

РАСТВОРИМОСТЬ ВОДЫ В АЛЮМОСИЛИКАТНОМ РАСПЛАВЕ, РАВНОВЕСНОМ С ФТОРИДНЫМИ ФАЗАМИ.

Я.О. Алферьева, Е.Н Граменицкий, Т.И. Щекина

Проведено экспериментальное исследование модельной системы Si-Al-Na-Li-F-H₂O при T=800C и P=1кбар в насыщенных фтором и водой условиях. Насыщение системы фтором предопределяет появление на ликвидусе фторидных фаз, равновесных с алюмосиликатным расплавом. Такими фторидными фазами являются: криолит, виллиомит, топаз, AlF₃ и алюмофторидный расплав LF. Образование алюмофторидного расплава в равновесии с алюмосиликатным считается авторами закономерным этапом эволюции природных богатых фтором расплавов. Отделение несмесимого расплава может происходить на заключительных стадиях кристаллизации высоко фтористых магматических систем (Li-F гранитов, криолит содержащих гранитов и пегматитов) и служить дополнительным фактором, способствующим концентрированию рудных компонентов и формированию месторождений Ta, Nb, W, Mo, REE, Li и др.

Эксперименты проводились в платиновых ампулах на установке высокого давления с внешним нагревом, холодным затвором и быстрой закалкой (ИЭМ РАН г. Черноголовка и кафедра петрологии МГУ). Исходные вещества для опытов готовили, используя реактивы Al₂SiO₅, NaAlO₂, AlF₃, NaF, LiF, SiO₂. Количество воды составляло 7% от массы навески, при таких содержаниях система насыщена водой.

Содержания главных компонентов и фтора в фазах определяли с помощью микрозондового комплекса на базе растрового электронного микроскопа «Jeol ISM-6480LV» с комбинированной системой рентгеноспектрального микроанализа, объединяющей энергодисперсионный «INCA-Energy 350» и волновой дифракционный спектрометр «INCA-Wave 500» на кафедре петрологии МГУ.

Содержание воды определяли в институте г. Потсдам (Германия) методом Рамановской спектрометрии. Рамановские спектры записывались при помощи Jobin-Yvon LabRam HR800 спектрометра, оснащенного оптическим микроскопом Olimpus с длинно фокусным объективом LMPlanFI 100x. Излучение создавалось Ar⁺ лазером с длинами волн 514 и 488 нм. Каждый спектр снимался 11 раз, с продолжительностью накопления не менее 20 сек. В качестве опорного стандарта использовалось стекло с известным содержанием воды 8.06 мас.%. Расчет количества воды в стеклах осуществлялся по методу, описанному в работах [1,2]. Некоторые анализы (определения содержаний F, Li, H₂O) были выполнены на ионном микрозонде IMS-4f в Институте микроэлектроники и информатики РАН, г.Ярославль.

В экспериментах, проведенных в системе Si-Al-Na-F-H₂O при различных содержаниях воды в исходных смесях (от 4 до 12 мас.%) в интервале температур 650-800⁰ С и 1 кбар обнаружено, что растворимость воды в агпаитовых расплавах (равновесных с кристаллическими фторидными фазами) составляла 6,5 - 7,5 мас.% и повышалась до 9,3 мас.% в плюмазитовых расплавах [3]. По данным Ф.Хольца [4], изучавшего влияние фтора на растворимость воды в гаплогранитной системе при T=850С и P=1кбар, содержание воды в стеклах без фтора составляет 3,8 мас.%. При добавлении фтора в количестве 5 мас.% растворимость воды возрастает до 5,2 мас.%.

В экспериментальной системе Si-Al-Na-Li-F-H₂O при заданных P-T параметрах обнаружено обширное поле сосуществования алюмосиликатного (L) и алюмофторидного (LF) расплавов. Оно охватывает как кварц-, так и нефелин нормативную области системы. Значения коэффициентов агпаитности $K_A = (Na+Li)/Al$ алюмосиликатного расплава, равновесного с алюмофторидным, изменяются от 0,5 до 1,5.

Обнаружено, что содержание воды в алюмосиликатных стеклах Li-содержащей системы, сосуществующих с алюмофторидной фазой LF, в первую очередь, зависит от состава алюмосиликатного расплава. Самые высокие содержания воды (7,4 мас.%) отмечены в нефелин нормативных стеклах с коэффициентом агпаитности, близким к единице. При увеличении содержания кремнезема в стеклах происходит заметное уменьшение в них количества воды (до 5,8 мас.%). Аналогичные закономерности поведения характерны и для фтора. В нефелин нормативной области содержания фтора в стеклах с коэффициентом агпаитности, близким единице, равны 15 и более мас.%. В кварц- нормативной области фтора в стеклах содержится от 4,8 до 10 мас.%.

Попытки оценить содержание воды в Li-Na-Al-фторидном расплаве пока не дали результата, что связано с образованием при закалке этого расплава агрегатов солевых фторидных фаз, не содержащих воду. Однако этот факт не исключает возможности растворения воды в солевом расплаве в условиях опыта.

1. Thomas R. Determination of water contents of granite melt inclusions by confocal laser Raman microprobe spectroscopy. Am Mineral (2000) 85: 868 – 872

2. Thomas R., Davidson P. Progress in the determination of water in glasses and melt inclusions with Raman spectroscopy: A short review. Z. geol. Wiss Berlin (2006) 34: 159-163

3. Е. Н. Граменицкий и др. Фазовые отношения во фторсодержащих гранитной и нефелин-сиенитовой системах и распределение элементов между фазами. М., ГЕОС, 2005, 186 с.

4. Holtz F. *etc.* Effects of F, B₂O₃ and P₂O₅ on the solubility of water in haplogranite melts compared to natural silicate melts. Contributions to Mineralogy Petrology (1993) 113:492-501