

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
**на диссертацию на соискание ученой степени**  
**кандидата геолого-минералогических наук**  
**Бенделиани Александры Алексеевны**  
**на тему: «Взаимодействие перидотита и материала океанической коры в**  
**условиях мантии Земли: результаты экспериментов»**  
**по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология»**

Проблема характеристики состава, эволюции и термального режима глубинных зон нашей планеты долгое время привлекает внимание исследователей, как в России, так и за рубежом. Экспериментальные исследования могут сыграть ключевую роль в решении многих вопросов, связанных с данной проблемой. Представленная на защиту работа является продолжением именно таких исследований. Целью работы было изучить индикаторные фазовые отношения и определить особенности ключевых твердофазных реакций и межфазового распределения главных элементов в многокомпонентных системах, моделирующих в определенной степени взаимодействие перидотита и материала океанической коры в условиях мантии Земли.

Полученные результаты позволили соискателю выявить определенные закономерности и сделать ряд интересных выводов: (i) По данным экспериментального моделирования мантийно-корового взаимодействия определены минеральные ассоциации, указывающие на возможность образования водосодержащих высокоглиноземистых фаз при участии метаосадочного материала на глубинах, соответствующих переходной зоне и нижней мантии Земли. (ii) Получены новые данные, которые позволили уточнить диаграмму фазовых отношений при изменении океанических осадков в диапазоне глубин от 220 до 670 км. Предложены принципиально новые реакции образования водосодержащих фаз, обсуждаемые в рамках анализа межфазового распределения главных и примесных элементов. (iii) В

результате изучения систем перидотит/базальт+K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O с добавлением Cr и Ti экспериментально установлена возможность образования титансодержащей слюды в результате привноса корового материала в мантию Земли в ходе субдукции, выявлены индикаторные особенности флогопита по содержанию примесных элементов.

Диссертация А.А. Бенделиани состоит из введения, пяти глав и заключения общим объемом 146 страниц, содержит 11 таблиц и 28 рисунков. Список литературы включает 382 наименования. Таблицы и некоторые пояснительные иллюстрации представлены в 7 приложениях. Стоит отметить, что работа аккуратно оформлена и хорошо структурирована.

Во введении сформулированы актуальность темы, формулируются цели и задачи, защищаемые положения, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы.

Глава 1 посвящена обзору имеющихся сведений о признаках корового материала в природных алмазах, описаны результаты экспериментов прошлых лет по изучению фазовых отношений в водосодержащих системах, приведен обзор данных по водосодержащим фазам мантии Земли, и результатов экспериментов по моделированию мантийно-корового взаимодействия. Несмотря, однако, на то, что в диссертационной работе основное внимание уделено рассмотрению фазовых ассоциаций, формирующихся при погружении океанических осадков на глубины переходной зоны и нижней мантии Земли, стоило бы уделить внимание и другим экспериментальным исследованиям мантийно-корового взаимодействия (например, работы Е. Кисеевой, М. Волтера, А. Шацкого и других).

В главе 2 приводится описание используемых методик эксперимента с использованием аппаратов высокого давления, процесса подготовки стартовых составов, методик изучения экспериментальных образцов, а также методов, используемых с целью компьютерного моделирования кристаллических структур флогопита.



Глава 3 и глава 4 посвящены результатам изучения четырех экспериментальных систем: GLOSS, GLOSS-перидотит, перидотит+K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O+Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, базальт+K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O+TiO<sub>2</sub>, а также результатам атомистического моделирования кристаллических структур Ti- и Cr-содержащих флогопитов. Главы содержат описание фазовых отношений в системах, охарактеризованы особенности состава фаз, синтезированных в контрастных по составу системах, соответствующих коровому и мантийному субстратам. Для системы GLOSS-перидотит рассмотрены особенности химической зональности, что позволило автору выделить парагенезисы, соответствующие обедненной Si и обогащенной Mg и Fe верхней части слэба и моделирующие карбонатизацию и гидратацию материала мантийного клина, обогащенного коровым осадочным компонентом (Ti, Mn, Si, Al, Ca). Приводятся результаты моделирования твердых растворов темных слюд, дана оценка изоморфной емкости флогопита по содержанию примесных ионов Ti<sup>4+</sup> и Cr<sup>3+</sup>, а также рассмотрено изменение геометрии структуры в зависимости от концентрации примеси.

В главе 5 приводится анализ, обобщение и сравнение с литературными данными основных результатов диссертационной работы. Рассматривается транспорт воды на различные глубины мантии Земли, установлены критерии привноса материала коры по составу минералов, образующих включения в природных алмазах. Необходимо, однако, отметить, что защищаемые положения сформулированы в очень общей формулировке и очевидно для отражения сути работы могли бы быть существенно конкретизированы. Декларируемые в первом положении образование карбоната не совсем очевидно, т.к. в широком диапазоне мантийных параметров многие из них не устойчивы. Совсем не понятно, что имеется в виду под вебстеритовым парагенезисом на глубинах переходной зоны и нижней мантии во втором положении.

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 1.6.3 – «Петрология, вулканология» (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, и оформлена согласно приложениям № 8, 9 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Бенделиани Александра Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология».

**Официальный оппонент:**

доктор геолого-минералогических наук,  
директор ФГБУН «Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН» (ИГГ УрО РАН)

ЗЕДГЕНИЗОВ Дмитрий Александрович

02.05.2023

Контактные данные:

тел.: +7(913)7577112, e-mail: zedgenizov

Специальность, по которой официально  
защищена диссертация:

25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых –  
это кандидатская

25.00.05 – минералогия, кристаллография

Адрес места работы:

620010, г. Екатеринбург, ул. Академика Вонсовского, д. 15,

ФГБУН «Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого  
Уральского отделения РАН» (ИГГ УрО РАН)

Тел.: +7(343) 287-90-10; e-mail: director@igg.uran.ru