

**РОЛЬ ПОСТМАГМАТИЧЕСКИХ ФЛЮИДОВ
В МИГРАЦИИ РАССЕЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОНТАКТОВЫХ ЗОНАХ
АГПАИТОВЫХ ИНТРУЗИЙ КОЛЬСКОЙ ПРОВИНЦИИ**

Арзамасцева Л.В.*, Арзамасцев А.А.*, Шанина С.Н.**

**Геологический институт Кольского НЦ РАН, Апатиты, arzamas@geoksc.apatity.ru*

***Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, shanina@geo.komisc.ru*

Задачей работы явилось определение характера распределения рассеянных элементов, оценка состава флюидов и их влияния на миграцию элементов в процессе метасоматоза докембрийских гнейсов в зоне контакта Хибинского и Ловозерского массивов – крупнейших палеозойских щелочных интрузий Кольской провинции. Объектами исследования явились северные контакты агпаитовых сиенитов в зоне примыкания их к архейским гнейсам.

Геохимия и флюидный режим контактовых зон. Для оценки условий миграции петрогенных и микроэлементов в пределах контактов обоих массивов проведено геохимическое опробование, которое позволило получить информацию о поведении щелочей, F, Cl, а также V, Cr, Co, Ni, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ba, Hf, Ta, Pb, Th, U и редкоземельных элементов (REE) (результаты ICP-MS) по разрезу экзо- и эндоконтактов. Дополнительно для 27 проб методом газовой хроматографии при ступенчатом нагреве (интервал 400-800°C, через 100°C) выполнен анализ газовой фазы (H₂O, CO₂, H₂S, CH₄, N₂, и др.) в пробах неизмененных гнейсов, фенитов, жил и приконтактовых агпаитовых сиенитов.

Как показали определения, состав газовой фазы приконтактовых нефелиновых сиенитов в массивах различен: в Хибинах флюид состоял из H₂O (~85 мас. %), CO₂ (10%) и F (4%) и небольшой (<1%) доли углеводородов. В приконтактовых луювритах Ловозера флюид был более щелочным, с резким преобладанием в его составе H₂O, а суммарная доля фтора, хлора, серы и CO₂ не превышала 1 мас. %. Валовые содержания углеводородов в нефелиновых сиенитах обоих массивов близки и варьируют в пределах 5.5-15 мкг/г, что соответствует данным [1, 2]. Вместе с тем, если в приконтактовых хибинитах среди углеводородов резко преобладает метан (>80% общего веса углеводородов), то в ловозерских агпаитовых сиенитах доля его более тяжелых гомологов существенно повышена в наиболее низкотемпературных фенитах и достигает более 40% от углеводородной части флюида. Это свидетельствует о возрастании восстановительного характера метасоматических преобразований по мере падения температуры флюида, что соответствует наблюдениям Л.Н. Когарко [2].

Корреляционные зависимости, рассчитанные между петрогенными, летучими и микроэлементами обнаружили существенные различия в характере метасоматических преобразований, происходивших на контактах Хибинского и Ловозерского массивов. Так, в экзоконтактовой зоне Хибин имеет место значительное обогащение апогнейсовых фенитов фтором на фоне существенного обеднения им приконтактовых нефелиновых сиенитов и сиенитов из жил. Однако отсутствие корреляции высокозарядных элементов (HFSE) и REE свидетельствует, по-видимому, о незначительной роли этого компонента в их миграции. С другой стороны, в ловозерском контакте роль фтора была более значительна, на что указывает положительная связь фтора с легкими редкими землями ($K_{La} = 0.89$, $K_{Nd} = 0.73$).

Содержания REE в фенитах хибинского экзоконтакта образуют сильную положительную связь с H₂O ($K_{La}-K_{Lu} > 0.95$ при 95% уровне значимости), в то время как коэффициенты парной корреляции REE-CO₂ закономерно повышаются от легких REE к тяжелым ($K_{La} = 0.65$; $K_{Lu} = 0.85$), причем наиболее сильные связи с REE отмечены для флюида, выделяющегося при температуре пиролиза 600°C. В ловозерских апогнейсовых фенитах коэффициенты парной корреляции REE-CO₂ и REE-H₂O также высоки, однако в отличие от хибинской серии, они закономерно снижаются от легких REE к тяжелым ($K_{La} = 0.90$; $K_{Lu} = 0.40$). Содержания HFSE в фенитах экзоконтакта Хибин положительно коррелируются с H₂O и CO₂, что может свидетельствовать о влиянии щелочных флюидов на их перераспределение в ходе контактового метасоматоза, достигавшее максимума при температурах флюида 500-600°C. С другой стороны, отсутствие значимых корреляционных связей этих элементов с H₂O и CO₂ в фенитах Ловозера может указывать на относительную инертность Zr, Hf, Nb и Ta в ходе метасоматических преобразований гнейсов.

Вариации изотопного состава пород. С целью оценить влияние метасоматизирующих флюидов на изменение изотопных характеристик пород в 10 образцах из эндо и экзоконтакта обоих массивов нами был измерен изотопный состав Sr и Nd. На диаграмме $\epsilon_{\text{Sr}}-\epsilon_{\text{Nd}}$ фигуративные точки составов ряда образцов фенитов, приконтактных сиенитов Хибин и альбит-микрклиновых жил выпадают из общего тренда коровой контаминации, образованного неизменными породами массивов и гнейсами основания. При этом положительные значения ϵ_{Nd} в изученных образцах, отвечающие таковым для неизменных пород, указывают на устойчивость Sm-Nd изотопной системы в ходе приконтактных преобразований, что определенно связано с сохранностью в позднемагматическом процессе REE-содержащих фаз и главного концентрата редких земель – апатита. Вместе с тем, практика Sm-Nd изохронного датирования агапитовых сиенитов показывает, что позднемагматические преобразования часто сопровождаются перекристаллизацией апатита и титанита, что влечет нарушение Sm-Nd изотопной системы несмотря на более высокие температуры закрытия для большинства фаз [3].

С другой стороны, в поведении Rb-Sr изотопной системы обнаруживается обратная закономерность. Примеры изохронного датирования показывают устойчивость этой системы в магматических агапитовых сиенитах [4]. Наблюдаемое нами повышенное отношение ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i для сиенитов эндоконтакта Хибин, а также для отдельных образцов из выборки в работе [4], по-видимому, свидетельствует подвижности Rb-Sr системы в ходе щелочного метасоматоза, влияние которого в нефелиновых сиенитах Хибин проявляется на расстоянии до 400 м вглубь массива.

Таким образом, полученные данные позволяют сделать вывод о значительной роли низкотемпературных метасоматизирующих флюидов в миграции элементов-примесей и уравнивании изотопных систем как в эндо-, так и в экзоконтактных зонах Хибинского и Ловозерского щелочных массивов. В Хибинах процессы метасоматоза имели локальный диффузионный характер и были связаны с прямым термальным и химическим воздействием контаминированных щелочных расплавов на гнейсы. В Ловозерском массиве метасоматоз был преимущественно связан с влиянием позднемагматических жил и имел инфильтрационный характер. Указанные особенности развития контактового взаимодействия и разный состав газовой фазы определили различное поведение элементов-примесей в контактовых зонах Хибинского и Ловозерского массивов и условия закрытия Rb-Sr и Sm-Nd изотопных систем.

Финансовая поддержка: грант РФФИ 09-05-00224 и программа Отделения наук о Земле ОНЗ-8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Икорский С.В., Нивин В.А., Припачкин В.А. Геохимия газов эндогенных образований. СПб.: Наука, 1992. 179 с.
2. Когарко Л.Н. Проблемы генезиса агапитовых магм. М.: Наука, 1977. 294 с.
3. Саватенков В.М., Морозова И.М., Левский Л.К. // Геохимия. 2003. №3. С. 275-292.
4. Kramm U., Kogarko L.N. // Lithos. 1994. V. 32. P. 225-242.