

## ОТЗЫВ

на диссертацию **Козлова Евгения Николаевича** «*Геохимия фенитов и ассоциирующих с ними пород щелочно-ультраосновного массива Озерная Варака (Кольский полуостров)*»,

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Работа посвящена расшифровке последовательности образования пород контактовых ореолов полифазных щелочно-ультраосновных карбонатитовых интрузий, оценке параметров метасоматического воздействия, сопровождавшего каждую из фаз внедрения, и определении поведения редких и рассеянных элементов (LILE, REE, HFSE) на каждом этапе метасоматического преобразования приконтактовых пород.

Сложность строения контактовых ореолов многофазных щелочно-ультраосновных интрузий, обусловленная последовательным внедрением ультраосновных, щелочных и карбонатитовых магм, определила актуальность комплексного исследования последовательного образования различных метасоматитов. Актуальным является и анализ поведения редких элементов при образовании и преобразовании фенитизированных пород контактовых ореолов щелочно-ультраосновных комплексов, поскольку до настоящего момента систематических исследований не проводилось.

Научная новизна заключается именно в комплексном исследовании трех метасоматических процессов – двух инфильтрационных магматического этапа и одного постмагматического. Благодаря этому, удалось впервые установить, в частности, что постмагматические процессы, выявленные во всесторонне исследованном массиве, вызывают эффективное разделение геохимически сходных элементов: ниобия и тантала, циркония и гафния, редкоземельных элементов иттриевой и цериевой групп.

Приведено убедительное обоснование выбора щелочно-ультраосновного карбонатитового массива Озерная Варака в качестве основного объекта

исследования. Определен комплекс минералогических, геохимических и изотопных индикаторов разновозрастного метасоматического воздействия с последующим формированием на основании этих индикаторов эталонной выборки проб, химический состав каждой из которых максимально отражает преобразование в ходе одного из выделенных метасоматических процессов.

Личный вклад автора заключается в непосредственном участии во всех этапах исследования, от полевых работ и сбора образцов и проб до проведения аналитических измерений и в самостоятельной обработке и интерпретации всех полученных результатов.

Изучены и описаны петрографо-минералогические, геохимические и изотопные характеристики пород, образованных в процессе метасоматических преобразований вмещающих этот массив, и установлена их этапность и последовательность. Тем самым, **1-ое защищаемое положение** хорошо обосновано и не вызывает ни одного замечания. Следует отметить несомненное достоинство работы, заключающееся в том, что диссертант не ограничился рассмотрением метасоматических изменений вмещающих гнейсов, но и исследовал преобразования фенитов, образованных ранее – на фойдолитовом этапе, при карбонатитовом этапе, а также изменения метасоматитов первых двух этапов на постмагматическом этапе. Также достоинством работы является использование диссертантом множества методов, в том числе метода главных компонент и дискриминантного анализа, надежно фиксирующих три этапа.

К числу достижений диссертанта можно отнести выделение им парагенетических минеральных ассоциаций метасоматитов (подраздел 4.13, стр. 121-126), заключающий главу 4 «Минералогия...». (Хотя я не понимаю, как «карбонатитовый» парагенезис фенитизированного гнейса (табл. 15) может состоять из одного минерала – геденбергита, это, вероятно, описка?). Интересен также раздел 5.4 «Изотопные индикаторы постфенитовых процессов...», заключающий главу 5 «Геохимия», в котором автор предпринял попытку анализа имеющихся изотопных данных и затронул проблемы, далеко выходящие за рамки задач исследования.

Удалось установить, что, несмотря на незначительное распространение карбонатитов в ряде щелочно-ультраосновных массивов Кольской провинции, метасоматоз карбонатитового этапа играл важную и, возможно, определяющую роль в приконтактных изменениях докембрийских пород фундамента. Сравнение концентраций редких элементов в последовательных метасоматитах трех этапов позволило обосновать **2-ое защищаемое положение**, заключающееся в том, что наиболее интенсивное накопление этих элементов осуществлялось на карбонатитовом этапе становления комплексов. К этому этапу диссертант относит образование наиболее богатых редкими элементами альвикитов 1а и 1б, которые он рассматривает в качестве продуктов контактового взаимодействия, а точнее магматического замещения карбонатитовой жидкостью фенитизированных пород. Это его представление интересно, хотя и обосновано недостаточно. Но оно и не вошло в защищаемое положение.

Главным недостатком работы является, по моему мнению, рассмотрение метасоматитов контактового ореола массива как сочетания эндоконтакта и экзоконтакта. Исследуемые автором метасоматические процессы фойдолитового и карбонатитового этапов являются отчетливо инфильтрационными. При этом говорить о какой бы то ни было границе эндо- и экзо- контактов, по меньшей мере, некорректно: она (граница) продвигается в процессе метасоматоза в сторону замещаемых пород и передовых зон, а «метасоматиты эндоконтакта» являются тыловыми зонами соответствующих метасоматических колонок, вплоть до возможного образования наименее широких (в колонках) зон магматического замещения. Следует попытаться для объяснения выявленных закономерностей привлечь хотя бы петрологическую терминологию из классических работ по теории метасоматизма (Коржинский Теория метасоматической зональности, 1982; Избранные труды. Основы метасоматизма и метамагматизма, 1993). Исходя из этого замечания, вполне бессмысленным и лишним является расчет привноса-выноса петрогенных и особенно редких элементов. И возможно вести разговор лишь о привносе в

контактные зоны (гнейсы или ранее образованные метасоматиты) тех или иных элементов флюидами, сопряженными с внедрением сначала флюидов, а затем карбонатитов.

Глава 6 «Сравнение фенитов *sensu stricto* с контактными породами агпаитовых нефелин-сиенитовых комплексов» является обоснованием **3-го защищаемого положения**. К формулировке этого положения есть замечания, вызывающие вопросы: «инъецировался значительный объем флюида, относительно бедного элементами-примесями», вопрос: относительно чего или какого? И «отделялось существенно меньшее количество фторидного флюида», вопрос: по сравнению с чем? По-видимому, следовало бы в таком случае более подробно рассматривать состав флюидов фенитизирующих флюидов, для чего у автора не было достаточного материала, и что не входило в задачи исследования. В этой главе автор приводит выводы и соображения из своей в соавторстве статьи по сравнению с фенитами, образованными на контакте с теми же гнейсами – результатом воздействия флюидов, связанных с агпаитовыми нефелин-сиенитовыми Хибинским и Ловозерским плутонами, с массивом Малый Ковдор, сложенным также агпаитовыми нефелиновыми сиенитами и с Ковдорским щелочно-ультраосновным карбонатитовым массивом (Большим Ковдором, т.е. массивом той же формационной принадлежности, что и Озерная Варака). Фениты последнего практически не отличаются от всесторонне исследованных фенитов флюидового этапа в контактах массива Озерной Вараки.

Различающиеся концентрации редких элементов в фенитах агпаитовых нефелинсиенитовых и щелочно-ультраосновных карбонатитовых интрузий, возможно, определяется не только составом флюидов (более фтористых, и менее углекислотно-водных, сопутствующим первым), как мне представляется, еще и гораздо большей степенью дифференциации первичных расплавов, при которой некогерентные элементы накапливаются в последних дифференциатах. Что до ситуации с Малым Ковдором, то там есть еще одно обстоятельство, которого диссертант не учел или не знал: в Малом Ковдоре известны

канкринит-сиенитовые карбонатиты, возможно, являющиеся дифференциатом щелочной или щелочно-ультраосновной магмы, а не результатом возможной нефелин-сиенит – карбонатитовой несмесимости (Лапин, Жабин, 1969).

Есть и редакционные замечания к работе. Она многословна и содержит избыточные сведения. Это касается, в частности, главы 1, раздела 1.1 «Фениты: состояние проблемы», занимающей 26 страниц и вовсе не освещающей «состояние проблемы». Вполне можно было ограничиться разделом 1.2.1 «История изучения фенитов Кольского региона», добавив в начале Бреггера, введшего термин, Мороган, впервые рассмотревшей фениты, образованные карбонатитовыми флюидами, и систематику Бардиной и Попова, рассмотревших фациальные разновидности фенитов в зависимости от воздействия щелочных растворов на различные вмещающие породы. Многостраничное изложение раздела 5.3 «Количественная оценка привноса-выноса компонентов» (стр. 186-214 с формулами 13-32 и рисунками 53-59) поражает воображение наукообразием, хотя просто следует из таблиц концентраций 16-20 и 31-32, и без ущерба для смысла этого так называемого моделирования (из приблизительно 100граммовых навесок того или иного исходного вещества) легко может быть ограничено выводами, изложенными в последних 3ех страницах раздела (стр.210-214). Во Введении автор отмечает, что им впервые показан «механизм образования редкоземельных феррокарбонатитов за счет магматического замещения карбонатитовым расплавом алюмосиликатных пород на термальном пике карбонатитогенеза», По моему мнению, этот механизм недостаточно раскрыт и убедителен. Там же автор указывает, что еще им впервые установлено, что «флогопитизация, наложенная на потенциально апатитоносные твейтозиты, ведет к снижению в последних содержания пятиокиси фосфора». Из работы остается неясным, что означает термин (?) «потенциально апатитоносные твейтозиты», и куда девается из них фосфор при флогопитизации, остается неясным. Впрочем, оба эти утверждения не входят в защищаемые положения и, тем самым, по-видимому, не нуждаются в доказательствах. Совсем мелкое редакционное

замечание: автор неоднократно для обозначения исходной породы, подвергающейся метасоматическому замещению, неправомерно использует термин «эдукт», чего было бы лучше избежать (см. Коржинский, 1977). Зато очень хорошо написано *Заключение* (стр.251-254), из которого можно цитировать достоинства работы.

Практическая значимость работы состоит в возможности использования полученных результатов по оценке факторов, определяющих концентрирование редких элементов и фосфора в метасоматитах.

Содержание автореферата соответствует диссертации, и материалы диссертации достаточно полно изложены в опубликованных автором статьях в ведущих рецензируемых журналах и доложены на международных конференциях.

Несмотря на указанные недостатки, следует заключить, что работа вполне отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор Евгений Николаевич Козлов несомненно заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент

**Расс Ирина Теодоровна**

доктор геолого-минералогических наук,

старший научный сотрудник лаборатории метаморфизма и метасоматизма им. академика Д.С. Коржинского Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)

Адрес: 119017, Москва, Старомонетный пер., дом 35

Телефон: 8 (499) 230-84-22

E-mail: rass@igem.ru

28 ноября 2016 г.

