

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию **Козлова Евгения Николаевича** «Геохимия фенитов и ассоциирующих с ними пород контактового ореола щелочно-ультраосновного массива Озерная Варака (Кольский полуостров)», представленную на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 - геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Актуальность. Со щелочными породами в мире связаны крупнейшие месторождения стратегических металлов и других полезных ископаемых. Их первичные магмы имеют мантийные источники, и по ним возможно расшифровывать мантийную геодинамику. Поэтому все исследования по изучению щелочных пород и, в частности, данное бесспорно актуальны.

Цель работы. Основная цель работы – выяснение последовательности образования пород контактовых ореолов массива Озерная Варака, оценка метасоматического воздействия, сопровождавшего каждую из фаз внедрения, и определение поведения редких и рассеянных элементов на каждом этапе метасоматического преобразования приконтактовых пород.

Фактический материал и методы исследований. Обширный фактический материал собран автором самостоятельно и проанализирован с использованием современных методов исследования.

Научная новизна работы состоит в комплексном исследовании метасоматических процессов, двух – магматического этапа и одного – постмагматического, выявленных на основе геохимического анализа редких элементов, изучения изотопных параметров и минералогических индикаторов. Благодаря этому на массиве впервые выделены парагенетические минеральные ассоциации метасоматитов указанных этапов.

Практическая значимость работы состоит в оценке апатитоносности и редкометальной специфики подобных массивов.

Апробация работы. Представленные в диссертации результаты опубликованы в 3 статьях в журналах, рекомендованных ВАК, и докладывались на восьми российских и международных конференциях.

Диссертационная работа объемом 278 страниц машинописного текста состоит из Введения, шести глав, Заключения, списка литературы из 316 наименований, содержит 70 рисунков и 43 таблицы.

В первой подглаве **Гл.1** автором очень детально рассматривается состояние проблемы и история появления термина – фениты, начиная с Broggera 1921 года до наших дней. Далее, во второй подглаве, автор кратко рассматривает геологическую позицию щелочно-ультраосновных массивов Кольского полуострова и наличие в них контактово-реакционных образований. Приводится схема тектонического районирования Кольского полуострова. В первом разделе этой подглавы детально рассматривается история изучения фенитов Кольской провинции. Во втором разделе автор объясняет причину выбора именно массива Озерная Варака для детального изучения. Этот массив действительно удовлетворяет всем критериям, необходимым для исследования фенитов. Замечаний к этой главе нет, кроме того, что в оглавлении диссертации пропущено само название главы.

Гл.2 посвящена геологическому строению объекта исследования. Приводится геологическая карта с разрезами, а также детальное описание слагающих массив пород. При небольшом размере интрузии площадь контактового ореола – объекта исследований сопоставима с площадью массива. Приводится детальная схема геологического строения зоны контакта, составленная автором по имеющимся там канавам. К этой главе замечаний нет.

В **Гл.3** дается петрографическое описание пород контактового ореола интрузии. Приводятся фото образцов и шлифов всех разновидностей пород. Описывается метасоматическая зональность на контакте разных пород массива. Приводится

вещественная характеристика в контактовых ореолах с разными силикатными породами и карбонатитами и обсуждаются причины этих различий. В конце главы приводится описание постмагматического метасоматоза, затрагивающего и сами фениты, уже образованные к тому моменту в связи с гидротермальным процессом. Претензий к этой главе нет.

В Гл.4, довольно большой по своему объему, рассмотрены минералогические особенности пород контактового ореола. В начале главы приводится количественный минеральный состав различных контактовых образований, далее дается описание минералов из различных зон.

Детально изучены полевые шпаты и нефелины, представлены их силикатные анализы и обсуждаются составы в разных метасоматитах. *К недостаткам следует отнести отсутствие важных для данных минералов содержания бария и стронция, которые в настоящее время легко анализируются при силикатном анализе и тем более зондовом.*

Далее приводятся детальные петрографо-минералогические исследования темноцветных минералов – слюд, амфиболов и пироксенов и обсуждаются изоморфные замещения в составе слюд. *Следует отметить недостаточное количество анализов для слюд (5) и амфиболов (1) и опять же отсутствие определений бария и стронция. Не очень информативна выбранная классификационная диаграмма для слюд. В Таблице 6 в подпись входят карбонатиты, а анализа не приводится.*

Автором применены современные физические методы для более детальных расшифровок составов минералов (например, ЯГР), а вот качество химических анализов минералов – желали бы лучшего. Положительным моментом является анализы редких земель в пироксенах, но на графиках «отскоки» Но и Тm – явные ошибки анализов, которые было бы необходимо откорректировать.

Детально обсуждаются минералогические особенности волластонита и граната, но вот для граната сделан всего один анализ, по которому можно судить, что это меланит. Такие составы характерны для гранатов щелочных пород. Так же детально исследованы карбонаты, титаниты и апатиты. Но вот во всей работе чувствуется недостаточно квалифицированно выполненные химические анализы минералов. *В апатитах не сделан фтор и хлор.*

В заключении минералогической главы проведен детальный анализ парагенетических ассоциаций в разных типах фенитов.

Гл.5 «Геохимия пород контактового ореола массива...» является главной и самой большой (108 стр.) в диссертации и определяющей выбранную специализацию защиты. В ней на основе большого геологического и аналитического материала проведен детальнейший анализ поведения породообразующих и редких элементов в процессе многостадийного метасоматоза по породам разного состава. Проведены расчеты привноса-выноса элементов. Для решения генетических проблем используются изотопы кислорода, углерода, стронция, неодима и даже гелия. Обсуждение результатов проведено на высоком научном уровне. К научной части у нас замечаний нет, а вот к аналитике и ее отображению есть.

Опять в Таблицах 17 (Химический состав ранних щелочных метасоматитов) и 18 (Химический состав карбонатитов и силикокарбонатитов) нет бария и стронция. Странное выражение, что в карбонатитах силикатные минералы ксеногенны??? Есть сколько угодно даже меланократовых карбонатитов. Очень неудачное нормирование на Рисунках 48 и 50 какая-то «пила». На изотопной диаграмме обычно приводится ϵNd с учетом возраста. На диаграмме спектра редкоземельных элементов Рисунке 52 аномалия Gd - это обычная аналитическая ошибка, анализировался не тот изотоп, из-за этого получается вроде как минимум у европия. Нами такие варианты проверены на большом количестве проб. «Механизм образования редкоземельных феррокарбонатитов за счет магматического замещения карбонатитовым расплавом алюмосиликатных пород на термальном пике карбонатитогенеза» представляется очень сомнительным.

Общее замечание к аналитической части. В диссертации нет раздела – методика аналитических исследований или следовало хотя бы в каждой таблице написать, каким методом и где проведены анализы, кто аналитик и год анализа.

В Гл.6 сравниваются фениты карбонатитовых комплексов и агпайтовых сиенитов. Автором проведена серьезная работа по оценке этой разницы, и это положительный момент исследования. Однако из нашего 50-летнего опыта работы по тем и другим объектам всего мира можно сделать вывод, что эти два комплекса пород настолько различные по всем параметрам их образования и редкометальности, что сравнивать их реакции с вмещающими породами вряд ли имеет смысл. Более интересно было бы проанализировать зависимости от глубины их кристаллизации и скорости остывания.

В «**Заключении**» работы приведены выводы из проведенных исследований, которые говорят о высоком научном уровне диссертанта и значительном научном вкладе настоящей работы в изучение фенитов. Представляется, что диссертацию необходимо напечатать в виде монографии. Заканчивая обзор структуры диссертации Е.Н. Козлова, необходимо сделать еще одно замечание. Есть два варианта написания диссертации и автореферата. Первый – в монографическом стиле, как выбрал автор для диссертации, второй – в стиле защищаемых положений и их доказательств, который приведен в автореферате. Для читателя более удобен второй стиль. А вот в первом варианте защищаемые положения приведены где-то во введении. *Следовало бы в заключении написать, что выводы, которые являются и защищаемыми положениями...* Но это наши пожелания.

С учетом выше сказанного, рассмотрим положения, которые защищает диссертант.

Первое защищаемое положение сформулировано следующим образом: *«Породы контактового ореола интрузии Озерная Варака, а также других щелочно-ультраосновных массивов Кольской провинции подверглись полиметасоматической переработке в ходе трех последовательных процессов: фенитизации фойдолитового этапа, метасоматоза карбонатитового этапа и постмагматических преобразований, связанных с карбонатитогенезом. Несмотря на незначительное распространение в ряде массивов карбонатитов, метасоматоз карбонатитового этапа играл определяющую роль в приконтактных изменениях докембрийских пород фундамента».* Для обоснования данного защищаемого положения используются результаты анализа структурных взаимоотношений различных типов метасоматитов, сопоставление минералов выделенных парагенезисов, результаты статистической обработки петрогеохимических данных, а также привлекается информация по оригинальным исследованиям изотопного состава гелия. В силу обширности приведенных материалов и их взаимного подтверждения это защищаемое положение представляется полностью доказанным.

Второе защищаемое положение: *«На всех этапах формирования контактовых ореолов щелочно-ультраосновных комплексов концентрирование в метасоматитах редкоземельных элементов, фосфора и, в меньшей степени, высокозарядных элементов происходило при их соосаждении с кальцием, железом и магнием в зонах базификации. Наиболее интенсивное накопление этих элементов осуществлялось на карбонатитовом этапе становления комплексов».* Обоснованием этого защищаемого положения служат результаты количественной оценки привноса-выноса компонентов по признанной у зарубежных авторов, однако мало распространенной среди отечественных коллег методике изоконного анализа. Проведенные расчеты согласуются с результатами метода главных компонент и множеством частных геохимических и минералогических наблюдений, в связи с чем это защищаемое положение следует считать защищенным.

Третье защищаемое положение: *«При внедрении щелочно-ультраосновных магм в докембрийские породы фундамента инъецировался значительный объем флюида,*

относительно бедного элементами-примесями. От агпаитовых магм отделялось существенно меньшее количество фторидного флюида, эффективно экстрагировавшего высокозарядные и редкоземельные элементы из расплава и обогатившего указанными компонентами породы обрамления». Для обоснования данного положения автор произвел сравнение контактовых ореолов щелочно-ультраосновных массивов Озерная Варака и Большой Ковдор и агпаитового нефелин-сиенитового массива Малый Ковдор. При этом был использован тот же комплексный подход, включающий петрографо-минералогическое и геохимическое изучение с привлечением данных по петрогенным и редким элементам, а также количественную оценку привноса-выноса вещества. С формальной точки зрения данное положение защищено, если бы не ранее упомянутое «НО»: различия по всем параметрам образования и редкометальности щелочно-ультраосновных и агпаитовых нефелин-сиенитовых комплексов настолько существенны, что сравнение их реакции с вмещающими породами является излишним и не имеет смысла.

Заканчивая рассмотрение диссертации Е.Н. Козлова, следует отметить, что работа хорошо оформлена, содержит необходимые и достаточные иллюстрации и литературные ссылки. Она написана хорошим русским языком. Автореферат информативен и отражает основные положения диссертации. Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 11 научных работах, опубликованных Е.Н. Козловым, в том числе в 3 публикациях в изданиях «Перечня ведущих периодических изданий ВАК».

Несмотря на замечания, которые больше имеют частный характер, диссертация Козлова Е.Н. соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Ее автор – Козлов Е.Н. заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 - геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент:

Николай Васильевич Владыкин,
доктор геолого-минералогических наук,
заведующий лабораторией «Геохимии щелочных пород»
Институт геохимии СО РАН
Адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, д. 1а
Тел. 8-(3952) 425-312
E-mail: vlad@igx.irk.ru

05.12.2016 г.



Подпись Владыкина Н. В.
Зав. канцелярией ИГХ СО РАН