

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Абдрахманова Ильнура Альбертовича «ЭВОЛЮЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНУЛИТОВ ОАЗИСА БАНГЕРА, ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Представленная работа посвящена одному из актуальных направлений петрологических исследований – реконструкции процессов формирования и эволюции метаморфических пород. Метаморфизм является одним из основных индикаторов эндогенных процессов, а его корреляция с данными магматизма, тектоники и результатами численного моделирования является ключом к пониманию общей последовательности глобальных геологических событий в развитии литосферы. Получаемая при этом информация играет важную роль при обосновании природы процессов метаморфизма и анализе тектонических обстановок их проявлений.

Древнейшие гранулитовые комплексы, широко представленные на щитах и в кристаллическом основании платформ, дают ценную информацию о составе, росте и степени преобразования континентальной коры, сформированной на ранних этапах развития Земли. В этой связи особый интерес представляет проведенное автором исследование ультравысокотемпературных (УНТ) метапелитовых гранулитов оазиса Бангера (Восточная Антарктида), имеющих первостепенное значение для понимания процессов эволюции нижней коры и корово-мантийного взаимодействия. Проявления этого метаморфизма в региональном плане свидетельствуют о наличии в пределах нижней коры аномально разогретых зон/повышенного теплового потока, которые часто не учитываются в современных тектонических и реологических моделях.

Соискатель владеет всей совокупностью данных о геологии и тектонике объекта исследования, понимает задачи и обладает знаниями, как успешно их решать. В работе на основе комплексного минералого-геохимического исследования выявлены главные закономерности эволюции минерального состава метапелитовых гранулитов региона, уточнены условия метаморфизма, построены P – T траектории и дана геодинамическая интерпретация полученных результатов. На защиту вынесены три защищаемых положения, всесторонне обоснованные комплексом минералого-петрографических и минералого-геохимических прецизионных методов, детальными исследованиями микроструктурно-текстурных особенностей агрегатов индикаторных минеральных фаз и их химических составов, несущих информацию об экстремальных P – T условиях минеральных равновесий гранулитового метаморфизма. Важнейшие результаты получены в результате изучения закономерно-ориентированных включений рутила и герцинита в кварце с обоснованием распада высокотемпературного твердого раствора при $T=1000$ °C. Поставленная цель и задачи исследования выполнены, защищаемые научные положения хорошо сформулированы и представляются достаточно обоснованными фактическим материалом, комплексным методическим подходом, включающим выполненные на высоком современном уровне минералого-петрологические исследования с применением современных методов исследования.

Тем не менее у меня есть ряд пожеланий и уточнений по некоторым вопросам, которые могут быть полезны автору в дальнейших исследованиях. Ниже перечислю мои краткие размышления по наиболее дискуссионным проблемам, которые, как острые углы, тяжело обойти.

(1) В автореферате практически отсутствует информация о геологии региона и составе пород комплекса. Также нет изотопных датировок процессов метаморфизма, что не позволяет провести корреляцию с другими метаморфическими комплексами Антарктиды. В мире известно около 50 УНТ метаморфических комплексов,

ОТЗЫВ

ВХ, № 9-338 от 11.11.25
АУ УС

характеризующихся преимущественно магнезиально-глиноземистым составом протолита. Гораздо реже такие проявления встречаются в породах другого химического состава, что повышает интерес к их исследованию. К сожалению в автореферате нет информации о петрохимических особенностях изученных метапелитовых гранулитов, анализ которой мог указывать на обнаружение перспективных объектов высокоглиноземистого сырья с развитием силлиманита. Интерес к этим комплексам обусловлен прикладными аспектами. Минералы группы силлиманита – кианит, андалузит и силлиманит – развиты в пределах изученного комплекса, представляют особый интерес для производства глинозема, силумина и алюминия.

(2) Мы изучали УНТ гранулитовые комплексы Ангара-Канского блока Енисейского кряжа и Анабарского щита (Лиханов и др., 2016; Ножкин и др., 2018). В этих работах приведена эволюция P - T параметров с ходом “против часовой стрелки” при высоком градиенте до 200°C/кбар, указывающая на развитие УНТ парагенезисов при сильном прогреве 900-1000°C с последующим субизобарическим остыванием в условиях длительного охлаждения на средне-нижнекоровых уровнях глубинности. Такие условия отвечают обстановкам внутриплитного растяжения, сопровождаемого андерплейтингом базитовых расплавов. Подобный механизм растяжения представляется как увеличение мощности коры за счет поступления и кристаллизации мантийных и нижнекоровых расплавов в обстановках внутриконтинентальных рифтов с последующим медленным остыванием на глубинах, соответствующих нижним и средним горизонтам континентальной коры (Reverdatto et al., 2019). В этой связи странным и непонятным выглядит рост давления на поздней ретроградной стадии P - T тренда в изученных гранулитах В.Антарктиды. Мне неизвестен тектонический механизм, который может приводить к повышению давления при снижении температуры.

(3) Вызывает некоторые сомнения определение температур проградной ветви метаморфизма с применением геотермометра, основанного на содержании титана в биотите из включений в гранате. Поскольку минеральные ассоциации проградного этапа обычно не сохраняются при УНТ метаморфизме. И вообще каждый этап метаморфических преобразований следует доказывать микротекстурными соотношениями между минералами, изменениями химических особенностей или минеральными реакциями в рамках обычного парагенетического анализа. Как это принято в современной петрологической литературе. Иначе, практически невозможно решить вопрос о принадлежности того или иного P - T тренда к конкретному метаморфическому событию, что приводит к геодинамическим спекуляциям. Да, фазовые P - T диаграммы могут рассказать нам о том, что теоретически должно происходить при термодинамическом равновесии в породе заданного химического состава. Часто эти псевдосечения отображают устойчивые минеральные ассоциации для специфического химического состава породы в определенном P - T диапазоне. К сожалению, они имеют большие ограничения в приложении к процессам термодинамического переуравновешивания системы или в условиях термодинамической неравновесности при метаморфизме.

В заключение следует отметить, что сделанные замечания относятся к разряду дискуссионных и не снижают общей положительной оценки представленной работы.

В целом же работа оставляет хорошее впечатление, как от качества материалов, так и от предложенных интерпретаций. Она содержит новую интересную информацию и посвящена рассмотрению весьма актуальных вопросов. Я высоко оцениваю научные результаты. Автореферат написан ясным научным языком, а достоверность выводов подтверждается богатым фактическим материалом, скрупулезностью минералогическими и геохимическими исследованиями, разнообразием методических подходов исследования вещества и глубоким анализом полученной информации.

Полученные автором результаты отражены в статьях, опубликованных в престижных отечественных и зарубежных журналах, неоднократно обсуждались на совещаниях различного ранга и хорошо известны специалистам.

Диссертация «Эволюция минерального состава и условия формирования гранулитов оазиса Бангера, Восточная Антарктида», представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – *Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых* соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор – *Абдрахманов Ильнур Альбертович* – заслуживает присуждение ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – *Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых*.

Лиханов Игорь Иванович

Доктор геолого-минералогических наук

Ведущий научный сотрудник

Лаборатория метаморфизма и метасоматоза

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук

630090, г. Новосибирск, пр. ак. Коптюга, д.3

<https://www.igm.nsc.ru/>

e-mail: likh@igm.nsc.ru

тел: 8-913- 935-39-16



Я, Лиханов Игорь Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.
«24» октября 2025 г.

Подпись Лиханова Игоря Ивановича заверяю (заведующая канцелярией Шипова Евгения Евгеньевна).



ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ

Д.С. ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

ШИПОВА

К.В.

24.10 2025