

А.К. Козин^{1,2}, С.Ю. Степанов², Р.С. Паламарчук², В.В. Михайлов²

*¹ – Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург
kozin.00@bk.ru*

² – Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург

Особенности морфологии, внутреннего строения и состава золота из россыпей Миасской россыпной зоны (Южный Урал) (научный руководитель – профессор А.В. Козлов)

Миасская россыпная зона расположена на Южном Урале и включает в себя многочисленные россыпи, из которых за два века разработки было добыто более 100 т золота. Россыпная зона находится в пределах зоны Главного Уральского разлома, включающей офиолитовые и островодужные комплексы и многочисленные кислые интрузивы коллизионного этапа формирования Уральской складчатости [Пучков, 2000]. Широкое проявление россыпных объектов с золоторудной минерализацией в районе обусловлено сочетанием большого числа геологических комплексов, вмещающих коренные источники золота различных генетических типов, среди которых золото-лиственитовые (месторождение Мурашкина гора), золото-родингитовые (месторождение Золотая Гора), золото-кварцевые, золото-кварцево-сульфидные и другие [Сазонов и др., 2001].

Территория долины реки Миасс характеризуется хорошей геологической и минералогической изученностью: так, например, по включениям элементов платиновой группы (ЭПГ) и сульфидов цветных металлов в самородном золоте установлены вероятные коренные источники золота в россыпях и их генетические типы [Зайков и др., 2017]. Детальные минералогические исследования шлиховых ассоциаций россыпи Комья-Курай [Попова и др., 2016] и пяти других россыпных объектов [Козин и др., 2020] позволили выявить общие черты и отличительные особенности минерального состава шлихов различных россыпей и предположить ключевую роль ультрамафитов дунит-гарцбургитовой формации и связанных с ними коренных месторождений золота в формировании россыпей Миасской зоны. Тем не менее, основное внимание в этих исследованиях было направлено на изучение минералов платиновой группы (МПГ) и шлиховых ассоциаций, в меньшей степени затрагивая вопросы особенностей самородного золота россыпей.

Изучение типоморфных особенностей и химического состава самородного золота позволяет оценить условия формирования золотого оруденения и выявить возможные генетические типы коренных источников, участвовавших в формировании россыпей. Цель работы – изучение особенностей строения и химического состава золота из россыпей Миасской зоны с определением возможных генетических типов коренных источников и особенностей условий транспортировки самородного золота водными потоками.

Материалом для исследования послужило самородное золото из шлиховых концентратов, отобранных в ходе полевых работ летом 2019 г. из россыпей Миасской россыпной зоны (россыпи рек Атлян, Черная, Каменка, Березовая, а также Архангельского и Семениковского логов). Морфология самородного золота изучена с помощью сканирующей электронной микроскопии, составы получены методом рентгеноспектрального микроанализа на электронном микроскопе с волновыми дисперсионными спектрометрами (Cameca SX100, ЦКП УрО РАН «Геоаналитик»).

Золотоносные россыпи долины реки Миасс представляют собой аллювиальные и аллювиально-делювиальные (ложковые) отложения, сформированные как крупными потоками, такими как р. Атлян, так и мелкими водотоками [Шуб и др., 1993]. Отложения представлены несцементированными галечниками, глинами, супесями с галькой, валунниками. В нижней

части разреза плотик представлен корами выветривания. Общая мощность разреза россыпей варьирует от 1.7 до 6 м. Золотоносные интервалы локализованы в приплотиковых частях разреза.

В ходе исследования изучены морфологические особенности более 50 зерен золота. Их размеры составляют 0.1–2.5 мм, при этом преобладающим является класс крупности $-0.5+0.25$ мм. Самородное золото из россыпей Архангельского лога, р. Березовая и россыпей в верховьях р. Атлян отличается слабой окатанностью и преобладанием трещинно-цементационных форм (рис. 1а). Для них характерен удлинённый и комковидный облик с многочисленными выклинивающимися отростками и угловатыми выступами. Очертания зерен угловатые, с многочисленными отпечатками граней минералов вмещающих пород, ступенчатыми поверхностями и штриховками. В россыпях р. Атлян также обнаружены два знака золота размером 150 и 200 мкм, обладающие фрагментарно сохранившимся собственным ограничением (рис. 1б). Поверхность трещинно-цементационного золота относительно ровная с небольшими дефектами, вызванными нахождением золота в россыпи.

Самородное золото, извлеченное из шлиховых концентратов россыпей рек Каменка и Черная, а также россыпей Семениковского лога (промышленные россыпи Атлянской группы), характеризуется высокой степенью окатанности. Для этих россыпей характерно золото субизометричной, слабоудлиненной и слабоуплощенной форм, претерпевшее значительные изменения в процессе транспортировки водотоками (рис. 1в–д). Поверхность золотин неровная, бугристо-кавернозная, с многочисленными царапинами и следами перековки, также отмечаются фрагменты с пористой структурой поверхности. По наиболее хорошо сохранившимся зернам можно предположить, что золото данных россыпей также относится к трещинно-цементационному морфологическому типу.

Подавляющее большинство изученных зерен лишено включений и сростаний с другими минералами, лишь в двух зернах из россыпей в верховьях р. Атлян обнаружены угловатые зерна теллуровисмутита субизометричной формы размером 15–20 мкм (рис. 1е).

Для самородного золота всех изученных россыпей характерно низкое содержание Си: лишь несколько зерен содержит 1–2 мас. % Си. Практически полное отсутствие Си в само-

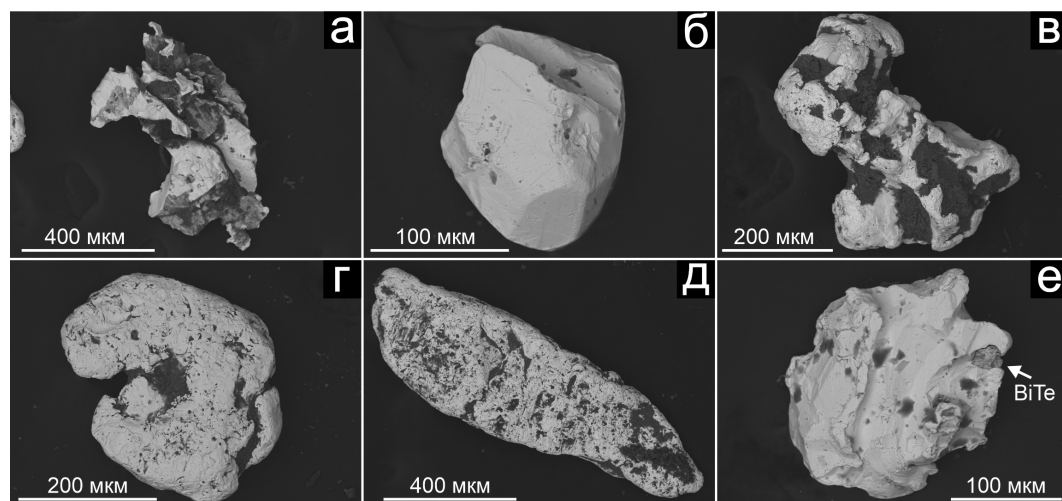


Рис. 1. Морфологические особенности самородного золота из россыпей Миасской россыпной зоны: а) Архангельский лог; б, е) р. Атлян; в) р. Каменка; г) Семениковский лог; д) р. Черная. BiTe – включение теллуровисмутита.

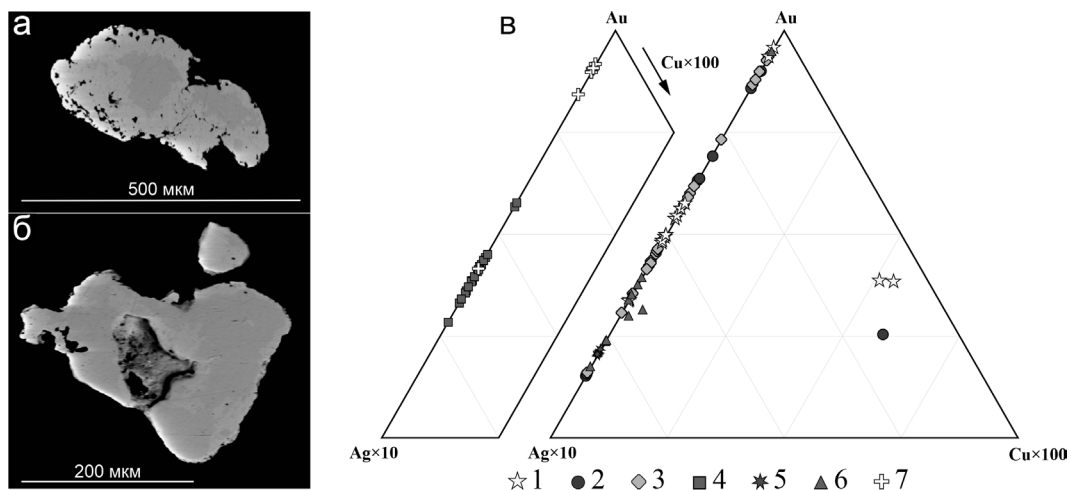


Рис. 2. Самородное золото из россыпей Миасской россыпной зоны: а, б) внутреннее строение самородного золота, р. Черная; в) состав самородного золота: 1 – р. Березовая; 2 – р. Каменка; 3 – р. Черная; 4 – р. Атлян; 5 – Мурашкина гора; 6 – Архангельский лог; 7 – Семеновский лог.

родном золоте обуславливает Au-Ag тренд на треугольной диаграмме составов (рис. 2в). Вариации содержания Ag в самородном золоте россыпей значительно более широкие. Электрум и самородное золото с высоким содержанием Ag (15–32 мас. %) преобладают в россыпях Архангельского лога, связанных с золото-кварцевыми жилами в лиственитизированных ультрабазитах коренного месторождения Мурашкина гора. Близкими содержаниями Ag (11–20 мас. %) отличается самородное золото из непромышленных россыпей в верховьях р. Атлян, в центральных частях зерен переходящее в электрум. Самородное золото россыпей р. Березовая содержит 7–16 мас. % Ag. Для золота россыпей Семеновского лога (промышленные россыпи Атлянской группы) характерно содержание Ag 0.8–1.8 мас. % с закономерным возрастанием содержаний от краевых зон к центру зерна (рис. 2а, б). Золото россыпей рек Каменка и Черная отличается большим разбросом содержания Ag. Содержание Hg в самородном золоте большинства россыпей не превышает 1 мас. %. В то же время, самородное золото из россыпей рек Каменка и Черная может содержать 5 мас. % Hg. В зернах золота обнаружена тонкая (до 10 мкм) кайма с повышенной пробыностью, содержание золота в которой достигает 100 мас. %.

Исследование морфологических особенностей самородного золота позволило выявить значительные различия степени окатанности и сохранности золотин из различных россыпей. Так, самородное золото из россыпей рек Атлян, Березовая и Архангельского лога практически не окатано и сохраняет морфологические признаки, характерные для рудного золота, что свидетельствует о близости расположения коренного источника. В россыпях рек Каменка и Черная, а также россыпях Семеновского лога золото сильноокатанное и практически не сохраняет первоначальных форм, из чего можно сделать вывод о более дальнем переносе золота от коренного источника и его продолжительном нахождении в россыпи. Различия в рельефе поверхностей зерен, такие как микропористость, ямки и царапины на поверхности окатанных зерен, служат подтверждением этих выводов.

Самородное золото из различных россыпей отличается по химическому составу: в широких пределах изменяется содержание Ag, также выявлены различия содержания Hg. Составы золота из россыпей Архангельского лога, связанных с кварцевыми жилами в лиственитизированных гипербазитами месторождения Мурашкина гора, соответствуют результатам ранее

проведенных исследований золоторудных жил Мурашкиной горы [Артемьев и др., 2013]. Составы золота, характеризующиеся высоким содержанием Ag, и электрума из россыпей р. Атыян близки таковым для золота из россыпи Комья-Курай, также относящейся к Атыянской группе россыпей, где центральные части зерен золота наиболее обогащены Ag, при этом в центральных областях некоторых зерен золото переходит в электрум [Попова и др., 2016]. В зернах золота из всех россыпей выделяется красная кайма повышенной пробыности. Эти особенности строения, а именно выноса примесей из приповерхностных частей зерен, являются результатом изменения золота в зоне гипергенеза [Петровская, 1973].

Самородное золото изученных россыпей Миасской россыпной зоны отличается по химическому и гранулометрическому составам, форме и степени окатанности. Закономерное изменение морфологических особенностей зерен самородного золота позволяет сделать вывод о прямой связи преобладающего объема россыпного золота с коренными источниками, расположенными в верховьях водотоков, и о подчиненной роли промежуточных коллекторов при формировании россыпных объектов в ложковых, аллювиально-делювиальных и аллювиальных россыпях Миасской долины.

Литература

Артемьев Д.А., Блинов И.А., Анкушев М.Н. Самородное золото месторождения листовитового типа Мурашкина Гора (Южный Урал) // Мат. III Междунар. научно-практ. конф. мол. учен. и спец. памяти акад. А.П. Карпинского. СПб: ВСЕГЕИ, 2013. С. 183–187.

Зайков В.В., Котляров В.А., Зайкова Е.В., Блинов И.А. Микровключения рудных минералов в золоте Миасской россыпной зоны (Южный Урал) как показатель коренных источников // Доклады Академии наук. 2017. Т. 476. № 6. С. 670–674.

Козин А.К., Степанов С.Ю., Паламарчук Р.С. Особенности минерального состава шлихов из россыпей золота, связанных с массивом альпинотипных гипербазитов на Южном Урале // Металлогения древних и современных океанов-2020. Критические металлы в рудообразующих системах. Миасс: Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН, 2020. С. 140–143.

Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Коротеев В.А., Поленов Ю.А. Месторождения золота Урала. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 2001. 622 с.

Петровская Н.В. Самородное золото (общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса). М.: Наука, 1973. 347 с.

Попова В.И., Никандрова Н.К., Сарафанов Л.В., Попов В.А. Россыпь золота Комья-Курай Атыянской группы в Миасской долине и перспективы дополнительной отработки россыпей золота на Южном Урале // Минералогия. 2016. № 3. С. 71–78.

Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: ГИЛЕМ, 2000. 146 с.

Шуб В.С., Баранников А.Г., Шуб И.З., Якушев В.М. Золото Урала. Россыпные месторождения (к 250-летию золотой промышленности Урала). Екатеринбург: УИФ Наука, 1993. 133 с.

В.В. Михайлов, С.Ю. Степанов, Р.С. Паламарчук, Н.С. Чебыкин
Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург
mvvsevolodovich@yandex.ru

Золото-серебряное оруденение в гранодиоритах Тургорякского массива, Южный Урал

(научный руководитель – член-корр. РАН В.Н. Пучков)

Золотые россыпи долины р. Миасс на Южном Урале разрабатываются уже на протяжении 200 лет [Дементьев, Зазуляк, 1997]. Несмотря на высокую продуктивность россыпей Южного