

Заключение диссертационного совета МГУ.016.5
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 10 марта 2023 года № 50

О присуждении Булах Марии Олеговне, гражданке РФ, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация **«Апобазальтовые газовые метасоматиты и сопряженная с ними эксгальационная минерализация в фумарольных системах окислительного типа (на примере вулкана Толбачик, Камчатка)»** по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» (геолого-минералогические науки) принята к защите диссертационным советом 30 января 2023 года, протокол № 47.

Соискатель Булах Мария Олеговна, 1995 года рождения, в 2022 году окончила аспирантуру Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Соискатель работает в должности ведущего инженера кафедры минералогии Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена на кафедре минералогии Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – доктор геолого-минералогических наук, профессор, член-корреспондент РАН Пеков Игорь Викторович, главный научный сотрудник кафедры минералогии Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Официальные оппоненты:

Хисина Наталия Рафаиловна – доктор геолого-минералогических наук, лаборатория метеоритики ФГБУН Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, ведущий научный сотрудник;

Сийдра Олег Иоханнесович – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры кристаллографии Института наук о Земле ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет», профессор;

Щербаков Василий Дмитриевич – кандидат геолого-минералогических наук, кафедра петрологии и вулканологии Геологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», ведущий научный сотрудник дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ, из них 4 статьи общим объемом 3.81 печатных листов, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.6.4:

Булах М.О., Пеков И.В., Чуканов Н.В., Япаскерт В.О., Кошлякова Н.Н., Бритвин С.Н., Сидоров Е.Г. Максимально фтористый флюоборит из фумарольных эксгальций вулкана Толбачик (Камчатка) // Записки Российского минералогического общества. 2021. Т. 150. Вып. 2. С. 42–56. DOI: [10.31857/S0869605521020040](https://doi.org/10.31857/S0869605521020040) [РИНЦ 0.668] Доля участия 0.8. Объем 0.87 печ. л.

Булах М.О., Пеков И.В., Кошлякова Н.Н., Сидоров Е.Г. Людвигит и юаньфулит из фумарольных эксгальций вулкана Толбачик (Камчатка) // Записки Российского минералогического общества. 2021. Т. 150. Вып. 6. С. 67–87. DOI: [10.31857/S0869605521060022](https://doi.org/10.31857/S0869605521060022) [РИНЦ 0.668] Доля участия 0.8. Объем 0.63 печ. л.

Булах М.О., Пеков И.В., Кошлякова Н.Н., Бритвин С.Н., Назарова М.А. Минералы группы лангбейнита и вантгоффит из фумарольных эксгальций вулкана Толбачик (Камчатка) // Записки Российского минералогического общества. 2022. Т. 151. Вып. 3. С. 96–122. DOI: [10.31857/S0869605522030029](https://doi.org/10.31857/S0869605522030029) [РИНЦ 0.668] Доля участия 0.8. Объем 1.63 печ. л.

Pekov I.V., Zubkova N.V., Galuskina I.O., Kusz J., Koshlyakova N.N., Galuskin E.V., Belakovskiy D.I., **Bulakh M.O.**, Vigasina M.F., Chukanov N.V., Britvin S.N., Sidorov E.G., Vapnik Y., Pushcharovsky D.Yu. Calciolangbeinite-*O*, a natural orthorhombic modification of $K_2Ca_2(SO_4)_3$, and the langbeinite–calciolangbeinite solid-solution system // Mineralogical Magazine. 2022. V. 86 (4). P. 557–569. DOI: [10.1180/mgm.2021.95](https://doi.org/10.1180/mgm.2021.95) [Impact Factor 2.131] Доля участия 0.5. Объем 0.75 печ. л.

На автореферат поступило 12 дополнительных отзывов, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой компетентностью и авторитетом в области минералогии, кристаллографии и геохимии, а также наличием публикаций в высокорейтинговых научных журналах в соответствующей сфере исследования за последние 5 лет.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук является научно-квалификационной работой, в которой автором получен ряд научно значимых результатов, из которых можно выделить следующие:

1) Впервые систематически изучены продукты апобазальтового газового метасоматоза в вулканических фумаролах окислительного типа. На материале из

фумарольных систем вулкана Толбачик выявлены и охарактеризованы пять ранее неизвестных типов высокотемпературных ($>450^{\circ}\text{C}$) газовых метасоматитов: (1) диопсид-эссенеитовые, (2) гаюин-диопсидовые, (3) анортоклазовые / На-санидиновые, (4) санидиновые и (5) санидин-фторфлогопитовые / фторфлогопитовые.

2) Впервые систематически исследованы сульфаты группы лангбейнита и вантгоффит фумарольного генезиса. Показано, что, в отличие от своих химически почти чистых аналогов из эвапоритов, эксгальсионные лангбейнит и вантгоффит характеризуются широким катионным изоморфизмом, особенно в части замещения Mg на другие двухвалентные катионы.

3) Охарактеризованы бораты: флюоборит, людвицит и юаньфулит нового фумарольного генетического типа. Показано, что для высокотемпературных фумарольных систем Толбачика характерна магнезиально-боратная минерализация, участками достаточно богатая, и все минералы бора здесь – это бораты с изолированными треугольными группами BO_3^{3-} и дополнительными анионами O^{2-} , F⁻ или Cl⁻.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Важными концентраторами магния в фумарольных системах вулкана Толбачик являются щелочно-магнезиальные сульфаты – минералы группы лангбейнита и вантгоффит. Для этих сульфатов фумарольного генезиса характерен широкий изоморфизм, в первую очередь, в части двухвалентных катионов: Mg замещается на Zn и Cu до 30 ат. % в лангбейните $\text{K}_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_3$ и до 20 ат. % в вантгоффите $\text{Na}_6\text{Mg}(\text{SO}_4)_4$; лангбейнит образует протяженный ряд твердых растворов с кальциолангбейнитом, вплоть до безмагнезиального конечного члена $\text{K}_2\text{Ca}_2(\text{SO}_4)_3$. Разрыв в изоморфном ряду между лангбейнитом и кубическим кальциолангбейнитом (кальциолангбейнитом-С), зафиксированный в диапазоне составов $\text{K}_2(\text{Mg}_{1.6-1.0}\text{Ca}_{0.4-1.0})(\text{SO}_4)_3$, обусловлен разницей в размерах катионов Mg^{2+} и Ca^{2+} , что подтверждается обнаружением распадных явлений. Кубическая модификация кальциолангбейнита при нормальных условиях в природе существует благодаря стабилизирующей примеси Mg, а полиморфный переход к ромбической модификации – кальциолангбейниту-О – происходит при уменьшении содержания минала $\text{K}_2\text{Mg}_2(\text{SO}_4)_3$ до значений ниже 5–10 мол. %.

2. Для высокотемпературных фумарольных систем Толбачика характерна магнезиально-боратная минерализация, участками весьма богатая. Минералы бора

здесь – это только бораты с изолированными треугольными группами BO_3^{3-} . В средних частях вертикального разреза фумарольной системы окислительного типа главным концентратором бора является флюоборит, представленный практически конечным фтористым членом $\text{Mg}_3(\text{BO}_3)\text{F}_3$, ранее достоверно не известным в природе, а с глубиной, в наиболее высокотемпературных зонах, его сменяют высокомагнезиальная разновидность людвигита и Mg-фторбораты группы рабдоборита.

3. В фумарольной системе окислительного типа в температурном интервале от 800–850 до 450–500°C происходит развитие по базальту специфических, не имеющих аналогов существенно силикатных газовых метасоматитов разного состава, среди которых выделяются пять типов: (1) диопсид-эссенеитовые, (2) гаюин-диопсидовые, (3) анортоклазовые / Na-санидиновые, (4) санидиновые и (5) санидин-фторфлогопитовые / фторфлогопитовые. Первые четыре типа последовательно сменяют друг друга в вертикальном разрезе фумарольных камер на фоне снижения температуры. При температурах ниже 450–500°C образуются высококремнистые газовые метасоматиты. С каждым типом метасоматитов сопряжены эксгаляционные инкрустации определенного минерального состава.

4. При газовой-метасоматической переработке базальта в фумаролах окислительного типа изменение (псевдоморфизация) кристаллов магматического оливина (Fo_{72-90}) происходит двумя путями: (а) путем т.н. окислительного распада – с образованием форстерита состава Fo_{90-100} (иногда вместе с “магнезиальным лайхунитом”) в парагенезисе с гематитом; (б) путем замещения минеральными агрегатами, не содержащими новообразованных оливиновых фаз. Смена главных компонентов в псевдоморфозах, возникших путем (б), по мере снижения температуры фумарольного газа происходит в последовательности, в целом демонстрирующей рост степени конденсации тетраэдрических кремнекислородных мотивов в минералах Si: [оливин] → [энстатит почти без Fe + гематит (\pm магнезиоферрит \pm фторэденит)] → [диопсид почти без Fe + гематит (\pm магнезиоферрит)] → [клиноэнстатит почти без Fe + гематит] или [эгирин-авгит \pm гематит] → низкоглиноземистые фтормагнезиальные слюды: [янжуминит почти без Fe + гематит] или [фтортетраферрифлогопит] → [кристобалит + гематит + тенорит].

На заседании 10 марта диссертационный совет принял решение присудить Булах Марии Олеговне ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человека, из них 10 докторов наук по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» (по геолого-минералогическим наукам), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 23, против -0, недействительных бюллетеней -0.

Председательствующий:

Заместитель председателя диссертационного совета МГУ.016.5
доктор геолого-минералогических наук, доцент

/Перчук А.Л./

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.016.5
доктор химических наук, профессор

Белоконева Е.Л.

10.03.2023

Также после защиты поступило еще 3 дополнительных отзыва на автореферат от

- главного научного сотрудника ФГБУН «Институт вулканологии и сейсмологии»
Дальневосточного отделения РАН д.г.-м.н. **Карпова Г.А.;**

- заведующего лабораторией метаморфизма и метасоматизма ФГБУН «Институт
геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии» РАН
д.г.-м.н. старшего научного сотрудника **Козловского Василия Михайловича;**

- главного научного сотрудника ФГБУН «Институт вулканологии и сейсмологии»
Дальневосточного отделения РАН д.г.-м.н. **Тарана Ю.А.**

Все отзывы положительные, без критических замечаний.

Заместитель председателя диссертационного совета МГУ.016.5
доктор геолого-минералогических наук, доцент

/Перчук А.Л./

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.016.5
доктор химических наук, профессор

Белоконева Е.Л.

13.03.2023