

## Экспериментальное моделирование грейзенизации вознесенских гранитов

А. М. Аксюк, В. С. Коржинская

Институт экспериментальной минералогии РАН, Черноголовка

Anatoly.Aksyuk@iem.ac.ru; vkor@iem.ac.ru, факс: 8 (496) 524 6205, тел.: 8 (496) 522 5861

*Ключевые слова: эксперимент, грейзенизация, литий-фтористые граниты, биотитовые граниты, моделирование, фтор.*

**Ссылка:** Аксюк, А. М., В.С. Коржинская (2011), Экспериментальное моделирование грейзенизации вознесенских гранитов, *Вестник ОНЗ РАН*, 3, NZ6003, doi:10.2205/2011NZ000133.

На территории Вознесенского рудного узла (Приморье) известны различные (Ta-Nb, W, Sn и др.) месторождения, образование которых связано с грейзенизацией гранитов вознесенского комплекса. К этому комплексу относят две фазы: биотитовые и литий-фтористые граниты. Литий-фтористые граниты слагают небольшие (до 1-2 км) штоки, представляющие собой или самостоятельные магматические тела, или преобразованные и грейзенизированные выступы подстилающего более мощного (диаметром более 10 км) массива биотитовых гранитов (типа ярославского и первомайского). Источником рудоносных флюидов являлся глубинный магматический очаг. Месторождения Ta-Nb, W, Sn, флюорита Вознесенского рудного узла в Приморье связывают с грейзенизированными гранитами вознесенского комплекса. Так на геологических разрезах Вознесенского и Пограничного месторождений в верхней части штока Li-F граниты интенсивно грейзенизируются, в апикальной части гранитов образуются мощные зоны калишпатитов и альбититов, а в экзоконтакте – карбонатные породы превращаются во флюоритовые руды [Луговской, 1968]. С физико-химической точки зрения грейзенизация гранитов это, в первую очередь, реакция гидролиза полевых шпатов и замещение их ассоциацией кварц-слюда-топаз (рис. 1).

Фтор играл большую роль в формировании грейзенов и грейзеновых месторождений Вознесенского района. По нашим оценкам, полученным с помощью геофториметров, в гранитном флюиде этого района концентрации фтора были около 0,1-1 мНФ [Аксюк, 2002].

Нами выполнены эксперименты по моделированию образования грейзенов в эндоконтакте вознесенских биотитовых и литий-фтористых гранитов для температур 400°, 500°, 600°C и давлении 100 МПа, которые проводились в автоклавах по двум различным методикам: 1) в двойных ампулах (для 600°C); 2) в герметичных пеналах, футерованных платиной (для 400 и 500°C). Внутренний объем пенала составлял около 20 см<sup>3</sup>, куда помещалась открытая платиновая ампула, набитая растертым порошком гранита весом около 0,3–0,4 г. Пенал заполнялся водным раствором заданной концентрации HF. Соотношение порода-флюид было около 1:25. Продолжительность опытов составляла 15–30 дней. Исходные граниты и грейзенизированные изучались на электронном рентгеновском микроанализаторе (микросонде) Cam Scan MV2300(VE GA TSS130MM). Закалочный раствор анализировался на F- ион фторселективным электродом и определялся в нем pH. На фото. 1а представлены исходные Li-F граниты, содержащие кварц, калиевый полевой шпат, альбит, мусковит, флюорит, топаз. На фото 1б показаны исходные биотитовые граниты, содержащие также кварц, калиевый полевой шпат, альбит, ортоклаз, биотит, апатит, топаз, стрюверит (Ti, Ta, Fe<sup>+3</sup>)<sub>3</sub>O<sub>6</sub> и др. После опыта продукты без разрушения пропитывались и скреплялись цианакрилатом, шлифовались на требуемую глубину. На фото 2 представлены продукты после опыта в виде столбиков, которые в дальнейшем мы изучали на микросонде.

Опыты при 600°C, 100 МПа, в воде и в 1м HF проведены по методу двойных ампул. После опытов pH растворов заметно смещался до 2,2 в исходной воде и - 2,45 в 1м HF. В опытах большой длительности (более 30 дней) кристаллы калиевого полевого шпата и альбита полностью растворялись. Опыты для T = 400° и 500°C выполняли в герметичных пеналах. Туда же помещалась открытая платиновая ампула (4x0.1x40 мм) плотно набитая растертым порошком гранита. В качестве раствора использовали 0.1м, 1м HF и (0.5мHF+0.5мHCl) раствор. При 500°C и P = 100 МПа, в 1м HF резко менялся pH закалочного раствора и

## АКСЮК, КОРЖИНСКАЯ: ГРЕЙЗЕНИЗАЦИЯ ВОЗНЕСЕНСКИХ ГРАНИТОВ

составлял 1,68 в опытах с Li-F гранитами и 2,1 – с биотитовыми гранитами. Концентрация фтора в этих растворах менялась до 0,0111m в контакте с Li-F гранитами и 0,00683m – с биотитовыми гранитами. При этом, в верхней части метасоматических колонок были встречены скопления зерен флюорита, зерна селлаита ( $Mg(OH,F)_2$ ), топаза, чешуйки слюд с четко выраженной спайностью, а зерна кварца увеличивались в размере.

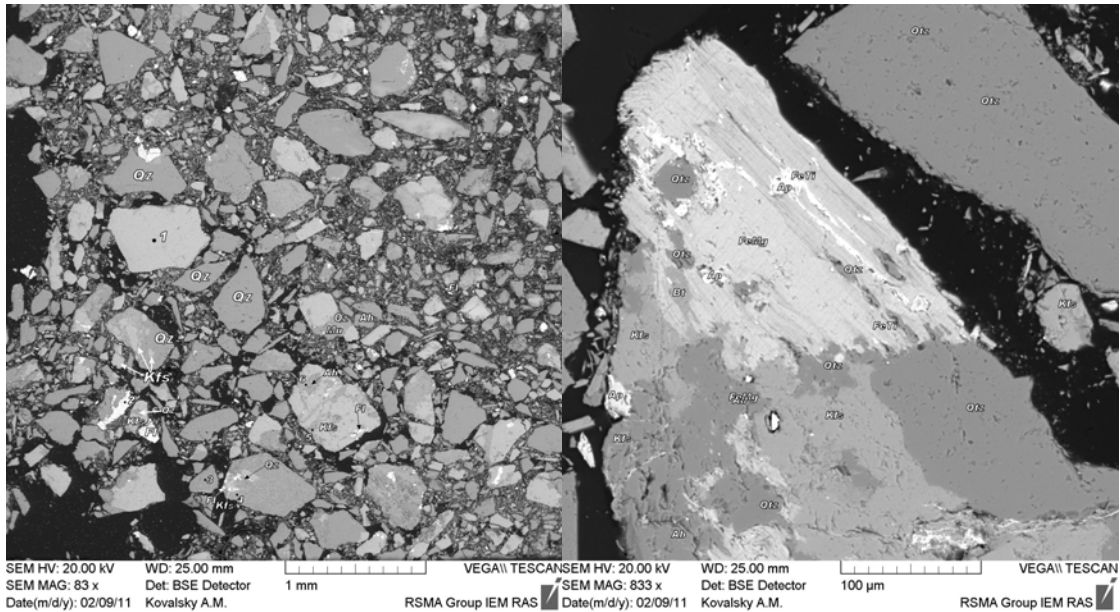


Фото 1а Исходные Li-F граниты

Фото 1б Исходные Ви-граниты

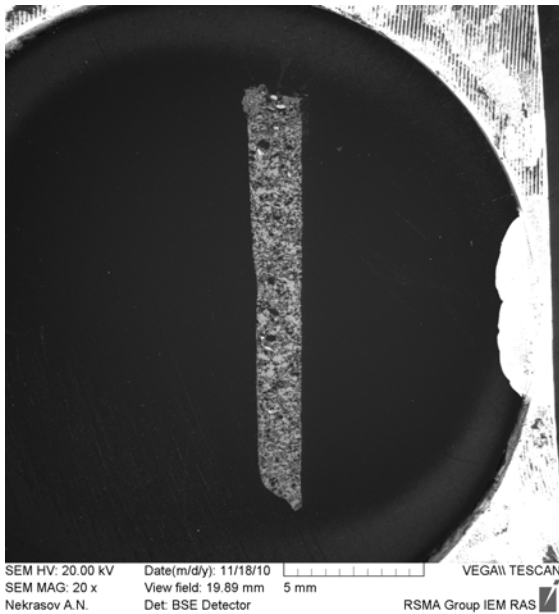


Фото 2 Общий вид “столбиков”  
грейзенизированного гранита,  
пропитанного цианакрилатом



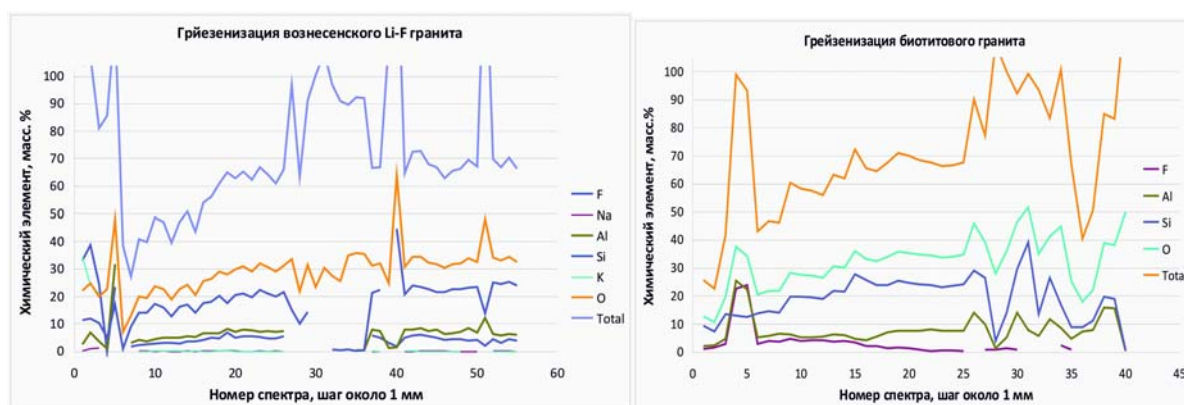
Рис. 1 Схема грейзенизации гранита

В опытах при 400°C, 100 МПа в растворе состава (0,5mHF+0,5mHCl) альбит и калиевый шпат также полностью растворялись, и химический состав гранитов резко изменялся (рис. 2). У открытого конца метасоматической колонки (на рис. 2 слева) образуются отдельные зерна гиератита ( $K_2AlSiF_6$ ), эльпасолита ( $K_2NaAlF_6$ ). Вознесенские литий-фтористые граниты на всем протяжении колонки преобразованы в цвиттеры (кварц+топаз). Сохраняются лишь редкие зерна окислов Fe, Ti и Ta-Nb. Иногда отмечаются цирконы с Zr-Hf отношением 13-17. Биотитовые граниты в передовой части колонки (на рис. 2 справа) преобразованы в цвиттеры на протяжении 1/3 длины, где среди оставшихся и новообразованных зерен кварца растут

## АКСЮК, КОРЖИНСКАЯ: ГРЕЙЗЕНИЗАЦИЯ ВОЗНЕСЕНСКИХ ГРАНИТОВ

кристаллы F-топаза. Далее - вместо топаза образуется андалузит. Исходный раствор имел  $pH=1,45$ . После опыта с Li-F гранитом он был  $pH=1,69$ , с биотитовым гранитом  $pH=1,80$ , т.е. этот показатель в процессе опыта изменился мало. Концентрация фтора в закалочных растворах составила  $mF = 0,0155$  для Li-F гранитов и  $mF = 0,0204$  для биотитовых гранитов.

Фторидные растворы в гранитных флюидах Вознесенского рудного района способствовали растворению и переносу тантал-ниобатов в эндоконтактовом ореоле. По минералогическим данным [Луговской, 1968], на вознесенском рудном поле развит танталсодержащий стрюверит  $(Ti, Ta, Fe)3O6$ , в составе которого присутствует преимущественно трехвалентное железо, что говорит о большой роли окислительно-восстановительных условий при его образовании, как это и подтверждается нашими экспериментальными данными по изучению растворимости тантал-ниобиевых минералов [Зарайский и Коржинская, 2005].



**Рис. 2 а, б** Экспериментальное моделирование грейзенизации вознесенских гранитов

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, Грант РФФИ 10-05-00292.*

### Литература

Аксюк, А. М. (2002), Экспериментально-обоснованные геофториметры и режим фтора в гранитных флюидах, *Петрология*, Том 10, № 6, сс. 628-642.

Зарайский, Г. П., В. С. Коржинская (2005), Экспериментальное исследование растворимости колумбита во фторидных, хлоридных и карбонатных растворах при  $T=300, 400, 500^{\circ}C$ ,  $P=500$  и  $1000$  бар в присутствии кислородных буферов Ni-NiO и Co-CoO. *VII Международная конференция "Новые идеи в науках о земле", тезисы докладов*, М., Том 2, с. 88.

Луговской, Г. П. (1968), *Геология, минералогия, геохимия и условия образования танталсодержащих гранитов Пограничного месторождения*. М. Фонды ВИМС, 247 с.