

В. А. Симонов¹, В. В. Масленников², А. В. Котляров¹, С. В. Ковязин¹

¹ – *Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск*
simonov@igm.nsc.ru

² – *Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс*
maslennikov@mineralogy.ru

Особенности магматических систем в зонах действия палеозойских «черных курильщиков» Рудного Алтая (Северо-Восточный Казахстан)

В результате совместных экспедиционных работ с участием специалистов из Уральского и Сибирского отделений РАН были собраны представительные коллекции сульфидных руд и вмещающих пород на колчеданных месторождениях Рудного Алтая (Северо-Восточный Казахстан). Анализ морфологии рудных тел, распределения и соотношения объемов рудных фаций, позволил построить морфогенетический ряд изученных месторождений от сульфидных холмов к пластообразным колчеданным залежам. Важнейшим достижением проведенных экспедиций явилось обнаружение фрагментов сульфидных труб, составлявших постройки палеозойских «черных курильщиков». Они однозначно свидетельствуют о том, что формирование рассмотренных месторождений происходило в ходе развития гидротермальных систем типа современных «черных курильщиков», с которыми связаны крупные проявления биоты [Масленников и др., 2007; Масленников, Симонов, 2012].

Обработка собранных коллекций продолжается, и получены новые данные об особенностях магматических систем, оказывавших непосредственное влияние на гидротермальные рудообразующие процессы на колчеданных месторождениях Рудного Алтая. Наиболее представительная информация получена в результате исследования расплавных включений в кварце из порфиров Николаевского колчеданно-полиметаллического месторождения, геологическое строение которого детально описано в работах [Наумов, 1975; Барышев и др., 1976]. Были изучены образцы кварцевых порфиров, отобранные из интрузивного тела мощностью 5–10 м, находящегося на дне карьера непосредственно рядом с сульфидными рудами. По этим характеристикам рассмотренные нами породы наиболее близки к «липаритовым» порфирам сопки Памятник, к которым приурочена рудная залежь Николаевского месторождения [Мергенов, 1987].

Исследования расплавных включений в кварце из порфиров Николаевского колчеданно-полиметаллического месторождения проводились согласно опубликованным ранее методикам [Симонов, 1993; Sobolev, Danyushevsky, 1994]. Составы стекол прогретых расплавных включений установлены на рентгеновском микроанализаторе «Самбах-микро» в ИГМ СО РАН (г. Новосибирск). Содержания редких, редкоземельных элементов и воды в расплавных включениях определены методом вторично-ионной масс-спектрометрии на ионном микроанализаторе IMS-4f в Институте микроэлектроники РАН (г. Ярославль) по опубликованной методике [Соболев, 1996].

Во вкраплениях кварца, расположенных в мелко-среднезернистой кварц-полевошпатовой основной массе кварцевого порфира, были найдены первичные расплавные включения (размерами 10–50 и иногда до 200 мкм), располагающиеся равномерно по кристаллу. Форма включений преимущественно округлая, четырехугольная или шестигранная. По внутреннему содержанию можно выделить три типа вклю-

чений, часто находящихся совместно в одной зоне. Преобладают преимущественно однофазовые включения, выполненные чистым гомогенным стеклом. Часть включений содержит в стекле газовый пузырек (с рудными микрокристалликами на поверхности), а также округло-ограниченные рудные фазы (сульфиды?) и удлиненные светлые кристаллиты. Третий тип включений содержит множество мелких темных фаз и стекло. В ходе высокотемпературных экспериментов в микротермокамере большинство расплавных включений разгерметизировались, что свидетельствует о значительном флюидном давлении. Температуры гомогенизации сохранившихся включений составили ~1080 °С. Эти данные близки к полученной ранее информации по температурам гомогенизации расплавных включений в кварце порфиров сопки Памятник, непосредственно ассоциирующих с рудной залежью Николаевского месторождения – до 1000–1090 °С [Мергенов, 1987].

По химическому составу стекла изученных расплавных включений в кварце из порфиров Николаевского месторождения, обладая достаточно низкими содержаниями щелочей (до 5.3 мас. %), соответствуют породам нормальной щелочности и принадлежат к семейству низкощелочных риодацитов. По соотношению FeO/MgO–SiO₂ точки составов расплавных включений располагаются в поле толеитов. Согласно невысоким значениям отношения Na₂O/K₂O (1.6–2.8) расплавы соответствуют калиево-натриевой серии.

На основе данных по включениям были выяснены особенности эволюции кислых расплавов Николаевского месторождения. В частности, с увеличением содержания SiO₂ отмечается падение титана (от 0.27 до 0.09 мас. %), алюминия (от 11.8 до 9.9 мас. %), железа (от 2.1 до 1.6 мас. %) и кальция (от 1.43 до 1.1 мас. %) с одновременным ростом содержания хлора (от 0.11 до 0.23 мас. %). Характерным является снижение Al₂O₃ в расплавах, что свидетельствует о фракционировании плагиоклазов в ходе дифференциации магматических систем Николаевского месторождения. Сравнивая полученные результаты с данными по расплавным включениям в кварце из эффузивов других колчеданных месторождений, видим, что рассмотренные кислые расплавы по большинству петрохимических компонентов (TiO₂, Al₂O₃, MgO, CaO, Na₂O) близки к кислым магмам месторождений Юбилейное на Рудном Алтае [Симонов и др., 2005] и Яман-Касы на Южном Урале [Симонов и др., 2006]. Сравнение с опубликованными ранее материалами по расплавным включениям в кварце порфиров сопки Памятник [Мергенов, 1987] показывает сходство по большинству петрохимических компонентов с нашими данными.

Большое значение для распределения рудных компонентов в расплавах имеет хлор. Его содержания в расплавных включениях в кварце Николаевского месторождения (до 0.23 мас. %) практически такие же, как в кислых расплавах месторождений Яман-Касы и Юбилейного. Характерной чертой является накопление Cl в кислых расплавах Николаевского месторождения в ходе их фракционирования с ростом FeO/MgO.

Анализ на микроанализаторе показал заметные содержания меди в расплавных включениях в кварце Николаевского месторождения. В основной группе значения CuO достигают 430 г/т, есть единичные замеры до 640 г/т. Ранее высокие значения меди (844–7118 г/т) были установлены для расплавных включений в кварце риолитов колчеданно-полиметаллического месторождения Юбилейное (Рудный Алтай) и взаимно проверены тремя независимыми методами – на ионном зонде, на микроанализаторе «Camebax-micro» и на сканирующем микроскопе с рентгеноспектральной приставкой Link [Симонов и др., 2005]. Таким образом, полученные повышенные

содержания меди в кислых расплавах Николаевского месторождения являются вполне достоверными. Выяснено, что в процессах фракционирования кислых расплавов Николаевского месторождения с повышением их железистости и роли хлора идет накопление меди.

Исследования стекол расплавных включений с помощью ионного зонда показали, что кислые магмы Николаевского месторождения обладают повышенными содержаниями воды (2.4–5.7 мас. %), сравнимыми с данными для включений в кварце колчеданных месторождений Юбилейное (до 4.30 мас. %) [Симонов и др., 2005] и Яман-Касы (2.7–5.2 мас. %) [Симонов и др., 2006].

Анализ включений на ионном зонде свидетельствует о том, что расплавы Николаевского месторождения по характеру распределения РЗЭ близки к кислым вулканическим породам островных дуг. В области легких лантаноидов они совпадают с данными по включениям месторождения Юбилейное (Рудный Алтай) и по риолитам Курило-Камчатской островной дуги. Для тяжелых лантаноидов наблюдается определенное сходство только с расплавами месторождения Юбилейное. Устанавливается явное отличие от кислых расплавов Яман-Касы, для которых характерны значительно меньшие содержания РЗЭ в целом. Для всех отмеченных выше спектров РЗЭ фиксируется отчетливый Eu минимум, который свидетельствует о дифференциации магм при фракционировании плагиоклазов. В то же время, для графиков расплавов Николаевского месторождения характерен также Gd минимум, отсутствующий на других рассмотренных спектрах.

С помощью анализа стекол включений на ионном зонде устанавливается присутствие свинца в кислых расплавах Николаевского месторождения в пределах 5–6 г/т, что заметно меньше, чем таковое в магматических системах месторождения Юбилейное (6–10 г/т) [Симонов и др., 2005].

Работа выполнена при поддержке интеграционного проекта совместных исследований СО РАН и УрО РАН.

Литература

Барышев А. Н., Цетлин В. П., Швайковский М. И. Основные черты геологического строения и генезиса колчеданного оруденения Николаевского месторождения (Рудный Алтай) // Геология рудных месторождений. 1976. № 5. С. 38–52.

Масленников В. В., Симонов В. А., Жуков И. Г. и др. Первые находки сульфидных труб палеозойских «черных курильщиков» в Центральной Азии // Геология морей и океанов: Материалы XVII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. II. М.: ГЕОС, 2007. С. 47–49.

Масленников В. В., Симонов В. А. Некоторые проблемы развития пригидротермальной фауны в зонах действия палеозойских «черных курильщиков» Рудного Алтая // Металлогения древних и современных океанов–2012. Гидротермальные поля и руды. Миасс: ИМин УрО РАН, 2012. С. 65–68.

Мергенов Б. М. Физико-химические особенности формирования порфировых пород и оруденения Николаевского месторождения (Рудный Алтай) // Геология рудных месторождений. 1987. № 1. С. 59–65.

Наумов В. А. Субвулканические порфиры и оруденение Николаевского месторождения // Изв. АН КазССР. Сер. Геол. 1975. № 5. С. 55–99.

Симонов В. А., Гаськов И. В., Ковязин С. В., Борисенко А. С. Эволюция геохимических параметров кислых расплавов при формировании колчеданных месторождений Рудного Алтая // ДАН. 2005. Т. 403. № 5. С. 674–677.

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.

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

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

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 // Journal of Petrology. 1994. Vol. 35. P. 1183–1211.

И. Ю. Мелекесцева¹, В. Е. Бельтнев², В. Н. Иванов², М. Б. Сергеев²

¹ – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс
melekesteva-irina@yandex.ru

² – ФГУНПП Полярная морская геологоразведочная экспедиция, г. Ломоносов

Типы сульфидных руд гидротермального поля Ириновское (13°20' с.ш., Срединно-Атлантический хребет)

Введение. В 34-м рейсе НИС «Профессор Логачев» сотрудниками ФГУНПП «Полярная морская геологоразведочная экспедиция» в Центральной Атлантике было открыто новое гидротермальное поле Ириновское (13°20' с.ш., 44°56' в.д.) [Бельтнев и др., 2012]. Поле находится между трансформными разломами 15°20' с.ш. и Марфон в привершинной части юго-восточного склона горы 13°20' с.ш. на глубинах 2700–2850 м (рис. 1). По данным [MacLeod et al., 2009], гора 13°20' с.ш. представляет собой выход глубинного океанического комплекса (*oceanic core complex*) на поверхность морского дна. С морского дна были подняты гидротермально-измененные основные и ультраосновные породы [Бельтнев и др., 2012]. Подводные теленаблюдения позволили установить, что рудное поле имеет размеры 350 ? 380 м и включает в себя два рудных тела. Еще одно рудопроявление было обнаружено в 1.8 км к северо-западу от гидротермального поля.

В настоящей работе приводится описание руд, макроскопически изученных непосредственно на борту НИС «Профессор Логачев» в 2011 г. В пределах рудного поля сульфидные образцы были подняты с помощью телеграффера и скальной драги.

Сульфидные образцы поля Ириновское и северо-западного рудопроявления можно разделить на несколько типов.

Массивные руды с трубами «курильщикова» подняты с обоих рудных тел (тело № 1 – станции (далее ст.) 34л241, 34л246, 34л227; тело № 2 – ст. 34л247). На ст. 34л241 поднят крупный фрагмент сульфидной постройки размером 65 ? 25 см в основании и высотой до 75 см. В средней и верхней частях постройки присутствовали сросшиеся и, реже, отдельные трубы диаметром от первых до 10–15 см. Постройка сложена пирит-сфалерит-халькопиритовыми (~30 %, основание и центральная часть), халькопирит-пирит-сфалеритовыми (~30 %, трубы) и преимущественно халькопиритовыми (~20 %, нижняя часть) и сфалеритовыми (~20 %, боковые и верхние части) рудами. Для руд характерны массивные и концентрически-зональные текстуры и кристалличе-