

УДК 549.283.553.411(477.61)

## ЗОЛОТОВМІСНИЙ МІНЕРАЛЬНИЙ ПАРАГЕНЕЗИС У РУДАХ БОБРИКІВСЬКОГО РОДОВИЩА

О. Цабан, Л. Скакун, О. Литвинович, Р. Серкіз

*Львівський національний університет імені Івана Франка  
79005 м. Львів, вул. Грушевського, 4  
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Наведено результати детальних мінералогічних досліджень золотовмісного парагенезису в рудах Бобріківського родовища. З'ясовано, що золото парагенетично пов'язане з буланжеритом, тетраедритом і галенітом. Рудоформувальний флюїд на кінцевій стадії рудоутворення був збагачений нікелем, кобальтом і золотом, мав високу активність арсену й низьку – сірки. Формування золотовмісного парагенезису відбувалось у відновному середовищі й за підвищеної лужності рудоформувального флюїду за середньої температури.

*Ключові слова:* самородне золото, золотовмісний парагенезис, буланжерит, тетраедрит, герсдорфіт, реакційні співвідношення, Донбас.

Щодо мезотермальних родовищ домінують уявлення про двостадійну схему нагромадження золота: перша стадія – наявність тонкорозсіяного золота в ранніх агрегатах піриту й арсенопіриту; на другій стадії золото перебуває у вільному стані в пізніх мінеральних агрегатах [17, 21]. Подібну схему нагромадження золота пропонують і для Бобріківського родовища [6, 9, 12]. Раніше з'ясовано, що головними мінералами-концентраторами золота на родовищі є пірит і арсенопірит [7]. За В.О. Шумлянським [12], у піриті й арсенопіриті Бобріківського родовища золото перебуває у вигляді тонкорозсіяних вкраплень. У жилах і прожилках, виповнених продуктами наступної мінеральної асоціації, видиме золото (до 0,2 мм) простежене в піриті, кварці, сидериті й арсенопіриті. Кінцевій мінеральній асоціації властиві укрупнення самородного золота (до 2 мм) і тісний парагенетичний зв'язок металу з галенітом, фрейбергітом і герсдорфітом [4].

Під час детальних мікроскопічних досліджень ми не виявили сингенних виділень видимого золота в ранніх агрегатах піриту й арсенопіриту. Дані мікрозондового рентгеноспектрального аналізу дають змогу стверджувати, що в цих агрегатах нема золота й у вигляді ізоморфних домішок. Проте виявлено парагенетичний зв'язок золота з буланжеритом, тетраедритом і галенітом у межах мінеральної асоціації, сформованої на завершальній стадії процесу мінералоутворення.

Бобріківське родовище приурочене до однойменної антикліналі, утвореної відкладами амвросіївської світи  $C_2^0$ . В апікальній частині структури під четвертинні відклади виходять низи цієї світи, а можливо, і верхи  $C_1^4$ . Розріз складений переважно чорними аргілітами, по-різному алевритистими. Вісь антикліналі має напрям північний захід–південний схід, на перикліналях – субширотний, з огляду на що структура має вигляд S-подібної складки. У поперечному розрізі антикліналь слаб-

ко асиметрична: південно-західне крило падає під кутом  $50^\circ$ , а північно-східне – під кутом  $40^\circ$ , виположуючись далі на північний схід до  $30\text{--}10^\circ$  [7].

Така будова антикліналі зумовила широкий розвиток у південно-західному крилі синскладчастих тріщин сколювання, які падають під кутом  $50^\circ$  у напрямі осьової площини антикліналі, а також тріщин, нормальних до осі антикліналі. Система синскладчастих тріщин надалі зазнавала поновлення внаслідок зсуву вздовж осі антикліналі, який сформувався по серії спряжених швів північно-західного напрямку [1]. За 2 км на північний схід від родовища є велика аномалія теплового поля. Інтерпретація даних гравіметрії, виконана В.В. Гордієнко, дає змогу припустити, що ця аномалія зумовлена прихованою інтрузією, яка, вірогідно, досягає меж антикліналі [12]. Магматичні породи в корінному заляганні невідомі. Найближчі виходи лампрофірів міуського комплексу є в районі с. Новопавлівка, поблизу західного закінчення Нагольного кряжа, а також за 15 км на південь від смт Бобрикове [2].

Загалом у рудах вміст золота становить  $2\text{--}9$  г/т (в окремих пробах –  $40\text{--}106$  г/т), срібла – до  $320$  г/т. Співвідношення Au:Ag у рудних тілах змінюється від 1:7 до 1:10 [13].

Мінеральні співвідношення в рудних агрегатах, а також особливості мікроскопічних виділень золота в мінеральних агрегатах ми вивчали в полірованих взірцях методом рудної мікроскопії.

Хімічний склад мінералів проаналізовано з використанням енергодисперсного спектроаналізатора Link AN 10/55S на базі JSM-T220A з Si(Li)-детектором (роздільна здатність  $148$  eV) (аналітик Р. Серкіз). Для цього використано аналітичні лінії  $K_\alpha$  для Fe, Cu, Zn, Ni, Co, S та As;  $M_\alpha$  – для Au та Pb;  $L_\alpha$  – для Ag та Sb. Межі виявлення Cu, Ag, S та Sb оцінено як  $\sim 0,04$  мас. %, Fe та Zn – як  $\sim 0,05$ , As та Pb – як  $\sim 0,1$  мас. %.

**Загальна схема послідовності мінералоутворення на Бобриківському родовищі.** На підставі результатів комплексних мінералогічних досліджень (методи оптичної рудної мікроскопії, структурне травлення, визначення термо-е.р.с., мікронзондовий рентгеноспектральний аналіз) ми запропонували таку схему процесу мінералоутворення в рудних тілах Бобриківського золоторудного родовища.

**Перша стадія.** Сингенні вкраплення піриту й арсенопіриту або самостійні агрегати кожного мінералу в кварцових чи кварц-карбонатних прожилках тріщин осьового кліважу [11]. Такі дані узгоджуються з працями [5, 7, 12], а І.П. Щербань зі співавт. [14] трактують ці жили як центральні частини метасоматичної зональності лиственітів-березитів.

**Друга стадія.** Апатит + сидерит. Синдеформаційні паралельно-тичкуваті карбонатні агрегати. Їхня внутрішня будова містить ознаки багаторазового привідкривання одних і тих самих тріщин, що свідчить про незмінність плану деформацій. Часто карбонати розвиваються в “тінях тиску” навколо метакристалів піриту й арсенопіриту першої стадії. Апатит трапляється у вигляді видовжених індивідів у складі карбонатних агрегатів. У апатиті й сидериті наявні дрібні (до  $5$  мкм) зерна монациту  $(\text{Ce,La,Nd})[\text{PO}_4]$  і ксенотиму  $(\text{Y,Yb,Ho})[\text{PO}_4]$ .

Детальні мікроскопічні дослідження співвідношень мінералів у полірованих шліфах дали змогу з'ясувати, що подальше ускладнення мінерального складу жил відбувалось унаслідок внутрішньожильного метасоматозу й заміщення раніше утворених мінералів новими.

**Третя стадія** мінералоутворення була тривалою в часі, що дає змогу розділити її на три мінеральні парагенезиси, які поступово змінювали один одного.

**Перший** – сфалерит + галеніт + піротин + пірит ± арсенопірит + анкерит + кварц. На підставі даних мікроскопічних досліджень визначено, що формування парагенезису почалося з осадження сфалериту, згодом разом зі сфалеритом почав кристалізуватись галеніт, а через деякий проміжок часу, на завершальному етапі осадження сфалериту, – піротин.

**Другий** – формування халькопіриту, яке відбувалось шляхом заміщення піротину. Крім того, халькопірит трапляється у сфалериті у вигляді емульсійних вкраплень.

**Третій** – утворення фрейбергіту по халькопіриту.

У працях [7, 13] до цієї стадії зачислено бляклу руду і золото. Дані мікрозондового рентгеноспектрального аналізу дали змогу виокремити з ряду бляклих руд фрейбергіт і тетраедрит. На підставі співвідношень між мінералами ми дійшли висновку, що формування тетраедриту і фрейбергіту відокремлене в часі: тетраедрит разом з золотом належать до наступної стадії мінералоутворення.

**Четверта стадія.** Тетраедрит + буланжерит + золото + галеніт + герсдорфіт + арсенистий пірит + кварц. Мінеральна асоціація представлена самостійними прожилками, однак часто наявна і в жилах, складених мінералами попередньої асоціації. Причиною цього, вірогідно, є привідкривання тріщин, які вміщували ранні жили. Вперше золотовмісну герсдорфіт-фрейбергітову асоціацію виділив В.О. Шумлянський [12]; за його даними, вона представлена кварцом, сидеритом, піритом, сфалеритом, галенітом, тетраедритом, фрейбергітом, герсдорфітом і самородним золотом та розвинута на родовищі в межах нижнього рудного ярусу (глибше 570 м) [4]. За нашими даними, мінерали останньої стадії однаково поширені на всіх рівнях родовища.

**Особливості мінерального складу золотовмісного парагенезису.** Для детального визначення мінерального складу асоціації зроблено мікрозондовий аналіз десяти взірців, унаслідок чого виявлено герсдорфіт, тетраедрит, полібазит та збагачений As і Ni пірит. Характерною особливістю останньої мінеральної асоціації є реакційні взаємодії між мінералами, які її утворюють. Наприклад, унаслідок заміщення фрейбергіту формується буланжерит з сингенними виділеннями золота, на межі буланжериту та фрейбергіту відкладаються галеніт, полібазит і тетраедрит. Навколо піриту й реліктів халькопіриту формуються реакційні облямівки герсдорфіту. Детальна характеристика мінералів золотовмісного парагенезису наведена нижче.

**Блякла руда** виповнює тріщинки в мінералах попередніх мінеральних асоціацій. На рис. 1 видно заміщення халькопіриту срібловмісною бляклою рудою – фрейбергітом. Блякла руда має широкий діапазон хімічного складу: майже завжди є домішки Zn та Fe у кількості до 8 та ~3 ат. %, відповідно, 2,6 та ~1 формульні одиниці (рис. 2). За співвідношенням As/Sb та високим вмістом Ag (до 10 ат. % – 3,5 формульні одиниці) бляклі руди відповідають фрейбергіту, окрім тих випадків, де поблизу фрейбергіту трапляється інша срібловмісна фаза – полібазит (рис. 3), тоді блякла руда не містить Ag і за складом відповідає чистому тетраедриту.

**Буланжерит** виповнює тріщинки в мінералах попередніх мінеральних асоціацій – піриті, арсенопіриті, галеніті та сфалериті; формується внаслідок заміщення фрейбергіту (рис. 4). Нерідко в буланжериті трапляються сингенні виділення самородного золота (рис. 5).

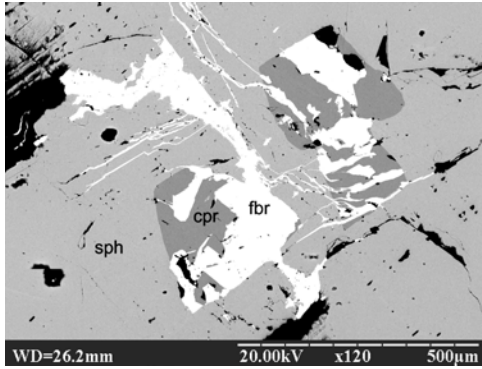


Рис. 1. Заміщення халькопіриту (cpr) фрейбергітом (fbr); св. 2Т, гл. 94 м.

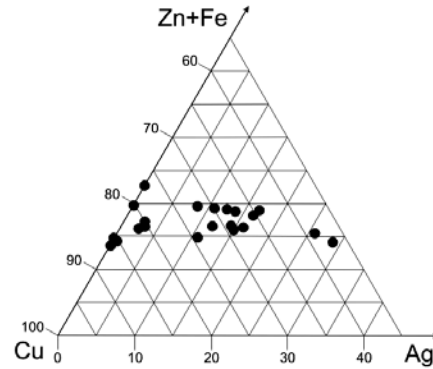


Рис. 2. Діаграма хімічного складу бляклих руд Бобриківського родовища.

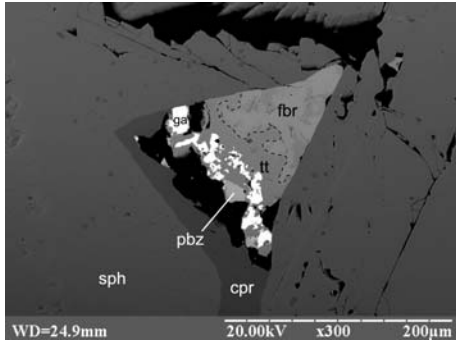


Рис. 3. Розвиток тетраедриту (tt) і полібазиту (pbz) по фрейбергіту (fbr); св. 2Т, гл. 94 м.

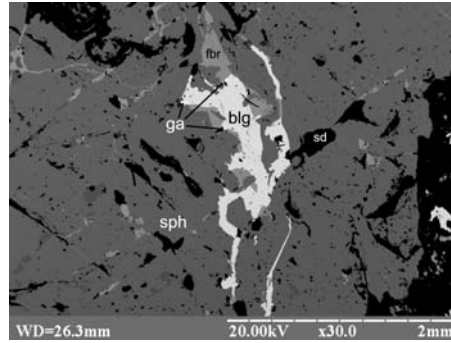


Рис. 4. Заміщення фрейбергіту (fbr) буланжеритом (blg); св. 2Т, гл. 94 м.

*Галеніт* цієї асоціації формує реакційні виділення неправильної форми; трапляється переважно на межі буланжериту й тетраедриту, в цій самій позиції ми помітили полібазит (уперше на родовищі) (рис. 6). Крім того, галеніт простежено в асоціації з герсдорфітом (рис. 7).

*Герсдорфіту* властиві виділення неправильної форми. Він розвивається в тісній асоціації з халькопіритом, арсенистим піритом і кварцом, формуючи реакційні облямівки навколо халькопіриту й піриту (рис. 8). Герсдорфіт трапляється як у рудних прожилках, так і у вмісних породах. Він неоднорідний за складом. На діаграмі складу герсдорфіту (рис. 9) виділені збагачені Fe та Co різновиди.

*Пірит* цієї асоціації наявний переважно з герсдорфітом (див. рис. 8) і має зональну будову (рис. 10), яка зумовлена домішками As (до 3,4 ат. %) та Ni (до 1,9 ат. %) (табл. 1). Простежено пряму залежність між вмістом Ni та As в піриті (рис. 11).

*Золото* цієї асоціації перебуває у тісному зв'язку з буланжеритом, галенітом і бляклою рудою (рис. 12). У ньому високий вміст Ag (Au:Ag = 2:1) (табл. 2). Пробність золота 665–685.

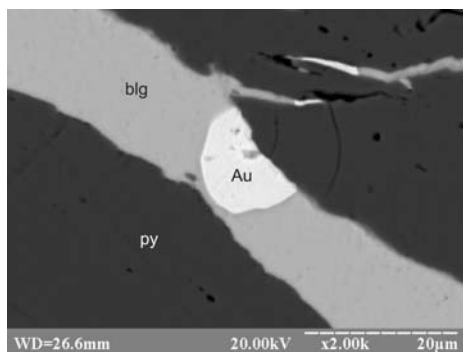


Рис. 5. Сингенні виділення золота (Au) в буланжериті (blg); св. 2Т, гл. 94 м.

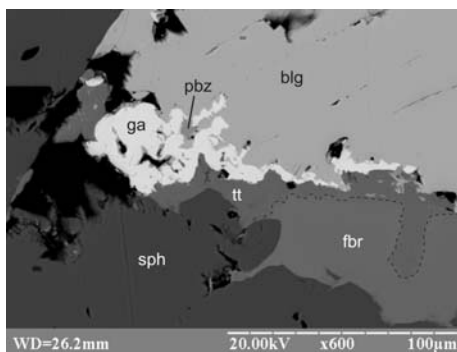


Рис. 6. Реакційне виділення галеніту (ga), полібазиту (pbz) й тетраедриту (tt) на контакті буланжерити (blg) і фрейбергіту (fbr); св. 2Т, гл. 94 м.

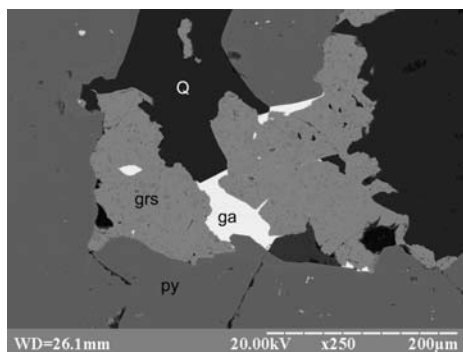


Рис. 7. Галеніт (ga) в асоціації з герсдорфітом (grs); св. 634, гл. 303 м.

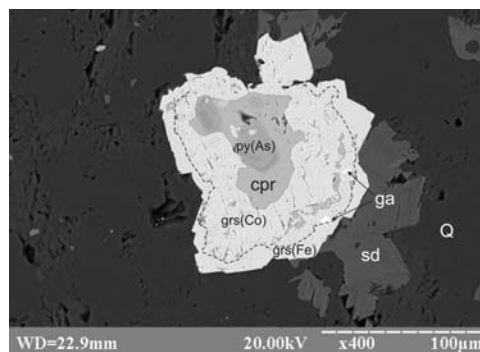


Рис. 8. Реакційна облямівка герсдорфіту (grs) навколо реліктів халькопіриту (cpr) та арсеністого піриту (py As); св. 634, гл. 407 м.

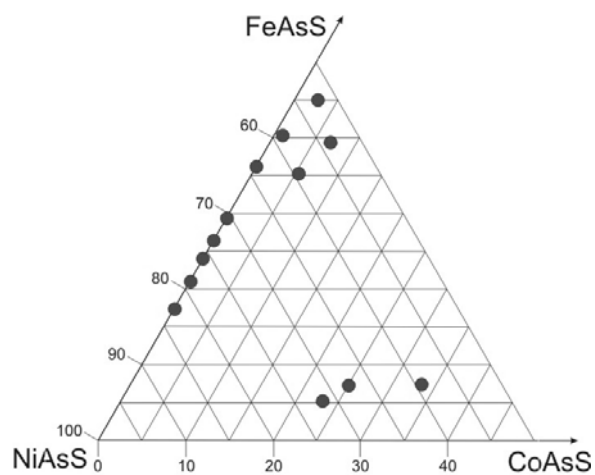


Рис. 9. Діаграма хімічного складу герсдорфіту з Бобріківського родовища.

Таблиця 1

Результати мікрзондового аналізу піриту з золотовмісного парагенезису на Бобріківському родовищі, мас. %

Елемент	Номер проби						
	634/303-1	634/303-2	634/303-3	634/303-4	634/303-5	634/407-7	634/407-10
S	52,42	48,85	48,87	52,06	49,63	49,87	50,64
Fe	46,29	42,80	42,97	45,91	42,31	42,74	36,21
Ni	0,27	1,91	2,68	0,51	1,78	1,02	0,46
As	0,01	3,59	6,26	1,14	6,07	1,15	2,38
Сума	99,00	97,16	100,78	99,63	99,80	94,78	89,69

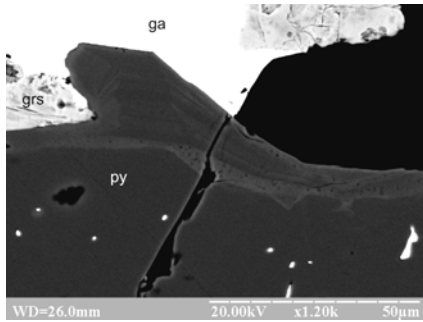


Рис. 10. Зональна будова піриту (py) з золотовмісного парагенезису; св. 634, гл. 303 м.

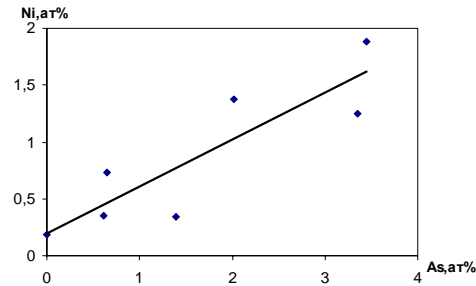


Рис. 11. Залежність вмісту Ni та As в піриті з золотовмісної асоціації.

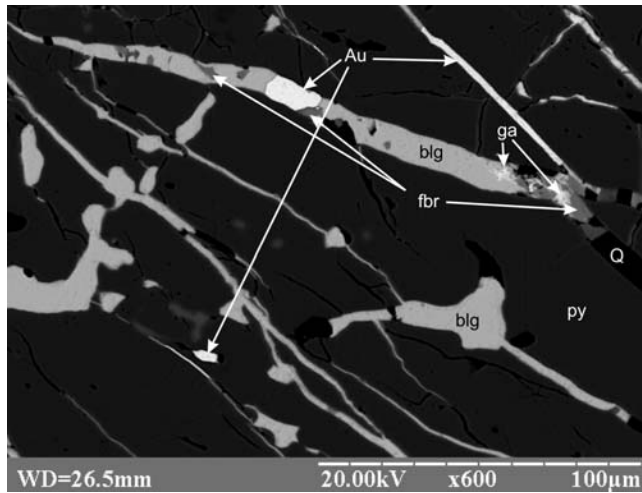


Рис. 12. Золото-буланжерит-блякла руда-галенітова асоціація; св. 2Т, гл. 94 м.

**Особливості формування золотовмісної мінеральної асоціації.** Характерною особливістю формування мінеральних агрегатів четвертої стадії мінералоутворення є реакційні співвідношення між мінералами, які її утворюють. На підставі цього ми зобразили співвідношення між мінералами цієї асоціації у вигляді схеми (рис. 13).

Таблиця 2

Склад золота з асоціації сульфосолей за результатами мікрозондового аналізу, мас. %

Елемент	Номер проби			
	2Т/94-8	2Т/94-9	2Т/94-10	2Т94-11
Fe	0,08	0,46	0,13	0,41
Cu	0,03	0,01	0,00	0,00
Zn	0,01	0,02	0,00	0,00
Ag	24,43	25,54	23,89	22,74
Au	53,60	52,16	52,11	50,46
Сума	78,16	78,20	76,12	73,61

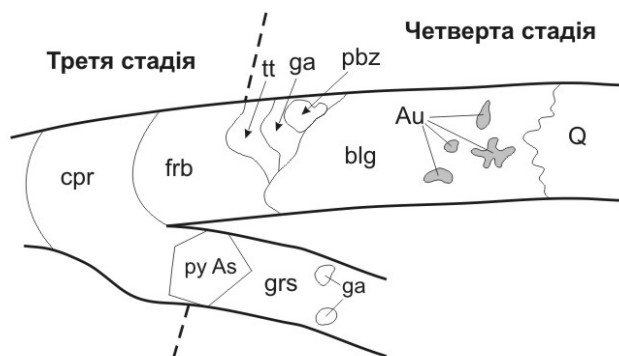


Рис. 13. Реакційні співвідношення між мінералами золотовмісного парагенезису.

Передумовою формування асоціації на завершальному етапі третьої стадії є осадження фрейбергіту в тріщинах, що виникли внаслідок крихкої деформації. Фрейбергіт інтенсивно розвивається по халькопіриту, що можна пояснити ізоструктурністю бляклих руд і халькопіриту. Це поширене явище в рудах багатьох поліметалевих родовищ. Як засвідчують численні дослідження [8, 10 та ін.], переважання Sb над As у бляклих рудах є ознакою лужності мінералоутворювальних флюїдів і відновних умов рудогенезу, що пов'язане з різною стійкістю комплексів  $(AsS_3)^{3-}$  і  $(SbS_3)^{3-}$  у разі зміни pH і Eh мінералоутворення. На підставі співвідношення As і Sb у тетраедриті Бобріківського родовища можна констатувати, що вони формувалися з лужних розчинів завершальних стадій рудоутворення за відновних умов.

Галеніт і полібазит формуються на межі буланжериту й бляклої руди. У цьому випадку поблизу галеніту склад бляклої руди відповідає чистому тетраедриту, а на певній відстані від нього – срібловмісній бляклій руді – фрейбергіту (див. рис. 3, 6).

Герсдорфіт є нерівноважною фазою в рудах Бобріківського родовища. Він формує реакційні облямівки навколо піриту й халькопіриту (рис. 14). У розчині, з якого осаджувався герсдорфіт, була висока активність As, Ni, Co і низька активність S. Висока активність As у флюїді спричиняє високий вміст As і Ni в мінералах, які формуються [16]. Параметри цього розчину були різко нерівноважні з попередніми мінеральними фазами. Тому під час його взаємодії з піритом (пірит роз-

чинявся) відбувалось збагачення розчину S і вилучення з нього As. Унаслідок цього осаджувались герсдорфіт і пірит, збагачений Ni й As, які формували облямівки навколо первинних зерен піриту (рис. 15). Такий механізм формування герсдорфіту описаний на родовищах Сан Хуан де План [16] та Крещенція в Іспанії [15], а також Талнотрі (Південно-Західна Шотландія) [20]. У мінеральних асоціаціях цих родовищ відображено текстурні й геохімічні особливості, які свідчать про різке зниження температури наприкінці процесу та високу активність компонентів у мінералоутворювальному середовищі [18]. Описані вище форми виділень не є типовими для герсдорфіту, який за високої температури формує здебільшого добре огранені індивіди [3, 19].

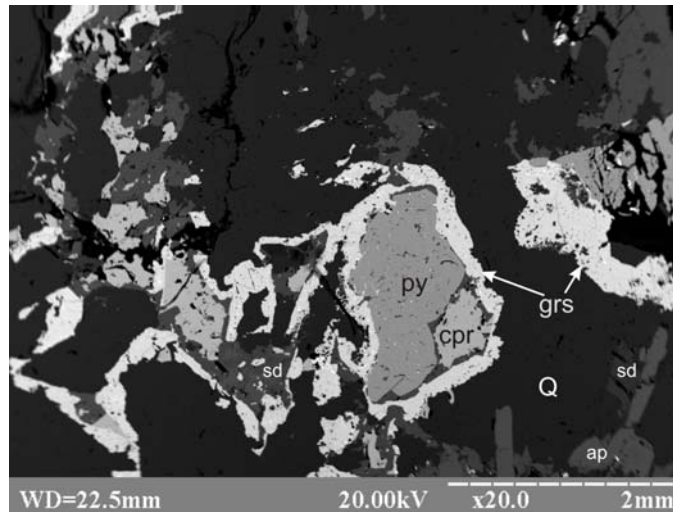


Рис. 14. Реакційні облямівки герсдорфіту (grs); св. 634, гл. 407 м.

Зазначимо, що герсдорфіт із вмісних порід Бобріківського родовища має високий вміст Co (до 11 ат. %), тоді як герсдорфіт з рудних прожилків – незначний (до 1 ат. %). Вірогідно, це пов’язано з різною поведінкою Co та Ni в процесі осадження герсдорфіту: вони почали одночасно виходити з розчину, проте осадження головної частини Co припало на вмісні породи, а Ni рівномірно розподілився як у вмісній породі, так і в рудних прожилках. Під час формування герсдорфіту пірит поступово розчинявся і в кінці концентрація Fe зросла до 15 ат. %, тому герсдорфіт виявляє зональну будову: периферійні ділянки його виділень збагачені залізом, тоді як центральні ділянки заліза не містять. Наявність бляклих руд і полібазиту в складі золотовмісної асоціації свідчить про середню температуру її формування. На підставі хімічного складу бляклих руд можна припустити, що розчин мав слабколужну реакцію [10].

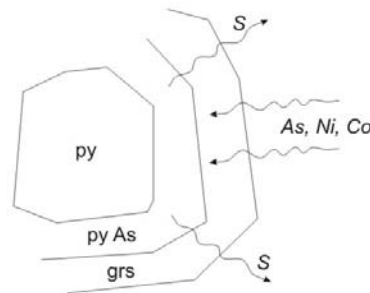


Рис. 15. Схема формування герсдорфіту та арсенистого піриту на Бобріківському родовищі.



Отже, зіставлення досліджуваних структур мінеральних агрегатів, співвідношень та особливостей хімічного складу мінералів золотовмісної асоціації дає змогу зробити такі висновки:

рудоформувальний флюїд на завершальній стадії рудоутворення був збагачений нікелем, кобальтом і золотом. Формування мінералів золотовмісного парагенезису відбувалось у відновних умовах за підвищеної лужності рудоформувального флюїду та за середньої температури;

активність арсену в розчині була високою, а сірки – низькою;

унаслідок перерозподілу срібла в системі утворилась фаза полібазиту;

формування герсдорфітових облямівок унаслідок розчинення раніше утвореного піриту свідчить про різко нерівноважні умови розчину щодо мінералів попередніх мінеральних асоціацій.

1. *Беличенко П.В., Гинтов О.Б., Емец Е.С.* и др. Тектонофизическая модель формирования Бобриковского золоторудного месторождения (Донбасс) // Геофиз. журн. 1997. Т. 19. № 5. С. 43–57.
2. *Бобров О.Б., Сіворонов А.О., Гурський Д.С.* та ін. Геолого-генетична типізація золоторудних родовищ. К., 2004.
3. *Годовиков А.А.* Минералогия. М., 1983.
4. *Дудар Т.В., Шумлянський В.А.* Золотосодержащая герсдорфит-фрейбергитовая минеральная ассоциация нижнего яруса Бобриковского месторождения // Доп. НАН України. 1999. № 3. С. 124–127.
5. *Кузнецов Ю.А., Гуревич Д.В., Кулик Ж.В., Савиченко Я.В.* К характеристике физико-химических условий минералообразования рудных месторождений Нагольного кряжа // Вопр. геохимии, минералогии, петрологии и рудообразования. Киев, 1974. С. 87–90.
6. *Кузнецов Ю.А., Кузнецова С.В., Резников А.И.* Некоторые вопросы рудоносности Бобриковского рудопроявления в Нагольном кряже (Донбасс) // Вопр. геохимии, минералогии, петрологии и рудообразования. Киев, 1974. С. 36–38.
7. *Лазаренко Е.К., Панов Б.С., Груба В.И.* Минералогия Донецкого бассейна. Ч. 1. Киев, 1975.
8. *Мозгова Н.Н., Цетин Ф.И.* Блеклые руды. М., 1983.
9. *Резников А.И., Прилипа Ю.А., Шульга А.Ф., Цыма Н.Т.* Отчет о поисковых работах на золото в Донбассе (Нагольный кряж) 1976–1980: В 6 т. Т. 1. Ворошиловград, 1980.
10. *Сахарова М.С.* О зависимости химического состава блеклых руд от условий рудообразования // Очерки геохимии эндогенных и гипергенных процессов. М., 1966. С. 109–118.
11. *Цабан О., Скакун Л., Литвинович О., Середяк Р.* Відображення деформацій у будові мінеральних агрегатів Бобриківського золоторудного родовища // Мінерал. зб. 2006. № 56. Вип. 1–2. С. 67–75.
12. *Шумлянський В.А., Демихов Ю.Н., Деревская Е.И.* и др. Геолого-генетическая модель Бобриковского золото-полиметаллического месторождения // Геол. журн. 1994. № 3. С. 95–106.

13. Шумлянський В.О., Деревська К.І., Дудар Т.В. та ін. Літогенез і гіпогенне рудоутворення в осадових товщах України // Наук. праці Ін-ту фундаментальних досліджень. 2003. Вип. 6.
14. Щербань І.П., Копьлова Л.В., Шевченко В.И. Околорудные метасоматиты континентальных рифтогенных структур. М., 1985.
15. Fanlo I., Subias I., Gervilla F., Manuel J. Textures and compositional variability in gersdorffite from the Crescencia Ni-(Co-U) showing, Central Pyrenees, Spain: primary deposition or re-equilibration? // Can. Miner. 2006. Vol. 44. P. 1513–1528.
16. Fanlo I., Subias I., Gervilla F. et al. The composition of Co-Ni-Fe sulfarsenides, diarsenides and triarsenides from the Juan de Plan deposit, Central Pyrenees, Spain // Can. Miner. 2004. Vol. 42. P. 1221–1240.
17. Groves D.I., Goldfarb R.J., Robert F., Hart C.J.R. Gold deposits in metamorphic belts: overview of current understanding, outstanding problems, future research, and exploration significance // Econ. Geol. 2003. Vol. 98. P. 1–29.
18. Hem S. Solid solutions in the Fe-Co-Ni-As-S system // Chem. Geol. 2006. Vol. 225. P. 291–303.
19. Hem S.R., Makovicki E. The system Fe-Co-Ni-As-S. I. Phase relations in the (Fe,Co,Ni)As<sub>0.5</sub>S<sub>1.5</sub> sections at 650 and 500 °C // Can. Miner. 2004. Vol. 42. P. 43–62.
20. Power M.R., Pirrie D., Jedwab J., Stanley C.J. Platinum-group element mineralization in an As-rich magmatic sulphide system, Talnootry, southwest Scotland // Miner. Mag. 2004. Vol. 68. N 2. P. 395–411.
21. Ridley J.R., Diamond L.W. Fluid chemistry of orogenic lode gold deposits and implications for genetic models // Rev. Econ. Geol. Vol. 13. P. 141–162.

#### GOLD-BEARING MINERAL PARAGENESIS IN THE ORES OF THE BOBRYKOVE DEPOSIT

O. Tsaban, L. Skakun, O. Lytvynovych, R. Serkiz

*Ivan Franko National University of Lviv  
Hrushevskogo St. 4, UA – 79005 Lviv, Ukraine  
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

The results of the detailed mineralogical investigations of gold-bearing paragenesis in ores of the Bobrykove deposit have been presented. It is elucidated, that gold is in close paragenesis with boulangerite, tetrahedrite and galena. Ore-forming fluid at the last stage of process was enriched in Ni, Co and Au and had high chemical activity of As and low activity of S. The gold-bearing paragenesis formed in reducing environment and higher alkalinity at medium temperature.

*Key words:* native gold, gold-bearing paragenesis, boulangerite, tetrahedrite, gersdorffite, reaction relationship, Donbas.

Стаття надійшла до редколегії 28.05.2007

Прийнята до друку 26.06.2007