

---

---

## МІНЕРАЛОГІЧНІ НОТАТКИ

УДК [553.87-035.5:553.2](477:292.452)

**Олександр Костюк**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005  
oleksandr.kostyuk@lnu.edu.ua  
<https://orcid.org/0000-0003-2218-1757>*

### ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РІЗНОВІКОВИХ ГЕНЕРАЦІЙ КВАРЦУ ЗОЛОТО-ПОЛІМЕТАЛЕВОГО РУДОПРОЯВУ “РАХІВСЬКИЙ”

Досліджено кварц із кварц-баритових жил золото-поліметалевого рудопрояву “Рахівський” (Рахівський рудний район, Закарпаття). Виділено дві генерації кварцу – кварц-I і кварц-II, які вивчено методами термобарогеохімії. Кварц-I формувався на допродуктивному етапі в температурному інтервалі 240–160 °С, а кварц-II – на продуктивному етапі за 160–95 °С.

*Ключові слова:* жильний кварц, золото-поліметалеве зруденіння, флюїдні включення, термобарогеохімія, Закарпаття.

DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/min.72.08>

**Вступ.** Рахівський рудний район загалом добре вивчений, однак деякі генетичні питання, особливо стосовно рудної мінералізації, досі остаточно не з’ясовані.

Мета досліджень – вивчити особливості формування різновікових генерацій кварцу з кварц-баритових жил золото-поліметалевого рудопрояву “Рахівський” (або Камінь-Кльовка) за допомогою термобарогеохімічних досліджень.

Рудопрояв розташований у північно-західній частині Рахівського рудного району (300 м на північ від вершини г. Камінь-Кльовка) і пов’язаний із зоною насуву Білопотоцького покриву на Діловецький [1, 2].

Рудні тіла представлені кварц-баритовими жилами потужністю від 0,3 до 7,0 м. Форма мінеральних виділень прожилково- і гніздово-вкраплена. Вмісними породами є березитизовані біотитові гранітогнејси, змінені процесами серицитизації й окварцювання.

Кварц – один із найпоширеніших мінералів рудопрояву, становить від 40 до 95 % від усієї маси кристалічних порід. Він міститься в складі кварцитів, кварцито-сланців, гнейсів, слюдистих сланців, конгломератів, пісковиків і сульфідно-кварцових жил. У кристалічних сланцях кварц утворює прошарки й лінзи молочно-білого кольору, які часто виклинюються. Зерна подекуди тріщинуваті, з точковими включеннями. На по-

верхні кварцу наявні бурі плямки оксидів заліза. Під мікроскопом видно, що прожилки кварцу – це сукупність окремих зерен неправильної форми, які часто проникають одне в одного. Розрізняють два типи прожилків [6, 9]: складені порівняно великими (до 0,5 мм) зернами і складені дрібними зернами кварцу (0,2 мм). Зазвичай між такими прожилками простежують прошарки слюдистих мінералів.

У конгломератах крейдового віку кварц наявний у вигляді добре обкатаних гальок, також ним складена основна маса гальки кварцитів, гнейсів і кристалічних сланців.

У пісковиках і сланцях тріасу, юри й крейди трапляються добре і напівобкатані зерна кварцу з хвилястим загасанням, подекуди тріщинуваті, з точковими включеннями; тріщинки іноді заповнені бурими оксидами заліза [8, 9]. Рідше в цих породах трапляються регеновані зерна кварцу, а також зерна з включеннями закономірно орієнтованих тонких лусок серициту.

У праці [10] визначено, що кварц міститься у складі пірит-кварцового й золото-полісульфідного (кварц-пірит-сфалерит-галенітова і кварц-сфалерит-галеніт-баритова асоціації) мінеральних комплексів.

На підставі даних попередніх досліджень мінеральних асоціацій, потужності, структурно-текстурних перетинань різновікових утворень кварцу ми уточнили умови формування двох головних генерацій кварцу: кварцу-I і кварцу-II. Наявні дані свідчать, що у складі руд рудопрояву “Рахівський” кварц-I тісно асоціює з ранніми генераціями піриту (пірит-I). Мінералого-парагенетичні дослідження навіть за польових умов дають змогу виявляти структурно-текстурні перетинання кварцу-I з кварцом-II. Кварц-II тісно асоціює з галенітом, сфалеритом, халькопіритом і золотом, тому ми називаємо його продуктивним [8].

В обох генераціях кварцу методами термобарогеохімії [3–5, 7] виявлено, головно, газиво-рідкі флюїдні включення.

**Результати досліджень та їхнє обговорення.** У кварці-I є багато включень різного розміру – від 0,001 до 0,100 мм (середній – 0,02 мм). За збільшення у 600 разів серед них помітні первинні азональні включення і вторинні, поширені вздовж залікованих тріщинок. Співвідношення фаз у первинних включеннях порівняно сталі – газ : рідина = (20–25) : (75–80) %, у вторинних, відповідно, – (15–20) : (80–85) %.

Як свідчать результати термобарогеохімічних досліджень, гомогенізація всіх флюїдних включень у кварці-I відбувається в рідку фазу (перший тип, за М. Єрмаковим, 1950), що свідчить про гомогенний стан рідких гідротермальних мінералоутворювальних флюїдів. Максимальне значення температури гомогенізації  $T_{\text{гом}}$  становить 240 °С, мінімальне – 160 °С (див. таблицю). Гомогенізація вторинних включень, які законсервовані у вигляді ланцюжків у кварці-I, відбувається в температурному діапазоні 95–160 °С.

Двомодальний розподіл значень  $T_{\text{гом}}$  включень у кварці-I може свідчити про накладання на раніше сформований кварц-I пізніших флюїдів і консервацію їх у вигляді вторинних включень.

У кварці-II (продуктивна стадія мінералоутворення) виявлено багато різнотипних включень, середній розмір яких становить 0,05 мм. Співвідношення фаз у них таке – газ : рідина = (15–20) : (80–85) %.

Більшість включень зазнає гомогенізації в рідку фазу (перший тип, за М. Єрмаковим), значення  $T_{\text{гом}}$  становить 95–160 °С (див. таблицю), тобто, продуктивні флюїди були порівняно низькотемпературні, якщо зіставляти їх з допродуктивними.

Температура й тип гомогенізації включень у кварці рудопрояву “Рахівський”

Кварц-I			Кварц-II		
Номер включення	Вміст рідкої фази, %	Температура, °С	Номер включення	Вміст рідкої фази, %	Температура (°С) і тип гомогенізації
1	2	3	4	5	6
1	75	160	51	75	95 (I)
2	75	165	52	70	100 (I)
3	80	170	53	70	100 (I)
4	80	170	54	75	105 (I)
5	75	175	55	70	105 (I)
6	75	175	56	75	105 (I)
7	80	175	57	70	110 (I)
8	70	180	58	70	110 (I)
9	75	180	59	15	110 (II)
10	75	180	60	20	110 (II)
11	80	180	61	75	115 (I)
12	80	185	62	70	115 (I)
13	85	185	63	75	115 (I)
14	80	185	64	15	115 (II)
15	85	185	65	15	115 (II)
16	75	185	66	75	120 (I)
17	80	190	67	70	120 (I)
18	75	190	68	75	120 (I)
19	85	190	69	15	120 (II)
20	80	190	70	15	120 (II)
21	80	190	71	20	120 (II)
22	75	195	72	65	125 (I)
23	70	195	73	70	125 (I)
24	75	195	74	70	125 (II)
25	80	195	75	75	125 (II)
26	80	200	76	70	125 (II)
27	75	200	77	75	130 (I)
28	75	200	78	70	130 (I)
29	80	205	79	75	130 (I)
30	80	205	80	70	135 (I)
31	75	210	81	70	135 (I)
32	70	210	82	75	135 (I)
33	80	215	83	65	140 (I)
34	75	215	84	70	140 (I)
35	75	215	85	75	140 (I)
36	80	220	86	70	145 (I)
37	75	220	87	75	145 (I)
38	70	220	88	70	145 (I)
39	75	220	89	70	145 (I)
40	75	220	90	75	150 (I)
41	80	225	91	70	150 (I)
42	80	225	92	75	150 (I)
43	80	225	93	70	150 (I)
44	75	225	94	75	150 (I)
45	80	230	95	70	155 (I)

Закінчення таблиці

1	2	3	4	5	6
46	75	230	96	70	155 (I)
47	75	230	97	75	155 (I)
48	80	235	98	70	155 (I)
49	75	235	99	65	160 (I)
50	80	240	100	75	160 (I)

**Висновки.** Отже, у формуванні руд рудопрояву “Рахівський” брали участь дві різновікові порції флюїдів: перша (допродуктивна) – 240–160 °С, друга (продуктивна) – 160–95 °С. На підставі комплексу геологічних, мінералогічних і термобарогеохімічних даних можна зробити висновок, що в міжстадійний час відбувалися тектонічні рухи, які призводили до флюїдних пульсацій у системі мінералоутворення. Виконані дослідження дають підстави припускати продуктивність глибоких горизонтів рудопрояву “Рахівський”.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко, А. К. (1970). Геолого-геоморфологические структуры Мармарошского массива. В кн. *Доверхнепалеозойский комплекс северо-западного окончания Мармарошского массива (Восточные Карпаты)*. Львов: ЛГУ, 220–235.
2. Волошин, А. А. (1971). История геологических исследований. В кн. *Геологические особенности и рудоформирующие механизмы накопления Си-Аи отложений, локализованных в нижнем течении р. Тисса*. Львов, 117–120.
3. Долгов, Ю. А. (1965). Геологическая интерпретация температур и давлений при минералообразовании. В кн. *Минералогическая термометрия и барометрия*. Москва: Наука, 220–232.
4. Ермаков, Н. П., Долгов, Ю. А. (1979). Флюидные включения в рудах. В кн. *Термобарогеохимия*. Москва: Недра, 46–134.
5. Калужный, В. А. (1990). Флюидные включения и среда кристаллизации кварца из Кобылецкой Поляны в Закарпатье (аспекты эволюции). *Минерал. сб.*, 44 (2), 73–80.
6. Крупський, Ю. З., Марусяк, В. П. (2011). Геодинамічні умови формування Мармароського кристалічного масиву в Східних Карпатах. *Геодинаміка*, 1, 71–74.
7. Ляхов, Ю. В., Павлунь, М. М., Пізнюр, А. В., Попівняк, І. В. (1995). Термобарогеохімія золота. Львів: Світ.
8. Марусяк, В. П. (1999). Мінералогічна характеристика та термоелектричні властивості сульфідів рудопрояву Камінь-Кльовка. У кн. *Наукові основи прогнозування, пошуків та оцінки родовищ золота*. Львів, 79–80.
9. Романов, Н. С. (отв. ред.) (1955). *Геологическое строение и металлоносность Раховского кристаллического массива*. Львов: Каменяр.
10. Ціхонь, С. І., Попівняк, І. В., Гопко, Л. М., Костюк, О. В., Марусяк, В. В., Школка, В. В. (2004). Фізико-хімічні умови формування рудопрояву Камінь-Кльовка (Рахівський рудний район, Закарпаття). *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол.*, 18, 247–256.

REFERENCES

1. Boiko, A. K. (1970). Geological-geomorphological structures of Marmarosh massive. In *Pre-Upper Palaeozoic complex of the north-western end of Marmarosh massif (Eastern Carpathians)*. Lvov: LSU, 220–235. (in russian)
2. Voloshyn, A. A. (1971). History of geological research. In *Geological features and ore-forming mechanisms of accumulation of Cu-Au deposits localized in the lower reaches of the river Tisza*. Lvov, 117–120. (in russian)
3. Dolgov, Yu. A. (1965). Geological interpretation of temperatures and pressures during mineral formation. In *Mineralogical thermometry and barometry*. Moscow: Nauka, 220–232. (in russian)
4. Yermakov, N. P., & Dolgov, Yu. A. (1979). Fluid inclusion in ores. In *Termobarogeochemistry*. Moscow: Nedra, 46–134. (in russian)
5. Kaliuzhnyi, V. A. (1990). Fluid inclusion in minerals and quartz crystallization medium in Kobyletska Poliana, Transcarpathians (evolutional aspects). *Mineralogical Review*, 44 (2), 73–80. (in russian)
6. Krupskiy, Yu. Z., & Marusiak, V. P. (2011). Geodynamic conditions of formation of the Marmarosh crystalline massif in Eastern Carpathians. *Geodynamics*, 1, 71–74. (in Ukrainian)
7. Liakhov, Yu. V., Pavlun, M. M., Pizniur, A. V., & Popivniak, I. V. (1995). *Termobarogeochemistry of gold*. Lviv: Svit. (in Ukrainian)
8. Marusiak, V. P. (1999). Mineralogical characteristic and thermoelectrical properties of sulphides from Kamin-Kliovka ore manifestation. In *Scientific bases of forecasting, search and evaluation of gold deposits*. Lviv, 79–80. (in Ukrainian)
9. Romanov, N. S. (Ed.). (1955). *Geological structure and metal content of the Rakhovskii crystalline massif*. Lvov: Kameniar. (in russian)
10. Tsikhon, S. I., Popivniak, I. V., Hopko, L. M., Kostiuk, O. V., Marusiak, V. P., & Shkolka, V. V. (2004). Physical-chemical conditions of forming of Kamin-Kliovka ore manifestation (Rakhiv ore region, Transcarpathia). *Visnyk of the Lviv University. Ser. Geology*, 18, 247–256. (in Ukrainian)

Стаття: надійшла до редакції 09.06.2022  
прийнята до друку 29.08.2022

**Oleksandr Kostyuk**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005,  
oleksandr.kostyuk@lnu.edu.ua*

**PECULIARITIES OF FORMATION  
OF QUARTZ DIFFERENT AGES GENERATIONS  
IN GOLD-POLYMETALLIC ORE OCCURRENCE “RAKHIVSKYI”**

Quartz from quartz-barite veins of gold-polymetallic ore occurrence “Rakhivskyi” (Rakhiv ore district, Transcarpathia) was studied. The ore occurrence is located in the north-western part of the Rakhiv ore district near the top of the Kamin-Kliovka-mountain and is connected with the zone of thrust of the Bilopotitskyi nappe on Dilovetskyi one. Ore bodies are represented by quartz-barite veins with a thickness of 0.3 to 7.0 m.

Quartz is one of the most common ore minerals, accounting for 40 to 95 % of the total mass of crystalline rocks. It is contained in quartzites, quartzite schists, gneisses, mica schists, conglomerates, sandstones and sulphide-quartz veins. There are two generations of quartz: quartz-I and quartz-II. Quartz-I is closely associated with early pyrite-I, and quartz-II – with galena, sphalerite, chalcopyrite and gold, so it is called productive.

Homogenization of all fluid inclusions in the productive quartz-I occurs in the liquid phase, the primary inclusions are homogenized at a temperature of 240–160 °C. Inclusions in productive quartz-II undergo homogenization at 160–95 °C.

The performed researches give grounds to assume the productivity of deep horizons of Rakhivskyi ore occurrence.

*Key words:* vein quartz, gold-polymetallic mineralization, fluid inclusions, thermobarogeochemistry, Transcarpathia.