

## ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОРЕОЛЬНИХ ВОД ОСНОВНИХ ТИПІВ ГІДРОТЕРМАЛЬНОГО ЗРУДЕНІННЯ ДОНЕЦЬКОЇ СКЛАДЧАСТОЇ СПОРУДИ

В.Г. Суярко<sup>1</sup>, Л.В. Іщенко<sup>1</sup>, О.О. Сердюкова<sup>2</sup>

1 — Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
61022, майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна

2 — Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка  
36011, просп. Першотравневий, 24, м. Полтава, Україна  
E-mail: lvishchenko23@gmail.com

Охарактеризовано гідрогеохімічні особливості ореольних вод основних ртутних, поліметалічних та флюоритових родовищ і рудопроявів Донецької складчастої споруди (ДСС). Вивчено кореляційні зв'язки між різними хімічними елементами, величиною мінералізації та рН. Для ртутних родовищ головним рудним елементом є ртуть (Hg), яка утворює гідрогеохімічну асоціацію елементів-індикаторів разом із As, V, Sb. Для поліметалічних родовищ гідрогеохімічну асоціацію елементів-індикаторів складають Zn, Pb, Ba, а для флюоритових – F. Установлено, що ореольні води гідротермальних родовищ та рудопроявів ДСС за геохімічними показниками подібні до газово-рідинних включень гідротермальних мінералів регіону, що вказує на вплив ендегенних флюїдів на формування ореольних вод ДСС.

*Ключові слова:* ореольні води, рудна мінералізація, міграція, водний розчин.

**Актуальність.** Ореольні води – це контрастні гідрогеохімічні аномалії, що формуються навколо рудних тіл. За різними фізико-хімічними показниками вони різко відрізняються від вод регіонального фону, а за межами зон рудної мінералізації відносно швидко втрачають свої властивості. В ореольних водах чітко проявляються геохімічні зв'язки між рудними та іншими хімічними елементами, сполуками та параметрами підземних вод, визначення яких є важливим фактором гідрогеохімічних пошуків родовищ корисних копалин.

У породах Донецької складчастої споруди (ДСС) відомі різні типи гідротермальної мінералізації, основними серед яких є ртутна, поліметалічна та флюоритова, що утворюють родовища. Ртутне зруденіння Микитівського рудного поля знаходиться на західному замиканні Головної (Горлівської) антикліналі. Ртутні рудопрояви виявлено також у межах Дружківсько-Костянтинівської та Слов'янської антиклінальних структур. У породах Слов'янської брахіантикліналі відоме також і поліметалічне зруденіння, що асоціює з кіноварним. На півдні ДСС у зоні Південно-Донецького розлому знаходиться Покрово-Кіреєвське родовище флюориту.

Кожне з цих родовищ та рудопроявів характеризується специфічними геохімічними особливостями ореольних вод, хімічний склад яких віді-

рає важливу роль як для визначення процесів формування гідротермальної мінералізації, так і для прогнозування захованого зруденіння.

**Мета роботи.** Дослідити гідрогеохімічні особливості ореольних вод зон гідротермальних родовищ та встановити кореляційні зв'язки між основними рудними елементами та іншими компонентами і параметрами ореольних вод рудних родовищ і рудопроявів ДСС.

**Об'єкт дослідження.** Ореольні води гідротермальних родовищ і рудопроявів Донецької складчастої споруди – Микитівського, Дружківсько-Костянтинівського, Слов'янського та Покрово-Кіреєвського рудних полів.

**Історія досліджень.** Геохімічні дослідження ореольних вод зон гідротермальної мінералізації у східній частині Дніпровсько-Донецького палеорифту виконували з 1960-х рр. Вони пов'язані з активним упровадженням у практику геологорозвідувальних робіт гідрогеохімічного методу пошуку, що ґрунтується на певних фізико-хімічних показниках ореольних вод: мінералізації, рН, Eh, їх геохімічному типі, а також мікроелементному і газовому складі. Оскільки гідротермальна мінералізація приурочена до зон глибинних розломів, важливе значення мають геохімічні особливості підземних вод, що формуються у зонах тектонічних структур [15]. Ці дослідження дали змогу визначити пошукові гідрогеохімічні асоціації елементів-індикаторів різних видів гідротермальної

мінералізації, що ефективно використовуються у ході геохімічних пошуків родовищ корисних копалин у різних частинах регіону [2, 4, 10, 14].

Ореольні води основних гідротермальних родовищ і рудопроявів регіону описано у різних наукових працях. Їм, зокрема, присвячено наукові статті та монографії О.В. Суярко (1968), А. Едельмана (1975), Є. Пономарьова та В. Пономарьової (1978), І. Зінчука, В. Каложного і О. Щириці (1984), Е. Жовинського (1985), В. Суярка та О. Отрешка (1985), В. Суярка (1981, 1985, 2006), Б. Панова та В. Суярка (1990), В. Суярка та О. Сердюкова (2012), В. Суярка та Л. Іщенко (2015) та інших фахівців, що дало змогу визначити основні фізико-хімічні процеси взаємодії компонентів у системі гідротермальні мінерали — природні води та віднайти можливість використовувати ці результати у геологічній практиці.

**Виклад основного матеріалу.** Ореольні води гідротермальних родовищ ДСС відрізняються від підземних вод регіонального фону аномально високою концентрацією рудних елементів, кислотою або лужною реакцією та, як правило, високою мінералізацією [16]. Це властиво основним типам гідротермалітів.

*Ореольні води ртутних рудних полів Центрального Донбасу.* Найбільшими ртутними рудними полями регіону є Микитівське і Дружківсько-Костянтинівське. Микитівське рудне поле (МРП) об'єднує декілька родовищ — Чорнобугорське, Софіївське, Напівкупол Новий, Залізнянське, Котушкінське та Кіровське. Рудна мінералізація локалізується в західній частині Горлівської антикліналі у пісковиках середнього карбону. Структурно родовища приурочені до дрібних куполів, що утворилися у склепінні Горлівської антикліналі [11, 13]. У

Таблиця 1. Кореляційні зв'язки між хімічними елементами, мінералізацією та рН ореольних вод Микитівського рудного поля (за В.Г. Суярком, 2006)

Table 1. Correlation between chemical elements, mineralization and pH of the ore waters Mykytiv ore field (V. Suyarko, 2006)

Геохімічні характеристики ореольних вод	В	F	Cu	Zn	As	Hg	M (мінералізація)	pH вод
Br	-0,02	-0,28	-0,38	0,53	0,19	0,45	0,73	0,06
B		0,35	0,45	-0,86	0,30	0,84	0,45	0,37
F			0,35	-0,11	0,19	0,55	0,03	0,47
Cu				0,47	-0,6	0,39	-0,38	-0,30
Zn					0,41	0,36	0,43	0,16
As						0,43	0,53	0,09
Hg							0,64	0,76

Таблиця 2. Кореляційні зв'язки між мікроелементами, мінералізацією та рН ореольних вод Дружківсько-Костянтинівського рудного поля (за В.Г. Суярком, 2006)

Table 2. Correlation between chemical elements, mineralization and pH of the ore waters Druzhkivsky-Konstantinovsky ore field (V. Suyarko, 2006)

Геохімічні характеристики ореольних вод	Br	B	F	Cu	Zn	As	Hg	Sb
M (мінералізація)	0,23	0,19	0,07	-0,15	-0,012	0,62	0,26	
pH	0,25	0,69	0,47	0,01	0,11	-0,20	0,60	-0,10
Br		-0,09	-0,2	0,06	0,44	0,30	0,11	0,40
B			0,64	0,17	0,13	0,13	0,68	0,10
F				0,02	0,14	0,18	0,37	0,20
Cu					0,13	-0,18	0,007	0,01
Zn						0,03	0,24	0,15
As							0,41	0,62
Hg								0,58

Таблиця 3. Кореляційні зв'язки хімічних елементів в ореольних водах Слов'янського рудного поля (за В.Г. Суярком, 2006)  
 Table 3. Correlation between chemical elements in the glacial waters of the Slavic ore field (V. Suyarko, 2006)

Геохімічні характеристики	Br	B	F	Cu	Zn	As	Hg	Ni	Ti	U	Ba	Sr	Li
pH	-0,12	0,21	0,13	0,11	-0,22	0,22	0,30	0,04	-0,10	0,30	0,06	0,34	0,23
M (мінералізація)	0,19	0,29	0,23	0,37	0,29	0,08	-0,04	0,44	0,43	0,01	-0,14	0,30	0,10
CO <sub>2</sub>	0,06	-0,03	0,01	0,07	-0,007	0,00	-0,03	0,18	0,13	0,87	-0,13	-0,16	0,10
Br		-0,1	-0,48	0,20	0,37	-0,07	-0,12	0,12	0,16	0,00	-0,12	0,13	-0,09
B			0,20	0,15	-0,14	0,20	0,40	0,20	0,35	0,13	-0,1	0,25	-0,12
F				0,08	-0,1	0,10	0,50	0,18	0,20	0,50	-0,1	0,42	0,38
Cu					0,01	-0,07	-0,62	0,20	0,29	0,00	0,14	0,30	-0,01
Zn						-0,09	-0,07	0,27	0,18	-0,05	0,50	0,04	-0,007
As							0,13	-0,02	0,34	-0,12	-0,09	-0,16	-0,09
Hg								0,09	-0,2	0,41	-0,04	0,20	0,40
Ni									0,70	0,40	0,09	0,50	0,37
Ti										0,09	0,07	0,17	0,06

розподілі зруденіння основну роль відіграє тріщинуватість порід у зонах великих розривних порушень Віського насуву серед яких, зокрема, насув Січна, який розглядають як один із найважливіших рудоконтрольованих елементів гідротермального ртутного зруденіння [11]. Головні рудні мінерали МРП представлені кіновар'ю (HgS), а також антимонітом (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>), арсенопіритом (FeAsS), піритом (FeS<sub>2</sub>). Серед другорядних – марказит (FeS<sub>2</sub>), сфалерит (ZnS), галеніт (PbS), рутил (TiO<sub>2</sub>), а також бітуми та деякі інші мінерали [8, 11].

Ореольні води родовищ рудного поля формуються у склепіннях молодих тектонічно активізованих рудоносних куполів, зростання яких спостерігається і на сучасному етапі розвитку [5, 8, 13].

За динамікою, геохімічним типом і мікроелементним складом вони різко відрізняються від інших природних вод району. На фоні гідрогеохімічної інверсії в межах куполів на глибині 50–100 м серед маломінералізованих ( $M$  3–5 г/дм<sup>3</sup>), нейтральних або слаболужних (pH 6,8–7,4) гідрокarbonатно-сульфатних або сульфатних вод з'являються лужні (pH 7,8–9,2) хлоридно-натрієві води з мінералізацією до 15 г/дм<sup>3</sup>. У аномально-підвищених концентраціях у них спостерігаються, г/дм<sup>3</sup>: ртуть – до 0,05, бор – до 4,8, фтор – до 9,0, арсен – до 0,03, інші хімічні елементи.

В ореольних водах МРП між ртуттю та різними хімічними елементами, а також величиною мінералізації і pH вод існують характерні кореляційні зв'язки (табл. 1).

Дружківсько-Костянтинівське рудне поле пов'язане зі ртутним зруденінням, установленим у відкладах середнього карбону (пісковики світи C<sub>2</sub><sup>7</sup> – C<sub>3</sub><sup>1</sup>) у південно-східній частині Дружківсько-Костянтинівської антикліналі. Зруденіння приурочено до зони тектонічної тріщинуватості уздовж Костянтинівського насуву і представлено трьома ділянками: Костянтинівською, Куртівською та Сурівською [6, 11]. Основні мінерали рудної зони, яка залягає на глибині від перших десятків до 600–800 м, представлені кіновар'ю (HgS), халькопіритом (CuFeS<sub>2</sub>), марказитом (FeS<sub>2</sub>), реалгаром (AsS) та деякими іншими [11, 13].

Ореольні води Дружківсько-Костянтинівського рудного поля мають певну геохімічну специфіку, формуються в умовах сучасної тектонічної активізації антикліналі – її здійснення з найбільшою на Східно-Європейській платформі швидкістю (до 5–10 мм/рік) [21]. Ці води мають хлоридний натрієвий склад і мінералізацію, що перевищує 10–20 г/дм<sup>3</sup>. Проте іноді формуються конт-

Таблиця 4. Кореляційні зв'язки в ореольних водах Покрово-Киреевського родовища флюориту (за В.Г. Суярком, 2006)

Table 4. Correlation bonds in the groundwater of the Pokrovo-Kireevsky fluorite deposit (V. Suyarko, 2006)

Геохімічні характеристики ореольних вод	B	F	Cu	Zn	As	Hg	pH вод	M (мінералізація)
Br	-0,49	-0,02	-0,83	0,24	0,21		0,36	-0,38
B		-0,58	0,21	-0,49	-0,10		0,07	0,36
F			0,29	0,16	0,35	-0,37	0,2	0,08
Cu				0,63	0,52	-0,6	0,04	0,12
Zn					0,09	-0,1	0,1	0,19
As						-0,27	0,23	0,04
Hg								-0,04

растні геохімічні ореоли у низькомінералізованих ( $M \leq 5$  г/дм<sup>3</sup>) гідрокарбонатних натрієвих та гідрокарбонатно-хлоридних натрієвих водах, які мають лужну реакцію (рН 7,0–8,5) і характеризуються певними кореляційними зв'язками (табл. 2) [16].

Якщо в ореольних водах Микитівського рудного поля ртуть має найтісніші позитивні кореляційні зв'язки з бором (0,84), фтором (0,55), бромом (0,55) та арсеном (0,43), величиною рН (0,76) і мінералізацією (0,64), то в ореольних водах Дружківсько-Костянтинівської антикліналі вона геохімічно пов'язана з бором (0,68), стибієм (0,58) та арсеном (0,41) (табл. 1, 2).

Особливості ореольних вод ртутних рудних полів дають змогу дійти певних висновків. Зважаючи на геохімічні умови, міграція основного ореолоутворювального рудного елемента – ртуті, відбувається, вірогідно, у галогідних  $HgCl_2^0$ ,  $HgCl_3^-$ ,  $HgCl_4^{2-}$ ,  $HgF_2^0$ ,  $HgBr^+$  гідроксильних  $Hg(OH)^+$ ,  $Hg(OH)_2^0$  та тиосульфатних  $Hg(HS)_3^-$ ,  $HgS_2H^-$  комплексах, та, можливо, у вигляді катіону  $Hg^{2+}$  у лужних водних розчинах [7, 9, 13]. У результаті досліджень визначено гідрогеохімічну асоціацію елементів-індикаторів ртутного зруденіння у породах – Hg, As, B, F, Sb.

*Ореольні води Слов'янського ртутно-поліметалічного рудного поля.* Слов'янське рудне поле утворено великим рудопроявом, що знаходиться на північному заході Слов'янської брахіантикліналії контролюється глибинним Корувльсько-Дронівським розломом [20]. В інтенсивно подрібнених пісковиках та вапнякових брекчіях  $P_2-T_1$ , а також у теригенних верхньокам'яновугільних ( $C_3^3$ ) і нижньопермських породах ( $P_1kr$ ), що порушені соляним штоком, знаходиться ртутне і свинцево-цинкове зруденіння [6, 11]. Воно представлено кіновар'ю ( $FeS_2$ ), галенітом ( $PbS$ ), сфалеритом ( $ZnS$ ), халькопіритом ( $CuFeS_2$ ), піротином ( $FeS$ ), марка-

зитом ( $FeS_2$ ), мельніковитом ( $Fe_5S_7$ ), флюоритом ( $CaF_2$ ), метацинабаритом ( $HgS$ ). Серед нерудних – кальцит ( $CaCO_3$ ), сидерит ( $FeCO_3$ ), монтморилоніт ( $(Na,Ca)_{0,3}(Al,Mg)_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$ ), ангідрит ( $CaSO_4$ ), а також сірка та бітуми [11].

Ореольні води на ділянках рудної мінералізації є сульфатно-гідрокарбонатними, сульфатно-хлоридними або хлоридними (натрієвими) з мінералізацією 2,0–5,0 г/дм<sup>3</sup> і показником рН 6,8–7,4. У палеозойських горизонтах ( $C_3-P_1$ ) вони мають високий напір і аномально підвищений вміст деяких мікроелементів, мг/дм<sup>3</sup>: ртуть (до 0,01–0,03), фтор (до 2,4–5,6), бор (до 1,0–9,0), цинк (до 1,0–1,2), свинець (до 0,25), арсен (до 0,006), барій (до 0,3–0,5) та ін. [13, 17–19]. З'ясовано наявність значущих кореляційних зв'язків основних рудоутворювальних хімічних елементів з іншими компонентами ореольних вод (табл. 3).

Міграція головних рудних елементів – ртуті, свинцю і цинку, що формують ореольні води зруденіння, у цих фізико-хімічних умовах визначена їхню рухливістю у нейтральному та слаболужному середовищі. Для ртуті це комплекси  $HgCl_2^0$ ,  $HgCl_3^-$ ,  $HgCl_4^{2-}$ ,  $HgF_2^0$ ,  $HgBr^+$ ,  $Hg(HS)_3^-$ ,  $HgI$ , для цинку гідрокарбонатні ( $ZnCO_3^+$ ) та нейтральні сульфатні  $ZnSO_4^0$  комплекси [16, 22]. Свинець як досить інертний елемент може рухатися у водному середовищі, в межах зони зруденіння у вигляді  $PbHCO_3^+$  лише у присутності  $CO_2$  [23]. Оскільки ртутну пошукову асоціацію виявлено на основі вивчення ореольних вод ртутних полів, можна запропонувати триелементну гідрогеохімічну асоціацію для пошуку поліметалічного зруденіння: Zn, Pb, Ba.

*Ореольні води Покрово-Киреевського флюоритового родовища.* Покрово-Киреевське родовище флюориту розташовано на перетині субширотного Південно-Донецького та субмеридіального еланчикського глибинних розломів у зоні зчленування

ДСС та Приазовського масиву Українського щита [11, 14]. Рудна мінералізація приурочена до карбонатної товщі порід нижнього карбону ( $C_1^1$ ) і перекрита мезо-кайнозойськими відкладами потужністю до 50–100 м. Основними мінералами родовища, окрім флюориту ( $CaF_2$ ), кальцит ( $CaCO_3$ ), барит ( $BaSO_4$ ), доломіт ( $MgSO_4$ ), халькопірит ( $CuFeS_2$ ), целестин ( $SrSO_4$ ).

Ореольні води тут формуються за рахунок вертикального розвантаження лужних (рН 7,6–8,0), хлоридних або хлоридно-сульфідних натрієвих вод з мінералізацією до 7–10 г/дм<sup>3</sup> і вище, або в процесі катіонного обміну у системі вода–мінерали. Окрім фтору, вміст якого сягає 4–6 мг/дм<sup>3</sup> в цих водах, що мають підвищену розчинну здатність щодо кальциту, відмічено аномально-підвищені концентрації Hg, Br, B, As та газів:  $CO_2$ ,  $CH_4$ , [12, 14, 18].

Фтор належить до рухливих хімічних елементів у водному середовищі. Він є сильним лігандом і утворює стійкі комплексні сполуки з різними елементами [2, 4]. У геохімічних умовах Покрово-Киреевського родовища особливого значення набувають його сполуки з бромом  $BF_4^0$ ,  $BF(OH)^0$ ,  $BF_2(OH)$ . Активність фтору значно зростає у присутності  $CO_2$  [3]. Фтор не має міцних кореляційних зв'язків із жодним хімічним елементом, компонентом чи параметром ореольних вод (табл. 4), через це він є єдиним гідрогеохімічним елементом-індикатором флюоритового зруденіння.

Ореольні води гідротермальних рудних родовищ і рудопроявів ДСС мають спільну геохімічну особливість. За хімічним складом, величиною мінералізації та рН вони дуже подібні до газво-рідинних включень у гідротермальних мінералах регіону [1, 24]. Це може свідчити про вплив ендегенних флюїдів, які розвантажуються у зонах розломів, на формування ореольних вод.

**Висновки.** Ореольні води гідротермальних родовищ та рудопроявів Донецької складчастої споруди формуються у зонах розривних тектонічних порушень, із якими пов'язана рудна мінералізація.

Хімічний склад ореольних вод має аномальні показники, що різко відрізняє їх від вод регіонального фону.

Висока концентрація в них основних рудних компонентів обумовлена фізико-хімічними умовами їхньої міграції та концентрації.

За геохімічними показниками ореольні води гідротермальних родовищ регіону у багатьох випадках подібні до газво-рідинних включень у гідротермальних мінералах, що свідчить про суттєвий вплив на ці води сучасних ендегенних флюїдів.

Аналіз кореляційних зв'язків основних рудних елементів з іншими компонентами і параметрами ореольних вод дав змогу виділити гідрогеохімічні асоціації елементів-індикаторів ртутного (Hg, As, B, F, Sb), поліметалічного (Zn, Pb, Ba) та флюоритового (F) зруденіння.

#### Список літератури

1. Возняк Д.К. Мікрівключення та реконструкція умов ендегенного мінералоутворення. Київ: Наук. думка, 2007. 279 с.
2. Жовинский Э.Я. Геохимия фтора в осадочных формациях Восточно-Европейской платформы. Киев: Наук. думка, 1979. 200 с.
3. Жовинский Э.Я. Фторометрические методы поисков. Киев: Наук. думка, 1985. 161 с.
4. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Гидрогеохимические поиски ископаемых по фтору. *Гидрогеохимические поиски полезных ископаемых*: Тез. докл. 1986. С. 85.
5. Зинчук И.Н., Калужный В.А., Шириця А.С. Флюидный режим гидротермального минералообразования Центрального Донбасса. Киев: Наук. думка, 1984. 104 с.
6. Іщенко Л.В. Закономірності розміщення бітумо-гідротермальних асоціацій в геологічних структурах Західно-Донецького грабену. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна Серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2016. №45. С. 38–42.
7. Кирикилица С.И., Левенштейн М.Л., Фридман А.И. О составе и природесвободных газовыделений (газовых струй) ртутных рудопоявлений Дружковско-Константиновской антиклинали. *Геол. журн.* 1972. 32, Вып. 2. С. 92–97.
8. Клитченко М.А., Суярко В.Г. Построение геологических моделей ртутных месторождений на примере Никитовского рудного поля (Донбасс). *Геол. рудных месторождений*. 1989. № 5. С. 57–68.
9. Крайнов С.Р. Геохимия редких элементов в подземных водах. Москва: Недра, 1973. 296 с.
10. Методические рекомендации по применению гидрогеохимического метода поисков скрытого оруденения в Донбассе и Днепровско-Донецкой впадине / В.Г. Суярко. Симферополь, 1985. 92 с.
11. Лазаренко Е.К., Панов Б.С., Павлишин В.И. Минералогия Донецкого бассейна. Киев: Наук. думка, 1975. Ч. I. 254 с.
12. Сердюкова О.О. Геохімія фтору у підземних водах Донецької складчастої споруди. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна*. 2012. № 1033. С. 104–107.
13. Суярко В.Г. Гидрогеохимические особенности и поисковые критерии ртутных месторождений Донбасса. *Геол. журн.* 1981. 41, № 2. С. 147–149.
14. Суярко В.Г., Отрешко А.И. Гидрогеохимическая зональность как критерий локального прогнозирования флюоритового оруденения в южном Донбассе. *Геол. журн.* 1988. № 1. С. 46–49.

15. Суярко В.Г., Шевченко О.А. Гидрогеохимия зон глубинных разломов Донбасса. *Науковий вісник Національної гірничої академії України*. 2000. № 3. С. 56–57.
16. Суярко В.Г. Геохимия подземных вод восточной части Днепровско-Донецкого авлакогена. Харьков, 2006. 296 с.
17. Суярко В.Г. Металогенічні та геохімічні особливості східної частини Дніпровсько-Донецького авлакогену. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна*. 2014. № 1048. С. 53–55.
18. Суярко В.Г., Сердюкова О.О. Геохімічні особливості фтору у підземних водах Донбасу. *Проблеми гідрології на сучасному етапі*: тез. докл. 2014. С. 31–32.
19. Суярко В.Г., Іщенко Л.В. Геохімічні критерії пошуків вуглеводнів на сході Дніпровсько-Донецької западини. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна*. 2015. № 42. С. 88–93.
20. Шумлянский В.А. Киммерийская металлогеническая эпоха на территории Украины. Киев: Наук. думка, 1983. 220 с.
21. Филькин В.А. Опыт составления карт современных движений земной коры по территории Донбасса. *Современные движения земной коры*. Киев: Наук. думка, 1968. С. 216–221.
22. Wu Z., Liu J., Han H. et al. Geological and geochemical characteristics and metallogenic model of the Wenquan molybdenum deposit. *Chinese Journal of Geochemistry*. 2011. № 30. С. 391–397.
23. Glasby G. Comparison of modern Zn-Ba-Pb ore deposits at convergent plate margins and Fe-Cu-Zn deposits at divergent plate margins. *Marine Georesources and Geotechnology*. 2008. № 26. С. 290–307.
24. Demir Y., Uysal I., Sadiklar M., Sipahi F. Mineralogy, mineral chemistry, and fluid inclusion investigation of Köstere hydrothermal vein-type deposit (Gümüşhane, NE-Turkey). *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*. 2008. № 185. P. 215–232.

## References

1. Voznyak D.K. (2007). Mikrovklyuchennya ta rekonstruktsiya umov endohennoho mineraloutvorennya. Kyiv: Naukova dumka, 279 p. [in Ukrainian].
2. Zhovynski E.Ya. (1979). Geohimija flora v osadochnyh formacijah Vostochno-Evropejskoj platformy. Kyiv: Naukova Dumka, 200 p. [in Russian].
3. Zhovynski E.Ya. (1985). Ftorometricheskie metody poiskov. Kyiv: Naukova dumka, 161 p. [in Russian].
4. Zhovynski E.Ya., Kuraeva I.V. (1986). Gidrogeohimicheskie poiski iskopaemyh po ftoru. Gidrogeohimicheskie poiski poleznyh iskopaemyh, 85 p. [in Russian].
5. Zinchuk I.N., Kaljuzhnyj V.A., Shhiricja A.S (1984). Fljuidnyj rezhim gidrotermal'nog omineraloobrazovanija Central'nogo Donbassa. Kyiv: Naukova dumka, 104 p. [in Russian].
6. Ishhenko L.V. (2016). Zakonomirnosti rozmishhennya bitumo-gidrotermal'nyh asociacij v geologichnyh strukturah Zaxidno-Doneczkogo grabenu. *Visnyk XNU imeni V.N. Karazina Seriya «Geologiya. Geografiya. Ekologiya»*. 45. P. 38-42 [in Ukrainian].
7. Kirikilica S.I., Levenshtejn M.L., Fridman A.I. et al. (1972). O sostave i prirode svobodnyh gazovydelenij (gazov yhstruj) rtutnyh rudoprojavlenij Druzhkovsko-Konstantinovskoj antiklinali. *Geol. Journ.* 32 (2). P. 92-97 [in Russian].
8. Klitchenko M.A., Sujarko V.G. (1989). Postoenie geologo-geneticheskikh modelej rtutnyh mestorozhdenij na primere Nikitovskogo rudnogo polja (Donbas). *Geologija rtutnyh mestorozhdenij*. P. 57-68 [in Russian].
9. Krajnov S.R. (1973). Geohimija redkih jelementov v podzemnyh vodah. Moskow: Nedra, 296 p. [in Russian].
10. Sujarko V.G. (1985). Metodicheskie rekomendacii po primeneniju gidrogeohimicheskogo metoda poiskov skrytogo orudnenija v Donbasse i Dneprovsko-Doneckojvpadine. Simferopol', 92 p. [in Russian].
11. Lazarenko E.K., Panov B.S., Pavlishin V.N. (1975) Mineralogija Doneckogo bassejna. Kyiv: Naukova dumka. 254 p. [in Russian].
12. Serdyukova O.O. (2012). Geohimiya ftoru u pidzemnyh vodah Doneczkoyi skladchastoyi sporudy. *Visnyk XNU imeni V.N. Karazina*. No. 1033. P. 104-107 [in Ukrainian].
13. Sujarko V.G. (1981). Gidrogeohimicheskie osobennosti i poiskovyje kriterii rtutnyh mestorozhdenij Donbassa. *Geol. Journ.* 41 (2), P. 147-149 [in Russian].
14. Sujarko V.G., Otreshko A.I. (1988). Gidrogeohimicheskaja zonal'nost' kak kriterij lokal'nogo prognozirovanija fljuoritovogo orudnenija v juzhnom Donbasse. *Geol. Journ.* No. 1. P. 46-49 [in Russian].
15. Sujarko V.G., Shevchenko O.A. (2000). Gidrogeohimija zon glubinyh razlomovDonbassa. *Naukovij visnik nacional'noy girmichoy akademii Ukraini*. No. 3. P. 56-57 [in Russian].
16. Sujarko V.G. (2006) Geohimija podzemnyh vod vostochnoj chasti Dneprovsko-Donecckogo avlakogena. Har'kov. 296 p.
17. Suyarko V.G. (2014). Metalogenichni ta geohimichni osoblyvosti shidnoyi chastyny Dniprovsko-Doneczkogo avlakogenu. *Visnyk XNU imeni V.N. Karazina*. No. 1048. P. 53-55 [in Ukrainian].
18. Suyarko V.G., Serdyukova O.O. (2014). Geoximichni osoblyvosti ftoru u pidzemnyh vodah Donbasu. *Problemy gidrogeologii na suchasnomu etapi*. Tezy dop. P. 31-32 [in Ukrainian].
19. Suyarko V.G., Ishhenko L.V. (2015). Geohimichni kryteriyi poshukiv vuglevodniv na shodi Dniprovsko-Doneczkoyi zapadyny. *Visnyk XNU imeni V.N. Karazina*. No. 42. P. 88-93 [in Ukrainian].
20. Shumljanskij V.A. (1983). Kimmerijskaja metallogenicheskaja jepoha na territorii Ukrainy. Kyiv, Naukova dumka, 220 p.
21. Fil'kin V.A. (1968). Opyt sostavlennija kart sovremennyh dvizhenij zemnoj kory po territorii Donbassa. *Sovremennye dvizhenija zemnoj kory*. Kyiv: Naukova dumka. P. 216-221 [in Russian].
22. Wu Z., Liu J., Han H. (2011). Geological and geochemical characteristics and metallogenic model of the Wenquan molybdenum deposit. *Chinese Journal of Geochemistry*. 30. P. 391-397.
23. Glasby G. (2008). Comparison of modern Zn-Ba-Pb ore deposits at convergent plate margins and Fe-Cu-Zn deposits at divergent plate margins. *Marine Georesources and Geotechnology*. 26. P. 290-307.
24. Demir Y., Uysal I., Sadiklar M. (2008). Sipahi. Mineralogy, mineral chemistry, and fluid inclusion investigation of Köstere hydrothermal vein-type deposit (Gümüşhane, NE-Turkey). *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*. 185. P. 215–232.

Суярко В.Г.<sup>1</sup>, Ищенко Л.В.<sup>1</sup>, Сердюкова А.А.<sup>2</sup>

1 — Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина  
61022, площадь Свободы 4, Харьков

2 — Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка  
36011, Первомайский проспект, 24, Полтава

**Геохимические особенности ореольных вод основных типов гидротермального оруденения Донецкого складчатого сооружения**

Охарактеризованы гидрогеохимические особенности ореольных вод основных ртутных, полиметаллических и флюоритовых месторождений и рудопроявлений Донецкого складчатого сооружения (ДСС). Изучены корреляционные связи между разными химическими элементами, величиной минерализации и pH. Для ртутных месторождений главным рудным элементом является ртуть (Hg), которая образует гидрогеохимическую ассоциацию элементов-индикаторов вместе с As, В, Sb; для полиметаллических месторождений гидрогеохимическую ассоциацию элементов-индикаторов составляют Zn, Pb, Ba, а для флюоритовых – F. Установлено, что ореольные воды гидротермальных месторождений и рудопроявлений ДСС по геохимическим показателям подобные газожидким включениям гидротермальных минералов региона, что свидетельствует о влиянии эндогенных флюидов на формировании ореольных вод ДСС.

*Ключевые слова:* ореольные воды, рудная минерализация, миграция, водный раствор.

Suyarko V.G.<sup>1</sup>, Ishchenko L.V.<sup>1</sup>, Serdyukova O.O.<sup>2</sup>

1 - V.N. Karazin Kharkiv National University  
4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine

2 - Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University  
36011, Poltava, Pershotravnevyi avenue, 24

**The Geochemical Features of the Waters of Ore Deposits Main Types of Hydrothermal Mineralization Donetsk Folded Structure**

Water of ore are contrasting hydrogeochemical anomalies formed around ore bodies. Geochemical connections between ore and other chemical elements, compounds, and parameters of groundwater are clearly revealed in the sewaters, the determination of which is an important factor in the hydrogeochemical exploration of mineral deposits.

Water of ore of hydrothermal deposits of Donetsk folded structures differ from underground waters of a regional background with abnormally high concentrations of ore elements, acid or alkaline reaction and, as a rule, high mineralization.

The article describes main the hydrogeochemical features the mercury in the water of ore, polymetallic and fluorite deposits and ore manifestations of the Donetsk folded structure.

Correlation relations between different chemical elements, mineralization and pH are established. In mercury deposits, the main ore element is mercury (Hg), which forms the hydrogeochemical association of indicator elements together with As, В, Sb. In polymetallic deposits, the hydrogeochemical association of indicator elements form Zn, Pb, Ba, and fluorite – F.

Water of ore of hydrothermal deposits and ore manifestations have a common geochemical feature. By chemical composition, mineralization and pH, they are very similar to gas-liquid inclusions in hydrothermal lminerals. This indicates the effect of endogenous fluids on the formation of water of ore.

*Keywords:* water of ore deposits, ore mineralization, migration, water solution.

Надійшла 05.10.2017