

РОЗЧИННІСТЬ КІНОВАРІ РІЗНОГО ГАБІТУСУ Й ВЕЛИЧИНА ВОДНИХ ОРЕОЛІВ РОЗСІЮВАННЯ РТУТІ У ДОНЕЦЬКІЙ РТУТНІЙ ФОРМАЦІЇ

В.Г. Суярко¹, К.О. Безрук²

*1 – Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
61077, м. Харків, пл. Свободи, 4*

*2 – Український науково-дослідний інститут природних газів
61010, м. Харків, Красношкільна наб., 20*

На основі експериментальних досліджень вперше для Донбасу доведено, що інтенсивність вилуговування іонів ртуті різних габітусних форм кристалів кіноварі є зворотною пропорційною температурі їхньої кристалізації. Визначення розмірів водних ореолів розсіювання ртуті навколо кіноварної мінералізації з різною температурою формування дозволяє прогнозувати мінералогенічні типи ртутного зруденіння за гідрогеохімічними критеріями.

Ключові слова: габітус, кіновар, іони ртуті, температура.

Вступ. Геохімічні особливості сульфідів ртуті та їхня поведінка у системі "кіновар-вода" розглянуті на прикладі Донецької ртутної формації. Підняти це питання змусили результати польових спостережень за формуванням гідрогеохімічних ореолів розсіювання ртуті. Вони вказували на те, що навколо зон високотемпературної мінералізації кіноварі утворюються найменші за розмірами і контрастністю ореоли елемента, що потребувало пояснення і наукових обґрунтувань.

Ртутоносні гідротерми, які розвантажувались по системах розривних порушень на різних етапах альпійської (ларамійської) тектонічної активізації регіону [14] відклали ртутні мінерали на геохімічних бар'єрах (переважно у сульфідній формі – HgS) за різних температур, що дозволяє виділити тут окремі за умовами утворення габітусні форми кіноварі. Генетично це сульфідні ртуті тригональної сингонії, що утворилися з різних за температурою гідротермальних розчинів і мають різний габітус кристалів.

Аналіз досліджень. Результати термобарогеохімічних досліджень різних авторів [1, 7, 8, 9, 12, 13] свідчать про те, що кристалізація кіноварі відбувалася в регіоні з лужних розчинів за рН 7,6–8,8 і вище у порожнинах гірських порід після відходу частини вуглекислоти. Виявлення сульфат-аніона у реліктах газово-рідинних включень у кристалах кіноварі вказує на те, що різна за генезисом сірка могла надходити у мінералоутворювальні флюїди протягом усього гідротермального процесу. Вона була основним фактором формування сірководневого бар'єру, на якому випадала не лише кіновар, але й інші сульфідні мінерали. Постійна присутність вуглекислоти у газово-рідинних включеннях вказує на її істотну роль у рудоутворенні, оскільки кристалізація сульфідів ртуті відбувалася у ході дегазації CO₂ [1, 11, 12, 13].

Методика експериментальних досліджень з визначення інтенсивності розчинення-вилуговування кристалів різних кристалічних форм кіноварі полягала у наступному. Додаванням до дистильованої води хімічно чистого їдкового натру (NaOH), доводили рН розчину до 10. Розливши лужний розчин у шість окремих

склянок, помішали у кожні дві з них зразки ідентичних габітусних форм кіноварі масою по 10 г. Періодично перемішуючи рідину, залишали склянки з кіноваррю на 30 днів. Через зазначений термін розчин проаналізували на вміст ртуті на атомно-абсорбційному фотометрі "Сатурн-М" з чутливістю $n \cdot 10^{-5}$ мг/дм³ у хімлабораторії "Донецьк-ДРГП" (м. Артемівськ Донецької області). Виявилось, що у склянках з високотемпературною кіновар'ю концентрація ртуті у розчині була найменшою, у склянках з середньотемпературною вміст ртуті був середнім, а у склянках з низькотемпературною – найвищою. Все це дозволило зробити важливий висновок про те, що інтенсивність вилуговування іонів ртуті із кристалів кіноварі зворотно пропорційна температурі утворення мінералу.

Основні дослідження. Для Донецької ртутної рудної формації процес утворення кіноварі умовно можна поділити на три температурні інтервали: 1) високо- – 200–150 °С, 2) середньо- – 150–120 °С та 3) низькотемпературний – 120–60 °С. Ртуть, що надходила у різних формах (Hg^+ , Hg^{2+} , $[\text{HgOH}]^+$, Hg_2H^- , $[\text{CH}_3\text{Hg}]^+$, HgCl_3^- , HgCl_4^{2-} , HJ^+ , HgF_2^0 , HgBr^+ , $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}^+$ та ін.), на сірководневому геохімічному бар'єрі формувала сульфід ртуті – кіновар (HgS), що вміщує до 86,2 % ртуті [4].

Температурою формування кіноварі обумовлюється і морфологія її кристалів. У ході розкристалізації з високотемпературних гідротермальних мінералоутворювальних розчинів першої групи кристали кіноварі мають стовбчастий габітус, середньотемпературних – ром-

боедричний, а низькотемпературних – таблитчастий [2, 3, 5, 6]. Враховуючи, що спайність кристалів кіноварі спостерігається лише в одному напрямку, твердість мінералу є прямо пропорційною до щільності його кристалічної ґратки. Найбільша щільність спостерігається у високотемпературних габітусних формах кіноварі, для яких характерною є і найвища твердість. Високотемпературні стовбчасті кристали мають твердість 148, середньотемпературні ромбоедричні – до 71, а таблитчасті кристали – до 40 кг/мм² [11].

Температури утворення кіноварі Микитівського рудного поля змінюються у широких межах від 200 до 60 °С [5, 6]. На різних родовищах (Софіївське, Чегарникське) встановлено два температурні інтервали її утворення 120–60 та 200–150 °С. Формування зруденіння відбувалося тут переважно з лужних високотемпералізованих хлоридних натрієвих водних розчинів, збагачених вуглекислотою [16].

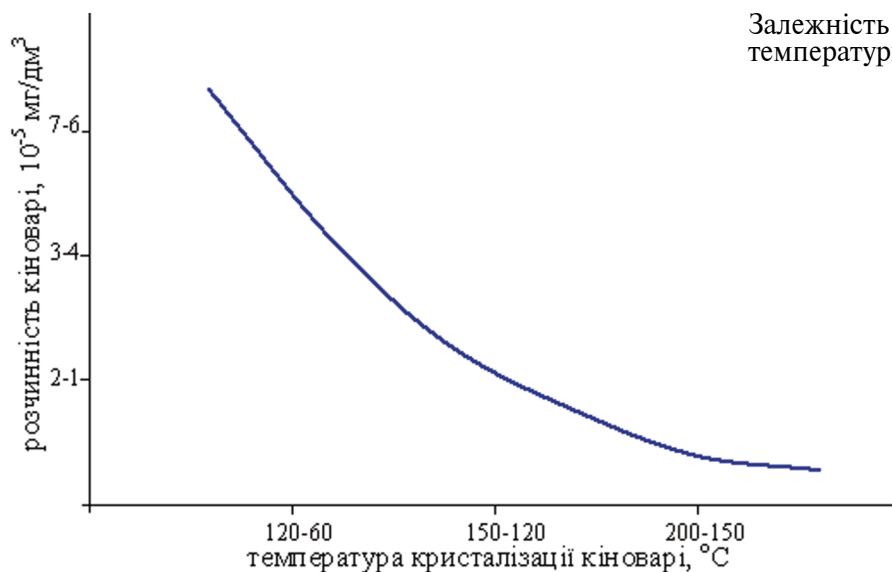
На Слов'янському ртутно-поліметалевому рудопрояві кіновар утворювалася з гідротермальних розчинів у температурному інтервалі 180–117 °С, про що свідчать результати термобарогеохімічних досліджень [7].

На Дружківсько-Костянтинівському рудному полі кіновар належить до низько- (120–60) та середньотемпературного (150–120 °С) типів. Низько- та середньотемпературна кіновар відома також на Бантишевській, Корульській, Червонооскольській, Дронівській, Ізюмській, Новомечибилівській, Великокамышухаській, Берекській та інших структурах регіона (таблиця) [7, 9, 10, 16].

Габітусні форми кіноварі на різних ділянках гідротермальної мінералізації регіону

Родовища, рудопрояви зони мінералізації (структури)	Інтервали температури кристалізації кіноварі (HgS), °С	Габітусні форми кіноварі	Літературне джерело
Родовища Микитівського рудного поля	120–60	1, 2, 3	[7, 9, 10, 14, 16]
	150–120		
	200–150		
Слов'янське рудне поле	150–120	2, 3	[10, 16]
	200–150		
Дружківсько-Костянтинівське рудне поле	120–60	1, 2	[7, 9, 16]
	150–120		
Ізюмський, Корульський, Берекський куполи	120–60	1, 2	[10]
	150–120		
Софіївське родовище	120–60	1	[10, 16]
Чегарникське родовище	200–150	3	[10, 16]

Примітка. Габітусні форми кіноварі: 1 – низькотемпературні (таблитчасті), 2 – середньотемпературні (ромбоедричні), 3 – високотемпературні (стовбчасті).



Залежність розчинності кінюварі від температури її кристалізації [2, 3, 5, 6]

Авторами експериментально встановлено, що здатність кінюварі, яка належить до малорозчинних мінералів, утворення гідрогеохімічних ореолів залежить від температури її кристалізації. Чим вищою вона є тим іони ртуті міцніше з'єднані у структурі мінерала і тим важче вони відходять до водного розчину [15].

Геохімічна сутність експерименту полягала у визначенні інтенсивності переходу у лужний розчин (рН 10) іонів ртуті, розчинність якої у воді за нормальних умов дорівнює $3 \cdot 10^{-5}$ мг/дм³, з кристалів кінюварі стовбчастого, пірамідального та пластинчастого габітусу, що мають, відповідно, різні температури утворення: 200–150, 150–120 та 120–60 °С. Результати аналізу на атомно-абсорбційному фотометрі засвідчили, що протягом певного терміну (30 днів) концентрації ртуті у розчинах із різними зразками сульфиду ртуті були, мг/дм³: 1) з високо- ($(2-7) \cdot 10^{-5}$), 2) з середньо- ($(6 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4})$) та 3) низькотемпературними – $8-9 \cdot 10^{-4}$ ртуті (рисунок).

Проведені лабораторні експерименти довели, що процес переходу іонів ртуті у водний розчин з різних габітусних форм кінюварі є обернено пропорційним температурі їх утворення. У природних умовах ця залежність проявляється у розмірах і контрастності гідрогеохімічних ореолів розсіювання елемента.

Висновки. Вперше для Донецької складчастої споруди експериментально встановлено та теоретично обґрунтовано інтенсивність переходу ртуті у водний розчин із різних габітусних форм кінюварі.

Температура формування кінюварі зумовлює і морфологію її кристалів. У ході кристалізації кінюварі з відносно високотемпературних (200–150 °С) гідротермальних розчинів її кристали мають стовбчастий габітус, середньотемпературних (150–120 °С) – ромбоєдричний, а низькотемпературних (120–60 °С) – таблитчастий. За результатами авторських експериментальних досліджень, авторів, вилуговування іонів ртуті у лужний (рН 10) водний розчин з кристалів кінюварі різного габітусу (відповідно $(2-7) \cdot 10^{-5}$, $6 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$, $(8-9) \cdot 10^{-4}$ мг/дм³) є обернено пропорційним температурі їхнього утворення та, відповідно, міцності кристалічної ґратки.

Отже, найбільші за площею водні ореоли розсіювання ртуті можуть формуватися навколо ділянок кінюварної мінералізації з найнижчою температурою утворення, а найменші – з найвищою. Цей теоретичний висновок можна використовувати у пошуковій гідрогеохімії для попереднього визначення не лише місцезнаходження, а й можливих генетичних типів ртутного зруденіння.

Література

1. Белеванцев В.И. Гидротермальные растворы и миграция ртути / В.И. Белеванцев, Л.В. Гушина, А.А. Оболенский // Гидротермальное низкотемпературное рудообразование и метасоматоз. – Новосибирск : Наука, 1982. – С. 5–41.
2. Большаков А.П. Призматичні кристали кінюварі на Микитівському ртутному родовищі / А.П. Большаков // ДАН УРСР. – 1962. – № 8. – С. 1105–1107.

3. *Большаков А.П.* Анизотропия твердости кристаллов киновари / А.П. Большаков // Зап. Всесоюзн минерал. о-ва. – 1964. – № 5. – С. 209–211.
4. *Голева Г.А.* Геохимия водных ореолов рассеяния месторождений ртути и формы ее миграции в подземных водах / Г.А. Голева // Вопросы прикладной геохимии. – Вып. 2. – М.: Недра, 1971. – С. 113–127.
5. *Головченко Н.Г.* Об условиях формирования ртутных месторождений Закарпатья и Донбасса / Н.Г. Головченко // Весн. Львів. ун-та. сер. геол. – 1966. – вып. 4. – С. 55–58.
6. *Головченко Н.Г.* О температурах образования киновари на Никитовском и Закарпатском ртутных месторождениях / Н.Г. Головченко // Там же. – 1971. – Вып. 4. – С.54–57.
7. *Зацеха Б.В.* О генезисе и геохимических особенностях ртутного оруденения южной части Донбасса / Б.В. Зацеха // Геол. журн. – 1972. –32, вып 2. – С. 107–121.
8. *Зинчук И.Н.* Поисково-оценочное значение углекислоты флюидных включений в кварцах гидротермальных жидк Донбасса / И.Н. Зинчук, В.А. Калюжный, А.Д. Матвиенко // Материалы I конф. молодых ученых ИГГГИ АН УССР. – Львов, 1979. – С. 111–118.
9. *Зинчук И.Н.* Флюидный режим гидротермального минералообразования Центрального Донбасса / И.Н. Зинчук, В.А. Калюжный, А.С. Ширица. – К. : Наук. думка, 1984. – 104 с.
10. *Кузнецова С.В.* О ртутной минерализации в Северо-Западном Донбассе / С.В. Кузнецова // Минерал. сб. Льв. ун-та. – 1971. – 25, № 2. – С. 111–123
11. *Лазаренко Е.К.* Типоморфные особенности кристаллов кварца с включениями метановых растворов (Донецкий бассейн) / Е.К. Лазаренко, Д.К. Возняк, В.И. Павлишин // Докл. АН СССР. – 1976. – 231, № 6. – С. 1446–1449.
12. *Радченко А.И.* Формы нахождения ртути в средах и геохимических системах биосферы / А.И. Радченко // Геолого-минералогический вестник. – 1999. – № 2. – С. 66–69.
13. *Радченко А.И.* Термоформы ртути в системе почвообразующая порода – почва (на примере Крыма) / А.И. Радченко // Там же. – С. 70–71.
14. *Суярко В.Г.* О возрасте ртутного оруденения Никитовского рудного поля / В.Г. Суярко, М.А. Клитченко // Условия локализации сурьмяно-ртутно и флюоритового оруденения в рудных полях. – Новосибирск : Наука, 1991. – С. 72–74.
15. *Суярко В.Г.* Формування та закономірності розповсюдження природних аномалій ртуті у підземних водах / В.Г. Суярко, К.О. Безрук // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія "Геологія. Географія. Екологія". – № 804. – 2008. – С. 68–69.
16. *Шумлянский В.А.* Киммерийская металлогеническая эпоха на территории Украины / В.А. Шумлянский. – К. : Наук. думка, 1983. – 220 с.

Суярко В.Г., Безрук Е.А. Растворимость киновари разного габитуса и величина водных ореолов рассеивания ртути в Донецкой ртутной формации. На основе экспериментальных исследований впервые для Донбасса доказано, что интенсивность выщелачивания ионов ртути разных габитусных форм кристаллов киновари обратно пропорциональна температуре их кристаллизации. Определение размеров водных ореолов рассеивания ртути вокруг киноварной минерализации с разной температурой формирования дает возможность спрогнозировать минералогенические типы ртутного оруденения по гидрогеохимическим критериям.

Ключевые слова: габитус, киноварь, ионы ртути, температура.

Suyarko V.G., Bezruk K.O. Dilution of cinnabar different habitus and the amount of water dispersion haloes of mercury in Donetsk mercury formation. On the basis of experimental researches for the first time for Donbass proved that the intensity of leaching of mercury ions of different habitus forms of crystals cinnabar is inversely proportional to the temperature of crystallization. Definition of the sizes of water halos scattering of mercury around cinnabar mineralization of different temperatures of formation gives the possibility to forecast mineralogenik types of mercury mineralization along hydrogeochemical criteria.

Key words: habitus, cinnabar, ions of mercury, temperature.

Надійшла 14.03.2013