

Д. А. Артемьев^{1,2}, Ю. Д. Крайнев¹, В. В. Зайков^{1,2}

¹ – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

*² – Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе
artemyev@mineralogy.ru*

Минералого-геохимические особенности золоторудного месторождения Борисовские жилы (Миасский район, Южный Урал)

Золоторудное месторождение Борисовские жилы расположено в Челябинской обл., в 1.3 км к северо-западу от с. Архангельское на площади одноименного золоторудного узла. С 1895 по 1949 гг. месторождение периодически обрабатывалось карьерами и шахтами до глубины 28 м. Месторождение приурочено к Таловско-Кемпирсайскому ультрабазитовому поясу Главного Уральского разлома. Оно относится к березит-лиственитовой формации и представлено несколькими кварцевыми жилами, локализованными на контакте ультрабазитов с нижнепалеозойскими слюди-сто-кремнистыми сланцами [Бородаевский, 1948]. Ультрабазиты вдоль контакта преобразованы в тальк-карбонатные метасоматиты с линзами тальцитов и лиственитов северо-западного простирания. Мощность зон измененных пород достигает 100 м при длине рудной зоны до 450 м. Контакт трассируется дайкой аплитовидных плагиогранитов, сопровождающейся несколькими кварцевыми жилами. Возраст формирования даек, установленный по их взаимоотношению с каменноугольными вулканогенно-осадочными отложениями территории, считается поствизейским, соответствующим коллизионной стадии развития Уральского складчатого пояса [Ферштатер и др., 2000].

Основная кварцевая жила, маркирующая контакт слюдисто-кремнистых сланцев и ультрабазитов, имеет мощность 0.6–1 м, угол падения 50–60° и прослежена в длину на 70 м и шахтами до глубины 28 м. В ее лежачем боку выделяется вторая кварцевая жила мощностью 0.5–0.8 м, сложенная молочно-белым кварцем с многочисленными гнездами халькопирита и пирита, часто окисленных до лимонита. В висячем боку кварц темно-серый до черного с вкрапленностью сфалерита. Содержания золота варьируют от 3.5 до 8.0 г/т, в южном направлении падают до 2.8 г/т, по глубине – с

6 г/т до 4.4 г/т. В кремнисто-сланцевых сланцах и тальк-карбонатных породах имеется несколько оперяющих жил мощностью 0.1–0.8 м, которые характеризуются кустовым распределением золота (до 1.5 кг/т) [Трофимова и др., 1965ф]. Кварц в жилах представлен двумя типами: 1) гипидиоморфными зернами размером до 1 мм с одновременным погасанием по всей поверхности и хорошо видимыми флюидными включениями и 2) зернами размером до 0.8 мм с более сложными границами и мозаичным погасанием. Второй тип кварца не содержит видимой сульфидной минерализации и флюидных включений и характерен для деформационных структур. Помимо кварцевых жил золотоносны линзы талькитов и лиственитов.

С восточной стороны контакта вмещающими породами для кварцевых жил являются апогарцбургитовые серпентиниты, преобразованные в тальк-карбонатные метасоматиты, талькиты и листвениты. Серпентиниты сложены, главным образом, β-лизардитом с подчиненным количеством антигорита; в рудной зоне встречаются участки с хризотилом. Карбонат в метасоматитах представлен магнетитом, развитым в виде таблитчатых зерен размером до 0.3 мм. В интерстициях между карбонатными зернами развиваются игольчато-чешуйчатые сростания талька с размером чешуек до 0.05 мм. В метасоматитах отмечены псевдоморфозы лимонита по пириту кубического габитуса размером до 2–3 мм. Иногда наблюдаются зерна магнетита и идиоморфные кристаллы хромшпинелидов размером до 0.5 мм. По составу хромшпинелиды из тальк-карбонатных пород отвечают хромиту и субферрихромиту со средней формулой $(\text{Fe}_{0.94}\text{Mg}_{0.04}\text{Zn}_{0.02})(\text{Cr}_{1.56}\text{Fe}_{0.26}\text{Al}_{0.18})_2\text{O}_4$ (11 ан).

Листвениты развиты вдоль рудной зоны в виде нескольких округлых линз мощностью до 15–20 м. Часто по границе они оконтурены ожелезненными талькитами. Светло-зеленые листвениты с равномерно-пятнистой и полосчатой текстурой сложены магнетитом с размером зерен до 0.4 мм и кварцем (до 0.1 мм). В меньшей степени развиты чешуйчатые выделения фуксита, размер зерен которого не превышает 0.05 мм. Акцессорная минерализация в лиственитах представлена пиритом, пентландитом, по которому развиваются виоларит и полидимит, магнетитом и скелетными реликтами хромшпинелидов. В кварцевых жилах и сланцах развиты аналогичные минералы, а также галенит и никелистый пирит (табл. 1).

Таблица 1

Сульфидная минерализация месторождения Борисовские жилы

Сульфиды	Fe	Ni	Co	Cu	Zn	S	N
Халькопирит	$\frac{29.5-30.3}{29.8}$			$\frac{34.8-35.6}{35.0}$		$\frac{34.4-35.3}{34.7}$	12
Никелистый пирит	$\frac{44.5-45.7}{44.8}$	$\frac{0.15-1.53}{1.05}$	$\frac{0-0.88}{0.20}$			$\frac{52.9-53.6}{53.4}$	6
Сфалерит	2.69			0.44	61.61	35.27	1
Пентландит	26.58	39.38	0.33			33.47	1
Виоларит	17.20	31.59	8.14			42.34	1
Полидимит	$\frac{4.51-16.36}{9.83}$	$\frac{46.06-58.72}{52.42}$	$\frac{0.27-0.93}{0.52}$			$\frac{36.00-37.55}{36.70}$	5

Примечание. Анализы выполнены на СЭМ Tescan Vega 3 sbu с ЭДС Oxford Instruments X-act (аналитик Ю. Д. Крайнев). В числителе – разброс значений, в знаменателе – среднее.

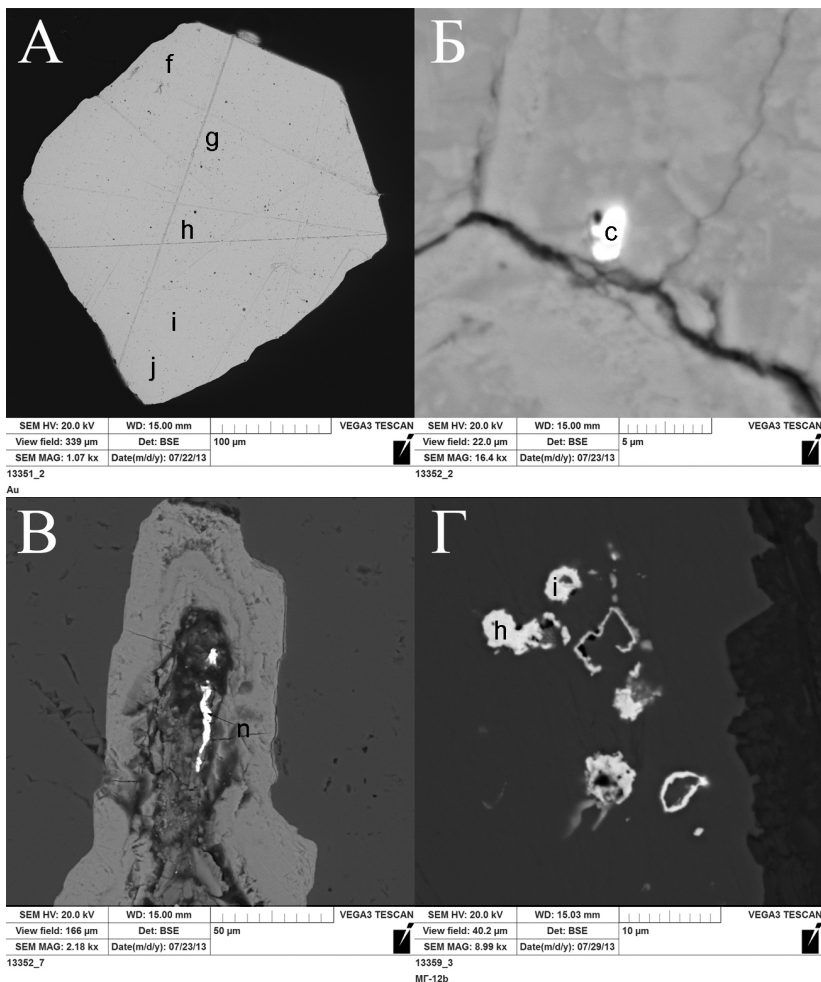


Рис. 1. Благороднометалльная минерализация золоторудного месторождения Борисовские жилы: А – кристалл самородного золота из талькита, обр. МГ-2; Б – зерно самородного серебра в кварцевой жиле, обр. МГ-24; В – просечка йодаргирита в гетите, обр МГ-15; Г – скопления кристаллов спериллита в листвените, обр. МГ-12б. СЭМ-фото.

К западу от контакта находятся серые ожелезненные кварц-серицитовые и серицит-кварцевые сланцы, сложенные кварцем, плагиоклазом и мусковитом и рассеянные многочисленными кварцевыми жилами и прожилками мощностью от первых мм до нескольких десятков сантиметров. Ожелезнение проявлено в виде охр вдоль сланцеватости и контактов жил, а также гетита, замещающего кристаллы пирита. Акцессорная сульфидная минерализация в кварцевых жилах и вмещающих породах представлена халькопиритом и никелистым пиритом, также отмечаются сфалерит, галенит и пентландит, по которому развиваются виоларит и полидимит (табл. 1).

Благороднометалльная минерализация в кварцевых жилах представлена минералами золота, серебра и платины. Самородное золото выделено из охристых масс всячего контакта главной кварцевой жилы с кремнисто-слюдистыми сланцами и

тальцитов в лежащем боку кварцевой жилы. Золото из кварцевой жилы размером до 0.2 мм имеет удлиненную форму с ксеноморфными границами. Золото из тальцитов размером до 0.5 мм изометричной морфологии имеет гипидиоморфные границы (рис. 1а). Состав золота, выделенного из охр, характеризуется содержаниями серебра от 13.48 до 14.68 мас. % (табл. 2). Содержания серебра в гипергенных высокопробных каймах вокруг золота составляют 0.94 и 2.22 мас. %. Золото из тальцитов отличается меньшим содержанием серебра (3.14–4.65 мас. %) и примесью меди (0.63–0.93 мас. %).

Для сравнения золота месторождения Борисовские жилы с золотом других месторождений южной части Миасского золоторудного района составлена гистограмма (см. рис. 1). На гистограмме выявляется сходство золота из тальцитов лежащего бока кварцевой жилы и золота из лиственитов Мечниковского месторождения. Позиция золота из висячего бока месторождения Борисовские жилы приближается к составу золота из тальцитов месторождения Мурашкина Гора.

К трещинам вдоль границ зерен кварца в жилах приурочены мельчайшие округлые зерна самородного серебра размером 2–6 мкм, которые иногда образуют скопления (рис. 1б). В гетите, который замещает халькопирит, обнаружены удлиненные агрегаты йодаргирита, который приурочен к центрам полностью замещенных зерен или их краям (рис. 1в).

Таблица 2

Состав золота месторождения Борисовские жилы (мас. %)

Тип золота	№ п/п	Au	Ag	Cu	Сумма
Золото из охр на контакте кварцевой жилы с кварц-серицитовыми сланцами (висячий бок)	1	85.32	14.68	–	100.0
	2	86.10	13.90	–	100.0
	3	86.01	13.99	–	100.0
	4	85.84	14.16	–	100.0
	5	86.14	13.86	–	100.0
	6	86.06	13.94	–	100.0
	7	86.52	13.48	–	100.0
Среднее		86.00	14.00		
Золото из тальцитов (лежащий бок)	8	95.10	4.27	0.63	100.0
	9	94.41	4.65	0.93	100.0
	10	94.75	4.64	0.60	100.0
	11	94.93	4.36	0.71	100.0
	12	94.76	4.44	0.80	100.0
	13	96.37	3.63	–	100.0
	14	96.87	3.14	–	100.0
	15	96.71	3.29	–	100.0
	16	96.45	3.55	–	100.0
	17	96.59	3.42	–	100.0
Среднее		95.7	3.9	0.73	
Гипергенные каймы	18	99.06	0.94	–	100.0
	19	97.78	2.22	–	100.0
Среднее		98.40	1.60		

Примечание. Анализы выполнены на СЭМ Tescan Vega 3 sbu с ЭДС Oxford Instruments X-act (аналитик Ю. Д. Крайнев).

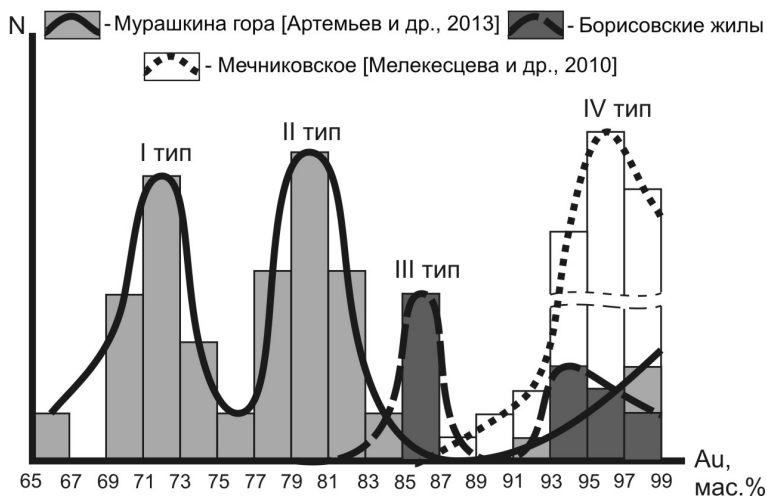


Рис. 2. Составы золота из золоторудных месторождений березит-лиственитовой формации Миасского района. N – относительное количество анализов.

К гетиту, развитому по никелистому пириту из тальцитов, приурочены кристаллы сперрилита и барита. Сперрилит $Pt_{0.91}(As_{1.79}Sb_{0.21})_2$ образует мелкие (до 5 мкм) изометричные зерна и скелетные кристаллы. Для барита $(Ba_{0.91}Fe_{0.07}Sr_{0.05}Ca_{0.01})_{1.04}SO_4$ (2 ан.) характерны небольшие ксеноморфные зерна размером до 15–20 мкм (обр. МГ-11а).

Таким образом, на золоторудном месторождении Борисовские жилы установлен состав благороднометаллической и сульфидной минерализации. Микроскопические исследования выявили неизвестные ранее минералы платины и серебра. Наличие в составе сперрилита значительной примеси Sb указывает на его гидротермальный генезис. Золото, связанное с различными типами кварцевых жил, имеет разный состав, что, вероятно, указывает на многоэтапность его отложения. Данное месторождение по своему минеральному составу аналогично таковым из группы плутоногенных золото-сульфидно-кварцевых месторождений Урала, для которых характерны массивы или дайки золотоносных гранитоидов [Знаменский, Знаменская, 2009].

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ № 12-05-31483 мол_а и гранта молодых ученых УрО РАН № 13-5-НП-377.

Литература

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

Бородаевский Н. И. Типы золоторудных месторождений, подчиненных ультраосновным породам в Миасском и Учалинском районах Южного Урала // 200 лет золотой промышленности Урала. Свердловск: УФАН СССР, 1948. С. 316–330.

Знаменский С. Е., Знаменская Н. М. Классификация золоторудных месторождений восточного склона Южного Урала // Геологический сборник № 8. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2009. С. 177–186.

Мелекесцева И. Ю., Котляров В. А., Зайков В. В., Юминов А. М. Минералы золота и серебра Мечниковского и Алтын-Ташского золоторудных месторождений в лиственитах, Южный Урал // Минералогия Урала–2011. Миасс–Екатеринбург: УрО РАН, 2011. С. 111–115.

Павлов Н. В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Тр. Ин-та геол. наук, сер. рудн. месторожд. 1949. Вып. 103. № 3. 88 с.

Трофимова В. А., Обухова В. С. Объяснительная записка к карте золотоносности масштаба 1:200000 по Челябинской области (Уфалейско-Миасский р-н). 1965ф.

Ферштатер Г. Б., Шагалов Е. С., Беа Ф., Монтеро П. Тургорякско-Сыростанская группа гранитоидных массивов зоны Главного Уральского глубинного разлома // Магматические и метаморфические образования Урала и их металлогения. Екатеринбург: УрО РАН, 2000. С. 129–158.