

Отзыв

**официального оппонента на диссертацию Елены Александровны Васюковой
«Петрология и флюидный режим формирования лампрофиров чуйского комплекса
(ЮВ Алтай – СЗ Монголия)»,
представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических
наук по специальности 25.00.04 - петрология, вулканология**

Дайковые комплексы диасхистовых разновидностей гипабиссальных ассоциаций изверженных горных пород представляют собой уникальный объект геологических исследований, позволяющий оценить эволюцию флюидного режима магматических систем и их связь с глубинными мантийными источниками. На примере Горного Алтая автору удалось проследить вероятную связь подобной магматической активности с особенностями разнообразного оруденения (Sn, Ag, Au, Hg, W, Mo, Pb, Zn, Ni, Co и др.). Исследуемый в работе чуйский комплекс насчитывает не менее 400 проявлений на территории Горного Алтая и западного сегмента Монголии. В районе развития пород этого комплекса известно более 10 месторождений и рудопроявлений редких и благородных металлов. В этом отношении актуальность научных исследований автора не вызывает сомнений. Петрология и оценка флюидного режима лампрофиров является важным элементом для реконструкции термодинамических и геодинамических условий формирования рудоносных магматических комплексов юго-западного сегмента Кузнецко-Алтайско-Монгольского орогенного пояса в Центральной Азии. Важность изучения горнопородных ассоциаций этого региона подтверждается также необходимостью детальных геохронологических исследований, позволяющих реконструировать формирование и эволюцию Сибирского суперплюма на завершающих стадиях его активности, а также разработать петрологические модели условий формирования конкретных ассоциаций.

Основу работы Е.А. Васюковой составляет коллекция каменных материалов, отобранных при её непосредственном участии в 2009-2012 гг., и коллекция образцов, собранных коллегами из ИГиМ СО РАН ранее, а также опубликованные в открытой печати результаты исследований подобных образований. Особое значение имеет комплексный подход изучения структурно-вещественной организации лампрофиров с применением современных аналитических методов (РФА, ИСП-МС, анализ состава изотопов Nd Sr, определение абсолютного возраста U-Pb и Ar-Ar методом, микрозондовый анализ и лазерная абляция для диагностики рассеянных элементов в минералах, а также термобарогеохимические методы для оценки условий формирования и состава твердых и флюидно-газовых включений). Этот подход гарантирует глубокую проработку исследуемого каменного материала, обеспечивает достоверность и новизну полученных результатов. В качестве новых достижений в решении вопросов петрологии исследуемого комплекса

выступают следующие аспекты: а) вероятное отделение карбонатной жидкости в процессе эволюции базитового расплава повышенной щелочности, отвечающего геохимическим параметрам лампрофиров чуйского комплекса; б) доказательство длительной истории формирования пород чуйского комплекса, предполагающее, как минимум, два автономных этапа его формирования со специфическим оруденением; в) обоснование геохимической близости исследованных лампрофиров и пород Тархатинского массива, которые могут рассматриваться в качестве плутонического аналога даек и их родоначального магматического расплава. Важным элементом достоверности полученных результатов выступает также апробация результатов исследований в виде презентаций на Всероссийских и Международных конференциях, публикация в ведущих Российских и зарубежных журналах, входящих в список индексирования по системам РИНЦ, Scopus, Web of Sciences и т.д. Результаты исследований Е.А. Васюковой представлены в виде двух статей в журнале «Геология и геофизика» (где в одной Е.А. Васюкова является первым автором) и 9 тезисов на конференциях.

Диссертационная работа Е.А. Васюковой состоит из введения, 5-ти глав, заключения, приложения в виде табличных данных, отражающих результаты аналитических исследований, и списка литературы из 142 наименования (35 ссылок на зарубежную литературу). Диссертация представляет собой печатный текст объемом 166 страниц, включая 40 рисунков и 17 таблиц. Структура работы, по мнению оппонента, является оптимальной и позволяет любому читателю не только понять сущность проведенных исследований, но и проверить достоверность окончательных выводов.

Во введении раскрываются актуальность темы, цели, задачи, фактический материал, методы исследований, научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Проведенные исследования позволили сформулировать следующие защищаемые положения:

1. По данным геологических и геохронологических исследований длительность развития щелочного мезозойского магматизма на территории ЮВ Алтая и СЗ Монголии составляла около 20 млн. лет и протекала в два этапа (251-242 Ма и 237-234 Ма), которые завершались формированием специфического Ag-Sb (240 Ма) и Sb-Hg (234-231 Ма) оруденения. Становление Тархатинского массива совпадает с первым этапом данной активизации.

2. Материнские расплавы, формирующие лампрофиры разных ареалов, образовались при низких степенях плавления гранат-содержащих в разной степени метасоматизированных мантийных источников, схожих по редкоэлементному составу, но отличных по изотопным характеристикам. Расплав по мере кристаллизации насыщался флюидными компонентами (F, P₂O₅, CO₂, H₂O), что привело к обособлению карбонатной или фосфатно-карбонатной жидкости. В расплавах Юстыдского и Акташского ареалов отделение карбонатитовой жидкости достигалось вследствие ликвации. В Южно-Чуйском ареале фосфатно-карбонатный расплав обособлялся на заключительной стадии как остаточный расплав.

3. Магмотогенные расплавы, отделявшиеся от расплавов, формировавших лампрофиры Южно-Чуйского ареала, являлись окисленными хлоридно-сульфидными по составу. Более восстановленные флюиды расплавов Юстыдского ареала отличаются присутствием метана в газовой фазе. Специфика металлоносности флюидов (Fe, Mn, Ag, Sb, Co, Ni и др.) отвечает составу профилирующих компонентов руд ассоциирующего с ареалами распространения лампрофиров и гидротермального оруденения (Ni-Co-As, Ag-Sb, Sb-Hg). Все защищаемые положения вполне обоснованы в содержательной части работы.

В первой главе, на основе литературных данных, приведен обзор исследований мезозойских магматических образований западной части Алтае-Саянской складчатой области. При этом сделан акцент на комплексы повышенной щелочности, которые проявились в различных сегментах Кузнецко-Алтайской палеозойской островодужной системы, включая её отдельные фрагменты, такие как Горный Алтай, Горная Шория, Томь-Колыванская складчатая зона, Кузнецкий Алатау. Подобный обзор, по мнению оппонента, кажется излишним. Автор акцентирует внимание на изучении исключительно мезозойских диасхистовых пород Горного Алтая. При чем тут породы повышенной щелочности в соседних регионах, которые формировались ранее? При этом можно сразу сделать ряд замечаний. Например, камптониты в Кузнецком Алатау известны только в пределах Кия-Шалтырского и близко расположенных массивов (Дедовогорский, Университетский, Бархатно-Кийский, Мало-Кияшалтырский, Белогорский и др.). Для массивов восточного сегмента северного склона Кузнецкого Алатау (Горячегорский массив и др.) их проявления крайне ограничены, упоминаются только в работах второй половины прошлого века и практически не изучены. Учитывая наши последние геохронологические исследования (пермский возраст для пород Горячегорского массива), только лампрофиры восточной зоны Кузнецкого Алатау могут рассматриваться в качестве возможных аналогов пород чуйского комплекса.

Вторая глава содержит описание геологического положения и геохронологических исследований непосредственно даек чуйского комплекса. Её структура подразумевает более детальный анализ геолого-тектонической позиции и историю развития магматизма в Горном Алтае, обсуждение критериев выделения ареалов дайковых пород, которые могут быть объединены в чуйский комплекс, а также прямую характеристику их геологического строения и результатов геохронологического датирования. Особых замечаний к данному разделу нет. Тем не менее, следует отметить определенное неудобство при её чтении, т.к. основные диаграммы по полученным автором геохронологическим данным приведены в приложении № 1, а не в тексте главы.

Третья глава посвящена минералогическо-петрографической характеристике лампрофиров чуйского комплекса и сиенитов Тархатинского массива. В ней приведен достаточно большой объем фактического материала, иллюстрированного многочисленными рисунками и таблицами, который подтверждает высокую квалификацию Е.А. Васюковой как

исследователя магматических пород. Широкий спектр изученных минеральных фаз (от главных породообразующих и вторичных силикатов до акцессорных оксидов, карбонатов, фосфатов и сульфатов) позволил автору проследить вероятную эволюцию ряда минералов в процессе кристаллизации пород, и доказать сходство «чуйских» лампрофиров с сиенитоидами Тархатинского массива. В качестве замечаний к данной главе следует отметить следующее. Во-первых, не понятно почему на рис. 3-10 (диаграмма состава пироксенов, стр. 63) в области Mg-Fe пироксенов показаны поля клиноэнстатита и клиноферросилита? На следующей странице текста автор говорит об ортопироксене, отвечающему по своему составу гиперстену. Во-вторых, характеристика кварца в разделе 3.2.5 (стр. 66-67) представляется излишней, т.к. реальных исследований по этому минералу не проводилось, а по утверждению самого автора, он может иметь и «ксеногенную» природу.

В четвертой главе на основе современных прецизионных аналитических данных рассматриваются геохимические особенности пород чуйского и тархатинского комплексов. На различных графиках приведена интерпретация вариационных трендов, показана вероятная роль флюидов в распределении HFS элементов и первичные отношения изотопов Nd и Sr, доказывающие определенную роль мантийного источника в природе вещества изученных пород. По мнению оппонента, крайне важным выводом по данной главе является устойчивое отличие изотопных параметров даек Юстыдского и Южно-Чуйского ареалов, которое подтверждает возможность развития в регионе продуктов лампроитовой серии. Основное замечание по данной главе касается структуры таблицы 4-2 и методики построения рисунка 4-7. В современной литературе при иллюстрации таблиц с изотопными данными принято указывать не только измеренные в аналитической лаборатории значения, но и исходные параметры, рассчитанные с учетом возраста пород. Например, для Sm-Nd системы рекомендуется показать значение ϵ_{Nd_T} и T_{DM} , а для Rb-Sr - I_0 . На рисунке 4-7 в качестве координат приведены абсолютные значения $^{143}Nd/^{144}Nd$ и $^{87}Sr/^{86}Sr$. Учитывая положение бокса «BSE», можно предположить, что фигуративные точки изученных пород вынесены по измеренным (т.е. настоящим) параметрам. Это является определенным нарушением принципа построения данной диаграммы. Конечно, можно допускать, что мезозойские породы не изменили сильно свой первичный изотопный состав, но 250 млн. лет, особенно для Rb-Sr системы в породах с высоким отношением $^{87}Rb/^{86}Sr$, может существенно повлиять на положение вариационных полей лампрофиров. Кроме того, не совсем понятно крайне локальное поле MORB на этом рисунке. Даже для современных базальтов срединно-океанических хребтов подобное поле перекрывает по разбросу значений ϵ_{Nd_T} параметры мантийных резервуаров типа PREMA и HIMU тем более.

Пятая глава посвящена термобарогеохимическим исследованиям расплавных и флюидных включений в минералах пород чуйского комплекса. Эта глава является своеобразным «бриллиантом» всей работы и концентрирует в себе основные результаты исследований, которые сформулированы во втором и третьем защищаемых положениях.

Наиболее важным аспектом полученных результатов выступает обоснование вероятной связи пород чуйского комплекса с ассоциирующими рудопроявлениями Ni-Co-As, Ag-Sb и Sb-Hg гидротермального типа. Каких-либо претензий к данной главе сложно высказать.

В заключении (объемом 1 стр.) приводятся основные результаты и выводы, сформулированные в виде защищаемых положений данной работы. Конечно, следует приветствовать краткий обзор полученных результатов, но оппоненту хотелось бы услышать мнение автора диссертации на очень важный вопрос. Являются ли породы чуйского комплекса типичными мантийными продуктами, насколько вероятно их сопоставление с производными лампроитовой серии, а какие из них могут рассматриваться только в рамках диасхистовых разновидностей сиенитоидных плутонов тархатинского комплекса? Данный аспект является крайне важным для реконструкции петрологической модели магматизма повышенной калиевого в Горном Алтае и Западной Монголии.

Несмотря на некоторые вопросы и замечания, рассматриваемая диссертация выполнена на высоком научном уровне. Защищаемые положения обоснованы большим количеством нового оригинального материала и не вызывают сомнений. Работа хорошо оформлена и в ней много цветных иллюстраций, помогающих восприятию изложенного материала. Содержание автореферата, в целом, соответствует тексту диссертации.

Основные положения диссертации апробированы в 12 печатных работах, в том числе в 2 статьях, опубликованных в одном из ведущих российских журналов «Геология и геофизика», который рекомендован ВАК для защиты кандидатских и докторских диссертаций. Полученные результаты представлены на различных Международных и Всероссийских конференциях и совещаниях.

В целом, работа Елены Александровны Васюковой полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (согласно п. 9-14 раздела II «Положение о присуждении ученых степеней»), а сам автор несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 — петрология, вулканология.

10.11.2014 г.

Доцент кафедры петрографии
Томского государственного университета,
кандидат геол.-минерал. наук

И.Ф. Гертнер



Гертнер Игорь Фёдорович
Геолого-геофизический факультет
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
8-905-990-28-54, labspm@ggf.tsu.ru