

УДК 549:553.411.068.5(477)

**ПРО НОВІ ТА НЕЗВИЧАЙНІ ЗА ХІМІЧНИМ СКЛАДОМ І
МОРФОЛОГІЄЮ ВИДІЛЕННЯ ЗОЛОТА З РОЗСИПИЩ УКРАЇНИ**

М. Ковальчук

*Інститут геологічних наук НАН України
01601 м. Київ, вул. О. Гончара, 55 Б
E-mail: poshuk@chat.ru*

Схарактеризовано нові та незвичайні за хімічним складом і морфологією виділення золота з розсипищ України. Зроблено спробу з'ясувати можливі умови формування золота на підставі форми його виділень та хімічного складу.

Ключові слова: золото, морфологія, хімічний склад, розсипи, Україна.

Дослідження золотоносних розсипів пов'язано не лише з можливістю виявлення безпосередньо в них значних концентрацій металу, а й з інформацією, що міститься в них, про металогенію підстильних порід і площ денудації тощо. Вивчення морфології та хімічного складу розсипного золота має як мінералогічне, так і загальногеологічне значення, оскільки головна його мета – це оцінка потенціалу розсипів та з'ясування корінних джерел металу. Розмір, колір, морфологія, внутрішня будова та хімічний склад золота розглядають як важливі генетичні ознаки характеристики рудоутворювальних процесів та виявлення рудно-формаційної належності мінералу.

Сьогодні у золотоносних розсипах України визначено шість морфологічних різновидів золота: ідіоморфне золото; гіпідіоморфне золото; індивіди золота з ознаками скелетного росту та дендритоїди; ксеноморфне золото; геміідіоморфні виділення золота; “нове” золото. Кожному морфологічному різновиду золота відповідають певні форми виділення мінералу, характеризовані розміром зерен, їхнім кольором, особливостями морфології, мікроморфології поверхні та хімічного складу і, відповідно, умовами утворення. Все це детально розглянуто в морфогенетичній класифікації видимого золота з осадових комплексів України [3, 12]. Під час дослідження золотоносності цих комплексів ми виявили нові та незвичайні за хімічним складом і морфологією виділення золота, про які детальніше йдеться далі, оскільки питання їхнього генезису та корінних джерел не з'ясовані.

З відомих у світі мінералів золота в осадових золотоносних комплексах України, окрім самородного золота, сьогодні виявлено: у Складчастих Карпатах – амальгаму золота (Hg – 30,0 %); в Середньому Придніпров'ї – кюстеліт (Au – 20,0 %); у Закарпатському прогині, Складчастих Карпатах, на Волино-Поділлі – електрум (Ag – 21,56–42,62 %); на Волино-Поділлі й у Донбасі – мідевмісний електрум (Au – 68,9–72,0; Ag – 22,2–27,2; Cu – 3,5–5,6 %) і, ймовірно (для точної класифікації необхідно виконати повніше дослідження хімічного складу та рентгенографічні дослідження мінералу), аргентокупроаурит (Au – 52,8–72,2; Cu – 22,8–34,8; Ag – 0,6–

18,4 %; Pd, Rh, Pt – не визначали), аргентоаурикуприд (Cu – 50,1; Au – 41,1; Ag – 8,7 %); у межах Українського щита (УЩ) – мальдоніт (Au – 65,2; Bi – 34,4 %).

Різновиди розсипного золота України представлені ртутистим (Hg – 0,1–6,0 %, Закарпатський прогин, Складчасті Карпати, Передкарпатський прогин, Волино-Поділля, Донбас та ін.), мідистим (Cu – 0,72–4,30 %, Волино-Поділля, Донбас, УЩ), бісмутовмісним (Bi – 0,17–1,14 %, УЩ), платиновмісним (Pt – 1,41 %, УЩ, Донбас), стибієвмісним (Sb – 0,22–0,53 %, Складчасті Карпати), свинецьвмісним (Pb – 0,4 %, Складчасті Карпати) золотом. Також виявлено золото (Волино-Поділля), в якому вміст Ag та Cu майже однаковий: а) Au – 79,0; Ag – 10,4; Cu – 10,5 %; б) Au – 67,6; Ag – 16,1; Cu – 15,1 %.

Усе це має не тільки мінералогічне, а й загальногеологічне значення для з'ясування етапності мінералоутворення, мінеральних асоціацій та корінних джерел мінералу (корінні джерела золота не всюди виявлені).

Ртуть – це домішка в золоті, індикаторне значення якої дуже важливе. За даними багатьох дослідників ртуть характерна для золота епітермальних родовищ і родовищ складного генезису, в яких поряд із ранньою з'являється пізня сульфідна мінералізація. Окрім цього, ртуть є чутливим індикатором глибини формування золоторудної мінералізації. В системі Au–Hg виявлені як тверді розчини (α -амальгама, ртутисте золото), так і проміжні фази (інтерметалічні сполуки). В екзогенних умовах відбувається самоочищення золота від домішок ртуті. В Україні ртутисте золото вперше виявили Ю.А. Кузнецов та інші в Донбасі, а потім – у Середньому Придніпров'ї та Добруджі [7]. Сьогодні ртутисте золото відшукане в різновікових і різногенетичних літофасціальних комплексах Приазов'я, Середнього Придніпров'я, Середнього Придністер'я, Закарпатського прогину, Складчастих Карпат, Донбасу, Добруджі, УЩ, у зоні зчленування Донбасу з Приазовським масивом. Окрім самородного, ртутисте золото виявлено в кварці, анкериті, піриті, арсенопіриті та інших мінералах.

Морфологічно ртутисте золото представлено ідіоморфними (кубооктаедри, ромбододекаедри) та ксеноморфними (пластинки, грудки, кульки) індивідами. Вміст Hg у золоті коливається від 0,1 до 6,0 % і не залежить від розміру та морфології золотин, їхньої проби та мінералу-господаря. Ртуть у золоті розподілена складно, багатоваріантно. Здебільшого зерна ртутистого золота за складом однорідні, хоча часто підвищений вміст Hg простежується як у крайових, так і в центральних частинах мінералу. На думку В.М. Квасниці [1], трохи асиметричні, однак взаємокомпенсаційні концентраційні криві золота, ртуті й срібла свідчать про сингенетичну неоднорідність кристалів, тобто про одночасне відкладення золота й ртуті. Двомодальний розподіл ртуті в окремих зернах, можливо, засвідчує існування декількох продуктивних мінеральних асоціацій. Серед проявів ртутистого золота в осадових комплексах України несподіваними й водночас цікавими є його знахідки в алювії Дністра (Середнє Придністер'я), оскільки в районі не виявлено корінних джерел такого золота. Вірогідно, воно має епігенетичне походження (коли на ранні золото-вмісні руди накладена пізня ртутоносна мінералізація), а корінні джерела – місцеві (про це свідчить асоціація з золотом в алювіальних осадах нестійких до процесів транспортування мінералів – кіноварі, реальгару, куприту, малахіту та ін.). Ртутисте золото переважно кулеподібної форми. Проба золота 907–908. Аналіз розподілу знахідок ртутистого золота в осадових комплексах України дав змогу виявити їхню переважну тенденцію до алеврито-пелітових, псаміто-алевритових і карбонатних

літокомплексів, що зазнали катаклазу та гідротермальних змін. Це спонукає припустити ймовірність надходження ртутистого золота в алювії Дністра з теригенних утворень венду, які містять кальцитові прожилки з кіновар'ю та сульфідами, з калюських верств або силурійських комплексів.

Останніми роками значно збільшилася кількість знахідок в осадових комплексах України мідистого золота. Виявлено також різновиди золота з високим (до 20 %) вмістом міді, які називають купроаурит. Колір його має специфічний червонуватий відтінок. Це рідкісний мінерал. Також рідкісними й водночас унікальними (як в Україні, так і у світі) є знахідки інтерметалічних сполук золота з міддю, у яких вміст Cu перевищує 20 %. Такі сполуки виявили в грубозернистих пісковиках нижнього й верхнього карбону в межах Кальміус-Горецької, Бахмутської улоговин у басейні р. Кринка [6, 8, 9] та в алювії р. Дністер (Середнє Придністер'я) [8]. Золото з високим, нерівномірним і водночас сталим вмістом міді має певну морфологію. Це ксеноморфне золото, представлене куле-, грудко- і дртоподібними формами. Вміст Cu коливається від 22,8 до 50,1 %. Цілком імовірно, що ми маємо інтерметалічні сполуки Cu_3Au , які не розпалися, або можливо, аргентокупроаурит та аргентоаурикуприд. Інтерметалічні сполуки золота з високим вмістом Cu рідкісні, вони утворюються при високих температурах. Їх знайдено у золото-кварцових жилах гідротермального походження в рудопроявах Моїхук (Трансвааль), Керр-Едісон (Онтаріо), Танкаваарі (Фінляндія) та в золото-кварцових родовищах Австралії [11].

Стосовно хімічного складу золота зазначимо, що трапляються зерна з дуже неоднорідним складом за Au, Ag, і Cu, коливання вмісту яких у межах одного зерна бувають дуже значними (Au – 67,6–98,5; Ag – 1,2–16,1; Cu – 0,2–15,1 % – для Середнього Придністер'я [8] та Au – 68,5–89,9; Ag – 4,9–9,1; Cu – 2,3–28,1 % – для Донбасу [4, 5, 11]). Найвнє золото з майже однаковим вмістом Ag та Cu: Ag – 10,4; Cu – 10,5 % та Ag – 16,1; Cu – 15,1 %.

За особливостями складу золотин виділено одно- і багатофазові різновиди. Однофазові складені дуже високопробним (985) золотом з незначними домішками Ag (1,2 %) та Cu (0,2 %). У багатофазових, окрім високопробної, є срібна й мідиста фази. Інколи локальні сегрегації срібла трапляються у блоках грубомозаїчних зерен золота, у міжзернових просторах і, головню, у периферійних об'ємівках його агрегатів. У зернах золота з грубомозаїчною структурою в межах блоків визначено збільшені, а в міжблокових зонах – зменшені концентрації срібла. Очевидно, в золоті відбулося дифузійне переміщення та перегрупування срібла із внутрішніх частин зерен по межах блоків. Такого типу дифузія, вірогідно, пов'язана з мозаїчно-блоковою будовою монокристалічних зерен. Отже, ми маємо сплави золота з міддю та сріблом, що утворюють неперервний ряд твердих розчинів у будь-якій пропорції компонентів і трапляються в асоціації з самородним золотом, електримом і, ймовірно, із платиновими мінералами.

Щодо стадійності мінералоутворення, то найбільш ранніми є виділення твердих розчинів золота з міддю; дещо пізніше кристалізувалося самородне золото, а наприкінці – мідевмісний електрим. За аналогією з відомими проявами високомідистого золота у світі констатуємо, що корінні джерела такого золота в межах України представлені високотемпературними гідротермальними утвореннями в породах кристалічного фундаменту або осадового чохла (мінералізація парагенетично пов'язана, мабуть, із вулканічною діяльністю). У Середньому Придністер'ї, на нашу думку, корінні джерела такого золота місцеві, а в теригенні утворення Донбасу

високомідисте золото могло надходити з Приазовського масиву (потім унаслідок перемивання воно переміщувалося на вищі стратиграфічні рівні) або ж пов'язане з місцевими породами основного й ультраосновного складу.

Бісмутовмісне золото не часто знаходять в осадових комплексах України. Вміст Ві у золоті коливається від 0,006 до 0,10, інколи до 0,35 % [10]. У межах центральної частини УЩ осадові комплекси містять бісмутовмісне золото і мальдоніт (Au_2Bi). У природних умовах зрідка виникають умови для утворення мальдоніту, що, очевидно, обмежено невеликим інтервалом високих температур. Часто в природних умовах мальдоніт розкладається з утворенням суміші золото+бісмут. Золото зі значним вмістом Ві (0,65–1,14 %) ми виявили у нижньокрейдових континентальних утвореннях центральної частини УЩ [2], а мальдоніт сегрегаційної будови – у зоні окиснення та в осадових відкладах Клишівського родовища золота (Ві 34,4 %). Окрім цього, там же відшукано золото зі значним вмістом Ві (0,20–0,88 %). Попередники визначили мальдоніт у метаморфізованих породах фундаменту рудопрояву Клишів та Саврансько-Синицівської зони. Цей факт дає підстави стверджувати, що на Клишівському родовищі є високотемпературна золото-мальдонітова мінеральна асоціація, яка, ймовірно, передувала золото-арсенопіритовій, золото-сульфідній та золото-кварцовій.

Цікавими є знахідки дуже високопробного золота сегрегаційної будови в алювії р. Дністер та утвореннях середньоєоценового і пліоцен-нижньочетвертинного віку в межах центральної частини УЩ [3–5]. За своєрідністю форми, внутрішньої будови і хімічного складу ці золотинки поки що не мають аналогів серед відомого розсипного й рудного золота України. На окремих індивідах простежується перехід від монокристала до сегрегації зерен. За хімічним складом золото сегрегаційної будови дуже високопробне (992). Серед елементів-домішок у незначній кількості є Ag, Fe, Cu, Pb, Zn, Te, Hg, Sb, As, Sn, Ti, Ni. Особливість хімічного складу золота – дещо підвищений вміст Ві (до 1,2 %). Сегрегації складені дрібними ізометрично-грудкуватими ксеноморфними частинками, що утворюють агрегати розміром 1,0–3,5 мм. Вони сформовані з численних з'єднаних між собою дрібних зерен золота неправильної форми, на яких інколи наявні елементи спірального і гранного росту. Золотинки-агрегати є однофазовими й утворилися, ймовірно, внаслідок механічного злипання й укрупнення золотин після розпаду золотовмісних телуридів. На відміну від срібла, золото не переходило в істинний розчин, а відокремлювалось у самородній формі. Про це може свідчити наявність у таких золотинках домішок Ві, а іноді Te, не характерних для реліктових золотин гіпогенного походження. Таке золото, вірогідно, формувалося в конвергентних утвореннях, які складають вузькі, лінійні, штокверкові зони в породах кристалічного фундаменту і за мінеральним складом подібні на елювіальні продукти кори звітрювання. Утворення таких зон пов'язано з дією ювенільних розчинів, які генерували тепловий потік ін'єкцій гранітоїдів у гнейси.

В алювії р. Дністер уперше виявлено дуже високопробне (955) ксеноморфне золото з мірмекітоподібною пористою структурою. Утворення такого золота, вірогідно, пов'язане з розпадом твердого розчину, в якому мінералом-господарем було золото, а "гостем" – бісмут або інший елемент чи мінерал. Після розпаду твердого розчину відбулося його старіння, яке супроводжувалося утворенням так званих тріщин усихання. Мірмекітоподібні виділення переважно ксеноморфні, інколи мають форму багатогранників. Саме в межах цієї території найчастіше трапляються

кулеподібні золотинки ідеальної форми, які є регіональною специфікою Середнього Придністер'я.

Цікавими є знахідки (Середнє Придністер'я, УЩ) кулеподібного середньопробного (855) і дуже високопробного (962) золота, яке містить у центральній частині виділень гіпідіоморфні вкраплення кристалів піриту. Цілком імовірно, що пірит був геохімічним бар'єром для концентрації золота і слугував центром кристалізації металу. Серед елементів-домішок у золоті виявлено Cu (0,15–4,30 %), Zn (0,01–0,10 %), Ag (1,1–10,2 %). Це може свідчити про те, що золото утворилось в осадових товщах унаслідок осадження золотоносних розчинів на геохімічному бар'єрі або унаслідок накладеної на сульфідні руди золоторудної мінералізації.

Отже, викладене розширює уявлення про мінералогію самородного золота України, спонукає до детальних досліджень мінералу і доводить, що українське золото приховує ще багато нового й цікавого і не поспішає розкривати нам свої таємниці. Висловлюємо подяку В.М. Квасниці за співпрацю в дослідженні самородного золота.

1. *Квасниця В.М., Латиш І.К.* Самородне золото України. К., 1996.
2. *Ковальчук М.С.* Мінералогія самородного золота з нижньокрейдових континентальних відкладів північного схилу центральної частини Українського щита // Геол. журн. 1995. № 3–4. С. 41–45.
3. *Ковальчук М.С.* Морфогенетична класифікація золота з осадових комплексів України // Геол. журн. 2000. № 3. С. 54–73.
4. *Ковальчук М.С., Квасниця В.М.* Незвичайний морфологічний тип золота з розсипу поблизу рудопроаяву Клинци (Український щит) // Геол. журн. 1996. № 1–2. С. 169–173.
5. *Ковальчук М.С., Квасниця В.М., Деревська К.І.* та ін. Особливості морфології та хімічного складу розсипного золота з алювію р. Дністер (гирла річок Немія та Дерло) // Геол. журн. 1997. № 3–4. С. 122–126.
6. *Кузнецов Ю.А., Панов Б.С., Стрекозов Н.Ф.* О самородном золоте из каменноугольных отложений // Минерал. сб. 1981. № 35. Вып. 2. С. 29–33.
7. *Кузнецов Ю.А., Шаркин О.П., Самойлович Л.Г.* О первых находках ртутистого золота на Украине // Минерал. журн. 1982. Т. 4. № 2. С. 72–74.
8. *Кузнецов Ю.А., Панов Б.С., Самойлович Л.Г., Шаркин О.П.* Медистое золото Донецкого бассейна // Вопр. регион. и генетич. минералогии. К., 1977. С. 59–63.
9. *Панов Б.С.* Про металогенію золота в Донбасі // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. 1994. Вип. 12. С. 46–64.
10. *Петровская Н.В.* Самородное золото. М., 1973.
11. *Рамдор П.* Рудные минералы и их сростания. М., 1962.
12. *Kovalchuk M.S.* The morphology and chemical composition peculiarities of native gold from sedimentary complexes of Ukraine // Геол. журн. 1999. № 2. С. 60–67.

NEW AND UNUSUAL ON CHEMICAL COMPOSITION AND MORPHOLOGY GOLD FROM PLACERS OF UKRAINE

M. Koval'chuk

Institute of Geological Sciences of NASU
Olesya Honchara St. 55 b, UA – 01601 Kyiv, Ukraine
E-mail: poshuk@chat.ru

New and unusual on chemical composition and morphology gold segregations from placers of the Ukraine have been considered. An attempt was made to ascertain the possible conditions of mineral formation on the basis of segregation form and chemical composition of gold.

Key words: gold, morphology, chemical composition, placers, Ukraine.

Стаття надійшла до редколегії 25.05.2002

Прийнята до друку 19.09.2002