

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ФТОРА ИЗ ГРАНИТОВ ПРИ КОМНАТНЫХ УСЛОВИЯХ И 90°C

Аксюк А.М., Коржинская В.С., Ткаченко Н.А.

Институт экспериментальной минералогии РАН, г. Черноголовка Московской обл.

Anatoly.Aksyuk@iem.ac.ru

Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ проекта 02-05-64235)

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

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

Фтор один из широко распространенных примесных элементов природных подземных вод и гидротермальных флюидов. С одной стороны, он играет важную роль в формировании флюоритовых и многих редкометалльных месторождений, связанных с гранитным магматизмом и постмагматическими процессами. С другой стороны, он является экологически важным элементом природных питьевых вод. Экологически безопасной для человека концентрацией фтора в питьевой воде принято считать диапазон 0,6-1,5 мг/л. При меньших или больших концентрациях фтора в питьевой воде могут развиваться кариес или флюороз.

Экспериментально процессы выщелачивания фтора из горных пород остаются мало изученными. Наиболее интересными объектами для подобных экспериментальных исследований являются граниты, в которых очень часто содержатся повышенные концентрации фтора. Граниты или тесно связанные с гранитами горные породы, чаще всего, представляют собой также наиболее распространенный источник фтора в природных подземных водах. Среди экспериментальных данных, в первую очередь, интересны определения такой фундаментальной величины как скорость выщелачивания фтора с единицы поверхности породы в единицу времени. Другой важной задачей экспериментов является определение уровня концентрации фтора в водном растворе, устанавливающегося в процессе взаимодействия вода-порода.

Краткая характеристика гранитов

В наших экспериментах по исследованию выщелачивания фтора были использованы два типа гранитов, в которых исходные содержания фтора различались почти в 10 раз. Образцы отобраны в районе Орловского тантал-ниобиевого месторождения, расположенного в Восточном Забайкалье. Краткие сведения о химическом и минералогическом составе гранитов приведены в таблице. Более подробно см. в работах [1 и 2].

Таблица

Исходный химический состав гранитов			Исходный минеральный состав гранитов		
мас. %	Биотитовый лейкогранит	Li-F ab-amz гранит		bt гранит	Li-F гранит
SiO ₂	73,64	72,74	Уд. пов., м ² /г	исходных 0,28	порошков 0,12
TiO ₂	0,17	<0,01	Минеральный состав,		
Al ₂ O ₃	14,69	16,14			об. %
FeO	1,57	<0,3		qtz 29,3	18,8
MnO	0,03	0,12		kfs 31,5	27,0
MgO	0,34	<0,1		ab 28,8	42,5
CaO	0,18	0,05		bt 3,5	
Na ₂ O	3,95	4,26		ms/ser 6,2	
K ₂ O	4,36	5,78		Li-mica	7,4
F	0,12	1,4		toz	3,5
Сумма	99,05	100,49	акцесс.	0,7	0,8

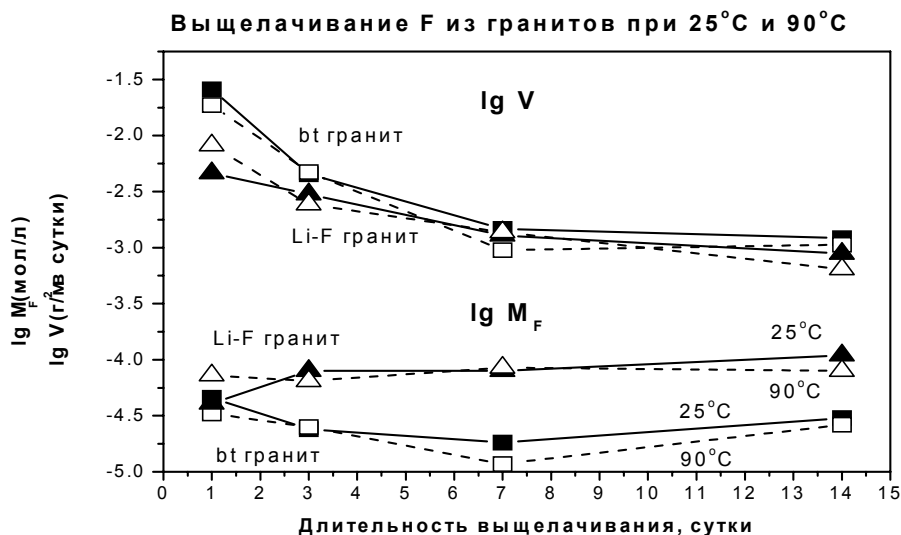
В исходном составе биотитового лейкогранита было 0,12 мас. % фтора, а в образце литий-фтористого альбит-амазонитового, топаз-содержащего гранита оно достигало 1,4 мас. %. Исходная удельная поверхность растертых порошков гранитов составила 0,28 м²/г для биотитового гранита и 0,12 м²/г – для литий-фтористого гранита.

Методика эксперимента

Опыты проводились в закрытых полипропиленовых ампулах при комнатных условиях и в термостате при 90°C. В эксперимент бралась отмытая фракция с размерами 0,16-0,2 мм. Навески порошков пород, с предварительно измеренной BET методом удельной поверхностью, весом 0,6-1,2 г помещались в ампулу объемом 15 мл вместе с водой в соотношении 1:10. Начальные значения pH тридистиллированной, насыщенной воздухом воды составляли 5,6-6,2. Каждый эксперимент состоял из четырех стадий с продолжительностью 1, 3, 7 и 14 суток. После каждой стадии весь раствор брался для анализа, а к высушенному порошку добавлялась новая порция воды так, чтобы соотношение вода порода оставалось равным 1:10. Наибольшая суммарная продолжительность выщелачивания составляла 25 суток. Концентрация фтора в воде определялась по стандартной методике с помощью фтор-селективного электрода. Опыты при двух температурах 25°C и 90°C позволяют получить оценки влияния температуры на процессы выщелачивания фтора из гранитов.

Результаты опытов

Выбранная методика эксперимента позволяет проследить выщелачивание фтора из гранита в несколько стадий, когда каждая новая стадия выщелачивания начинается с уже модифицированной на прошлой стадии опыта поверхности зерен пород, но вновь с чистой водой. Схематично, это - как бы модель промывания свежескрытых (раздробленных) гранитных пород серией последующих порций свежих поверхностных вод. По результатам опытов определяется как скорость выщелачивания фтора из гранитов на каждой из стадий эксперимента, так и кинетика процесса выщелачивания в ходе последовательного ряда таких



стадий.

Результаты опытов (см. рис.) показали, что концентрация фтора в воде, равновесной с гранитами, была в интервале 10^{-5} - 10^{-4} мол/л и менялась со временем не монотонно. Для Li-F гранитов она чаще всего оставалась почти на порядок выше, чем для биотитовых лейкогранитов. Влияние температуры на уровень концентрации фтора в воде неоднозначно, но оно оставалось относительно малым для одного и того же типа гранитов по сравнению с различиями между разными типами. Начальные (после 24 часов) скорости выщелачивания фтора были около 0,025 г/(м² сутки), которые со временем снижались и сближались для разных типов гранитов. После 25 дней они могли снизиться до $6 \cdot 10^{-4}$ г/(м² сутки). Влияние температуры на скорость выщелачивания еще менее выразительно, чем для концентраций фтора в воде.

Литература

1. *Zaraisky G.P., Seltmann R., Shatov V.V., et al.* Petrography and geochemistry of F-Li granite and pegmatite-aplite banded rocks from the Orlovka and Etyka tantalum deposits in Eastern Transbaikalia, Russia // H.Papunen (ed.), *Mineral Deposits: Research and Exploration. Where Do They Meet?* Rotterdam: A.A.Balkema. 1997. PP.695-698.
2. *Aksyuk A.M., G.P.Zaraisky, V.Yu. Chevichelov, A.F.Redkin, V.V.Shatov, L.N.Ginsburg, A.A.Kremenetsky, C.Stanley, R.Seltmann, L.Raimbault.* Leaching experiments at 25°C and 90°C with muscovite-biotite and lepidolite-amazonite granites, Orlovka Ta deposit, Transbaikalia, Russia // Piestrzynski et al (eds). *Mineral Deposits at the Beginning of the 21st Century.* Swets & Zeitlinger Publishers Lisse. 2001. PP. 1023-1026.