

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Института  
геохимии им. А.П.Виноградова Сибирского  
отделения Российской академии наук  
доктор геол.-мин. наук А.Б.Перепелов



31.08.2020 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального бюджетного государственного учреждения науки Института геохимии им. А.П.Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук (ИГХ СО РАН) на диссертационную работу Чеботарева Дмитрия Александровича «ПЕТРОГЕНЕЗИС И НИОБИЙ-РЕДКОЗЕМЕЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЧУКТУКОНСКОГО ЩЕЛОЧНОГО УЛЬТРАОСНОВНОГО КАРБОНАТИТОВОГО МАССИВА, ЗАПАД СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – «петрология, вулканология»

Представленная диссертационная работа Чеботарева Дмитрия Александровича изложена на 134 страницах, содержит 30 рисунков, 28 таблиц, список из 285 наименований цитируемой литературы, введение, шесть глав и заключение. В основу диссертации положен обширный фактический материал: в документе представлены результаты исследований более чем 50 образцов щелочных ультраосновных пород и карбонатитов. Для 22 проб выполнен широкий спектр определений петрохимического и редкоэлементного составов пород. Также приведены 3 U-Pb и Ar-Ar датировки и 12 оригинальных определений изотопного состава Nd и Sr.

#### **Актуальность темы**

Условия образования карбонатитов – одна из сложнейших проблем в петрологии и еще далека от полного решения. Карбонатиты концентрируют стратегические редкие элементы, которые необходимы электронной, космической, военной и др. промышленностям. С карбонатитами связаны крупнейшие месторождения ниобия, тантала, редкоземельных элементов, циркония, бария, стронция, тория, железа, апатита, флогопита, флюорита. В условиях гипергенеза в корях выветривания карбонатитов содержания полезных компонентов увеличиваются в несколько раз по сравнению с коренными породами. Этим и определяется актуальность и практическая значимость выбранной диссертантом тематики. Изучение редких элементов всегда актуально.

В данной работе представлены результаты датирования минералов рудоносных

карбонатитов, ассоциированных с ними пород и коры выветривания, даны петрографическая и минералогическая характеристика пород, их петрохимический и редкоэлементный состав и изотопные (Sr, Nd) характеристики. Исследования Чуктуконского карбонатитового массива, являющегося ниобий-редкоземельным месторождением и расположенного на юго-западной окраине Сибирской платформы. Определение генезиса пород Чуктуконского щелочного ультраосновного карбонатитового массива является актуальной задачей для определения факторов рудоносности карбонатитового магматизма.

### **Новизна исследования и практическая значимость.**

Получены новые данные по возрасту формирования пород массива и впервые определены изотопные характеристики (Sr, Nd) магматических пород и коры выветривания Чуктуконского массива. В работе приведены новые данные минералогических исследований пород и кор выветривания по ним. В результате этих исследований открыт новый минерал риппит, и уточнена классификация щелочных ультраосновных пород первой и третьей фаз внедрения.

Практическая значимость исследований заключается в возможности использования полученных данных для разработки новых поисковых критериев и более эффективному извлечению рудных компонентов при разработке месторождения.

Диссертационная работа состоит из 6 глав.

Первая глава посвящена состоянию проблемы и истории изучения карбонатитов.

К сожалению, история изучения карбонатитов рассмотрена очень поверхностно. Приводится только самый ранний этап изучения с не очень удачными примерами. Гипотеза Дэли об образовании карбонатитов при контаминации известняков была разгромлена великим петрологом Боуэном, который показал, что реакция кальцита со щелочной магмой идет миллионы лет и не имеет никакого значения в образовании карбонатитов. Неудачные примеры и по Тажеранскому массиву в работах Е.В.Склярова и А.Г.Дорошкевич. Скляровым полагается во вмещающих породах экзоконтакта Тажеранского массива кальцит –бруситового состава принята за карбонатиты (не содержащие редких элементов), хотя ранее в многочисленных работах специалиста по щелочным породам А.А.Конева и его монографии с карбонатитчиком В.С.Самойловым доказано, что это породы экзоконтакта.

Совершенно не сказано про многочисленные карбонатитовые школы СССР.

Проблема карбонатитов интенсивно начала изучаться с начала 60-х годов, после публикации в конце 50 годов работы Пикора с соавторами, где впервые в карбонатитах были обнаружены редкие элементы. Этот всплеск был обусловлен потребностью в редких

элементах для бурно развивающихся электронной и космической промышленности. В СССР в это время образовалось несколько "карбонатитовых" школ с такими классиками: в Ленинграде (Кухаренко А.А., Егоров Л.С.), в Москве- ИМГРЭ (Бородин Л.С.), ВИМС (Гинсбург А.И.), ИГЕМ (Кононова В.А.), в Иркутске (Пожарицкая Л.К.) и другие и исследователи карбонатитов СССР заняли лидирующее положение в мире. Классическая монография (570 стр.) группы А.А.Кухаренко о кольских карбонатитах 1966 года была первым крупным исследованием карбонатитов в мире и без разрешения авторов тут же была переведена в Канаде на английский язык. Почему-то автором игнорируются российские исследования карбонатитов (наверное, он считает, что их изучение началось с Дорошкевич???) и определения что такое карбонатиты дано в монографии Петрокомитета СССР намного раньше (1985 г.), чем зарубежные, которых приводит автор (наверное, потому, что они есть в Интернете?). И по этой же причине все ссылки в этой главе даны только на зарубежных авторов. Было доказано, что карбонатиты являются крайними дифференциатами щелочно-ультраосновных пород как натриевой, так и калиевой специализации. Л.И.Паниной и др. русскими исследователями первыми термобарогеохимическим методом доказан магматический генезис карбонатитов изучением расплавных включений в минералах и получены их температуры образования, а так же обнаружены во включениях процессы расслоения на силикатные и карбонатные, фосфатные и сульфатные составляющие. Карбонатитовый расплав- флюид так же дальше фракционирует на кальцитовые, доломитовые, анкеритовые и сидеритовые составляющие. Почему-то об этом в этой главе ничего не сказано. Не удовлетворены мы и подглавой закономерности проявления карбонатитов, которая основана так же только на зарубежных работах. Карбонатиты распространены как в платформенных обстановках (в основном в обрамлении платформ в эндо- и экзоконтактах – Na - тип) так и в складчатых зонах (K-тип) и выплавлялись из разных источников, а не только из деплетированной мантии. Вообще, объясните, как из материала деплетированной мантии почти не содержащей редкие элементы могут образоваться редкометальные месторождения??? Да и в ультраосновной мантии редких элементов тоже мало. Так что глава 1 кроме раздела 1.4 написана неудовлетворительно.

Вторая глава посвящена геологической характеристике Чадобецкого поднятия. Претензия к этой главе у нас нет.

Третья глава посвящена минералого-петрографической характеристике пород Чуктуконского массива. В первом разделе приводятся составы минералов из ультраосновных пород – слюд, шпинелей и перовскитов. Петрографического описания в ней нет.

Относительно слюд. Я минералог по образованию, но никогда не слышал о флогопит-КИНОШИТАЛИТОВОМ составе слюд (их что, в кино снимали?). Составы слюд интересные. Во многих отмечены высокие содержания бария и связано это не с высокими давлениями, как считает автор, а вероятно, с ультраосновным составом пород. В нижнекоровых гранулитах больших давлений содержания бария не высокие. Не понятно, почему слюды не содержат хрома, хотя они в ассоциации с хромитом. В одной слюде 9% титана- больше, чем в слюдах лампроитов. Это никак не обсуждается. Очень неудачное использование диаграммы Митчелла (опять преклонение перед границей). Мы знакомы с Р.Митчелом и критиковали его диаграмму, когда он ее придумал, т.к. там учитывались только Al и Fe и не учитывался Ti. И он ее никогда не считал классификационной, а придумал ее для разделения лампроитовых и кимберлитовых слюд. Если сейчас нанести на нее все известные составы слюд из лампроитов и кимберлитов, то будет общее поле без всяких разделений. Составы слюд микрозондовые, тогда откуда взялась вода???

Таблица 3.2 почему-то называется Ti- оксиды, хотя там шпинели (хромиты) и магнетиты. Главное замечание к этой главе – в таблицах нет подписи- из каких пород эти минералы и положено писать, каким методом проведены определения, кто аналитик, какая лаборатория и год выполнения.

Во втором и третьем разделах приводятся детальные минералогические исследования составов минералов, в том числе редких и редкометальных. Эти разделы являются главным достижением диссертанта. Конечно, все эти данные нужно обсудить более подробно. Надеемся, что автор это сделает в будущих статьях.

Замечания те же. В таблицах нет описания минералов и методов. Очень неудачно таблицы и диаграммы приложены все вместе, а не при описании каждого минерала.

В слюдах пород 3 фазы интересные закономерности по титану. К лампроитам эти породы отнести нельзя, так как в них титан в слюдах из основной массы ниже, чем во вкрапленниках. В слюдах лампроитов обратная тенденция.

В разделе 3.4 нам кажется неудачным употребление не принятых в России названий пород- айкилиты и дамтьерниты. А классификация Каргина очень схематичная и не выдерживает никакой критики по каждому разделу. Не зря все комиссии не приняли этих терминов. И возможно карбонат в этих породах наложенный.

В разделе 3.5? (тк два раздела 3.4) описаны коры выветривания. Это очень тяжелый для изучения материал- «сплошная грязь», однако автору все же удалось диагностировать главные минералы. Изучать их надо нанометодами. Названия таких пород диагностируется обычно, по их внешнему виду. Никто не пробовал сосчитать сколько по объему нужно разрушить пород (в данном случае карбонатитов), чтобы получить такие

концентрации редких элементов - хотя бы ниобия. Наверняка там нет таких количеств исходного материала, да еще на 480 м мощности. Да и карбонатиты так никогда не выветриваются. Может это не кора выветривания, а измененные эксплозивные туфы, как на Томторском массиве. Очень бы желательно это проверить.

Глава 4- геохронология. Впервые получены данные возраста современными методами. Разброс значений вполне укладывается в комагматичные образования. Возраст кор выветривания еще надо проверять.

Глава 5.Петрохимическая и геохимическая характеристика пород.

В главе 5 расписывается содержания компонентов по породам, которые повторяются в таблицах. Это авторы считают петрохимией. Никакой петрохимической обработки в главе нет. Не построены графики корреляционных зависимостей петрогенных элементов, по которым возможно говорить о единых трендах составов пород и их гомодромности. Это странно, т.к. в этом институте работал классик по петрохимии Э.Изох.

В этом вероятно, виноват руководитель аспиранта А.Дорошкевич, которая, как и ее учитель- минералог Г.С.Рипп считают, что содержания элементов в породах- это «среднее по больнице», а не среднее в магме, из которой кристаллизовались породы. Они оперируют только минералами. Получается, что из мантийного субстрата выплавляется не магма, а сразу минералы. В основном идет обсуждение минералов –концентраторов элементов. Например, «содержания бария в породах находится в зависимости от количества в них барита» хотя все наоборот- содержания барита в породах зависит от концентраций элемента бария в породе.

Приводятся содержания редких и редкоземельных элементов на графиках нормированных спектров и спайдер - диаграммах в породах 2 и 3 фаз, однако интерпретация идет в основном о минералах концентраторах. Из графиков видно, поведение редких элементов в разных породах аналогичны и отличается только общими содержаниями, что свидетельствует о их генетическом родстве.

Интересно, что поведение этих элементов в слабо- и сильно измененных карбонатитах почти одинаково, что говорит о том, что выноса компонентов почти не было. В корах выветривания конфигурация спайдер-диаграмм так же очень похожи, а должна быть очень разная, так как в процессе выветривания многие компоненты выносятся и с разной скоростью.

Интерпретация изотопов стронция и неодима не очень корректна. Автор сопоставляет их с траппами и Гулинским массивом только потому, что у них близкий возраст. Это и понятно, так как у Сибирского плюма было несколько «вершин», но генетически эти объекты ничего общего не имеют. Если посмотреть на подобную диаграмму для

карбонатитов, то все изотопные значения карбонатитов разных возрастов (Владыкин, 2005) из обрамления Сибирской платформы и других регионов, где была субдукция океанических базальтов, попадают в деплетированную мантию.

#### Глава 6. Обсуждение результатов.

Пункт - геохронология. Проводится обсуждение полученных возрастов. Авторы правильно считают, что корректными датировками пока являются только определения по третьей фазе массива. Датировки по риппиту еще не отработаны и поздние геологические события тут не при чем. Полученный возраст отвечает активности не на самой Сибирской платформе, как для траппов и кимберлитов, а на ее обрамлении для Чадобецкого поднятия и Гулей.

#### Пункт 6.2 Источники вещества и модель образования.

Что силикатные породы и карбонатиты одного комплекса являются результатом единого магматического процесса- это и так известно и не надо это доказывать, притом они имеют близких геохимические и изотопные характеристики. Так как они находятся на обрамлении платформы, где была субдукция толеитовых базальтов, то у них будут изотопные характеристики деплетированной мантии. Повышенные характеристики концентраций редких элементов происходят в процессе дифференциации первичной магмы и никак не определяются предварительной метасоматической переработкой субстрата. Карбонатиты разного происхождения все обогащены легкими редкими землями, а высокие содержания калия говорят, что первичные магмы относятся к типу К-щелочных пород. Автор интерпретирует измененную первую фазу как слюдистые перидотиты. К сожалению, он не имеет образцов неизмененных пикритов и карбонатитов из старых скважин 80-х годов, которые имелись в геолэкспедиции п. Матыгино и были переданы нам геологом Л.Г.Анучиным. Их изучение, возможно, сняло бы многие спорные вопросы. С моделью образования мы в основном согласны. Естественно образование первичной магмы Чуктуконского массива связано с Сибирским плюмом, но Гулинский (Мамеча-Котуйский) комплекс и траппы генетически не имеют к нему никакого отношения. Далее многочисленная редкометальная минерализация разделена автором на минералы карбонатитов и стадии гидротермального изменения и коры выветривания, что важно для технологии извлечения рудного компонента.

Становление комплексов щелочно-ультраосновных пород с карбонатитами очень сложный процесс, особенно когда породы изменены и «выветрелы». И разобраться в этом в пределах одной кандидатской диссертации почти невозможно. Автором проделана большая и сложная работа, особенно в минералогической части.

Автореферат информативен и отражает основные положения диссертации.

Несмотря на сделанные замечания, рецензируемая работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842) для ученой степени кандидата наук, а диссертант Д.А. Чеботарев заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

*Отзыв рассмотрен и одобрен в качестве официального на заседании Ученого совета ИГХ СО РАН 19.08 2020 г. (протокол № 2 )*

Ученый секретарь Ученого Совета, кхи

(И.Ю.Пархоменко)

Зав. лаборатории

«Геохимии щелочных пород»

Института Геохимии СО РАН

ГНС, доктор геол.-мин. наук

тел. (3952) 425512. E-mail: vlad@igc.irk.ru

Н.В.Владыкин

ВНС, доктор геол.-мин наук

тел. 8-(3952) 511457 E-mail: amedv@igc.irk.ru

А.Я.Медведев

Подпись *Пархоменко И.Ю., Владыкина Н.В., Медведева А.Я.*  
ЗАВЕРЯЮ *31.08.2020 г.*  
Зав. канцелярией *РР*  
ИГХ СО РАН *Валица С.А.*

