

І. М. Наумко, З. Г. Матвіїшин, Л. Ф. Телепко, Б. Е. Сахно,
Р. В. Хомутник

Про мінералого-генетичні особливості рудних парагенезисів північної периферійної частини Берегівського родовища (Закарпаття)

(Представлено академіком НАН України Є. Ф. Шнюковим)

На підставі вивчення парагенезисів мінералів і флюїдних включень у кварці, сфалериті, бариті, флюориті і кальциті жильних утворень відтворено умови процесів мінералогенезису північної периферійної частини Берегівського золотополіметалічного родовища. Оптимальний температурний інтервал рудоутворення становить 240–210 °С. У складі летких компонентів флюїдних включень у мінералах рудних парагенезисів діоксид вуглецю переважає над азотом. За мінеральними асоціаціями і параметрами мінералоутворювальних флюїдів вивчені рудні парагенезиси є близькими до руд продуктивних стадій золотосрібного Мужієвського родовища, що визначається геолого-структурними особливостями рудоносних структур, насамперед більшим ерозійним зрізом горсту власне Берегівського родовища.

У межах Берегівського рудного поля Карпатської золоторудної провінції за умов експлуатації відомих Берегівського і Мужієвського родовищ особливого значення набувають пошуки та оцінка нових рудних тіл, обґрунтованих матеріалами геологорозвідувальних робіт [1, 2] та експериментальних досліджень [3], що передбачають з'ясування перспектив рудоносності периферійних ділянок.

Берегівське рудне поле [1, 4, 5] приурочене до горстового підняття [6] донеогенового фундаменту в зоні зчленування Закарпатського внутрішнього прогину з Паннонським середнім масивом. Його будова визначається Берегівською вулканічною депресією, яка на сході межує з Куклянським горстом.

Берегівське родовище розташоване у внутрішній прибортовій частині Берегівської депресії. Рудні тіла жильного і прожилково-вкрапленого типу, сульфідні і кварц-сульфідні за складом. Мужієвське родовище, що знаходиться безпосередньо на борту депресії, з заходу обмежене шостою розломною зоною, зі сходу — зоною зсувів по борту вулканоструктури (бортовою розломною зоною). Сульфідні, кварц-сульфідні, кварц-баритові і кварцові жили і прожилки пов'язані з субширотними тріщинними і розломними зонами. Жильні рудні тіла супроводжуються прожилково-вкрапленою мінералізацією у зальбандах [1].

Предметом нашого дослідження стала одна з перспективно рудоносних периферійних ділянок на півночі Берегівського рудного поля, яка відокремлена від центральної частини Берегівського родовища рядом крупних розломних зон, а від Мужієвського — шостою розломною зоною. Найбільш представницький розріз ділянки спостерігали в керні свердловини № 1344 в околицях г. Вереш.

Вивчення парагенезисів, розвинених у межах ділянки жильних і прожилково-вкраплених утворень, мінералого-онтогенічними [7] і мінералофлюїдологічними [8] методами буде

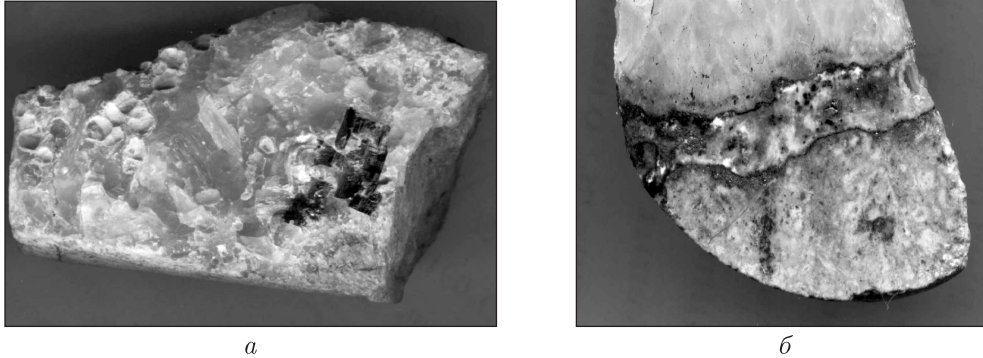


Рис. 1. Прожилкові утворення гідротермально-метасоматичного походження у вулканогенних верствах північної периферійної частини Березівського рудного поля (по розрізу св. № 1344 в околицях г. Вереш): *a* — кварц-карбонатний прожилок з сульфідами. Зр. № 2020, інт. гл. 413,5–417,5 м. Натур. величина; *б* — сульфідно-кальцитовий прожилок у парагенезісі з тичкуватим кварцом. Зр. № 2036, гл. 573 м. Натур. величина

основою для порівняння золоторудних асоціацій центральної і периферійних частин Березівського рудного поля з метою відтворення флюїдного режиму мінералогенезису [9] як підстави для їхньої прогностичної оцінки.

Подібно до родовища загалом, саме з тріщинними і розломними зонами у межах ділянки пов'язані жили різноманітного складу і прожилково-вкраплені утворення, що розкриті свердловиною № 1344 в околицях г. Вереш. Найпоширенішими серед них виявилися кварц-кальцит-сульфідні жили і прожилки, рідше кварц-флюоритові гнізда. Характерною є зональна будова жил і прожилків. Вмісні породи у приконтактовій зоні звичайно тріщинуваті. Тріщини вповнені кварцом з сульфідами, зосередженими в основному в призальбандових ділянках.

У жили аметистоподібного кварцу з сульфідами (*a* на рис. 1) встановлено два різновиди кварцу, які, можливо, є окремими генераціями. Перший (очевидно, ранній) — представлений прозорими тичкуватими агрегатами (до 3 мм) з виділеннями сульфідів (галеніт, сфалерит, бляклі руди (?), у підпорядкованій кількості — пірит), основна маса яких зосереджена в призальбандових ділянках, а незначна частка — розпилена у вигляді вкраплень (до 2×2 мм) у масі кварцу. Другий (пізній) — складають прозорі аметистоподібні тичкуваті агрегати (до 9 мм), практично без виділень сульфідів. На межі різновидів кварцу спостерігаються виділення кристаликів сфалериту, що досягають розміру 1×1 мм.

По периферії кварц-кальцитових прожилків знаходиться кварц, з яким пов'язані сульфіди (переважає галеніт, рідко пірит). Центральна частина прожилків вповнена кальцитом двох генерацій: найраніша представлена прозорим кальцитом, пізніша — жовтими натічними виділеннями.

У сульфідно-кальцитових прожилках потужністю до 7 мм (див. *б* на рис. 1) сульфіди (халькопірит, пірит, галеніт) сконцентровані у зальбандах та розсіяні в кальцито-сульфідній масі, іноді утворюють облямівку навколо зерен кварцу і кальциту. В цих прожилках

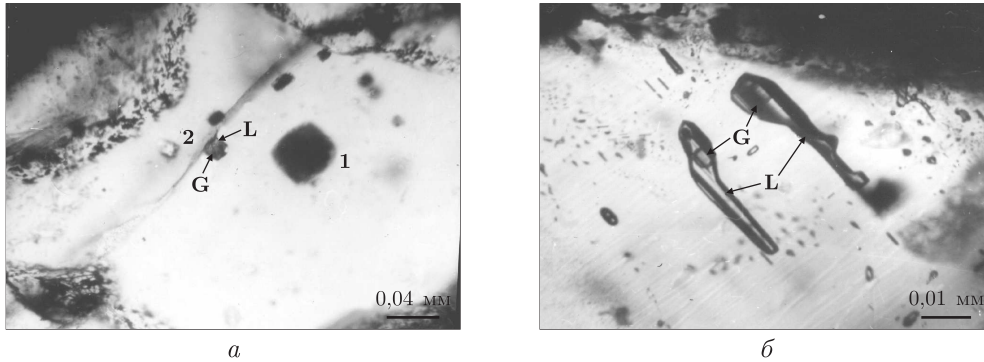


Рис. 2. Флюїдні включення в мінералах гідротермально-метасоматичних прожилків у вулканогенних верствах північної периферійної частини Березівського рудного поля (по розрізу св. № 1344 в околицях г. Вереш):

a — розплавні включення **1** у фенокристалах кварцу туфів, що перенаповнені пізнішими розчинами з утворенням газопо-рідких включень **2** типу **L + G** (**L** — водний розчин; **G** — газова фаза) (температура гомогенізації 243 °C (у рідку фазу)). Зр. № 2018, інт. гл. 366,5–368,5 м; *б* — газопо-рідкі включення типу **L + G** у сфалериті з парагенезису з кальцитом та аметистоподібним кварцом (температура гомогенізації 220 °C (у рідку фазу)). Зр. № 2035, інт. гл. 520–525 м

спостерігаються прозорі тичкуваті агрегати кварцу потужністю до 12 мм, що наростають на кальциті та є пізнішими за часом утворення. Сульфідів у цих агрегатах кварцу мало, їхні поодинокі зерна утворюють окремі скупчення.

Флюїдні включення вивчалися в кварці, сфалериті, бариті, флюориті та кальциті. Їхні розміри досягають 0,05–0,07 мм. Форма включень різноманітна: неправильна, овальна, видовжена, кутувата. В окремих включеннях виявляються фрагменти негативних кристалів. Переважають включення неправильної форми.

Включення переважно поширюються ланцюжками по довжині тріщин, іноді вони фіксують зони росту кристалів або ж хаотично розкидані по зернах мінералів без видимого зв'язку з площинами залікованих тріщин. Останні (за відсутністю інших орієнтирів) умовно можна вважати найранішими. Для включень у карбонатах характерне розташування в залікованих площинах спайності.

У фенокристалах кварцу часто зустрічаються розплавні включення, окремі з яких перенаповнені пізнішими гідротермально-метасоматичними розчинами із збереженням їхньої первинної форми негативних кристалів та утворенням газопо-рідких включень (*a* на рис. 2).

Насиченість кварцу прожилків флюїдними включеннями висока. За фазовим складом — це двофазові газопо-рідкі невтриманого наповнення та однофазові газові та рідкі включення. Гомогенізація включень здійснюється в рідку фазу. Інтервал найпоширенішої температури гомогенізації включень 205–240 °C. Рідше включення гомогенізуються при 160–190 °C, а також при 260–270 °C.

Вторинні газопо-рідкі включення у сфалериті (див. *б* на рис. 2) гомогенізуються при 210–220 °C (у рідку фазу). Температура гомогенізації вторинних трубчастих газопо-рідких включень невтриманого наповнення у фенокристалі бариту дорівнює 240–300 °C (у рідку фазу). У флюориті температуру гомогенізації, яка дорівнює 205–210 °C (у рідку фазу), встановлено лише в кількох групах вторинних газопо-рідких включень.

З наведених вище даних видно, що оптимальний температурний інтервал мінералоутворення при формуванні рудних тіл у північній периферійній частині родовища становить від 240 до 210 °C.

У кварці, аметисті, кальциті й сфалериті прожилкових утворень досліджуваної периферійної ділянки по розрізу свердловини № 1344 в околицях г. Вереш методом мас-спектрометричного хімічного аналізу визначено склад летких компонентів флюїдних включень, їхні відносні газонасиченість і водонасиченість (табл. 1). Отримані дані фіксують перевагу діоксиду вуглецю (34,3–74,35% за об'ємом) над азотом (12,6–26,5% за об'ємом), а також дуже високий вміст пари води у загальному об'ємі вивільнених із флюїдних включень летких компонентів, що є доказом функціонування діоксидвуглецево-водних флюїдів, релікти яких збережено у включеннях. Такі самі співвідношення летких компонентів характерні для включень у мінералах продуктивних стадій мінералогенезису Мужієвського родовища [10].

Водночас включення у мінералах непродуктивної кварц-карбонатної стадії родовища (36 рудна зона) містять загалом значно більше азоту і менше діоксиду вуглецю [11, 12] порівняно з мінералами продуктивних стадій, що може бути пояснене впливом метеорних вод, внесок яких у глибинну складову рудоутворювальних флюїдів зафіксовано на ізотопному рівні [13, 14]. Оптимальний температурний інтервал рудоутворення встановлений від 250 до 170 °С [13]. Формування рудних тіл проходило при інтенсивному кипінні гідротерм і змішуванні флюїдів різного походження (глибинних і приповерхневих) [9, 13–15].

Таким чином, за даними комплексного прецизійного вивчення парагенезисів мінералів та флюїдних включень у кварці, сфалериті, бариті, флюориті та кальциті жильних утворень відтворено температурні і геохімічні умови процесів мінералогенезису північної периферійної частини Берегівського золотополіметалічного родовища. Оптимальний температурний інтервал рудоутворення від 240 до 210 °С. Склад летких компонентів флюїдних

Таблиця 1. Склад летких компонентів флюїдних включень у мінералах рудних парагенезисів північної периферійної частини Берегівського рудного поля по розрізу свердловини № 1344 в околицях г. Вереш, аналітик Б. Е. Сахно (мас-спектрометр МСХ-3А)

Номер зразка	Мінерал	Інтервал (глибина) відбору, м	Компоненти*, % за об'ємом		ΔP^{**} , Па	Водонасиченість $C_{H_2O}^{***}$, % за об'ємом
			CO ₂	N ₂		
2049/95	Кварц	31,8	87,4	12,6	3,60	57,5
2020/94	Кварц	413,5–417,5	77,3	22,7	0,27	95,2
2020/94	Кварц (добре огранений)	413,5–417,5	78,7	21,3	2,60	96,8
2020/94	Кальцит	413,5–417,5	94,6	5,4	0,30	—
2033/94	Кварц	449	77,0	23,0	0,80	89,6
2033/94	Сфалерит	449	68,2	31,8	0,08	84,3
2034/94	Кварц	469	71,5	28,5	0,12	88,9
2034/94	Аметист	469	34,3	65,7	0,16	91,7
2034/94	Кальцит	469	100,0	—	0,16	37,5
2036/94	Кварц	573	23,0	77,0	2,60	89,6
2037/94	Кварц	601	100,0	—	0,04	~70,0
2037/94	Кальцит	601	70,2	29,8	0,97	72,2

*Пробу мінералу (породи) наважкою 200 мг фракції +1–2 подрібнювали шляхом роздавлювання у спеціально сконструйованій ступці, перед аналізом напускну систему мас-спектрометра вакуумували до величин порядку $1 \cdot 10^{-3}$ Па.

**Відносна газонасиченість — приріст тиску в напускній системі мас-спектрометра (відносно залишкового тиску порядку $1 \cdot 10^{-3}$ Па в ній), який створюється в результаті вивільнення летких компонентів (без урахування пари води, сорбованої на P₂O₅, поміщеному в напускну систему) із включень та закритих пор при подрібненні проби і може бути порівняльною величиною для однакових наважок.

***Відносна водонасиченість — відсотковий вміст пари води, сорбованої на P₂O₅, поміщеному в напускну систему, в загальному об'ємі вивільнених летких компонентів.

включень у мінералах рудних парагенезисів, а отже, газової фази флюїдів, визначається перевагою діоксиду вуглецю над азотом. За мінеральними асоціаціями і параметрами мінералоутворювальних флюїдів вивчені рудні парагенезиси є ближчими до руд продуктивних стадій мінералогенезису золотосрібного Мужієвського родовища, що визначається геолого-структурними особливостями рудовмісних структур і насамперед більшим ерозійним зрізом горсту власне Берегівського родовища.

1. Скакун Л. З., Матковський О. І., Гожик М. Ф., Ремешило Б. Г., Шклянка В. М. Золоте зруденіння Берегівського рудного поля (геолого-структурна позиція і мінералогічна типізація) // Золото в надрах України: Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. – Львів: Світ, 1992. – Вип. 11. – С. 128–145.
2. Матковський О. І., Решко М. Я., Шклянка В. М., Нечепуренко О. О. Карпатська золоторудна провінція // Наукові основи прогнозування, пошуків і оцінки родовищ золота: (Матеріали Міжнар. наук. конф., Львів, 27–30 верес. 1999 р.) – Львів: ВЦ ЛДУ ім. Івана Франка, 1999. – С. 81–83.
3. Дяків В. О., Матковський О. І., Матвійшин З. Г. Типоморфні особливості кварцу Берегівського рудного району Закарпаття (історія вивчення та напрямки подальших досліджень) // Мінерал. зб. – 1999. – № 49, вип. 2. – С. 125–134.
4. Kalyuzhnyi V. A., Kovalishin Z. I., Naumko I. M. Fluid inclusions research as a basis for genetic classification of gold deposits in the Ukrainian Carpathians // Carpathian-Balkan Geological Association. XVI Congress: Abstracts (Vienna, Aug. 30th to Sept. 2th, 1998). – Vienna, 1998. – P. 260.
5. Матковський О., Квасниця В., Наушко І. та ін. Мінерали Українських Карпат. Силікати / Гол. ред. О. Матковський. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2011. – 520 с.
6. Григорчук Г. Ю. Локалізація золото-поліметалевих родовищ у розломно-блокових парагенезисах Берегівського рудного району. – Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. – Львів: Видав. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. – Вип. 20. – С. 36–43.
7. Григорьев Д. П. Онтогенія мінералов. – Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1961. – 281 с.
8. Каложный В. А. Основы учения о минералообразующих флюидах. – Киев: Наук. думка, 1982. – 240 с.
9. Наушко І. М. Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів): Автореф. дис. ... д-ра геол. наук: 04.00.02 / ІГГГК НАН України. – Львів, 2006. – 52 с.
10. Ковалішин З. І., Братусь М. Д. Флюїдний режим гидротермальних процесів Закарпаття. – Киев: Наук. думка, 1984. – 100 с.
11. Наушко І., Ковалішин З., Матвійшин З. Типоморфні ознаки флюїдних включень золотовмісних парагенезисів рудоносних штокверкових тіл Берегівського рудного поля (Закарпаття) // Мінерал. зб. – 2003. – № 53, вип. 1./2. – С. 70–78.
12. Наушко І., Каложный В., Сворень Й. та ін. Флюїди постседиментогенних процесів в осадових і осадково-вулканогенних верствах південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи і прилеглих геоструктур (за включеннями у мінералах) // Геологія і геохімія горюч. копалин. – 2007. – № 4. – С. 63–94.
13. Витык М. О. Эволюция гидротермальных минералообразующих растворов на Береговском рудном поле (Закарпатье): Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук: 04.00.02 / ИГГГИ АН УССР. – Львов, 1990. – 19 с.
14. Vityk M. O., Krouse H. R., Skakun L. Z. Fluid evolution and mineral formation in the Beregovo gold-base metal deposit, Transcarpathia, Ukraine // Econ. Geol. – 1994. – **89**, No 3. – P. 547–565.
15. Скакун Л. З. Мінералого-генетична модель Мужієвського золото-поліметалічного родовища (Закарпаття): Автореф. дис. ... канд. геол.-мінерал. наук: 04.00.20 / ЛНУ ім. Івана Франка. – Львів, 1994. – 22 с.

Інститут геології і геохімії горючих копалин
НАН України, Львів
Закарпатська геологорозвідувальна експедиція
ДП “Західукргеологія”
НАК “Надра України”, Берегове

Надійшло до редакції 22.04.2013

И. М. Наумко, З. Г. Матвишин, Л. Ф. Телепко, Б. Э. Сахно,
Р. В. Хомутник

О минералого-генетических особенностях рудных парагенезисов северной периферической части Береговского месторождения (Закарпатье)

На основании изучения парагенезисов минералов и флюидных включений в кварце, сфалерите, барите, флюорите и кальците жильных образований воспроизведены условия процессов минералогенезиса северной периферической части Береговского золотополиметаллического месторождения. Оптимальный температурный интервал рудообразования составляет 240–210 °С. В составе летучих компонентов флюидных включений в минералах рудных парагенезисов диоксид углерода преобладает над азотом. По минеральным ассоциациям и параметрам минералообразующих флюидов изученные рудные парагенезисы ближе к рудам продуктивных стадий золотосеребряного Мужиевского месторождения, что определяется геолого-структурными особенностями рудоносных структур, в первую очередь большим эрозионным срезом горста собственно Береговского месторождения.

I. M. Naumko, Z. H. Matviyishyn, L. F. Telepko, B. E. Sakhno,
R. V. Khomutnyk

On the mineralogical genetic peculiarities of the ore parageneses of the northern outlying area of the Berehovo field (Transcarpathia)

Data obtained on the mineral parageneses and fluid inclusions in quartz, sphalerite, barite, fluorite, and calcite of vein formations allow us to reconstruct conditions of mineragenesis processes in the northern peripheral part of the Berehovo gold-polymetallic field. The optimum temperature interval of the ore-formation is 240–210 °C. Carbon dioxide predominates over nitrogen in the composition of the volatile components of fluid inclusions in minerals of ore parageneses. According to mineral associations and parameters of mineral-forming fluids, the studied ore parageneses are closer to those of ores of the productive stages of the Muzhiyevovo gold-silver field that is caused by geological-structure peculiarities of ore-bearing structures, mainly by a greater erosional shearing of the horst of the Berehovo field.