів у поперечнику. Іноді вони розповсюджуються на значну глибину – до 150 м нижче базису ерозії. Більш мілкі карстові порожнини (0,5 м і менше) можуть зустрічатися на глибинах до 800 м. Вертикальні карстові порожнини (до 200-300 м) широко розвинені в районах з потужною товщею порід зони аерації. Деякі карстові порожнини часто виявляються заповненими глинистим матеріалом, що містить уламки вапняку, кременю, щебеню та жорстви. Заповнені крупні порожнини іноді досягають 20-25 м заввишки і зустрічаються на глибинах до 110-130 м.

Підземні пустоти, розвиваючись, іноді перетворюються на *печери* – складні системи з великих порожнин і ходів значної протяжності.

В Україні у Подільсько-Буковинській Карпатській області знаходяться найбільші у світі печери в гіпсі: Оптимістична (довжина ходів близько 142 км), Озерна – 104,5 км, Кришталева, Млинки, Вертеба та ін. У Криму знаходиться найбільша в Європі печера у вапняках – Червона. Загальна довжина всіх її ходів – більше 12,5 км. Тут же розташована одна із найбільших карстових шахт – Каскадна, глибиною більше 250 м.

Дуже відома Кунгурська печера в Росії. Загальна протяжність її складних лабіринтів близько 5 км. Тут є понад 30 підземних озер різних розмірів, які гідравлічно пов'язані з річкою Силвою.

Найкрупніша у світі з відомих карстових печер – Мамонтова (Флінт-Рідж) знаходиться в США (штат Кентуккі). Загальна довжина її ходів із боковими відгалуженнями становить 297 км.

Карстові пустоти бувають сухими, але в більшості випадків вони заповнені водою, яку прийнято називати *карстовою.*

5. Умови розповсюдження та формування карстових вод

Умови формування карстових вод обумовлені колекторськими властивостями закарстованих порід. Підземні води циркулюють по каналах, тріщинах і пустотах у гірських породах, що утворені та продовжують розширюватися внаслідок розчинної й агресивної дії води. У великих каналах і пустотах, де підземні води рухаються з великою швидкістю, у розширенні карстових пустот і каналів велику роль відіграє процес механічного руйнування порід водою.

Наприкінці XIX – початку XX ст. вважалося, що вода в закарстованих породах циркулює ізольованими каналами у вигляді струменів, підземних водотоків і навіть підземних річок, які не сполучені між собою.

Тепер вже відомо, що такі водотоки розташовані у верхньому поверсі закарстованих порід. Живлячись за рахунок атмосферних вод, карстові води верхнього поверху, пересуваючись по вертикальних та близьких до вертикальних каналах, поповнюють розміщений нижче постійно існуючий спільний горизонт карстових вод із загальним дзеркалом. У цьому горизонті в межах закарстованого масиву переважає загальний рух підземних вод від областей живлення до районів розвантаження.

В областях живлення відбувається інтенсивне поглинання поверхневих вод шляхом *інфлюації* (на відміну від інфільтрації в пухких породах).

6. Зональність карстових вод

Зональність карстових вод обумовлена особливостями руху підземних вод у закарстованих масивах порід. За характером руху та режимом карстових вод Д.С. Соколов виділив такі чотири вертикальні гідродинамічні зони (рис. 16.1).

I. *Зона аерації*, яка характеризується великою закарстованністю. Тут спостерігається інфільтраційний та інфлюаційний рухи води переважно вертикальними тріщинами з великими та відносно великими швидкостями. Водний режим зони визначається, головним чином, кількістю атмосферних опадів і розповсюдженням їх протягом року.

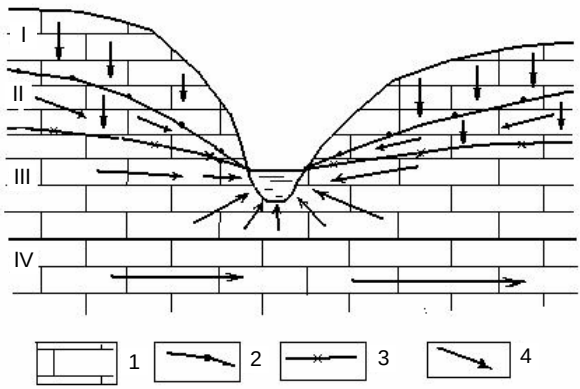

Рис. 16.1. Схема зональності карстових вод за Д.С. Соколовим: 1 – вапняк; 2 – високий рівень карстових вод; 3 – низький рівень карстових вод; 4 – напрямок руху карстових вод

II. *Зона сезонного коливання* рівня підземних вод. У періоди інтенсивного живлення, при підйомі рівня, ця зона зливається з нижньою, а в періоди спаду – приєднується до верхньої. При низькому положенні рівня води тут відбувається вертикальний рух, при високому – горизонтальний. Потужність цієї зони коливається від декількох метрів до декількох десятків метрів.

III. *Зона повного насичення*, яка знаходиться під впливом дренуючої дії гідрографічної мережі. Рух підземних вод тут спрямований в бік річкових долин; під руслами річок карстові води часто мають напірний характер і рухаються знизу вверх. Швидкість руху підземних вод у цій зоні порівняно із зоною аерації значно менша. Тут зустрічаються аномальні ділянки підвищеної закарстованості і високої водопроникності гірських порід. Режим вод хоча і відчуває вплив атмосферних факторів, але в часі змінюється більш плавно.

IV. *Зона глибинної циркуляції*, де рух води знаходиться поза впливом місцевої гідрографічної мережі. Вода рухається в бік регіональних глибоких врізів до сусідніх тектонічних депресій. Ця зона меншої закарстованості порід. Карст тут проявляється в кавернозності порід, деякому розширенні тріщин, тому швидкість руху в цій зоні мала порівняно з верхніми зонами.

Все це – загальні закономірності руху води закарстованими породами. У природних умовах, залежно від особливостей геологічної будови території, тектоніки, геоморфології та гідрогеологічних умов, виникають різні інші закономірності переміщення карстових вод.

7. Режим та хімічний склад карстових вод

Режим карстових вод обумовлений тим, що підземна вода в закарстованих породах рухається по сполучених каналах різних розмірів, починаючи від печер і закінчуючи капілярними порами та тріщинами. У деяких випадках карстові порожнини заповнені уламковим і пухким матеріалом. Закони руху води в наведених прикладах не однакові. У великих карстових каналах і печерах підземна вода переміщується за законами турбулентного (вихрового) руху. Для каналів, які заповнені пухким матеріалом, у дрібних порожнинах та тріщинах характерний ламінарний рух підземних вод, тобто такий самий, як і в пористих породах; рух води тут підлягає лінійному закону фільтрації.

Водопроникність вапнякових закарстованих порід за даними дослідних відкачок характеризується коефіцієнтом фільтрації порядку 10-30 м/доб, із глибиною зменшується до 2 м/доб і менше.

У закарстованих породах проведення підземних робіт дуже ускладнене внаслідок великих водопритоків. На деяких родовищах корисних копалин, що знаходяться в районах розвитку карсту, притоки в гірничі виробки сягають 10000 $м^3$/год і навіть більше. Дебіти свердловин становлять 200-300 $м^3$/год.

Дебіти джерел, які виходять із товщ закарстованих порід, характеризуються значними річними коливаннями – від десятків $дм^3$/с до сотень $м^3$/с.

Всесвітньо відоме карстове джерело Воклюз у Франції. Область живлення джерела, що дорівнює 1650 $км^2$, складена сильно тріщинуватими та закарстованими породами – неокомскими вапняками. Джерело виходить із великого гроту у глибокій ущелині. Середній річний дебіт джерела 17 $м^3$/с, за максимального весняного – 152 $м^3$/с. На площі живлення випадає в середньому 550 мм опадів за рік. Підраховано, що на живлення джерела витрачається 60 % річної кількості опадів.

На територіях, що складені закарстованими карбонатними породами, пропадають струмки і навіть великі річки зменшують свою витрату.

Хімічний склад карстових вод різноманітний. Карстові води вапняків, доломітів, мармурів зони інтенсивного водообміну зазвичай прісні гідрокарбонатні кальцієві; у зоні ускладненого водообміну – мінералізовані сульфатні та хлоридні; у зоні дуже ускладненого водообміну – високо мінералізовані солоні води та розсоли хлоридного складу.

Карстові води гіпсів та ангідритів зони інтенсивного водообміну – жорсткі, сульфатні, а в зонах утрудненого та дуже утрудненого водообміну – хлоридні, часто розсільного типу.

Карстові води соляних покладів у всіх зонах солоні хлоридного складу.

Підземні води в закарстованих породах значно піддані забрудненню з поверхні землі. В районах розвитку карсту відомі випадки, коли через декілька

годин після випадання атмосферних опадів відбувається помутніння води в джерелах та навіть різке збільшення бактеріального забруднення.

Питання для самоконтролю:

1. Що таке карст?
2. Які форми карсту ви знаєте?
3. В чому особливості руху карстових вод?
4. Чим відрізняються карстові води від тріщинних?
5. Які особливості формування хімічного складу карстових вод?

Лекція 9. МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ

Мінеральними (лікувальними) водами називаються підземні води, які проявляють благотворну фізіологічну дію на організм людини. Це обумовлюється особливостями фізичних властивостей та хімічного складу води: загальною мінералізацією, іонним складом, вмістом у воді газів, наявністю терапевтично активних мікрокомпонентів, вмістом радіоактивних елементів, органічних сполук, лужністю та кислотністю води, підвищеною температурою.

Мінеральні води можуть використовуватися як для внутрішнього, так і для зовнішнього вживання.

1. Класифікація мінеральних вод

Класифікуються мінеральні води за багатьма ознаками, до яких більшість бальнеологів та гідрогеологів відносять: 1) загальну мінералізацію, 2) іонний склад, 3) газовий склад та газонасиченість, 4) вміст у водах терапевтично активних мікроелементів та органічних сполук, 5) радіоактивність, 6) реакцію води (pH) і 7) температуру.

Відповідно до існуючих стандартів [21] до мінеральних лікувальних вод відносять води із загальною мінералізацією не менше 2 г/дм^3.

За загальною мінералізацією мінеральні води з урахуванням їх фізіологічного впливу на організм людини поділяються на:

а) води малої мінералізації (2-5 г/дм^3); при застосуванні їх усередину мають дію, що мало відрізняється від дії прісної води; до мінеральних питних лікувальних вод можуть відноситися води і з меншою від норми мінералізацією за наявності підвищеного вмісту деяких мікрокомпонентів (миш`як, бор).

б) води середньої мінералізації (5-15 г/дм^3); ці води за своєю осмотичною концентрацією наближаються до концентрації плазми крові (7,7-8,1 кгс/см^2) і використовуються для питного лікування;

в) води високої мінералізації (15-35 г/дм^3); ці води є "купальними" з вираженими подразнюючими шкіру властивостями і лише не багато з них, що мають гідрокарбонатний та гідрокарбонатно-хлоридний натрієвий склад, використовуються для питного лікування (Баталінська – 21 г/дм^3, Лугела – 52 г/дм^3);

г) води розсольні, з великою мінералізацією (35-150 г/дм^3); ці води є також "купальними" з різко вираженою хімічною складовою при їх дії на шкіру; за досить великої мінералізації вони використовуються після розбавлення їх прісною або слабко мінералізованою водою; верхня межа мінералізації розсольних вод для використання їх у натуральному вигляді не встановлена; нерозбавленою використовують, наприклад у Росії, воду з мінералізацією 73 г/дм^3 (Усоллє Сибірське), 95 г/дм^3 (Серегово), 140 г/дм^3 (Усть Кут).

Реакція води, за показником pH, є також одним із важливих факторів, що визначає фізіологічну дію води на організм людини. Відомо, що кислі води сприяють згортанню білкових речовин, проявляють "дубильну" дію на шкіру.

Навпаки, лужні води сприяють набуханню колоїдів шкіри та омиленню шкірного сала, а отже – покращенню контакту води зі шкірою з підвищенням її еластичності.

За значенням pH мінеральні води розділяють на: 1) сильнокислі з pH < 3,5; 2) кислі з pH від 3,5 до 5,5; 3) слабокислі з pH від 5,5 до 6,8; 4) нейтральні з pH від 6,8 до7,2; 5) слаболужні з pH від 7,2 до 8,5; 6) лужні з pH > 8,5.

Температура води за сучасними уявленнями про фізіологічний вплив мінеральних вод на організм людини не є ознакою, що відрізняє їх від дії звичайної прісної води. Тому температура води може бути показником мінеральної води лише за наявності інших показників – сольовий, газовий, мікрокомпонентний склад тощо. Найбільш поширеною класифікацією мінеральних вод за температурою в бальнеології є класифікація В.О. Олександрова, відповідно до якої мінеральні води поділяються на: 1) холодні з температурою < 20^0C; 2) теплі – 20-37^0C; 3) гарячі – 37-42^0C; 4) дуже гарячі – температура > 42^0C.

За *газовим складом* (О.М. Овчинніков, М.І. Толстіхін, В.В. Іванов та ін.) мінеральні води поділяються на: вуглекислі, сірководнево-вуглекислі, сірководневі (сульфатні), азотні, азотно-метанові, метанові.

Мікроелементи, що можуть міститися в мінеральних водах поділяються на чотири групи: 1) елементи з вираженою терапевтичною дією – Fe, Co, I, Br і B; 2) елементи з точно встановленим значенням в обмінних, головним чином, у гормональних і ферментивних процесах в організмі: Fe, Cu, Mo, Zn, можливо Mn, Ni, Ba, Cl; 3) елементи, токсичні для людини – As, Pb, Se, Hg, V, F; 4) елементи, виявлені у тканинах і рідинах організму, біологічна активність яких ще не встановлена – Ti, Zr, Ir, Cs, Ge і багато інших.

Вміст органічних речовин, що надають підземним водам лікувальних властивостей коливається від мг/дм^3 до 400 мг/дм^3. У підземних водах з органічних речовин найчастіше зустрічаються гумінові кислоти, бітуми, феноли, жирні кислоти, нафтенати тощо. Джерелами надходження органічних речовин у підземні води є атмосферні та поверхневі води, ґрунти, поклади нафти, вугілля, торфу тощо.

За умовами надходження органічних речовин розрізняють такі групи мінеральних вод: 1) болотні води з вмістом органічних речовин болотного походження – 6-140 мг/дм^3; 2) води алювіального походження з органічними речовинами до 4-8 мг/дм^3; 3) води нафтоносних відкладів, зазвичай артезіанські, де органічні речовини представлені фенолами, бітумами, жирними та нафтеновими кислотами кількістю від 20 до 420 мг/дм^3; найбільший вміст фенолів установлено в лужних водах; до цієї групи належить мінеральна вода типу "Нафтуся" на Карпатах, яка міститься в породах, утримуючих озокерит та окислені бітуми; вода має слабкий запах нафти (гасу), газовий склад – азот, метан, кисень та вуглекислота, відмічено вміст H_2S, радону, присутні летючі органічні кислоти, рідкі вуглеводні, нафта у стані найтоншої емульсії; 4) артезіанські води, які не пов'язані з

нафтоносними відкладами; вміст органічних речовин у них близько 10 мг/дм^3; 5) води тріщинуватих магматичних і метаморфічних порід гідрогеологічних масивів; органічних речовин у середньому – близько 4 мг/дм^3.

За *іонним складом* розроблені класифікації мінеральних вод М.Г. Курлова, Р.О. Олександрова, С.О. Щукарева, М.І. Толстіхіна, О.А. Альохіна та ін. Такі класифікації дуже зручні, оскільки дозволяють за іонним складом визначити умови формування води, за мінералізацією – про придатність її для питного лікування, або ванн.

Існує класифікація В.О. Овчиннікова, в якій типи мінеральних вод виділяються за основними бальнеологічними компонентами: вуглекислі, сірководневі, радонові, літієві, залізисті, миш`яковисті, бромисті, йодисті, радієві, борні, кремнієві.

На сьогодні широкого використання набула так звана типізація мінеральних вод – поділ їх на характерні типи, які схожі з добре вивченими та мінеральними водами, що набули популярності. Так, вуглекислі гідрокарбонатні натрієві води належать до типу "Боржомі", міцні сірководневі води хлоридного натрієвого складу – до типу "Мацеста" тощо.

Дуже широке використання має класифікація В.В. Іванова та Г.А. Невраєва, за якою всі підземні води за хімічним складом, фізичними та хімічними властивостями, лікувальним значенням поділяються на бальнеологічні групи: А – без "специфічних" компонентів та властивостей; Б – вуглекислі; В – сірководневі (сульфатні); Г – залозисті, миш`яковисті, з високим вмістом марганцю, міді, алюмінію та інших елементів; Д – бромисті, йодисті з високим вмістом органічних речовин; Е – радонові (радіоактивні); Ж – кременеві терми.

В Україні наразі існує більше 300 родовищ мінеральних вод різних груп і типів. Найбільш поширеними та відомими є вуглекислі, сірководневі та радіоактивні мінеральні води.

2. Характеристика головних типів мінеральних вод

Вуглекислі мінеральні води. Лікувальне значення цих вод визначається, в першу чергу, великим вмістом розчиненого в них вуглекислого газу. З усіх мінеральних вод ці води характеризуються найвищою газонасиченістю (1,5-18 м^3/м^3). Води цієї групи значно поширені у природі – на Північному Кавказі, де вони називаються *нарзанами*, в Грузії, де вони мають назви *моджариц-халі*, у Забайкаллі, де вони відомі під назвою *оршани*. В Україні ці води поширені в Карпатах, Криму та в межах Українського щита.

Вуглекислий газ, який присутній у воді, має переважно метаморфічний генезис. Встановлено, що велика кількість CO_2 виділяється з карбонатних порід чи теригенних відкладів на глибинах, де температура сягає 400^{0}С. Тому вуглекислі мінеральні води приурочені до молодої альпійської складчастості (Карпати, Крим, Альпи, Кавказ, Памір тощо), областей сучасної вулканічної

діяльності (Камчатка, Італія, Японія та ін.) та стародавніх орогенів, омолоджених та активізованих у кайнозої.

Вуглекислі води переважно прохолодні, з невеликою мінералізацією (1-10 г/дм^3). Іноді зустрічаються і гарячі (Залізноводськ, Карлові Вари), а також високо мінералізовані води – 136-155 г/дм^3 (Вишково на Карпатах, Арзні у Вірменії).

Як правило, вуглекислі води виходять на денну поверхню у вигляді пульсуючих джерел, внаслідок ритмічних поштовхів бульок газу, який на глибині 10-20 м переходить із розчину у вільний стан. У місці виходу на денну поверхню вуглекислі мінеральні води втрачають частину вуглекислоти, внаслідок чого навколо джерел відкладається твердий карбонат кальцію – вапняковий туф (травертин).

В Україні серед вуглекислих мінеральних вод найбільш поширені води типу "Нарзан" у Закарпатті. Це переважно прісні та солонуваті води із вмістом мінеральних солей до 2,5-3,0 г/дм^3. Хімічний склад більшості Закарпатських нарзанів гідрокарбонатний магнієво-натрієво-кальцієвий та магнієво-кальцієвий. Використовуються води цього типу в санаторії "Шаян" на лівому березі р. Тиси.

Вуглекислі мінеральні води типу "Боржомі" зосереджені, головним чином, у Мукачівському та Свалявському районах Закарпатської області. Ця вода використовується курортом "Поляна" і заводами, що розливають мінеральні води "Поляна квасова", "Поляна купель", "Лужанська", "Свалява" та ін.

Вуглекислі води у Криму знаходяться у східній частині Керченського півострову і представлені трьома групами невеликих джерел. Це хлоридно-гідрокарбонатні та гідрокарбонатно-хлоридні натрієві води з мінералізацією 8,8-15,6 г/дм^3. Вміст вільної вуглекислоти – від 500 до 2000 мг/дм^3.

Вуглекислі мінеральні води зазвичай використовуються для лікування хвороб шлунку, дванадцятипалої кишки, кишечнику, печінки, хвороб обміну речовин тощо.

Сірководневі (сульфатні) води. Лікувальні властивості цих вод визначаються вмістом у них вільного сірководню (H_2S) та гідросульфідного іону (HS^-). Використовуються вони переважно для зовнішнього вживання (у вигляді ванн). Сірководневі води вважаються мінеральними, якщо вміст сірководню в них перевищує 10 мг/дм^3. За концентрацією сірководню вони поділяються на: 1) слабко сірководневі – 10-50 мг/дм^3; 2) сірководневі – 50-100 мг/дм^3; 3) дуже сірководневі – 100-250 мг/дм^3; 4) надто сірководневі – більше 250 мг/дм^3.

За умовами формування (О.М. Овчинніков, В.В. Іванов та інші) виділяються: азотні сірководневі, метанові сірководневі, вуглекислі сірководневі мінеральні води.

Азотні сірководневі води утворюються в місцях розвантаження підземних вод сульфатного кальцієвого складу в торфовищах, де вони під дією сульфатредукуючих бактерій насичуються сірководнем. Вміст сірководню в таких водах не перевищує 50 мг/дм^3. За складом це переважно сульфатні та гідрокарбонатні кальцієві води з мінералізацією 2-3 мг/дм^3 (Немері в Латвії).

Метанові сірководневі води генетично пов`язані з бітумінозними та нафтоносними відкладами і формуються у відновлювальній обстановці у глибоких частинах артезіанських басейнів. За складом – переважно хлоридні чи карбонатно-хлоридні натрієві води з мінералізацією 20-30 г/дм^3 і більше (Мацеста в Грузії).

Вуглекислі сірководневі води пов`язані із сучасними вулканічними та молодими магматичними процесами. Формуються вони за рахунок підземних і поверхневих вод, хімічний та газовий склад яких утворився під впливом вулканічних фумарольних газів. Зазвичай – це дуже кислі (pH – 1,0-3,0) сульфатні води, часто із вмістом сірководню до 3000 мг/дм^3. За складом – це, в основному, сульфатні або хлоридно-сульфатні води за повної відсутності гідрокарбонатів, із наявністю вільної сірчаної кислоти, високим вмістом заліза, алюмінію, амонію та абсолютним переважанням кислих газів CO_2 і H_2S (Камчатка, Курильські острови).

В Україні сірководневі води поширені в рівнинній частині в межах Подолії, Карпатах, Криму, на північному узбережжі Азовського моря, в Донбасі.

Приурочені вони до ділянок розповсюдження гіпсо-ангідритів, загіпсованих та піритизованих порід, де під дією сульфатредукуючих бактерій в анаеробних умовах відбувається відновлення розчинених сульфатів. Вміст сірководню в цих водах може досягати 120-370 мг/дм^3.

Великі родовища сірководневих вод знаходяться в районі м. Немірова, с. Шкло, с. Великий Любень, с. Бобрка Львівської області, а також у Тернопільській, Івано-Франківській та Чернівецькій областях. Біля с. Брусниця Чернівецької обл. знаходиться родовище сірководневих вод, що належить до типу відомих мінеральних вод "Мацеста".

У Криму відомі родовища в м. Саки, Феодосія, на Керченському півострові – Чокрак, Каралар, Айман-Каюр.

Сірководневі води шляхом застосування ванн використовуються для лікування серцево-судинної системи, суглобів, м`язів, хвороб нервової системи, захворювань шкіри тощо.

Радіоактивні мінеральні води. Їх лікувальні властивості визначаються підвищеним вмістом радіоактивних елементів (Ra, U, Rn), у зв`язку із чим мінеральні води поділяються на: радонові, радієві, радоново-радієві та уранові. Найбільш широко використовуються радонові та радоново-радієві води.

Радонові води містять у собі підвищену кількість газоподібної еманації радію. Радон має 12 ізотопів, з яких найбільш довго живучий – Rn^{222} (період напіврозпаду – 3,8 доби). Кількість радону у воді вимірюється в одиницях Махе ($3{,}64*10^{-10}$ кюрі/дм^3), кюрі, але найчастіше в еманах ($1*10^{-10}$ кюрі/дм^3).

За вмістом радону мінеральні води поділяються на слабо радонові (50-400 еман), радонові (400-2000 еман) і високо радонові (більше 2000 еман).

Радонові води формуються в результаті процесів еманування порід і дифузії радону в підземні води. Тому радонові води генетично пов`язані з породами, збагаченими радіоактивними елементами, які широко

розповсюджені в межах щитів, масивів кристалічних порід. Зустрічаються вони також і в осадових породах, збагачених органічною речовиною: вуглець-вмісні чорні морські сланці, фосфорити, бітумінозні вапняки, торфовища, а також пісковики, алевроліти, конгломерати тощо. Такі води широко використовуються у П'ятигорську, Цхалтубо.

В Україні радонові води найбільш розповсюджені в межах Українського щита. Приурочені вони тут до зон тектонічних розломів та оперяючих їх тріщин у пегматоїдних гранітах і пегматитах (Коростеньська, Приазовська площі тощо). Це переважно слабо радонові води (до 50 еман) з мінералізацією 1-5 г/дм^3. У метаморфізованих конгломератах і альбітизованих залозистих кварцитах зустрічаються слабо радонові, радонові та високо радонові води, серед яких є як прісні, так і солоні води, і розсоли (Криворізький басейн).

Радоново-радієві води звичайно містять у собі радон у кількостях, що значно перевищують рівноважну кількість розчиненого у воді радію (більше 50 еман), причому вміст радію становить більше $1*10^{-11}$ г/дм^3. Такі води формуються, коли збагачена радієм вода проникає на ділянки еманyючих колекторів і додатково насичується радоном (Кисловодськ, Карлові Вари).

Радіоактивні води найбільш широко використовуються для зовнішнього застосування у вигляді загальних і місцевих ванн. Використовуються вони для лікування серцево-судинної системи, хвороб периферійної та центральної нервової системи, гінекологічних захворювань, хвороб органів опори та руху.

Йодні та бромні мінеральні води вміщують не менше 5 мг/дм^3 йоду і не менше 25 мг/дм^3 брому при їх загальній мінералізації до 10-15 г/дм^3. Вони використовуються для внутрішнього та зовнішнього застосування. В Україні йодобромні води поширені в Карпатському регіоні.

Кременистими термами вважаються води з температурою вище +35 ^{0}С, що вміщують H_2SiO_3 + $HSiO_3^-$ не менше 50 мг/дм^3. Кременисті терми знаходять у межах областей молодого вулканізму, в активізованих зонах стародавніх платформ і гірських складчастих областей, а також у межах молодих платформ, зокрема в Україні вони знайдені в с. Березове поблизу м. Харкова (Березівська мінеральна вода).

Миш'яковисті мінеральні води – це підземні води, які вміщують не менше 0,7 мг/дм^3 миш'яку. Як правило, вони мають підвищений вміст вуглекислого газу. Прикладом такого родовища є Гірськотисенське.

Коротка характеристика основних груп мінеральних показує, що їх розповсюдження визначається складним сполученням геологоструктурних, гідрогеологічних, геохімічних і геотермічних умов формування. Основним із них є літологічні особливості та колекторські властивості гірських порід, фаціальні умови і характерні риси геологічної історії району, наявність молодих магматичних процесів і характер неотектонічних рухів, геотермічний режим, наявність мікробіологічних процесів.

Питання для самоконтролю:

1. В чому різниця між мінералізованими та мінеральними водами?
2. З якою мінералізацією використовуються мінеральні води як питні?
3. З яким хімічним складом мінеральні води належать до типу "Боржомі"?
4. Як формуються вуглекислі мінеральні води?
5. При яких захворюваннях рекомендується використання радіоактивних мінеральних вод.