

## **Отзыв официального оппонента**

**на диссертацию Митяева Александра Сергеевича «ФЛЮИДНО-МАГМАТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГРАНУЛИТОВОГО КОМПЛЕКСА И КРАТОНА НА ПРИМЕРЕ КОМПЛЕКСА ЛИМПОПО И КРАТОНА КААПВААЛЬ, ЮАР», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. – петрология, вулканология**

Работа посвящена актуальной фундаментальной проблеме строения, состава и расшифровки механизма формирования континентальной коры Земли, конкретно – флюидному воздействию на образование гранитных магм в раннем докембрии. Несмотря на интенсивные исследования, остается еще очень много нерешенных вопросов о флюидном режиме формирования гранитоидов, особенно роли  $\text{CO}_2$  в гранитных магмах.

Объектом исследования являются лейкократовые гранатсодержащие гранитоиды из Южной Краевой Зоны гранулитового комплекса Лимпопо и метаморфические породы из зеленокаменного пояса Гияни (кратон Каапвааль). Для решения этих проблем автор использовал три главных методических подхода: (1) изучение карбонатсодержащих включений в гранатах из гранитов, в том числе, изотопно-геохимическое, (2) термодинамическое моделирование при метаморфизме пород зеленокаменного пояса и (3) эксперименты по частичному плавлению метапелитов и карбонатсодержащих пород. Используемые в диссертации подходы и методы исследований являются, в целом, необходимыми и достаточными для обоснования защищаемых положений.

Важно подчеркнуть, что автор работы квалифицированно владеет большинством привлекаемых методов. Все основные результаты исследований, приведенные в диссертации, получены им лично. Пожалуй, больше всего поражает степень детальности и объем этих исследований, так как основные выводы основаны на многочисленных аналитических данных,

экспериментах и термодинамических расчетах. Это позволило соискателю обоснованно провести решение поставленных в работе задач и сформулировать ответы на них в виде четырех защищаемых положений. Все вместе защищаемые положения работы представляют весомый вклад в понимание значимости  $\text{CO}_2$  при воздействии флюида на выплавление гранитных магм.

В дальнейшем я не буду подробно комментировать каждую из семи глав диссертации, тем более что все они достаточно полно и подробно отражены в автореферате, а остановлюсь только на показавшихся мне наиболее яркими достоинствах работы и некоторых ее недостатках, которые, перефразируя известное изречение, во многом являются продолжением достоинств.

Структура диссертации отличается от принятых канонов. Обычно главы или несколько глав, подчинены доказательствам защищаемых положений, и они начинаются либо заканчиваются констатацией их обоснования: «Таким образом, можно сформулировать третье защищаемое положение...». В настоящей работе такого нет, и ее композиция больше отвечает монографии, где защищаемые положения имеют вид выводов в конце. Этим, объясняется «удаленность» по тексту защищаемых положений от их доказательств.

Представленная диссертация – петрологическое исследование, не затрагивающая проблему генезиса лейкогранитов массива Клиппут с точки зрения элементной и изотопной геохимии в рамках алфавитной классификации (Whalen et al., 1987). Из приведенных геохимических данных представляется, что они близки к гранитам S-типа (высокие содержания щелочей,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , литофильных элементов, низкие  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ), но имеющие Na профиль щелочности.

Автор предполагает выплавление гранатсодержащих гранитов массива Клиппут из двух возможных протолитов, образцы которых отобраны из пород гранит-зеленокаменного пояса Гияни: бесплагноклазового гранат-

двуслюдяного метапелита и карбонат-биотитового гнейса. Для обоснования этих предположений проведены эксперименты по частичному плавлению возможных протолитов и термодинамические расчеты. Значимые количества расплава появляются при 850 °С, что совпадает с расчетными температурами кристаллизации гранитов массива Клиппут, полученными при реинтеграции составов плагиоклазов с пертитами и антипертитами (800-900 °С). Такие температуры очень высоки для лейкогранитов S - типа. Реальные температуры и давления лейкогранитного расплава к началу кристаллизации массива Клиппут лучше определять по Ti-Zrn или Ti-Qtz термометрам на момент начала кристаллизации (или по температуре насыщения расплава Zr), так как расчетные по псевдосекциям или экспериментам требуют многих допущений. Получив давления по Ti-Qtz барометру (например, по Huang, Audetat, 2012), можно было бы не проводить экспериментов для всех значений давлений, особенно очень высоких, при которых лейкогранитные магмы массива Клиппут заведомо не выплавлялись.

Эксперименты продемонстрировали возможность образования гранитных магм совместно с (водно-)углекислыми флюидами в карбонатсодержащем источнике в условиях высокотемпературного метаморфизма в средней и нижней коре, но эти магмы не соответствуют составу лейкогранитов с карбонатными включениями гранатах массива Клиппут. Состав полученного расплава (стекла) и в опытах с метапелитом и с карбонат-биотитовым гнейсом явно отличается от состава гранитов массива Клиппут калиевым профилем щелочности и более низкой глиноземистостью (данных по микроэлементам в стеклах нет). При высокой железистости они больше похожи на граниты А- типа, как рядом расположенные постколлизийные граниты крупного массива Маток с базитовыми источниками. Сомнительно, чтобы в природных условиях известково-силикатные породы типа граувакк (карбонат-биотитовые гнейсы) зеленокаменных поясов могли быть протолитами лейкогранитов S-типа.

Также предполагается лейкограниты, могли образоваться при частичном плавлении метапелитов, которые почти не содержали плагиоклаза. А много ли таких слюдисто-бесплагиоклазовых метапелитов в составе зеленокаменного пояса Гияни? В архейских зеленокаменных поясах обычно доминируют незрелые осадки.

Поскольку пока нет данных об изотопном составе углерода из карбонатных включений в гранате из гранитов, пока преждевременно связывать его с возможными протолитами. Изотопный состав углерода из карбонатсодержащих пород зеленокаменного пояса Гияни находится в широком диапазоне значений  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = -0.5 - -9 \text{ ‰}$ , и это вряд ли можно считать твердым доказательством, что он унаследован во включениях.

На этом критический разбор диссертации соискателя можно закончить. Рассматриваемая работа направлена на решение фундаментальной и актуальной проблемы. Автор продемонстрировал высокую квалификацию и способность решать чрезвычайно сложные проблемы флюидной петрологии, используя в дополнение к стандартным петрологическим и экспериментальные исследования.

Несмотря на частные замечания, обусловленные чрезвычайной сложностью геологического объекта изучения и поставленной цели, все защищаемые положения работы с достаточной полнотой обоснованы оригинальным высококачественным фактическим материалом и являются новыми. Автором впервые продемонстрировано флюидно-магматическое взаимодействие докембрийского гранулитового комплекса Лимпопо с кратоном Каапвааль вдоль их контакта.

Публикации автора и автореферат диссертации в достаточной степени отражают основное содержание и выводы работы. 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». Таким образом, соискатель Митяев Александр Сергеевич заслуживает

присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. «петрология, вулканология».

**Официальный оппонент:**

доктор геолого-минералогических наук,  
заведующий кафедрой полезных ископаемых и  
недропользования, геологического факультета  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Воронежский государственный  
университет»

Савко Константин Аркадьевич



18.04.2023

Контактные данные:

Тел. 7(915)5442164; e-mail: [ksavko@geol.vsu.ru](mailto:ksavko@geol.vsu.ru)

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена  
диссертация:

04.00.08 - петрография, вулканология

Адрес места работы:

394018 Россия, г. Воронеж, Университетская пл. 1, Воронежский  
государственный университет», геологический факультет  
тел. +7(473)220-86-26; e-mail: [ksavko@geol.vsu.ru](mailto:ksavko@geol.vsu.ru)

