

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.067.03 НА БАЗЕ  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии  
и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело N \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 23 декабря 2014 г. № 03/15

О присуждении Илье Романовичу Прокопьеву, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Геологические и физико-химические условия образования Fe-F-REE карбонатитов Центральной Тувы» по специальности 25.00.11 - «геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения» принята к защите 22 октября 2014 г., протокол № 03/10 диссертационным советом Д 003.067.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (630090, г.Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, д. 3), Приказ № 105/нк от 11 апреля 2012 года.

Соискатель Прокопьев Илья Романович 1987 года рождения, в 2010 году окончил магистратуру геолого-геофизического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», в 2013 г. окончил очную аспирантуру при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

В настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории рудно-магматических систем и металлогении (№214) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

**Научный руководитель** – доктор геолого-минералогических наук **Павлова Галина Геннадьевна**, ведущий научный сотрудник лаборатории рудно-магматических систем и металлогении ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН.

**Официальные оппоненты:** 1) **Сазонов Анатолий Максимович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геологии, минералогии и петрографии Сибирского федерального университета (г. Красноярск), 2) **Прокофьев Всеволод Юрьевич**, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рудных месторождений ИГЕМ РАН (г. Москва) **дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** ФГБУН Геологический институт СО РАН (г. Улан-Удэ) в положительном заключении, подписанном главным научным сотрудником доктором



геолого-минералогических наук Н.С. Жатнуевым и ведущим научным сотрудником, кандидатом геолого-минералогических наук Г.С. Риппом указала, что исследования касаются неординарных сидеритовых карбонатитов и соискатель на основе современных термобарогеохимических методов изучения включений в минералах оценил условия образования пород и определил состав минералообразующей среды. Им впервые получены свидетельства магматического происхождения карбонатных пород Центральной Тувы и доказано участие в их формировании своеобразных по составу рассол-расплавов. Его исследования имеют и практическую значимость, поскольку в работе представлены критерии разбраковки рудных и нерудных карбонатитов. Полученные соискателем результаты позволяют разработать теоретические основы образования REE-сидеритовых карбонатитов и выявить закономерности их размещения.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ (общим объемом 3,3 печатных листа), из них 2 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях (2,1 печатных листа) и 9 работ в сборниках статей, материалах всероссийских и международных конференций.

*Статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК:*

1) **Прокопьев И.Р.**, Боровиков А.А., Павлова Г.Г., Борисенко А.С. Роль хлоридно-карбонатных расплавов в формировании сидеритовых карбонатитов Fe-F-REE месторождения Карасуг (Республика Тува, Россия) // Доклады РАН. 2014. Т. 455. №5. С. 572-575.

2) Борисенко А.С., Боровиков А.А., Васюкова Е.А., Павлова Г.Г., Рагозин А.Л., **Прокопьев И.Р.**, Владыкин Н.В. Окисленные магматогенные флюиды, их металлоносность и роль в рудообразовании // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 1. С. 182-206. Соискателем написана часть статьи, посвящённая составу включений в минералах карбонатитов Центральной Тувы.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов (все положительные, из них 3 с замечаниями) от: 1) А.А. Кравченко, к.г.-м.н., с.н.с. (ИГАБМ СО РАН); 2) В.В. Зайкова, д.г.-м.н., г.н.с., зав. лаб. (Институт минералогии Уро РАН); 3) А.М. Сугораковой, к.г.-м.н., в.н.с. (ТИКОПР СО РАН); 4) В.В. Врублевского, д.г.-м.н., профессор (ТГУ); 5) Н.В. Владыкина, д.г.-м.н., зав. лаб. (Институт геохимии СО РАН); 6) А.В. Никифорова, к.г.-м.н., с.н.с. (ИГЕМ РАН); 7) В.Б. Наумова, к.г.-м.н., в.н.с. (ГЕОХИ РАН); 8) А.А. Боровикова к.г.-м.н., с.н.с. (ИГМ СО РАН).

В отзывах подчёркивается актуальность и важность современных термобарогеохимических исследований для решения вопросов генезиса высокожелезистых карбонатитов с флюорит-барит-редкоземельной минерализацией. Во всех отзывах отмечается высокая степень проработанности материала, убедительность защищаемых положений, надёжность полученных данных, новизна и оригинальность проведенного исследования. Кроме того, отмечается практическая значимость работы, обусловленная выделением нового перспективного района с комплексным Cu-Ni-Co-As и Fe-Ba-Sr-REE оруденением на границе ЮЗ Тувы и СЗ Монголии.

Вместе с тем, **имеются следующие основные замечания:** 1) не приводится детальная характеристика вмещающих пород карбонатитов (д.г.-м.н. Зайков В.В.); 2) из автореферата не ясно какие, по мнению автора, геологические условия необходимы для формирования сидеритовых карбонатитов (д.г.-м.н. Врублевский В.В.); 3) утверждение о



вероятной ликвационной природе и высокой температуре исходного карбонатитового расплава не отражено в защищаемых положениях (д.г.-м.н. Врублевский В.В.); 4) нет подробной информации о генетической связи между кальцитовыми и сидеритовыми карбонатитами (к.г.-м.н. Кравченко А.А.); 5) для раскрытия первого защищаемого положения стоило подробнее остановиться на сравнении с карбонатитами щелочных комплексов в других регионах (к.г.-м.н. Кравченко А.А.).

**Выбор официальных оппонентов обосновывается тем,** что А.М. Сазонов является высококвалифицированным специалистом в области геологии, минералогии и геохимии щелочных комплексов, В.Ю. Прокофьев – высококвалифицированный специалист в области термобарогеохимических исследований. Оппоненты имеют публикации, касающихся вопросов происхождения карбонатитов и щелочных комплексов, их связи с оруденением, что соответствует теме диссертационной работы.

**Выбор ведущей организации** (ФГБУН Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ) **обосновывается тем,** что в ней есть лаборатория петрологии, сотрудники которой занимаются проблемами геохимии, петрологии, минералогии и генезиса щелочных, щелочно-базитовых пород и карбонатитов, что соответствует тематике рассматриваемой диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:** разработана модель формирования сидеритовых карбонатитовых расплавов, предложена гипотеза их происхождения из высококонцентрированных сульфатно-карбонатно-хлоридных рассолов-расплавов. **Доказана** перспективность использования современных термобарогеохимических методов исследования для обоснования генезиса пород. **Введены** представления о преимущественном накоплении широкого спектра рудных компонентов в ряду расплав – расплав-рассол – гидротермальный флюид.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны следующие положения:**

1. Своеобразие магматических расплавов, формировавших Fe-F-REE сидеритовые и анкеритовые карбонатиты Тувинского пояса выражается в обогащенности их F,  $\text{SO}_4^{2-}$  и особенно Cl, хлоридно-карбонатном или сульфатно-карбонатно-хлоридном составе, что отличает их от кальцитовых и доломитовых карбонатитов, связанных со щелочными комплексами, в других регионах.

2. Анкерит-кальцитовые и сидеритовые карбонатиты Тувы кристаллизовались из карбонатных расплавов с разной концентрацией Cl,  $\text{SO}_4^{2-}$ , Ca и Fe, что определило разные тренды их эволюции и генерацию разных по составу гидротермальных флюидов:

1) анкерит-кальцитовые карбонатиты: карбонатитовый расплав → карбонатно-хлоридный рассол-расплав (87-95 мас.%,  $\text{H}_2\text{O}$ <15 мас.%) → карбонатно-хлоридный раствор (60-40 мас.% NaCl-экв.) → гидрокарбонатно-хлоридный раствор (30-15 мас.% NaCl-экв.) → хлоридный раствор (<15 мас.% NaCl-экв.).

2) сидеритовые карбонатиты: сульфатно-карбонатно-хлоридный расплав → сульфатно-карбонатно-хлоридный рассол-расплав (87-92 мас.%,  $\text{H}_2\text{O}$ <15 мас.%) → углекислотно-сульфатно-хлоридный раствор (60-30 мас.% NaCl-экв.) → углекислотный хлоридный раствор (<30 мас.% NaCl-экв.).



3. Породообразующие рассол-расплавы сидеритовых карбонатитов отличались от рассол-расплавов анкеритовых карбонатитов более высокими концентрациями Fe, Co, Cu, Ag, As, Sb, Mo, La, Ce, Nd. Содержание большинства рудных элементов (Co, As, Sb, Mo, La, Ce, Nd, U, Mn, Ba, Sr, Cs) в концентрированных растворах гидротермальной стадии формирования карбонатитов существенно превышает их содержание в карбонатитовых расплавах. Это свидетельствует о направленном повышении металлоносности минералообразующих расплавов и флюидов в ходе их эволюции.

**Применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс современных методов исследования, в том числе минералогических, термобарогеохимических и изотопно-геохронологических. Геохимические исследования проводились с помощью методов LA-ICP-MS и SEM. Для решения минералогических и термобарогеохимических задач использовались методы оптической микроскопии, электронной сканирующей микроскопии, рентгеноспектрального микроанализа, КР-спектроскопии. Термометрические исследования расплавных и флюидных включений в минералах проводились в высокотемпературных микротермокамерах с визуальным контролем под микроскопом.

В диссертационной работе **изложены** доказательства пространственной, временной и генетической связи карбонатитов (117-118 млн. лет) с магматическими породами щелочно-базитового комплекса (119 млн. лет, граносиениты, сиениты, лампрофиры). Впервые **изучены** и описаны процессы силикатно-карбонатной и карбонатно-солевой несмесимости расплавов при кристаллизации карбонатитового комплекса Центральной Тувы.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что внедрены** методы изучения состава минералообразующих сред карбонатитов для доказательства их генезиса. В результате исследования **определены** составы включений в породообразующих минералах карбонатитов Тувы, и эволюция карбонатитовых расплавов в рудоносный гидротермальный раствор, **представлены** рекомендации по выявлению редкоземельной минерализации в карбонатитах нового района в южной части карбонатитового пояса и связь одновозрастной гидротермальной Cu-Ni-Co-As минерализации в районе развития карбонатитов с щелочно-базитовыми расплавами, что показывает их потенциальную рудоносность.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила**, что результаты получены на сертифицированном оборудовании: поляризационном микроскопе OLYMPUS BX-51 с цифровой фотокамерой Color View III, одноканальном КР-спектрометре Ramanog U-1000 фирмы Jobin Yvon, электронном сканирующем микроскопе LEO 1430 VP, рентгеноспектральном микроанализаторе Cameca Camebax-Micro, микротермокамере THMSG600 фирмы Linkam с помощью контрольно-измерительного комплекса ТК1500, на установке СРМ-25, масс-спектрометре ELEMENT фирмы Finnigan MAT с лазерной установкой UP213 фирмы NewWaveResearch (USA) с ультразвуковым распылителем U-5000AT+. Изотопный состав аргона измерялся на масс-спектрометре Noble gas 5400 фирмы «Микромасс» (Англия). Работы проводились в ИГМ СО РАН (г. Новосибирск).



**Теория построена** на основе результатов комплексного минералогического, геохимического и термобарогеохимического изучения карбонатитов Центральной Тувы и их сравнения с данными экспериментальной петрологии. **Идеи диссертации базируются** как на общепринятых моделях и представлениях о генезисе карбонатитов, так и на собственных выводах о связи карбонатитов с магматическими источниками и их происхождении в результате силикатно-карбонатной несмесимости щелочно-базитовых расплавов, и не противоречат ранее опубликованным экспериментальным данным по этой тематике.

**Установлена согласованность результатов** исследования с данными, полученными российскими исследователями по сидеритовым карбонатитам Тувы [Никифоров и др., 2006, Болонин, 1999, Болонин, Никифоров и др., 2009 и др.], а также с некоторыми результатами по изучению карбонатитов, связанных со щелочными комплексами в других регионах [Андреева, 2000; Соловова, 2005; Panina, 2005; Панина, Моторина, 2008 и др.].

В ходе работ были **использованы** современные методики пробоотбора и пробоподготовки. Подготовлены и изучены шлифы, полированные пластинки и аншлифы. Соискателем был изучен фазовый состав расплавных и флюидных включений, измерены РТ-условия захвата включений и содержание рудных компонентов в их составе.

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии в экспедиционных работах на территории Тувы, самостоятельном отборе образцов и подготовке проб для лабораторных исследований. Изготовлено и изучено более 500 полированных пластинок и 200 препаратов для термобарогеохимических исследований. Автором выполнены минералогические исследования на основе использования методов оптической и электронной микроскопии, проведено свыше 100 термометрических экспериментов, более 200 анализов с применением КР-спектроскопии для диагностики газовых и твердых кристаллических фаз, проведено более 80 анализов химического состава включений с использованием плазменной масс-спектрометрии с лазерной абляцией, а также обработка полученных данных. Интерпретация результатов, написание текста и оформление статей и материалов конференций проведено соискателем, он лично участвовал в апробациях результатов исследований.

На заседании 23 декабря 2014 года диссертационный совет принял решение присудить Илье Романовичу Прокопьеву ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 11 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, по специальности 25.00.11, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 20, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета

Ученый секретарь диссертационного совета

23.12.2014



Г.В. Поляков

О.М. Туркина