

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 звітрування України та гранулометрії, морфології і проби золота.

Ключові слова: золото, кора звітрування, Україна.

Кори звітрування як джерело золота вже давно приваблювали геологів. Однак під час вивчення ендогенних золоторудних проявів через уявлення, що історично склалися про високу хімічну інертність металу за екзогенних умов, кори звітрування 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 звітрування, складом вихідних порід та низкою інших чинників, увага до вивчення золотоносності кір звітрування значно зросла. Родовища золота в глинистих корах звітрування становлять для України новий перспективний геологопромисловий тип. Порівняно з ендогенними родовищами золота їх освоюють оперативніше, їм приділяють підвищену увагу інвестори.

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

Золото виявлене в архей-палеопротерозойських, мезо-, неопротерозойських, палеозойських, мезозойських, мезозой-кайнозойських корах звітрування, що сформувалися на різних за віком, генезисом, петрографічним складом формаций 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, Східнолиповенський, Ха-

щуватський, Чемерпільський та ін.) та родовищах (Балка Золота, Балка Широка, Бобриківське, Капітанівське, Клинцівське, Майське, Сергіївське, Юріївське та ін.) золота.

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

За морфологічними особливостями залишкові золотоносні кори звітрювання поділяються на плошові та лінійні. Для перших характерні значне плошове 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, зминання, 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 вилугувування; 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 вилугувування – до 60 % і більше. Глинистий матеріал представлений сумішшю гідрослюд, нонtronіту, монтморилоніту й каолініту. На нижніх горизонтах переважають гідрослюди, на верхніх – каолініт. Чотиризональний 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 звітрення, 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, євищою, ніж для інших зон.

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

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

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

У корах звітрування 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) біogenne.

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, головно, вихідними (первинними, що локалізовані в незмінених породах) параметрами мінералу. Зокрема, у зоні дезінтеграції характеристики золота мало відрізняються від первиннихrud, а нарости глибини гіпергенних змін простежують знизу вгору за профілем елювію.

Колір золота з різновікових кір звітрування 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 звітрування 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 звітрування 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 представлене:

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

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

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

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

5) гемідіоморфними зернами (мезозойський елювій Побужжя).

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

Процеси звітрювання 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 гідрогенний (розвчинні комплексні сполуки і колоїдні форми) формі та кристалізацією на геохімічних бар'єрах.

У профілі кори звітрювання 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 звітрювання представлена новоутвореним (гіпергенним) золотом. Гіпергенне золото (від 0,008 до 0,5 мм) значно поширене в золотоносних корах звітрювання України, однак достовірно діагностоване в елювіальних утвореннях мезозою Побужжя, мезозой-кайнозою УЦ 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 (рудко-, амебо-, друзо-, гроноподібні, губчасті) форм та ниркоподібні агрегати золота, які складаються з численних з'єднаних між собою зерен.

Гіпергенне золото утворює самородні моноокристалічні 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 звітрування гірських порід золото з материнських порід потрапляє в зону гіпергенезу, біо- і гідросферу. Живі організми відіграють важливу роль у звітруванні мінералів і гірських порід, чим спричиняють вивільнення золота з мінералів-носіїв, переводять його у водорозчинні 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 каолінітувища, а ентропія нижча, ніж у монтморилоніту, то активність взаємодії каолініту з біокосною системою значновища. 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 звітруваннявища, ніж монтморилонітової.

Мікроби й бактерії часто мають приступ 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 звітрування Складчастих Карпат, Донбасу, Волино-Подільської плити, УЦЩ.

Пробіність золота з кір звітрування України змінюється в широких межах, зокрема, виокремлено:

- 1) низькопробне (665) – відшукано в палеозойських корах звітрування Донбасу;
- 2) порівняно низькопробне (700–740) – характерне для різновікових елювіальних утворень Кривбасу та палеозойських і мезозой-кайнозойських кір звітрування Донбасу;
- 3) середньопробне (843–894) – поширене в архей-палеопротерозойських, мезозойських, мезозой-кайнозойських корах звітрування 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 Дніпропетровсько-Донецької западини та мезозой-кайнозойських – УЦЩ й Донбасу;
- 5) дуже високопробне (958–999) – значно поширене в різновікових корах звітрування Кривбасу, мезозойських – Добруджі, Кіровоградського блока, мезозойських, мезозой-кайнозойських – Волино-Поділля, мезо-кайнозойських – УЦЩ й Українських Карпат.

Найбільше поширене в корах звітрування України середньо- та дуже високопробне золото, менш поширене порівняно низькопробне, рідкісним є низько- й високопробне золото. У корах звітрування золото, порівняно з металом із незмінених порід, має виразнішу зональну будову (внутрішня частиназерен більш низькопробна порівняно із зовнішньою). Потужність високопробних облямівок становить соті частки міліметра.

Отже, золото значно поширене в різновікових корах звітрування України, які слугують мінерально-сировинною базою золотоносного потенціалу держави. Часто золотоносні кори звітрування 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 звітрування 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, Бобриківське, 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 корах выветривания магматогенных пород Кривбасса / Е. Я. Каплун // Минералогия осадочных образований. – 1975. – № 2. – С. 44–46.
3. Ковальчук М. С. Золото з різновікових кір звітрування України / М. С. Ковальчук // Геол. журн. – 2000. – № 2. – С. 39–43.
4. Ковальчук М. С. Золотоносність кори звітрування 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 общеобразовательный 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 звітрування 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