

УТВЕРЖДАЮ

Директор

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



«14» апреля 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук на диссертацию Секисовой Виктории Сергеевны «Петрогенезис магнезиальных базальтов вулкана Харчинский (Камчатка)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология»

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа посвящена проблеме петрогенезиса магнезиальных базальтов вулкана Харчинский, расположенного в северной части Центральной Камчатской депрессии, в зоне сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг над краевой частью субдуцирующей Тихоокеанской плиты. Уникальная геодинамическая позиция, преобладание магнезиальных лав среди изверженных продуктов и обилие глубинных ксенолитов в них определяют повышенный интерес научного сообщества к данному объекту и актуальность выполненной

работы. Магнезиальные базальты часто рассматриваются как родоначальные магмы для серий вулканических пород, а их изучение позволяет определить состав первичных расплавов, равновесных с мантийным веществом, реконструировать состав мантийного источника и оценить параметры магмогенерации в надсубдукционных обстановках.

Научная новизна работы

В работе приведены новые данные о минералого-петрографических особенностях, о петрохимическом и редкоэлементном составе пород и минералов вулкана Харчинский; детально описаны минералы вторичного парагенезиса ксенолитов глубинных пород. Впервые проведено детальное изучение включений минералообразующих сред, обнаруженных в минералах ксенолитов и вкрапленниках магнезиальных базальтов; оценен состав первичных расплавов и реконструирован температурный режим эволюции магнезиальных магм. Впервые оценены температуры образования минералов вторичного парагенезиса ксенолитов в породах, слагающих некк в центре вулканической постройки, обосновано кумулятивное происхождение большинства изученных ксенолитов и показано их место в структуре питающей магматической системы вулкана Харчинский.

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные данные по составу, условиям кристаллизации и петрогенезису глубинных ксенолитов расширяют представления о строении магматических питающих систем базальтовых вулканов и являются вкладом в понимание процессов генерации и эволюции примитивных мантийных магм островных дуг. Сделанные выводы могут быть востребованы в дальнейших исследованиях базитовых, в том числе и примитивных магм Камчатки и Курильских островов.

Фактический материал работы и личный вклад автора

Основой исследования послужила коллекция, включающая 9 образцов ксенолитов глубинных пород и 23 образца изверженных пород, слагающих лавовые потоки, некк и дайки вулкана Харчинский. В ходе работы было изготовлено 20 петрографических шлифов и более 70 термобарогеохимических пластинок и шашек из эпоксидной смолы. Были выполнены 31 анализ пород на главные элементы методом РФА и 27 анализов на редкие и редкоземельные элементы методом ICP-MS. Было проведено 20 анализов минералов на содержание элементов-примесей методом LA-ICP-MS. 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.

Автором лично было подготовлено 30 проб для определения валовых составов пород, изготовлено 100 шашек с минералами и включениями для исследования рентгеноспектральными методами анализа, а также более 100 препаратов для микротермометрических исследований. Проведено более сотни экспериментов по прогреву включений расплава и криометрических экспериментов. Получено более 1000 анализов составов и более 100 КР-спектров минералов, стекол и дочерних фаз включений. Проведено более 200 расчетов с применением минеральных геотермометров и геобарометров.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения. Основной материал изложен на 168 страницах и включает 43 рисунка и 20 таблиц; список литературы включает 188 наименований.

Первая глава посвящена детальному описанию фактического материала, аналитических и численных методов исследования; отмечен

личный вклад соискателя в подготовку образцов к различным видам анализа, в выполнение анализов и интерпретацию полученных данных. Подробно описаны эксперименты по прогреву и закалке расплавных включений, а также подходы, использованные при интерпретации данных о составе включений.

Во второй главе показано петрологическое значение примитивных/высокомагнезиальных базальтов, обсуждаются проблемы систематики таких пород и методы их изучения; приведен краткий обзор изученности проявлений примитивного базальтового вулканизма в пределах Курило-Камчатской дуги и ряда других островных дуг. Вторая часть этой главы посвящена обзору литературы по объекту исследования.

В третьей главе по литературным данным охарактеризовано строение вулкана Харчинский.

В четвертой главе представлены результаты петролого-геохимического изучения лав, слагающих постройку вулкана и некк в ее центральной части. Приводятся подробные данные о петрографии и минеральном составе этих пород, а также о составе расплавных включений. Особое внимание уделено изучению состава вкрапленников оливина — выделено три типа вкрапленников, охарактеризована и проинтерпретирована их зональность, установлены признаки кристаллизационной дифференциации базальтовых магм, а также свидетельства смешения магм различной степени дифференциации. На основе анализа распределения элементов-примесей в оливине (Ni, Mn, Ca) обсуждается состав мантийного источника магнезиальных магм; предполагается ведущая роль перидотитового источника, однако при этом не исключается и вклад пироксенитов, потенциально участвующих в строении как мантийного клина, так и в основании островодужной коры.

На основе всех полученных данных показано, что лавы вулкана Харчинский являются продуктами кристаллизационной дифференциации высокомагнезиального $Mg\# = (Mg/Mg+Fe) \approx 76$ мол. %,

низкоглиноземистого, низкокальциевого базитового расплава. В результате фракционирования этого расплава на различных глубинных уровнях было сформировано разнообразие пород вулкана от высокомагнезиальных базальтов и андезибазальтов до более редких высокоглиноземистых базальтов. Ликвидусная ассоциация магнезиальных базальтов представлена оливином Fo91 и хромистой шпинелью, которые, вероятно, начинали кристаллизоваться в глубинных камерах при температуре $\sim 1185^{\circ}\text{C}$ и окислительно-восстановительном потенциале, равном в среднем $\text{NNO} + 1.0$. Результаты моделирования и термобарометрические расчеты позволили автору предположить наличие нескольких уровней промежуточных магматических камер, расположенных на глубинах, соответствующих 0.1 – 1.5, 2 – 7, 6 – 10 и 11 – 13 кбар.

В пятой главе приведены результаты детального изучения петрографии и минерального состава ксенолитов вулкана Харчинский; выполнено сравнение с аналогичными данными для подробно охарактеризованных в литературе ксенолитов вулканов Авачинского и Безымянного. Обосновано, что большинство изученных ксенолитов в породах нека вулкана Харчинский представлено кумулятивными перидотитами и клинопироксенитами. Предположено, что кумулятивные породы формировались из магм, родственных по составу магнезиальным базальтам магм вулкана в разноглубинных камерах при давлениях 2 – 10 кбар в окисленных условиях $\text{NNO}+2.4 - \text{NNO}+3.7$ и температурном диапазоне от $1075 - 1150^{\circ}\text{C}$ до $780 - 820^{\circ}\text{C}$. К представителям мантийных пород был отнесен всего один образец из изученной коллекции ксенолитов. Этот образец представлен дунитом и его образование связано с высокими степенями частичного плавления мантийных пород.

В шестой главе на основе обобщения полученных данных и с использованием литературных данных по магнезиальным базальтам Курило-Камчатской дуги сформулирована концепция происхождения

магнезиальных пород вулкана Харчинский. В основу этой концепции положено предположение о существовании под вулканом транскоровой магматической системы, которая простирается через всю толщу земной коры и характеризуется наличием областей с различным соотношением кристалл/расплав. По мнению соискателя, именно в рамках транскоровой магматической системы были сформированы лавы и ксенолиты вулкана Харчинский, образующие непрерывный ряд кристаллизационной дифференциации высокомагнезиального, низкоглиноземистого, низкокальциевого базитового расплава, изменяющиеся от высокомагнезиальных базальтов до магнезиальных андезибазальтов и высокоглиноземистых базальтов. При продвижении магм к поверхности в пределах транскоровой системы могло происходить многократное внедрение примитивных магм в вышележащие очаги и их смешение с более дифференцированными магмами.

В заключении суммированы наиболее значимые выводы диссертационного исследования, а завершается работа списком условных обозначений и сокращений.

Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Результаты работы представлены в 14 публикациях, из них 4 статьи входят в список ВАК, а 2 статьи в журнале «Геология и геофизика» посвящены непосредственно петрологии пород вулкана Харчинский. Промежуточные результаты работы представлялись на 10 всероссийских и международных конференциях в период с 2016 по 2023 гг.

Достоверность полученных результатов обеспечена применением современных высокоточных методов аналитических исследований, использованием теоретических подходов к интерпретации геохимических вариаций составов пород и расплавных включений, значительным объемом фактического материала, полученного лично автором, а также

апробацией полученных результатов на различных конференциях и их публикацией в рецензируемых научных журналах.

Защищаемые положения обоснованы приведенными в диссертационной работе материалами и фактическими данными.

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

Автореферат соответствует диссертационной работе.

Замечания по диссертационной работе

Работа производит впечатление законченного диссертационного исследования, в котором соискатель показывает отличные навыки аналитических исследований и петрологического моделирования, а также знание современных концепций происхождения и эволюции островодужных магм. Работа хорошо структурирована, прекрасно иллюстрирована и аккуратно оформлена. В то же время необходимо высказать несколько замечаний и рекомендаций, которые следует учесть в будущих исследованиях.

1) В первую очередь отметим пробелы в использовании опубликованных данных по составу пород и минералов объекта исследования. В работах Волинец и др., 2000; Портнягин и др., 2017; Nekrylov et al., 2018 были опубликованы данные как по геохимии и изотопному составу магнезиальных лав вулкана Харчинский, так и по составу оливина и хромистой шпинели в них. Эти работы, безусловно, следовало бы учесть и процитировать в работе.

2) Не ясно, зачем привлекать дополнительную классификацию (Flerov, Bogoyavlenskaya, 1983) для определения высокомагнезиальных/примитивных базальтов, если по тексту диссертации и автореферата работы в большинстве случаев используется величина магнезиальности.

3) При характеристике содержаний элементов-примесей в оливине утверждается, что их концентрации невелики. Это противоречит данным, полученным диссертантом и представленным в таблице 2 диссертации, где концентрации никеля достигают 0.47-0.48 мас.%. В ряде работ были отмечены как аналогичные, так и более высокие концентрации никеля (до 0.61 мас. %) в оливине базальтов Харчинского вулкана (Портнягин и др., 2017; Nekrylov et al., 2018; Горбач и др., 2023), что нетипично для большинства других проявлений базитового вулканизма Курило-Камчатской островной дуги. Такие концентрации обычно рассматриваются как свидетельство вклада пироксенитового источника, что и продемонстрировано на рисунке 23, представленном в тексте диссертации.

4) При характеристике распределения элементов-примесей в оливине в тексте, на рисунках и в таблице 2 диссертации указаны разные единицы измерения – мас. % и ppm, что затрудняет восприятие представленных данных.

5) Не ясно, почему при систематике ксенолитов Харчинского вулкана породы с содержанием кремнекислоты более 45 мас. % (таблица 20 диссертации, рис. 5 автореферата) отнесены к группе перидотитов.

6) В заключительной главе диссертации представлена схема строения питающей системы вулкана Харчинского, которую вполне уместно было бы разместить и в автореферате. Для апробации модели питающей системы можно порекомендовать обратиться к результатам геофизических работ в этом районе. К примеру, в работе Сидорова и Новакова (2014) представлена объемная плотностная модель блока земной коры в зоне сочленения Камчатской и Алеутской островных дуг. В данной модели непосредственно под вулканом Харчинский на глубине 8–15 км выделена локальная изометричная область с аномально увеличенной для этого корового уровня плотностью 3.0 г/см^3 , что соответствует интрузивным породам основного состава. Авторы предполагают, что в

плотностной модели отражена промежуточная магматическая камера питающей системы этого потухшего вулкана.

Перечисленные замечания не умаляют значимости проделанной работы, а являются рекомендациями к будущим исследованиям.

Заключение по диссертации

Диссертация Виктории Сергеевны Секисовой «Петрогенезис магнезиальных базальтов вулкана Харчинский (Камчатка)» представляет собой завершенное исследование, основанное на обширном петролого-геохимическом аналитическом материале. Подробное описание всех методов, моделей и расчетов свидетельствует о личном участии автора в аналитическом процессе и интерпретации полученных данных. Диссертация выполнена на высоком профессиональном уровне, является законченным научным трудом и соответствует требованиям, предъявляемым ВАК при Минобрнауки России к кандидатским диссертациям, в том числе пп. 9-11 Постановления правительства РФ «О порядке присуждения ученых степеней» от 24.09.2013 №842 (в действующей редакции), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология».

Обсуждение диссертации В.С. Секисовой состоялось 5 марта 2026 г. на заседании сотрудников лаборатории петрологии и геохимии ИВиС ДВО РАН.

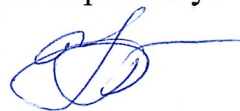
Отзыв на диссертационную работу Секисовой В.С. заслушан и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании Ученого совета ИВиС ДВО РАН 14.04.2026 г. (Протокол № 5).

Отзыв подготовлен кандидатом геолого-минералогических наук, и.о. заведующей лабораторией петрологии и геохимии, ведущим научным сотрудником лаборатории петрологии и геохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук

Горбач Наталией Владимировной

683006, г. Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийпа, 9, Институт
вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, n_gorbach@mail.ru

Я, Горбач Наталия Владимировна, даю свое согласие на включение
моих персональных данных в документы, связанные с работой
диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Н.В. Горбач

Заместитель председателя Ученого совета,
заместитель директора ИВиС ДВО РАН
Д.Г.-М.Н.



Е.Г. Калачева

Ученый секретарь ИВиС ДВО РАН
к.б.н.



Т.Ю. Самкова



Подпись Горбач Н.В., Калачевой Е.Г.,
Самковой Т.Ю. _____

заверяю.

М.П. ОК ИВиС ДВО РАН Мещеряков Е.В.