

## Отзыв

официального оппонента кандидата геолого-минералогических наук  
Корешковой Марины Юрьевны на диссертацию Сапегинной Анны  
Валерьевны на тему «Термодинамические условия образования коровых  
ксенолитов из кимберлитовых трубок Удачная и Зарница Сибирского  
кратона», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-  
минералогических наук по специальности (1.6.3 – «петрология,  
вулканология»)

### *Актуальность избранной темы диссертации*

В диссертации Сапегинной Анны Валерьевны поднят важный вопрос о равновесности минеральных ассоциаций в ксенолитах нижнекоровых пород. В ксенолитах из докембрийских областей оценки температуры показывают обычно значения около 700°C и выше. При такой температуре скорости диффузии двухвалентных катионов достаточно высоки для того, чтобы сосуществующие минералы могли достичь равновесия. Тем не менее, зерна гранатов и пироксенов, иногда и плагиоклаза, демонстрируют изменение концентраций Fe, Mg, Al и Ca от центральных частей зерен к краевым. Предполагая локальные равновесия, можно рассматривать отдельно центральные и краевые части зерен или, как в представленной работе, "реперные" составы граната и краевые части клинопироксена. Таким образом, существует необходимость обоснования выбора равновесных составов для определения условий образования минеральных ассоциаций. Моделирование фазовых равновесий позволяет решить этот вопрос.

В значительной степени оценка P-T условий метаморфизма зависит от оценки количества трехвалентного железа в составе граната и Са-клинопироксена. Использование рассчитанных количеств всегда оставляет некоторую долю неопределенности, тем более что имеются разные способы расчета. Поэтому аналитические определения содержания трехвалентного железа представляют собой исключительно ценную информацию.

Корректная оценка параметров метаморфизма необходима для интерпретации геодинамической истории нижней коры и для понимания процессов ее образования и эволюции. Не менее важна оценка роли флюида при метаморфизме, его количество и состав. С учетом вышесказанного работа Сапегинной Анны Валерьевны является безусловно актуальной.

### *Структура и содержание диссертации*

Объем диссертации составляет 148 страниц и включает 125 страниц текста, 60 рисунков, 7 таблиц, список литературы и дополнительные материалы в пяти приложениях. Диссертация состоит из введения, 6 глав и заключения.

Введение посвящено общим вопросам строения, состава и происхождения нижней континентальной коры и общей характеристике

сибирских коровых ксенолитов. В первой главе приводится литературный обзор данных о коровых ксенолитах в кимберлитах и подробный обзор данных о сибирских коровых ксенолитах. Во второй главе охарактеризованы методы исследования. В третьей главе дано петрографическое описание пород в ксенолитах. В четвертой главе рассматривается состав главных и редких элементов в минералах ксенолитов. В пятой главе приведены результаты реконструкции условий метаморфизма. Шестая глава посвящена обсуждению результатов и включает сравнение результатов мёссбауэровской спектроскопии и электронно-зондового анализа, интерпретацию полученных Р-Т параметров образования мафических гранулитов, характеристику состава метаморфического флюида, тектоно-магматический сценарий формирования мафических гранулитов и объяснение образования симплектитов в образце из трубки Зарница. В заключении кратко изложены основные положения данной работы.

*Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации*

Насколько мне известно, до работы А.Л. Перчука и А.В. Сапегинной с соавторами (2022) не было получено удовлетворительных результатов моделирования фазовых равновесий для нижнекоровых ксенолитов. Для сибирских ксенолитов соискателем впервые установлены Р-Т- $f_{O_2}$  параметры образования минеральных ассоциаций с помощью моделирования фазовых равновесий.

В ксенолите гранулита из кимберлитовой трубки Зарница описаны два типа симплектитов, образованных на разных стадиях перемещения гранулита к поверхности, и определены Р-Т условия их образования.

Соискателем получены новые аналитические определения содержания трехвалентного железа в клинопироксенах из коровых ксенолитов трубки Удачная. Проведено сравнение отношения  $Fe^{3+}/\sum Fe$ , измеренного с помощью мёссбауэровской спектроскопии и полученного при пересчёте анализов клинопироксенов на кристаллохимические формулы. В результате установлено, что кристаллохимические пересчёты позволяют достаточно корректно оценивать содержание  $Fe^{3+}$  в клинопироксенах из ксенолитов гранулитов.

*Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации*

Защищаемые положения обоснованы вполне. Достоверность результатов не вызывает сомнений.

*Дискуссионные положения и замечания к диссертации*

Неточность терминологии, используемой соискателем, дает множество поводов для замечаний. Автор защищает положения о мафических гранулитах, а при описании пород использует термин «гранофельс» без каких-

либо пояснений. Или, например, сочетание «неэклогитовые клинопироксены» может характеризовать эгирин или титан-авгит.

Соискатель смешивает термины, характеризующие химический состав, и термины, характеризующие модальный состав пород, как например, в предложении «...слой на глубинах 38-42 км состоит из средних и мафических гранулитов...» и так далее в тексте, что показывает, что термин «мафический» использован в смысле «основной», а «фельзический» в смысле «кислый», тогда как это не синонимы.

В работе не приведены значения плотности минералов, использованные при расчете эффективного состава пород.

Утверждение «Породы ксенолитов мафических гранулитов из кимберлитовой трубки Удачная Сибирского кратона были сформированы в условиях нижней и средней коры при температуре 600-650°C и давлении 0.8-1.0 ГПа» верно лишь отчасти, поскольку автор приводит в работе данные о частичном сохранении ранней высокотемпературной ассоциации. Справедливым было бы утверждение, что данные параметры отражают условия образования краевых частей зерен породообразующих минералов.

По моему мнению, утверждение о том, что центральные части (ядра) зерен Са-клинопироксена кристаллизовались на магматической стадии обосновано недостаточно. Наличие ламелей Fe-Mg-пироксена безусловно свидетельствует о более высокой температуре образования ядер по сравнению с краевыми частями зерен. Возможно, образование ядер происходило при 850-990°C, как определено соискателем для ильменита с ламелями титаномагнетита. Однако эти значения ниже диапазона температур кристаллизации клинопироксена из расплава базальтового состава (например, Villiger et al., 2004). Другие доказательства в работе не приводятся, а измеренные концентрации редкоземельных элементов не подтверждают магматическое происхождение клинопироксена. Тем не менее, это интересное предположение, заслуживающее дальнейшего изучения.

Диссертация Сапегинной Анны Валерьевны на тему «Термодинамические условия образования коровых ксенолитов из кимберлитовых трубок Удачная и Зарница Сибирского кратона» является научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной задачи определения термодинамических условий образования минеральных ассоциаций в коровых ксенолитах, что имеет существенное значение для специальности 1.6.3 – «петрология, вулканология».

По своей актуальности, новизне, научно-практической значимости диссертация Сапегинной Анны Валерьевны на тему «Термодинамические условия образования коровых ксенолитов из кимберлитовых трубок Удачная и Зарница Сибирского кратона» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук согласно пп. 9-14 «Положение о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в редакции Постановлений Правительства РФ от 21.04.2016 № 335, от 01.10.2018 № 1168),

а её автор Сапегина Анна Валерьевна достойна присуждения искомой ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности (1.6.3 – «петрология, вулканология»).

*Институт наук о Земле  
Санкт-Петербургского государственного  
университета  
к.г.-м.н., доцент*



*Корешкова М.Ю.*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»,  
199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб. 7-9,  
Тел.: 8-812-323-62-61, e-mail: m.koreshkova@spbu.ru

