

*И.Н.Бушляков*

**К ОЦЕНКЕ СОДЕРЖАНИЙ ГАЛОГЕНОВ В ГРАНИТОИДНЫХ  
РАСПЛАВАХ**

Летучие компоненты ( $H_2O$ ,  $CO_2$ , F, Cl и др.) играют важную роль в процессах генерации магматических расплавов, их дифференциации и кристаллизации. К сожалению, пока очень мало данных о первичном содержании, распределении и фракционировании летучих компонентов в природных магмах разного состава и нет прямых методов их определения

В последнее время большое внимание уделяется изучению коэффициентов распределения

галогенов между минералами и расплавами [1], между вкрапленниками и основной массой породы [2]. Экспериментально показано [2], что содержание F в биотите и амфиболе находится в зависимости от содержания F в расплаве с  $K_D^F$  биотит-расплав = 7,4 и  $K_D^F$  амфибол-расплав = 6,8, при  $T=700^\circ\text{C}$ ,  $P=1000$  атм и концентрациях F в расплаве от 0,25 до 0,50 мас. %. Для системы онгонит- $\text{H}_2\text{O}-\text{HF}$  [4]  $K_D^F$  биотит-расплав = 1,62 при  $T=600^\circ\text{C}$  и содержании F в расплаве 2,9 мас. %. Для системы гранит- $\text{H}_2\text{O}-\text{HF}$  при  $T=550-600^\circ\text{C}$  (близко к температуре плавления) и  $C_{\text{ом}}^F = 3$  мас. %  $K_D^F$  биотит-расплав = 1,13, а при  $C_{\text{ом}}^F = 4,0$  мас. %  $K_D^F$  биотит-расплав = 0,7. При этом отмечена [2] следующая закономерность:  $K_D^F$  биотит-расплав уменьшается с увеличением содержания фтора в расплаве, что в свою очередь коррелируется с понижением температуры равновесий минерал-расплав. Для расчета баланса фтора в кислых интрузивных системах при  $C_{\text{ом}}^F$  менее 0,1 мас. % рекомендуется использовать  $K_D^F$  биотит-расплав = 2-4, а для кислых эффузивов -  $K_D^F$  биотит-расплав = 10 с  $C_{\text{ом}}^F$  менее 0,1 мас.%. В соответствии с вышеизложенным мы считаем, что экспериментально установленный  $K_D^F$  биотит-расплав = 7,4 [1], может быть использован для приближенного расчета содержания F в расплавах с околокарбонатными концентрациями F в породах.

На основании коэффициента распределения фтора между биотитом и гранитным расплавом [1,5], а также расчетного коэффициента распределения хлора между апатитом и расплавом (2,4) нами выполнен приближенный расчет содержания F и Cl в магматических расплавах различных формационных типов гранитоидов Урала. При этом установлено, что максимальными содержаниями F в расплаве (0,21 - 0,28 мас.%) характеризуются адамеллит-гранитная и гранит-лейкогранитная формации, промежуточными - монциодорит-гранитная (0,18 мас.%) и гранитная (0,10 мас.%) т.е. формации, развитые преимущественно на коре континентального типа.

Наибольшее содержание Cl имеют магматические расплавы гранитоидных формаций, развитых на коре островодужного типа: габбро-гранитная (0,60 мас.%), габбро-сиенитовая (0,58). диорит-гранитная (0,32), габбро-плагиогранитная (0,26 мас.%).

Среднее содержание F, по данным изучения включений в минералах [5], оценивается в 0.184 мас.% - для обычных расплавов кислого состава; 0,273 мас.% - для расплавов литий-фтористых гранитов и пегматитов. Полученные нами расчетные данные о содержании F в гранитных расплавах Урала (0,10-0,28 мас.%) вполне согласуются с литературными данными [5] о содержании F в обычных расплавах кислого состава и расплавах литий-фтористых гранитов. Это свидетельствует о том, что содержание F в биотитах служит индикатором его содержания в гранитном расплаве.

По результатам изучения включений в минералах [6], содержание Cl в кислых расплавах оценивается в среднем в 0,239, а в средних - в 0,262 мас.%, что в целом близко к нашим вышеприведенным расчетным данным (по апатитам) для хлорофильных гранитоидов Урала. Это свидетельствует о том, что содержание Cl в апатитах служит индикатором его содержания в гранитном расплаве [3].

В целом по содержанию галогенов в расплавах гранитоиды Урала, как фторофильные (редкометалльная специализация), так и хлорофильные (сидеро- и халькофильная специализация) являются недонасыщенными (предел растворимости F в гранитном расплаве 3,5 мас.%, а Cl - 2,1 мас.%).

### Список литературы

1. Анфилов В.Н., Бушляков И.Н., Вилисов В.А., Брагина Г.И. Распределение фтора между биотитом, амфиболом и расплавом гранита при  $780^\circ\text{C}$  и давлении 1000 атм // Геохимия. 1977. N 3. С. 471-475.
2. Антипин В.С., Коваленко В.И., Рябчиков И.Д. Коэффициенты распределения редких элементов в магматических породах. М.: Наука, 1984. 252с.
3. Бушляков И.Н., Холоднов В.В. Галогены в петрогенезисе и рудоносности гранитоидов. М.: Наука, 1986. 192 с.
4. Коваленко Н.И. Экспериментальное исследование образования редкометалльных литий-фтористых гранитов. М.: Наука, 1979. 151 с.
5. Коваленко В.И., Наумов В.Б. Магматические летучие и их участие в формировании рудообразующих флюидов // Основные проблемы в учении о магматических рудных месторождениях. М., 1977. С. 43-44.
6. Наумов В.Б., Коваленко В.И., Иванецкий О.М. Концентрация летучих компонентов ( $\text{H}_2\text{O}$ , Cl, S,  $\text{CO}_2$ ) в магматических расплавах по данным изучения включений в минералах // Докл. АН СССР, 1996. Т.347, N 3. С.391-393.