

УДК 551.311.231:553.411(477)

ЗОЛОТОНОСНІСТЬ РІЗНОВІКОВИХ КІР ЗВІТРЮВАННЯ УКРАЇНИ

М. Ковальчук

*Інститут геологічних наук НАН України
01054 м. Київ, вул. Олеся Гончара, 55б
E-mail: kms1964@ukr.net*

Висвітлено особливості золотоносності різновікових кір звітрювання України та гранулометрії, морфології і проби золота.

Ключові слова: золото, кора звітрювання, Україна.

Кори звітрювання як джерело золота вже давно приваблювали геологів. Однак під час вивчення ендегенних золоторудних проявів через уявлення, що історично склалися про високу хімічну інертність металу за екзогенних умов, кори звітрювання трактували лише як сприятливий чинник для формування його розсіпів 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. Порівняно з ендегенними родовищами золота їх освоюють оперативніше, їм приділяють підвищену увагу інвестори.

Пріоритет у дослідженні золотоносності кір звітрювання в межах України належить Л. Хрипкову та О. Зайцеву. Надалі золотоносність кір звітрювання України в різні роки вивчали І. Абрамов, І. Гаєв, Н. Гаєва, К. Заруцький, М. Ковальчук, П. Корнієнко, Є. Куліш, Е. Мельничук, С. Нечасєв, В. Погрібний, В. Сукач, О. Шестаков, О. Шутова та ін. [1–6, 8, 9]. З огляду на значний золотоносний потенціал кір звітрювання, Ю. Аверін, О. Зарицький, М. Лебідь, О. Маківчук вважають формацію кір звітрювання Українського щита (УЩ) однією з чотирьох провідних золоторудних формацій щита і розглядають як аргілізову формацію, а С. Нечасєв та Г. Наумов серед семи золоторудних формацій також виділяють золото-аргілізову.

Золото виявлене в архей-палеопротерозойських, мезо-, неопротерозойських, палеозойських, мезозойських, мезозой-кайнозойських корах звітрювання, що сформувалися на різних за віком, генезисом, петрографічним складом формаційних комплексах у межах Кривбасу, Побужжя, Середньопридніпровської граніт-зеленокам'яної області, Кіровоградського блока, Волино-Поділля, Українських Карпат, Добруджі, Дніпровсько-Донецької западини та Донбасу [1–6, 8, 9].

Різноманітна історія геологічного розвитку регіонів України та окремих блоків УЩ зумовила різний ступінь збереженості елювію й, відповідно, їхню перспективність на золоте зруденіння. Широкого розвитку зони гіпергенезу набули і на відомих рудопроявах (Бакшинський, Бандурівський, Демов'ярський, Добрянський, Жовтоводський, Полянецький, Савранський, Семеринківський, Соломіївський, Східнолиповеньківський, Ха-

щуватський, Черепільський та ін.) та родовищах (Балка Золота, Балка Широка, Бобрівське, Капітанівське, Клишівське, Майське, Сергіївське, Юрївське та ін.) золота.

Певний інтерес становлять гіпергенні перетворення порід вуглецевих формацій, що містять первинні концентрації золота. Такі комплекси розвинуті на Волино-Поділлі (калюські верстви), у Кривбасі (чорні сланці гданцівської світи), Донбасі (вуглецевотеригенні утворення карбону (C_{1-2}) Вільховатсько-Волинцівського району) та ін. Гіпергенні прояви золота сформувалися внаслідок звітрювання бітумовмісних (асфальти, нафти, парафіни, гумінокерити) порід (вапняки, доломіти, алевроліти тощо) Перечин-Соймівського, Оленьовського, Вишківського та інших районів Українських Карпат [5].

За морфологічними особливостями залишкові золотоносні кори звітрювання поділяють на площові та лінійні. Для перших характерні значне площове поширення та порівняно невелика потужність (до 120 м). Лінійні кори звітрювання мають значний вертикальний розмах (до 500 м) за ширини від перших метрів до 60 м (іноді більше), сформовані по проникних зонах тріщинуватості, змінання, гідротермальної проробки, уздовж ослаблених зон на контакті порід різного петрографічного складу і, зазвичай, витягнуті в плані.

Речовинний (мінералого-петрографічний, геохімічний) склад кори, літологічна зональність профілю визначені складом порід, з яких формувалась елювіальна товща. Однак формування кори на тих чи інших породах субстрату відбувалося в різні періоди (від архею до антропогену), які мали різні палеогеографічні й геоструктурні умови та неоднакову тривалість, що привело до утворення літологічно різних профілів звітрювання на схожих за складом петротипах порід. Ці профілі відрізняються не тільки загальною потужністю елювіальних утворень і потужністю окремих горизонтів (літологічних зон), а й речовинним складом продуктів звітрювання, що їх складають, а також кількісним співвідношенням.

Головною рисою кір звітрювання будь-якого типу, які розвиваються на кристалічних утвореннях, є їхня вертикальна зональність, що супроводжується зміною (знизу вгору) горизонтів з різним ступенем розкладення й дезінтеграції материнських порід. Згідно з загальноприйнятими уявленнями, у золотоносній корі звітрювання знизу догори наявні до чотирьох зон: 1) дезінтеграції; 2) гідратації й початкового гідролізу; 3) гідролізу й кінцевого вилуговування; 4) вільних оксидів алюмінію та заліза (латеритна). Межі між зонами умовні, неоднозначні. Переважає тризональний розріз елювію. Кількість глинистого матеріалу в зоні дезінтеграції менше 10 %, у зоні гідратації й початкового гідролізу зростає до 30 %, а гідролізу й кінцевого вилуговування – до 60 % і більше. Глинистий матеріал представлений сумішшю гідролуд, нонтроніту, монтморилоніту й каолініту. На нижніх горизонтах переважають гідролуди, на верхніх – каолінит. Чотиризонний розріз елювію розвинений лише на породах основного й ультраосновного складу. Латеритна зона представлена бокситоподібними породами і бокситами.

Масштаби золотоносності елювіальних утворень значно залежать від золотоносного потенціалу порід субстрату. Розподіл золота в корах звітрювання цілком відповідає золотоносності порід, що зазнали звітрювання, інколи утворюються горизонти вторинного золотого збагачення. Золото в тій чи іншій кількості виявлене в усіх чотирьох зонах, однак закономірної приуроченості підвищених концентрацій золота до будь-якої з зон для проявів золота в корі звітрювання України нема. Уверх за розрізом на одних об'єктах спостерігають збільшення вмісту золота, в інших, навпаки, – зменшення. Часто метал сконцентрований лише в одній із зон. Однак зазначимо, що частота трапляння

промислового вмісту золота, приуроченого до зон гідратації й початкового гідролізу та гідролізу і кінцевого вилуговування, є вищою, ніж для інших зон.

Таку поведінку концентрацій золота пояснюють мінералого-геохімічною зональністю кори звітрювання; закономірністю розподілу золота в материнських породах; міграцією золота в профілі елювію та формуванням ореолів вторинного золотого збагачення; недостатньою вивченістю золотоносності кір звітрювання.

Зазвичай, вміст золота в корі звітрювання вищий, ніж у золотовмісних гірських породах, по яких вони утворилися. Це свідчить про те, що золото в корі звітрювання вивільняється з мінералів, які його утримують, активно мігрує у профілі елювію і концентрується на геохімічних бар'єрах.

Вміст золота в корах звітрювання України змінний і коливається в широких межах – від 0,001 до 50,0 г/т. За даними спектроскопометричного аналізу, вміст золота, зазвичай, вищий, ніж за даними пробірного. Потужність золотоносних горизонтів у корі звітрювання коливається переважно від 0,2 до 4,0 м.

У корах звітрювання України виявлено такі форми золота: 1) макроскопічно видиме; 2) пилоподібне й тонкодисперсне, що визначають за допомогою оптичних та інших методів діагностики; 3) гідрогенне; 4) гіпергенне; 5) біогенне.

Перші дві форми золота в елювії звичайно є успадкованими від материнських порід (залишкове золото). І хоча в зоні гіпергенезу золото зазнало численних різноманітних впливів (механічних, хімічних, електрохімічних та ін.), які не минули безслідно для мінералу і виявилися на ньому зовнішньо і внутрішньо, все ж таки гранулометрія, морфологія і проба металу були закладені, головню, вихідними (первинними, що локалізовані в незмінених породах) параметрами мінералу. Зокрема, у зоні дезінтеграції характеристики золота мало відрізняються від первинних руд, а наростання глибини гіпергенних змін простежують знизу вгору за профілем елювію.

Колір золота з різновікових кір звітрювання України звичайно яскраво-жовтий, інколи срібно-жовтий (мезозой-кайнозойський елювій Донбасу), жовтий з червоним (архей-палеопротерозойський елювій Кривбасу) і бронзовим (мезозойський елювій Кривбасу) відтінками.

Розмір залишкового золота змінюється від 0,05 до 5,2 мм. В архей-ранньопротерозойських корах звітрювання розмір золота становить 0,05–0,70 мм. В елювіальних утвореннях середньо-, пізньопротерозойського віку переважає золото розміром, відповідно, 0,4–2,5 та 0,1–0,5 мм, а палеозойського – 0,05–0,40 мм. У корах звітрювання мезозою гранулометричні особливості золота такі: 0,05–5,20 мм – для Волино-Поділля, 0,05–0,10 мм – для Добруджі та Кривбасу, 0,1–2,8 мм – для Побужжя. В елювіальних утвореннях мезозой-кайнозою Українських Карпат розмір золота становить 0,25–0,50 мм, Волино-Поділля – 0,2–0,6 мм, УЩ – 0,05–0,25 мм (0,07–4,50 мм – для Середньопридніпровської граніт-зеленокам'яної області), Донбасу – 0,01–5,00 мм.

Морфологічно видиме залишкове золото представлено:

1) ідіоморфними зернами – кристалами кубооктаедричного, ромбододекаедричного, пентагон-додкаедричного, октаедричного габітусів та їхніми зростками різного ступеня спотворення (мезо-, неопротерозойські, мезозойські, мезозой-кайнозойські кори звітрювання УЩ та мезозой-кайнозойські – Волино-Поділля й Донбасу);

2) гіпідіоморфними зернами (протерозойські, мезозой-кайнозойські кори звітрювання УЩ);

3) видовженими, плескатими дендритоїдами з рідкісними зародковими гілками (архей-палеопротерозойські, мезо-, неопротерозойські кори звітрування Кривбасу та мезозойські – Побужжя);

4) ксеноморфними зернами: а) пластинками (0,05–5,20 мм) переважно округлої, менше – три-, чотиригранної форми (різновікові кори звітрування Кривбасу, палеозойські – Донбасу, мезозойські – Волино-Поділля, мезозой-кайнозойські – Середьопридніпровської граніт-зеленокам'яної області); б) дрото- й гачкоподібними утвореннями (0,1–1,0 мм) різної довжини і товщини (архей-палеопротерозойські, палеозойські, мезозойські елювіальні утворення Кривбасу, мезо-, неопротерозойські, мезозой-кайнозойські – УЩ, Волино-Поділля й Донбасу); в) грудкоподібними утвореннями (0,2–2,0 мм) різноманітної неправильної форми (архей-палеопротерозойські, палеозойські, мезозойські кори звітрування Кривбасу та мезозой-кайнозойські – УЩ, Волино-Поділля й Донбасу); г) кулеподібними індивідами (0,05–0,15 мм) правильної та спотвореної форм (мезо-, неопротерозойські, мезозойські кори звітрування Кривбасу, мезозойські – Волино-Поділля, мезозой-кайнозойські – Середьопридніпровської граніт-зеленокам'яної області); д) інтерстиційними та цементацийними утвореннями (0,05–0,25 мм) амебоподібної й екзотичної форм (архей-палеопротерозойські, мезо-, неопротерозойські, мезозой-кайнозойські кори звітрування Кривбасу, мезозойські – Побужжя, мезозой-кайнозойські – УЩ, Волино-Поділля й Донбасу);

5) геміідіоморфними зернами (мезозойський елювій Побужжя).

Поверхня золотин переважно дрібнокристалічна, матова, шагренева, ямчасто-горбкувата, кавернозна, інколи – гладка, блискуча.

Процеси звітрування впливали не тільки на фізичні властивості видимого залишкового золота, а й супроводжувалися вивільненням дисперсного золота, яке було в кристалах і агрегатах сульфідів, силікатів, карбонатів та інших мінералів, його міграцією у гідрогенній (розчинні комплексні сполуки і колоїдні форми) формі та кристалізацією на геохімічних бар'єрах.

У профілі кори звітрування знизу вгору збільшується частка вільного і зв'язаного з оксидами й гідроксидами, глинистими мінералами золота, а також зменшується частка металу, пов'язаного з сульфідами й іншими мінералами.

Певна частка макроскопічно видимого, пилоподібного й тонкодисперсного золота в профілі кори звітрування представлена новоутвореним (гіпергенним) золотом. Гіпергенне золото (від 0,008 до 0,5 мм) значно поширене в золотоносних корах звітрування України, однак достовірно діагностоване в елювіальних утвореннях мезозою Побужжя, мезозой-кайнозою УЩ і Українських Карпат. Звичайно це досконалі ідіоморфні кристали з гострокутними вершинами і блискучою, гладкою поверхнею, а також ксеноморфні утворення сплющеної (пластинки, плівки, луски), сферичної (куле-, краплеподібні), неправильної (грудко-, амебо-, друзо-, гроноподібні, губчасті) форм та ниркоподібні агрегати золота, які складаються з численних з'єднаних між собою зерен.

Гіпергенне золото утворює самородні монокристалічні форми, нарости на поверхні значно більших зерен залишкового золота, гіпергенних мінералах, а також є у вигляді включень у вторинних мінералах.

Кількість гіпергенного золота перебуває у прямому зв'язку із вмістом сульфідів у первинних рудах.

Утворення гіпергенного золота більшість дослідників пов'язує лише з фізико-хімічними процесами, не враховуючи ролі мікроорганізмів. Завдяки синергетичній дії живих

організмів і процесів звітрювання гірських порід золото з материнських порід потрапляє в зону гіпергенезу, біо- і гідросферу. Живі організми відіграють важливу роль у звітрюванні мінералів і гірських порід, чим спричинюють вивільнення золота з мінералів-носіїв, переводять його у водорозчинні й металоорганічні сполуки і, нарешті, зумовлюють його кристалізацію.

На особливу увагу (за масштабністю й золотоносним потенціалом) заслуговує біомінералізація золота на пластинках глинистих силікатів (головно на каолініті). Оскільки структурна впорядкованість каолініту вища, а ентропія нижча, ніж у монтморилоніту, то активність взаємодії каолініту з біокосною системою значно вища. Завдяки цьому органічні молекули розташовуються не тільки на поверхні пластинок каолініту, а й у міжшаровому просторі [7]. Наявність органічної речовини й дислокаційність кристалічної ґратки є передумовою концентрації золота в каолініті. Завдяки цьому золотоносність каолінітової зони кори звітрювання вища, ніж монтморилонітової.

Мікроби й бактерії часто мають просту морфологію – кульки, крапельки, нитки, палички, гантелі, веретена тощо [7]. Золоту, що утворилося за участі органічної речовини, властиві подібні морфологічні риси. Це, зазвичай, кулясті, нитко-, крапле-, гантеле-, грудко-, паличко- й амебоподібні дуже високопробні ($Au > 95,0\%$) утворення, які мають певну внутрішню мікроморфологію.

Золото, діагностоване як біогенне, виявлене в корах звітрювання Складчастих Карпат, Донбасу, Волино-Подільської плити, УЩ.

Пробність золота з кір звітрювання України змінюється в широких межах, зокрема, виокремлено:

- 1) низькопробне (665) – відшукано в палеозойських корах звітрювання Донбасу;
- 2) порівняно низькопробне (700–740) – характерне для різновікових елювіальних утворень Кривбасу та палеозойських і мезозой-кайнозойських кір звітрювання Донбасу;
- 3) середньопробне (843–894) – поширене в архей-палеопротерозойських, мезозойських, мезозой-кайнозойських корах звітрювання Кривбасу, палеозойських, мезозой-кайнозойських – Донбасу, мезозойських – Побужжя та Кіровоградського блока, мезозойських і мезозой-кайнозойських – Волино-Поділля, мезозой-кайнозойських – Середньопридніпровської граніт-зеленокам'яної області;
- 4) високопробне (900) – зафіксовано в палеозойських елювіальних утвореннях Дніпровсько-Донецької западини та мезозой-кайнозойських – УЩ й Донбасу;
- 5) дуже високопробне (958–999) – значно поширене в різновікових корах звітрювання Кривбасу, мезозойських – Добруджі, Кіровоградського блока, мезозойських, мезозой-кайнозойських – Волино-Поділля, мезо-кайнозойських – УЩ й Українських Карпат.

Найбільше поширене в корах звітрювання України середньо- та дуже високопробне золото, менш поширене порівняно низькопробне, рідкісним є низько- й високопробне золото. У корах звітрювання золото, порівняно з металом із незмінених порід, має вираженішу зональну будову (внутрішня частина зерен більш низькопробна порівняно із зовнішньою). Потужність високопробних об'єктів становить соті частки міліметра.

Отже, золото значно поширене в різновікових корах звітрювання України, які слугують мінерально-сировинною базою золотоносного потенціалу держави. Часто золотоносні кори звітрювання просторово й парагенетично пов'язані з відомими золоторудними об'єктами. З огляду на слабкий економічний потенціал України, значне зменшення асигнувань на геологорозвідувальні роботи, перспективи освоєння золотоносного потенціалу кір звітрювання нині пов'язані саме з такими об'єктами. Найперспективнішими

щодо цього є об'єкти в межах таких родовищ і рудопроявів золота: Балка Золота, Балка Широка, Бобріківське, Сергіївське, Юріївське, Чемерпільський.

1. Заруцкий К. М. Золото в мезо-кайнозойском осадочном покрове и коре выветривания докембрийских пород центральной части Украинского щита / К. М. Заруцкий // Геохимия и рудообразование. – 1989. – № 12. – С. 89–92.
2. Каплун Е. Я. О проявлении золотоносности в древних метаморфизованных корях выветривания магматогенных пород Кривбасса / Е. Я. Каплун // Минералогия осадочных образований. – 1975. – № 2. – С. 44–46.
3. Ковальчук М. С. Золото з різновікових кір звітрювання України / М. С. Ковальчук // Геол. журн. – 2000. – № 2. – С. 39–43.
4. Ковальчук М. С. Золотоносність кори звітрювання порід фундаменту Середньопридніпровської граніт-зеленокам'яної області / М. С. Ковальчук, О. С. Шутова // Літологія та корисні копалини : [Зб. наук. праць ІГН НАН та ІГНС НАН та МНС України]. – Київ, 2006. – С. 138–139.
5. Кулиш Е. А. Вещественно-генетические типы гипергенных концентраций золота и их перспективы в Украине / Е. А. Кулиш, И. Л. Комов, Н. И. Лебедь // Проблемы золотоносности недр Украины. – Киев, 1997. – С. 245–276.
6. Проявление гипергенного золота в Побужском районе Украинского щита / Э. В. Мельничук, Д. С. Гурский, В. Н. Павлюк [и др.] // Геол. журн. – 1992. – № 4. – С. 126–128.
7. Розанов А. Ю. Ископаемые бактерии и новый взгляд на процессы осадкообразования / А. Ю. Розанов // Соросовский общобразовательный журн. – 1999. – № 10. – С. 63–67.
8. Самородне золото і платина Чемерпільського рудопрояву (Український щит) / В. С. Металіді, В. В. Кислюк, В. М. Павлюк [та ін.] // Минерал. журн. – 1999. – Т. 21, № 5/6. – С. 11–17.
9. Хрипков Л. В. Про золотоносність кори звітрювання в Середньому Придністров'ї / Л. В. Хрипков, О. А. Зайцев // Геол. журн. – 1973. – Т. 33, вип. 4. – С. 132–134.

AURIFERITY OF HETERO-AGED CRUSTS OF WEATHERING OF THE UKRAINE

M. Koval'chuk

*Institute of Geological Sciences of NASU
Oles' Honchar St. 55b, UA – 01054 Kyiv, Ukraine
E-mail: kms1964@ukr.net*

The peculiarities of hetero-aged crusts of weathering auriferity in Ukraine are considered as well as the gold granulometry, morphology and assay.

Key words: gold, crust of weathering, Ukraine.

**ЗОЛОТОНОСНОСТЬ
РАЗНОВОЗРАСТНЫХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ УКРАИНЫ**

М. Ковальчук

*Институт геологических наук НАН Украины
01054 г. Киев, ул. Олеся Гончара, 55-б
E-mail: kms1964@ukr.net*

Рассмотрено особенности золотоносности разновозрастных кор выветривания Украины, а также гранулометрии, морфологии и пробности золота.

Ключевые слова: золото, кора выветривания, Украина.

Стаття надійшла до редколегії 21.09.2011

Прийнята до друку 09.11.2011