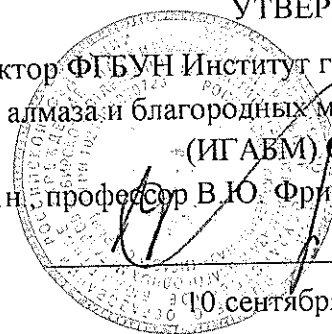


УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУН Институт геологии
алмаза и благородных металлов
(ИГАБМ) СО РАН
д.г.-м.н., профессор В.Ю. Фридовский



10 сентября 2021 г.

ОТЗЫВ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук (ИГАБМ СО РАН) на диссертационную работу **Ашихмина Дмитрия Сергеевича «Геохимические особенности минералов перидотитов в мантийных ксенолитах из щелочных базальтов архипелага Шпицберген»**, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Представленная Д.С. Ашихминым диссертационная работа посвящена изучению минералого-геохимических особенностей мантийных ксенолитов из щелочных базальтов вулкана Сверре, расположенного на северо-западном окончании о-ва. Западный Шпицберген. Изучение геохимических характеристик мантийных ксенолитов позволяет судить о составе и условиях существования мантийных пород, что определяет **актуальность** темы исследований автора. **Практическая значимость** работы заключается в том, что такие сведения дополняют представления исследователей о мантийных процессах и могут быть применены для разработки модели строения верхней мантии для района архипелага Шпицберген, а также использованы в учебно-методических целях в рамках курсов «Общая геохимия», «Изотопная геохимия», «Петрология».

Целью работы было выявление новых закономерностей в распределении редких и редкоземельных элементов в ксенолитах мантийных перидотитов и слагающих их минералах щелочных базальтов вулкана Сверре, которые отражают состав верхней мантии в районе архипелага Шпицберген.

Научная новизна работы состоит в том, что на основе изучения редкоэлементного состава породообразующих минералов, контактирующих с карманами плавления в мантийных перидотитах, выявлены контрастные по содержанию редких элементов генерации породообразующих минералов. Установлено закономерное изменение состава минералов под воздействием мантийного метасоматоза, что накладывает ряд ограничений

ОТЗЫВ

ВХ. № 337-9 от 15.09.21
АУ УС

для их использования при петрологическом моделировании и термобарометрических расчетах.

Апробация результатов. Основные положения и результаты работы докладывались на молодежной научной конференции памяти К.О. Кратца «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии» (2016, 2017), V международной конференции молодых ученых и специалистов памяти академика А.П. Карпинского (2017), XXXVI International Conference «Magmatism of the Earth and related strategic metal deposits» (2019). Результаты диссертационной работы освещены в 7 печатных работах, в том числе в 3 изданиях из перечня рецензируемых научных изданий ВАК, входящих в международные базы данных и системы цитирования (Web of Science, Scopus). Исследование поддержано молодежным грантом РФФИ № 19-35-50014 мол_нр, руководитель В.Р. Ветрин (ГИ ФИЦ КНЦ РАН).

Структура работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы и приложения. Диссертация изложена на 164 страницах машинописного текста, содержит 36 рисунков и 21 таблицу. Список литературы включает 146 наименований.

В первой главе рассмотрена степень изученности мантийных ксенолитов, а также приведен большой обзор литературы, в основном, по мантийному метасоматозу. По данной главе нет особых замечаний, кроме рекомендаций, указанных рецензентами в разделе о некоторых недостатках работы диссертанта. Во второй и третьей главах приведены данные о геологическом строении региона и охарактеризованы методы исследования, соответственно. В последующих (4-6) главах дано детальное описание результатов личных петрографических и минералого-геохимических исследований автора по ксенолитам. Последняя седьмая глава посвящена оценкам P - T параметров образования мантийных перидотитов, полученных с помощью как классических, так и «геохимических» минеральных геотермобарометров. В заключении приводятся главные выводы работы.

В основу диссертационной работы положен каменный материал, предоставленный автору А.Н. Сироткиным (АО «ПМГРЭ»). К сожалению, Д.С. Ашихмину, по-видимому, не удалось посетить объект своих исследований, что конечно несколько усложняет полное восприятие в целом решаемой проблемы. Однако, изученные диссертантом образцы из одиннадцати мантийных ксенолитов были проанализированы по сертифицированным методикам в аккредитованных лабораториях, обработаны с применением методов математической статистики и графического представления информации, что определяет

достаточную степень достоверности результатов исследования.

Защищаемые положения в целом отражают содержание проведенных исследований. В первом защищаемом положении **«Мантийные перидотиты района арх. Шпицберген разделяются на три группы по содержанию несовместимых (LREE, HFSE и LILE) элементов: в перидотитах первой группы содержание этих элементов понижено, в перидотитах второй группы – отвечает хондритовому уровню, в перидотитах третьей группы – повышено за счет резкого увеличения содержания этих элементов в клинопироксене»** автор показывает, что изученные им мантийные перидотиты первой группы относятся к недифференцированным с небольшим положительным наклоном спектром REE ($La/Yb < 1$), по классификации Ф.П. Леснова (2008), ко второй группе относятся ксенолиты с субгоризонтальным спектром REE, а к третьей группе – перидотиты, аномально обогащенные LREE, характеризующиеся высоким La/Yb отношением до 98.

Второе защищаемое положение **«Породообразующие минералы – оливин и клинопироксен, расположенные в непосредственной близости от карманов плавления в мантийных перидотитах третьей группы, характеризуются аномально повышенным содержанием несовместимых элементов (LREE, Y, Ti, Zr, Sr, Ba, V)»** автором обосновывается тем, что для зерен оливина, расположенных в непосредственной близости от карманов плавления, наблюдается сильная неоднородность в распределении REE в результате воздействия на них метасомати³⁴зирующих флюидов. Неизменный оливин содержит незначительное количество, как легких, так и тяжелых лантаноидов, и в целом незначительно отличается от оливина, изученного во всех остальных ксенолитах. Слабо изменённый оливин отличается от неизмененного повышенным (в 5–10 раз) содержанием LREE, а уровень содержания REE в сильно измененном оливине значительно повышен (от 2 до 130 ppm). Для редких элементов (Y, Ti, Zr, Sr, Ba, V) также прослеживается последовательное увеличение содержания от неизменного к сильно изменённому оливину.

В третьем защищаемом положении **«Мантийные перидотиты третьей группы, подвергшиеся наиболее сильному флюидному воздействию, характеризуются пониженными температурами минеральных равновесий (690–870°C) по сравнению с перидотитами первой и второй групп (940–1100°C)»** доказывается, что причиной повышенного содержания несовместимых элементов (HFSE и LILE) в перидотитах третьей группы по сравнению с таковыми первой и второй групп является частичное плавление мантийных пород под воздействием метасоматизирующих флюидов.

Выявленные Д.С. Ашихминым новые закономерности в распределении редких и редкоземельных элементов в ксенолитах мантийных перидотитов и слагающих их минералах, существенно дополняют представления исследователей о мантийных процессах в районе архипелага Шпицберген. Автореферат соответствует содержанию диссертации, основные методические и научные результаты работы и общие содержания защищаемых положений в полной мере отражены в опубликованных статьях и тезисах докладов. В целом же, к защищаемым положениям принципиальных возражений нет, но в то же время рецензенты хотели бы указать на ряд недостатков, и высказать некоторые замечания, на которые диссертант при защите своих тезисов должен дать обоснованные ответы:

1. Первое и второе защищаемые положения имеют в основном констатационный характер, хотя автор при обсуждении дает им определенные объяснения, но в самих положениях четко не сформулированы научные выводы.

2. Описание геологической позиции района и объекта дается формально, нет ни единой геологической карты, даже не приводится схематичной карты района.

3. Недостаточно освещены результаты исследования мантийных ксенолитов вулкана Сверре коллегами. Нет ссылок на недавние исследования мантийных ксенолитов этого же вулкана. Например: Гончаров и др., Геология и геофизика, 2015; Евдокимов, 2000, Копылова и др., 1996, Глебовицкий и др., 2011 и др. Не использованы эти материалы при интерпретации авторских данных.

4. Нет сравнения с ксенолитами кайнозойских вулканов других регионов, что затрудняет адекватное моделирование мантийных процессов.

5. Представление рисунков не унифицировано, на ряде диаграмм шрифт чрезмерно мелкий. В автореферате на рис. 1 "Спектры распределения REE, нормированные к хондриту CI, ...» диаграммы приведены с надписью по оси ординат «образец/примитивная мантия». Чтобы уточнить читателю приходится самому вычислять эти соотношения исходя из данных таблиц. При описании не указаны аналитики.

6. В тексте автореферата ксенолит Sh-6 попадает как во вторую, так и третью группу (в последнем случае вместо Sh-3), что при детальном анализе графика и текста также ставит читателя в тупик.

7. В качестве общего замечания можно отметить, что несмотря на корректную и правильную подачу и описание результатов своих аналитических данных, автор при интерпретации этих фактов подходит однобоко, слишком увлекаясь только воздействием метасоматизирующих флюидов на изменение геохимических особенностей мантийных

ксенолитов и их минералов. Можно было рассмотреть и другие, хоть и не очень популярные гипотезы. Например, В.С. Шкодзинским (1995, 2003, 2018 и др.) на основе развиваемой им в последние десятилетия модели горячей гетерогенной аккреции Земли и фракционирования на ней глобального магматического океана доказывалось, что при затвердевании нижних расслоенных слоев пикрит-перидотитового состава происходит отделение из них остаточных расплавов соответствующих щелочным, кимберлитовым и карбонатитовым магмам. При этом происходит фракционирование не только расплавофильных, но и РЗЭ. Такой механизм формирования мантийных пород может быть привлечен для объяснения сложных процессов преобразования мантийных ксенолитов, выносимых щелочными базальтами, т.к. трудно предположить существование хрупких деформаций и миграцию флюидной фазы в глубинных высокотемпературных мантийных условиях. Также следует учесть, что пока нет убедительных экспериментальных доказательств избирательного аномального обогащения флюидной фазы REE и непонятна причина последующего избавления флюида от них. Изолированные контуры карманов плавления проще объяснить как обособления интерстиционных остаточных расплавов с накоплением в них несовместимых элементов.

Вышеуказанные замечания касаются спорных аспектов работы и не снижают качество материалов и выводов данных исследований.

Диссертация «ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОВ ПЕРИДОТИТОВ В МАНТИЙНЫХ КСЕНОЛИТАХ ИЗ ЩЕЛОЧНЫХ БАЗАЛЬТОВ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых, полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 19.12.2019 № 1755 адм.

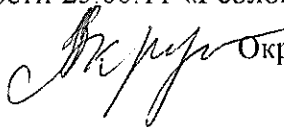
Ашихмин Дмитрий Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации Д.С. Ашихмина обсужден и утвержден 10 сентября 2021 г. на объединенном заседании лабораторий «Геологический музей» и «Геология и петрология алмазоносных провинций» федерального государственного бюджетного учреждения науки «Института геологии алмаза и

благородных металлов» Сибирского отделения Российской академии наук, протокол № 1 от 10 сентября 2021 года.

Составитель отзыва:

Главный научный сотрудник лаборатории Геологический музей доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения»



Округин Александр Витальевич

Заведующий лабораторией «Геологический музей»
федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Института геологии алмаза и благородных металлов»
Сибирского отделения РАН,

к.г.-м.н.



Томшин Михаил Дмитриевич

Секретарь заседания:

Старший научный сотрудник лаборатории геологии и петрологии
алмазоносных провинций ИГАБМ СО РАН,

к.г.-м.н.



Угайева Саргылана Семеновна

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук

Почтовый адрес: 677000, Республика Саха (Якутия) г. Якутск, проспект Ленина, д. 39

Официальный сайт: <http://diamond.ysn.ru/>

e-mail: igabm@bk.ru

Тел.: +7 (4112) 33-58-64