

в поле пород задуговых бассейнов. С помощью ионного зонда установлены умеренно повышенные содержания воды во включениях (до 0.32 мас. %), что также характерно для магматических систем задуговых бассейнов.

Полученные нами данные по составам клинопироксенов и расплавных включений о палеогеодинамической обстановке образования Валенторского месторождения подтверждаются и геологической информацией. В частности, месторождения Валенторское и Яман-Касы (Южный Урал) относятся к одному рудно-фациальному типу [Масленников, 2006] и поэтому вполне вероятно формировались в близких по своим характеристикам условиях, которые для Яман-Касы соответствуют задуговому бассейну [Симонов и др., 2006]. В целом, учитывая то, что значительное количество данных по включениям свидетельствует об участии известково-щелочных расплавов, Валенторское месторождение наиболее вероятно формировалось в условиях сложной системы островная дуга – задуговой бассейн, причем последний находился в начальной стадии своего развития.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 09-05-00295) и Интеграционного проекта совместных исследований СО–УрО РАН (№ 98).

Литература

Масленников В. В. Литогенез и колчеданообразование. Миасс: Имин УрО РАН, 2006. 384 с.

Медноколчеданные месторождения Урала: Геологическое строение. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 241 с.

Симонов В. А. Петрогенезис офиолитов (термобарогеохимические исследования). Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 1993. 247 с.

Симонов В. А., Ковязин С. В., Тереня Е. О. и др. Физико-химические параметры магматических и гидротермальных процессов на колчеданном месторождении Яман-Касы, Южный Урал // Геология рудных месторождений, 2006. Т. 48. № 5. С. 423–438.

Соболев А. В. Включения расплавов в минералах как источник принципиальной петрологической информации // Петрология, 1996. Т. 4. № 3. С. 228–239.

Соболев А. В., Слуцкий А. Б. Состав и условия кристаллизации исходного расплава сибирских меймечитов в связи с общей проблемой ультраосновных магм // Геология и геофизика, 1984. № 12. С. 97–110.

Sobolev A. V., Danyushevsky L. V. Petrology and Geochemistry of Boninites from the North Termination of the Tonga Trench: Constraints on the Generation Conditions of Primary High-Ca Boninite Magmas // J. Petrol., 1994. Vol. 35. P. 1183–1211.

Н. П. Сафина, Н. С. Ярославцева
Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс
safina@ilmeny.ac.ru

Характеристика околорудных отложений Сафьяновского медно-цинково-колчеданного месторождения (Средний Урал)

В рудоконтролирующих вулканогенно-осадочных горизонтах колчеданных месторождений располагаются слоистые пачки, характеристика и диагностика которых имеет важное прогнозно-поисковое значение. Ранее были изучены, в основном,

рудоконтролирующие горизонты, содержащие красноцветные продукты субмаринного окисления сульфидов [Аюпова, Масленников, 2005]. Гораздо меньше известно о колчеданосных горизонтах сульфидно-черносланцевой ассоциации. На Урале пока обнаружено одно крупное медно-цинково-колчеданное месторождение (Сафьяновское), ассоциирующее с кремнисто-углеродистыми пелитолитами.

Данное месторождение расположено в Восточной зоне Среднего Урала, в Режевском рудном районе [Язева и др., 1992]. Рудная залежь месторождения представляет собой сильно разрушенный полициклический сульфидный холм «черного курьшица» девонского возраста [Масленников, 2006]. Месторождение слабо метаморфизовано, вскрыто карьером и поэтому представляет собой объект, благоприятный для изучения и генетических построений. В данной работе представлены результаты изучения слоистых пачек рудовмещающей толщи этого месторождения, основанные на литологических, минералого-петрографических и геохимических исследованиях.

В ходе полевых работ на Сафьяновском месторождении отобраны образцы различных типов околорудных отложений, составлены литологические разрезы. На рисунке приведен латеральный ряд в порядке удаления от сульфидного холма.

Литологическая колонка 1 состоит из трех сульфидных пачек, разделенных субвулканическими телами риодацитов и кремнистыми песчаниками. Верхняя часть мощностью 6 м сложена коллювиальными рудными брекчиями, переслаивающимися с сульфидными песчаниками и алевролитами, содержащими прослойки углеродистого материала. В средней части колонки распространены тонкообломочные сульфидно-углеродистые отложения (дистальные турбидиты), чередующиеся с кремнистыми пелитолитами. Мощность слоистой пачки 1.5 м. Висячем боку данного пласта, фиксирующего выклинивание центральной сульфидной линзы, залегают сульфидно-углеродистые пелитолиты, чередующиеся с хлоритизированными риодацитами, а в лежащем боку располагаются брекчии риолитов в кварц-углеродистом материале. Неоднократное поступление обломочного материала на фланги сульфидного холма, фиксируется наличием раздробленных слоистых кремнисто-углеродистых отложений, сцементированных разномерным материалом, состоящим из обломков сульфидной руды, окружающих вулканогенных пород и хлоритизированных риодацитов, заключенных в кварц-углеродистом материале и чередующихся с кремнистыми породами и углеродистыми пелитолитами (*литологическая колонка 1-а*).

В нижней части рудокластического горизонта коллювиальные брекчии содержат фрагменты палеогидротермальных труб, сульфидизированных трубок червей и тонкообломочных сульфидно-углеродистых слоек. Цементом является баритовый, галенит-сфалеритовый или углеродистый материал. Выделенные пласты коллювиальных брекчий различаются по набору сульфидных обломков и составу цементирующего материала. В кровле рудного пласта присутствуют ритмично-слоистые сульфидно-углеродистые отложения с мощностью слоев от 1 до 3 см. Контакты между слоями резкие, четкие, со знаками нагрузки.

В основании *литологической колонки 1-б* залегают алевро-песчаные разности с мощностью сульфидных слоев 0.5–2 см. Их особенностью является отсутствие или слабое проявление градиционной слоистости и присутствие на фоне мелкозернистой пиритовой массы относительно крупных (1–5 мм) диагенетических конкреций пирита, равномерно распределенных по всему слою. В центральной части данной колонки присутствуют градиционные циклиты мощностью до 15 см. Наблюдаются знаки нагрузки в подошве сульфидных слоев.

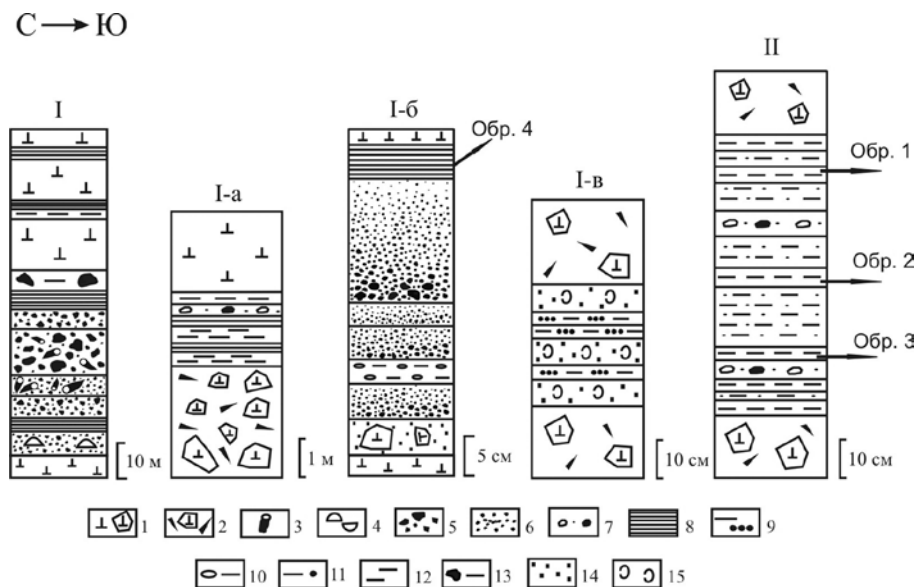


Рис. Литологические колонки рудоносной толщи Южного фланга медно-цинково-колчеданного Сафьяновского месторождения.

1 – риодациты и их обломки; 2 – обломки кислых пород в кварц-углеродистом матриксе; 3–5 – сульфидные брекчии с обломками: 3 – сульфидных труб, 4 – колломорфной руды с оруденелой фауной; 6 – сульфидные песчаники (проксимальные турбидиты, см. колонку I); 7 – песчаники смешанного состава; 8 – ритмично-слоистые сульфидно-углеродистые пелитолиты (дистальные турбидиты); 9 – чередование градиционных сульфидных песчаников с углеродистыми пелитолитами; 10 – чередование сульфидных диагенитов с барит-кремнистыми породами; 11 – вулканомиктовые песчаники; 12 – кремнисто-углеродистые пелитолиты; 13 – чередование коллювиальных брекчий с углеродистыми пелитолитами; 14 – сульфидная вкрапленность; 15 – хлоритизированные риодациты с сульфидной вкрапленностью.

В верхней части распространены ритмично-слоистые отложения мощностью 1–10 мм, характеризующиеся высокой насыщенностью сульфидным материалом (90 % объема отдельного слоя), отчетливой слоистостью и выдержанной мощностью. Присутствуют следы продавливания сульфидного материала в подстилающие слои.

Выше по разрезу над основной рудной залежью в рудовмещающей риодацитовой толще располагается удлиненный пласт сульфидно-углеродистых отложений (*литологическая колонка I-в*) мощностью 1 м. Падение – восточное под углом 35°. Границы между сульфидными и нерудными слоями волнистые и нечеткие. Подстилается и перекрывается сульфидный пласт брекчиями риодацитов, сцементированными углеродистым материалом, несортированными песчаниками смешанного состава и градиционно-слоистыми грубо-, средне- и мелкозернистыми песчаниками. В пределах данного пласта отмечается чередование сульфидных и углеродистых слоев и хлоритизированных пород. Мощность сульфидных слоев 0.5–1 см. Количество сульфидного материала составляет 40–60 % объема слоя. Из сульфидов наиболее распространенным минералом, как и в стратифицированных сульфидно-углеродистых слоях, является пирит.

В надрудной слоистой пачке (*литологическая колонка II*), залегающей в верхней части рудовмещающей риодацитовой толщи отмечается чередование слоев вулканомиктовых песчаников и кремнисто-углеродистых пелитолитов мощностью от 1 до 20 см (рис.). Изредка встречаются прослои измененных гиалокластитов кислого состава мощностью до 20 см.

Вулканомиктовые песчаники состоят из угловатых или сглаженно-угловатых окварцованных обломков кислого состава, зерен кварца, барита, сульфидов и фрагментов кремнисто-углеродистого материала. В основании слоев наблюдаются знаки нагрузки – асимметричные механоглифы, характерные для тефротурбидитов [Ботвинкина, 1974]. В некоторых слоях отмечается горизонтальная, в других – линзовидно-волнистая косяя слоистость. По сравнению с гиалокластитам, песчаники характеризуются равномернoзернистым строением и хорошей сортировкой обломочного материала.

Слой кремнисто-углеродистых пелитолитов представляют собой чередование черных и осветленных до темно-серого цвета слойков. В черных слойках наблюдаются линзовидные обособления серого цвета размером до 2 мм, располагающиеся ориентированно слоистости и имеющие выдержанные размеры. По расположению в пределах слойков и морфологии они аналогичны сульфидным конкрециям, встречающимся в слоистых сульфидных турбидитах. В нашем случае, с помощью детальных микроскопических наблюдений удалось обнаружить реликты сульфидов в линзовидных выделениях. В отличие от собственно кремнисто-углеродистых слойков, в осветленных разностях широко распространены обломки барита, сульфидов и кремнисто-углеродистых пелитолитов, аналогичных подстилающим и перекрывающим кремнисто-углеродистым отложениям.

В кремнисто-углеродистых пелитолитах преобладает кварц (+халцедон) (до 70 %), в меньшем количестве присутствуют биотит, хлорит, гидрослюды, гематит, апатит, ортоклаз и альбит. Акцессорные минералы представлены цирконом и рутилом. По результатам термического анализа, содержание органического вещества в изученных образцах достигает 2.8–3 %. Реликты органического вещества сопровождаются многочисленными остатками радиолярий хорошей сохранности, макроспор и графита. Содержание сульфидной минерализации в изучаемых отложениях незначительно (1–2 %). Преимущественно это пирит в виде корродированных кристаллов, реже сфалерит и халькопирит в виде включений в пирите.

Анализ полевых наблюдений свидетельствует о том, что по направлению к южному флангу наблюдается смена коллювиальных сульфидных брекчий мелкообломочными сульфидными песчаниками, ритмично-слоистыми сульфидно-углеродистыми и кремнисто-углеродистыми пелитолитами – индикаторами совмещения гидротермального и фонового осадконакопления [Ботвинкина, 1974]. Согласно микроскопическим наблюдениям, тонкослоистые сульфидно-углеродистые отложения отличаются от крупно- и мелкообломочных разновидностей большим развитием псевдоморфных замещений и концентрированием диагенетических минералов (фрамбонды, конкреции, эвгедральные кристаллы пирита и сфалерита) [Сафина, Масленников, 2007].

В ряду от мелкообломочных сульфидных песчаников к тонкослоистым диагенитам, в среднем, наблюдается увеличение содержаний Zn (от 0.1 до 2 %), Cd (от 5 до 67 г/т), Au (от 1 до 1.3 г/т), Ni (от 48 до 157 г/т), Se (от 5 до 42 г/т) и уменьшение содержаний Cu (от 3 до 0.3 %), Ag (от 40 до 31 г/т), Te (от 13 до 5 г/т), Co (от 107 до 34 г/т), Pb (от 2459 до 43.5 г/т).

Кремнисто-углеродистые пелитолиты, располагающиеся на максимальном удалении от сульфидного холма (см. рис., литологическая колонка II) характеризуются аномально высокими содержаниями Cd, Zn, Hg, As, Au, Ag, Sb, Ba и Pb по сравнению с кларками углеродистых пелитолитов (табл.).

Т а б л и ц а

Содержание элементов-примесей (г/т) в углеродистых пелитолитах по данным ИСП-МС

Элементы-примеси	Номера проб				
	1	2	3	4	5
Zn	274.65	427.42	333.54	1499.80	120–160
As	116.94	276.28	65.76	231.17	27–50
Ag	0.59	6.01	0.77	13.54	1.7
Cd	11.05	12.22	10.81	12.31	6.0–7.0
Sb	0.95	12.17	1.96	13.34	5.0–6.0
Ba	195.26	819.70	242.68	456.07	590–630
Au	<0.01	0.16	<0.01	0.04	0.008–0.01
Hg	1.42	1.47	1.32	1.05	0.23–0.32
Pb	28.63	291.01	38.76	233.91	26–28

Пр и м е ч а н и е : 1–3 – кремнисто-углеродистые пелитолиты (литологическая колонка II); 4 – литологическая колонка I б; 5 – по данным [Юдович, Кетрис, 1994]. Аналитик Д. В. Киселева (Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург).

При этом кремнисто-углеродистые пелитолиты, также как черносланцевые отложения, ассоциирующие с сульфидными диагенитами, накапливают микропримеси и, в целом, характеризуются повышенными содержаниями элементов рудной ассоциации (образец 2, 4, табл.). В прослоях, где сульфидный материал не обнаружен, отмечаются пониженные содержания рудных элементов (пробы 1, 3, табл.).

Предполагается, что одна из причин обогащения кремнисто-углеродистых пелитолитов многими элементами-примесями связана также с высокой сорбционной способностью органического вещества [Юдович и др., 1994].

Основным источником элементов-примесей в сульфидных диагенитах и кремнисто-углеродистых пелитоморфных отложениях Сафьяновского месторождения является рудокластическая взвесь сульфидного материала, превращенная на стадии диагенеза в эвгедральные кристаллы пирита и пиритовые конкреции. Для новообразованных минералов установлены различные ассоциации элементов-примесей, которые сохраняют признаки первичного сульфидного материала, а также раскрывают условия диагенетического минералообразования. Тогда как для гидротермально-метасоматических и осадочно-диагенетических прослоев, которые не являются индикаторными признаками рудоконтролирующей роли вулканогенно-осадочного горизонта, характерна однотипность ассоциаций элементов-примесей [Ярославцева и др., 2007].

Полученные литологические, минералого-петрографические и геохимические данные применимы при локальном прогнозировании месторождений колчеданной группы. Результаты систематических наблюдений использованы при доразведке южного фланга Сафьяновского месторождения (отчеты в ОАО «Сафьянмедь»).

Авторы благодарят проф. В. В. Масленникова за продуктивные консультации. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (08-05-00731а) и программы поддержки молодых ученых от УрО РАН.

Литература

Аюпова Н. Р., Масленников В. В. Гальмиролититы Узельгинского колчеданосного поля (Южный Урал). Миасс: УрО РАН, 2005. 199 с.

Ботвинкина Л. Н. Генетические типы отложений активного вулканизма. М.: Наука, 1974. 318 с.

Масленников В. В. Литогенез и колчеданообразование. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. 348 с.

Сафина Н. П., Масленников В. В. Последовательность минералообразования в кластогенных рудах Сафьяновского медноколчеданного месторождения (Средний Урал) // ЗРМО, 2008. Ч. СXXXVII. № 4. С. 89–103.

Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Элементы-примеси в черных сланцах. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. 304 с.

Язева Р. Г., Молошаг В. П., Бочкарев В. В. Геология Сафьяновского колчеданного месторождения (Средний Урал). Екатеринбург: УрО РАН, 1992. 72 с.

Ярославцева Н. С., Аюпова Н. Р., Масленников В. В. Элементы-примеси в пирите из пелитоморфных отложений Александринского колчеданосного района (Южный Урал) // Уральская минералогическая школа–2007. С. 112–115.

А. В. Коровко¹, В. П. Молошаг², Е. В. Сапожникова¹

¹ – ОАО «Средне-Уральская ГРЭ», г. Верхняя Пышма

² – Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург
moloshag@igg.uran.ru

Некоторые особенности позиции и строения Султановского колчеданного месторождения (Южный Урал)

Султановское колчеданное медно-цинковое месторождение находится в Кунашакском районе Челябинской области, в 55 км к северу от г. Челябинск и локализовано в пределах Восточно-Уральского поднятия, где позже были открыты Касаргинское и Тептяргинское месторождения [Медноколчеданные..., 1985].

Султановское колчеданное месторождение было выявлено в 1952 г. при поисках бокситов. Оно разведывалось в 1954–1960 гг. [Сивов, 1958; Сивов и др., 1960]. В последующие годы в процессе проводимых тематических работ на основе ранее полученных данных высказывались отдельные представления о специфике строения Султановского рудного поля и месторождения [Белгородский и др., 1978; Седов, Коровко, 1996]. С 2001 г. ОАО «Челябгеосъемка» на площади Кунашакского листа эпизодически продолжает работы ГДП-200 с целью подготовки к изданию комплекта Госгеолкарты-200 этого листа. В 2005 г. УГМК на аукционной основе получена лицензия на доразведку и обработку Султановского месторождения.