

## УСЛОВИЯ ПЕТРОГЕНЕЗИСА РИОЛИТ-БАЗАЛЬТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ НА КОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

Симонов В.А.\*, Зайков В.В.\*\*, Ковязин С.В.\*

\*Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, [simonov@uiggm.nsc.ru](mailto:simonov@uiggm.nsc.ru)

\*\*Институт минералогии УрО РАН, Миасс, [zaykov@mineralogy.ru](mailto:zaykov@mineralogy.ru)

Формирование медно-колчеданных месторождений Южного Урала тесно связано с развитием риолит-базальтовых вулканических комплексов [1, 2, 3 и др.]. Их исследование имеет большое значение не только в связи с тем, что они пространственно ассоциируют с рудными телами, но и потому, что являются в значительной мере источником рудных компонентов. В то же время, вторичные преобразования магматических пород существенно затрудняют анализ и реконструкцию первичных параметров магматических систем. Выходом из данной ситуации являются исследования расплавных включений в минералах. Располагаясь в матрице минерала, они сохраняют прямую первичную информацию о древних расплавах. В данном сообщении приводятся результаты исследования с помощью расплавных включений в кварце физико-химических условий магматических систем, ответственных за формирование вулканогенных пород колчеданных месторождений. Вопросы петрогенезиса риолит-базальтовых комплексов рассматриваются на примере месторождений Вишневское и Яман-Касы (Южный Урал).

Вишневское колчеданное месторождение располагается в Баймак-Бурибайском рудном районе и приурочено к периферии риолит-дацитового купола. Медно-колчеданное месторождение Яман-Касы привлекает к себе самое пристальное внимание в связи с тем, что данные по составу руд, околорудных осадков и оруденелой фауне позволяют сопоставить эту рудную залежь с современными «черными курильщиками». Месторождение находится в Сакмарской зоне и приурочено к риолит-базальтовому комплексу силурийского возраста.

Включения исследовались в высокотемпературной микротермокамере с инертной средой [6]. Эксперименты с включениями при высоких температурах проводились согласно методикам, опубликованным ранее [5, 8]. Составы расплавных включений установлены на рентгеновском микроанализаторе «Самбах-мисго» (Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск). Содержания редких, редкоземельных элементов и воды в расплавных включениях определены методом вторично-ионной масспектрометрии на ионном микроанализаторе IMS-4f в Институте микроэлектроники РАН по методике [7].

В кварце из кварц-полевошпатовых порфиров Вишневского месторождения были найдены первичные расплавные включения (10-45 мкм), равномерно располагающиеся в центре вкрапленника и по зонам роста кристалла. При нагреве в микротермокамере включения становятся гомогенными в основном при температурах 1180-1190°C. Эти значения существенно выше температур гомогенизации включений в кварце из риолитов месторождения Яман-Касы на Южном Урале (910-945°C).

По химическому составу изученные расплавные включения в кварце из порфиров Вишневского месторождения, обладая достаточно низкими содержаниями щелочей, соответствуют породам нормальной щелочности и принадлежат к семейству низкощелочных риодацитов и риолитов. По соотношению  $FeO/MgO-SiO_2$  точки составов расплавных включений располагаются в поле толеитовых серий. В целом, с увеличением содержания  $SiO_2$  отмечается падение щелочности,  $FeO$  и  $Al_2O_3$ , с одновременным ростом значений отношения  $FeO/MgO$ . Характерным является снижение  $Al_2O_3$  в кислых расплавах, что свидетельствует о фракционировании плагиоклазов (с образованием вкрапленников) в ходе дифференциации магм. Включения содержат 1-1.3 мас.%  $K_2O$ , соответственно обладают низкими значениями отношения  $K_2O/Na_2O$  и располагаются на границе между K-Na и Na сериями.

Кислые расплавы Вишневского месторождения обладают большей щелочностью, повышенными содержаниями  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$  и пониженными значениями  $FeO$ , чем магмы месторождения Яман-Касы (Южный Урал). Наибольшие отличия, практически по всем петрохимическим компонентам, у толеитовых расплавов Вишневского месторождения имеются с данными по включениям в кварце из эффузивных пород Верхнеуральского рудного района на Южном Урале,

обладающим частично известково-щелочными характеристиками [4].

Содержания хлора в расплавных включениях в кварце Вишневого месторождения (до 0.13 мас. %) значительно меньше, чем в кислых расплавах месторождения Яман-Касы. Характерной чертой, в отличие от других месторождений, является накопление Cl в кислых расплавах Вишневого месторождения с ростом SiO<sub>2</sub>. Анализ на микрозонде показал существенные содержания меди в расплавных включениях в кварце этого месторождения. В основной группе месторождения CuO достигают 780-820 г/т, есть единичные замеры до 1490 г/т. Эти параметры значительно превышают средние данные по содержанию меди в кислых породах и в расплавах кислого состава на месторождениях Верхнеуральского рудного района (50-230 г/т) [4] и во много раз больше, чем в расплавах Яман-Касы (31-74 г/т).

Исследования расплавных включений с помощью ионного микроанализатора показали, что кислые магмы Вишневого месторождения содержали в основном 0.25–0.57 мас.% воды, что существенно ниже содержаний H<sub>2</sub>O, установленных для включений в кварце колчеданных месторождений Верхнеуральского рудного района (1.6-6.1 мас. %) [4] и Яман-Касинского месторождения (2.7-5.2 мас.%).

Расплавы Вишневого месторождения обеднены редкоземельными элементами по сравнению с кислыми вулканическими породами островных дуг. По характеру распределения этих элементов они ближе к кислым расплавам Яман-Касы и отличаются от риолитов Курило-Камчатской островной дуги. В то же время, формы спектров редкоземельных элементов имеют некоторые сходные черты. Например, фиксируется отчетливый Eu-минимум, который свидетельствует о дифференциации магм при фракционировании плагиоклазов.

*Работа выполнена при поддержке Интеграционного проекта № 98 и РФФИ (проект 09-05-00295).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Зайков В.В.* Вулканизм и сульфидные холмы палеоокеанических окраин: на примере колчеданоносных зон Урала и Сибири. М.: Наука, 2006. 429 с.
2. *Масленников В.В.* Литогенез и колчеданообразование. Миасс: Имин УрО РАН, 2006. 384 с.
3. Медноколчеданные месторождения Урала: Геологическое строение. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 241 с.
4. *Наумов В.Б., Карпухина В.С., Баранов Э.Н., Кононкова Н.Н.* Составы расплавов, содержания летучих компонентов и элементов-примесей, температуры кристаллизации кварца кислых вулканических расплавов Верхнеуральского рудного района (Южный Урал) // *Геохимия*. 1999. № 4. С. 339-351.
5. *Симонов В.А.* Петрогенезис офиолитов (термобарогеохимические исследования). Новосибирск: Изд-во ОИГГМ СО РАН, 1993. 247 с.
6. *Соболев А.В., Слуцкий А.Б.* Состав и условия кристаллизации исходного расплава сибирских меймитов в связи с общей проблемой ультраосновных магм // *Геология и геофизика*. 1984. № 12. С. 97-110.
7. *Соболев А.В.* Включения расплавов в минералах как источник принципиальной петрологической информации // *Петрология*. 1996. Т. 4. № 3. С. 228-239.
8. *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. V. 35. P. 1183-1211.