

оливиновые базальты) отчетливо проявлены тенденции, позволяющие отнести эти породы к щелочному ряду и говорить о генетическом единстве алатауских пород. Общая направленность тренда (обедненность по сравнению с хондритом сидерофилами и обогащенность щелочноземельными и радиоактивными элементами) идентична тренду щелочных пикритов и базальтоидов, а «когерентность» в распределении элементов в алатауских породах, не совпадающая с пиками щелочных пикритов и базальтов позволяет дополнительно подчеркнуть генетическую связь между щелочными габброидами и базальтоидами.

Рассматривая эволюцию вендского магматизма в целом и опираясь на положение о том, что щелочные породы характерны для начальных стадий континентального рифтогенеза, необходимо отметить следующее: наличие аршинских щелочных вулканитов в ассоциации с ашинскими конгломератами свидетельствуют о формировании в вендское время в пределах западного склона Южного Урала линейно ориентированных грабенообразных структур с щелочным типом магматизма, трассирующих осевую зону палеорифтогенной структуры, заложившейся на относительно мощной, стабилизированной коре континентального типа. В то же время присутствие в пределах региона рассредоточенных единичных щелочных интрузий (уванский, миселинский и авашлинский комплексы по [1]) и сложнопостроенных тел, принадлежащих к калиевой серии щелочно-основной формации, охарактеризованных выше, подразумевает, что тектоно-магматическая активизация, связанная с рифтогенезом, проявилась на значительной площади. Причем, щелочной уклон магматизма (как эффузивной, так и интрузивной фаций) свидетельствует о низких степенях плавления слабоистощенного мантийного субстрата и значительной глубине очагов магмогенерации (гранатовая субфация?), если принять во внимание предшествующий ранне- и среднерифейский рифтогенез, магматические породы которого представлены в целом основным рядом пород нормальной щелочности.

Литература

1. *Алексеев А.А.* Рифейско-вендский магматизм западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984. 137 с.
2. *Ковалев С.Г., Салихов Д.Н.* Новые данные по геохимии щелочных пород Алатауского антиклинория // Геология, полезные ископаемые и проблемы экологии Башкортостана. Тез. докл. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2003. С. 42-45.
3. *Лутц Б.Г.* Геохимия океанического и континентального магматизма. М: Недра, 1980. 247 с.

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОГЕНЕЗА ТИКШЕОЗЕРСКОГО МАССИВА (СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ)

*Ковальская Т.Н.**, *Ковальский А.М.**, *Сук Н.И.**, *Котельников А.Р.**, *Устинов В.И.***,
*Гриненко В.А.***

**Институт экспериментальной минералогии РАН, 142432, Московская область, г.Черноголовка, ул. Институтская, д. 4, e-mail: tatiana76@iem.ac.ru, тел./факс:(49652)44425*

***Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, 119991, Москва ул.Косыгина, д19.*

Тикшеозерский массив относится к древнему протерозойскому субплатформенному комплексу, поэтому породы массива, на протяжении геологической истории региона, претерпели значительные изменения.

Нами изучены все типы пород, слагающих Тикшеозерский массив: оливинтов, пироксенитов (образцы Т 176-140, Т 23, Т 47, Т 158-210), габбро (Т 7), ийолит-уртитов (Т158-203, Т 158-66), сиенитов (в том числе с нефелином) (Т 158-213), карбонатитов (Т 158-200). В ряде пород присутствует большое количество вторичных минералов: карбонат,

канкринит, содалит, натролит. В пределах пород выделено несколько генераций минералов; прослежены изменения составов минералов в пределах отдельных образцов и массива в целом.

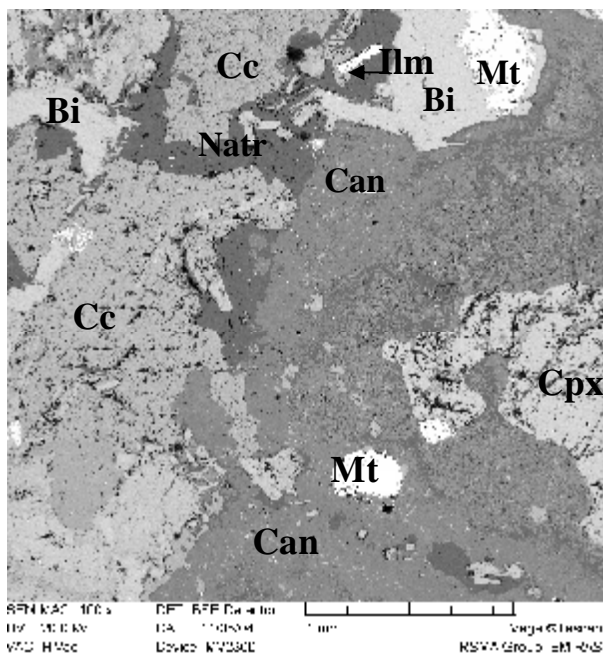


Рис. 1. Измененная щелочная порода (сиенит?).

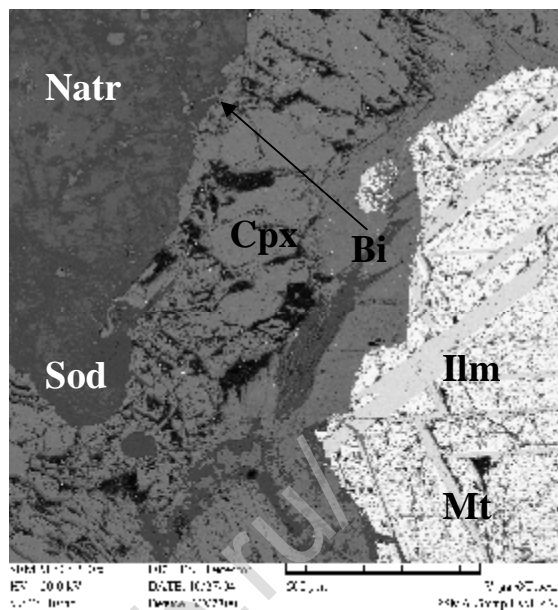


Рис. 2. Сильно измененный пироксенит с новообразованными натролитом и содалитом.

Для определения условий и особенностей минералогенеза Тикшеозерского массива проведено исследование породообразующих и акцессорных минералов в образцах пород массива. Изучены все типы пород, проанализированы главные породообразующие и акцессорные минералы из большинства пород, слагающих Тикшеозерский массив. В большинстве пород присутствуют вторичные минералы: карбонат, канкринит, содалит, натролит (рис. 1).

Одними из самых распространенных минералов в породах Тикшеозерского массива являются клинопироксены ряда диопсид-геденбергит, иногда с небольшим количеством эгириновой молекулы и биотиты (преимущественно ряда флогопит-аннит). Можно выделить две группы составов пироксенов: 1) пироксены большинства образцов пироксенитов соответствуют Di-Hed ряду со средней магнезиальностью 0.8; 2) пироксены образцов, содержащих такие низкотемпературные минералы, как канкринит, натролит, содалит, цеолиты, содержат в своем составе до 15-20 % эгириновой молекулы. Составы пироксенов пород массива показаны на рис. 3.

В породах массива развиты различные по составу амфиболы – в оливинитах, пироксенитах и габбро присутствуют амфиболы группы паргасита, а в ийолит-уртитях и сиенитах - группы рихтерита-катафорита. Составы амфиболов пород массива показаны на рис. 4.

В карбонатитах встречены карбонаты двух составов: кальцит с примесью стронцианита (до 1 мол.%) и доломит. Наличие среди карбонатитов как монокарбонатных (кальцитовых), так и двухкарбонатных (кальцит-доломитовых) типов может свидетельствовать о различной природе этих пород [1]. Так, по аналогии с карбонатитами Ковдорского массива в Тикшеозерском массиве могут присутствовать как магматические (кальцитовые), так и постмагматические (двухкарбонатные) карбонатиты. С появлением последних связано нахождение в породах таких низкотемпературных минералов,

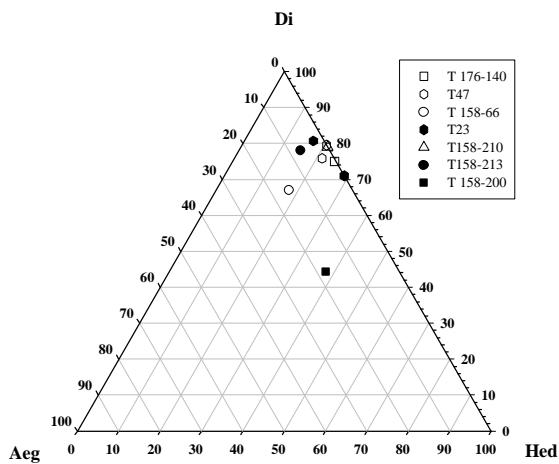


Рис. 3. Составы клинопироксенов Тикшеозерского массива.

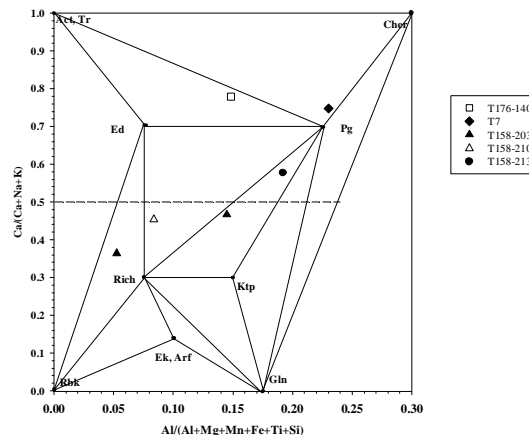


Рис. 4. Составы амфиболов Тикшеозерского массива.

как канкринит, натролит и содалит. Практически все породы Тикшеозерского массива подвержены вторичным изменениям – в оливинитах имеет место серпентинизация и хлоритизация, пироксениты и ийолит-уртиты пронизаны жилками карбонатов с агрегатами натролита, канкринита и содалита, нередко в пироксенитах присутствует вторичный амфибол.

Нами были также изучены акцессорные минералы. Так ильменит, магнетит и хромит были обнаружены, главным образом, в основных и ультраосновных породах массива, сфен состава $\text{Ca}_{0.99}\text{Al}_{0.02}\text{Ti}_{0.98}\text{SiO}_5$, ортит состава $\text{Ca}_{1.84}\text{La}_{0.09}\text{Ce}_{0.2}\text{Pr}_{0.02}\text{Nd}_{0.09}\text{Fe}_{0.86}\text{Al}_{2.12}\text{Ti}_{0.01}\text{Si}_{3.25}\text{O}_{13}\text{H}$, F-апатит и пирохлор – в щелочных породах и отчасти в карбонатитах. Эти минералы – концентраторы легких редкоземельных элементов, являются типичными для таких комплексов. В карбонатитах был также встречен магнетит.

С целью определения условий метаморфизма, имевшего место в районе расположения Тикшеозерского массива, изучены образцы гнейсов, вмещающих породы массива. Три образца полевошпатовых гнейсов представлены ассоциациями биотита, полевых шпатов, кварца, эпидота, сфена с разным количеством магнетита, ильменита и апатита в качестве акцессорных. Два образца биотит-гранатовых гнейсов представлены ассоциацией кварца, плагиоклаза, биотита, граната и акцессорных: рутила, апатита, ильменита и циркона. С использованием гранат-биотитового геотермометра температура метаморфизма оценена в интервале 500-550°C. Основываясь на данных по составам сосуществующих минералов нами впервые оценены температуры образования парагенезисов клинопироксен + амфибол, клинопироксен + флогопит, флогопит + амфибол в пироксенитах Тикшеозерского массива. Так, температуры формирования пироксенитов массива с применением $\text{Sr}_x\text{-Amf}$, Vi-Amf и $\text{R}_x\text{-Vi}$ геотермометров [2] оценены в интервале 710-980°C. Определение температуры с применением двухкарбонатного геотермометра в данных породах затруднено, но однозначно свидетельствует о формировании парагенезиса при температурах менее 450°C.

Для минеральных ассоциаций ряда пород Тикшеозерского массива нами ранее проведено исследование распределения изотопов серы и кислорода [3]. В одном образце величина $\Delta^{34}\text{S}$ между сульфатной группой содалита и сульфидом железа, равная 14.4%, фиксирует температуру 440°C. В то же время, минеральные термометры, основанные на распределении магния и двухвалентного железа между сосуществующими минералами (Sr_x , Vi , Amf), дают существенно более высокие значения температур. В другом образце температуру оценили по распределению изотопов кислорода в паре Cl-Sod-Amf ($\Delta^{18}\text{O} = 3.1\text{‰}$), что соответствует температуре 540°C. Минералов, пригодных для расчета температур по минеральным термометрам, в данном образце нет. Анализы минералов из метаморфических вмещающих пород указывают на температуры этого этапа метаморфизма 500-550°C. Породы массива (более древние по отношению к возрасту регионального

метаморфизма) также претерпели серьезные изменения. По-видимому, именно на этом этапе происходило образование канкринита, натролита, происходила рекристаллизация карбонатов (за счет карбонатитовых пород массива) и их повсеместное отложение. При этом происходил интенсивный подток гидротермальных растворов, способствовавший рекристаллизации ранее образовавшихся минеральных фаз. Эти температуры и могут фиксироваться в 2-х образцах изотопными термометрами (540 и 440°C). Такие относительно невысокие температуры не затронули распределение магния и железа между темноцветными минералами, в то время как лейкократовые минералы интенсивно перекристаллизовывались и преобразовывались (процессы канкринитизации и образования натролита по нефелину и содалиту).

В результате исследования пород массива и экспериментального моделирования его минералогенеза, представленного в [4], нами предложена следующая схема его формирования: 1) внедрение и кристаллизация оливинитов и пироксенитов – формирование ультраосновного ядра массива; 2) внедрение ийолит-уртитов и сиенитов по периферии ультраосновного ядра массива по ослабленным зонам, образованным в результате объемной усадки застывающих ультраосновных пород; активная флюидная проработка пород; 3) внедрение карбонатитового расплава; 4) протекание интенсивных постмагматических процессов, связанных с региональным метаморфизмом.

Работа выполнена при поддержке РФФИ гранты №№ 06-05-64904, 07-05-00217, гранты Президента РФ МК-2948.2006.5, МК-3499.2006.5, и Фонда содействия отечественной науки.

Литература

1. *Середкин М.В., Зотов И.А., Карчевский П.И.* Минералогические типы кальцитовых карбонатитов Ковдорского массива на Кольском полуострове и их генетическая интерпретация // Докл. РАН. 2002. Т. 383. № 4. С. 532-536.
2. *Перчук Л.Л., Рябчиков И.Д.* Фазовое соответствие в минеральных системах. М.: Недра, 1976. 287 с.
3. *Устинов В.И., Гриненко В.А., Котельников А.Р., Сук Н.И., Ковальская Т.Н., Смирнова Е.П.* Термометрия содалитсодержащих ассоциаций пород Ловозерского и Тикшеозерского щелочного массива // Материалы Всероссийского совещания «Геохимия, петрология, минералогия и генезис щелочных пород» 18-23 сентября 2006 г., 2006. Миасс. С. 267-271.
4. *Ковальский А.М., Котельников А.Р., Ковальская Т.Н.* Экспериментальное моделирование минералогенеза Тикшеозерского массива // Материалы Всероссийского совещания «Геохимия, петрология, минералогия и генезис щелочных пород» 18-23 сентября 2006 г., 2006. Миасс. С. 99-102.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВЫСОКОКАЛИЕВЫХ ЛАВ ВУЛКАНА ВЕЗУВИЙ (ИТАЛИЯ)

*Ковальская Т.Н.**, *Фролова Т.И.***

**Институт экспериментальной минералогии РАН, 142432, Московская область, г.Черноголовка, ул. Институтская, д. 4, e-mail: tatiana76@iem.ac.ru, тел./факс:(49652)44425*

***Московский Государственный университет им. М.В. Ломоносова, геологический ф-т*

Среди щелочных пород выделяются три серии: натровая, калиево-натровая и калиевая. Калиевая серия включает в себя калиевые и высококалиевые породы. Последние распространены локально на поверхности Земли. В современной геологической науке существует несколько гипотез происхождения щелочных магм. Однако исключительная гетерогенность щелочных пород не позволяет дать унифицированную гипотезу их образования.