

ходящих на поверхность эрозионного среза палеозойских пород, отмечается некоторое повышение содержаний ковеллина и халькозина (зона вторичного сульфидного обогащения).

В рудах месторождения присутствуют более 40 элементов. В рудах, в среднем, содержится: меди – 2.37 %; цинка – 1.05 %; серы – 41.24 %; золота – 1.1 г/т (от следов до 14.9 г/т); серебра – 12.8 г/т (от следов до 921 г/т); селена – 0.004 % (от следов до 0.015 %); теллура – 0.003 % (от следов до 0.013 %); индия от 2 до 48 г/т; германия от 2 до 12,5 г/т; галлия от 2 до 64 г/т.

Руды месторождения труднообогатимы.

По категориям C_1+C_2 запасы Султановского месторождения оценивались (тыс. т): меди – 122, цинка – 55, серы – 1890.

Султановское месторождение типично колчеданное, имеет комбинированный генезис с неоднократным формированием в сложной палеовулканотектонической обстановке гидротермально-осадочных сплошных колчеданов рудного холма (холмов), строение которых аналогично современным «черным курильщикам», с последующим формированием гидротермально-метасоматического оруденения в подводящих каналах и определенной телетермальной переработкой тел сплошных колчеданов ранних этапов.

Литература

Медноколчеданные месторождения Урала. Геологические условия размещения / В. А. Прокин, В. М. Нечехин, П. Ф. Сопко и др. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 288 с.

Сивов Н. А. Султановское колчеданное месторождение на Среднем Урале // Материалы по геологии и полезным ископаемым Урала. Свердловск, 1958. Вып. 7. С. 160–170.

А. М. Юминов¹, В. В. Зайков²

¹ – Южно-Уральский государственный университет, г. Миасс,
umin@mineralogy.ru

² – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

Никольское месторождение серебряно-медных руд (Южный Урал)

Никольское рудное поле включает месторождения Таш-Казган и Никольское, интенсивно разрабатывавшиеся в начале XIX в. для нужд Миасского медеплавильного завода. Но, согласно данным археологических находок, разработка месторождений была начата в конце бронзового века [Черных, 1970]. Одной из особенностей добываемых руд являлось высокое содержание в них серебра и мышьяка. Это послужило основанием для выделения особого Таш-Казганского (Т-К) типа медных руд, распространенных в древности на территории Южного Урала. В настоящее время месторождения полностью выработаны и представляют собой серию полуобрушенных шурфов и небольших карьеров с небогатými отвалами.

Никольское месторождение расположено на южном склоне горы Бурома-Тау, в 5–6 км к востоку от д. Тунгатарово (Учалинский район, Республика Башкортостан). Оно несколько раз было объектом геологической практики студентов Южно-Уральского государственного университета [Щербаков, 2006ф]. Возраст и генезис месторождения, несмотря на проводимые ранее работы, до сих пор остается дискуссионным, поэтому сведения о минералогии и химическом составе минералообразующего флюида важны для понимания рудогенеза этого объекта.

Целью работы явилась характеристика рудных минералов и оценка физико-химических параметров формирования оруденения. Определение минералов и изучение их морфологических особенностей проводилось на оптическом поляризационном микроскопе Olympus BX 51/52, данные о химическом составе были получены на растровом электронном микроскопе РЭММА-202МВ с энергодисперсионной приставкой (ИМин УрО РАН). Физико-химические параметры гидротермальных процессов исследовались методами термо- и криометрии флюидных включений в кварце. Работы проводились в лаборатории термобарогеохимии геологического факультета ЮУрГУ (г. Миасс) в тонких двусторонне-полированных пластинках. Для исследований выбирались зерна кварца, имеющие четкие индукционные поверхности совместного роста с сульфидами, что свидетельствует о сингенетичном процессе минералообразования. В ходе экспериментов использовалась установка THMSG-600 фирмы «Linkam». Состав гидротермальных растворов во включениях оценивался по температурам эвтектик. Концентрация растворов рассчитывалась по температурам плавления последних кристаллических фаз [Борисенко, 1977; Реддер, 1987]. Температуры гомогенизации фиксировались в момент исчезновения газового пузырька при нагревании препарата в термокамере.

Рудовмещающими породами на месторождении являются базальтоиды, отнесенные Б. М. Садрисламовым и др. [1961ф] к березовской свите. Основанием для этого послужило залегание вулканитов на зилаирских туфопесчаниках (D_3-C_1) и перекрытие карбонатными отложениями кизильской свиты, содержащими многочисленные остатки фауны визе-намюра. Вулканогенные отложения секутся линейными телами гранитов, с которыми связаны кварцевые жилы и зоны березитизации. Обнаженность рудного поля слабая, поэтому взаимоотношения между геологическими телами предположительны.

Древние разработки, вскрывающие медные руды, представлены несколькими оплывшими карьерами глубиной до 30 м при протяженности 50–100 м. Возле выработок сосредоточены отвалы жильного кварца с сульфидной минерализацией и березитизированных пород. Месторождение сопряжено с малыми интрузивными телами и представлено серией сульфидно-кварцевых жил, сопровождаемых метасоматитами. Мощность жил колеблется от нескольких см до 1 м, протяженность по простиранию – первые десятки метров.

В первичных рудах среди минералов фиксируются халькозин, борнит, теннантит, халькопирит, пирит. Часть сульфидов содержит примесное серебро (табл.), которое концентрируется по периферии рудных выделений.

Морфология зерен серебросодержащего сульфида округлая, размер 5–7 мкм. Отмечены выделения рутила и апатита. Отдельные прожилки мощностью до 5 см сложены массивным халькозином. В отвалах среди руд преобладает прожилково-крапленое и гнездовое оруденение.

Т а б л и ц а

Средний состав рудных минералов Никольского месторождения (мас. %)

№ обр.	Кол-во ан.	Cu	Fe	As	Ag	Zn	S	Σ	Кристаллохимическая формула
Геннантит									
801-1t	4	51.64	2.88	16.7	0.16	0.60	27.96	99.93	$Cu_{12.11}Fe_{0.77}Zn_{0.14}Ag_{0.02}As_{3.34}S_{13.00}$
Борнит									
801-2-b1	4	63.18	11.48	0.00	0.15	0.00	25.12	99.93	$Cu_{5.08}Fe_{1.05}Ag_{0.01}S_{4.00}$
801-2-b2	5	63.67	11.26	0.00	0.04	0.00	24.98	99.95	$Cu_{5.15}Fe_{1.04}Ag_{0.001}S_{4.00}$
801-2-2b	3	63.37	11.64	0.00	0.00	0.00	24.91	99.93	$Cu_{5.13}Fe_{1.07}S_{4.00}$
801-9b	2	63.11	11.67	0.00	0.00	0.00	25.13	99.91	$Cu_{5.07}Fe_{1.07}S_{4.00}$
Ковеллин									
801-1k	3	65.09	0.07	0.00	2.84	0.00	31.55	99.55	$Cu_{1.04}Ag_{0.03}Ba_{0.01}Fe_{0.01}S_{1.00}$
801-9k	3	68.51	0.00	0.00	0.47	0.00	30.96	99.94	$Cu_{1.12}Ag_{0.01}S_{1.00}$
Халькозин									
801-2h	4	79.40	0.14	0.00	0.19	0.00	20.17	99.90	$Cu_{1.98}Fe_{0.01}Ag_{0.002}S_{1.00}$
801-2h	2	77.44	0.96	0.00	0.24	0.00	21.30	99.94	$Cu_{1.94}Fe_{0.03}Ag_{0.003}S_{1.00}$
801-2-2h	7	77.50	0.80	0.00	0.00	0.00	21.63	99.93	$Cu_{1.81}Fe_{0.02}S_{1.00}$
801-9-h1	3	78.73	0.14	0.00	0.00	0.00	21.06	99.93	$Cu_{1.87}Fe_{0.01}S_{1.00}$
801-9-h2	7	78.44	0.01	0.00	0.06	0.00	21.40	99.91	$Cu_{1.85}Ag_{0.001}Fe_{0.002}S_{1.00}$

Примечание: анализы выполнены на приборе РЭММА-202М, ИМин УрО РАН (аналитик В. А. Котляров).

Основными рудными минералами зоны окисления являются ковеллин, малахит, азурит, псевдомалахит, хризоколла, корнваллит [Шавалеев и др., 2003]. Корнваллит $Cu_5(AsO_4)_2(OH)_4H_2O$ (первая находка на Урале) нарастает на хризоколлу в виде черно-зеленой корочки толщиной 2–3 мм. В его состав входят медь, мышьяк и незначительные количества фосфора и кремния.

Флюидные включения исследовались в жильном кварце. Жильный кварц светло-серого цвета, с желтоватыми пленками на поверхности, стекловатый, тонко- и мелкозернистый, плотный, в отдельных местах сильно катаклазирован. В нем содержится большое количество мелких трещин, маскирующих границы зерен. Большинство флюидных включений имеют неправильную, удлиненную или изометричную форму. Размер вакуолей в подавляющем большинстве составляет 3–10 мкм, в отдельных случаях может достигать 20 мкм. Для них характерно линейно-полосовидное распределение, при частом пересечении различно ориентированных полос. Включения либо двухфазовые (прозрачная жидкость + небольшой газовый пузырек, в отдельных случаях подвижный), либо однофазовые (светлая жидкость). Подобные образования распространены большей частью в безрудных частях кварцевой жилы и, скорее всего, являются вторичными.

Нами исследовались только первичные и первично-вторичные включения. Они имеют форму четких отрицательных кристаллов, чаще – с частично ограниченными и полукруглыми и неровными фазовыми границами. Размер включений колеблется от 5 до 50 мкм, чаще всего 10–20 мкм. Вакуоли равномерно распределены по всему объему жилы. Включения двухфазовые (жидкость + газ). Диаметр газового пу-

зырька находится в пределах 20–30 об. %. Включения объемные и имеют темную окраску, что в значительной мере осложняет фиксацию температурных эффектов.

Согласно криометрическим данным, интервал температуры эвтектики во включениях составляет –22.5 ... –20.8 °С. Это характерно для хлоридных растворов. Наибольшее число замеров находится в пределах –21.4 ... –21.2 °С, что близко к солевой системе NaCl [Борисенко, 1977]. Температура плавления последнего кристаллика не превышает –5.0 ... –2.1 °С и указывает на соленость 1.5–3.5 % [Реддер, 1987]. Гомогенизация двухфазовых включений в жидкую фазу происходила в двух температурных интервалах: 190–230 °С и 240–270 °С. Причем высокотемпературным флюидам соответствуют более высокие концентрации солей в растворе.

Крайне незначительные концентрации солей в растворах не исключают участие в формировании рудоносных флюидов метеорных вод. Данное предположение нуждается в подтверждении серией изотопных анализов.

Авторы благодарят В. А. Котлярова, И. Ю. Мелекесцеву, С. В. Щербакова за помощь в выполнении анализов и их интерпретации. Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ №№ 08-06-00136; 09-06-00132-а, 07-05-00260а, интеграционного проекта ученых УрО-СО РАН.

Литература

Борисенко А. С. Изучение солевого состава растворов газовой-жидких включений в минералах методом криометрии // Геология и геофизика № 8, 1977. С. 16–27.

Реддер Э. Флюидные включения в минералах. М.: Мир, 1987. Т. 1. 557 с.

Садрисламов Б. М., Веретенников В. В., Дурнев Ю. Ф. Геологическое строение района верховьев рр. Уй и Миасс. Уфа, 1961 ф.

Шавалеев Р. Р., Белогуб Е. В., Хворов П. В., Котляров В. А. Корнваллит из древнего Никольского рудника (Южный Урал) // Металлогения древних и современных океанов–2001. Миасс: ИМин УрО РАН, 2001. С. 174–177.

Щербаков С. В. Сульфидно-кварцевая минерализация палеозойских вулканогенных полей «Никольское» и «Лисьи горы» (Южный Урал). Миасс: ЮУрГУ, дипломная работа, 2006 ф.

Черных Е. Н. Древнейшая металлургия Урала и Поволжья. М.: Наука, 1970. 180 с.

И. А. Блинов, Е. В. Белогуб, К. А. Новоселов
Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс
bel@mineralogy.ru

Находка гипергенного галенита на Верхне-Аршинском месторождении (Ю. Урал)

Верхне-Аршинское месторождение находится в 1.5 км от пос. Верхняя Арша (Республика Башкортостан). Месторождение было открыто в 1913 г. В 1915–30 гг. здесь обрабатывали бурые железняки, в 1950–58 гг. – свинцово-цинковые руды. Эксплуатация была прекращена из-за трудных гидрогеологических условий. К настоящему времени на месторождении сохранились затопленные карьеры, вскрывающие участки зоны окисления, а также остатки рудного склада.