

ВЗАЄМОДІЯ В СИСТЕМІ “ПРИРОДНІ ФАКТОРИ – ХІМІЧНИЙ СКЛАД ВОДИ” ЯК ОСНОВА БАГАТСТВА ПІДЗЕМНОЇ ГІДРОСФЕРИ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

БІЛАК С.П.

ПП “Оріана”

Сукупність природних факторів Закарпатської області є першопричиною високої водонасиченості надр, яка в даних умовах проявляється у вигляді різноманітних за складом мінеральних вод.

Із природних факторів перш за все треба виділити кліматичні особливості області. Це значна кількість атмосферних опадів (700–1400 мм/рік, причому 500–700 із них припадає на теплий період року) з річним максимумом близько 2000 мм, що і є кількісним базисом водобагатства підземної гідросфери.

А якісного забарвлення їй надають особливості геологічної будови Карпат. Перш за все – це висока тріщинуватість порід, їх мінералогічний склад, наявність глибинних розломів, висока прогрітість надр.

Так, широке розповсюдження продовжно- та поперечнокарпатських розломів, тектонічних порушень, тріщинуватості порід, особливо у Складчастих Карпатах, сприяє проникненню атмосферних вод у глибини надр, де в процесі певних гідрохімічних перетворень формуються мінеральні води. Поява глинистих, погано промитих, багатих органічними речовинами водонепроникних шарів уповільнює процес водообміну і сприяє протіканню біохімічних процесів, що характерно для Закарпатського внутрішнього прогину.

Висока прогрітість надр з геотермічним градієнтом від 1,35 у Складчастих Карпатах до 5,0–8,0°C на кожні 100 м глибини у Чоп-Мукачівській впадині при поширенні вапняків та вапнистого цементу порід сприяє генерації значної кількості вуглекислоти, активації процесів хімічної взаємодії в системі “порода–газ–вода”, наслідком чого є поява термальних високовуглекислих вод з широким діапазоном вміщуючих компонентів. Як правило, температура вод природних водопроїв – джерел не перевищує 16°C. Сverdловини, особливо у Закарпатському внутрішньому прогині, виводять на поверхню більш прогріті води з температурою 23–57°C. Середні температури вод природних і штучних водопроїв пропорційні геотермічному градієнту геологічних структур регіону, а він збільшується від Складчастих Карпат до Закарпатського внутрішнього прогину.

Мінералізація вод коливається від десятих до 156 г/л, однак переважають води з мінералізацією до 2 г/л.

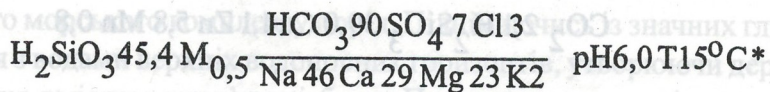
Газовий склад мінеральних вод області в основному представлений вуглекислотою. Виявлені чисто вуглекислі води із 100% вмістом вугільної кислоти, а також вуглекислі з домішками сірководню, метану та азоту. Води з такою газовою складовою характерні для Складчастих Карпат. У Закарпатському внутрішньому прогині переважають мінеральні води, газова складова яких представлена переважно сірководнем, метаном та азотом з домішками вуглекислоти. У Чоп-Мукачівській впадині води мають переважно азотно-метановий та метановий газовий склад. У зоні розломів Берегівського та Ужгородського підняття у водах появляється вугільна кислота до 1,8 г/л. Для вод Солотвинської впадини характерні невисокі вмісти сірководню – до 10 мг/л (в одному випадку – 52 мг/л). Вугільна кислота до 1 г/л появляється в периферійних областях на контакті Солотвинської впадини і Складчастих Карпат. В цілому води Складчастих Карпат характеризуються високим газовмістом, а Закарпатського прогину – низьким.

Наявність відносно і добре розчинних порід разом із комплексом вищеназаних природних факторів започатковує фізичні, хімічні, біохімічні, фізико-хімічні процеси, результатом яких є все багатство підземної гідросфери Закарпатської області.

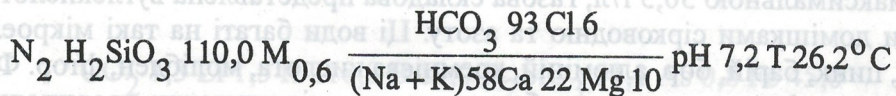
Нами розроблена генетична класифікація мінеральних вод області, в основу якої покладено взаємозв'язок хімічного складу води та її фізичних властивостей зі складом водовміщуючих порід, гідродинамічними, кліматичними, температурними та іншими природними факторами, які характерні для даного регіону і є першопричиною появи великої кількості різноманітних за складом та властивостями вод. Таким чином, було виділено десять груп вод. У водах дев'яти груп чітко просліджується зв'язок між хімічним складом води і факторами, що його обумовлюють. Десята група – це води змішаного складу, які утворилися в результаті змішування вод різного складу і генезис яких чітко прослідкувати неможливо. Генетична класифікація мінеральних вод області дозволяє не тільки зрозуміти умови формування хімічного складу вод, а і мати основу для цілеспрямованого пошуку вод певного складу.

Розглянемо формування вод основних груп.

Атмосферні води, взаємодіючи з добре промитими породами верхніх водоносних горизонтів Складчастих Карпат, дають початок маломінералізованим гідрокарбонатним магнієво-кальцієвим водам. Газовий склад їх близький до повітряного, з незначним вмістом сірководню як результату відновлення сульфатів органічною речовиною ґрунту. Характерним мікрокомпонентом є кремнієва кислота. Прикладом може служити вода джерела в с. Скотарське:

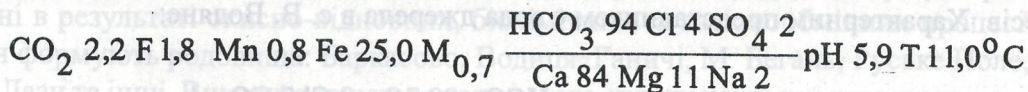


Якщо атмосферні води попадають в хімічно інертні андезитобазальти Вигорлат-Гутинської гряди, вони можуть без помітної зміни складу мігрувати на значні глибини, прогріватись, утворюючи родовища азотних терм. Найбільш відоме з них Деренівське родовище, св. № 73:



Насичуючись вуглекислотою, що піднімається з глибин надр по розломах, ці первинні води стають агресивними, їх розчинна здатність росте, набуваючи хімічного характеру. Ці води розчиняють поширені у флішових відкладах вапняки, формуючи вуглекислі мінеральні води гідрокарбонатного магнієво-кальцієвого складу. Границя їх мінералізації контролюється розчинністю карбонатів кальцію і магнію і не перевищує 2,0 г/л. Одночасно вивільнюється і переходить у розчин ряд мікроелементів: цинк, мідь, марганець, залізо, кобальт та інші, які в свою чергу співсадилися разом з карбонатами кальцію і магнію та іншими солями, формуючи їх відклади. Газовий склад вод представлений різними кількостями вуглекислоти та сірководню – до 2,4 г/л і до 3,0 мг/л відповідно.

Так формуються води І-ї групи. Води цього складу сягають до 70% від усіх вод області і поширені в основному в Складчастих Карпатах. Мінеральні води за своїми смаковими якостями, фізичними та лікувальними властивостями, хімічним складом можуть широко використовуватись як внутрішньо, так і зовнішньо в оздоровчих та реабілітаційних басейнах і, нарешті, як прекрасний столовий напій. За водобогатством, природно-кліматичними умовами перспективними для будівництва крупних санаторіїв та заводів розливу, є такі родовища: Голятино, Келечин, Майдан, Міжгір'я, Річка, Тарасівка, Рахів. Родовища з меншими дебітажами можуть служити базою для санаторіїв-профілакторіїв, родинних будинків відпочинку, місцевих заводів розливу: Занька, Богдан-Луки, Верхнє і Нижнє Студене, Дубриничі, Драгово, Н. Бистрий, Кобилецька і Косівська Поляни, Костева Пастіль, Костилівка, Красне, Уголька та інші. Прикладом може служити вода з св. № 361 с. Келечин:



Вуглекислі води гідрокарбонатного натрієвого складу за умовами формування поділяються на три групи (II, III і VI). Води II-ї групи – вуглекислі з середньою мінералізацією 2,1 і максимальною 6,6 г/л, газова складова їх представлена вуглекислотою з незначною кількістю сірководню. Для цих вод характерні підвищені кількості таких мікроелементів: кремнієва кислота, марганець, залізо, нікель. Виходи цих вод приурочені до проявів вулканічних порід і формуються в процесі вуглекислотного вивітрювання останніх. Води цієї групи утворюють відомі родовища: Варгедь, Вишково, Говерла, Шаян та інші. Прикладом може служити мінеральна вода св. № 242 родовища Шаян:

*У формулах хімічного складу така розмірність компонентів: CO_2 – г/л; N_2 , H_2S – мг/л; М – мінералізація – г/л, Zn, Cu, ... – мікроелементи – мг/л; HCO_3 , Ca , ... – іони, %.

CO₂ 2,1 H₂SiO₃ 39,0 Cu 1,1 Zn 5,8 Mn 0,8

M_{4,8} $\frac{\text{HCO}_3 \ 81 \ \text{Cl} \ 17 \ \text{SO}_4 \ 2}{\text{Na} \ 88 \ \text{Ca} \ 7 \ \text{Mg} \ 4 \ \text{K} \ 2}$ pH 6,4 T 17,0° C

Води III-ї групи – це високовуглекислі гідрокарбонатні натрієві з середньою мінералізацією 6,4 і максимальною 30,5 г/л, газова складова представлена вуглекислотою до 3,7 г/л, з незначними домішками сірководню та азоту. Ці води багаті на такі мікроелементи: літій, калій, мідь, цинк, барій, бор, алюміній, кремнієва кислота, молібден, фтор. Формування вод цього складу протікає виключно в добре промитих, тріщинуватих, кварцпольовошпатових з вапняковим цементом пісковиках у процесі хімічної вуглекислотної деструкції породи під впливом високої температури. Води такого складу рідко зустрічаються на земній кулі, а в Закарпатті утворили високодебітні родовища: Ганьковиця, Голубине, Драчино, Луги, Неліпино, Павлово, Пасіка, Поляна, Плоське, Оленьове, Солочин, Руські Комарівці та інші. На базі вод цього складу функціонують відомі далеко за межами Закарпаття санаторії: “Поляна”, “Квітка Полонини”, “Сонячне Закарпаття”, “Кришталеве Джерело”, а також розливаються води: “Поляна Квасова”, “Поляна-Купіль”, “Лужанська”, “Свалява” та інші. Основний профіль цих санаторіїв – це лікування органів травлення. Багатий мікроелементний склад вод позитивно впливає на основні функції і системи організму, посилює дію основного складу води і розширює лікувальний діапазон. Ілюстрацією може служити вода св. № 13 санаторію “Сонячне Закарпаття”:

CO₂ 2,2 Li 3,5 K 53,5 Cu 3,5 Zn 4,7 B 30,4 H₂SiO₃ 40,0 F 3,0

M_{11,4} $\frac{\text{HCO}_3 \ 87 \ \text{Cl} \ 13}{\text{Na} \ 85 \ \text{Ca} \ 3 \ \text{Mg} \ 1 \ \text{K} \ 1}$ pH 6,7 T 10,5° C

Води VI-ї групи за складом теж гідрокарбонатні натрієві з середньою мінералізацією 0,5 і максимальною 1,4 г/л. Газовий компонент представлений незначною кількістю сірководню та вуглекислоти. Із мікроелементів у цих водах зустрічаються літій, мідь, цинк, алюміній, кремнієва кислота. Формуються води цієї групи у погано промитих глинистих відкладах Закарпатського внутрішнього прогину при протіканні біохімічних та катіонообмінних процесів. Характерним представником є вода джерела в с. В. Водяне:

H₂S 3,0 H₂SiO₃ 46,0 M_{1,2} $\frac{\text{HCO}_3 \ 80 \ \text{SO}_4 \ 9 \ \text{Cl} \ 7 \ \text{CO}_3 \ 4}{\text{Na} \ 90 \ \text{Ca} \ 6 \ \text{Mg} \ 4}$ pH 7,3 T 12° C

Води IV-ї групи за складом гідрокарбонатно-хлоридні натрієві. Це високовуглекислі води з невеликою домішкою сірководню у газовій складовій, з середньою мінералізацією 7,0 і максимальною 47,5 г/л. Характерними для вод цієї групи є два фактори, які різко відособлюють їх від вод інших груп. Перш за все це аномально високі вмісти легких при високих температурах компонентів – миш'яку, бору, амонію, а також широкий спектр інших мікроелементів: літій, калій, кобальт, нікель, залізо, титан, марганець, кремнієва кислота та інші. Вміст бромю і йоду, а також частота їх наявності також значно вища, ніж в інших водах. Другою відмінною рисою вод цієї групи є чітко простежувана приуроченість їх виходів до зон розломів у Складчастих Карпатах. Аналіз природних факторів та хімічного складу вод вказує на те, що формування вод цієї групи протікає при процесах термометаморфізму не до кінця проми-

тих від залишкового морського комплексу порід. Піднімаючись із значних глибин розломами, ці води змішуються з водами верхніх водоносних горизонтів, утворюючи деривати змішаного складу з невисоким вмістом миш'яку і бору. При природному підземному розбавленні утворюються води з оптимальними концентраціями лікувальних компонентів, особливо такими, як миш'як і бор. Води цього рідкісного, дуже цікавого і цінного складу утворюють родовища: В. Бистрий, Майдан, Міжгір'я, Кваси, Кострино, Сойми, Розтоцька Пастіль, Ужгород. Найбільш характерними для цієї групи є води:

с. В. Бистрий, джерело:

CO_2 1,3 Li 1,5 K 118,0 B 19,0 H_2SiO_3 51,1 As 0,8 Fe 45,0

$\text{M}_{9,7} \frac{\text{Cl } 69 \text{ HCO}_3 \text{ } 31}{\text{Na } 75 \text{ Ca } 19 \text{ Mg } 4 \text{ K } 2} \text{pH } 6,3 \text{ T } 15,0^\circ\text{C}$

с. Кваси, св. № 1-Р:

CO_2 1,8 B 9,6 As 4,0 Mn 1,5 Fe 12,0

$\text{M}_{2,8} \frac{\text{Cl } 56 \text{ HCO}_3 \text{ } 43 \text{ SO}_4 \text{ } 1}{\text{Na } 64 \text{ Ca } 24 \text{ Mg } 12} \text{pH } 6,0 \text{ T } 10,0^\circ\text{C}$

м. Ужгород, св. № 8-Уж:

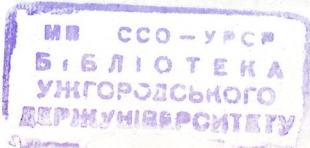
CO_2 3,5 B 625,0 As 200,0 Br 11,3 Fe 16,0 NH_4 118,5

$\text{M}_{47,5} \frac{\text{Cl } 190 \text{ HCO}_3 \text{ } 10}{\text{Na } 91 \text{ Ca } 4 \text{ K } 3 \text{ Mg } 2} \text{pH } 6,1 \text{ T } 53,0^\circ\text{C}$

Води V-ї групи – хлоридного натрієвого складу, невисокої мінералізації: в середньому 3,5 і максимальною 13,4 г/л. У газовому складі переважають невеликі кількості сірководню. Формуються води цього складу в Закарпатському внутрішньому прогині при уповільненому водообміні в результаті окисно-відновних, біохімічних та катіонообмінних процесів. Води цієї групи формують родовища: Баркасово, Водиця, Ганичі, М. Бегань, Руське Поле, Теремля, Тячів-Лази та інші. Використовуються води такого складу у кількох невеликих санаторіях. Прикладом може служити вода с. Теремля, св. № 126:

H_2S 9,0 $\text{M}_{2,7} \frac{\text{Cl } 78 \text{ HCO}_3 \text{ } 11 \text{ SO}_4 \text{ } 1}{\text{Na } 99 \text{ Mg } 1} \text{pH } 7,9 \text{ T } 12,0^\circ\text{C}$

У складі вод VII-ї групи домінують сульфати кальцію, мінералізація їх 0,6–1,4 г/л, у газовому складі переважає сірководень – від 5 до 68 мг/л. Води цієї групи містять ряд мікроелементів: алюміній, літій, мідь, цинк, титан та фтор. Формуються вони в результаті хімічного процесу окислення сульфідів, що заповнюють тріщини андезитобазальтів Вигорлат-Гутинської гряди, який на глибині в анаеробних умовах змінюється процесом біохімічного відновлення сульфатів, що утворилися в процесі окислення сульфідів до сірководню. Найбільш цікавим представником є води родовища Синяк, св. № 2:



H₂S 51,0 Li 8,0 Cu 2,5 Zn 2,2 Al 3,5 F 1,2

$$M_{1,3} \frac{SO_4 \ 85 \ HCO_3 \ 13 \ Cl \ 2}{Ca \ 82 \ Mg \ 9 \ Na \ 9} \text{pH } 7,1 \ T \ 10,0^\circ C$$

Води VIII-ї групи мають середню мінералізацію 6,5 і максимальну – 34,5 г/л, хлоридний натрієвий склад, невеликі кількості сірководню та містять ряд мікроелементів: літій, калій, фтор, бром. Формуються ці води в процесі розчинення гіпсових надсолієвих відкладів. Прикладом може служити вода джерела № 1 в с. Олександрівка:

Li 40,0 K 225,0 H₂SiO₃ 73,6 F 51,2 Br 28,8

$$M_{11,5} \frac{Cl \ 69 \ HCO_3 \ 25 \ SO_4 \ 6}{Na \ 66 \ Ca \ 23 \ Mg \ 8 \ K \ 3} \text{pH } 6,1 \ T \ 11,0^\circ C$$

Для мінеральних вод IX-ї групи характерна висока мінералізація та хлоридний натрієвий склад. Середня мінералізація вод цієї групи – 38,0, максимальна сягає 156 г/л. Містять вони незначні кількості вуглекислоти та сірководню і ряд мікроелементів: літій, калій, мідь, цинк, барій, алюміній, фтор, бром, йод, марганець, залізо, нікель, кремнієва кислота. Формуються ці води в процесі розчинення соленосних відкладів, утворюючи ряд родовищ: Добрянське, Доробратово, Залуж, Негрово, Новоселиця та інші. Прикладом може служити вода джерела в с. Добрянське:

Li 11,0 Cu 0,8 Zn 3,2 Ba 23,3 B 11,6 H₂SiO₃ 51,0 F 3,2 Br 9,0

$$M_{105,0} \frac{Cl \ 99 \ HCO_3 \ 1}{Na \ 98 \ Ca \ 1 \ Mg \ 1} \text{pH } 7,0 \ T \ 15^\circ C$$

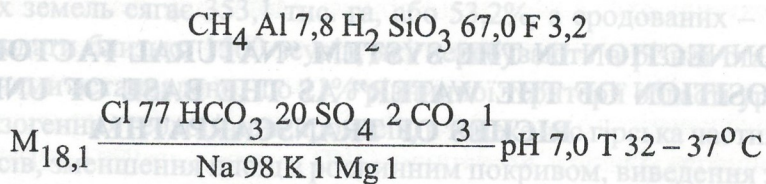
До вод X-ї групи нами віднесені мінеральні води змішаного складу, які утворюються в процесі змішування вод різного генезису або розбавленням вод певної групи прісними водами.

У зв'язку з високим геотермічним градієнтом надр області частина вод є термальними. Вони різноманітні за мінералізацією та хімічним складом. Це азотні, вуглекислі, метанові терми з широким діапазоном біологічно активних компонентів. Не було встановлено кореляції між температурою і певними компонентами води, за винятком кремнієвої кислоти, вміст якої росте із ростом температури. Термальні води за хімічним складом не виділяються на фоні вод регіону, а підлягають загальним геохімічним закономірностям формування. Ілюстрацією можуть служити води:

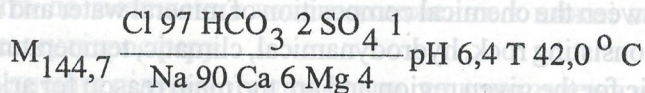
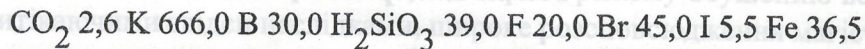
с. Деренівка, св. № 73:

$$N_2 \ H_2 \ SiO_3 \ 110,0 \ M_{0,6} \frac{HCO_3 \ 93 \ Cl \ 6}{(Na + K) \ 58 \ Ca \ 22 \ Mg \ 10} \text{pH } 7,2 \ T \ 26,2^\circ C$$

с. Розтока, св. № 324:



с. Шаян, св. № 1–Т:



У найбільш відомих водопроявах вивчено вміст радону, радію та урану. Гідрохімічний фон цих елементів у мінеральних водах області становить: для радону – 1,24 нКи/л, радію – $1,4 \cdot 10^{-11}$ і урану – $1,2 \cdot 10^{-8}$ г/л. Невеликі кількості радону, нижчі гідрохімічного фону, визначені у водах майже всіх груп. Вміст радону вище фону характерний для вод, що формуються у зонах глибинних розломів, у кристалічних та вулканогенних породах. Кількості радону, що можуть мати бальнеологічне значення, визначені у водах Кобилецькополянського родовища. Максимальний вміст радію та урану не перевищує $6 \cdot 10^{-11}$ та $1,3 \cdot 10^{-8}$ г/л відповідно і не може впливати на якість води.

Наявність у мінеральних водах широкого спектру біологічно активних мікроелементів у вищефонових кількостях дозволяє виділити ряд вод як води специфічної терапевтичної дії. Так, у водах Келечинського родовища вміст заліза у біологічно активній двовалентній формі сягає 36,7 мг/л, поширені води з оптимальною для людського організму кількістю фтору – від 1,5 до 5,5 мг/л, багато вод містять літій, мідь, цинк, кобальт, які необхідні для нормального функціонування людського організму та профілактики ряду захворювань. До унікальних можна віднести води родовищ Квасівське, В. Бистрянське, Міжгірське, Рахівське, що містять миш'як у біологічно активній формі та дозах, що не перевищують терапевтичну. Одночасно є родовища, води яких містять підвищені кількості мікроелементів, вплив яких є або шкідливим для людського організму, або недостатньо вивченим. Це води з підвищеним вмістом барію та борної кислоти. В той же час вміст нормованих компонентів (ртуть, свинець, хром, уран) генетичного походження на час дослідження хімічного складу вод не перевищував гранично допустимих норм. Загалом слід сказати, що поява мікроелементів у водах обумовлена наявністю їх у водомістких породах, температурою надр, хімічним складом первинного розчину, палеогеографією регіону, тобто сукупністю всіх гідрогеохімічних факторів, взаємодія яких дає мінеральні води найрізноманітнішого складу.

Таким чином, формування підземних вод підлягає планетарній закономірності і тільки відмінні природні фактори конкретного регіону збагачують їх склад.

Summary

INTERCONNECTION IN THE SYSTEM "NATURAL FACTORS – CHEMICAL COMPOSITION OF THE WATER" AS THE BASE OF UNDERGROUND RICHES OF TRANSCARPATHIA

Bilak S.P.

Private Enterprise "Oriana"

The genetic classification of mineral waters of Transcarpathia has been worked out, which is based on the interconnection between the chemical composition of mineral water and its physical features and the composition of waterconsisting rock, hydrodynamical, climatic, temperature and other natural factors, which are characteristic for the given region and are the main reason for arising of the great number of mineral waters which differ in composition and features.