

Второй тип нефелиновых сиенитов обычно миаскитового состава свойственен массивам щелочно-ультраосновной формации (Черниговский, Проскуровский и Антоновский). Имеющиеся геохимические и петрологические данные позволяют считать, что главным механизмом формирования таких массивов была ликвация. Этим объясняется отсутствие или несущественное различие в составе темноцветных минералов в меланократовых и лейкократовых (нефелинсиенитовых) дифференциатах, "ровные" спектры редкоземельных элементов без существенных европиевых аномалий (или их отсутствие), а также чаще всего уменьшение концентраций TR, Y, Nb в рассматриваемых породах.

Вероятно, в процессе формирования массивов щелочно-ультраосновной формации существенную роль играл и термодиффузионный эффект Сорэ, что рассматривается в отдельных материалах этого сборника.

Однако в некоторых случаях имеются отклонения от этих общих геохимических закономерностей. Так, в фойяитах Малотерсянского массива сохраняется довольно высокое содержание Ba и Sr при повышенном или умеренном Nb, TR, Zr и довольно высокой железистости темноцветных минералов (пироксен, амфибол, биотит). По железистости последних эти фойяиты занимают промежуточное положение между нефелиновыми сиенитами габбро-сиенитовой формации (Октябрьский массив) и миаскитами щелочно-ультраосновной формации УЩ (Черниговский, Проскуровский, Антоновский массивы). Причина такого неоднозначного геохимического положения фойяитов Малотерсянского массива не выяснена. В этом массиве сочетаются признаки как габбро-сиенитовой формации (наличие типичных субщелочных габбро-диабазов), так и карбонатитовой формации (фениты в западном экзоконтакте массива, жильные карбонатиты и карбонатитоподобные породы). В самих же фойяитах выявлены цирконы двух возрастов – около 2,05 и 1,8 млрд. лет. Первый, вероятно, соответствует более раннему – "щелочно-ультраосновному", а второй – позднему "габбро-сиенитовому" этапам формирования массива.

Кроме того, щелочные породы УЩ проявляют и региональную геохимическую неоднородность. В западной части этого региона они отличаются очень низким содержанием Nb, а иногда Zr. Этот вопрос рассматривался нами ранее и объясняется разными геодинамическими обстановками вплавления щелочных магм.

Следовательно, геохимические особенности щелочных и нефелиновых сиенитов и других щелочных пород УЩ определяется составом исходных магм (щелочно-ультраосновные или щелочнобазальтоидные), петрогенетическим механизмом их дифференциации (кристаллизационная дифференциация, ликвация), а также геодинамическим режимом (рифтогенез, коллизия) их выплавления.

---

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЩЕЛОЧНОСТИ МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ ПО МИНЕРАЛЬНОМУ РАВНОВЕСИЮ ЭГИРИН - НЕФЕЛИН - АЛЬБИТ - МАГНЕТИТ**

*Котельников А.Р., Ковальский А.М., Сук Н.И.*

*Институт экспериментальной минералогии РАН, 142432, Московская область, г.Черноголовка, ул.  
Институтская, д. 4, e-mail: [kotelnik@iem.ac.ru](mailto:kotelnik@iem.ac.ru), тел./факс:(49652)44425*

Для понимания особенностей процесса минералогенеза щелочных комплексов необходимы данные о щелочности постмагматических минералообразующих растворов. Практически во всех клинопироксенах ультращелочных массивов (Ловозерского и Хибинского) в значительных количествах присутствует эгириновый минал. Во многих минеральных ассоциациях указанных массивов встречается парагенезис клинопироксен + нефелин + альбит + магнетит.

Поэтому было решено изучить следующую реакцию смещенного равновесия, позволяющую при известных РТ- параметрах и потенциале кислорода рассчитывать

щелочность минералообразующего раствора:



Опыты проводились при температуре 300 - 700°C и давлении 0.75 – 2 кбар, потенциал кислорода контролировался буферной смесью Ni-NiO.

В качестве исходных материалов применяли природный нефелин, очищенный в расплавах NaCl при 900°C, синтетический эгирин, природный альбит, гели нефелина, эгирина и альбита, реактив магнетит. Исходная концентрация растворов гидроксида натрия составляла от 0 до 20 мас.%. Соотношение навеска:флюид варьировало от 0.5 до 1.2 (в зависимости от РТ- параметров опытов).

Опыты проводили на гидротермальных установках высокого давления с внешним нагревом и в автоклавах (точность регулировки температуры  $\pm 5^\circ\text{C}$ ; давления  $\pm 50$  бар). Длительность опытов составляла от 24 до 40 суток (в зависимости от температуры опыта). Анализ продуктов опытов выполняли микронзондовым и рентгенофазовым методами. Для некоторых минералов выполнили расчет параметров элементарных ячеек.

Результаты опытов показали, что при 300°C (P=0.75 кбар) ассоциация альбит + магнетит + нефелин + эгирин устойчива при концентрации NaOH меньшей 2 мас.%. С увеличением концентрации в продуктах опытов исчезает альбит, уменьшается количество магнетита. Одновременно увеличивается количество эгирина. При 300°C в продуктах опытов присутствует анальцит, который развивается по нефелину. С повышением концентрации NaOH до 10 мас.%, в продуктах опытов появляется канкринит, который образуется по реакции:



При 500°C и P=2 кбар в чистой воде устойчива ассоциация альбит + магнетит + нефелин + эгирин, в продуктах опытов также присутствует анальцит. С повышением концентрации NaOH до 5 мас.% в продуктах опытов исчезает альбит, резко уменьшается количество магнетита. Увеличивается количество эгирина, появляется незначительное количество канкринита. При дальнейшем увеличении концентрации (до 20 мас.% NaOH) магнетит исчезает, все железо концентрируется в эгирине. По нефелину развивается канкринит и гидроксил-содалит.

При 700°C и P=2 кбар парагенезис альбит + магнетит + нефелин + эгирин устойчив в интервале концентраций NaOH 0 – 2 мас.%. С повышением содержания гидроксида натрия до 5 мас.% альбит исчезает и в продуктах опытов фиксируется ассоциация эгирин + нефелин + гидроксил-содалит и незначительное количество магнетита. В опытах, проведенных при 700°C канкринит не появляется, что согласуется с данными [1], которые показали, что канкринит неустойчив при температурах выше 500°C. Вместо канкринита в условиях повышенной щелочности по нефелину развивается гидроксил-содалит.

Таким образом, было экспериментально показано, что реакция  $3\text{Aeg} + 3\text{Ne} = 3\text{Ab} + \text{Mt} + 3\text{NaOH} + 0.25\text{O}_2$  может служить индикатором щелочности минералообразующего флюида (при известных РТ- параметрах и летучести кислорода).

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты №№ 06-05-64904, 07-05-00217, гранта Президента РФ МК-3499.2006.5 и Фонда содействия отечественной науке.*

#### Литература

1. Зырянов В.Н. Фазовое соответствие в системах щелочных полевых шпатов и фельдшпатоидов. М., Наука, 1981, 181 с.