

ОТЗЫВ официального оппонента
**на диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук Булах Марии Олеговны**
**на тему: «Апобазальтовые газовые метасоматиты и сопряженная с ними
эксталяционная минерализация в фумарольных системах окислительного
типа (на примере вулкана Толбачик, Камчатка)»**
**по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия,
геохимические методы поисков полезных ископаемых»**

Минералообразование в фумаролах является уникальным и сравнительно малоизученным процессом. Изучение строения и минералогии фумарольных полей является важным с точки зрения понимания природных форм концентрации редких элементов, механизмов фракционирования и форм переноса элементов в ходе газового метасоматоза и ведет к расширению понимания геохимического поведения элементов. Кроме того, высокая концентрация отдельных редких элементов в возгонах делает их потенциальным промышленным источником. В диссертационной работе детально исследуется минералообразование в пределах фумарольных полей вулкана Толбачик, известных своим выдающимся минеральным разнообразием и дифференцированностью. Все это делает представленную работу обладающей безусловными актуальностью и научной новизной.

Акцент исследования сделан на комплиментарном изучении минералогии магниевых сульфатов и боратов и апобазальтовых метасоматитов, предполагаемых основным источником магния для новообразованных минеральных видов.

Диссертационное исследование состоит из введения, семи глав и заключения, общим объемом 269 страницы, и списка из 370 цитируемых литературных источников. Работа включает 105 рисунков и 44 таблицы.

Во введении сформулированы актуальность, научная новизна, цели и задачи и основные защищаемые положения.

Глава 1 посвящена обзору известных вулканических фумарол их типизации и сравнительной характеристике на основе литературных данных. Отдельное внимание уделено детальному описанию действующих фумарольных полей и палеофумарол вулкана Толбачик, основного объекта данного исследования, и историческому аспекту их минералогического изучения. Кратко описывается подвижность элементов в газовой фазе и механизмы транспорта отдельных из них.

В главе 2 приводится краткое описание коллекции фактического материала, положенного в основу работы и методов его исследования. Глава органично дополнена приложением 2, содержащим развернутое описание всей используемой коллекции образцов.

Следующие две главы посвящены минералогии магниевых сульфатов (глава 3) и боратов (глава 4). Главы содержат описание морфологии, типичных ассоциаций, данные по рентгенографии, спектроскопии комбинационного рассеяния и характеризуют химический состав минералов этих двух классов. Показано, что сульфаты (вантгоффит и лангбейнит) проявляют ранее неизвестные изоморфные замещения и могут содержать значительное количество медных и цинковых минералов. Для боратов установлены новые разновидности: богатый Mn людвигит и богатый Sn юаньфулиит.

Глава 5 главным образом посвящена детальной характеристике апобазальтовых газовых метасоматитов и инкрустаций фумарол Второго конуса северного прорыва Большого трещинного Толбачинского извержения. Здесь выделяются 6 основных типов метасоматитов, развивающихся по базальтовому субстрату. Для каждого типа детально охарактеризован минеральный состав и морфологические особенности замещения оливиновых вкрапленников и основной массы в базальтах и описана минеральный состав ассоциирующих инкрустаций.

В главе 6 автор в аналогичной главе 5 структуре характеризует газовые метасоматиты других минералогически менее разнообразных фумарольных полей вулкана Толбачик.

Глава 7 «Газово-метасоматические процессы в фумаролах окислительного типа на вулкане Толбачик: обсуждение результатов» объединяет изложенные в предыдущих главах основные наблюдения. Здесь автор предпринимает попытку объединить наблюдаемые процессы в рамках единой модели минералообразования. Продемонстрировано, что минеральный состав псевдоморфоз по оливину, метасоматитов, замещающих основную массу, и инкрустаций пустот закономерно сменяются в зависимости от расстояния до дневной поверхности и главным образом контролируются температурой. Приведены основные минеральные реакции, приводящие к преобразованию магматического парагенезиса в метасоматический и оценены температуры формирования метасоматитов разных типов.

Раздел «Основные результаты и выводы» завершает изложение диссертационного исследования; здесь тезисно приводятся основные выводы.

Диссертационная работа отличается детальностью изложения фактического материала, прекрасно иллюстрирована и очень ясно написана. Основные защищаемые положения достаточно обоснованы содержанием работы и апробированы публикациями в рецензируемых научных журналах.

К работе имеются замечания:

1. Присутствие в продуктах распада магнезиального лайхунита не кажется достаточно обоснованным. В качестве основного аргумента «за» приводится стехиометрия, рассчитанная по микронзондовым анализам, хотя исходя из электронных изображений размер фазы меньше зоны генерации вторичного рентгеновского излучения при приведенных условиях анализа. Для обозначения этой фазы используются термины лайхунит, «магнезиальный лайхунит», лайхунитоподобная фаза и «железная фаза», что дополнительно вселяет в читателя сомнения.
2. Для определения температур формирования минеральных ассоциаций автор привлекает данные о стабильности структурных модификаций, температурозависимую несмесимость твердых растворов и данные

прямых измерений температуры фумарольных газов. Однако, неясно насколько применимы используемые термометры к процессам минералообразования в фумаролах, традиционно относимых к одним из самых неравновесных процессов в природе. Также неясно насколько корректно использовать температуру вулканического газа в определенный момент времени для оценки температуры минералообразования в прошлом в условиях активной вулканической системы.

3. Чем обосновано предположение в разделе 7.2, о том, что «развитие конкретного типа газовых метасоматитов и пространственно связанных с ним инкрустаций происходит приблизительно в одном и том же временном и температурном интервале»? Как это сочетается с кристаллами оливина с распадом в инкрустациях, ассоциирующим с диопсид-эссенитовыми метасоматитами?
4. В разделе «методы исследования» упоминается оборудование, выведенное из эксплуатации до того, как многие из исследованных образцов были отобраны.
5. Процессы образования метасоматитов связаны с различной подвижностью компонентов. В условиях достаточно локального развития метасоматической ассоциации было бы логичным использование карт распределения элементов на основе характеристического излучения, которое способно визуализировать фазовый состав и его вариации поперек фронта преобразования, дать представление о распределении как главных компонентов, так и некоторых редких.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.4 – «Минералогия,

кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Булах Мария Олеговна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Официальный оппонент:

кандидат геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник кафедры петрологии и вулканологии
геологического факультета
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.
Ломоносова»

ЩЕРБАКОВ Василий Дмитр

23 февраля 2023 года

Контактные данные:

тел.: +7 (495) 939-1164, e-mail: vsh@geol.msu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

25.00.04 – петрология, вулканология

Адрес места работы:

119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1,

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
геологический факультет

Тел.: +7 (495) 939-4962; e-

Подпись сотрудника В.Д. Щер
МГУ имени М.В. Ломоносова
Зав.канцелярией

ебер

23.02.2023 г.

