

Отзыв

официального оппонента

на диссертационную работу РЕЗВУХИНОЙ Ольги Владимировны «Минералогия и условия образования алмазоносных кианитовых гнейсов участка Барчинский (Кокчетавский массив)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 «минералогия, кристаллография»

Диссертационная работа О.В. Резвухиной посвящена изучению кианитовых гнейсов участка Барчинский (Кокчетавский массив), которые, по сути, являются новой разновидностью алмазоносных метаморфических пород. В ходе работы диссертантом выявлены их минералого-петрографические особенности и установлены условия образования. Значительное внимание было уделено изучению аксессуарных минералов кианитовых гнейсов, таких как графит и алмаз, рутил, апатит, монацит, турмалин, циркон и др. В итоге, автору удалось предложить вполне обоснованный вариант реконструкции метаморфической истории высокобарических пород рассмотренного участка.

В основе работы лежат результаты исследования представительной коллекции алмазоносных кианитовых гнейсов, собранной автором *лично* в течение пяти сезонов полевых работ (2014–2018 гг.) на участке Барчинский (Кокчетавский массив), а также образцов алмазоносных кианитовых гнейсов, предоставленных научным руководителем. С 2014 по 2021 г. диссертантом *самостоятельно* проводились пробоподготовка, лабораторные и аналитические исследования алмазоносных кианитовых гнейсов. В ходе работы был применен широкий комплекс методов исследования вещества, включающий в себя оптическую микроскопию, электронно-зондовый микроанализ и сканирующую электронную микроскопию, методы катодолюминесценции и дифракции отраженных электронов, спектроскопию комбинационного рассеяния и масс-спектрометрию вторичных ионов.

Актуальность работы связана с тем, что, несмотря на хорошую, в целом, изученность Кокчетавского алмазоносного массива и обширную экспериментальную базу, метапелиты, метаморфизованные в условиях алмазной субфации глубинности, остаются одним из наименее изученных типов пород. Именно такие породы широко распространены на участке Барчинский, и реконструкция минеральных реакций на разных этапах метаморфических преобразований представляется весьма важной задачей не только для Кокчетавского массива, но и для понимания процессов ультравысокобарного метаморфизма в целом.

Научная новизна и практическая значимость работы не вызывают сомнений. В диссертации впервые определены особенности внутреннего строения порфиробластов кианита из алмазоносных кианитовых гнейсов участка Барчинский и реконструирована стадийность их кристаллизации. Изучены включения в аксессуарных цирконе и рутиле, называемых автором «минералами-контейнерами», что позволило диссертанту впервые реконструировать прогрессивную часть РТ-тренда эволюции Кокчетавских алмазоносных пород

метапелитового состава. Показано, что эти минералы способны сохранять реликтовые ассоциации, образованные на прогрессивном этапе метаморфизма.

Результаты диссертационной работы О.В. Резвухиной могут быть использованы для реконструкции условий образования метапелитов сверхвысоких давлений в алмазонасных комплексах, а также геодинамического моделирования процесса эксгумации таких пород в зонах субдукции. Диссертантом расширен круг породообразующих и акцессорных минералов, которые могут быть использованы для реконструкции различных этапов, запечатленных в породах со сложной термально-метаморфической историей. Впервые показано, что кианит и рутил в породах алмазной субфации метаморфизма способны сохранять твердофазные включения, захваченные на прогрессивном этапе, пике метаморфизма и регрессивном этапе.

В целом, диссертация О.В. Резвухиной состоит из введения, пяти глав, заключения, списка цитированной литературы из 217 наименований и приложения. Объем диссертации составляет 137 страниц, в том числе 45 рисунков и 12 таблиц.

Во **Введении** автор диссертации показывает актуальность работы, определяет ее цели и задачи, характеризует фактический материал и методы исследования, рассматривает научную и практическую значимость полученных результатов, приводит данные об апробации работы на различных международных и отечественных конференциях и в публикациях и указывает долю личного вклада в исследование. Далее во Введении формулируются три защищаемых положения, которые доказываются в последующих пяти главах.

В **Главе 1** систематизированы литературные данные для природных и экспериментально изученных систем, моделирующих поведение вещества континентальной коры при высоких давлениях и температурах. Рассмотрены возможные сценарии частичного плавления материала континентальной коры и особенности фазовых превращений (включая полиморфные модификации С и SiO₂), происходящих в ходе глубинной субдукции пород пелитового состава. Этот раздел работы написан довольно подробно и, в целом, дает хорошее представление о современном состоянии изучаемой автором диссертации проблемы. *В качестве замечания можно отметить следующее: в тексте необоснованно много внимания уделяется рассмотрению включений (гранат, моноклинный пироксен) в природных кимберлитовых алмазах. Сравнение с минералами алмазонасных метаморфических комплексов, действительно, бывает оправдано, но далее, при обсуждении результатов исследований, эти данные практически не используются.*

Глава 2 содержит обзор аналитических методов, использованных в работе: оптическая и сканирующая электронная микроскопия, рентгеноспектральный микроанализ, КР-спектроскопия, масс-спектрометрия вторичных ионов, U-Pb ID-TIMS датирование, катодолуминесценция. Этот раздел диссертации хотя и написан довольно кратко, однако характеризует все использованные в работе методы исследования и показывает, для решения каких задач использован тот или иной метод. К данной главе замечаний нет.

Глава 3 посвящена описанию геологического положения Кокчетавского массива, и содержит краткую характеристику участка *Барчинский* как части Кумдыкольского алмазонасного блока. Охарактеризованы главные типы пород этого района и показана широкая распространенность кианитовых гнейсов среди других типов высокобарических пород, особенно в юго-западной части

рассматриваемого района. Глава написана довольно кратко, и в качестве замечания я бы выделил отсутствие в ней сведений о природе протолита кианитовых гнейсов.

Глава 4 является основным разделом работы, как по объему, так и по наполненности фактическим материалом. В ней автор приводит детальную минералого-петрографическую характеристику изученных пород, обсуждает составы и зональность минералов. Особое внимание уделяется описанию и типизации кианита и рутила. Эти минералы справедливо рассматриваются диссертантом в качестве «контейнеров», сохраняющих ультравысокобарные минеральные ассоциации. **Безусловно, данные находки являются очень важным достижением диссертанта.** Вместе с тем, хотелось бы узнать мнение автора, какие именно особенности этих фаз придают им свойства «контейнеров». Есть также некоторое несоответствие между первым защищаемым положением («подавляющее большинство включений коэсита и алмаза было обнаружено в кианите, тогда как в гранате и цирконе (признанных минералах-«контейнерах» они редки»), а также текстом и иллюстрациями этой главы, из которых следует широкая распространенность таких минералов именно в гранате и цирконе (например, «домены циркона (III) содержат многочисленные включения алмаза, коэсита...», с. 54). Несколько дополнительных вопросов и замечаний по тексту данной главы: 1. Почему кианит в породах приурочен к лейкократовым прослоям, и какова природа этих прослоев в изученных гнейсах? 2. Каким образом была установлена ассоциация микроалмазов в рутиле с Mg-кальцитом и CO_2 ? 3. Какой смысл в столь подробной характеристике коронарных структур с участием монацита, если они дают только очень приблизительные оценки P-T-параметров? 4. Мне кажется, что результаты определения возраста рутила (с. 84), еще одно важное достижение настоящей работы, следовало рассмотреть более подробно, может быть в отдельном разделе, а не смешивать их с минералого-петрографической характеристикой пород. 5. Какова причина столь высоких концентраций титана (до 0,25 ф.е.) в мусковите, образующем включения в гранате, хотя в самом гранате титана очень мало?

В **Главе 5** диссертантом проведена реконструкция условий образования и эволюции алмазоносных кианитовых гнейсов Участка Барчинский. Используя полученные в работе данные, результаты экспериментальных работ и расчетов P-T-параметров с использованием геологических термометров и барометров, диссертант делает попытку воссоздать субдукционную историю пород, в том числе ее прогрессивный этап, который в значительной степени затушеван более поздними процессами. Как уже было отмечено выше, сильной стороной работы является то, что в ней были задействованы данные по определению условий стабильности акцессорных минералов (циркона, рутила, турмалина, алланита, монацита). Несомненным достижением диссертации, отраженным в данной главе, является оценка скорости эксгумации алмазоносных кианитовых гнейсов от уровня пика метаморфизма до условий амфиболитовой фации (1,3–1,5 см/год). К этому разделу у меня имеется два общих замечания, связанных с его краткостью и приблизительностью P-T оценок. Хочется верить, что в дальнейшей работе диссертант расширит арсенал термодинамических методик для этого интересного объекта.

