

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОПЛАТИНОПАЛЛАДИЕВЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ СЕВЕРА УРАЛА И ПАЙ-ХОЯ

С.К. Кузнецов, Т.П. Майорова, Р.И. Шайбеков, Н.В. Сокерина, В.Н. Филиппов

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 167982 г. Сыктывкар, ул. Первомайская, д. 54, Россия

Приведены сведения о золотоплатинопалладиевой минерализации Севера Урала и Пай-Хоя. Описаны проявления Чудное, Нестеровское, Озерное. В ассоциации с золотом находятся многие минеральные фазы платины и палладия, в частности мертиит, атенеит, сперрилит, соболевскит и др. Формирование золотоплатинопалладиевой минерализации происходило на разных этапах геологического развития региона. Важную роль сыграли позднепалеозойские гидротермально-метасоматические процессы, способствовавшие мобилизации и переотложению рудных компонентов.

золото, платина, палладий, Полярный Урал, Пай-Хой

MINERAL COMPOSITION AND GOLD-PLATINUM-PALLADIUM OCCURRENCES FORMATION CONDITIONS IN THE NORTHERN URALS AND PAY-KHOY RANGE

S.K. Kuznetsov, T.P. Mayorova, R.I. Shaybekov, N.V. Sokerina, V.N. Filippov

Data about the gold-platinum-palladium mineralization North Urals and Pai-Khoi are provided. Manifestations Chudnoe, Nesterovsky, Ozernoe are described. In association with gold there are many mineral phases of platinum and palladium, in particular, murtaugh, ateneo, sperrylite, sobolevskite etc. Formation of gold-platinum-palladium mineralization occurred at different stages of the geological development of the region. The important role was played by Late Paleozoic hydrothermal-metasomatic processes promoting the mobilization and redeposition of ore components.

gold, platinum, palladium, Polar Ural Mountains, Pay-Khoy Ridge

На севере Урала известны золоторудные месторождения и проявления различных формационных типов. Наиболее широко распространены жильные золотосульфидно-кварцевые и золотосульфидные проявления. Рудная минерализация наложена на кварцевые жилы или связана с зонами прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации. В россыпях вместе с золотом встречаются минералы платиновых металлов, относящиеся в основном к ультрабазитовой ассоциации. Вместе с этим в 1980-х гг. в Кожимском районе Приполярного Урала в аллювиальных отложениях обнаружены палладийсодержащее золото и минералы палладия [7 и др.]. Позднее на Полярном и Приполярном Урале выявлены коренные золотоплатиноидные проявления и месторождения [1, 3–6, 8–10 и др.].

Проявление Чудное находится в Кожимском районе Приполярного Урала и приурочено к межформационному контакту уралид и доуралид и к осевой зоне Малдинской антиклинали, ориентированной в северо-восточном направлении и осложненной серией разрывных нарушений. Наиболее крупным является Малдинский разлом, протягивающийся на десятки километров. Площадь проявления сложена базальтами и риолитами саблегорской свиты

позднего рифея – венда. На северо-западном и юго-восточном флангах месторождения породы саблегорской свиты перекрываются кварцитопесчаниками, гравелитами и конгломератами алькесвожской толщи позднего кембрия – раннего ордовика, которые выше по разрезу сменяются конгломератами обеизской свиты раннего ордовика. Вдоль многих разрывных нарушений породы метасоматически изменены. Широко развиты кварцевые жилы, в которых присутствуют гематит, мусковит, хлорит, карбонаты, сульфиды. Золото сосредоточено преимущественно в тонких фукситовых прожилках, секущих риолиты и образующих штокверкоподобные тела, которые тяготеют к зонам рассланцевания и брекчирования риолитов. Пржилки в основном сложены фукситом, иногда в них высокое содержание алланита. Кроме того, присутствуют и другие минералы, прежде всего альбит, кварц, гематит, титанит, анатаз, лейкоксен, ксенотим, монацит. В виде единичных зерен отмечаются циркон, серебро, цинкохромит, халькопирит, молибденит, акантит, пираргирит, редкоземельные минералы и др. В тесной ассоциации с золотом находятся минералы платиновых металлов: мертиит Pd_5Sb_2 , изомертиит Pd_5AsSb , атенеит $(Pd,Hg)_3As$, самородный палладий, сперрилит $(PtAs_2)$, стибипалладинит Pd_5Sb_3 , самородная платина, стиллуотерит Pd_8As_3 . Золото в основном мелкое, обычно до 50 мкм, хотя отдельные золотины достигают 8 мм. Форма частиц чешуйчатая с бороздами скольжения, реже таблитчатая, сложная, комковидная. На некоторых зернах наблюдается штриховка в виде параллельных друг другу ступеней, которые, вероятно, являются отпечатками фуксита. Золото бледно-желтое, иногда на золотилах отмечаются пленки красноватого, серого цвета. Встречаются зерна серого цвета, по данным рентгеноструктурного анализа это золото с пленками предположительно самородного палладия. В виде включений отмечаются тетрааурикуприд $AuCu$, аурикуприд $AuCu_3$, мертиит (изомертиит), атенеит, стиллуотерит, стибипалладинит, самородная платина (рис. 1). По составу золото в пределах проявления неоднородно. Содержание Ag обычно 8,2–11,6, Cu 1,28–3,03 мас.%, нередко встречаются Hg (1,28 мас.%) и Pd (до 1,72 мас.%). Пробность 850–906 ‰. Встречается золото со сложным внутренним строением, напоминающим структуру распада твердого раствора. На одном из участков проявления установлено золото с повышенным содержанием Ag (до 20–25, иногда до 50,5 мас.%), что отвечает составу электрума. При этом Cu и Hg могут отсутствовать.

Проявление Нестеровское расположено вблизи Чудного в пределах той же Малдинской рудной зоны. Рудная минерализация локализована в терригенных отложениях алькесвожской толщи верхнего кембрия – нижнего ордовика, представленных кварцевыми конгломератами, гравелитами, песчаниками, алевролитовыми сланцами [2]. Эти отложения залегают на вулканитах кислого и основного состава саблегорской свиты позднего рифея – венда. Мощность толщи в пределах проявления в среднем 120 м. Весьма характерны пологие складки северо-восточного простирания, осложненные разрывными нарушениями, как крутопадающими, так и пологими, имеющими признаки надвигов. Особенно сильно дислоцированы породы на участке Нестеровский кар, где прослеживаются довольно крупные нарушения северо-восточного простирания, сопряженные с Малдинским разломом. В породах алькесвожской толщи развиты многочисленные кварцевые жилы, которые обычно выполняют

трещины, согласные сланцеватости. Кроме кварца, в них часто присутствуют мусковит, гематит, хлоритоид, хлорит, пирофиллит, альбит, борнит, пирит, хризоколла, лазурит.

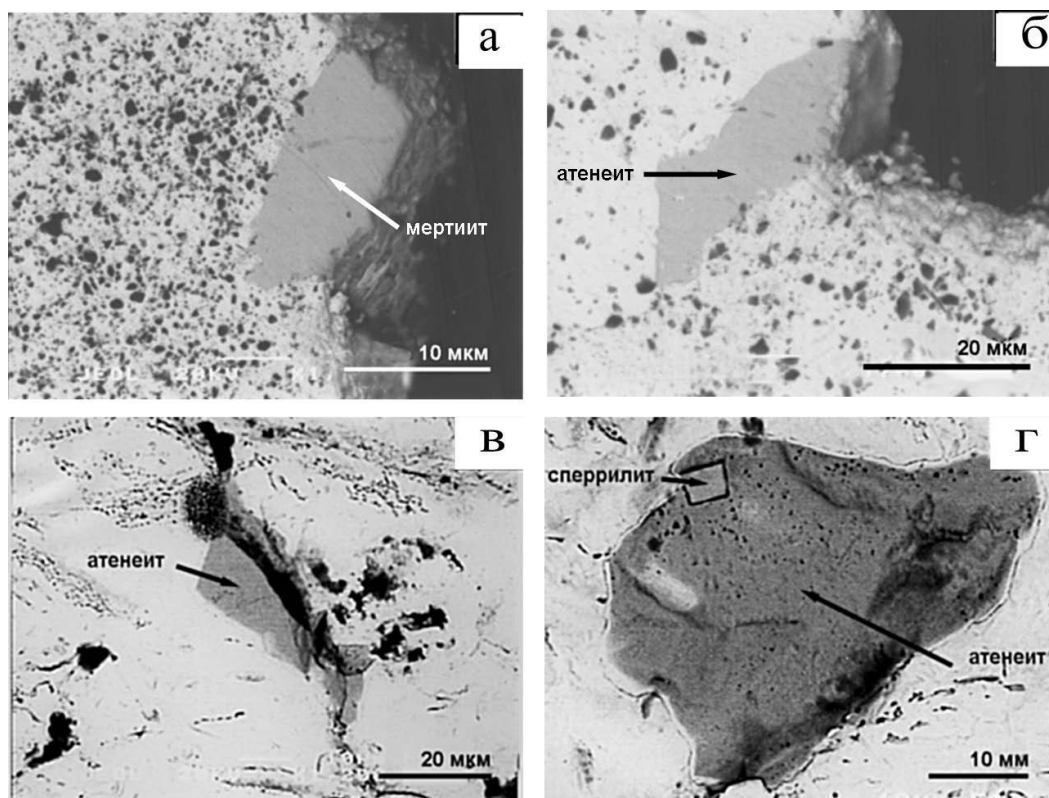


Рис. 1. Выделения мертиита (а) и атенеита (б, в) в золоте (темные участки) месторождения Чудного и включение сперрилита в атенеите (г) (электронно-микроскопические изображения в режиме упругоотраженных электронов).

Золото встречается в различных породах алькесвожской толщи, однако, распределение его весьма неравномерное. Наиболее золотоносны участки осветления и фукситизации пород, связанные с наложенными гидротермально-метасоматическими процессами. Фукситизированные породы характеризуются повышенным содержанием лейкоксена и новообразованных гематита, рутила и ксенотима, хлоритоида. Размер золотин крайне мал – в основном 0,02–0,03 мм, иногда до 2–4 мм. Форма их чешуйчатая, комковидная, сложная с утолщениями и ответвлениями. Цвет желтый, красновато-желтый. На поверхности наблюдаются фигуры роста, каверны, отпечатки и включения серицита, фуксита, гематита, циркона, рутила. В ассоциации с золотом отмечаются минералы палладия, в частности атенеит. По содержанию элементов-примесей золото здесь существенно отличается от золота проявления Чудного: для него характерна Cu (до 3,82 мас.%), при этом Ag присутствует не всегда и в весьма незначительном количестве (до 0,97 мас.%). Отмечаются Pd и Hg. Пробность золота колеблется от 963 до 982, в единичных случаях достигает 998 %. Изредка встречается низкопробное золото с высоким содержанием Ag.

Проявление Озерное расположено в северной части Полярного Урала на левобережье р. Малая Хараматалю и локализовано в ультрабазитах Войкарсыньинского массива. В

пределах рудопроявления прослежены две зоны развития сульфидной, преимущественно борнит-халькопиритовой минерализации, вытянутые в северо-восточном направлении. Они тяготеют к расслоенному комплексу пород и локализованы в клинопироксенитах, их оливиновых разностях и верлитах. Сульфиды образуют в породах тонкую вкрапленность, реже гнездообразные скопления. Преобладают халькопирит и борнит, реже отмечаются пирротин, кубанит и пентландит, содержащий до 10 мас. % Со. На флангах рудных зон встречается пирит. Выделения борнита и халькопирита часто замещаются ковеллином и халькозином. Минералы благородных металлов находятся в тесной ассоциации с сульфидами меди, образуя очень мелкие выделения. Они представлены группой интерметаллидов в системах Au–Cu, Au–Pd–Cu и Au–Ag, а также соединениями Pd с Te, Bi и Sb. Золотомедные, золото-палладий-медные и золотосеребряные фазы наблюдаются в виде зерен размером до 10–15 мкм в сростаниях с сульфидами меди или в виде включений в них (рис. 2). Форма зерен изометричная, вытянутая, неправильная. Состав колеблется в широких пределах: от медистого золота до золотистой меди. Содержание Au 39,7–61,2 мас.%, Cu 17,3–54,0 мас. %.

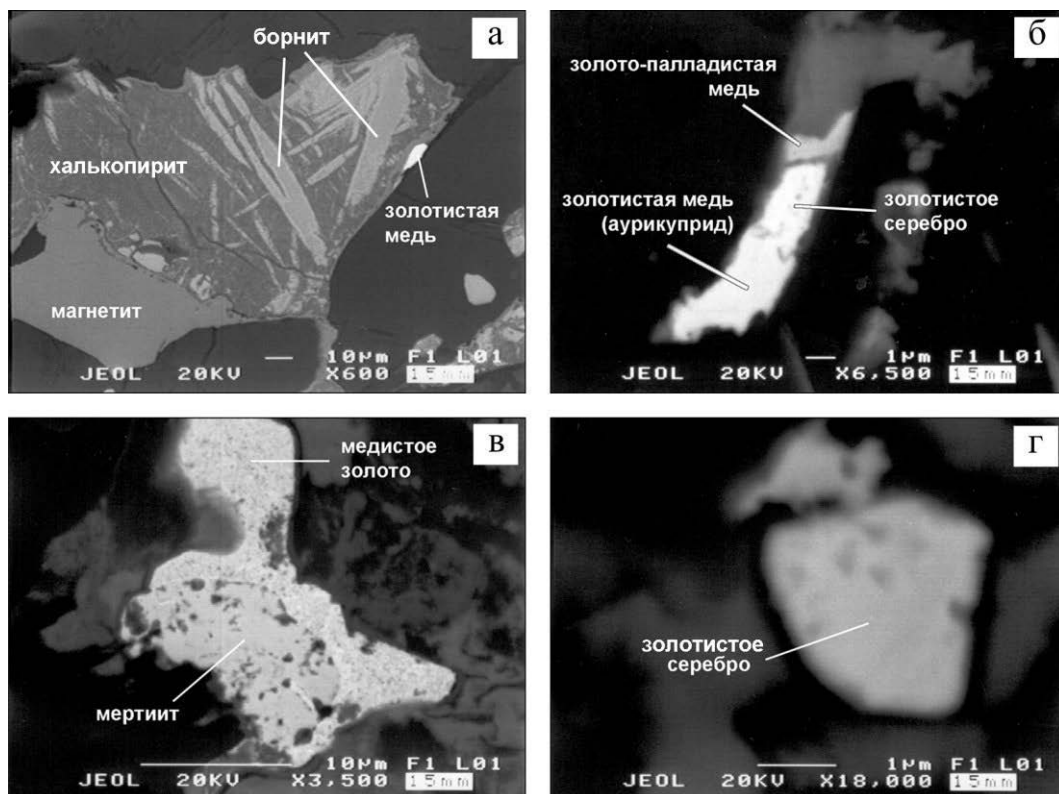


Рис. 2. Минералы золота, палладия, и меди в медно-золотопалладиевых рудах проявления Озерного (изображение в режиме обратнорассеянных электронов).

Почти всегда присутствуют Ag (до 8,3 мас.%) и Pd (до 6,0 мас.%). В одном из зерен обнаружен Te (2,0 мас.%). Особо следует отметить золотопалладистую медь, отличающуюся достаточно выдержанным составом (мас. %): Cu 63,5–65,7; Pd 16,2–17,2; Au 5,5–9,1; Ag до 2,2. Минералы системы Au–Ag представлены самородным золотистым серебром. Содержание Ag 81–83 мас.%, Au 15–16 мас.%, Cu и Pd 1 мас.%. Иногда серебра меньше (63 мас.%), а золота больше (35 мас. %), что соответствует составу кюстелита (Ag_3Au). В

срастании с медистым золотом в виде зерна (около 10 мкм) обнаружен мертиит, в состав которого входят Pd (62,1–66,9 мас.%) и Sb (25,5–28,8 мас.%), в незначительном количестве присутствует Cu (2,6–2,8 мас.%). Отмечаются зерна микронной величины, имеющие сложное строение и неоднородный состав, отвечающий системе Pd-Te-Bi. Фиксируется наличие двух фаз, одна из которых является, вероятнее всего, меренскеитом (Pd, Pt)(Te, Bi)₂, а вторая – котульскуитом Pd (Te, Bi) (рис. 3). В одном из зерен обнаружен самородный теллур с примесью палладия. Кроме того, устанавливаются брэггит (Pt,Pd)S, сперриллит, мончеит Pt(Te,Bi)₂, палладоарсенид Pd₂As, атенеит, маякит (Pd,Ni)₂As, соболевскит Pd(Bi,Te), фрудит PbBi₂, стибнопалладинит и др. [8].

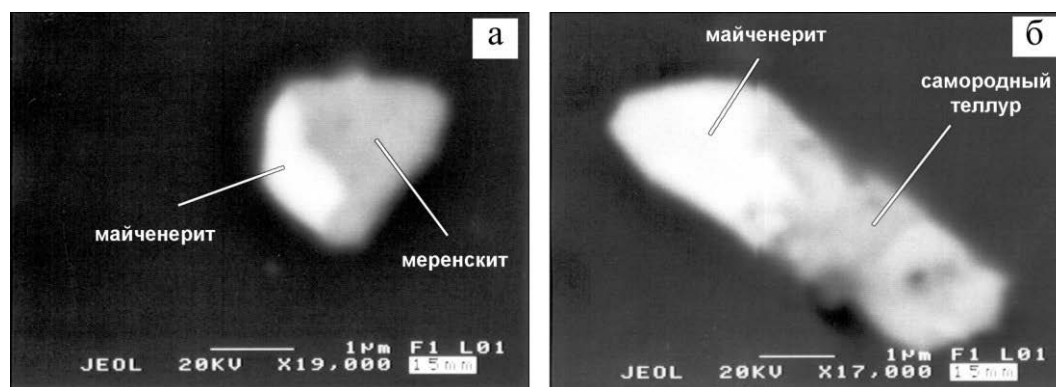


Рис. 3. Мелкие зерна минералов Pd, Te и Bi в медно-золотопалладиевых рудах проявления Озерного (изображение в режиме обратнорассеянных электронов).

Проявление Маяк находится в южной части Приполярного Урала и, так же как проявления Чудное и Нестеровское, приурочено к зоне межформационного контакта уралит и доуралит, трассирующей крупными разрывными нарушениями. Золото найдено в кварцевых гравелитах и конгломератах алькесвожской толщи, залегающих на риолитах саблегорской свиты. Здесь в делювии обнаружены глыбы песчаников и гравелитов, поверхность которых покрыта корочками и примазками темно-зеленого фуксита. Иногда наблюдаются фукситовые прожилки, секущие гравелиты. В фукситизированных породах и фукситовых прожилках присутствует мелкое и пылевидное золото размером 20–150 мкм. Частицы золота имеют в основном комковатую и неправильную форму с округлыми и угловатыми выступами. Встречаются частицы в виде кристаллов с сохранившейся огранкой, реже отмечаются частицы чешуйчатой, пластинчатой, таблитчатой формы с неровными краями. Поверхность зерен шагреновая, бугорчатая, кавернозная, часто фрагментарно покрыта пленками гидроксидов железа красновато-бурого цвета. На отдельных зернах видны отпечатки слюд, вероятно фуксита. Цвет золота желтый, бледно-желтый. В ассоциации с золотом в фукситовой массе находится гематит. По данным микрозондового анализа в золоте почти всегда присутствует серебро (до 8,5 мас.%). Во многих случаях обнаруживается Cu (0,7–1,6 мас.%). Иногда отмечаются Pd (1,4–1,7 мас.%) и Hg (0,7 мас.%). Пробность золота 950–999 ‰. Наряду с отмеченными проявлениями золото и минералы платины и палладия известны в медно-никелевых рудах Пай-Хоя, в хромовых рудах, связанных с Войкарсыннинским, Райизским, Сьумкеусским массивами ультрабазитов на Полярном

Урале. Палладийсодержащее золото отмечается в аллювиальных отложениях районов Енгане-Пэ и Оченырда на Полярном Урале, в Щугорском районе Приполярного Урала.

Таким образом, результаты проведенных в последние годы исследований свидетельствуют о довольно широком развитии золотоплатинопалладиевой минерализации на Севере Урала и Пай-Хое. Ее формирование происходило на разных этапах геологического развития региона. Важную роль сыграли позднепалеозойские гидротермально-метасоматические процессы, затронувшие породы разного состава и возраста и, несомненно, способствовавшие мобилизации и переотложению рудных компонентов.

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов УрО и ДВО РАН № 12-С-5-1006, Президиума РАН № 12-П-5-1027; УрО РАН 12-5-6-016-Арктика, Президиума РАН АРКТИКА.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галанкина О.Л., Гавриленко В.В., Гайдамако И.М. Новые данные о минералогии гидротермального золото-платиноидного оруденения Приполярного Урала // ЗВМО, 1998. №3. С. 72–78.
2. Ефанова Л.И., Повонская Н.В., Швецова И.В. Золотоносность и типоморфные особенности минералов алькесвожской толщи на участке Нестеровский // Геология Европейского севера России. (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН; Вып.103). Сыктывкар, 1999. Сб.4. С. 102–125.
3. Кузнецов С.К., Онищенко С.А., Котельников В.Г. и др. Медно-золото-палладиевая минерализация в ультрабазитах Полярного Урала // Доклады академии наук, 2007. Т.414. №1. С.71–81.
4. Кузнецов С.К., Тарбаев М.Б., Майорова Т.П. и др. Благородные металлы западного склона севера Урала и Тимана. Сыктывкар: Геопринт, 2004. 48 с.
5. Майорова Т.П., Филиппов В.Н. Первая находка теллурида палладия (меренскита) в россыпном золоте Приполярного Урала и ее прогнозное значение // Доклады Академии наук, 2008. № 6. Т.419. С.813–815.
6. Малюгин А.А., Водолазская В.П., Вилисов В.А. О палладийсодержащем золоте из россыпи зоны рифтогенеза // Ежегодник-1979 Института геол. и геохим. УНЦ АН СССР. Свердловск, 1980. С. 109–110.
7. Озеров В.С. Метаморфизованные россыпи золота Приполярного Урала. // Руды и металлы, №4. 1996. С. 28–38.
8. Пыстин А.М., Потапов И.Л., Пыстина Ю.И. и др. Малосульфидное платинометальное оруденение на Полярном Урале. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 152 с.
9. Тарбаев М.Б., Кузнецов С.К., Моралев Г.В., Соболева А.А., Лапутина И.П. Новый золото-палладиевый тип минерализации в Кожимском районе Приполярного Урала // Геология рудных месторождений, 1996. Т.38. №1. С. 15–30.
10. Шумилов И.Х., Остащенко Б.А. Минералого-технологические особенности Au-Pd-TR оруденения на Приполярном Урале. Сыктывкар: Геопринт, 2000. 104 с.