



Национальный
исследовательский
**Томский
государственный
университет**

пр-т Ленина, дом 36, Томск, 634050, Россия, <http://www.tsu.ru>

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Чеботарева Дмитрия Александровича

«ПЕТРОГЕНЕЗИС И НИОБИЙ-РЕДКОЗЕМЕЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ
ЧУКТУКОНСКОГО ЩЕЛОЧНОГО УЛЬТРАОСНОВНОГО КАРБОНАТИТОВОГО МАССИВА,
ЗАПАД СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ»

на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук
по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология

Диссертация посвящена геохронологии, особенностям структуры, состава и генезиса щелочных ультраосновных пород и карбонатитов Чуктуконского массива на Чадобецком поднятии Сибирского кратона. Совместно с другими распространенными здесь производными щелочно-ультрамафитового магматизма он объединяется в раннемезозойский субвулканический комплекс. Характерной чертой его строения являются кальциокарбонатиты с разнообразной Nb-REE минерализацией магматогенного, гидротермального и гипергенного происхождения. До настоящего времени многие аспекты карбонатитогенезиса и связанного с ним редкометального оруденения остаются дискуссионными. В этом отношении изученный Чуктуконский массив можно считать классическим примером ассоциаций таких экзотических образований как карбонатиты со щелочными ультрамафитами, сформировавшимися в обстановке платформенного рифтинга. На основании полученных данных и с учетом геодинамических условий магматизма, впервые для Чадобецкого поднятия прослеживается эволюция щелочных и карбонатитовых расплавов, обсуждаются процессы их генерации и источники вещества при плюм-литосферном взаимодействии, выявляются общие закономерности концентрирования редких металлов в подобных рудоносных системах.

Основными объектами исследований послужили лампрофиры айликит-дамтьернитового ряда и комагматичные им кальциокарбонатиты, содержащие Nb-REE минерализацию. При этом щелочные силикатные породы Чадобецкого комплекса

рассматриваются как продукты первоначальной и заключительной фаз внедрения, а карбонатиты – промежуточной фазы. В основу диссертации положен фактический материал, который был получен в результате геологической съемки ГДП-200 в 2008-2010 гг. (ОАО «Красноярскгеолсъемка»), а также благодаря участию автора в научных проектах лаборатории рудоносности щелочного магматизма ИГМ СО РАН. Анализ химического состава и строения горных пород и минералов проведен с помощью современных прецизионных методов и оборудования, включающих микрозонд, РФА, ICP-MS, LA-ICP-MS, изотопную геохронологию (Ar-Ar, U-Pb) и геохимию (Sm-Nd, Rb-Sr) в Аналитических центрах ИГМ СО РАН (Новосибирск), КНЦ РАН (Апатиты), ВСЕГЕИ (Санкт-Петербург), Университетов Эрлангена и Бремена (Германия), Маквори (Австралия). Содержание рецензируемой диссертации общим объемом 133 страницы состоит из введения, шести глав и заключения, списка литературы из 285 наименований, 30 рисунков и 28 таблиц.

На основании выполненных исследований выдвигаются три защищаемых положения:

- ✓ Возраст айлицитов первой фазы (252 ± 12 млн лет, U-Pb, перовскит) и дамтьернитов третьей фазы (256.7 ± 1.1 , U-Pb, циркон) Чуктуконского массива отвечают пермо-триасовому периоду магматической активности на Сибирской платформе;
- ✓ Материнские расплавы пород Чуктуконского массива образовались из изотопно умеренно деплетированного мантийного источника, в результате частичного плавления карбонатизированного гранатсодержащего мантийного перидотита под действием плюма;
- ✓ Ниобий-редкоземельная минерализация карбонатитов Чуктуконского массива представлена фторкальциопироксидом, риппитом, ниобийсодержащим рутилом, дациншанитом-(Ce), бурбанкитом, фтор-апатитом. На этапе гидротермального преобразования карбонатитов этот набор минералов сменился на оксикальциопироксид и Sr-Ba-PЗЭ-разновидность пироксидов, ниобийсодержащие гидроксиды железа, высокониобиевый брукит, фторкарбонаты РЗЭ (паризит-(Ce), синхизит-(Ce)), монацит-(Ce), олекминскит, черчит-(Y), флоренсит-(Ce). Ниобий-редкоземельная минерализация в коре выветривания представлена ниобийсодержащими гидроксидами железа, монацитом-(Ce), флоренситом-(Ce), черчитом-(Ce).

Исходя из содержательной части диссертации и опубликованных соискателем результатов, защищаемые положения выглядят вполне обоснованными. Независимо от

научных воззрений самого автора, полученные геолого-петрографические, минералогические, геохимические и изотопно-геохронологические данные представляют хорошую основу для петрогенетических выводов.

В первой главе диссертации выполнен обзор современных представлений по систематике, закономерностям проявления, источникам вещества и процессам образования карбонатитов. Здесь же приведены сведения о геологической изученности Чадобецкого поднятия (на взгляд рецензента излишне детальные для диссертационной работы и не всегда картографически иллюстрированные; отметим также, что и последующий раздел 2.1 «Краткая геологическая характеристика района Чадобецкого поднятия» действительно должен быть короче и так подробно повторять литературные данные нет необходимости).

Дальнейшее изложение материала в главах 2–5 построено по принципу последовательной характеристики геологического строения, минералогии, петрографии, изотопной геохронологии и геохимии щелочных пород и карбонатитов. На основании этих данных: (1) проведены типизация магматических производных Чуктуконского массива и их корреляция с пермско-триасовым этапом тектогенеза на Сибирской платформе; (2) отстаивается представление об источнике родоначальной магмы в умеренно деплетированной мантии и плавлении ее субстрата под действием плюма. В русле дискуссии здесь важно отметить, что в диссертации в качестве протолита предполагается только карбонатизированный гранатовый перидотит и не уточняется, вещество какого мантийного домена входило в состав самого плюма. Судя по изотопным (Nd–Sr) данным, это могли быть продукты смешения деплетированной (PREMA-тип) и обогащенной литосферной (EM 1) мантии, компоненты которых обычно участвуют в генерации магм подобного рода.

В главе 6 на основании синтеза полученных данных рассматривается модель формирования Чуктуконского массива. Учитывая уже существующие представления, правильнее будет сказать, что автор на новом фактическом материале и на современном научном уровне провел детализацию его геологического строения, изучение вещественного состава и возраста пород, а в концептуальных аспектах соискатель ограничился проведением аналогий с ранее предложенными моделями. Тем не менее, теоретические акценты с позиции магматической петрологии расставлены правильно и дают возможность уточнить параметры и механизмы щелочного магнезиса и ликвационного карбонатитообразования. Благодаря широкому диапазону состава минеральных парагенезисов от магматической до гидротермальной и гипергенной стадий в карбонатитах Чуктуконского массива соискателю удалось проследить масштабы

и характер изменчивости их Nb-REE минерализации, установить общие закономерности и факторы вещественных преобразований.

Следует отметить, что содержание работы не вполне «сбалансировано». Из общего объема текста (106 стр.) почти четверть (28 стр.) составляют введение и общая часть (гл. 1–2, в основном по литературным данным), а последующая глава 3 «Минералогическо-петрографическая характеристика...» занимает уже 44 страницы. При этом другие специальные главы 4–6 уже в совокупности содержат только 33 страницы.

Замечания и рекомендации

1. Несмотря на существующие классические представления, обзор в главе 1 был бы более полным при упоминании модели метасоматического генезиса карбонатитов, которой в свое время придерживались многие отечественные специалисты.

2. Что автор считает фенитами? Минералогический состав пород, отмеченный на стр. 21, не является «фенитовым». К тому же, при обосновании изначально высокой щелочности ликвационного карбонатитового расплава указывается на наличие ореола фенитизации (стр. 94). В работе нет информации, о каком ореоле идет речь.

3. В результате исследований была проведена типизация щелочных пород Чуктуконского массива (раздел 3.4), что можно считать элементом научной новизны, а, следовательно, достойно отражения в защищаемых положениях.

4. При обсуждении петрогенетической модели необходимо иметь в виду аспекты, которым автор не уделяет должного внимания: (а) состав магматического протолита и степень его плавления; (б) роль фракционирования материнской магмы. Во-первых, на основании обогащенности LREE и низких концентраций HREE+Y в породах массива за исходный субстрат принимается гранат-содержащий мантийных перидотит. При этом соискатель придерживается точки зрения, согласно которой повышенные концентрации редких рассеянных элементов обусловлены метасоматизмом деплетированной мантии непосредственно перед ее плавлением (стр. 92–93). С другой стороны утверждается, что магмогенезис происходил в результате низкой степени плавления такого протолита. Но малые порции вряд ли будут иметь высокую магнезиальность и повышенные содержания совместимых Cr и Ni, наблюдаемые в ультрамафитах. Кроме того, при более объемном плавлении относительные концентрации некогерентных редких элементов должны ведь уменьшаться? Во-вторых, утверждается, что ультрамафитовые расплавы слабо дифференцированы (стр. 92). Тогда для чего в модели привлекается существование промежуточной субвулканической камеры (рис. 6.3), только для обоснования происходившей силикатно-карбонатной ликвации? В этой связи остается непонятным,

чем обусловлена отмеченная автономность т.н. третьей фазы и высокая скорость «дамтьернитовых» расплавов (стр. 95).

5. По аналогии с известными разработками предполагается, что генерация исходной магмы происходила из «долгоживущего» мантийного источника под Сибирским кратоном (раздел 6.3 «Связь (чего?) с триасовой Сибирской изверженной провинции) при тепловом влиянии плюма (стр. 100). В таком случае возникает вопрос, насколько сопоставимо вещество этого источника и плюма и существуют ли геохимические и изотопные сигнатуры их взаимодействия?

6. Учитывая, что в работе сделан акцент на минералого-петрографическую характеристику массива (гл. 3), к описанию следовало бы добавить макроскопические фото образцов пород, особенно карбонатитов для иллюстрации их строения.

7. Утверждается, что наблюдаемая изменчивость изотопного Nd-Sr состава могла быть связана с воздействием на породы низкотемпературных гидротермальных флюидов (стр. 95). Это весьма сомнительно, особенно для Sm-Nd системы, тем более, что вариации изотопных параметров незначительны и они (системы) смогли устоять даже при мантийном метасоматизме материала источника.

8. Все-таки, какие тектоно-термальные события могли способствовать перестройке K-Ar изотопной системы и какой возраст у монацита из коры выветривания: 102 или 120 млн лет (на стр. 90 показана разница по времени основных событий в 130 млн лет, см. также стр. 84)?

9. Где показаны катодолюминесцентные изображения циркона из дамтьернитов (табл. 4.3)?

10. Вариации значений Ce/Pb и Nb/U в щелочных породах, скорее всего, могут просто свидетельствовать о разных пропорциях мантийного и корового вещества!

11. При петрохимической характеристике отсутствуют диаграммы с петрогенными компонентами щелочных пород. На рис. 5.1 показано распределение только рассеянных элементов.

12. Существует ряд мелких погрешностей:

(•) Введение не оформлено в соответствии с разделами в Оглавлении; раздел 2.1. в Оглавлении отсутствует;

(•) Нет информации, на каких спектрометрах были выполнены РФА и ICP-MS (стр. 5 или 82);

(•) На схеме не отмечены границы купольных структур Теринского и Чуктуконского выступов, упомянутые при характеристике карбонатитов на стр. 27;

(•) Нет сокращенных обозначений минералов (или ссылка на систему обозначений); на рис. 3.1в в фенокристе оливина показаны другие минералы, чем в пояснении к рисунку, состав лопарита-Се не указан;

(•) следовало привести аналитические данные по составу минералов из карбонатитов, даже если они уже и были опубликованы (стр. 44);

(•) В табл. 3.10 нет измененных пироксенов (например, см. содержание Na_2O и CaO);

(•) В представленных анализах апатита (табл. 3.16) нет таких высоких содержаний REE, как указано на стр. 61, ан. 3 и 4 – один и тот же образец;

(•) Какая ошибка указана правильно – 1σ или 2σ ?

(•) Заключение выглядит очень лаконичным;

(•) Есть опечатки, в том числе в терминах (например, «дамтьерит» в первом защищаемом положении).

Заключение по диссертации

Текст диссертации написан профессиональным языком, автореферат и опубликованные материалы в полной мере отражают ее содержание. Уровень проведенных научных исследований и их изложение в работе соответствуют современным требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам автор Чеботарев Дмитрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальностям 25.00.04 – петрология, вулканология.

Доктор геол.-минерал. наук,
зав. кафедрой динамической
геологии НИ ТГУ

В.В. Врублевский

01 сентября 2020 года

Официальный оппонент:

Врублевский Василий Васильевич, заведующий кафедрой динамической геологии геолого-географического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета, доктор геолого-минералогических наук, доцент. Почтовый адрес: 634050 Томск, пр-т Ленина, д. 36, НИ ТГУ, ГГФ; тел. 89039154706; e-mail: vasvr@yandex.ru

Я, Врублевский Василий Васильевич, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета и их дальнейшую обработку

6

В.В. Врублевский

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
ДОКУМЕНТОВ 1 КАТЕГОРИИ
УПРАВЛЕНИЯ ДЕЛАМИ

И. В. АНРИЕНКО