

**Отзыв на автореферат диссертации Марии Дмитриевны Щеклеиной**  
**“Кварц как индикатор предэруптивных условий существования кислых магматических очагов”**, представленной на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности “1.6.3 – Петрология, вулканология”

Диссертационная работа Марии Дмитриевны Щеклеиной посвящена важной петрологической проблеме: определению термодинамических условий существования магматических расплавов. Эта проблема фундаментальная, но, поскольку предмет исследования – вулканические очаги, то она значима и для понимания условий извержений, то есть имеет и прикладное значение. Работа является важным шагом к решению этой проблемы. В ней представлены не только новые факты, полученные автором диссертации, но предложены подходы к их интерпретации, а также важный инструмент, необходимый для подобных исследований. Этот инструмент, в свою очередь, использован для анализа полученных фактов. Результаты исследований опубликованы в четырёх статьях и представлены на значимых конференциях.

К автореферату диссертации есть некоторые вопросы и замечания:

1. На графике (рис. 1), отображающем соответствие калибровки ликвидусного кварц-расплавного термометра, описываемого в первом защищаемом положении, показаны температуры вплоть до 1650°C при разных давлениях. Однако при таких температурах и низких давлениях устойчив не кварц, а тридимит и кристобалит, а при высоких давлениях (3–3.5 ГПа) устойчив коэсит. Пригодно ли предложенное в работе уравнение для этих минералов? Как учитываются в уравнении фазовые переходы между полиморфными разновидностями кремнезёма, включая  $\alpha$ – $\beta$  переход в кварце? Или это уравнение пригодно для всех фаз кремнезёма? Про это в автореферате ничего не сказано.
2. На вхождение малых примесей в минерал влияет скорость его кристаллизации. Такое влияние может быть значительным для порфировых вкрапленников в вулканиках, часто кристаллизующихся при высокой неравновесности в системе. Как возможный кинетический эффект учитывается при выводе и последующем применении кварц-расплавного термометра?
3. В автореферате описаны эксперименты по нагреву включений, в ходе которых появляется кристобалит. В подписи к рис. 2 говорится о нагреве до 1200°C, но при этой температуре стабильными фазами являются либо тридимит, либо  $\beta$ -кварц, а не кристобалит. Является ли возникающий кристобалит метастабильным? Влияет ли на его появление кинетика нагрева? Отмечены ли тридимит или  $\beta$ -кварц как продукт кристаллизации расплава? Если да, то как их образование и последующий переход в  $\alpha$ -кварц сказываются на включениях и на содержании примесей?
4. На рис. 2 отчётливо видны трещины вокруг включений, свидетельствующие о росте давления в них при нагреве (вероятно, в результате дегидратации). Есть ли оценки величины избыточного давления (сверхдавления), возникавшего во включениях? Учитывалось ли влияние этого сверхдавления на фазовые равновесия?
5. При термометрическом изучении кварцев в природных вулканиках (глава 5) использована калибровка термометра TitaniQ по работе Wark & Watson (2006). Однако эта калибровка выполнена для давления 1 ГПа. Последующие исследования (Остапенко и др., 2007; Thomas et al., 2010; Huang & Audetat, 2012; Osborne et al., 2022) показали, что

растворимость Ti в кварце сильно зависит от давления, так что использовать калибровку WW06 для широкого диапазона давлений, тем более кварца, кристаллизовавшегося при низком давлении, не стоит. Другая проблема для этого термометра – недостаточное обоснование используемой в расчётах величины активности  $TiO_2$  в системе в отсутствие рутила (значение  $a_{TiO_2} = 1$  в системе без рутила точно не применимо).

Несмотря на приведённые замечания, диссертант демонстрирует в работе уровень квалификации, соответствующий искомой учёной степени. Диссертация “Кварц как индикатор предэруптивных условий существования кислых магматических очагов” отвечает требованиям Положения о присуждении учёных степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова, предъявляемым к работам на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук, а содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.3. “Петрология, вулканология”. Автор диссертации, Мария Дмитриевна Щеклеина, заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.

Павел Яковлевич Азимов ([pavel.azimov@mail.ru](mailto:pavel.azimov@mail.ru)),  
кандидат геолого-минералогических наук,  
старший научный сотрудник Лаборатории петро- и рудогенеза  
Институт геологии и геохронологии докембрия Российской Академии наук (ИГГД РАН).  
199034, Россия, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 2.  
Интернет-сайт: <https://www.ipgg.ru/>  
Телефон: 8 (812) 328-47-01.

Я, Павел Яковлевич Азимов, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

8 декабря 2025 г.

