

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ *Rb, Sr, Ca* И *Cl* МЕЖДУ АЛЮМОСИЛИКАТНЫМ И ЩЕЛОЧНОАЛЮМОФТОРИДНЫМ РАСПЛАВАМИ

Щекина Т.И., Граменицкий Е.Н.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, геологический факультет
tishchek@geol.msu.ru

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 01-05-64512)

Вестник Отделения наук о Земле РАН, № 1(20)'2002

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2002/informbul-1.htm#magm-18

Геохимия редких элементов при переходе от магматической к постмагматической стадии во многом определяется их распределением между сосуществующими силикатным (магмой) и солевым (флюидным) расплавами. В силу ограниченной растворимости солей в магме, последний отделяется от нее по механизму жидкостной несмесимости.

Изучалось распределение *Rb, Sr, Ca* и *Cl* в гранитной системе с фтором, фазовые отношения в которой при 800 °C и $P_{H_2O} = 1$ кбар установлены ранее [1, 2, 3]. Опыты были проведены в опорных Na, K-Na, Na-Li и K-Na-Li кварц-нормативных и в Na нефелин-нормативной частях системы Si-Al-Na-K-O-F. Фторидный расплав (Salt) отделяется в виде глобулей от матрицы алюмосиликатного (Sil). В продуктах опытов часто наблюдались выделения фторидной *Sr* или *Ca-Sr* фазы, которые "цементировали" солевые глобули или образовывали каймы вокруг них. При исследовании под электронным микроскопом (изображение в отраженных электронах) *Ca-Sr* фаза отличалась от солевых глобулей более светлой окраской и иногда наличием элементов окантовки. Эта фаза без сомнения не является закалочной, но данных о ее кристаллическом или жидком состоянии в опытах недостаточно. Ее состав отвечает стехиометрии флюорита: $Ca_{0,72}Sr_{0,21}Na_{0,01}F_2$. В редких случаях мелкие выделения *Ca-Sr* фазы (до 10 мкм) наблюдаются и в глобулях. В опытах без *Ca* этой фазы очень мало, она встречается только в виде очень тонких кайм вокруг глобулей, и исходное содержание *Sr* попадает в интервал между концентрациями в матрице и глобулях.

Опыты проводили на установке высокого давления экзоклавнового типа с холодным затвором. Точность измерения температуры составляла $\pm 5^\circ\text{C}$, давления ± 100 бар. Рубидий и стронций вводили в систему в виде хлоридов *RbCl* и *SrCl₂·6H₂O*, кальций - в виде волластонита *CaSiO₃*. Концентрация введенных металлов составляла 1 или 2 мас.%, *Cl* - 0, 4 или 0,8 мас.%. Содержание воды составляло 4 мас.%. Фазовый состав образцов изучали с помощью электронного микроскопа CAMSCAN. Анализ фаз проводился на микронзонде CAMEBAX SX 50.

Результаты представлены в таблице.

Соответствие распределения элементов закону Генри подтверждено для *Rb* в натриевой (Na), *Ca* – в калий-литиевой (K-Li), *Cl* – в натрий-литиевой (Na-Li) частях системы.

Во многих случаях *Rb, Ca, Sr* и *Cl* распределяются резко в пользу одной из фаз, так что в другой их концентрации ниже пределов определения, а коэффициенты разделения приводятся как меньшие или большие величины отношения, числитель или знаменатель которых, соответственно, равен пределу определения. Величины K_D для *Ca* и *Sr* менее надежны, чем для других элементов, т.к. их большая часть уходит в соответствующую *Ca-Sr* фазу, а в матрице и глобулях их концентрации не превышают десятых долей %. Обычно занижены по сравнению с введенными содержания *Rb* и *Cl*, что можно объяснить только их вхождением во флюидную фазу.

Кальций и стронций отчетливо концентрируются во фторидном расплаве. Для Na частей системы концентрации в обеих фазах больше предела определения, и можно сравнивать их коэффициенты разделения, которые существенно уменьшаются от нефелин-нормативной к кварц-нормативным частям системы. Наименьшее значение K_D в литийсодержащей части. Данные по барии [3] показывают, что его сродство к фторидному расплаву ниже в Na части системы, т.е. для щелочноземельных элементов закономерность принципиально та же, что и для щелочных. Как и для большинства других элементов, коэффициенты разделения *Ca* и *Sr* резко (в десятки и сотни раз) уменьшаются в литий содержащих составах.

Таблица

Коэффициенты разделения элементов между силикатным и соевым расплавами ($K_p = C_{\text{Sil}}^{\text{el}} / C_{\text{Salt}}^{\text{el}}$). В скобках - введенное содержание элемента (мас. %).

№ оп	Кварц-нормативная часть системы									Нефелин-норм. часть системы.
	K-Na	Na		KLi		NaLi		NaKLi	Na	
№ оп	349	354	379	355	356	357	358	382	386	381
Rb	>9 (1)	>75 (2)	>25 (1)	>17 (1)	>56 (2)	>28 (1)	>71 (2)	≥26 (1)	>28 (1)	>21 (1)
Ca	<1 (1)	0,8 (2)	*	0,006 (1)	0,011 (2)	<0,003 (1)	<0,003 (2)	*	*	*
Sr	<0,06 (1)	<0,05 (2)	0,04 (1)	<0,02 (1)	<0,002 (2)	<0,003 (1)	<0,002 (2)	0,009 (1)	<0,003 (1)	0,22 (1)
Cl	>1 (0,4)	>6 (0,8)	>11 (0,4)	>9 (0,4)	4,13 (0,8)	3,86 (0,4)	3,11 (0,8)	2,68 (0,4)	8,5 (0,4)	>27 (0,4)
F	0,02	0,04	0,07	0,15	0,13	0,09	0,09	0,09	0,19	0,10

Примечание: * - Ca в систему не вводился. Исходное содержание фтора во всех опытах - около 13 мас. %.

Rb накапливается в алюмосиликатном, а Sr - во фторидном расплаве. Противоположное поведение Rb и Sr должно привести после отделения фторидной жидкости к существенному увеличению отношения Rb / Sr в магме, которое используется как «геохимический индикатор».

Концентрации хлора в силикатном расплаве в несколько раз выше, чем в сосуществующем фторидном, зависимость от состава системы пока недостоверна.

Распределение фтора подтверждает ранее полученные закономерности.

Литература

1. Граменицкий Е.Н., Щекина Т.И. Фазовые отношения в ликвидусной части гранитной системы с фтором // Геохимия. 1993. №6. С.821-840.
2. Граменицкий Е.Н., Щекина Т.И., Берман И.Б., Попенко Д.П. Концентрирование лития алюмофторидным расплавом в гранитной системе с фтором. // Доклады Академии наук, Геохимия. 1993. Т.331. №1. С.87-90.
3. Граменицкий Е.Н., Щекина Т.И. К геохимии тантала, ниобия, циркония и гафния в гранитах и щелочных породах фтористого профиля по экспериментальным данным // Геохимия. 2001. №6. С.621-635.