

## Отзыв

на автореферат диссертации Мартиросян Н.С. «*Экспериментальное исследование взаимодействия карбонатов кальция и магния с металлическим железом при температурах и давлениях мантии Земли*», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05-минералогия, кристаллография

Представленная к защите диссертация посвящена одной из интереснейших и все еще недостаточно изученной проблеме существования в мантии Земли карбонатов – главных минералов-концентраторов углерода, их стабильности при  $P$ - $T$  и окислительно-восстановительных условиях верхней и нижней мантии. Исходя из стабильности в этих условиях железа и его влияния на восстановление карбонатов автором проведено экспериментальное исследование взаимодействия карбонатов кальция и магния с металлическим железом, определяющим стабильность карбонатов. Экспериментальные исследования выполнены автором в зарубежных лабораториях (Япония, США) на высоком аппаратурном и методическом уровнях, в широком интервале температур, от 750 до 1600°C и давлений 6-150 ГПа. Закалочные эксперименты при 6 и 16 ГПа проводились на многопуансонных аппаратах высокого давления, эксперименты *in situ* в диапазоне давлений 70–150 ГПа с использованием алмазных ячеек. Образцы были проанализированы современными методами, включая рентгеновской дифрактометрии, просвечивающей электронной микроскопии, методами, электроннозондового анализа и рамановской спектроскопии.

В автореферате приводится достаточно полное описание методики экспериментов, дан качественный обзор состояния проблемы, включая существующие данные о стабильности карбонатов при высоких  $P$ - $T$  параметрах, их роли в мантийных процессах, приведены сведения о физико-химических особенностях карбонатных систем, а также известные экспериментальные данные по реакциям в системах карбонат-железо.

В результате проведенных экспериментальных исследований взаимодействия карбонатов Mg, Ca, гидромагнетита с металлическим Fe для каждой из систем выявлены особенности строения реакционной зоны, ее размер, минеральный состав в зависимости от времени эксперимента, температуры, предложены уравнения протекающих при взаимодействии химических реакций.

К числу несомненных достижений, имеющих важное научное и прикладное значение можно отнести результаты исследований кинетики реакций карбонат-Fe с выделением процесса, лимитирующего скорость реакций при взаимодействии, а также оценка констант скорости протекающих реакций. Представляет интерес использование полученных кинетических параметров для оценки размеров реакционной зоны на границе

перидотит- океаническая плита при  $P-T$  параметрах "горячей" субдукционной геотермы. В итоге автором сделан вывод о том, что скорость реакций в системах карбонат-Fe лимитируется диффузией, а размеры реакционной зоны не превышают 20 м. Несомненный интерес представляет также вывод, что из-за кинетики реакций в системах карбонат-железо восстановление карбонатов металлическим железом не будет оказывать значительного влияния на сохранение карбонатов в погружающейся океанической плите. В качестве замечания, автору следовало бы, кроме ссылок на многочисленных авторов, кратко охарактеризовать базовые принципы, позволяющие выделить по типу кинетической кривой лимитирующую реакцию при взаимодействии, а с помощью кинетического уравнения Таммана, определить константы скорости реакций с размерностью  $m^2/секунда$ . Объем автореферата (19 стр) позволяет это сделать. Это замечание не является критическим, и, в целом, проведенное исследование может быть оценено достаточно высоко.

Основные результаты Мартиросян Н.С., отраженные в четко сформулированных защищаемых положениях, обоснованных экспериментальным материалом, обладают научной новизной и вносят весомый вклад в понимание фазовых соотношений карбонатов в мантии Земли, их стабильности при  $P-T$  и окислительно-восстановительных условиях верхней и нижней мантии. Полученные автором результаты имеют важное практическое значение и безусловно найдут широкое применение для построения численных моделей стабильности карбонатов в мантии и форм нахождения в ней углерода. Опубликованные работы полностью характеризуют тематику диссертации. Представленная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Горбачев Николай Степанович, доктор геолого-минералогических наук, геохимия, Институт экспериментальной минералогии РАН, главный научный сотрудник.

142432 г. Черноголовка, Московской обл., ул. Академика Осипяна 7, тел. 8-86552-49-487, [gor@iem.ac.ru](mailto:gor@iem.ac.ru)

29 ноября 2017 г.

*Подпись Н.С. Горбачева заверяю*  
Зав. канцелярией ИЭМРАН



*Е.Л. Тихомирова*