

УДК 553.4:551.311.231(477)

ЗОЛОТО, МІДЬ І СРІБЛО В КОРИ ЗВІТРЮВАННЯ РУДОНОСНИХ ПОРІД РОДОВИЩА БАЛКА ШИРОКА

М. Ковальчук, Ю. Крошко, О. Шестаков

*Інститут геологічних наук НАН України,
вул. Олеся Гончара, 55б, 01601 м. Київ, Україна
E-mail: kms1964@ukr.net
tamagoji.79@mail.ru
olshes@i.ua*

На родовищі Балка Широка рудні поклади й мінералізовані зони розвинуті в різних за віком, генезисом, складом породах – від ультраосновних до кислих, серед як інтрузивних, так і ефузивних утворень. Золоторудні тіла й мінералізовані зони супроводжують ореоли гідротермально-метасоматично змінених порід. Руди золота пов'язані, головню, з сульфідно-поліметалевою мінералізацією. У рудних покладах виявлено кореляційний зв'язок між золотом, міддю та сріблом. По золотоносних породах повсюди розвинута кора звітрювання. У зоні гіпергенезу сульфідів легко руйнуються, і золото, вивільнившись від сульфідів, переходить у міграційні форми й перерозподіляється в профілі кори звітрювання, утворюючи ореоли вторинного золотого збагачення. Завдяки мобілізованому золоту (яке мігрує, перерозподіляється, концентрується) відбувається багатостадійний процес природного збагачення кори звітрювання золотом та його елементами-супутниками. Комплексність аномалій золота і його супутників загалом відображає асоціацію елементів у кристалічному фундаменті, однак шляхи більшості з них в елювії розходяться.

Ключові слова: золото, мідь, срібло, кора звітрювання, вторинні ореоли збагачення, родовище золота Балка Широка, Середнє Придніпров'я.

Кори звітрювання як джерело золота вже давно приваблювали геологів. Однак під час вивчення ендегенних золоторудних проявів через уявлення, що історично склалися, високу хімічну інертність металу за екзогенних умов кори звітрювання трактували лише як сприятливий чинник для формування його розсипів та осадових родовищ. Після того, як з'ясували добру міграційну здатність золота в процесах короутворення, яке контролюване типом звітрювання, складом вихідних порід та низкою інших чинників, увага до вивчення золотоносності кір звітрювання значно зросла. Родовища золота в глинистих корах звітрювання становлять для України новий перспективний геолого-промисловий тип, оскільки на багатьох родовищах і рудопроявах золота України (Сергіївське, Балка Золота, Балка Широка, Юріївське, Майське, Клишівське, Бобринське, Чемерпільське, Полянецьке, Бакшинське, Савранське, Капітанівське й ін.) розвинута кора звітрювання, вміст золота у якій досягає промислових значень. Просторово-парагенетичне поєднання корінної та гіпергенної золотоносності робить такі об'єкти інвестиційно привабливими.

Родовище Балка Широка, яке вважають найперспективнішим у межах Чортомлицької зеленокам'яної структури Середнього Придніпров'я, розташоване в Нікопольському р-ні Дніпропетровської обл., за 5 км на північ від с. Чкалове. Геологічну

будову, рудно-формаційну, мінералогічну характеристику родовища Балка Широка, характеристику мінералів і мінеральних асоціацій у різні роки висвітлили в виробничих звітах та наукових працях І. Білоус, О. Бобров, С. Бондаренко, М. Кір'янов, А. Корнієнко, В. Монахов, С. Нечаєв, К. Ніколенко, М. Осадченко, В. Петько, С. Рокачов, Ю. Фомін та ін.

Ділянка родовища Балка Широка – це південно-західний фрагмент Широкобалкинської палеовулканічної структури, який оконтурений системою кільцевих дайок. Геологічний розріз родовища утворюють дві групи порід: ефузивні й інтрузивні. З ефузивних найбільше поширені метабазальти й метаандезити, які залягають у вигляді потужних потоків. Їх проривають дайки від ультраосновного до кислого складу. Залізисті кварцити, силікатно-залізисті й карбонатно-залізисті породи пов'язані з інтрузивними утвореннями, часто розташовані на їхніх контактах з ефузивною товщею.

Рудні поклади й мінералізовані зони розвинуті по всіх петротипах порід: від ультраосновних до кислих, серед як інтрузивних, так і ефузивних утворень [9]. Найсприятливішими для локалізації зруденіння є тіла залізистих кварцитів (фон – 36–113 г/т), карбонатно-залізистих і силікатно-залізистих порід, які були механічними й хімічними бар'єрами на шляхах міграції золотоносних гідротермальних розчинів. Золоторудні зони виявляються в породах як прояви дроблення, катаклазу, розсланцювання і брекчіювання, уздовж яких розвинуті окварцювання, карбонатизація та сульфідизація; їхня потужність – до 50 м [5, 9].

Золоторудні тіла й мінералізовані зони супроводжуються ореолами гідротермально-метасоматично (березит-лиственітового ряду) змінених порід, а також ореолами ендегенного розсіяння елементів-супутників золота (Ag, As, Cu, Pb, Zn, зрідка Mo і Bi).

Отже, на родовищі виявлене сингенетичне золоте зруденіння, яке приурочене до порід залізисто-кременистої формації і метаморфізованих осадово-вулканогенних утворень, та накладене епігенетичне, яке супроводжують метасоматичні зміни типу лиственітизації, проплітизації й березитизації.

За мінеральним складом руди золота поділяють на сім типів: золото-кварцовий, золото-сульфідно-кварцовий, золото-сульфідно-залізистий, золото-поліметалевий, золото-колчедановий, золото-кварц-пирит-арсенопиритовий, золото-срібно-поліметалевий. Кожному мінеральному типу руд відповідає самородне золото з відповідними типоморфними ознаками.

Активні детальні дослідження ендегенного золотого зруденіння на родовищі Балка Широка не охопили питань золотоносності палеозой-мезозойської площової кори хімічного звітрювання, яка повсюди залягає на золотоносних породах докембрію.

У корах звітрювання і зонах окиснення золотовмісних сульфідних руд зосереджені значні поклади гідрогенного золота, інтенсивно відбуваються процеси його мобілізації, міграції й концентрації (завдяки активній участі біосу і флювіальних процесів), що визначені окисно-відновним потенціалом та положенням рівня ґрунтових вод.

З огляду на переважний зв'язок золота з мінералами, які легко руйнуються в зоні гіпергенезу, цілком актуальним є дослідження перерозподілу золота в корі звітрювання рудовмісних порід та формування вторинних ореолів золотого збагачення.

Загальні риси зональності кори звітрювання та розподілу в ній золота і його елементів-супутників частково розглянуті в дисертаційній роботі О. Шестакова та його наукових працях зі співавторами [13].

Потужність палеозой-мезозойської площової кори хімічного звітрювання на окремих ділянках родовища Балка Широка досягає 83 м. Профіль кори звітрювання складається з таких зон: зона дезінтеграції і вилуговування (до 16 м); зона гідролізу (до 23 м); зона кінцевого гідролізу та окиснення (до 44 м) [13]. Забарвлення окремих зон і кори звітрювання загалом строкате (біле, ясно-сіре, сіре, червоно-жовте та ін.), зумовлене породами субстрату, по яких утворився елювій, і переважанням певних гіпергенних мінералів. Елювій складений головно уламками материнських порід, кварцом, гідрослюдою, гідрохлоритом, серицитом, каолінітом, гетитом, гідрогетитом, гематитом, сидеритом тощо. Видиме золото в корі звітрювання трапляється зрідка, однак в елювіальній товщі виявлено точки мінералізації і рудопрояви золота. Зокрема, у червоній гематитовій корі звітрювання (св. № 3276) розкрито “залізну шапку” над пластом залістих кварцитів з умістом золота у породі 6,0 г/т. У свердловинах КГК виявлено точки мінералізації (з умістом Au 0,1–0,5 г/т) та рудопрояви потужністю декілька метрів (з умістом Au понад 2,0 г/т).

Фактичним матеріалом досліджень слугували координати й опис свердловин, дані опробування свердловин на золото і його елементи-супутники. На підставі фактичного матеріалу ми побудували літогеохімічні колонки свердловин, які розкрили золотоносну кору звітрювання, та простежили розподіл Au, Cu і Ag у розрізі елювію. За допомогою математико-статистичних методів (пакет прикладних програм Statistica-5) і ГІС-технологій (Golden Software Surfer) визначено параметри статистичного розподілу значень вмісту цих елементів та коефіцієнти кореляції між ними в зонах профілю кори звітрювання (табл. 1, 2); з’ясовано розподіл вмісту елементів підгрупи міді у зонах профілю кори звітрювання (рис. 1); досліджено площовий і вертикальний розподіл золота в елювіальній товщі, а також визначено геохімічні бар’єри та їхні типи; створено структурно-літологічну модель золотоносної кори звітрювання в межах родовища – карту потужності кори звітрювання; карту зональності кори звітрювання; карти поверхонь підшови і поверхні кори звітрювання та її зон; карти розподілу Au, Cu й Ag в корі звітрювання і в окремих її зонах та ін.

На підставі отриманих результатів з’ясовано таке:

- поверхня кори звітрювання й окремих її зон ямчасто-горбиста, зумовлена петрографічною строкатістю порід субстрату та різною їхньою стійкістю до процесів гіпергенезу (рис. 2);
- наявність контрастних аномалій золота в розрізі (рис. 3.) та по латералі кори звітрювання свідчить про активну міграцію гідрогенного золота в профілі кори звітрювання;
- комплексність аномалій золота і його супутників загалом віддзеркалює асоціацію елементів у кристалічному фундаменті – аномалії Au супроводжуються аномаліями Ag, As, Cu, менше – Pb і Ni;
- у корі звітрювання статистично значущою серед елементів підгрупи міді є лише кореляція Cu і Ag в зоні дезінтеграції й вилуговування, зі збільшенням ступеня розкладання золоторудних порід кореляційні зв’язки між Au, Cu і Ag слабшають (див. табл. 2);
- аномалії золота в зоні дезінтеграції й вилуговування загалом збігаються за конфігурацією та інтенсивністю з ореолами, виявленими у материнських породах, і є їхнім продовженням, тобто успадкованими;
- аномалії Au в зонах початкового й кінцевого гідролізу утворилися внаслідок міграції гідрогенного золота в профілі кори звітрювання і його осадження на геохімічних бар’єрах;

Таблиця 1

Параметри статистичного розподілу значень вмісту елементів підгрупи міді в зонах профілю кори звітрювання на ділянці найбільшої концентрації рудних зон

Параметри	Елементи і зони (1–3)								
	Au, $k \cdot 10^{-6} \%$			Ag, $k \cdot 10^{-4} \%$			Cu, $k \cdot 10^{-3} \%$		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Кількість значень:									
загальна	29	120	22	29	118	21	29	118	21
аномальних	1	2	1	1	4	1	–	7	1
неаномальних	$\frac{3^*}{25}$	$\frac{28^*}{90}$	21	28	$\frac{29^*}{85}$	$\frac{3^*}{17}$	29	111	$\frac{15}{5}$
Точка поділу вибірки	0,04	0,02	–	$\frac{5^*}{23}$	1,374	0,03	–	–	11,80
Середнє значення, \bar{C} , %	–/2,60	–/1,80	3,75	–/0,28	–/0,14	–/0,34	8,50	6,80	$\frac{9,10}{17,00}$
Медіана, Me , %	–/1,30	–/1,10	2,30	–/0,17	–/0,10	–/0,15	7,54	6,30	$\frac{8,90}{17,00}$
Середньо-квадратичне відхилення (стандарт), σ	–/4,60	–/2,50	4,85	–/0,36	–/0,13	–/0,67	4,43	2,80	$\frac{1,90}{2,70}$
Показник асиметрії, A	–/0,79	–/0,64	0,44	–/0,33	–/0,69	–/0,56	–/0,63	–/1,40	$\frac{-1,30}{0,44}$
Показник ексцесу, E	–/–0,24	–/–0,76	–/0,71	–/–1,20	–/–0,99	–/–1,30	0,86	2,20	$\frac{-0,22}{-5,00}$
Коефіцієнт варіації, v , %	–/170	–/140	129	–/130	–/92	–/200	52,10	42	$\frac{21}{16}$
Верхня межа фону, ВМФ	–/7,30	–/4,30	8,60	–/0,64	–/0,27	–/1,00	13,30	10,00	$\frac{11,00}{20,00}$
Нижня межа аномалії, НМА	–/15,00	–/8,40	16,90	–/1,30	–/0,48	–/2,20	20,80	15,00	$\frac{15,00}{25,00}$

П р и м і т к а. Зони: 1 – кінцевого гідролізу; 2 – початкового гідролізу; 3 – дезінтеграції й вилуговування. Зірочкою позначено вміст, менший від межі чутливості аналізу (умовно – 0,00). У числительнику – значення для першої підвибірки, у знаменнику – для другої.

– на межі зон кори звітрювання відбувається зростання водневого показника рН; завдяки цьому виникає лужний геохімічний бар'єр, що спричиняє руйнування комплексу $[AuCl_4]^-$, у вигляді якого золото міститься у розчині [3, 6], та осадження металу на лужному геохімічному бар'єрі;

– наявність аномалій As (який не концентрується на лужному бар'єрі) та їхній взаємозв'язок з аномаліями Au зумовлені тим, що переважно сульфідний тип руд золоторудної мінералізації у кристалічному фундаменті спричиняє формування у корі звітрювання відновного геохімічного бар'єра (додатково до лужного), на кшталт того, який характерний для зон цементації сульфідних родовищ [11]; так виникає комбінований лужно-відновний геохімічний бар'єр, що можливо, згідно з рН–Еh-діаграмами сульфат-сульфідної рівноваги [1];

Таблиця 2

Матриці коефіцієнтів кореляції між елементами підгрупи міді в зонах профілю кори звітрювання центральної частини ділянки родовища Балка Широка (профілі 2 і 3)

Елементи	Au	Ag	Cu
Зона кінцевого гідролізу			
Au	1,000		
Ag	0,164	1,000	
Cu	0,035	0,195	1,000
Зона початкового гідролізу			
Au	1,000		
Ag	0,113	1,000	
Cu	0,074	0,173	1,000
Зона дезінтеграції та вилугування			
Au	1,000		
Ag	- 0,035	1,000	
Cu	- 0,052	0,543*	1,000

*Статистично значимий.

- у профілі кори звітрювання знизу вгору збільшується частка вільного золота і зв'язаного з оксидами, гідроксидами і глинистими мінералами, натомість зменшується частка металу, пов'язаного з сульфідами й іншими мінералами;
- у зоні кінцевого гідролізу аномалії золота утворилися на сорбційному бар'єрі внаслідок його сорбції глинистими мінералами та гідроксидами заліза з розчинів;
- строкатий петрографічний склад порід субстрату, різний літолого-мінеральний склад зон кори звітрювання та міграція елементів у профілі елювію зумовили мозаїчну картину золото-, мідє-, сріблоносності кори звітрювання загалом та окремих її зон, зокрема (рис. 4–6);
- аномалії Au, Cu, Ag просторово розрізнені в різних зонах кори звітрювання;
- у корі звітрювання сланців переважно збагачені золотом зона дезінтеграції й вилугування та зона кінцевого гідролізу; у корі звітрювання залізистих кварцитів найбільше збагачена золотом зона початкового гідролізу; у корі звітрювання порід основного складу золотоносність зменшується вгору за розрізом елювію, хоча іноді ореоли вторинного золотого збагачення формуються в зоні початкового гідролізу.

Отже, завдяки мобілізованому золоту (яке мігрує, перерозподіляється, концентрується) відбувається багатостадійний процес природного збагачення кори звітрювання. Золото концентрується завдяки збагаченню ним продуктів звітрювання внаслідок винесення рухомих петрогенних компонентів або концентрації гіпергенного золота (осадження з розчинів, випадіння колоїдів і тонкодисперсних золотинок, коагуляція золотоносних гелів, адсорбція золота на гідроксидах і оксидах заліза, мангану, гіпергенних мінералах, органіці, глинистих мінералах) на геохімічних бар'єрах у різних зонах профілю елювію з утворенням горизонтів вторинного золотого збагачення.

Перетворення мінералів-концентраторів золота відбувається практично в усіх зонах звітрювання, тому в кожній зоні існує джерело міграційного золота.

Золото, яке вивільнилося з гіпогенних мінералів, зазнає сорбування новоутвореними мінералами, співосаджується з ними на геохімічних бар'єрах або ж виноситься за межі профілю.

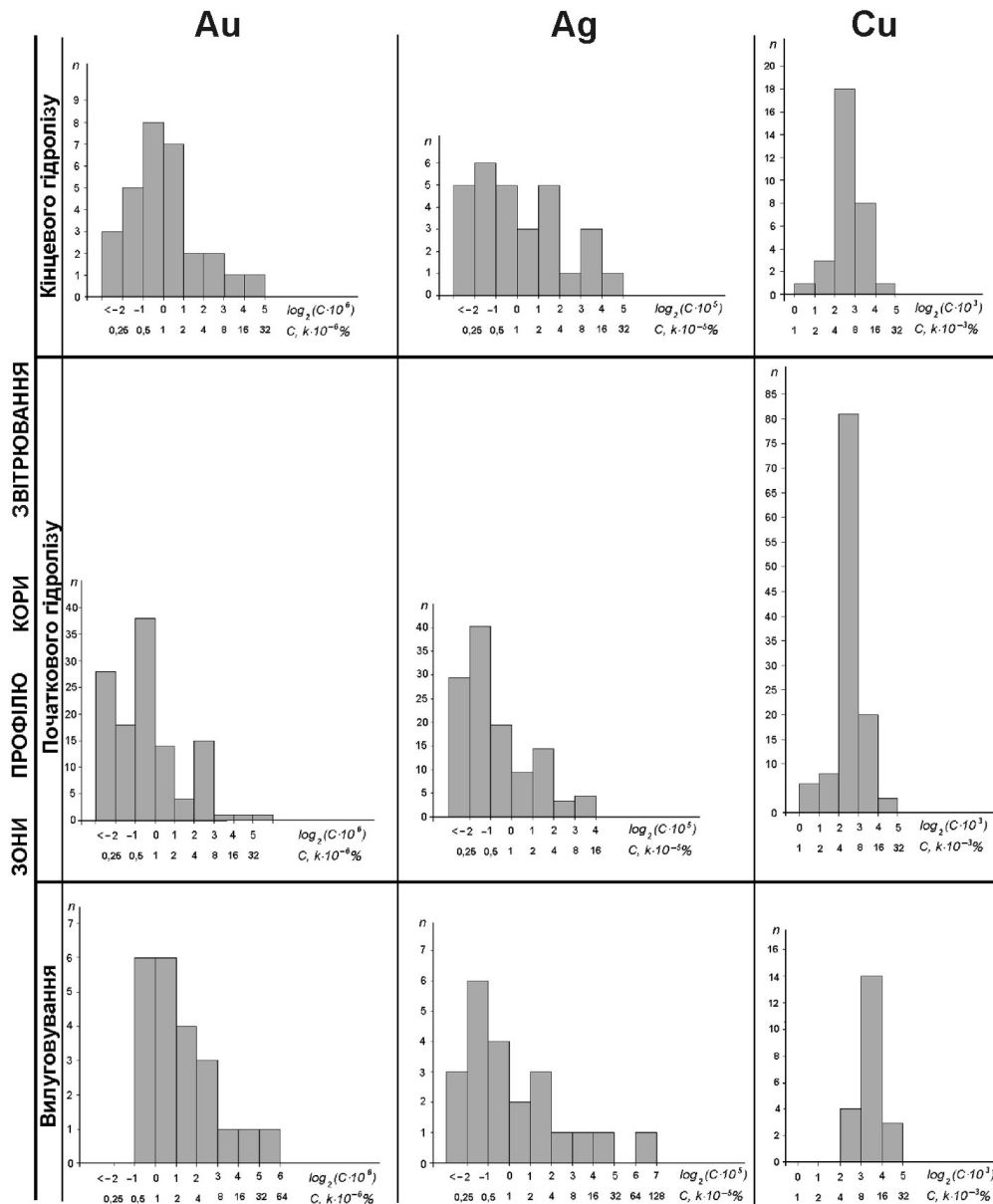


Рис. 1. Гістограми розподілу вмісту елементів підгрупи міді в зонах профілю кори звігрювання центральної частини ділянки золоторудного родовища Балка Широка (профілі 2 і 3).

За гіпергенних умов ендегенне золото зазнає трьох стадій перетворення: розчинення, концентрація в порових розчинах і ґрунтових водах, осадження нових гіпергенних мінеральних форм.

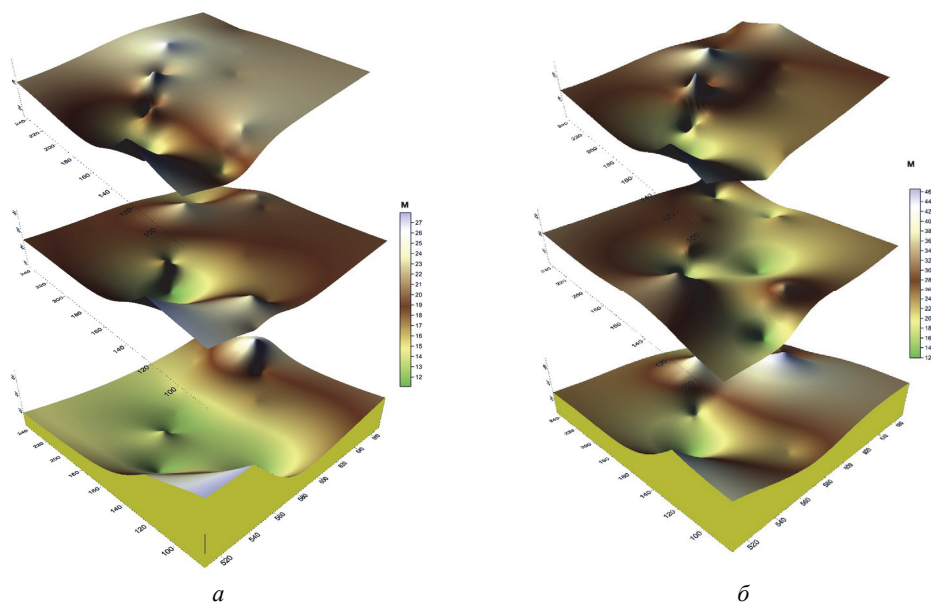


Рис. 2. Карти поверхні (а) та підшови (б) зон кори звітрювання (тут і нижче на рис. 4–6 знизу дугори: зона дезінтеграції й вилугування, зона початкового гідролізу, зона кінцевого гідролізу).

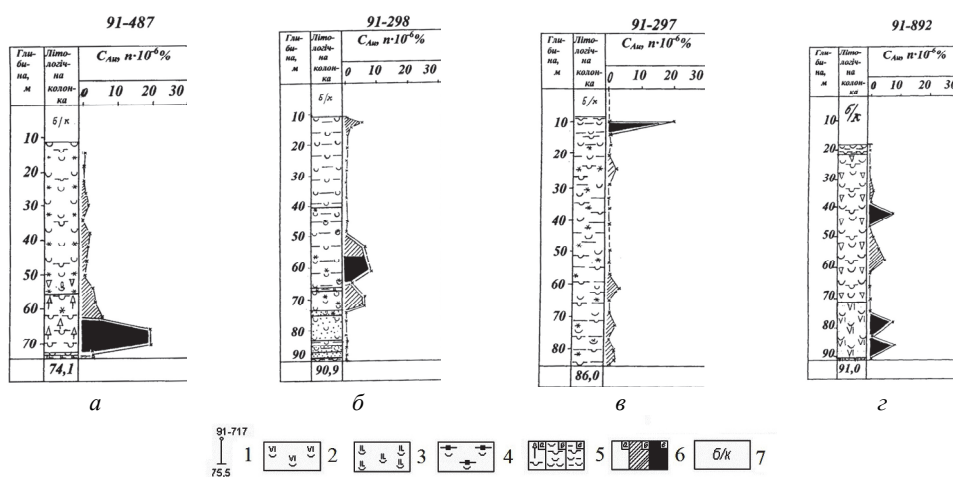


Рис. 3. Розподіл аномалій золота в розрізі кори звітрювання:

a – у нижній частині розрізу; *б* – у середній; *в* – у верхній; *г* – у нижній та середній частинах розрізу; 1 – свердловини КГК, їхні номери (угорі) і глибина (унизу); 2–4 – гідрослюдиста кора звітрювання, зона гідролізу (2 – по метабазитах, 3 – по метадіабазах, 4 – по залістистих кварцитах); 5 – кора звітрювання по сланцях: *a* – структурна (зона дезінтеграції й вилугування), *б* – гідрослюдиста (зона початкового гідролізу), *в* – каолінова (зона кінцевого гідролізу й окиснення); 6 – інтервали з вмістом Au: *a* – вміст Au менший від модального значення вмісту, *б* – вміст Au менший від модального вмісту, який менший від верхньої межі фону, *в* – вміст Au більший від верхньої межі фону; 7 – інтервали буріння без відбирання керн.

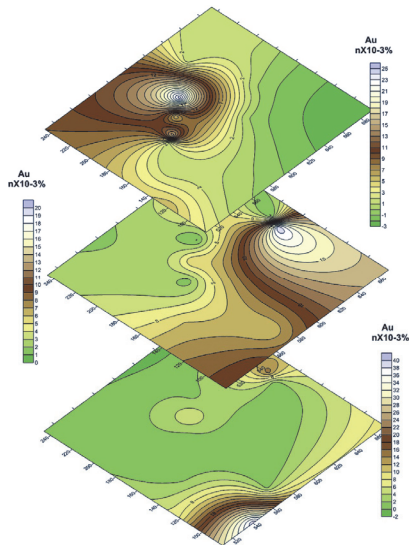


Рис. 4. Розподіл золота в зонах кори звітрювання.

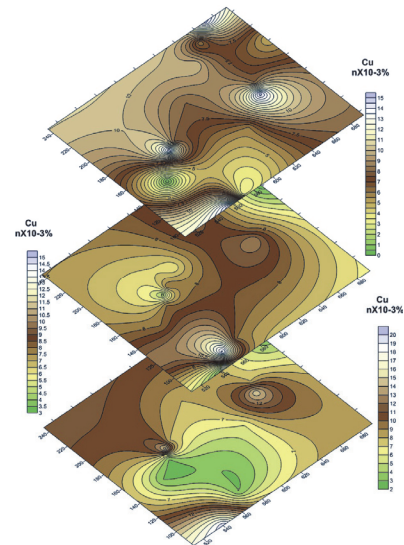


Рис. 5. Розподіл міді в зонах кори звітрювання.

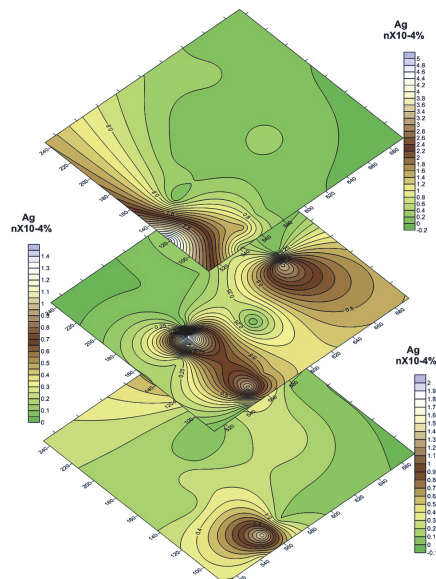


Рис. 6. Розподіл срібла в зонах кори звітрювання.

Золото, розсіяне в ендогенних мінералах, переходить у водний розчин одночасно з їхнім розчиненням і перерозподіляється між рідкою та гіпергенною твердою фазами залежно від характеристик геохімічного середовища. Залишкове золото в корі звітрювання пов'язане з продовженням рудних тіл, а гідрогенне мігрує в профілі; осаджуючись на геохімічних бар'єрах, воно формує ділянки гіпергенної золотоносності.

Геохімічні бар'єри, на яких концентрується золото, зумовлені зміною літолого-мінерального складу в профілі елювію та рН і Eh середовища, а інтенсивність геохімічних аномалій – сорбційними властивостями гіпергенних мінералів субстрату кори звітрювання та наявністю органічної речовини. З огляду на це існують різні за походженням типи аномалій золота і його супутників у корі звітрювання, які притаманні різним частинам її профілю: сорбційний (сорбенти – глинисті мінерали, гідроксиди заліза) і лужний за підлеглого значення відновного.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Барабанов В. Ф. Геохимия / В. Ф. Барабанов. – М. : Недра, 1984. – 463 с.
2. Генетична позиція та масштабність зруденіння родовища Балка Широка в аспекті обговорення деяких принципів генетичної типізації золотих родовищ України / О. Б. Бобров, Ю. В. Ляхов, М. М. Павлунь [та ін.] // Мін. ресурси України. – 2003. – № 3. – С. 4–9.
3. Голева Г.А. Гидрогеохимия рудных элементов / Г. А. Голева. – М. : Недра, 1977. – 216 с.
4. Золото-джеспилитовое оруденение Балки Широкая (Среднее Приднепровье) / Ю. А. Фомин, Л. Т. Савченко, Ю. Н. Демихов [и др.] // Геол. журн. – 1994. – № 3. – С. 84–95.
5. Зона вторичного обогащения на золоторудном месторождении Балка Широкая (Среднеприднепровский блок Украинского щита) / И. Р. Белоус, С. А. Рокачев, Н. Н. Кирьянов [и др.] // Доп. НАН України. – 1999. – № 5. – С. 125–128.
6. Кислый сорбционный барьер для золота в зоне гипергенеза рудных месторождений / Б. А. Колотов, Т. С. Спасская, Л. И. Миначева, Б. Б. Вагнер // Геохимия. – 1975. – № 12. – С. 1898–1900.
7. Ковальчук М. С. Особливості міграції золота в еволюційно-генетичному ряду залишкових кір звітрювання і золотоносних розсипів / М. С. Ковальчук // Геол. журн. – 2001. – № 2. – С. 94–102.
8. Литолого-структурный контроль оруденения на месторождении золота Балка Широкая / В. Н. Петько, А. И. Корниенко, Н. Н. Кирьянов [и др.] // Мін. ресурси України. – 1998. – № 4. – С. 39–41.
9. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Том 1. Металлические полезные ископаемые / [Д. С. Гурский, К. Е. Есипчук, В. И. Калинин и др.]. – Киев ; Львов : Центр Европы, 2005. – 785 с.
10. Новые данные о геологии и условиях образования золоторудного месторождения Балка Широкая / А. Б. Бобров, А. А. Сиворонов [и др.] // Відомості АГН України. – 1997. – № 4. – С. 86–92.
11. Перельман А. И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза / А. И. Перельман. – М. : Недра, 1972. – 288 с.
12. Фомин Ю. А. Золото-полиметаллическое рудопроявление Балка Широкая (Среднее Приднепровье) / Ю. А. Фомин, Ю. Н. Демихов, Ю. А. Шибецкий // Минерал. журн. – 1996. – Т. 18, № 1. – С. 74–87.

13. Шестаков О. Ю. Золото та його елементи-супутники в корі звітрювання родовища Балка Широка / О. Ю. Шестаков, М. С. Ковальчук // Пошукова та екологічна геохімія. – 2010. – № 1. – С. 53–63.

*Стаття: надійшла до редакції 03.08.2015
прийнята до друку 23.10.2015*

GOLD, COPPER AND SILVER IN THE CRUST OF WEATHERING OF ORE-BEARING ROCKS AT THE BALKA SHYROKA DEPOSIT

M. Kovalchuk, Yu. Kroshko, O. Shestakov

*Institute of Geological Sciences of NASU,
55b, Oles Honchar St., 01601 Kyiv, Ukraine
E-mail: kms1964@ukr.net
tamagoji.79@mail.ru
olshes@i.ua*

Ore deposits and mineralized zones at the gold deposit Balka Shyroka (Middle-Dnieper region) are developed in the rocks of different age, origin and composition: from ultramafic to felsic, among both intrusive and extrusive. Gold ore bodies and mineralized zones are accompanied by halos of hydrothermal-metasomatically altered rocks. Gold ore mainly associate with sulphide-polymetallic mineralization. There is the correlation between gold, copper and silver in the ore bodies.

The capacity of Palaeozoic-Mesozoic area crust of chemical weathering in some parts of the deposit is up to 83 m. The profile of the crust of weathering consists of the following zones: a zone of disintegration and leaching (up to 16 m); zone of hydrolysis (up to 23 m); zone of final hydrolysis and oxidation (up to 44 m). Different colour of individual zones (white, light gray, gray, red-yellow, etc.) is due to the petrographic composition of the primary rocks, which formed the eluvium, and a preponderance of certain supergene minerals. Visible gold in the crust of weathering is rare, however, in eluvial deposits we found the point of mineralization and ore occurrences of gold.

Sulphides are easily destroyed in the hypergenesis zone. The gold releases from minerals-concentrators, simultaneously with their dissolution proceeds in aqueous solution and redistributes between the liquid and supergene solid phases (depending on the geochemical environment). The residual gold in the crust of weathering associates with the continuation of the ore bodies, and hydrogenic gold migrates in the profile; precipitating on geochemical barriers, it creates areas of supergene gold mineralization. Geochemical barriers, on which the gold concentrates, are conditioned by change in lithologic and mineral composition in the eluvium profile, and by the pH and Eh of the environment. The intensity of the geochemical anomalies is due to sorption properties of supergene minerals from the crust of weathering substrate and the presence of organic matter. Therefore, there are different origin types of anomalies of gold and his satellites in different parts of the crust of weathering profile. We distinguish among geochemical barriers the sorption (sorbents – clay minerals and iron hydroxides), alkali and reducing (plays a subordinate role).

Thanks to mobilized gold (which migrates, is redistributed and concentrated) the multi-stage process of natural gold concentration in the crust of weathering and of gold's elements-satellites happens. The complex character of anomalies of gold and its satellites generally reflects the asso-

ciation of elements in the crystalline basement, but in alluvium, the ways of most of them diverge.

Gold deposits in clay crusts of weathering are a new perspective for Ukraine geological and industrial type, because many of the deposits and ore occurrences have crusts of weathering with industrial gold content. Spatial and paragenetic association of the original and the supergene gold mineralization makes such objects attractive for investment.

Key words: gold, copper, silver, crust of weathering, secondary enrichment halos, gold deposit Balka Shyroka, Middle-Dnieper region.