

УДК 550.424.4

О. Криворучкіна, канд. геол. наук, С. Терещенко, канд. геол.-мінералог. наук,
І. Байсарович, канд. геол.-мінералог. наук, М. Коржнев, д-р геол.-мінералог. наук

ГІДРОГЕОХІМІЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ХВОСТОСХОВИЩ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ (НА ПРИКЛАДІ КРИВОРІЗЬКОГО РУДНОГО РЕГІОНУ)

Наведено результати дослідження гідрогеохімічного стану територій, що знаходяться під техногенним впливом хвостосховищ Криворізького рудного регіону. Основними об'єктами, які визначають гідрогеохімічний стан району, є шахтні та кар'єрні води, хвостосховища, ставки-накопичувачі, річки Інгулець та Саксагань, водоносні горизонти кайнозою.

The results of hydrogeochemical investigation of manmade devastative Krivy Rih's ore basin area are presented. The main objects determining hydrogeochemical regime of this region are: mine and quarry waters, tailing pits, storage ponds, Ingulets and Saksagan' rivers, cenozoic aquifers.

Вступ. Ще на початку 50-х років минулого століття Криворіжжя мало типовий степовий ландшафт з абсолютними різницями висот вододілу Інгульця і Саксагані 120-150 м. Діяльність гірничорудних підприємств Кривбасу призвела до суттєвих змін навколишнього середовища в межах великих територій. На поверхні землі утворені штучні форми рельєфу, антропогенні морфоструктури, розмір яких подекуди визначається кілометрами. Різниця висот між підвищеннями і пониженнями рельєфу зросла на порядок. У вузькій смузі 120 км x 1,5 км, яка має меридіональне простягання, зосереджено $\sim 10^{10}$ т шламів, осадових та скельних порід. Масштаби механічних змін в надрах є цілком співставними з процесами гороутворення. Замінена і частково знищена природна гідрографічна сітка, особливо в середній та нижній течії р. Саксагань [1,2,3]. Безперечно такі масштабні перетворення стимулювали глибоку геохімічну перебудову геологічного середовища (ГС) Криворізького басейну. Основними факторами формування нової геохімічної обстановки є винесення на поверхню та складування таких порід, які раніше в природному стані не відслонювалися на денній поверхні; включення до водообігу великих мас води різної мінералізації та скидання частково очищених вод в гідрографічну мережу; зміна гідрологічних та гідрогеологічних умов формування стоку та якості природних вод; забруднення атмосфери магнетит-гематитовим та силікатним пилом тощо.

Мета роботи. В статті розглядається кількісно-якісний склад вод, які фільтруються з ряду хвостосховищ Криворізького рудного басейну. З метою оцінки зміни геохімії ГС під впливом гірничовидобувної промисловості Криворіжжя були зібрані та проаналізовані матеріали даних спостережень за хімічним складом підземних вод в межах діяльності Північного, Центрального, Новокриворізького, Південного та Інгулецького гірничо-збагачувальних комбінатів, а також за притоками та хімічним складом вод, що потрапляли до хвостосховищ вказаних підприємств за 40-річний період від початку експлуатації (1960-2000 рр). Для обробки масиву даних спостережень використані статистичні методи. Проаналізовано динаміку змін гідрогеохімічної обстановки на цих об'єктах, а також рівень техногенного навантаження на геологічне середовище. Проведені термобаричні дослідження з вивчення характеру газорідних включень залізистих порід Кривбасу.

Методи дослідження. В якості вихідних використано масив даних гідрохімічних аналізів води, які проводилися за стандартними методиками. Обробку даних виконано методами багатовимірної статистики. Дослідження газорідних включень в породах виконано методами термобаро-геохімії.

Вплив хвостосховищ на рівень техногенного навантаження регіону.

В Криворізькому басейні розташовані наступні хвостосховища, які є акумуляторами шахтних, кар'єрних вод та господарчо-побутових стоків: хвостосховище Північно-

го гірничо-збагачувального комбінату (ПівнГЗК), хвостосховище Центрального гірничо-збагачувального комбінату (ЦГЗК), Мироліувівське, хвостосховище Інгулецького гірничо-збагачувального комбінату (ІнГЗК) та об'єднане хвостосховище Новокриворізького та Південного (ПівдГЗК, НкГЗК) гірничо-збагачувальних комбінатів (рис. 1).

Видобуток і переробка залізної руди завжди пов'язані з використанням великої кількості води. Водогосподарська ситуація гірничорудних підприємств Кривбасу характеризується надлишком зворотних вод. Для підтримки безпечних умов відпрацювання рудних покладів шахтні і кар'єрні води відкачуються. Щорічно в Кривбасі відкачується майже 18-20 млн м^3 кар'єрних вод і 20-22 млн м^3 високомінералізованих шахтних вод (з мінералізацією від 5 до 96 г/л при середній мінералізації 30 г/л). Шахтні води є переважно хлоридними водами з високим вмістом хлорид-, сульфат-, натрій-, магній- та кальцій-іонів, що перевищують ГДК для поверхневих вод.

Сьогодні у зворотних циклах гірничо-збагачувальних комбінатів і досі діє схема використання шахтних вод із накопиченням їх надлишків і щорічним скиданням у річки Інгулець і Саксагань та обов'язковою подальшою промивкою прісною водою. Скидання надлишків зворотних вод здійснюється відповідно до розпоряджень Кабміну України та згідно з "Регламентами скиду надлишків зворотних вод гірничорудних підприємств Кривбасу". Результатом цієї практики продовж десятиліть є загальне підвищення мінералізації поверхневих вод.

Розглянемо водогосподарчу практику кожного з хвостосховищ з точки зору її впливу на гідрогеохімічну обстановку ГС.

Хвостосховище ПівнГЗК. До скидання у хвостосховище ПівнГЗК шахтних вод (до 1981 р) мінералізація води у ньому була найнижчою у порівнянні з накопичувачами інших ГЗК. До 1968 року мінералізація не перевищувала 1 г/дм³, в період з 1972 по 1981 роки мінералізація знаходилася у межах 1,4-1,7 г/дм³ з переважанням хлоридно-сульфатних магнієво-натрієвих іонів, що пояснюється збільшенням об'ємів кар'єрних вод, переважанням процесів випаровування над опадами та надходженням у шламонакопичувач річкових вод з мінералізацією понад 1 г/дм³. У 1982 році в результаті скидання у хвостосховище шахтних високомінералізованих вод мінералізація підвищилася з 2,5 до 5 г/дм³ і наприкінці 1992 року склала приблизно 10-11 г/л. Склад зворотної води став хлоридно-натрієвим з вмістом хлоридів близько 5,3 г/дм³, сульфатів – 1,1 г/дм³, натрію – 2,9 г/дм³.

З 1982 року в хвостосховищі з'явився надлишок води. Для підтримання у хвостосховищі допустимого об'єму води комбінат був змушений з 1985 року у міжвегетаційний період проводити скидання надлишків води у річки. Найбільші надлишки були у 1996 році (16,14 млн м^3) і в 1997 році (15,28 млн м^3). За останні роки у зв'язку зі зменшенням видобутку руди і, як наслідок, зменшенням обсягів шахтних вод кількість надлишку води у хвостосховищі не підвищується і коливається у межах 12-

13 млн м³. Загалом за період з 1985 року – початок 2000 року із хвостосховища ПівнГЗК було скинуто шахтних вод в обсязі 133,85 млн м³.

Поява надлишку води у хвостосховищі пов'язана в першу чергу з тим, що з 1982 р у хвостосховище почали проводити скидання шахтних вод північної групи рудників Кривбасу (шахти Першотравнева, ім. Леніна, Гвардійська, Ювілейна). Річне надходження шахтних вод коливається від 0,6 до 5,6 млн м³. Води шахт характеризуються високою мінералізацією від 3,5 до 48,8 г/л і хлоридно-натрієвим іонним складом. Мінералізація

зростає в ряду шахт: Першотравнева 3,5 г/дм³, ім. Леніна 15,1 г/л, Гвардійська 34,3 г/л, Ювілейна 48,8 г/л. Основним джерелом обводнювання гірських виробок є тріщинні води.

Хвостосховище ЦГЗК. За період експлуатації хвостосховища ЦГЗК у шламах накопичилось 132207 тис м³ води, яка містить приблизно 4,7 кг/м³ солей. Аналізуючи відсотковий склад різних елементів, води, які акумулювані у шламах хвостосховища можна віднести до хлоридно-карбонатно-натрієвого типу.

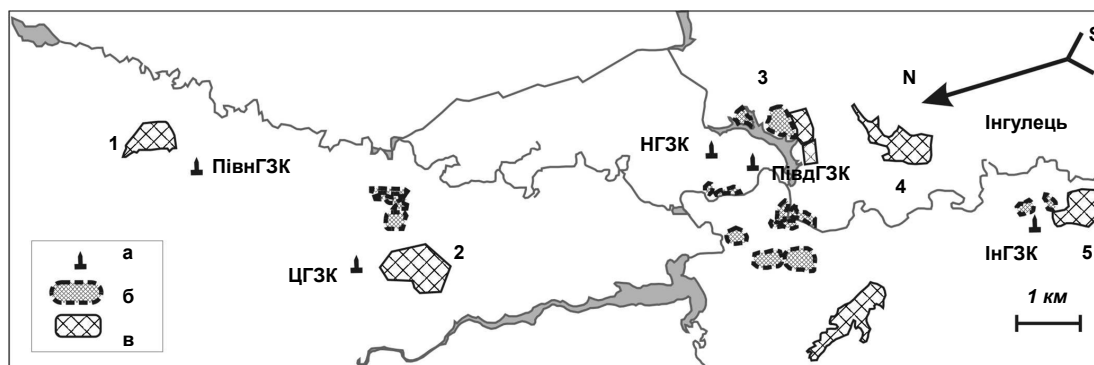


Рис. 1. Схема розташування основних хвостосховищ у Криворізькому рудному районі.

Умовні позначення: а – ГЗК, б – відвали; в – хвостосховища (1 – ПівнГЗК (II черга); 2 – ЦГЗК; 3 – ПівдГЗК; 4 – Об'єднане; 5 – ІнГЗК)

У хвостосховище потрапляють кар'єрні та шахтні води. Притоки води у кар'єри ЦГЗК незначні та суттєво не впливають на розробку родовищ, мінералізація цих вод незначна та коливається у межах 1,5-2,2 г/дм³. Усього за період з 1980 по 2001 рр у хвостосховище було скинуто 19 млн м³ кар'єрних вод. Вміст солей з роками змінювався несуттєво та тримався в останні роки на рівні 1,6 г/дм³. Концентрація катіонів та аніонів також змінювалась в незначних межах, за винятком гідрокарбонат-аніону, який має чітку тенденцію до зменшення, що є підставою стверджувати про те, що надходження кар'єрних вод не впливає на збільшення цього аніону у шламах хвостосховища. Вірогідно, на накопичення гідрокарбонат-аніону впливає збільшення його кількості у річковій воді, що надходить до хвостосховища, і в шахтних водах, які також потрапляють у хвостосховище ЦГЗК з рудою.

З початку експлуатації у хвостосховище з шахти Дренажної ім. Фрунзе (до моменту її закриття у 1990 році) скидалися шахтні води хлоридно-натрієвого типу з мінералізацією від 4 г/дм³ до 12 г/л.

Фільтрація води із хвостосховища призвела до підвищення рівня ґрунтових вод, підтоплення території та забруднення вод Карачуновського водосховища.

Слід додати, що головна особливість району у тому, що водоносними породами є рудні поклади та вмшуючі їх джеспіліти, які є об'єктом підземної розробки. У гданцевській світі криворізької серії залягає товща закарстованих карбонатних порід – доломітів, які відзначаються підвищеною водозбагаченістю (коефіцієнт фільтрації становить 18-41 м/добу, дебіт 37-87, 9 м³/год). Сланці гданцевської світі криворізької серії, які знаходяться знизу та з боків доломітової товщі, відрізняються низькою водопроникністю (коефіцієнт фільтрації 0,002-0,0002 м/добу) та виступають водотривом, тобто ділянка доломітів є замкненим басейном із великими статичними запасами тріщинно-карстових вод. Із загальних запасів підземних вод саксаганської світі 70 % акумульовано у пористих рудах та джеспілітах. Умови циркуляції підземних вод неоднакові: у породах води розподілені по тріщинах, а в рудах – в пористому середовищі.

Хвостосховище ПівдГЗК та НкГЗК. За період з 1961 по 1993 рр до цього об'єкту скинуто близько 114 млн м³

кар'єрних вод. Надходження води у кар'єри пов'язане безпосередньо з глибиною відпрацювання та кількістю атмосферних опадів. При розробці верхніх горизонтів атмосферні опади мали значний вплив на якість кар'єрних вод та кількість водопристоків. Починаючи з 1987 р при розробці горизонту -180 м притоки склали 360, 4 м³/год, а у 1993 р (при роботі на горизонті – 210 м) притоки склали 954,1 м³/год, тобто зросли у 2,6 рази. Середньорічний приток у кар'єри НкГЗК складає 239,8 м³/год.

З 1968 р у хвостосховище почали знаходити шахтні води з шахт рудника Ілліча, рудників ім. Держинського, ім. Кірова, ім. К. Лібкнехта та Жовтневої. Загальне річне надходження вод коливалось у межах від 8577 тис м³ до 32844 тис м³ з мінералізацією від 10 г/л до 30 г/л переважно хлоридно-натрієвого складу.

У хвостосховище ІнГЗК надходять: пульпа, кар'єрні та високо мінералізовані шахтні води, господарчо-побутові стоки з очисних споруд ІнГЗК, атмосферні опади та води, що фільтруються з побудованих навколо накопичувача дренажних споруд. Річне надходження шахтних вод коливається у межах від 1580 тис м³ до 4025 тис м³.

З 1965 по 1981 роки баланс води у хвостосховищі був негативний (внаслідок фільтрації води у вапняки), тому підкачували воду з річки Інгулець та підтримували проектний об'єм зворотної води у ставку (3-3,5 млн м³). Починаючи з 1982 року з'явився надлишок води.

Результати факторного аналізу і оцінка впливу водосховищ на ГС. Для обробки статистичних даних використано поряд з кореляційним, регресійним аналізами та методом найменших квадратів також методи багатовимірної статистики – факторний аналіз та метод головних компонентів, що дозволяє пояснити як глобальні, типові процеси зміни хімічного складу підземних вод, так і специфічні особливості крупного гірничовидобувного регіону.

Загальний факторний аналіз кількісно-якісного складу вод, які фільтруються з хвостосховищ Криворізького рудного басейну, дозволив виявити наступні тенденції у групуванні факторів, відображені на рис. 2:

1. Загальна мінералізація вод підвищується в першу чергу за рахунок аніонів хлору, сульфат-іону, а також катіонів магнію, натрію, калію. Саме концентрації

цих іонів та показник загальної мінералізації формують перший фактор, який можна ідентифікувати як фактор техногенного походження, тобто кількісно-якісний склад вод, які знаходяться в хвостосховищах, змінюється під впливом особливостей розробки родовищ.

2. Другий фактор формується переважно за рахунок зміни концентрації іонів кальцію та гідрокарбонат-іону (з протилежними знаками). Найвірогідніше, що даний фактор відображає комплекс процесів, пов'язаних з надходженням збагачених кальцієм природних вод.

Заслугує уваги зменшення вмісту гідрокарбонат-іонів як при зростанні загальної мінералізації та концентрації хлор-іонів (що зрозуміло з огляду на техногенні причини цього явища), так і при зростанні вмісту іонів кальцію.

Застосування методу головних компонент при аналізі хімічного складу шахтних вод показує, що для типізації вод достатньо використовувати вже названі перші дві головні компоненти (F_1 - F_2), які охоплюють 82 % сумарної дисперсії змінних.

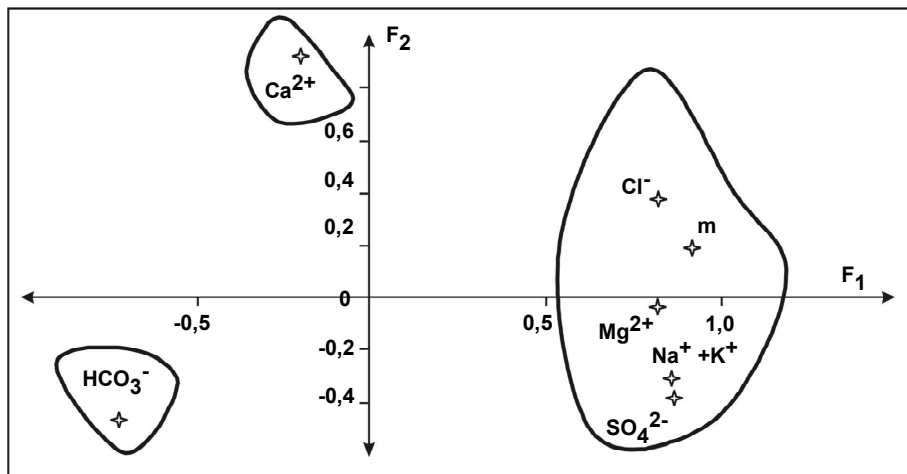


Рис. 2. Результати факторного аналізу кількісно-якісної характеристики вод, які фільтруються з хвостосховищ Кривбасу

Факторний аналіз хімічного складу шахтних вод, які потрапляють до хвостосховища ПівнГЗК, дозволив виділити наступні тенденції: підвищення концентрації іонів натрію, калію та магнію призводить до підвищення концентрації аніонів хлору і підтверджує той факт, що шахтні води за своїм складом відносяться до хлоридно-натрієво-магнієвого типу. У той же час, кількість Na^+ , K^+ , Cl^- має незначне навантаження на другий фактор. Можна висловити думку про те, що підвищення вмісту іонів кальцію та сульфат-аніонів викликане не техногенними факторами, а природними, зокрема розмиттям порід, які вмішують кальцій, але цими породами не можуть бути вапняки, оскільки вміст гідрокарбонат-аніону має негативне навантаження на другий фактор і підвищення вмісту іонів кальцію призводить до зниження кількості HCO_3^- . Підвищення загальної мінералізації призводить до зниження концентрації цього аніону, це свідчить про те, що підвищення вмісту HCO_3^- не залежить від природних факторів.

Факторний аналіз хімічного складу кар'єрних вод, які потрапляють до хвостосховища ПівнГЗК, показав, що на вміст іонів натрію, кальцію, магнію, хлору впливає перший фактор – поглиблення гірничих виробок. Таким чином, це хвостосховище має великий вплив на геохімічне забруднення ГС, деякі ділянки тут знаходяться у підтопленому стані. В цілому режим ґрунтових вод у південно-західній і західній частинах району носить інфільтраційно-випарно-стоковий характер. На окремих територіях при існуючому балансі води в хвостосховищі та водоспоживанні комбінату підтоплення носить сезонний характер та визначається місячною величиною опадів і періодів сніготанення. Мінералізація ґрунтових вод залежить від положення рівня і пов'язана з його сезонними коливаннями та змінюється від 0,5 до 3,4 г/дм³. Ділянки з мінералізацією понад 5 г/дм³ знаходяться ближче до промислових площадок. До початку експлуатації хвостосховища полтавсько-харківські пісковики були практично сухими. Таке становище склалося у зв'язку із розвиненою балковою мережею, а також із замкненістю пісковиків зверху і з боків. Водонесний

горизонт у пісковиках навколо шламонакопичувача значною мірою сформований за рахунок фільтраційних втрат з останнього. До 1980 року мінералізація води у хвостосховищі не перевищувала 1,4-1,7 г/дм³, при 10-15-річному його заповненні на південь і на північ від нього вода була прісною. З кінця 1981 р спостерігалось зростання мінералізації за рахунок сульфатів і в 1982 р вона склала 4,8 г/дм³, після чого відмічався її спад до 0,7 г/дм³ у 1989 році, а в 1990 р знову зросла кількість солей до 4,7-5 г/дм³ з переважанням знову ж таки сульфатів. Все це знайшло відображення у кількісному та якісному складі води, яка надходила у водонесні горизонти із хвостосховища ПівнГЗК. Загальна кількість солей за період 1984-1992 рр зросла у порівнянні з 1971-1983 роками у 4,4 рази. Хвостосховище балочного типу перетворилося на площинне, його межі знаходяться на відстані 500-800 м від контуру балки Петриково, у зв'язку з чим солоні води шахт потрапили під шламонакопичувач. Дійсно, до цього часу у пісковиках під хвостосховищем не знайдена вода, яка за типом відповідала б воді у накопичувачі, таким чином можна говорити про те, що використання солоних вод у зворотному циклі не викликало змін якості складу підземних вод полтавсько-харківського водонесного горизонту.

Вплив хвостосховища Центрального ГЗК виявився обмеженим за площею. Втрати води з хвостосховища зумовлені насиченням сарматських пісковиків, розташованих поблизу, які в свою чергу дренуються багаточисельними балками.

Факторний аналіз хімічного складу шахтних вод РУ ім. Кірова показав, що кількість води не залежить від першого та другого факторів, статистичні дані свідчать про відносно постійну кількість води, однак спостерігається підвищення її мінералізації, яке залежить від першого фактору і відбувається, в першу чергу, за рахунок катіонів натрію та калію. Перший фактор можна ідентифікувати як фактор техногенного походження, а саме – поглиблення гірських виробок. Від цього фактору залежить також підвищення кількості катіонів магнію та жорсткості, що дозволяє зробити висновок про те,

що жорсткість шахтних вод, які надходять до РУ ім. Кірова, обумовлена, насамперед, катіонами магнію, а катіони кальцію відіграють другорядну роль, їх вміст не залежить від першого фактору. На накопичення катіонів кальцію та аніонів хлору більш суттєво впливає другий фактор – природного походження.

Результати факторного аналізу хімічного складу шахтних вод РУ ім. К. Лібкнехта свідчать про те, що у межах одного гідрогеологічного району хімічний склад шахтних вод не має суттєвої різниці внаслідок однакового впливу факторів на концентрацію катіонів та аніонів.

Факторний аналіз хімічного складу шахтних вод РУ ім. Ілліча має спільні риси з попередніми, але відрізняється деякими особливостями. Від першого фактору – поглиблення гірських виробок – залежить підвищення сухого залишку чи мінералізації, яке відбувається за рахунок катіонів натрію, калію та аніонів хлору, підвищення жорсткості викликане не лише катіонами магнію, як у попередніх випадках, а й катіонами кальцію, що дає змогу стверджувати, що в районі шахт РУ ім. Ілліча породи, що вміщують кальцій, залягають більш глибоко, ніж на інших ділянках. Від першого фактору залежить також кількість шахтних вод, що потрапляють у виробки. Другий фактор – природного походження, пов'язаний з розмиттям порід, що вміщують сульфат-аніони, але на цій ділянці такими породами не можуть бути сульфати кальцію.

Загалом можна зробити висновок, що у південному гідрогеологічному басейні на хімічний склад шахтних вод впливають техногенний фактор – поглиблення гірських виробок та природний фактор – розмиття порід, які на більшості ділянок вміщують сульфати кальцію. Підвищення мінералізації відбувається в основному за рахунок хлоридів натрію та калію, а підвищення жорсткості пов'язане, насамперед, з катіонами магнію.

Факторний аналіз вод, що фільтруються з хвостосховища ІнгЗК, показує, що хімічний склад цих вод залежить від першого фактору (техногенного походження). Підвищення мінералізації за рахунок хлоридів натрію та калію викликане скидами у хвостосховище шахтних вод. Підвищення вмісту магнієво-кальцієво-сульфатних вод – скидами кар'єрних вод. Обсяги води, що фільтрується з хвостосховища, залежать від другого фактору природного походження, а саме – водопроникності порід, які знаходяться під хвостосховищем та з його боків.

За період експлуатації хвостосховища у водоносні горизонти потрапило 221 млн м³ води, що в середньому складає 6902 тис м³/рік. Такі обсяги скидів не можуть не впливати на гідрогеологічний режим району, суттєво його змінюючи.

Вивчення газОВО-рідинних включень. Були виконані чисельні дослідження з вивчення газОВО-рідинних включень в залізистих породах Кривбасу. Об'єктом термобаричних досліджень слугував пластовий та прожилковий кварц. Крім того, вивчалися газОВО-рідинні включення в гранаті, кальциті, піроксені, амфіболі та ін.

Дослідження показали, що всі мінерали в процесі кристалізації консервували мікропорції материнського середовища, з якого йде ріст їх чи регенерація. ГазОВО-рідинні включення мінералоутворюючих розчинів розвинуті практично у всіх мінералах, але здебільшого вони відмічаються у пластовому і прожилковому кварці, тому що сюди легше за все надходять мінералоутворюючі розчини. В перелічених вище мінералах за складом і агрегатним станом були виділені наступні типи і різновиди первинних і вторинних включень: газОВО-рідинні, вуглекислі, багатофазові з твердими фазами, водно-вуглекислі та ін. Іноді мінерали отримують увесь "набір" включень. В інших випадках вони або "стерильні", або в них відмічаються поодинокі включення.

Гомогенізація газОВО-рідинних включень відбувається в досить широкому температурному інтервалі 100-550°C, з гомогенізацією як в рідинну, так і в газову фазу. Розміри газОВО-рідких включень варіюють в широких межах від 0,001-0,1 мм.

Особливої уваги потребують багатофазові водно-сольові включення. Такі включення складаються з твердої фази, розчину і газової фази. Мінерали-в'язні, визначені за оптичними константами, представлені галітом, силвіном і карбонатами. Мінерали-в'язні мають правильну, видовжену і прямокутну форму, іноді вони займають до 50 % об'єму порожнини включення. Розчини мали істотно рідкий агрегатний стан, вміщували переважно хлориди і карбонати Na, K, Ca, Mg та ін. Наявність твердих фаз у включеннях свідчить про високі концентрації розчинів при формуванні порід. Відповідність якісного складу багатофазових водно-сольових включень та складу вод, що фільтруються з хвостосховищ Кривбасу, свідчить про провідну роль у формуванні катіонно-аніонного складу вод процесів розчинення, вилугування та катіонного обміну при взаємодії в системі вода-порода, швидкість перебігу яких в хвостосховищах різко зростає внаслідок подрібнення речовини порід.

Висновки. Гідрогеохімічний аналіз територій техногенного впливу хвостосховищ Криворізького рудного регіону за період 1960-2000 рр дозволяє зробити наступні висновки:

1) основними джерелами та об'єктами, які визначають гідрогеохімічний режим району, є: шахтні та кар'єрні води, хвостосховища, ставки-накопичувачі, річки Інгулець та Саксагань, водоносні горизонти кайнозою;

2) техногенні води суттєво впливають на екологічний стан р. Інгулець, прилеглі території та водоносні горизонти;

3) мінералізовані води не однакові за хімічним складом і можуть бути віднесені до різних типів, найбільш розповсюджені хлоридно-натрієві води, які на більшості територій з глибиною переходять у хлоридно-сульфатно-натрієві та сульфатно-хлоридно-натрієві з мінералізацією від 5 до 90 г/л і мають тренд до підвищення;

4) факторний аналіз хімічного складу вод, які потрапляють та фільтруються з хвостосховищ різних районів, дозволив виявити дві групи факторів, які впливають на кількісно-якісну характеристику цих вод: це фактори природного походження (розмиття порід, кількість атмосферних опадів, водопроникність порід) та фактори техногенного походження, які пов'язані з розробкою залізрудних родовищ та збагаченням залізної руди; факторні аналізи в межах одного гідрогеологічного району свідчать про спільні риси гідрохімічного режиму території, але окремі ділянки району мають специфічні риси, що пов'язано з різницею в будові окремих територій та діяльністю гірничовидобувних та гірничопереробних підприємств, розташованих поблизу;

5) встановлена значна подібність змін катіонно-аніонного складу газОВО-рідинних включень та техногенних вод хвостосховищ, що може бути обумовлено подібністю процесів формування їх мінералізації.

1. Геологічне середовище антропогенної системи екосистеми. Спроба оцінки і формулювання проблеми на прикладі Криворіжжя. – Кривий Ріг, 2001. 2. Досвід комплексної оцінки та картографування факторів техногенного впливу на природне середовище міст Кривого Рогу та Дніпропетровська. – К., 2000. 3. Концептуальні основи поліпшення стану довкілля гірничовидобувних регіонів України / Коржнев М.М., Міщенко В.С., Шестопалов В.М., Яковлев Є.О. – К., 2000. 4. Шапар А.Г., Скрипник О.О. Методичні вказівки щодо формування екологічної мережі техногенно навантажених регіонів. // 36. метод. рекомендацій щодо впровадження еколого-орієнтованих технологій. – Дніпропетровськ, 2005. – С.220-237.

Надійшла до редколегії 01.10.08