

Таким образом, установлено, что на Мангазейском серебро-полиметаллическом месторождении блеклые руды относятся к фрейбергитовой серии и представлены преимущественно кеноаргентотетраэдритом-(Zn), кеноаргентотетраэдритом-(Fe) и аргентотетраэдритом-(Zn). В зональных зернах присутствуют неоднородные ритмы и ритмы с осцилляторной зональностью, в которых проявлены разные тренды изменения состава. Определены температуры отложения кеноаргентотетраэдрита-(Zn), сосуществующего со сфалеритом (165–280 °C), которые согласуются с температурами гомогенизации флюидных включений в сфалерите и температурой отложения серебро-полиметаллической ассоциации, оцененной по серо-изотопному сфалерит-галенитовому геотермометру.

Литература

Аникина Е.Ю., Бортников Н.С., Клубникин Г.К., Гамянин Г.Н., Прокофьев В.Ю. Мангазейское Ag–Pb–Zn жильное месторождение в осадочных породах (Саха-Якутия, Россия): минеральные ассоциации, флюидные включения, стабильные изотопы (С, О, S) и особенности образования // Геология рудных месторождений. 2016. Т. 58. № 3. С. 206–238.

Аникина Е.Ю., Гамянин Г.Н., Бортников Н.С. Изотопный состав серы сульфидов сереборудного месторождения Мангазейское (Восточная Якутия, Россия) // Геология рудных месторождений. 2010. Т. 52. № 6. С. 534–552.

Аристов В.В., Некрасов А.И. Верхоянская сереборудная провинция. Перспективы развития и освоения минерально-сырьевой базы // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. № 1. С. 21–29.

Biagioni C., George L.L., Cook N.J., Makovicky E., Mořlo Y., Pasero M., Sejkora J., Stanley C.J., Welch M.D., Bosi F. The tetrahedrite group: Nomenclature and classification // American Mineralogist. 2020. Vol. 105. № 1. P. 109–122.

Sack R.O., Loucks R.R. Thermodynamic properties of tetrahedrite-tennantite: constraints on the interdependence of the Ag-Cu, Fe-Zn, Cu-Fe, and As-Sb exchange reactions // American Mineralogist. 1985. Vol. 70. № 11–12. P. 1270–1289.

М.А. Павлова, Н.С. Червоник

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург
milana.a.pavlova@yandex.ru*

Вещественные и морфологические особенности самородного золота из россыпей ручьев Левый Джанку и Гранитного (Хабаровский край) (научный руководитель – к.г.-м.н. С.В. Петров)

В работе рассмотрены особенности строения и состава золота из россыпей, приуроченных к двум соседним ручьям Левый Джанку и Гранитному, берущих начало с возвышенностей (960 и 1200 м, соответственно), дренирующих породы Ульбейского массива и впадающих в р. Сибегу. Россыпи отрабатываются ООО ГПП Марекан не первое десятилетие, однако до сих пор в этом районе значимой коренной минерализации золота не обнаружено. Целью работы является определение возможных параметров коренного источника золота на основе материалов, отобранных из россыпей ручьев Левый Джанку и Гранитного.

В административном плане район работ расположен в Хабаровском крае, в Охотском районе, примерно в 200 км на север от пос. Охотск, в районе среднего течения р. Ульбея, на ее правом берегу. В геологическом отношении изучаемый район находится в пределах центральной части Охотско-Чукотского вулканоплутонического пояса, на восточной краевой части Ульбейского массива (на северо-востоке листа Р-54-XXXVI), сложенного преимущественно

гранитами, лейкогранитами, гранодиоритами, реже диоритами и относящегося к Нюдско-Куйдусунскому габбро-гранодиорит-гранитному латеральному ряду (K_2) [Песков, Умитбаев, 1977; Казакова и др., 2013].

Россыпь ручья Левый Джанку состоит из двух частей: верхней («бедной») и нижней («богатой»). В работе представлены результаты исследования нижней россыпи. Нижняя россыпь аллювиальная, русловая-пойменная. Форма ее вытянутая, лентообразная длиной до 1200 м, шириной 60–100 м, мощностью 1.5–2.0 м. Продуктивный пласт сложен валунно-галечно-гравийно-песчаным материалом с глинистым цементом. Породный состав обломков изменчив и зависит от плотика. В плотике обнажаются породы кислого состава (преимущественно граниты), а также вулканиты среднего состава (преимущественно андезиты).

Россыпь ручья Гранитного имеет вытянутую, лентообразную форму длиной 600 м и шириной 40–60 м. Продуктивный пласт мощностью 1.0–1.5 м сложен галечно-гравийно-песчаным материалом с глинистым цементом. Обломки представлены, преимущественно, гранитоидами (реже встречаются обломки гранодиоритов и кварцевых сиенитов), которые соответствуют породам Ульбейского массива, слагающим плотик россыпи. На участке работ в пределах ручья для минералогического анализа в ходе полевых работ 2020 г. взято десять проб (объемом 8 л каждая) из продуктивного пласта, промытых на лотке до серого шлиха. Основной состав шлиха: циркон, магнетит, гранат, апатит, сульфиды, золото. Из шлиховых проб для определения составов золота отобрано 22 зерна. Помимо собственных проб были исследованы зерна золота, отдутые из 39 шлиховых проб (объемом 20–50 л) с соседнего ручья Левый Джанку в 2017–2019 гг. и переданные руководством месторождения ООО ГПП Марекан. Из проб с ручья Левый Джанку для исследования отобрано 112 зерен золота.

С помощью бинокулярного микроскопа ЛОМО МСП-1 охарактеризованы морфологические признаки зерен, а объемные фотографии сделаны в РЦ «Рентгенодифракционные методы исследования» на цифровом микроскопе Leica DVM 5000. Часть зерен помещена в искусственный аншлиф (ручей Гранитный – 7 знаков, ручей Левый Джанку – 35 знаков), другая – наклеена на электропроводящий скотч (ручей Гранитный – 15 знаков, ручей Левый Джанку – 77 знаков). Химический состав золота изучен в РЦ СПбГУ «Геомодель» на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N с ЭДС приставкой Oxford Instruments X-Max 20 (аналитик Н.С. Власенко). Здесь же получены СЭМ фото золота. В результате исследования 134 зерен получено 210 точек составов золота. Для обработки полученных данных использовалось программное обеспечение Statistica 13.3.

Формы зерен золота из россыпи ручья Левый Джанку разнообразны: от изометричных до игольчатых, нитевидных, сильно изогнутых, сложных, «спутанных в клубок» (рис. 1а, в). Размер варьирует от 300 мкм до 2.2 мм по удлинению и, в среднем, составляет 600–800 мкм (табл. 1). Степень окатанности меняется от средней до низкой. Поверхности зерен неровные, ксеноморфные, иногда с отпечатками граней кристаллов. Часто встречаются примазки темного-серого, темно-бурого, а также молочно-белого цветов. Цвет ярко-желтый, реже белый, зеленовато-белый. В полостях и углублениях цвет заметно более светлый до белого с зеленым оттенком, что может свидетельствовать о сравнительно недавнем разрушении минерального заполнения пустот. Состав самородного золота неоднороден: в центральных частях содержания Au составляют, в среднем, 73.46 мас. %, Ag – 27.54 мас. %, в более высокопробных каймах – 94.39 мас. % Au и 5.61 мас. % Ag (рис. 2а, табл. 2).

Морфологические особенности зерен золота ручья Гранитного не менее изменчивы: от сложной комковатой до уплощенной и лепешковидной (рис. 1б, г). Зерна в шлихах мелкие, средней размерности, преобладает класс 0.5–2.0 мм (см. табл. 1). Поверхности зерен неровные, бугристые, с отпечатками граней кристаллов, кавернами, заполненными кварцем и глинистыми примазками. Цвет аналогичен вышеописанным из россыпи ручья Левый Джанку:

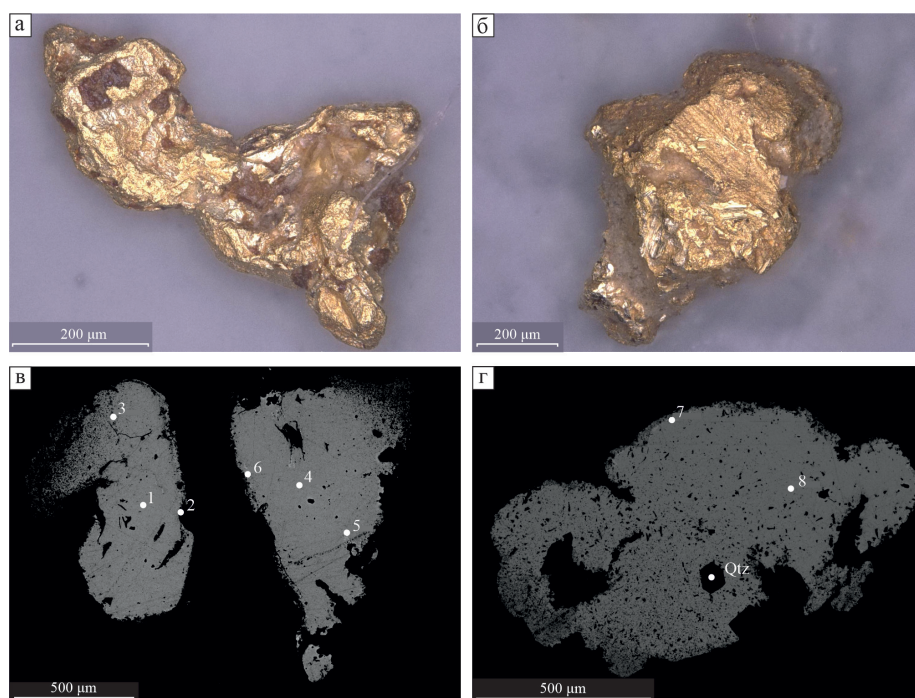


Рис. 1. Зерна золота из россыпей ручьев Левый Джанку (а–в) и Гранитного (б–г). Снимки а, б – оптический микроскоп Leica DVM 5000; в, г – СЭМ фото в режиме BSE.

Таблица 1

Гранулометрический состав самородного золота из ручьев Левый Джанку (I) и Гранитного (II)

№	Фракция, мм		
	+2.0	–2.0+0.5	–0.5+0.25
I	n = 1	n = 99	n = 12
II	n = 1	n = 19	n = 2

Примечание. n – количество зерен.

Таблица 2

Химический состав (мас. %) золота из россыпей ручьев Левый Джанку (1–6) и Гранитного (7, 8)

№ ан.	Au	Ag	Формула
1	74.56	25.44	$Au_{0.62}Ag_{0.38}$
2	95.37	4.63	$Au_{0.92}Ag_{0.08}$
3	74.36	25.64	$Au_{0.61}Ag_{0.39}$
4	73.94	26.06	$Au_{0.61}Ag_{0.39}$
5	95.80	4.20	$Au_{0.93}Ag_{0.07}$
6	93.07	6.93	$Au_{0.88}Ag_{0.12}$
7	67.76	32.24	$Au_{0.54}Ag_{0.46}$
8	98.31	1.69	$Au_{0.97}Ag_{0.03}$

Примечание. Результаты анализов нормированы на 100 %. Номера точек анализов соответствуют точкам на рис. 1в, г. Формулы рассчитаны на сумму металлов, равную 1.

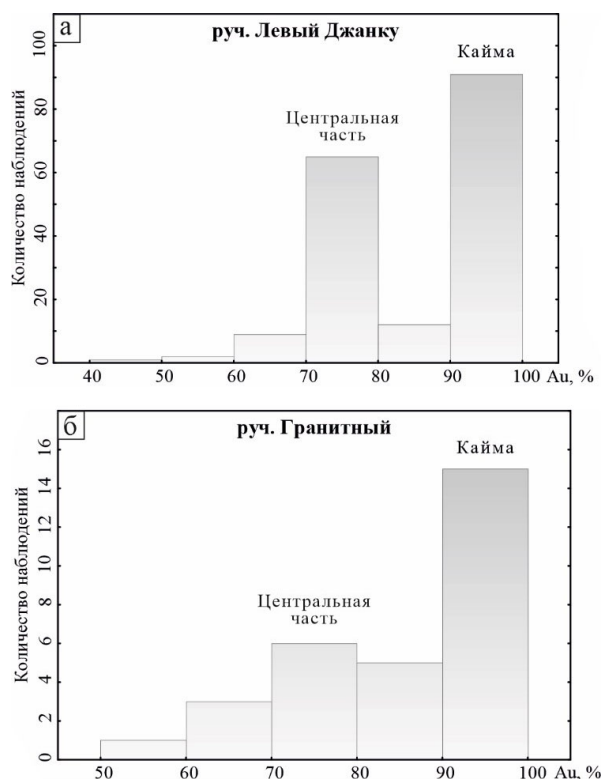


Рис. 2. Распределение содержаний Ау (мас. %) в самородном золоте из россыпей ручьев Левый Джанку (а) и Гранитного (б).

преимущественно, интенсивно-желтый, однако полости и каверны, ранее занимаемые минеральными сростками, значительно более светлые до белого. Содержания элементов в центральных частях зерен, в среднем, составляют 73.84 мас. % Ау и 26.16 мас. % Аг, в каймах – 93.86 мас. % Ау и 6.14 мас. % Аг (рис. 2б, табл. 2).

В целом, золото из россыпей близко по составу и является «относительно низкопробным» (в среднем, в центральных частях золотин 72.66 мас. % Ау и 27.34 мас. % Аг) [Петровская, 1973]. Размер, форма, степень окатанности, характер поверхности и цвет также сходны. Общей особенностью золота двух россыпей является наличие тонких, пористых, прерывистых высокопробных кайм. Таким образом, можно предположить, что россыпи ручьев Левый Джанку и Гранитного образовались при разрушении единого коренного источника, расстояние переноса от которого незначительно.

Литература

- Казакова Г.Г., Васькин А.Ф., Кропачев А.П., Щербаков О.И. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист Р-54 Оймякон. Объяснительная записка. СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013. 400 с.
- Песков Е.Г., Умитбаев Р.Б. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Приохотская. Лист Р-54-XXXVI. Объяснительная записка. М., 1977. 80 с.
- Петровская Н.В. Самородное золото. Общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса. М.: ИГЕМ РАН, 1973. 345 с.