УДК 552.113  
**ПЕРЕНОС W И Mo ПРИ КОНТАКТОВО-РЕАКЦИОННОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФТОРСОДЕРЖАЩЕГО ГРАНИТНОГО РАСПЛАВА И КАЛЬЦИТА ПРИ 750°С И 1 КБАР. Алферьева Я.О., Григорьева Е.И., Микшин А.В.**

**Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, геологический факультет, Москва (**[**YanaAlf@bk.ru**](mailto:YanaAlf@bk.ru)**)**

**Аннотация**

С помощью методов экспериментального моделирования показана возможность взаимодействия фторсодержащего гранитного расплава и кальцита с интенсивным перераспределением компонентов и образованием новых фаз. Исходное содержание воды в системе не превышает 10% от массы навески. Исходное содержание рудных компонентов WO3 и MoO3 в силикатной части составляет по 0,3 масс.% каждого в пересчете на металл.

*Ключевые слова: редкометальные скарны, перенос вольфрама и молибдена, взаимодействие фторсодержащего расплава и кальцита.*

**Цели работы:** установить особенности минеральной и химической зональности области взаимодействия кальцита и фторсодержащего гранитного расплава при Т=750ºС и р=1кбар; проверить возможность переноса вольфрама и молибдена из силикатного расплава в карбонатную часть системы.

**Методика эксперимента.** Опыты проводились в герметично заваренных платиновых ампулах диаметром 5 мм на установке высокого газового давления ИЭМ РАН (г. Черноголовка). В нижнюю часть ампулы загружалась смесь химических реактивов, соответствующая модельному составу глубоко дифференцированного фторсодержащего гранитного расплава (табл.1). В верхнюю часть загружался химический реактив карбоната кальция. Соотношение масс силикатного и карбонатного материала равно 2/1. В ампулу добавлялась вода в количестве 10% от массы навески. Продолжительность опытов – 7 дней.

Таблица 1. Исходный состав силикатной части навески (масс.%).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | CaO | Na2O | K2O | Li2O | WO3 | MoO3 | F |
| 72,8 | 15,7 | 0,7 | - | 3,8 | 4,62 | 0,33 | 0,3 | 0,3 | 4 |

**Полученные результаты.** В продуктах экспериментов отмечается интенсивное взаимодействие силикатного и карбонатного материала, сопровождаемое переносом вещества и образованием новых минеральных фаз. В апокарбонатной части исходный кальцит замещается агрегатом куспидина, флюорита и фазы LCF. Замещение проходит в соответствии с реакциями (в скобках представлены компоненты, которые переносятся раствором):

*Cal* + 2(F-) = *Flu* + (CO32-),

4*Cal* + 2(Si4+)+ 2(F-) + 7(O2-) = *Csp* + 4(CO32-).

14*Сal*+14(Si4+)+20(F-)+25,5(О2-)= *LCF*+7,5(СO3 2-).

Фаза LCF не имеет определенных кристаллографических очертаний, располагается в интерстициях между другими фазами. Ее состав изменяется в широких пределах и не соответствует ни одной известной кристаллической фазе. На основании этих признаков мы считаем эту фазу продуктом закалки расплава, который был стабилен при параметрах эксперимента (Alferyeva et al., 2024). Средний состав фазы LCF приведен в таблице 2.

Таблица 2. Средний состав фазы LCF.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| LCF | Si | Al | Mg | Ca | Na | K | F | O | Сумма |
| Мас.% | 20 | 0,1 | 0,1 | 20 | 0,2 | 0,1 | 14,6 | 28 | 83 |
| Ат.% | 19 | 0,1 | 0,1 | 13,5 | 0,2 | 0,1 | 20,4 | 46,6 | 100 |

Через 100-150 мкм от фронта замещения флюорит исчезает. Стабильной становится ассоциация кальцита, куспидина и фазы LCF (см. рис.1, зона 3). Непосредственно на контакте с силикатной частью стабильны кальцит и флюорит (зона 4). Помимо них в этой области появляется молибдошеелит, содержание которого составляет примерно 7 %, и цельзиан (около 10%). Барий нами не вводился в исходную навеску. Его присутствие в продуктах опытов, скорее всего, связано с небольшой примесью этого элемента в исходном реактиве карбоната кальция.

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 1. Область контакта апокарбонатной и силикатной части образца (Алферьева и др., 2024).  Условные обозначения: Cal - кальцит, Cls - цельзиан, Cor - корунд, Csp - куспидин, Flu - флюорит, L – алюмосиликатное стекло, LCF – продукты закалки кальций-кремний-карбонатно-фторидной фазы, Mo-Sch – молибдо-шеелит, Pl – плагиоклаз (в скобках содержание анортитововго компонента в мол.%).  Пунктирной линией проведены границы между зонами разного минерального состава. |

Приконтактовая область силикатной части образца состоит из плагиоклаза переменного состава с небольшой примесью корунда (зона 5). При удалении от контакта он сменяется ассоциацией алюмосиликатного стекла и щелочного полевого шпата.

**Выводы:** На контакте кальцита и фторсодержащего алюмосиликатного расплава при 750°С и 1 кбар происходит взаимодействие, сопровождаемое переносом компонентов и образованием новых фаз. Рудные W и Mo выносятся из алюмосиликатного расплава и осаждаются в приконтактовой области апокарбонатной части образца в виде молибдошеелита.

*Источник финансирования. Работа выполнена в рамках госбюджетной темы «Режимы петрогенеза внутренних геосфер Земли». Аналитические данные получены в лаборатории локальных методов исследования вещества (кафедра петрологии и вулканологии, Геологический факультет МГУ) с использованием электронно-зондового микроанализатора «JEOL JXA-8230», приобретенного за счет средств Программы развития Московского университета.***Список литературы:**

Алферьева Я.О., Микшин А.В., Щекина Т.И., Григорьева Е.И. Фазовый состав зон контактово-реакционного взаимодействия фторсодержащего алюмосиликатного расплава и кальцита при 750°С и 1 кбар // Вестник МГУ. Серия 4, Геология. – 2024. В печати.

Alferyeva Y. O., Gramenitsky E. N., Novikova A. S. Experimental modeling of interaction between fluorine-containing granite melt and calcite marble // Petrology. — 2024. — Vol. 32, no. 2. — P. 235–247.

**TRANSFER OF W AND Mo DURING CONTACT INTERACTION OF FLUORINE-CONTAINING GRANITE MELT AND CALCITE AT 750°C AND 1 KBAR.**

**Alfereva Ya.O., Grigorieva E.I., Mikshin A.V.**

**Moscow State University M.V. Lomonosov, Faculty of Geology, Moscow (**[**YanaAlf@bk.ru**](mailto:YanaAlf@bk.ru)**)**

**Abstract**

Using experimental modeling methods, the possibility of interaction between fluorine-containing granite melt and calcite with intense redistribution of components and the formation of new phases is shown. The initial water content in the system does not exceed 10% by weight of the sample. The initial content of ore components WO3 and MoO3 in the silicate part is 0.3 wt.% each in terms of metal.

*Key words: rare metal skarns, transfer of tungsten and molybdenum, interaction of fluorine-containing melt and calcite.*