

ПОВЕДЕНИЕ ФТОРА В ГРАНИТАХ ЯДРА ДЖАБЫКСКОГО БАТОЛИТА

Летучие компоненты, в том числе фтор, играют важную роль в ходе порообразования: они во многом определяют физические свойства, степень дифференциации и условия кристаллизации магматической системы. Известно, что на стадии кристаллизации, при отделении флюидной фазы от расплава, фтор преимущественно остается в расплаве, а не уходит в водный флюид [Рябчиков, 1975; Коваленко, 1979; Carron, Webster, 1994], поэтому данные о распределении фтора в теле гранитного массива помогают расшифровывать особенности процесса его формирования и уточнять его внутреннее строение.

Геология и петрологические особенности пород Джабыкского гранитоидного батолита изучались многими исследователями [Львов и др., 1964; Лучинин и др., 1983; Магматизм..., 1990; Орогенный..., 1994], однако до сих пор не вполне определена интерпретация расположенных в его центральной части штоков и небольших тел мелко- и среднезернистых лейкогранитов, а также их роль в общей структуре массива и слагающих его магматических комплексов. Изучение поведения фтора в различных разновидностях гранитов дает дополнительную информацию для решения этих задач.

Определения содержания фтора в породах и минералах, использованные в данной работе, проводились в Институте геологии и геохимии УрО РАН: в биотите – рентгеноспектральным методом на микроанализаторе JXA-5 и химическим методом; в породах – химическим методом. Количественный микроанализ выполнен по методике В.А. Вилисова [Вилисов, Ильин, 1980]: предел обнаружения 0,05%, погрешность измерения 5–6%; операторы В.Г. Гмыра, Т.Я. Гуляева. Фотоколориметрический метод – по ослаблению синей окраски комплекса тория с арсенато-I при рН=2 вследствие связывания тория в прочный фторидный комплекс по стандартной методике: чувствительность 0,01–0,02 мкг/мл, относительная погрешность – 15–8% при содержаниях F=2–5%, 20–15% при содержаниях F=0,5–2,0%, 30–20% при содержаниях F=0,05–0,5%; аналитики С.В. Березикова (минералы), Г.М. Ятлук (породы). Систематическая по-

грешность определений химическим и рентгеноспектральным методом при доверительной вероятности 0,95 незначима, а сходимость результатов составляет 30% [Бушляков, Холоднов, 1986].

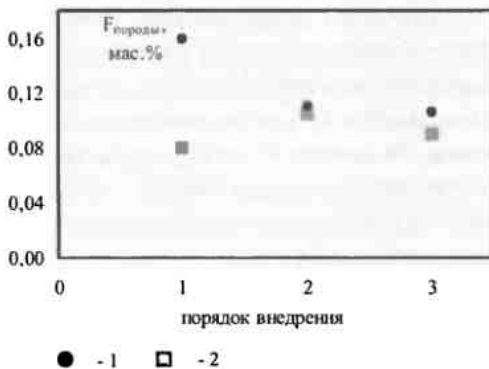
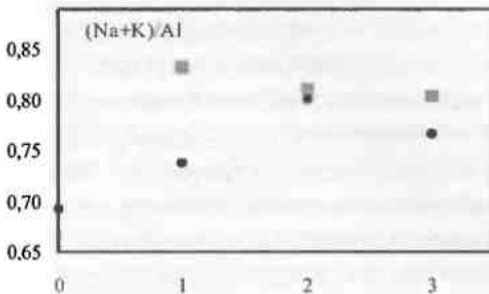
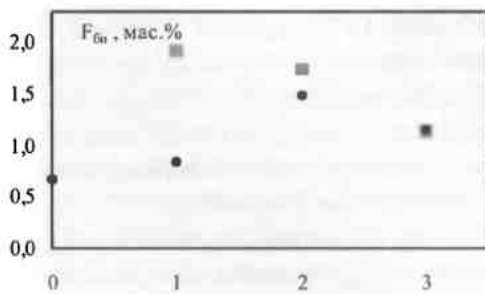
Данные о содержании фтора в различных разновидностях гранитов и биотитах из них приведены в таблице. Геологическое положение, петрографическое описание и составы пород и минералов – в работе [Орогенный..., 1994].

Известно, что в биотитовых гранитоидах содержание фтора в биотитах отражает его концентрацию в расплаве [Бушляков, Холоднов, 1986; Бушляков, 2000], которая возрастает от ранних фаз магматической серии к более поздним, так как поведение фтора в ходе эволюции расплава определяется прежде всего процессами кристаллизационной дифференциации [Рябчиков, 1975; Кравчук, Слуцкий, 2001]. Эта закономерность, в целом, выдерживается в пределах собственно джабыкского гранитного комплекса: в ряду последовательно внедрявшихся пород от гранодиоритов до лейкогранитов возрастает содержание фтора в биотите (табл., рис. 1 А). Этот факт свидетельствует в пользу представлений о лейкогранитах восточной части джабыкского комплекса как о “дополнительных интрузивах” – более поздних дифференциатах единого магматического расплава. В пределах же ольховского комплекса наблюдается обратная зависимость: биотит более молодых гранитов содержит меньше фтора, чем более ранних по времени внедрения. Наряду с данными о некотором нарушении гомодромности внедрения гранитами второй фазы [Орогенный..., 1994], поведение фтора в гранитах ольховского комплекса позволяет предположить независимость средне- и мелкозернистых гранитов от крупнозернистых гранитов I фазы. В то же время, трудно не заметить близости концентраций фтора в биотите из молодых гранитов джабыкского и ольховского комплексов между собой, что говорит о сходных флюидных режимах формирования тех и других.

Важно отметить, что содержание фтора в биотите различных разновидностей гранитов находится в прямой зависимости от отношения сум-

Содержание фтора в гранитах и биотите из Джабыкского батолита

Массив	Порода (в порядке внедрения)	Биотит			Порода		
		Содержание F, мас.%		Число проб	Содержание F, мас.%		Число проб
		Среднее	Пределы		Среднее	Пределы	
Ольховский	гранит к/з порфиоровидный	1,92	1,42–2,10	5	0,08	0,00–0,17	21
	гранит с/з порфиоровидный	1,74		1	0,11	0,00–0,21	12
	лейкогранит м/з порфиоровидный	1,14		1	0,09	0,05–0,13	2
Джабыкский	гранодиорит	0,67	0,61–0,71	4	Не опр.		
	гранит к/з порфиоровидный	0,84	0,75–0,98	4	0,16	0,09–0,26	14
	гранит с/з порфиоровидный	1,48	1,40–1,56	2	0,11	0,09–0,15	12
	лейкогранит м/з порфиоровидный	1,15	0,78–1,60	3	0,11	0,08–0,13	5



мы щелочей к алюминию в породе (рис. 1 Б), что согласуется с экспериментальными данными о зависимости увеличения растворимости фтора в расплаве от этого параметра [Глюк, Труфанова, 1980; Когарко, Кригман, 1981].

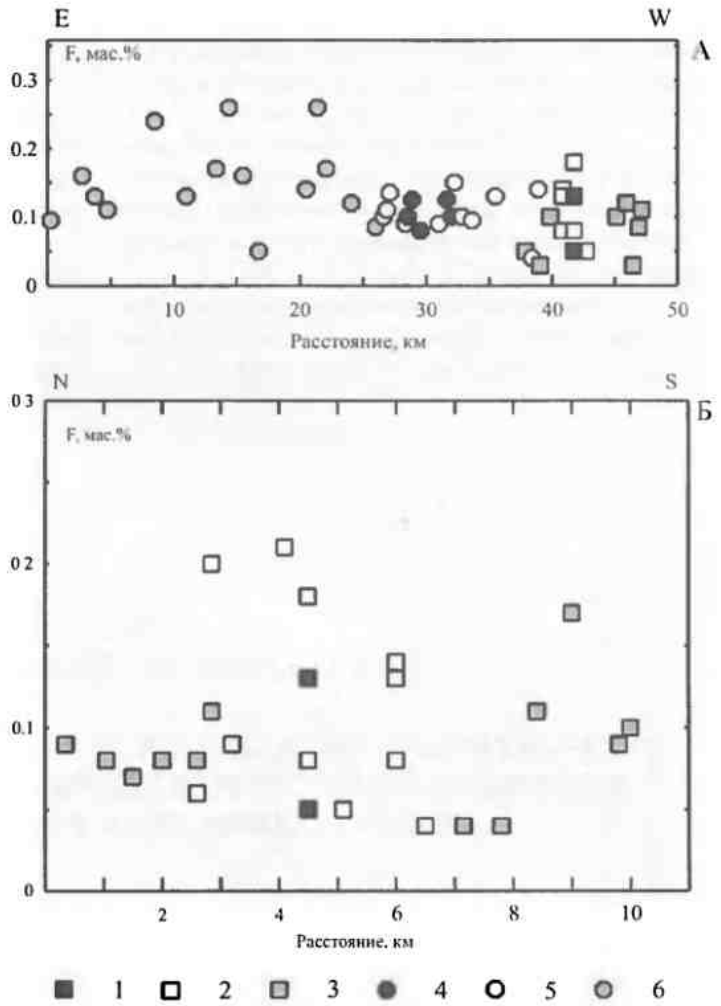
Концентрация фтора в породе от ранних фаз к поздним ведет себя противоположно поведению фтора в биотите (рис. 1 В): в джабыкском комплексе оно уменьшается, что связано с уменьшением количества биотита – главного носителя фтора в породе в ходе становления магматического очага [Бушляков, Холоднов, 1986]. В ольховском же – слабо возрастает. Согласно (Бушляков, 2000), приближенная оценка содержания фтора в расплавах составляет: 0,09–0,11% для гранодиоритов и грани-

Рис. 1. Поведение фтора в биотите (А) и содержащих его породах (В), а также отношения щелочей к алюминию (Б) в гранитоидах различных интрузивных фаз джабыкского (1) и ольховского (2) комплексов.

По оси абсцисс цифрами обозначены фазы внедрения гранитоидов: 0 – гранодиориты, 1 – граниты крупнозернистые порфиоровидные, 2 – граниты среднезернистые порфиоровидные, 3 – лейкограниты мелкозернистые порфиоровидные.

Рис. 2. Поведение фтора в разрезах через гранитное ядро Джабыкского батолита: А – широтный через Джабыкский и Ольховский массивы; Б – меридиональный через Ольховский массив.

Ольховский массив (1–3): 1 – граниты крупнозернистые порфиroidные I фазы, 2 – граниты среднезернистые порфиroidные II фазы, 3 – лейкограниты мелкозернистые порфиroidные III фазы; Джабыкский массив (4–6): 4 – граниты крупнозернистые порфиroidные, 5 – граниты среднезернистые порфиroidные, 6 – лейкограниты мелкозернистые порфиroidные.



тов I фазы и 0,2–0,16% для лейкократовых гранитов поздних фаз джабыкского комплекса; и 0,26–0,24–0,15% соответственно для последовательных фаз внедрения ольховского комплекса. По-видимому, граниты, изначально обогащенные фтором, теряют большую долю этого элемента в ходе постмагматических процессов. При этом в породах джабыкского комплекса, изменение состава которых обусловлено процессами магматической дифференциации, для различных разновидностей пород сохраняется некоторый уровень, ее характеризующий: поведение фтора в широтном разрезе через тело джабыкского массива (рис. 2 А), в целом, согласуется с закономерным изменением концентраций некоторых других элементов [Осипова, 2000]. В широтном разрезе ольховского массива распределение фтора сложнее: в молодых гранитах наблюдается широкий разброс значений, а в породах первой фазы концентрация фтора слабо повышается к востоку. В меридиональном направлении молодые граниты также выделяются широким диапазоном содержаний фтора, а граниты главной фазы обогащаются им в южном направлении (рис. 2 Б). Возможно, эти закономерности объясняются воздействием на породы ольховского массива внедрившихся позднее огромных масс джабыкских гранитов.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 01-05-65184, 00-15-98517.

Список литературы

Бушляков И.Н. К оценке содержаний галогенов в гранитоидных расплавах // Геохимия. 2000. № 4. С. 445–448.
 Бушляков И.Н., Холоднов В.В. Галогены в петрогенезисе и рудоносности гранитоидов. М.: Наука, 1986. 192 с.
 Вилисов В.А., Ильин Н.П. Особенности рентгеноспектрального микроанализа минералов на фтор // Журн. аналит. химии. 1980. Т. 35. Вып. 8. С. 1530–1539.
 Глюк Д.С., Труфанова А.Г. Фазовые равновесия в системе гранит-H₂O-LiF при 1000 кг/см² // Геохимия. 1980. № 9. С. 1327–1342.
 Коваленко Н.И. Экспериментальное исследование образования редкометаллических литий-фтористых гранитов. М.: Наука, 1979. 151 с.
 Козарко Л.Н., Кригман Л.Д. Фтор в силикатных расплавах и магмах. М.: Наука, 1981. 125 с.
 Кравчук И.Ф., Слуцкий А.Б. Поведение фтора во флюидно-магматической системе // Геохимия. 2001. № 6. С. 671–676.

Лучинин И.Л., Илларионов В.Д., Емельяненко Л.В. и др. Новые данные о геологическом строении Джабык-Карагайского гранито-гнейсового массива // Вопросы геологической корреляции и металлогении Урала. М.: Недра, 1983. С. 94–99.

Львов Б.К., Ветрин В.Р., Кетрис М.П. Геологическое положение и петрографические особенности гранитоидов Джабыкско-Суундукского района (Южный Урал) // Вопросы магматизма и метаморфизма. Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. Т. II. С. 96–114.

Магматизм Восточно-Уральского пояса Южного Урала / В.И. Сначев, Е.П. Шулькин, В.П. Муркин и др. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1990. 179 с.

Орогенный гранитоидный магматизм Урала / Г.Б. Ферштатер, Н.С. Бородина, М.С. Рапопорт и др. Миасс: ИМин УрО РАН, 1994. 250 с.

Осипова Т.А. Петро-геохимическая зональность гранитного ядра Джабыкского полиформационного батолита (Южный Урал) // Материалы II Всероссийского петрографического совещания "Петрография на рубеже XXI века", 2000. Т. IV. С. 120–122.

Рябчиков И.Д. Термодинамика флюидной фазы гранитоидных магм. М.: Наука, 1975. 232 с.

Carroll M.R., Webster S.D. Solubilities of sulphur, noble gases, nitrogen, chlorine and fluorine in magmas // Reviews in Mineralogy. 1994. V. 30. P. 231.