

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Фоминой Екатерины Николаевны «Редкоземельные карбонатиты массива Вуориярви (Кольская щелочная провинция): петрология и рудогенез», представленную на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология» и 1.6.10 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Диссертация состоит из введения, 7 глав и заключения, имеет общий объем 222 страницы, содержит 43 рисунка, 11 таблиц, 1 приложение и список используемой литературы из 413 наименований, который занимает 31 страницу от объема работы.

Актуальность представленной работы сомнения не вызывает. Разнообразие рудной специализации щелочных карбонатитовых комплексов, их специфичность в физико-химических условиях кристаллизации обуславливает несомненный интерес к подобным объектам. Расшифровка их генеза невозможна без проведения детальных комплексных исследований. В основе диссертации лежит накопленный автором фактический материал по карбонатитам участка Петяйян-Вара и Неске-Вара, входящий в щелочно-ультраосновной карбонатитовый комплекс Вуориярви (Кольская щелочная провинция). Несомненным плюсом является то, что, помимо геологических, минералогических, петрографических и изотопно-геохимических исследований, автор провел микротермометрические исследования минералов и на основе комплексных полученных данных построил модель образования рудоносных карбонатитов.

Во Введении диссертант детально обосновывает актуальность выбранной темы исследования, объекта исследования, формулирует цель и задачи, решение которых необходимо для достижения поставленной цели. Приведено описание фактического материала и методов исследования, сформулированы основные защищаемые положения, отмечены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Показано соответствие результатов работы защищаемым научным специальностям и приведены сведения, подтверждающие апробацию работы.

Глава 1. Редкоземельные карбонатиты (литературный обзор).

В разделе 1.1 приведены принципы классификации карбонатитов и представлений об их происхождении. Это довольно трудная задача: автор совершенно справедливо отмечает гетерогенность их образования и отсутствие единой утвержденной номенклатуры. Автор упоминает о многочисленных дискуссиях, развернувшихся на специальных тематических выпусках ведущих мировых изданий по вопросам их генезиса и классификации. Вместе с тем, объем литературы, охваченной в данном разделе, несколько избыточен для кандидатской диссертации. В разделе 1.2-1.4 приводится главным образом обзор литературных данных о карбонатитах Кольской щелочной провинции, их минерализации и об истории развития представлений об их генезисе. Приведена обзорная схема тектонического районирования северо-восточной части Балтийского щита и расположение щелочных массивов, что позволяет не подготовленному читателю ориентироваться в многочисленных массивах ультраосновных щелочных пород, карбонатитов и щелочных метасоматитов Кольского полуострова. Детально рассматривается история изученности собственно массива Вуориярви, приводится его краткое геологическое строение. Отдельные разделы посвящены карбонатитам Вуориярви, и одному из четырех выделенных среди них рудоносных карбонатитов (Петяйян-Вара). Из данного раздела становится понятно, что массив является комплексным объектом, который разведывался в разное время на апатит-магнетитовое, вермикулит-флогопитовое, перовскит-титаномagnetитовое, редкометальное (пироксеновое) и редкоземельное сырье. Кроме того, в пределах месторождения велась добыча горного хрусталя.

В Главе 2 рассмотрены аналитические методы исследования, примененные в работе. В целом данная глава написана достаточно подробно и не вызывает вопросов.

Глава 3 диссертации посвящена петрографическому и минералогическому описанию изученных пород. Минералогическое описание сделано очень тщательно, автору удалось установить и охарактеризовать чрезвычайно широкий спектр сложных по составу минералов, изучить их взаимоотношения, провести дополнительную диагностику с помощью рамановской спектроскопии. Главное замечание к этому разделу – это отсутствие единого структурного подхода к петрографическому описанию карбонатитов, парагенетического анализа пород. При ознакомлении с главой становится понятно, что автор решил пойти по «минералогическому» пути классификации карбонатитов, выделив шесть-девять типов и методически описав их. С минералогической точки зрения это, несомненно, оправданно, но затрудняет понимание последовательности карбонатитообразования. Возможно, было бы логичнее ограничиться выделением трех-четырех типов карбонатитов с описанием наложенных минеральных ассоциаций. Малоомощный характер выделений разновидностей карбонатитов (не имеющих четких очертаний, прожилки и линзы, в ряде случаев, мощностью не более первых сантиметров), пространственная приуроченность к контактовым частям, наличие практически единого набора низкотемпературных минералов характерных для поздней гидротермальной проработки карбонатитов и фенитов - все эти факты могут свидетельствовать о нескольких стадиях минералообразования в единой эволюционирующей среде с постепенным разрастанием одной зоны за счет предыдущей в определенной последовательности.

Глава 4. В разделах главы показаны петрохимические особенности пород, приведены данные об их редкоземельном составе, продемонстрированы основные закономерности в поведении редкоземельных элементов, на основе построения математической модели проведены масс-балансовые расчёты. Для получения статистических данных о распределении ряда элементов в минералах, предложена авторская методика факторного анализа минералогических и геохимических данных. Хотя методика исключительно подробно описана в главе 2, остался вопрос к авторскому методу. Учитывая многокомпонентность валовых составов горных пород, присутствие нескольких генераций минералов и неоднородность их химического состава, возникает вопрос, насколько автоматизирована и достоверна расшифровка спектров, полученных методом порошковой рентгеновской дифракции? Был ли апробирован данный метод при изучении искусственных смесей (искусственного эталонного образца), близких по минеральному составу к редкоземельным карбонатитам? Тем не менее, выработанный авторский подход позволил получить достаточно информации о вхождении K, Na, Al, Si, Mg и всего спектра высокозарядных элементов в минералы-концентраты и, в целом, совпадает с данными, полученными другими методами. Результаты обсуждения полученных данных позволили сформулировать первое защищаемое положение. Оно отвечает цели и задачам выполненного исследования, хорошо обосновано и аргументировано. Осталась не представлена позиция диссертанта относительно условий, при которых происходит смена существенно углекислотного относительно маловодного флюида на сульфатный флюид при образовании карбонатитов с высокими содержаниями барита. Как автор может объяснить, что минералов серы в бурбанкитсодержащих (первичных) карбонатитах нет, а затем появляется ее избыток?

Глава 5. В пятой главе изложены результаты термобарогеохимических исследований, позволивших определить физико-химические условия образования в поздних карбонатитах Петяйя-Вары (анкилитовые руды, бастнезитовые руды и гибридные породы). Они составляют основу для второго защищаемого положения. Оно хорошо обосновано представительностью материала и аналитическими данными высокого качества. К главе нет замечаний.

В Главе 6 изложены результаты изучения стабильных (C, O, 44 пробы) и радиогенных (Sr, Nd, 24 пробы) изотопных систем, рассмотрена эволюция карбонатитовой системы. Выдвинуто третье защищаемое положение. Замечаний к главе нет.

В Главе 7 и Заключение кратко изложены наиболее важные результаты исследования, на основе которых построена оригинальная поэтапная модель формирования карбонатитов

участка Петяйян-Вара. По существу, выводы логично вытекают из полученных автором данных, согласуются с существующими представлениями о генезисе карбонатитов и не вызывают противоречий. Материал свидетельствует о фундаментальности выполненной работы.

К работе имеются небольшие технические замечания:

Для лучшего понимания графических иллюстраций и табличных данных автору следовало бы привести список сокращений и условных обозначений в начале работы, а не по тексту.

Обычно предполагается, что результаты и иллюстрации принадлежат автору работы, и, если это не так, то автор диссертации дает ссылку на оригинальную работу. По тексту в иллюстрациях постоянно приведены ссылки на работы (Kozlov et al., 2018, 2020a, 2020b и т.д.), что не позволяет в полной мере определить личный вклад автора.

На странице 73 сказано: «Исходя из петрографических наблюдений, циркулировавшие в системе при образовании брекчий флюиды не оказали существенного влияния на барит и стронцианит, уже присутствовавшие в породе до брекчирования», осталось не понятно, на чем основано данное наблюдение.

На рис. 23 «Последовательность образования минеральных ассоциаций в карбонатитах...» в последней колонке к поздней карбо(гидро)термальной стадии автор относит минералы, образованные на гипергенной стадии, при этом в тексте работы не затронуты признаки отнесения того или иного минерала к этой стадии. Стадии образования минералов, выделенные в диссертации, не соответствуют таковым, приведенным на рис. 3 в автореферате.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертационная работа Фоминой Екатерины Николаевны «Редкоземельные карбонатиты массива Вуориярви (Кольская щелочная провинция): петрология и рудогенез» основана на большом количестве аналитических данных, полученных различными методами, в том числе с применением математических и статистических методов анализа, и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу. Диссертация соответствует критериям и отвечает требованиям, установленным правилами к работам подобного рода. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы, а содержание диссертации соответствует паспорту по специальностям 1.6.3 — «Петрология, вулканология» и 1.6.10 — «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Избродин Иван Александрович

Кандидат геолого-минералогических наук

Старший научный сотрудник лаборатории рудоносности щелочного магматизма Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

Специальность 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»

Адрес: 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3

Телефон: +7 383 373-05-26

e-mail izbrodin@igm.nsc.ru

Я, Избродин Иван Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и на их дальнейшую обработку.



УДОСТОВЕРЯЮ
ЗВОДИТЕЛЬ
К.В.
21.02 2023