

химического состава минералов группы карбонатов, характеризующаяся увеличением содержания марганцевого компонента в карбонатах верхней части разреза. В остаточной коре выветривания карбонаты представлены анкеритом и сидеритом, в переотложенной коре выветривания – кутногоритом, анкеритом и сидеритом, в дальнеприносных отложениях – сидеритом и марганцевистым кальцитом. Из сульфидов в остаточной коре выветривания постоянно присутствует пирит, для которого характерна тенденция повышения содержания от значительных концентраций в зоне дезинтеграции до единичных зерен в зоне гидролиза. Подобным образом ведет себя в остаточной коре и магнетит, встречающийся преимущественно в обломках, реже в форме октаэдрических кристаллов. В остаточной и переотложенной корах выветривания с помощью электронного микроскопа выявлены микроскопические выделения галенита, приуроченные к зернам циркона, рутила и пирита. Новообразованный гипергенный пирит обнаружен в зонах гидролиза и гидратации остаточной коры выветривания. От реликтового слабоокисленного пирита кубического габитуса он отличается отсутствием окисных пленок на поверхности, ассоциацией с гидрослюдами и глинистыми минералами, сложной формой кристаллов (октаэдр, пентагондодэкаэдр и др.), мелким размером (десятыи – сотые доли мм). Минералы титана – ильменит и рутил в зоне гидролиза остаточной коры выветривания практически полностью замещаются лейкоксоном, в переотложенной коре выветривания присутствуют единичные зерна сфена и анатаза. Фосфаты, турмалин и циркон присутствуют во всех частях разреза. В переотложенной коре выветривания фосфатные минералы представлены монацитом, в остаточной коре – монацитом, ксенотимом, минералом группы крадаллита, алюмо-бариевым фосфатом (горсейкситом). Апатит присутствует в зонах гидратации и дезинтеграции остаточной коры выветривания. Циркон переотложенной коры выветривания включает примесь золота, остаточной – ниобия. В распределении по разрезу корунда, шпинели и граната не установлено закономерности, минералы встречаются преимущественно в виде обломков, реже шпинель присутствует в форме октаэдров, гранаты – ромбододекаэдров и октаэдров.

Золото остаточной коры выветривания обладает «рудным» обликом, большинство золотин представлено неправильным морфологическим типом. Характерно уменьшение размера золотин с глубиной. Преобладают цементационные золотины, имеющие ажурную, комковидную причудливые формы. Для переотложенной коры выветривания характерно наличие золота со следами транспортировки. В различной степени окатанные золотины характеризуются более крупными (по отношению к золоту «рудного» облика) размерами, имеют сглаженные очертания (в разной степени окатаны), представлены трёхмерными неправильными, изометричными, удлинёнными, уплощёнными частицами.

Таким образом, установленная минералого-геохимическая зональность профиля выветривания проявляется в распределении в разрезе глинистых минералов, карбонатов, сульфидов, золота и других аксессуарных минералов. По мере перехода от зоны дезинтеграции к зоне гидролиза происходит повышение содержания минералов группы каолинита, гидрослюд, при этом снижается количество кварца, минералов группы монтмориллонита. Для переотложенной коры выветривания характерно значительное количество кварца, присутствие минералов группы каолинита, гидрослюд, в небольших количествах минералов группы монтмориллонита.

В пробах из переотложенной коры выветривания отмечается наибольшее разнообразие аксессуарных минералов, большая часть из которых окатана. Для этой части разреза свойственно наличие в различной степени окатанного золота. Аксессуарные минералы остаточной коры выветривания отличаются заметным разнообразием лишь в зоне гидролиза, в зонах дезинтеграции и гидратации их общее содержание понижается, при этом минералы не имеют признаков транспортировки, золотины остаточной коры выветривания также имеют «рудный» облик [4, 5].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-45-700019).

Литература

1. Интерпретация геохимических данных: Учеб. пособие / Е.В. Спяров, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Донская, А.В. Иванов, Е.Ф. Летникова, А.Т. Миронов, И.Г. Бараш, В.А. Буланов, А.И. Сизых. / Под ред. Е.В. Спярова. – М: Интернет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
2. Парначев В.П. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска. // Материалы к полевой геологической экскурсии: справочное пособие. / В.П. Парначев, С.В. Парначев. – Томск: ТГУ, 2010. – 144 с.
3. Черняев Е.В. Генезис и золотоносность кор выветривания Томского района // Цветные металлы и минералы: Сборник тезисов докладов восьмого международного конгресса. – Красноярск, 2016. – С. 336–337.
4. Янченко О.М. Карбонаты золотоносных кор выветривания Малоушайской зоны // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 130-летию со дня рождения профессора М.И. Кучина, Томск, 3–7 апреля 2017 г.: в 2 т. – Томск: Изд-во ТПУ, 2017. – Т. 1. – С. 193–194.
5. Янченко О.М. Минералогические особенности кор выветривания Томь-Яйского междуречья // Новое в познании процессов рудообразования: Сборник материалов восьмой Российской молодёжной научно-практической Школы, Москва, 26-30 ноября 2018. – М.: ИГЕМ РАН, 2018. – С. 426–429.

ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТА КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ТОМЬ-ЯЙСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

О.М. Янченко

Научный руководитель профессор В.Г. Ворошилов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В региональном плане территория Томь-Яйского междуречья находится в области сочленения крупных геологических структур – Колывань-Томской складчатой зоны, Западно-Сибирской плиты, Кузнецкого прогиба и Кузнецкого Алатау [3].

СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ.

На изучаемой площади коры выветривания имеют широкое развитие. Они формируются по терригенным породам и дайкам основного состава и имеют монтмориллонит-каолинит-гидрослюдистый состав. По генезису изучаемые коры выветривания делятся на остаточные и переотложенные, по морфологии – на площадные и линейные. Линейные коры выветривания приурочены к участкам повышенной проницаемости и характеризуются наибольшей степенью преобразования исходных пород и глубиной распространения. В строении этих кор выветривания, наряду с зонами дезинтеграции и гидратации, выделяется зона гидролиза. Выявленные содержания золота в переотложенной коре выветривания достигают 1,5 г/т, в остаточной коре выветривания (зона гидролиза) – до 6,26 г/т [5].

Коренная золоторудная минерализация представлена линейными зонами кварцевых жильно-прожилковых и прожилково-вкрапленных руд в катагенно- и метаморфогенно-гидротермальных углеродистых метасоматитах, сформированных в согласных зонах трещиноватости, смятия и графитизации на границе алевритовых и псаммитовых прослоев терригенных пород. В породах наблюдаются многочисленные прожилки кварц-карбонатного состава с сульфидами (пирит, арсенопирит, сфалерит, пирротин, халькопирит, галенит) и свободным золотом. Содержание золота в отобранной крупнообъемной пробе в карьере Батуринского рудопроявления, вскрывающем подобного типа минерализацию, составило 5,3 г/т [6]. Свободное золото на рудопроявлении приурочено к зальбандам карбонат-кварцевых прожилков, на контакте с вмещающими их графитизированными алевролитами. Золото наблюдается главным образом в виде микроскопических пылеватых частиц, единичных выделений нитеобразной, проволочковидной, пластинчатой формы. Размеры частиц 0,001...0,2 мм, редко до 1...2 мм, проба 898...913 ‰. Характерны примеси ртути (0,12...0,6 %) и меди (0,02...0,06 %) [6].

Выделения золота обнаружены как в остаточной коре выветривания, так и в продуктах ее ближайшего переотложения.

В остаточной коре выветривания минералогическим анализом выявлены единичные золотины и граммовые содержания золота (до 6,264 г/т). Наибольшие содержания золота характерны для верхней части разреза остаточной коры выветривания – зоны гидролиза. По размерам выделений в продуктах остаточной коры выветривания установлены золотины всех классов крупности (от пылевидного (0,01...0,05 мм) до среднего (> 1,0...2,0 мм)), с тенденцией увеличения размеров золотины снизу вверх. Установлено укрупнение золота в зоне гидролиза, где присутствует видимое золото мелкого класса крупности (> 0,25...1,0 мм) [5].

Золото остаточной коры выветривания имеет «рудный» облик, без следов перемещения. Большая часть выделений относится к неправильному морфологическому типу. Преобладают цементационные золотины ажурной и комковидной формы, когда микроскопические «шарики» (кристаллики, комочки) связаны между собой тончайшими перемычками (предположительно, это сростки плохоогранных изометричных кристаллических индивидов размером менее 0,01 мм, либо сростки образований сферической формы, которые могут быть образованы колониями бактерий *S. Metallidurans*, обладающих способностью поглощать золото [1, 2]). Интерстициальные выделения золота имеют трёхмерную комковидную форму, реже крючковатую. Поверхность таких золотины часто с отпечатками вмещающих минералов с угловатой блестящей поверхностью, либо следами вдавливания с шагреновой поверхностью. Единичные трещинные и интерстициальные выделения представлены чешуйчатыми и пластинчатыми формами. Гемиидоморфные частицы золота представлены неправильными комковидными и пластинчатыми формами, часто с ксеноморфными ответвлениями либо отдельными ограниченными выступами. Реже встречаются золотины идиоморфного типа в виде единичных плохоогранных кристаллов изометричной формы, выделений пластинчатой и проволочковидной формы [4].

В зоне гидратации остаточной коры выветривания установлено единичное включение псевдоморфозы гидроокислов железа по пириту кубического габитуса в комковидной золотине. Для зоны гидролиза характерно обрастание золота анкеритом, а также включения золота в псевдоморфозах по пириту, для зоны дезинтеграции – присутствие выделений золота в сростании с кварцем. Часто золото образует сростки с гидрослюдисто-каолинитовым агрегатом. Для большинства золотины типично наличие гетита в углублениях поверхности, реже на поверхности присутствует охристая «рубашка» гидроокислов железа.

Проба гипергенных ажурных выделений золота, по данным ИСП-масс-спектрометрии, 920,63...923,13 ‰, в составе присутствует серебро (7,44...7,53 ‰), ртуть (0,14...0,30 ‰), медь (до 0,03 ‰), мышьяк (до 0,038 ‰) и другие элементы. Проба гипергенных интерстициальных трёхмерных частиц золота в сростании с гетитом, высвобожденных из состава сульфидов при окислении, по данным химического анализа методом ИСП-масс-спектрометрии – 988,15 ‰, установлены примеси серебра (1,06 ‰), ртути (0,08 ‰), меди (до 0,03 ‰) и других элементов. По сравнению с золотом коренной минерализации в золотилах гипергенного типа уменьшается количество примесных элементов, увеличивается проба.

В переотложенной коре выветривания минералогическим анализом выявлены единичные знаки и граммовые содержания золота (до 1,5 г/т), которые по размерам выделений соответствуют классам крупности от пылевидного (0,01...0,05 мм) до среднего (> 1,0...2,0 мм). Практически для всех проб характерно видимое золото с преобладанием золотины мелкого класса.

Для золотины переотложенной коры выветривания характерны более крупные (по сравнению с золотом «рудного» облика) размеры, вследствие транспортировки золотины имеют сглаженные очертания. Часто наблюдаются структуры растворения, обуславливающие шагреновую поверхность золотины. Золотины этого типа трёхмерные, представлены изометричными, близкими к округлой форме, неправильными, иногда удлинёнными зёрнами. Проба золота по данным химического анализа методом ИСП-масс-спектрометрии 962,41...986,29 ‰, установлены примеси серебра (1,10...3,67 ‰), ртути (0,05...0,09 ‰), меди (0,03...0,04 ‰) и других элементов.

Иногда в переотложенной коре выветривания присутствуют золотины «рудного» облика, по морфологии аналогичные описанным выше в остаточной коре выветривания.

Выводы

1. В коре выветривания установлены собственно гипергенное и гипергенное переотложенное золото, характеризующиеся по отношению к золоту первичной минерализации уменьшением содержания примесных элементов и повышением пробы золота. Возможно «бактериоморфное» происхождение ажурного гипергенного золота.

2. Установлены золотины правильного, неправильного и гемиидиоморфного морфологических типов. Для переотложенной коры выветривания характерны золотины с признаками транспортировки.

3. Укрупнение и повышение содержания золота наблюдается в верхней части разреза коры выветривания – в зоне гидролиза остаточной коры выветривания (до 6,264 г/т) и в переотложенной коре выветривания (до 1,5 г/т).

4. Все разновидности гипергенного золота ассоциируют с гипергенными минералами – гидрослюдисто-каолинитовым агрегатом, анкеритом, и установлены в виде включений в псевдоморфозах гидроокислов железа по пириту. Ажурные золотины находятся в сростании с кварцем.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 18-45-700019).

Литература

1. Жмодик С.М., Калинин Ю.А., Росляков Н.А., Миронов А.Г., Михлин Ю.Л., Белянин Д.К., Немировская Н.А., Спиридонов А.М., Нестеренко Г.В., Айриянц Е.В., Мороз Т.Н., Бульбак Т.А. Наночастицы благородных металлов в зоне гипергенеза // Геология рудных месторождений. – 2012. – Т. 54. – № 2. – С. 168–183.
2. Калинин Ю.А., Жмодик С.М., Спиридонов А.М. Сфероидальное золото из латеритной коры выветривания // Россыпи и месторождения кор выветривания: Современные проблемы исследования и освоения: Материалы XIV международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания (РКВ-2010), Новосибирск, 2–10 сентября 2010 г. – Новосибирск: Апельсин, 2010. – С. 290–294.
3. Парначев В.П. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска. Материалы к полевой геологической экскурсии: справочное пособие. / В.П. Парначев, С.В. Парначев. – Томск: ТГУ, 2010. – 144 с.
4. Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1973. – 347 с.
5. Черняев Е.В. Генезис и золотоносность кор выветривания Томского района // Цветные металлы и минералы: Сборник тезисов докладов восьмого международного конгресса. – Красноярск, 2016. – С. 336–337.
6. Черняев Е.В. Томское золото // Журнал «Глобус: Геология и бизнес», 2009. – № 1. Схема доступа: <http://www.vipstd.ru/mag/index.php/news-/271-a>.