

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
**на (о) диссертацию(и) на соискание ученой степени**  
**кандидата геолого-минералогических наук Искриной Анастасии**  
**Витальевны**  
**на тему: «Фазовые отношения в системах с участием оксидных фаз**  
**переходной зоны и нижней мантии Земли»**  
**по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология»**

Моделирование фазовых превращений в океанических базальтах в процессе их субдукции на мантийные глубины вплоть до  $P$ - $T$  параметров переходной зоны и нижней мантии является важной задачей в области наук о Земле. В рамках этой задачи изучение фазовых отношений в системах  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3$  с участием оксидных фаз с постшпинелевыми структурами представляет особую актуальность в виду их малой изученности и потенциальной важности в качестве концентраторов трехвалентных катионов (алюминия, хрома, железа). Выдвинутые диссертантом на защиту положения хорошо сформулированы и полностью обоснованы материалом диссертационной работы. Защищаемые положения основаны на экспериментальных данных и результатах полуэмпирического моделирования, которые получены впервые. Материалы работы опубликованы в трех статьях в рецензируемых научных журналах, *Lithos*, *Physics and Chemistry of Solids* и *Геохимия*.

Первая глава диссертационной работы посвящена аналитическому обзору сведений о постшпинелевых фазах. В данной главе приводится информация о распространенности постшпинелевых фаз в природе, во включениях в алмазе, в импактных кратерах, метеоритах и в измененных ксенолитах из щелочных базальтов. Также глава содержит исчерпывающую информацию о результатах предшествующих экспериментальных исследований постшпинелевых фаз фиксированного состава, а также твердых растворов.

Вторая глава содержит информацию о методике экспериментов и изучения образцов. Первая подглава содержит общую информацию о методике проведения многопуансонных экспериментов. Материал изложен последовательно и хорошо проиллюстрирован. К недостаткам можно отнести недостаток деталей, тип керамики ячейки высокого давления, материал и размер деформируемых уплотнений, марка карбида вольфрама (материала пуансонов). Эта информация важна для того, чтобы можно было воспроизвести эксперименты и поэтому ее обычно приводят в научной литературе. Не вполне ясно в стехиометрических пропорциях чего намешивали стартовые составы. В Таблице 3 упущена единица измерения нагрузки пресса. Вторая подглава посвящена методике экспериментов с алмазными наковальнями. Материал изложен последовательно и подробно. Нет информации о толщине “прокладок”. В главе методика нет информации о размере монокристаллов для экспериментов с алмазными наковальнями, хотя эти данные приводятся в главе результаты. Рекомендации по стилистике. “путем резкого снижения мощности аппарата” – лучше “путем отключения напряжения, подаваемого на нагреватель”. “направляющие блоки” – лучше “нажимные плиты”. “гаскета”, “прокладка” – можно использовать термин “деформируемое уплотнение”. “...очень большой градиент напряжений”. В научной литературе определения желательно сопровождать численными значениями, либо не использовать вовсе. Третья подглава содержит детальную информацию об анализе экспериментальных образцов методами сканирующей электронной микроскопии, микронзондового анализа, монокристаллической рентгеновской дифракции и КР-спектроскопии. Помимо этого приводится информация о методике кристаллохимического моделирования и расчетов, а также исследований с использованием синхротронного излучения.

Глава 3 посвящена результатам экспериментов. В главе изложены результаты многопуансонных экспериментов в системах  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3$ . Приводятся результаты микронзондового

анализа и монокристалльной съемки. Глава также содержит результаты *in situ* рентгенографических исследований уравнения состояния  $\text{Ca}(\text{Fe},\text{Al})_2\text{O}_4$ . Исследования проведены до давления 61 ГПа. Уравнение состояния демонстрирует резкое уменьшение объема на ~7% при давлении около 50 ГПа, связанное с изменением спинового состояния Fe(III) по механизму изоструктурного фазового перехода. В подглавах 3.1 и 3.2 желательно уточнить мольные соотношения оксидов в стартовых смесях, так же как это сделано в подглаве 3.3. В подглавах 3.1 и 3.2 не приводятся P-T параметры экспериментов. Глава результаты также содержит данные КР спектроскопии полученные *in situ* при давлениях до 30 ГПа и комнатной температуре для  $\text{Mg}(\text{Cr},\text{Al})_2\text{O}_4$  и  $\text{Mg}(\text{Cr},\text{Al})_2\text{O}_4$ . Для лучшего восприятия информации на КР спектрах стоит указывать положение полос. В заключительной подглаве рассказывается о результатах кристаллохимического моделирования бинарных твердых растворов постшпинелевых фаз, результаты которого легли в основу третьего защищаемого положения.

Глава 4 посвящена обсуждению результатов экспериментов. Глава начинается с обсуждения литературных данных о растворимости алюминия в породообразующих нижнемантийных минералах, бриджманите и дэйвмаоите. Также обсуждаются иные фазы-концентраторы алюминия, К-голландит, CAS, NAL, а также постшпинелевые фазы. Вторая подглава посвящена обсуждению результатов автора об особенностях состава и условиях стабильности фаз в системе  $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3$ , которые легли в основу первого защищаемого положения. Третья подглава посвящена обсуждению спинового перехода и сжимаемости различных мантийных фаз. Сопоставлены результаты сжимаемости постшпинелевых фаз различного состава в результате чего сформулировано второе защищаемое положение. Заключительная подглава посвящена обсуждению результатов моделирования составов мантийных постшпинелевых фаз, которые легли в основу третьего защищаемого положения.

В целом работа представляет собой целостное произведение. Текст хорошо выверен и организован. Работа включает в себя широкий комплекс исследований (многопуансонные эксперименты, эксперименты на алмазных наковальнях, включая *in situ* синхротронные исследования и КР спектроскопию, а также квантовохимическое моделирование. Работа оставляет исключительно положительное впечатление.

Указанные замечания имеют технический характер и 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, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Искрина Анастасия Витальевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология».

Официальный оппонент:

г.н.с. Лаборатории геохимии мантии Земли, доктор геолого-минералогических наук, ГЕОХИ РАН

«Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского»

Шацкий Антон Фарисович

Контактные данные:

тел.: 7(913)3856120 

Специальность, по

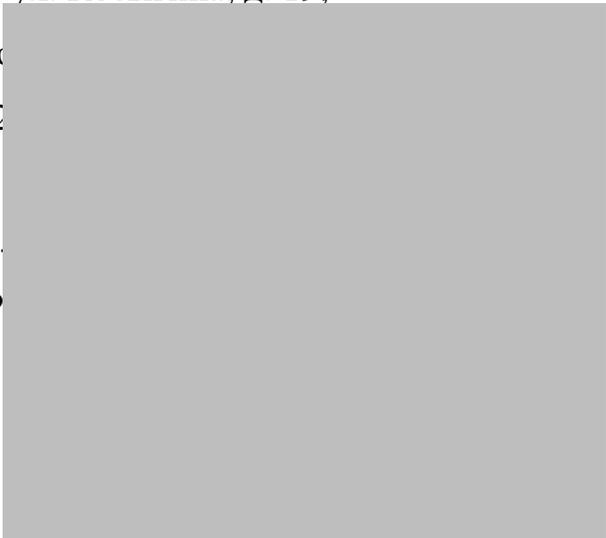
защищена диссертация:

25.00.05 – Минералогия, кристаллография

Адрес места работы:

119991, г. Москва, ул. Косыгина, д. 19,

ГЕОХИ РАН, Лаб

Тел.: +7 913385612 

Подпись сотрудника

Шацкого А.Ф. удосто

кадровый работник