

**Катерина БЕЗРУК<sup>1</sup>, Василь СУЯРКО<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Український науково-дослідний інститут природних газів (УкрНДІгаз)  
НАК “Нафтогаз України”, Харків,  
e-mail: gaz@ukrniigaz.kharkov.ru

<sup>2</sup> Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка,  
e-mail: vstyp@pntu.edu.ua

### **ПРО ВІРОГІДНІ ПРИЧИНИ ПРОСТОРОВОГО ЗБІГУ ГІДРОГЕОХІМІЧНИХ АНОМАЛІЙ РТУТІ І ПРОЯВІВ ВУГЛЕВОДНІВ**

Встановлений у регіоні просторовий збіг гідрогеохімічних аномалій ртуті із проявами вуглеводнів зумовлюється не лише їхньою спільною фільтрацією одними і тими самими тектонічними каналами, але й, цілком можливо, спільними джерелами генерації. Це дозволяє пояснити наявність ртуті в нафтогазових родовищах регіону (Співаківське, Шебелинське, Краснопавлівське, Біляївське та ін.), а різних форм вуглеводнів – у родовищах і рудопроявах ртуті (Микитівське рудне поле, Дружківсько-Костянтинівська антикліналь, Слов’янський купол). Ртуть виявлена в підземних водах багатьох інших геологічних структур України і світу.

*Ключові слова:* гідрогеохімічні аномалії ртуті, міграція, прояви вуглеводнів, тектонічні канали.

Під час гідрогеохімічних досліджень у східній частині Дніпровсько-Донецького авлакогену (ДДА) нами був встановлений закономірний просторовий збіг водних ореолів розсіювання (аномалій) ртуті зі скупченнями вуглеводнів (Суярко, 2006). Це спостерігається в підземних водах не лише над ділянками гідротермальної кіноварної мінералізації і нафтогазових нагромаджень, але й в осередках сучасного тепломасопереносу, не пов’язаних ні з тими, ні з іншими.

Відомо, що ртуть і вуглеводні тісно асоціюють у геохімічних полях багатьох гідротермальних нафтогазових родовищ (Гавриш і ін., 1987; Суярко, 2006; Уайт, 1970; Bailey, 1959). Це явище має місце в основному в зонах молоді тектонічної активізації і проявляється на різних континентах, що робить його загальнопланетарним.

Гідрогеохімічні та атмогеохімічні аномалії ртуті виявлено на Співаківському, Перещепинському, а також Шебелинському й інших нафтогазових родовищах, а вуглеводні (від бітумів до газів) – у зонах кіноварної гідротермальної мінералізації Донецької складчастої споруди (ДСС) і Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) (таблиця).

Серед дослідників, що розглядали цю проблему, слід назвати українців: Г. Доленка, Л. Добрянського, В. Гавриша, В. Шумлянського, О. Івантишину, О. Диденка, С. Кирикилицю, О. Лукіна; росіян: Н. Озерову, Ю. Піковського,

**Вміст ртуті в підземних водах деяких нафтогазових родовищ та антиклінальних рудоносних структур Донецької складчастої споруди і Дніпровсько-Донецької западини**

Родовище, антиклінальна структура	Вміст ртуті в підземних водах, мг/дм <sup>3</sup>
Співаківське	$n \cdot 10^{-5} - n \cdot 10^{-3}$
Перецепинське	$n \cdot 10^{-4}$
Біляївське	$n \cdot 10^{-4} - n \cdot 10^{-3}$
Шебелинське	$n \cdot 10^{-4} - n \cdot 10^{-3}$
Дружківсько-Костянтинівська	$n \cdot 10^{-3} - n \cdot 10^{-2}$
Слов'янська	$n \cdot 10^{-3} - n \cdot 10^{-2}$
Троїцька	$n \cdot 10^{-3} - n \cdot 10^{-2}$
Торсько-Дробишевська	$n \cdot 10^{-3}$

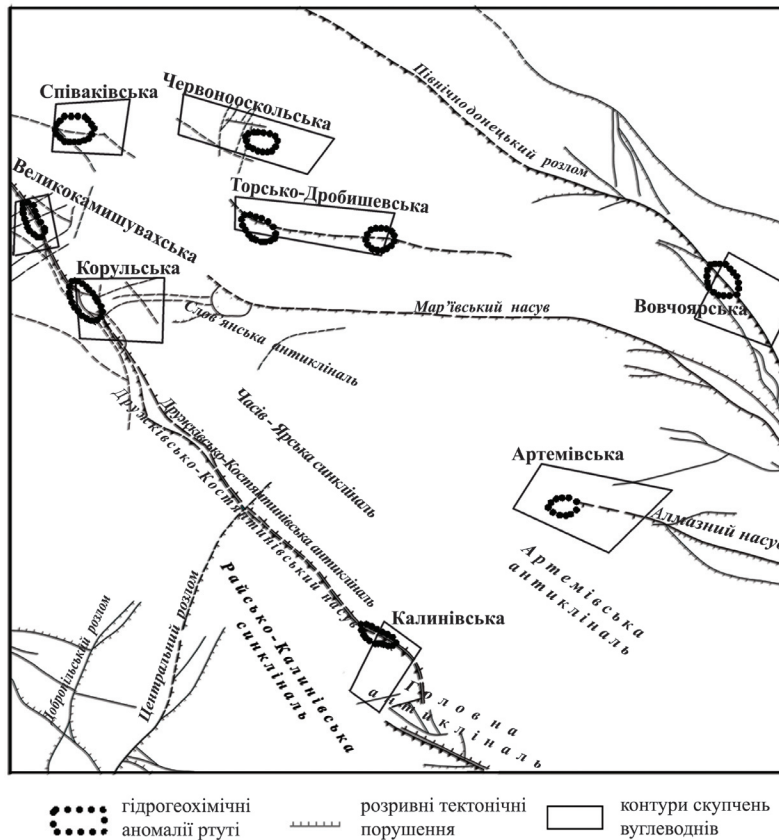
Примітка. За даними (Безрук, 2009; Гавриш і ін., 1987; Добрянський А. М., Добрянський Л. А., 1987; Суярко, 2006).

М. Кудрявцева; американців: А. Джеймса, М. Кокса, Д. Уайта та багатьох інших учених.

Просторові зв'язки ртуті і вуглеводнів спостерігаються в ДДА, Карпатах та Криму, Західній Європі і Сибіру, Середній Азії та Північній Америці, Північній Африці і Новій Зеландії та в інших регіонах світу (Гавриш і ін., 1987; О ртуті..., 1974; Уайт, 1970; Bailey, 1959). Причому концентрації ртуті в родовищах вуглеводнів іноді є настільки високими, що її попутно промислово видобувають з нафтою (нафтове поле Цимрик, Каліфорнія, США) або газом (родовище Гронінген, Нідерланди). Слід зазначити, що, на відміну від України та країн СНД, більшість західних компаній вилучають ртуть і інші шкідливі домішки з вуглеводневої продукції з метою дотримання екологічних норм та стандартів.

Гідротермальна ртутна мінералізація та скупчення вуглеводнів приурочені переважно до регіональних розломних і складчастих структур (Добрянський А. М., Добрянський Л. А., 1987). Так, у мезозой-кайнозойських складчастих структурах Тихоокеанського поясу формуються гідротермальні рудні родовища, а на периферії – у передгір'ях та суміжних з ними платформних структурах – вуглеводневі нагромадження. Останні є своєрідною просторовою облямівкою гідротермалітів. Подібна картина спостерігається і в межах альпійської Середземноморської складчастості, а також для палеозойської (підновленої альпійськими рухами) складчастості ДСС та ДДЗ. Окрім того, регіональна розломна структура, що контролює рудні гідротермальні родовища Кавказу та нафтові родовища Прикаспійської западини і Перської затоки, перетинає Середземноморську складчастість між Чорним та Каспійським морями (Гавриш і ін., 1987; Добрянський А. М., Добрянський Л. А., 1987).

У підземних водах ДДА через геохімічні особливості міграції аномалії ртуті мають переважно невеликі концентрації – до  $1-2 \cdot 10^{-3}$  мг/дм<sup>3</sup>. Але їхні коефіцієнти контрастності часто сягають 5–10 і вище (Безрук, 2009; Суярко, 2006). Найчастіше вони простежуються на флюїодинамічно відкритих ділянках зон регіональних глибинних розломів у межах антиклінальних структур, з якими, зазвичай, пов'язане і нафтогазнагромадження (рисунок). Ці структури, що мають як палеозойське, так і мезозойське закладання, неодноразово



Картохема проявів вуглеводнів та поширення гідрогеохімічних аномалій ртуті

разово тектонічно підновлювалися, наслідком чого є формування структурних пасток як для гідротермальної (у т. ч. і кіноварної) мінералізації, так і для вуглеводнів. Слід зазначити, що на антикліналях із ртутною мінералізацією часто спостерігаються сучасні тектонічні рухи, які супроводжуються ртутно-вуглеводневою дегазацією (Кирикилици и др., 1972; О ртути..., 1974; Суярко, 2006).

Так, у підземних водах Дружківсько-Костянтинівської антикліналі ореоли розсіювання ртуті із концентраціями до 0,01–0,05 мг/дм<sup>3</sup> утворюють гідрогеохімічну зону над гідротермальним ртутним зруденінням, приуроченим до подрібнених пісковиків верхнього карбону (світи  $C_3^1$ ,  $C_3^2$ ,  $C_3^3$ ). Як сама антикліналь, так і гідротермальне зруденіння контролюються Дружківсько-Костянтинівським розломом, що є північно-західним продовженням регіонального Центральнодонецького розлому, унаслідок сучасної тектонічної активізації якого спостерігається здійснення замкової частини антикліналі зі швидкістю до 10–13 мм на рік (Суярко, Клитченко, 1991).

Поблизу осьової частини антикліналі в процесі розвідувальних робіт на ртутне зруденіння відбувалися викиди промивної рідини, води та газу (Кирикилици и др., 1972). Найінтенсивніші фонтанування води і газу, що інколи спостерігалися десятиріччями, відбувалися у св. 1-Д, 2-Д, 3-Д, 6-Д, 7-Д, 9-Д, 12-Д, 13-Д, 14-Д, 15-Д, 60-Д, 62-Д, 64-Д, 88-Д, 135-Д, 168-Д, 247-Д, 297-Д.

У св. 7-Д та 15-Д фонтанування досягало 6 м над їхнім устям. У св. 247-Д з глибини 387 м із зони Костянтинівського насуву відбувався викид газоводного флюїду на висоту до 5 м. Склад вільного газу – метан (92–94 об. %) із домішками важких гомологів: етан, пропан та бутан (до 0,7 об. %), гелій (до 0,066 об. %), аргон (до 0,15 об. %), водень (до 0,22 об. %), азот (до 52,2 об. %), а також пара ртуті із концентраціями до  $n \cdot 10^{-6}$ – $n \cdot 10^{-5}$  мг/дм<sup>3</sup>, які є на декілька порядків вищими від фонового вмісту ртутної пари в ґрунтовому й атмосферному повітрі в районі досліджень (Кирикилиця и др., 1972).

Вільне виділення газу супроводжувалося самовиливом зі свердловин високомінералізованих вод хлоридного натрієвого складу, що вміщували ртуть. У розчиненому стані у водах був присутній метан та інші вуглеводні, а також азот і двоокис вуглецю. Вміст у воді розчинного метану досягав 29,2 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>, а азоту – 26,2 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>.

Зауважимо, що в зоні тектонічно активного на сьогодні Костянтинівського насуву, що входить до системи розривних структур Центральнодонецького розлому, у газових струменях виявлено аномально високі концентрації гелію (до 0,066 об. %). Відсутність у породах Дружківсько-Костянтинівської антикліналі радіоактивних елементів (U, Ra, Th), унаслідок розпаду яких міг би утворюватися гелій, вказує на його ендегенне походження. Серед гідротермалітів ртуті трапляються включення рідинного бітуму, що нагадує нафту. Бітуми спільно із кіновар'ю часто утворюють безформні скупчення та тонковолокнисті агрегати (Клитченко, Суярко, 1989).

Гідрогеохімічні аномалії ртуті на Слов'янській антиклінальній структурі (0,01–0,02 мг/дм<sup>3</sup>), що контролюється субширотним Корувсько-Дронівським розломом, простежуються як над ділянками ртутно-поліметалічного зруденіння, так і над виявленими в межах антикліналі скупченнями вуглеводнів (див. рисунок). У зоні гідротермальної мінералізації кіновар та бітуми, широко представлені в породах карбону, мають тісний мінералогенічний зв'язок, у вигляді проростання кристалів сульфідів ртуті в бітумі (Добрянський А. М., Добрянський Л. А., 1987; Клитченко, Суярко, 1989). Прошарки бітумів різної консистенції та потужності часто перетинаються кальцитово-кіноварними прожилками. Інколи кіновар заповнює численні тріщини в бітумі, проникаючи всередину його зерен або облямовуючи їх із периферії. За результатами свинцево-ізотопного аналізу, вік бітумів відповідає віковій гідротермальної ртутної зруденіння, який за розрахунками є передпалеогеновим і пов'язаний із ларамійською фазою тектогенезу (Суярко, Клитченко, 1991).

У межах Микитівського рудного поля гідрогеохімічні ореоли розсіювання ртуті із концентраціями до 0,01–0,05 мг/дм<sup>3</sup> утворюють широку зону. Вони простежуються як у зоні вільного водообміну тріщинуватих порід середнього карбону, так і на розвіданих (до 500 м) глибинах.

На ртутних родовищах Микитівського рудного поля вуглеводнева дегазація спостерігається на багатьох об'єктах досліджень. Так, на Чагарницькому родовищі вміст метану в продуктивних пісковиках середнього карбону досягає 24,2 см<sup>3</sup>/кг (св. 2101, гл. 213,2 м). На Софіївському родовищі концентрації метану в гідротермально змінених теригенних породах – до 46,9 см<sup>3</sup>/кг (св. 2505, гл. 349,5 м). Тут також виявлено й аномально-підвищений вміст

гелію (до 0,002 об. %), що в 4,5–5 разів є вищим від показника природного геохімічного фону. Вміст метану в промивній рідині свердловин теж був високим: у св. 2679 – 2,0 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>, а у св. 2527 – 20,0 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>. У породах Чорнобугорського родовища у св. 212 (гл. 382 м) зафіксовано високі концентрації метану в тектонічно подрібненій зоні гідротермалітів – на рівні 23,65 см<sup>3</sup>/кг, або 33,25 % (Кирикилици и др., 1972; Суярко, 2006).

У зонах гідротермальної мінералізації часто трапляється вуглиста речовина, яка, на думку авторів, може бути лише “запеченими” у процесі гідротермального рудоутворення бітумами (Суярко, Клитченко, 1991).

Парагенезис ртуті і бітумів спостерігається і на багатьох інших структурах регіону. Для з’ясування генетичних зв’язків між ними проаналізуємо хімічний склад газопо-рідинних включень у гідротермальних мінералах ртутних родовищ. Флюїдні включення є джерелом інформації не лише про параметри мінералотворення (температуру, тиск, *pH*, мінералізацію та ін.), а також і про хімічний склад розчинів. Їх можна аналізувати не лише в кристалах кіноварі, але й у мінералах-супутниках: кварці, кальциті та ін. Найкраще досліджено газопо-рідинні включення у кварці.

Мінералогенерувальні розчини, що характеризуються певною температурою і хімічним складом, містять рідину, газ та розплав. Це середовище має спільну особливість – текучість, та узагальнюється терміном “флюїд” (від англ. fluid – рідина, текуче середовище). Як релікти мінералотворних розчинів флюїдні включення в гідротермальних мінералах нерозривно пов’язані з геохімічною історією формування мінеральних видів та комплексів. Оскільки дослідження газопо-рідинних включень дозволяють визначити параметри мінералотворення (температуру, *pH*, *Eh*, мінералізацію і хімічний склад флюїду, вміст газів та ін.), вони є основним джерелом відновлення умов гідротермального мінералотворення.

Вуглеводні, переважно метан, досить часто входять до складу таких включень у гідротермальних мінералах, формуючи їхню газову частку. У термобарогеохімії існує навіть окремий напрям вивчення цього явища, яке пояснюється присутністю вуглеводнів у гідротермальних розчинах (Возняк, 2007).

Термобарогеохімічні дослідження, пов’язані із вивченням газопо-рідинних включень у гідротермальних мінералах геологічних структур регіону, проводили різні автори. Як наслідок, було визначено температуру та інші умови утворення гідротермальних мінералів із ртутних родовищ і рудопроявів, а також хімічний склад флюїдних реліктів. Так, було встановлено, що газові фази включень у кварці із зони Слов’янського ртутно-поліметалічного, а також Дружківсько-Костянтинівського ртутного рудопроявів, як і деякі види кварцу та кальциту з окремих родовищ Микитівського рудного поля, містять (у різних кількостях) вуглеводні (до 10–20 % і більше). Останні представлені в основному метаном і меншою мірою – його більш важкими гомологами (Возняк, 2007; Галабурда, Квасниця, 1987; Зинчук и др., 1984; Калюжний и др., 1975).

Аналіз наведених фактів дозволяє дійти таких висновків:

1. Гідротермальні мінералотворні розчини і вуглеводневі флюїди не лише мігрували одними й тими самими фільтраційними каналами, але й нагромаджувалися в спільних структурно-літологічних пастках (резервуарах).

2. Вуглеводні, і зокрема метан, входили до складу мінералотворних флюїдів, можливо, ще на стадії їхньої первинної генерації.

Усе це вказує на ймовірну генетичну спорідненість ртуті та вуглеводнів у гідротермальних і нафтогазових системах регіону.

*Безрук К. О.* Зв'язок ореолів ртуті у підземних водах з тектонічною активізацією глибинних розломів північно-західних околиць Донбасу // Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В. Н. Каразіна. Сер. Геологія. Географія. Екологія. – 2009. – № 882. – С. 6–8.

*Возняк Д. К.* Мікрровключення та реконструкція умов ендегенного мінералоутворення. – К. : Наук. думка, 2007. – 279 с.

*Гавриш В. К., Добрянський Л. А., Курило М. В.* Ртутно-вуглеводнева зональність Доно-Дніпровського прогину // Доп. АН УРСР. – 1987. – № 7. – С. 18–21.

*Галабурда Ю. А., Квасниця В. Н.* Включення нафти і углеводородів в гідротермальном кварце угленосной толщи Донбасса // Минерал. журн. – 1987. – Т. 9. – № 2. – С. 77–79.

*Добрянський А. М., Добрянський Л. А.* Про деяку структурну схожість ртутних і нафтогазових родовищ // Доп. АН УРСР. – 1987. – № 7. – С. 7–9.

*Зинчук И. Н., Калюжний В. А., Щириця А. С.* Флюидный режим гидротермального минералообразования Центрального Донбасса. – Киев : Наук. думка, 1984. – 104 с.

*Калюжний В. А., Зинчук И. Н., Сворень И. М.* Метановые и водно-метановые включения высокой плотности в минералах гидротермальных жил Донбасса // Углерод и его соединения в эндогенных процессах минералообразования (по данным изучения флюидных включений в минералах). – Львов, 1975. – С. 52–54.

*Кириклица С. И., Левенштейн М. Л., Фридман А. И.* О составе и природе свободных газовыделений (газовых струй) ртутных рудопроявлений Дружковско-Константиновской антиклинали // Геол. журн. – 1972. – Т. 32. – Вып. 2. – С. 92–97.

*Клитченко М. А., Суярко В. Г.* Построение геолого-генетических моделей ртутных месторождений на примере Никитовского рудного поля (Донбасс) // Геология рудных месторождений. – 1989. – № 5. – С. 57–68.

*О ртути в нефтяных и газовых месторождениях СССР* / Н. А. Озерова, Ю. И. Пиковский, Н. Д. Шишина и др. // Там же. – 1974. – № 4. – С. 85–91.

*Суярко В. Г.* Геохимия подземных вод восточной части Днепровско-Донецкого авлакогена. – Харьков : Изд-во ХНУ им. В. Н. Каразина, 2006. – 225 с.

*Суярко В. Г., Клитченко М. А.* О возрасте ртутного оруденения Никитовского рудного поля // Условия локализации сурьмяно-ртутного и флюоритового оруденения в рудных полях. – Новосибирск : Наука, 1991. – С. 72–74.

*Уайт Э. Д.* Месторождения ртути и цветных металлов, связанные с термальными минеральными источниками // Геохимия рудных месторождений. – М. : Мир, 1970. – С. 479–524.

*Bailey E. H.* Froth veins, formed by immiscible hydrothermal fluids, in mercury deposits, California // Bul. Geol. Soc. Am. – 1959. – P. 661–663.

Стаття надійшла  
17.04.12



**Kateryna BEZRUK, Vasil SUYARKO**

**ON THE REASONS OF SPATIAL CONCURRENCE  
OF HYDROGEOCHEMICAL ANOMALIES OF MERCURY  
AND DISPLAYS OF HYDROCARBONS**

It is known, that mercury and carbohydrate is close associated in geochemical fields of many hydrothermal oil and gas deposits. It is observed basically in zones of young tectonic activation and takes place on different continents.

Spatial connections of mercury and hydrocarbons are observed in Dnieper-Donets Depression and Carpathian Mountains and in the Crimea, the West Europe and Siberia, Central Asia and Northern America, Northern Africa and New Zealand and in other regions of the world. And, concentration of mercury in deposits of hydrocarbons sometimes is so high, that it is industrially extracted with oil. It is necessary to note, that as unlike Ukraine and other countries, the majority of the western companies extract mercury and other harmful impurity from hydrocarbon production with the purpose of observing of ecological norms and standards.

The hydrothermal mercury mineralization and concentration of hydrocarbons are timed mainly to regional break and folded to structures. Hydrothermal mercury mineralization and concentrations of hydrocarbons are timed mainly to regional explosion and folded structures. In underground waters Dnieper-Donets Depression through geochemical features of migration, anomaly of mercury have, mainly, small concentration up to  $1-2 \cdot 10^{-3}$  mg/dm<sup>3</sup>. On anticlines with a mercury mineralization modern tectonic movements which are accompanied by mercury-carbohydrate decontamination are frequently observed. Hydrothermal ore in territory of research is supervised by Dryzkovsko-Konstantinovskim break which is northwest continuation of a regional Central-Donets break. Owing to modern tectonic activation which is shown in a raising in an anticlinal part with a speed up to 10–13 mm per one year. Hydrogeochemical anomalies of mercury on Slavic anticlinal structure is supervised by breadth of Korylsko-Dronivskum break, are traced both above sites mercury-polymetallic ore and above the concentrations of hydrocarbons revealed within the limits of an anticline.