

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

¹ – *Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск
funtik.86@mail.ru*

² – *Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск*

Минералого-геохимические характеристики рудопроявления Лазаретное (Кемеровская область)

В настоящее время на территории Ортон-Федоровского рудного узла в Кемеровской области известно множество в значительной степени отработанных россыпей и лишь одно золоторудное месторождение – Федоровское-1. До сих пор не ясны источники россыпного металла. Многие исследователи этой территории [Шахов, 1964; Щербаков и др., 2003] высказывались о высокой перспективности территории на рудное золото и необходимости проведения здесь поисково-оценочных работ. Первоочередными объектами изучения представляются бассейны рек Федоровка, Большой и Малый Ортон, Балыкса и т.д. В связи с этим, в 2012 г. ООО «Тэтис-Т» начаты поисково-оценочные работы в пределах Ортон-Федоровского рудного узла на трех поисковых участках, в результате которых были выявлены рудопроявления Лазаретное и Ортонское.

В основу нашей работы легли результаты изучения представительной коллекции образцов руд и пород рудопроявления Лазаретное и месторождения Федоровское-1, собранных в период поисковых работ 2013–2014 гг. На Лазаретном рудопроявлении было отобрано 42 образца окисленных руд из поверхностных горных выработок и 230 образцов из керна скважин колонкового бурения. Морфология золота изучалась с помощью сканирующего электронного микроскопа. Также использовались коллекция аншлифов, фондовый и литературный материал предшественников по месторождению Федоровское-1. Целью работы являлось изучение минерального состава руд и определение их геохимических особенностей.

Ортон-Федоровский рудный узел находится на юге Кемеровской области в среднем течении р. Мрас-Су на юго-западном склоне Кузнецкого Алатау. Площадь рудного узла сложена эффузивно-осадочными метаморфизованными в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма породами унушкольской свиты среднего кембрия, смятыми в линейные складки. Вдоль тектонических швов породы интенсивно рассланцованы, милонитизированы и прорваны кембрийскими дайками основного состава, а также поясами девонских габбро-долеритовых даек субмеридионального простирания. В пределах рудного узла преобладающее количество золоторудных объектов локализуется в линейных минерализованных зонах и относится к золото-сульфидно-кварцевому типу: месторождения Федоровское-1, Кедровское, рудопроявления Магызынское, Комсомольское, Петропавловское, Ортонское и Лазаретное.

Лазаретное рудопроявление находится на западном фланге месторождения Федоровское-1. Месторождение ранее рассматривалось как россыпное, но впоследствии было признано как одно из богатейших золото-кварцевых проявлений в Сибири [Щербаков и др., 2003], что послужило основой для повторных поисков золоторудных объектов в близлежащих районах. Рудопроявление представлено протяженными линейными зонами катаклаза, брекчирования и рассланцевания. Вмещающими породами являются метаморфизованные вулканогенно-осадочные отложения унушкольской свиты, прорываемые дайками кундусуольского комплекса основного состава. Зоны располагаются субпараллельно друг другу, имеют северо-восточное до субширотное простирание и крутое падение. Для них характерны стержневые кварцевые жилы с видимым золотом.

Золотоносная минерализация рудопроявления, представляющая собой продолжение золото-сульфидно-кварцевого оруденения Федоровского месторождения, сформировалась по линейным зонам трещиноватости и связана со становлением садринского гранитоидного комплекса ($\text{C}_3\text{--O}_1$). Именно с участием магматогенных флюидов в процессе рудообразования связаны метасоматические изменения вмещающих пород. В пределах рудопроявления золотоносны не только кварцевые жилы, но и измененные вмещающие породы, пронизанные тонкой сетью кварцевых прожилков.

Скважинами колонкового бурения были вскрыты сульфидизированные черные сланцы с золотым оруденением и содержанием сульфидов до 5 %. Среди сульфидов отмечены пирит и арсенопирит, подчиненное распространение имеют пирротин, халькопирит, сфалерит и тетраэдрит. Содержание золота в таких рудах 0.5–3 г/т. Арсенопирит имеет игольчатый облик (0.01–0.015 мм по удлинению), равномерно пропитывает породу, ориентируясь удлинением вдоль плоскости рассланцевания и полностью повторяя плейчатость породы, причем на участках резких изгибов кристаллы бывают надломлены. Пирит и пирротин отмечаются в виде желваковых и послыбно-вкрапленных обособлений мощностью от нескольких мм до 10–15 см.

Сульфиды густо насыщают породу, занимая иногда до 10 % от объема. Пирит образует идиоморфные кристаллы и их сростки, пирротин представлен зернистыми агрегатами.

В керне скважин практически отсутствуют мощные кварцевые жилы. Жилы и прожилки, как правило, разноориентированные, незначительной мощности содержат незначительное количество сульфидов. Рудные минералы представлены арсенопиритом, пиритом, халькопиритом, пирротином и сфалеритом. Кварцевые жилы и прожилки образуют линейные штокверковые зоны преимущественно субширотного простирания. Видимая мощность таких зон может достигать нескольких метров. Содержание золота в кварцевых жилах может составлять 10–20 г/т.

Метасоматическим преобразованиями и сульфидизации подвержены основные породы дайкового комплекса. По ним развиваются кварц-карбонат-слюдистые метасоматиты с содержанием сульфидов (преимущественно пирита) до 3–5 %. Содержание золота в метасоматически преобразованных дайках не превышает 0.5 г/т.

При изучении аншлифов, изготовленных из керна скважин, самородное золото найдено в виде мельчайших включений в арсенопирите в сростании с халькопиритом. Размер включений золота в зернах арсенопирита не превышает 20–40 мкм. Морфология золота разнообразная – ксеноморфная, каркасная, кристаллическая, друзо- и проволочковидная и др. Оно образует сростания с минералами вмещающих пород, в том числе окисленных и гидротермально-измененных (кварцем, гидроокислами Fe, хлоритом, мусковитом, каолинитом, глинистым минералом (возможно, гидрослюда), кальцитом, альбитом).

Пробность самородного золота чаще всего 875–925 ‰, менее выражен максимум 800–825 ‰. Низкопробное (менее 700 ‰) золото присутствует на рудопоявлении Лазаретное в резко подчиненном количестве, хотя на Федоровском месторождении оно распространено шире [Щербаков и др., 2003]. Примеси в составе самородного золота (кроме Ag) в значимых количествах не выявлены. Примесь ртути обычно не превышает 0.3 мас. %.

Следует отметить, что самородное золото Лазаретного рудопоявления отличается более высокой пробностью, чем на Федоровском месторождении, где средняя пробность составляет 772 ‰ [Щербаков и др., 2003]. Все это может свидетельствовать о различных условиях формирования золотого оруденения на этих двух объектах. Однако учитывая очевидную пространственную близость и приуроченность к единым тектоническим структурам, отличие в характере оруденения может быть обусловлено уровнем эрозионного среза.

В основу исследований геохимических характеристик рудопоявления Лазаретное легли 1724 анализа, выполненных методом ICP-MS. На основе этих данных были рассчитаны коэффициенты концентрации элементов (табл. 1, 2):

$$K = \frac{\tilde{C}_p}{C},$$

где C – кларк литосферы [Виноградов, 1962], \tilde{C}_p – среднегеометрическое содержание элементов в руде. Для наглядности вычисление коэффициентов концентрации проводилось отдельно для проб с поверхности и для керна скважин по нескольким выборкам: общая выборка и выборки с содержаниями золота менее 0.1 г/т (условно безрудные интервалы), более 0.1 г/т включительно (убогие рудные интервалы и околорудные ореолы) и более 0.5 г/т включительно (бедные и рядовые руды).

Таблица 1

Коэффициенты концентрации элементов в пробах с поверхности

Содержание Au	n	Au	As	Ba	Cr	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn
Все пробы	1234	7.2	28.9	0.2	0.7	1.6	1.4	1.4	1.1	0.9	1.0	0.4	0.1	0.2	1.1	1.2
<0.1 г/т	1004	4.5	20.3	0.2	0.7	1.5	1.3	1.3	1.0	0.8	1.0	0.4	0.1	0.1	1.1	1.1
≥0.1 г/т	230	54.9	136.9	0.2	0.7	1.9	1.9	1.6	1.3	1.1	0.9	0.5	0.1	0.0	0.9	1.3
≥0.5 г/т	29	263.1	359.2	0.2	0.6	1.9	2.2	1.6	1.0	1.0	0.8	0.5	0.1	0.0	0.9	1.1

Таблица 2

Коэффициенты концентрации элементов в пробах из керна скважин

Содержание Au	n	Au	As	Ba	Cr	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	P	Pb	Sr	Ti	V	Zn
Все пробы	490	7.3	42.6	0.1	0.4	1.1	1.2	0.9	0.9	0.7	0.6	0.3	0.6	0.0	0.4	0.7
<0.1 г/т	395	4.3	29.3	0.1	0.4	1.0	1.1	0.8	0.8	0.6	0.6	0.3	0.7	0.0	0.4	0.6
≥0.1 г/т	95	66.7	201.1	0.1	0.4	1.4	1.7	1.2	1.2	0.9	0.6	0.4	0.4	0.0	0.3	0.9
≥0.5 г/т	22	204.0	318.0	0.1	0.4	1.6	2.1	1.4	1.3	0.9	0.7	0.4	0.3	0.0	0.5	0.9

Значимые коэффициенты концентрации в безрудных интервалах (превышающие кларковые значения хотя бы на порядок) отмечаются только для мышьяка, что может служить показателем общей зараженности данным элементом всего разреза вмещающих пород. Скорее всего, именно вмещающие породы и послужили источником мышьяка в рудах.

Из таблиц 1 и 2 видно, что ведущую роль в рудах играют лишь два элемента: золото и мышьяк ($K > 100$), остальные элементы находятся в содержаниях, близких к кларковым или ниже их. Коэффициенты концентрации элементов (кроме Au и As) остаются постоянными как в рудах, так и во вмещающих породах.

Направление и сила связи между элементами типоморфного комплекса определялись с помощью коэффициента корреляции (r). Значимые значения коэффициентов корреляции при определении коэффициентов парных корреляций (распределение Стьюдента) для анализа образцов из поверхностных горных выработок ($n = 1234$) и керна скважин ($n = 490$) для доверительной вероятности 0.99 равны 0.07327 и 0.11626 соответственно.

Тесную корреляционную связь с золотом во всех выборках имеет только мышьяк (r варьирует от 0.54 для проб из канав до 0.48 для проб из керна скважин). Слабую значимую положительную связь с золотом имеет Cu (0.17 для канав и 0.20 для керна скважин), Fe (0.09 для канав и 0.18 для скважин), Co (0.17 для керна скважин), Mn (0.17 для керна скважин) и Ba (0.19 для керна скважин). Остальные элементы не обнаруживают связи с золотом.

Таким образом, Лазаретное рудопроявление характеризуется наличием убогой золото-кварцевой минерализации, расположенной в зонах сульфидизированных сланцев, в том числе и углеродистых. Минеральный состав руд достаточно прост – преобладают пирит и арсенопирит, в подчиненном количестве присутствуют пирротин, халькопирит, сфалерит и тетраэдрит. Самородное золото характеризуется мельчайшими размерами и высокой пробностью, обусловленной незначительной примесью серебра. По геохимическим характеристиками рудопроявление имеет золото-мышьяковый профиль. Все это позволяет отнести новое рудопроявление Лазаретное к золото-сульфидно-кварцевому типу [Сидоров и др., 2011].

Литература

- Виноградов А. П.* Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // *Геохимия*. 1962. № 7. С. 555–571.
- Сидоров А. А., Старостин В. И., Волков А. В.* Рудноформационный анализ. М.: МАКС Пресс, 2011. 180 с.
- Шахов Ф. Н.* Геология жильных месторождений. М.: Наука, 1964. 232 с.
- Щербаков Ю. Г., Рослякова Н. В., Колпаков В. В.* Федоровское месторождение золота и перспективы золотоносности Южно-Сибирской рудной провинции (Горная Шория) // *Геология и геофизика*. 2003. Т. 44. № 10. С. 979–992.