

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

Федерального государственного
бюджетного учреждения науки

Института вулканологии и

сейсмологии Дальневосточного

отделения Российской академии наук

член-корреспондент РАН

д-р геол.-минерал. наук А.Ю. Озеров



2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук на диссертацию Низаметдинова Ильдара Рафитовича на тему «Петрогенезис посткальдерных вулканитов кальдеры Медвежья на примере вулкана Меньший Брат, о. Итуруп», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – Петрология, вулканология

Актуальность темы диссертации

Актуальность настоящего исследования определяется двумя положениями. Во-первых, объект исследования (вулкан Меньший Брат) расположен в пределах крупнейшей кальдеры Курильского архипелага – кальдеры Медвежья. Изучение подготовки, хода извержений и формирования крупных кальдер – одна из главных задач вулканологии в связи с их катастрофической опасностью для человечества, как по степени разрушения инфраструктуры, так и по загрязнению атмосферы/стратосферы и влиянию на климат ввиду их сильной эксплозивности и крупных объемов извергнутого материала. Вторым важным аспектом изучаемого объекта является его близость к уникальной в мировом масштабе рениевой

минерализации на соседнем вулкане Кудрявый, в пределах одноименной кальдеры. Основной состав изучаемых пород позволяют реконструировать составы мантийных магм и условия их генерации.

Научная новизна работы

Впервые получены данные о геохимии пород и расплавных включений (РВ) в минералах вулкана Меньший Брат, которые позволили оценить не только параметры генерации мантийных и коровых расплавов, участвовавших в образовании вулкана, но и понять роль процессов кристаллизации, плавления и смешения при их формировании.

Впервые определен состав летучих компонентов и оценены исходные концентрации воды и параметры дегазации первичных расплавов. Установлена высокая роль углеводородных соединений в составе летучих компонентов.

Значимость результатов для науки и производства

Практическая значимость исследования заключается в существенном вкладе в понимание процессов мантийно-корового взаимодействия, протекающих в пределах южной части Курильской островной дуги, их связи с вулканизмом, кальдеро- и рудообразованием.

Фактический материал, использованный в работе

Предметом исследования послужила коллекция синкальдерных и посткальдерных пород из 26 образцов от базальтов до риолитов. В ходе работы было изготовлено 26 петрографических шлифов и 50 термобарогеохимических пластинок, а также отобрано более 50 мономинеральных проб. В ЦКП многоэлементных и изотопных исследований СО РАН (ИГМ СО РАН) было выполнено 19 анализов пород на макроэлементы методом РФА и 17 анализов пород на микроэлементы

методом ICP MS. Методом ICP MS с лазерной приставкой выполнено 32 анализа минералов и стекол РВ. Методом КР спектроскопии проведено 48 определений составов газовой фазы и определения воды в стеклах РВ. Выполнено 800 анализов в минералах пород и стеклах РВ методами рентгеноспектрального микроанализа. Проведено 75 термометрических экспериментов по гомогенизации РВ. Выполнено 5 определений редких, редкоземельных элементов и летучих компонентов в стеклах РВ методом ВИМС в филиале ФТИАН РАН, г. Ярославль.

Структура работы

Работа состоит из введения, 5 глав, заключения и включает 68 рисунков, 4 таблицы. В приложении содержатся 18 таблиц с аналитическими данными.

Первая глава представляет собой литературный обзор, посвященный роли базитовых магм в кальдерообразующих процессах. Показана высокая роль исходно мантийных расплавов при образовании крупных очагов кислых магм, извержения которых приводят к образованию кальдер. Вторая часть этой главы посвящена геологической изученности кальдеры Медвежья и вулкана Меньший Брат.

Во второй главе по литературным источникам приводится геологическое строение и последовательность образования кальдеры Медвежья.

В третьей главе приводятся методы исследований. Подробно описаны эксперименты по прогреву и закалке расплавных включений, а также подходы, использованные при интерпретации данных о составе включений. При выполнении работы были использованы современные высокоточные методы определения состава вещества: методы ВДС и ЭДС

рентгеноспектрального микроанализа, КР-спектроскопия, рентгено-флуоресцентный анализ и методы масс-спектрометрии.

В главе 4 приводятся результаты исследования магнезиальных оливин-пироксен-плагиоклазовых базальтов и андезибазальтов, слагающих посткальдерные лавовые потоки вулкана Меньший Брат. Приводятся данные о петрографии и минеральном составе этих пород, составе минералов вкрапленников, а также о составе расплавных включений. Хочется отметить детальность петрографических наблюдений, взаимных контактов минералов, определение последовательности кристаллизующихся фаз. На основе этих сведений сделано предположение о наличии двух ассоциаций минералов внутри одной породы. Эти данные впоследствии подтверждены исследованиями РВ.

Показано, что исходные расплавы, из которых они кристаллизовались, образовались при плавлении мантийного клина и имели пикробазальтовый состав. Ликвидусными минералами исходных расплавов являлись оливин и хромистая шпинель. Вкрапленники пироксенов и плагиоклаза кристаллизовались в кислом расплаве и являются ксеногенными для исследуемых базальтов, из чего сделан вывод как минимум об одном этапе смешения при эволюции исходных расплавов.

В главе 5 приводятся результаты исследования синкальдерных андезитов и риолитов, слагающих купол и основание вулкана Меньший Брат. Представлены петрографическое описание, минеральный и химический состав пород, а также результаты исследования включений минералообразующих сред во вкрапленниках этих пород.

Эти данные демонстрируют, что вулканы синкальдерного этапа являются результатом кристаллизации коровых кислых магм, которые образовались, вероятно, при плавлении метабазитов островодужной коры

под действием тепла и летучих компонентов исходно мантийных магм. Ксеногенные вкрапленники пироксенов и плагиоклаза из базальтов сильно похожи по составу на вкрапленники синкальдерных кислых пород. Таким образом, сделан вывод о том, что вкрапленники плагиоклаза, клинопироксена и ортопироксена в породах синкальдерного и посткальдерного этапа имеют общую природу и являются результатом перитектического плавления метабазитовых субстратов в верхней части островодужной коры, что в целом согласуется с современными представлениями об образовании крупных коровых очагов кислых магм.

В Заключение обобщаются данные и выводы из 4 и 5 глав, приводится петрогенетическая модель образования пород от базальтов до риолитов, слагающих вулкан Меньший Брат. Помимо этого, приводится обсуждение новых данных о составе магматогенного флюида, заключенного в газовых обособлениях расплавных включений, в которых высока доля углеводородных соединений.

Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Результаты работы представлены в 15 публикациях. Среди них 4 статьи в рецензируемых изданиях, 3 из которых опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, а также 11 тезисов докладов на российских и международных конференциях.

Достоверность полученных результатов обеспечивается выполнением аналитических исследований современными надежными высокочувствительными методами химического анализа, использованием теоретических подходов к обоснованию геохимических вариаций в составах пород, расплавных и флюидных включений, значительным объемом фактического материала, полученного лично автором и путем

систематизации литературных данных, а также апробацией полученных результатов на различных конференциях и их публикацией в рецензируемых научных журналах.

Все защищаемые положения полностью обоснованы приведенными в диссертационной работе материалами и фактическими данными. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для российской науки и практики в области геохимии мантийно-корового взаимодействия в надсубдукционных обстановках.

Содержание диссертации полностью соответствует автореферату и указанной специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология».

Замечания по диссертационной работе

Работа в целом производит впечатление добротного исследования. В то же время необходимо высказать несколько пожеланий и замечаний.

1) Одно из главных упущений работы – отсутствие ошибок измерений некоторых выполненных анализов. Например, таблица 1 с ошибками метода РФА приведена для абстрактных пород с содержаниями петрогенных окислов от 0.01 %. Таблица не имеет отношения к настоящему исследованию и не позволяет оценить, с какой погрешностью выполнены анализы вулканитов в защищаемой работе. Для методов ICP-MS приводятся только пределы обнаружений, а ошибок измерений нет. А ведь вопрос точности анализов при геохимических исследованиях является ключевым!

2) Невнятно прописано образование кальдеры Медвежья. В литературном обзоре приводятся разъяснения только по кальдерам проседания. На стр. 25 образование кальдеры Медвежья рассматривается как результат “катастрофических взрывных извержений”. А на заключительном

рисунке 66 кальдера изображена как кальдера проседания. Так и остается неясным, есть ли какие-то данные, подтверждающие тот или иной механизм.

3) При описании способов образования крупных очагов кислых магм на стр. 14 приводится и такой: “При внедрении в кислый коровый очаг мафические магмы могут служить триггером кальдерообразующих извержений”. Инжекция магмы является не способом формирования кислого материала, а возможным сценарием последовательности событий. Таким образом есть только 2 способа образования кислого расплава – дифференциация базальтовой магмы и коровое плавление.

4) Поскольку значительная часть работы посвящена газовой фазе исследованных объектов, было бы полезно сделать литературный обзор о составах газов и органических соединений на других вулканах Камчатки, Курил и мира. Это особенно важно, т.к., вероятно, именно с газовой фазой может быть связана специфика рудообразования в кальдере Медвежья.

5) В работе была проанализирована серия пород от базальтов до риолитов, при этом большинство вкрапленников всех пород содержали РВ, которые делятся на 2 группы – пикриты и риолиты. Отсутствие промежуточных расплавов и отсутствие прямого соответствия составов пород и РВ является доказательством того, что базальты и андезиты являются продуктами смешения этих двух расплавов, но это не отмечено в работе. Кроме того, при смешении двух разнотемпературных расплавов вероятны признаки гибридизма, например, неравновесность вкрапленников, подплавление краев “кислых” кристаллов, формирование реакционных кайм, полосчатые структуры смешения и т.д., которые также могли усилить доказательства смешения. Этого также не отмечено в работе.

6) Стоило уделить больше внимания геохимическому анализу со всеми «за» и «против» образования кислого расплава как результата плавления

коры, а не фракционирования базальта. Например, признаками родства расплавов может являться сохранение отношений несовместимых элементов, субпараллельность кривых на спайдер-диаграммах и т.д. Доказательством разных источников могут быть отношения элементов, подтверждающие наличие того или иного источника, или, например, тот факт, что в андезитах и риолитах пироксены более магнезиальные, чем в базальтах, что противоречит их происхождению из единого расплава. Nd-Sr изотопия могла бы быть аргументом в этом вопросе.

7) Есть замечание по структуре диссертации. Разделы 6.1 и 6.1.1, объемом более 10 страниц, не должны являться частью заключения, их место должно быть в теле диссертации.

Тем не менее, указанные недочеты не умаляют значимости проделанной работы, а скорее являются рекомендациями к будущим исследованиям. Диссертация Ильдара Рафитовича Низаметдинова представляет собой важное комплексное исследование, основанное на обширном петролого-геохимическом материале, и представляется актуальным, завершенным, квалифицированным трудом. Диссертант имеет профессиональные навыки компьютерного моделирования условий кристаллизации не только породообразующих минералов, но и условий плавления вещества мантии. Ильдар Рафитович прекрасно ориентируется в современной литературе и способен использовать любые счетные алгоритмы. Кроме того, соискатель демонстрирует широкий кругозор в области вулканологии, включая как петролого-геохимическое исследование пород и минералов, работу с расплавленными включениями во всех минералах парагенезисов от оливина до кварца, так и изучение газовой составляющей в расплавленных и флюидных включениях. Подробное описание всех методов и термических экспериментов свидетельствует о личном участии автора в аналитическом процессе.

Заключение по диссертации:

Диссертация И.Р. Низаметдинова «Петрогенезис посткальдерных вулканитов кальдеры Медвежья на примере вулкана Меньший Брат, о. Итуруп» выполнена на высоком профессиональном уровне, является законченным научным трудом и соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, касающихся кандидатских диссертаций, а ее автор Низаметдинов Ильдар Рафитович заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология».

Обсуждение диссертации состоялось 6 октября 2022 года на заседании лаборатории петрологии и геохимии ИВиС ДВО РАН. Отзыв на диссертационную работу И.Р. Низаметдинова заслушан и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании Ученого совета ИВиС ДВО РАН 7 октября 2022 года (протокол № 13).

Чурикова Татьяна Георгиевна,
кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник лаборатории петрологии и геохимии
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института
вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской
академии наук
683006, Камчатский край, г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа Б.И.,
д. 9. <http://www.kscnet.ru/ivs/>, volcan@kscnet.ru, tchurikova@mail.ru
тел. (4152) 20-20-52

Я, Чурикова Татьяна Георгиевна, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Т. Чурикова



Чуриковой Т.Г.

заведующий

ОК ИВиС ДВО РАН *В.А. Маминев*