

**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 № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 27 мая 2014 г. № 03/5

О присуждении Соколовой Екатерине Николаевне, гражданке РФ, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация «Физико-химические условия кристаллизации гранитных расплавов редкометалльных дайковых поясов Южного Алтая и Восточного Казахстана» по специальности 25.00.04 – «петрология, вулканология» принята к защите 17 марта 2014 г., протокол № 03/2, 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, пр. Акад. Коптюга, 3, Приказ № 798-745/34 от 13 апреля 2007 года.

Соискатель Соколова Екатерина Николаевна, 1987 года рождения, в 2010 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ). В 2013 году соискатель окончила обучение в очной аспирантуре при ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет».

В настоящее время работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (лаб. № 436).

Диссертация выполнена в лаборатории термобарогеохимии (№ 436) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН) и на кафедре минералогии и петрографии геолого-геофизического факультета ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет».

Научный руководитель – кандидат геолого-минералогических наук Смирнов Сергей Захарович, старший научный сотрудник лаборатории термобарогеохимии (№ 436) ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, а также доцент кафедры минералогии и петрографии геолого-геофизического факультета ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ).

**Официальные оппоненты:** 1). **Перетяжко Игорь Сергеевич**, доктор геолого-минералогических наук; ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии

гранитоидного магматизма и метаморфизма ФГБУН Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН; 2). **Поцелуев Анатолий Алексеевич**, доктор геолого-минералогических наук; заведующий кафедрой общей геологии и землеустройства, профессор Национального исследовательского томского политехнического университета, **дали положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Андреевой Ириной Анатольевной, кандидатом геолого-минералогических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории редкометального магматизма и Козловским Александром Михайловичем, кандидатом геолого-минералогических наук, старшим научным сотрудником лаборатории редкометального магматизма, указала, что представленная на рассмотрение диссертационная работа весьма актуальна, т.к. онгониты являются концентраторами многих редких элементов (Li, Rb, Be, Nb, Ta и др.), вплоть до рудных концентраций, а данные о составе магм редкометальных гранитов чрезвычайно редки. Соколовой Е.Н. при работе с крайне сложными для изучения объектами в полном объеме использованы современные существующие методы. Автором внесен заметный вклад в решение проблемы генезиса редкометальных гранитоидов и их связи с оруденением.

Соискатель имеет 21 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации - 21 работу (общим объемом 7 печатных листов), из них опубликованы в рецензируемых научных изданиях - 3 работы.

*Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК:*

1. Смирнов С.З., Томас В.Г., **Соколова Е.Н.**, Куприянов И.Н. Гомогенизация включений водонасыщенных силикатных расплавов в условиях противодавления парами D<sub>2</sub>O при 650°C и 3 кбар // Геология и геофизика, 2011, том 52, №5, с.690-703 (соискатель принимал непосредственное участие в подготовке препаратов, проведении исследования и обсуждении полученных результатов).
2. **Соколова Е.Н.**, Смирнов С.З., Астрелина Е.И., Анникова И.Ю., Владимиров А.Г., Котлер П.Д. Состав, флюидный режим и генезис онгонит-эльвановых магм Калгутинской рудно-магматической системы (Горный Алтай) // Геология и геофизика, 2011, том 52, №11, с. 1748-1775 (соискатель лично проводил большую часть минералого-петрографических и термобарогеохимических исследований, занимался интерпретацией данных и подготовкой текста статьи).
3. Владимиров А.Г., Фан Лыу Ань, Крук Н.Н., Смирнов С.З., Анникова И.Ю., Павлова Г.Г., Куйбида М.Л., Мороз Е.Н., **Соколова Е.Н.**, Астрелина Е.И. Петрология оловоносных гранит-лейкогранитов массива Пиа Оак, Северный Вьетнам // Петрология, 2012, том 20, № 5, с. 1-24 (соискателем проведена термометрия расплавных включений с использованием разработанной методики, получены данные о температуре кристаллизации, определено содержание петрогенных и редких

элементов в расплавах, сделаны петрологические выводы и подготовлен соответствующий раздел публикации).

*Основные тезисы докладов и материалы конференций:*

1. **Sokolova E.**, Smirnov S., Annikova I. Compositions of magmatic melts at formation of chemically heterogeneous rare-metal felsic dike in the East Kalguty dike belt (Gorny Altai, Russia) // European Current Research on Fluid Inclusions (ECROFI-XXI) Montanuniversitet Leoben, Austria, 9–11 August, 2011. Abstracts, p. 174-175.
2. **Соколова Е.Н.**, Смирнов С.З., Астрелина Е.И., Анникова И.Ю. Условия кристаллизации редкометалльных пород дайковых поясов Южного Алтая и Восточного Казахстана // XV Всероссийская конференция по термобарогеохимии. 18- 20 сентября 2012. ИГЕМ РАН, Москва, с.137-138.
3. **Соколова Е.Н.**, Смирнов С.З., Хромых С.В., Котлер П.Д. Рудный потенциал редкометалльных гранитоидов поздних интрузивных фаз на примере дайковых поясов Южного Алтая и Восточного Казахстана // Тезисы всероссийской молодежной научно-практической конференции "Науки о Земле. Современное состояние", 2013 г., геологический полигон «Шира», республика Хакасия, с.61-63.

На диссертацию и автореферат поступило 22 отзыва (все положительные, 7 без замечаний): 1. В.Г. Гоневчук, д.г.-м.н., в.н.с. (ДВГИ ДВО РАН); 2. В.А. Пахомова, к.г.-м.н., в.н.с. и В.И. Гвоздев, д.г.-м.н., зав.лаб. (ДВГИ ДВО РАН); 3. В.Е. Загорский, д.г.-м.н., г.н.с. (ИГХ СО РАН); 4. Н.В. Владыкин, д.г.-м.н., зав.лаб. (ИГХ СО РАН); 5. Е.Е. Колова, к.г.-м.н., с.н.с. и Н.А. Горячев, д.г.-м.н., чл.-корр. РАН (СВКНИИ ДВО РАН); 6. Д.К. Возняк, д.г.-м.н., зав. отделом и А.А. Кульчицкая, д.г.-м.н., г.н.с. (ИГМР им. Н.П. Семеновка НАН Украины); 7. И.Т. Бакуменко, к.г.-м.н., доцент и Н.Н. Павлунь, д.г.-м.н., декан (ЛНУ им.И. Франко); 8. Б.А. Дьячков, д.г.-м.н., проф., академик НАН РК (ТОО "АГЭИ"); 9. В.И. Маслов и О.В. Навозов, геологи (ТОО "ГРК Топаз"); 10. В.И. Алексеев, к.г.-м.н., внс. (Горный университет); 11. В.Р. Ветрин, к.г.-м.н., в.н.с. (ГИ КНЦ РАН); 12. В.Б. Хубанов, к.г.-м.н., н.с. и Л.Б. Дамдинова, к.г.-м.н., н.с. (ГИН СО РАН); 13. И.Ф. Гертнер, к.г.-м.н., доцент и В.В. Врублевский, д.г.-м.н., профессор (ТГУ); 14. С.И. Коноваленко, к.г.-м.н., зав.каф. (ТГУ); 15. Гусев Н.И., зав.отделом (ВСЕГЕИ); 16. А.И. Гусев, д.г.-м.н., проф. (АГАО им.В.М, Шукшина); 17. Н.М. Кудряшов, к.г.-м.н., с.н.с. (ГИ КНЦ РАН); 18. Л.Я. Аранович, д.г.-м.н., зав.лаб. и Н.В. Гореликова, к.г.-м.н., с.н.с. (ИГЕМ РАН); 19. Наумов В.Б., к.г.-м.н., в.н.с. (ГЕОХИ РАН) 20. А.М. Аксюк, д.г.-м.н., в.н.с. (ИЭМ РАН); 21. В.И. Крупчатников, к.г.-м.н, вед. геолог (ОАО "Горно-Алтайская экспедиция"); 22. Г.Ф. Анастасенко, к.г.-м.н. (СПбГУ).

В отзывах отмечено, что работа обладает теоретической и практической значимостью, является актуальной, надежность полученной информации обеспечена грамотным использованием современных методов исследования, в ходе работы получены новые оригинальные данные о Р-Т параметрах, составе и эволюции магм для редкометалльных пород дайковых поясов Южного Алтая и Восточного Казахстана и оценена роль магматогенного флюида в процессе их кристаллизации.

Основные замечания и предложения касаются соотношения процессов кристаллизационной дифференциации и флюидно-магматического взаимодействия (Крупчатников В.И.; Колова Е.Е., Горячев Н.А.; Бакуменко И.Т.), последовательности формирования пород Восточно-Калгутинского пояса (Гертнер И.Ф., Врублевский В.В.); номенклатуры и классификации рассматриваемых пород (Гоневчук В.Г., Владыкин Н.В.); проблемы рудного потенциала и гидротермальной минерализации в связи с Чечекским дайковым поясом (Хубанов В.Б., Дамдинова Л.Б.; Пахомова В.А., Гвоздев В.И.; Алексеев В.И.); высказаны сомнения о глубинности магматических камер (Алексеев В.И.); не ясно использованное выражение "гетерогенная онгонит-эльвановая магма" (Гоневчук В.Г.). Из автореферата не понятен способ фиксации гомогенизации расплавных включений (Возняк Д.К., Кульчицкая А.А.); неполно дается петрографическая характеристика пород (Гоневчук В.Г.); остался без обсуждения характер взаимоотношений расплавов Чечекского и Ахмировского поясов (Хубанов В.Б., Дамдинова Л.Б.). С сожалением отмечено, что не делаются ссылки на отечественных исследователей по методике определения давления по расплавленным включениям (Бакуменко И.Т.). Оценена важность вывода о высокой рудогенерирующей способности магм, сформировавших Чечекские и Ахмировские дайки, предложено направление дальнейших работ (Маслов В.И., Навозов О.В.; Дьячков Б.А.).

**Выбор официальных оппонентов обосновывается** тем, что Перетяжко И.С. является ученым, компетентными в области петрологии гранитоидов и термобарогеохимии; Поцелуев А.А. является высококвалифицированным специалистом по редкометалльным месторождениям Алтая и Казахстана, включая Калгутинскую рудно-магматическую систему. Оппоненты имеют ряд публикаций в соответствующей диссертации сфере исследования и способны объективно оценить данную работу. **Выбор ведущей организации (ИГЕМ РАН) обосновывается** тем, что она имеет структурное подразделение (Лаборатория редкометального магматизма), хорошо известное своими достижениями в данной отрасли науки, направление научно-исследовательской деятельности которого полностью соответствует тематике рассматриваемой диссертации, высококвалифицированные специалисты которого несомненно способны определить и аргументировано обосновать научную и (или) практическую ценность данной диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: установлено,** что кристаллизация вкрапленников в редкометалльных гранитоидах изученных дайковых поясов Южного Алтая и Восточного Казахстана происходила в глубинных магматических камерах из расплавов, обладающих редкометалльно-фосфористой и редкометалльно-фтористой спецификой, богатых водой, в присутствии свободной флюидной фазы. **Доказано наличие связи** между геохимическими особенностями исходных расплавов и наблюдаемым составом пород и минеральных ассоциаций. **Разработана идея о том,**

что химическая неоднородность дайковых поясов определяется различным составом магм на уровне магматических камер. Наиболее важными процессами, определяющими разнообразие пород исследуемых объектов, являются кристаллизационная дифференциация и флюидно-магматическое взаимодействие. **Предложен новый методический подход** к термометрии насыщенных водой расплавных включений в кварце гранитоидных пород, обеспечивающий получение корректных термометрических данных. С использованием этого подхода **определены** P-T параметры кристаллизации минералов в ходе изучения включений минералообразующих сред.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

**Применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс базовых методов минералого-петрографических и термобарогеохимических исследований с применением современного сертифицированного и оригинального оборудования, а также разработанный метод гомогенизации водосодержащих включений кислых расплавов с последующим контролем их герметичности в отношении воды. **Изложены** и обоснованы в виде защищаемых положений главные результаты, расширяющие и уточняющие представления о физико-химических условиях кристаллизации редкометалльных гранитоидов. **Показано**, что отражением редкометалльной специфики магм Восточно-Калгутинского пояса, богатых фосфором, с умеренным содержанием фтора, является обилие апатита и появление фосфатов Li и Be (монтебразита и гердерита), наличие вольфрамита и танталит-колумбита. Редкометалльно-фтористая специфика магм Чечекского пояса выражается в наличии литиевых слюд и аксессуарных топаза, касситерита, танталит-колумбита. Неоднородность состава онгонитов Чечекского пояса обусловлена внедрением последовательных дифференциатов одной и той же магмы. В формировании разнообразия составов расплавов и пород Восточно-Калгутинского дайкового пояса помимо кристаллизационной дифференциации выявлена значительная роль флюидно-магматического взаимодействия. Проведены численные расчеты влияния флюида на характеристики гранитного расплава. **Проведена корректировка** температур гомогенизации расплавных включений с учетом давления их захвата, что позволило уточнить температуры кристаллизации минералов по сравнению с предшествующими данными (Титов и др., 2001; Довгаль и др., 1995). **Установлено**, что кристаллизация минералов онгонитов дайковых поясов Восточного Казахстана протекала при температуре 560-605°C и давлении 3,6-5,3 кбар, а Восточно-Калгутинского пояса – при температуре 565-620°C и давлении 4,5–6 кбар.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработана и внедрена** методика гомогенизации крупных включений водонасыщенных расплавов путем прогрева в автоклаве под давлением тяжелой воды. На основе полученных результатов **представлены методические рекомендации** по подготовке препаратов, проведению прогревов и последующей

проверке герметичности методами инфракрасной и рамановской спектроскопии. **Проведена апробация** разработанной методики на объектах диссертационной работы, а также на других сходных объектах (Владимиров и др., 2012), что позволяет рекомендовать ее исследователям, работающими с расплавленными включениями в кварце гранитоидов. В онгонитах Восточно-Калгунтинского пояса аналитическими методами достоверно определен монтебразит  $\text{LiAl}[\text{PO}_4](\text{OH},\text{F})$ , а также впервые диагностирован гердерит  $\text{CaBe}[\text{PO}_4](\text{F},\text{OH})$ , что показывает важную роль фосфора в концентрировании редких щелочей в таких породах. **Определены** закономерности эволюции и флюидного режима редкометалльных гранитоидных магм, которые могут быть использованы при совершенствовании методик прогнозирования и поиска редкометалльных месторождений.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

Результаты **экспериментальных работ** получены на современном сертифицированном оборудовании для минералого-петрографических и термобарогеохимических исследований: оптический поляризационный микроскоп OLYMPUS BX-51 с цифровой фотокамерой ColorView III, сканирующие электронные микроскопы Tescan Mira 3 LMU и LEO-1430VP, рентгеноспектральные микроанализаторы Cameca Camebax Micro и Jeol JXA-8100, вторично-ионной масс-спектрометр Cameca IMS-4f (Ярославский филиал ФТИАН РАН, г. Ярославль) и масс-спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Thermo Scientific X-series 2 с приставкой лазерной абляции New Wave UP-213 (НГУ); микротермокамера THMSG-600 Linkam; одноканальный КР-спектрометр Ramanog U-1000 Jobin Yvon и Horiba LabRam HR 800. Термометрия расплавленных включений проводилась как при атмосферном давлении, так и в автоклаве с водным заполнением на установках в ИГМ СО РАН. При работе с включениями использованы методические рекомендации ведущих исследователей в данной области (Базарова и др., 1975; Наумов и др., 1979, 1982; Чупин, Косухин, 1982; Рёддер, 1987; Рейф, 1990; Соболев, 1996; Vodnar, 2003, 2006). Результаты, полученные разными методами, хорошо согласуются между собой. **Теория** построена на совместном анализе результатов полевых наблюдений, минералого-петрографических и термобарогеохимических данных, полученных в процессе исследования гранитоидов редкометалльных дайковых поясов, минералов и включений в них, а также на литературных данных по теме диссертации применительно к подобным объектам. **Идеи базируются** на обобщении и анализе известных принципов классификации редкометалльных гранитоидов, существующих моделей их образования и имеющихся оценок P-T параметров формирования этих пород. **Проведено** сравнение авторских результатов с данными о происхождении и условиях формирования редкометалльных гранитоидов. **Установлено**, что авторские результаты согласуются с концепциями, представленными в независимых источниках по данной тематике, и вместе с тем существенно дополняют представления о параметрах формирования рассматриваемых объектов. **Использованы** современные методики пробоотбора со строгими

географическими привязками и фотодокументацией, лабораторная работа проводилась с использованием современных методов исследования вещества и обработки исходной информации. Работа основана на обширном фактическом материале, включающем 80 образцов пород, для которых проведен химический анализ, изготовлены и просмотрены шлифы и плоскополированные пластинки, проведен комплекс минералого-петрографических и термобарогеохимических исследований с использованием методов оптической микроскопии, комплекса термометрических и высокоточных аналитических методов. Получено и обработано более 1500 анализов минералов и 230 анализов расплавных включений; проведено около 60 прогревов расплавных включений в зернах и пластинках, криотермометрия 130 флюидных включений. Из петрографических наблюдений и расчетов сделан надежный вывод об одновременной кристаллизации вкрапленников дайковых пород, что позволяет распространить данные о составе и P-T параметрах кристаллизации вкрапленников кварца на расплавы, из которых формировались все вкрапленники в породах изученных редкометалльных дайковых поясов.

**Личный вклад** соискателя состоит в его участии в полевых работах 2009, 2011 и 2013 гг. с отбором каменного материала для дальнейших исследований; в получении исходных данных при проведении минералого-петрографических и термобарогеохимических исследований; в обработке и интерпретации полученного фактического материала; в непосредственном участии в разработке метода гомогенизации включений кислых водонасыщенных расплавов; в анализе полученных данных, участии в подготовке статей и материалов тезисов совместно с соавторами работ, представлении основных результатов в виде устных и стендовых докладов на российских и международных конференциях.

На заседании 27 мая 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Соколовой Екатерине Николаевне ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек (из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 25.00.04 «петрология, вулканология»), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 19, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного  
совета, член-корр. РАН



Поляков Глеб Владимирович

Ученый секретарь диссертационного  
совета, д.г.-м.н.



Туркина Ольга Михайловна

29 мая 2014 г.



**ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ**  
ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ГУРЬЕВА Т.А.   
29.05.2014г.