

дает массивная текстура, развиты также – прожилковая, гнездовая, пересечения, пятнистая. Преобладание хлорита в андезибазальтовых породах, вероятно, обусловлено наложением процесса пропилитизации.

Авторы выражают благодарность И. В. Викентьеву, Ю. Н. Ивановой и И. Д. Соболеву за предоставленный материал, оказанную помощь и ценные советы. Работы поддержаны РФФИ (проект № 18-05-70041 «Ресурсы Арктики»).

Литература

Андреев А. В. Геологическое строение, условия локализации и закономерности формирования золотых руд месторождения Новогоднее-Монто (Полярный Урал) // Геология, полезные ископаемые и геоэкология северо-запада России. Матер. XIV молод. науч. конф. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. С. 7–9.

Кениг В. В., Бутаков К. В. Месторождения рудного золота Новогоднее-Монто и Петропавловское – новый золоторудный район на Полярном Урале // Разведка и охрана недр. 2013. № 11. С. 22–24.

Марин Ю. Б. Петрография: Учебник. СПб: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. 408 с.

Трофимов А. П., Лючкин В. А., Пивоваров А. П. Геолого-геохимическая модель золото-железо-скарнового месторождения Новогоднее-Монто на Полярном Урале // Скарны, их генезис и рудоносность (Fe, Cu, Au, W, Sn, ...). Мат. науч. конф. «XI Чтения им. акад. А. Н. Заварицкого». Екатеринбург, 2005. С. 102–107.

Черняев Е. В., Черняева Е. И., Седельникова А. Ю. Геология золото-скарнового месторождения Новогоднее-Монто (Полярный Урал) // Скарны, их генезис и рудоносность (Fe, Cu, Au, W, Sn, ...). Мат. науч. конф. «XI Чтения А. Н. Заварицкого». Екатеринбург, 2005. С. 131–137.

П. А. Фоминых¹, П. А. Неволько^{1,2}, В. В. Колпаков¹

¹ – *Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск
fominykhpa@igm.nsc.ru*

² – *Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск*

Минеральные включения в самородном золоте как индикатор формационной принадлежности коренного источника на примере россыпей Хайрюзовка и Каменка-Барабановская (СЗ Салаирский Кряж)

Исследование минеральных микровключений является оригинальным подходом к изучению самородного золота, поскольку позволяет уточнить, а в некоторых случаях и установить формационную принадлежность коренных источников для россыпных месторождений.

Северо-Западный Салаир – один из старейших золотоносных районов России. Еще в прошлом столетии здесь были открыты золотоносные кварцевые жилы и россыпи. Эталонным объектом золото-сульфидно-кварцевой формации в районе является Новолушниковское месторождение, расположенное на территории Суенгинского россыпного поля Егорьевского рудно-россыпного района. Отдельные аспекты геологического строения, минерального состава и типоморфных особенностей самородно-

го золота месторождения в той или иной мере были опубликованы в ряде работ [Рослякова и др., 1983; Минерагения..., 2001; Неволько, Фоминых, 2017]. На месторождении выделяются два морфоструктурных типа золотого оруденения. Первый тип руд (I) представлен площадными метасоматитами, второй комплексный тип представлен метасоматитами субширотного простирания (II) и линейными кварцевожильных штокверками (II'), расположенными внутри тел метасоматитов. Руды обоих типов обладают близким минеральным составом; их основные различия касаются особенностей химического состава рудных минералов и типоморфных характеристик самородного золота (табл.).

Объектами настоящего исследования стали россыпи рек Хайрюзовка и Каменка-Барабановская (правые притоки р. Суенга). Области их питания пространственно совпадают с гипотетическим продолжением в западном направлении слепых зон субширотного простирания Новолушниковского месторождения [Фоминых и др., 2018].

Включения минералов в самородном золоте изучались с помощью электронного микроскопа (MIRA 3 LMU, Tescan Orsay Holding), оснащенного системой микроанализа INCA Energy 450+ X-Max 80 (Oxford Instruments Nanoanalysis Ltd.), аналитик М. В. Хлестов. Из 416 золотин россыпи Хайрюзовка только в 10 обнаружены включения рудных минералов, в то время как среди 180 зерен самородного золота с россыпи Каменка-Барабановская включения не обнаружены.

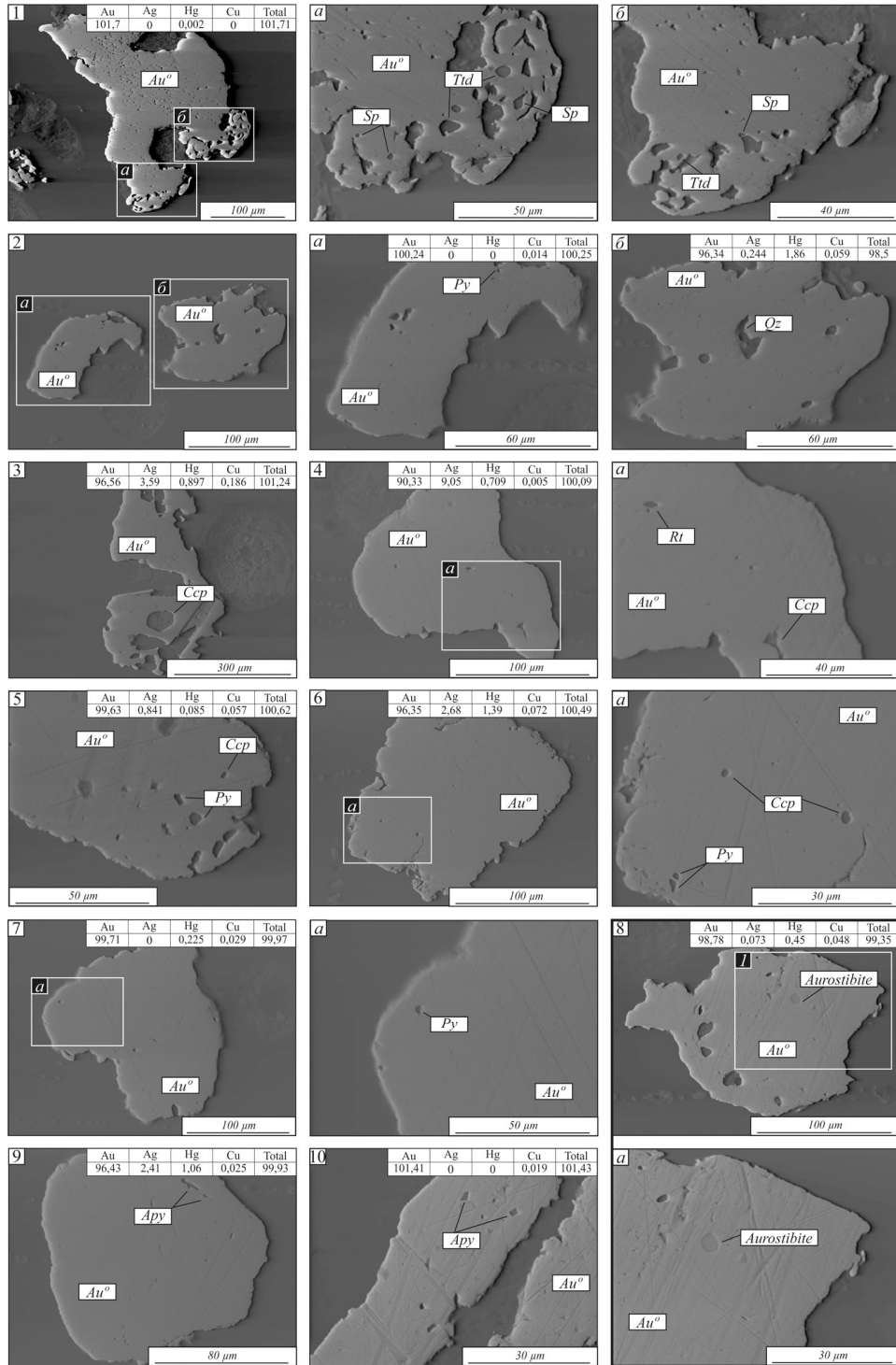
Размер микровключений составляет 5–80 мкм. Были идентифицированы следующие минералы (в скобках – количество включений): пирит (7), халькопирит (5), арсенопирит (4), сфалерит (4), тетраэдрит (3) и аурустибит (1). В некоторых случаях в зернах золота обнаружено несколько микровключений, представленных различными минералами. Так, пирит обычно ассоциирует с халькопиритом, а тетраэдритом – со сфалеритом. Арсенопирит и аурустибит не образуют ассоциаций. Некоторые включения представлены кварцем и рутилом (рис.).

По составу золото с включениями арсенопирита можно разделить на высокопробную группу и подгруппу с примесями Ag (2.41–2.42 мас. %) и Hg (1.06–1.85 мас. %). Золото с включениями пирита – высокопробное, содержание Ag варьирует от 0.65 до 0.99 мас. %, Hg – до 0.23 мас. %, Cu – ниже или на уровне предела обнаружения. Самородное золото с включениями халькопирита включает две подгруппы: 1) Ag 3.34–3.59 мас. %, Hg – до 0.90 мас. % и 2) Ag 1.40–1.65 мас. %, Hg – до 0.29 мас. %. Золото обеих подгрупп содержит Cu (0.12–0.21 мас. %). При некоторых допущениях, эти группы сопоставимы с составом самородного золота с группами ассоциации пирит-арсенопирит и тетраэдрит-сфалерит. Золото с включением аурустибита имеет следующий состав (мас. %): 96.46–98.2 Au, 1.73–2.30 Hg, 1.26–1.36 Ag. Наиболее высокие содержания Hg (до 1.86 мас. %) присущи золоту с включениями кварца.

Таким образом, существование разных минеральных включений в золотинах не исключает того, что они были захвачены механическим путем в процессе аллювиальной транспортировки. В то же время, ранее проведенный грануломорфологический

Рис. Минеральные микровключения в самородном золоте из россыпи Хайрюзовка.

Группы минеральных микровключений: 1а, 1б – тетраэдрит и сфалерит; 2а, 7 – пирит; 2б – кварц; 3 – халькопирит; 4 – халькопирит и рутил; 5, 6 – пирит, халькопирит; 8 – аурустибит; 9, 10 – арсенопирит.



Т а б л и ц а

Характеристики самородного золота

Источник самородного золота	Новолушниковское месторождение, n = 200			Россыпь	
	I тип руд	II тип руд	III тип руд	р. Хайрюзовка, n = 543	р. Каменка-Барабановская, n = 289
Пробность, ‰	870–990	750–1000	700–970	760–1000	740–1000
Типо-морфные примеси	до 2.5 мас. % Hg	до 1.5 мас. % Hg	до 20 мас. % Hg	Группы самородного золота	
				Au	
				980–1000	940–980
				Ag, мас. %	
				(1) 0.01–3.61 (2) 3.62–5.62 (3) 5.85–17.74	(1) 0.01–4.74 (2) 4.88–9.73 (3) 9.85–22.67
				Hg, мас. %	
(1) 0.01–3.44 (2) 3.54–6.51 (3) 8.83–14.19	(1) 0.01–2.93 (2) 2.95–10.37				
Минеральные ассоциации и морфология самородного золота	Ассоциация: арсенопирит, пирит. Срастания: пирит, халькопирит	Микровключения в пирите. Ассоциация: галенит, теллуриды Ag, Bi и Hg. Срастания: галенит, теллуриды Ag и Hg	Ассоциация: галенит, тетраэдрит, сфалерит, халькопирит, кварц.	Группы микровключений в самородном золоте: (1) пирит, (2) арсенопирит, (3) пирит; халькопирит, (4) тетраэдрит; сфалерит, (5) ауристобит	–

П р и м е ч а н и е . n – количество проведенных анализов.

анализ показал, что большинство золотин обладает рудно-субрудной формой. Отсутствие крупных сульфидных месторождений в пределах Егорьевского рудно-россыпного района снижает возможность захвата сульфидов. Можно предположить, что формирование рудных минералов происходило одновременно с ростом самородного золота. Для самородного золота близкого химического состава, но с разными минеральными включениями последние можно объединить в одну ассоциацию.

Находки самородного золота с включениями кварца и повышенным содержанием Hg до 1.86 мас. % могут свидетельствовать о разрушении рудных зон II типа Новолушниковского месторождения. Потери ртути можно объяснить процессом димеркуризации в гипергенных условиях. Присутствие золота с включениями минералов, частично или в полной мере повторяющих минеральную ассоциацию коренных руд, но, в то же время, обладающих несвойственным для коренных руд Новолушниковского золото-сульфидно-кварцевого месторождения химическим составом, позволяют предполагать несколько источников самородного золота со сходной формационной принадлежностью.

Работа выполнена при поддержке государственного задания государственно-го задания по проекту НИР ИГМ СО РАН.

Литература

Минерагения зоны сочленения Салаира и Колывань-Томской складчатой зоны / Под ред. О. П. Иванова и Н. А. Рослякова. Новосибирск: СО РАН, филиал Гео, 2001. 243 с.

Неволько П. А., Фоминых П. А. Опыт-методическая газортутная съемка на Новоушниковском золоторудном месторождении (Салаирский кряж) // Разведка и охрана недр. 2017. № 6. С. 17–20.

Рослякова Н. В., Щербаков Ю. Г., Агеенко Н. Ф., Портянников Д. И., Бортникова С. Б., Радостева Н. Е. Условия золотоносности колчеданно-полиметаллических месторождений // Условия образования, принципы прогноза и поисков золоторудных месторождений. Новосибирск: Наука, 1983. С. 31–65.

Фоминых П. А., Неволько П. А., Колпаков В. В. Типоморфизм и коренные источники самородного золота россыпей Хайрюзовка и Каменка-Барабановская (Салаирский кряж) // Металлогения древних и современных океанов–2018. Вулканизм и рудообразование. Миасс: Институт минералогии УрО РАН, 2018. С. 183–186.

В. П. Мокрушников, Ю. О. Редин, А. А. Редина, А. С. Гибшер
Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск
viktorm@igm.nsc.ru

Минеральный состав и физико-химические условия формирования руд Верхне-Ильдиканского участка Быстринского Au-Cu-Fe скарнового месторождения (Восточное Забайкалье)

Целью исследования стало установление минерального состава, последовательности минералообразования и эволюции флюидного режима для руд Верхне-Ильдиканского участка Быстринского Au-Cu-Fe скарнового месторождения (Восточное Забайкалье). Минеральный состав, текстурные и структурные особенности и взаимоотношения минеральных индивидов изучались в отраженном свете. Флюидные включения изучены в прозрачно-полированных шлифах методами криотермометрии в микротермокамере THMSG-600 фирмы Linkam и рамановской спектроскопии на спектрометре Ramanor U-1000 и детектор Horiba DU420E-OE-323 фирмы Jobin Yvon, лазер Millennia Pro фирмы Spectra-Physics; Confocal Raman Microscope alpha 300R фирмы WITec (аналитик А. А. Редина). Состав самородного золота определен с помощью электронно-зондового микроанализатора JXA-8230 ЭДС-ВДС (аналитик В. Н. Королук).

Быстринское Au-Cu-Fe скарновое месторождение расположено в южной части Газимуровской тектонической зоны Монголо-Охотского складчатого пояса, которая сформировалась на поздне- и постколлизивной стадиях в позднеюрско-раннемеловое время [Спиридонов и др., 2006]. Месторождение относится к Урюмкано-Будюмканской структурно-металлогенической зоне, контролируется одноименным разломом северо-восточного простирания [Спиридонов и др., 2006; Коваленкер и др., 2018] и пространственно связано с интрузиями шахтаминского комплекса (J₂₋₃ š), прорывающими терригенные толщи ильдиканской (D₂ il) и государевской (J₁ gs) свит.