

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Стифеевой Марии Владимировны

«U-Pb изотопная систематика Ca-Fe гранатов как источник информации о возрасте щелочных, щелочно-ультраосновных комплексов и известковых скарнов», представляемую к защите на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Актуальность

Диссертация Стифеевой Марии Владимировны посвящена важной теме – поиску новых надежных минералов-геохронометров. В работе рассматриваются Ca-Fe гранаты из щелочных магматических и метасоматических пород, для которых проведен набор исследований по определению их элементного и U-Pb изотопного состава. Актуальность выбора граната заключается в том, что в ряде геологических объектов могут отсутствовать другие минералы-геохронометры или такие минералы имеют тенденцию давать недостаточно надежные значения возраста. Соответственно, по таким объектам датирование граната несет или принципиально новую информацию или может использоваться в качестве контроля датировок, полученных другими методами.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

В работе три защищаемых положения, к которым есть замечание следующего плана.

Замечание 1. Не имея принципиальных возражений по сути защищаемых положений, хотел бы отметить их не очень удачное оформление. Так, в защищаемом положении 1 - для одних провинций указываются интервалы возрастов, тогда как для других – значения с погрешностью (причем не читая саму работу невозможно понять, что в эту погрешность вкладывается и почему иногда приводятся интервалы). В защищаемом положении 2, непонятно, зачем дается уточнение «наконец» перед последней, из приводимых, датировкой. Защищаемые положения 1 и 2 – дают просто перечисление полученных датировок и разделены между собой тем, что в первом защищаемом положении приводятся датировки для магматических, а во втором – для метасоматических гранатов. На мой взгляд лучше было сформулировать все в более

общем виде. Например, одно защищаемое положение, что гранат является надежным геохронометром магматических пород, другое – метасоматических образований, а третье защищаемое положение посвятить составу гранатов и попытаться найти какие-то закономерности (или доказать их отсутствие) на надежность датирования. Но, оговорюсь еще раз, это замечание по форме, а не по сути защиты. Главное, применимость Ca-Fe гранатов в качестве надежных U-Pb геохронометров в породах разнообразного магматического и метасоматического генезиса, доказана.

Научная и практическая значимость исследований

Геохронология является базисом заметного числа геологических исследований, этим собственно и определяется научная и практическая значимость работы.

Содержание, оформление и автореферат

Диссертация состоит из оглавления, введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 126 наименований, приложения с химическими составами гранатов. Общий объем диссертации составляет 145 страниц, за вычетом приложений и списка литературы – 102 страницы, из которых примерно половина приходится на 79 рисунков и 13 таблиц. Автореферат соответствует тексту диссертации.

Глава 1 «КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Ca-Fe-ГРАНАТОВ» занимает чуть больше 3 страниц. В этой главе приводится базовая информация по гранатам в целом и делается акцент на том, что в гранатах шорломит-андратитового ряда практически весь уран входит в кристаллическую структуру, а уран, находящийся в виде пленок или минеральных включений легко выщелачивается, что дает принципиальную основу для использования таких гранатов для U-Pb геохронологии. Замечаний нет.

Глава 2 «МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ» занимает 4.5 страницы. В ней дается описание применяемых методов. Очень кратко – оптическая микроскопия и нанотомография (8 строк), чуть более подробно – электронная микроскопия с энергодисперсионной спектроскопией и масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (1 страница). Основной упор сделан описанию U-Pb изотопных исследований (3 страницы). В этой части дается краткое обоснование оригинальной методики выщелачивания соляной кислотой с предварительной и последующей промывкой в воде. Соляная кислота позволяет удалять включения апатита и карбонатов. Отмечено, что

включения сульфидов таким образом не удаляются, что, как будет видно ниже, и отмечается самим автором, может приводить к определенным трудностям в интерпретации данных по гранатам, имеющим включения сульфидов. Замечаний нет.

Глава 3 «ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЩЁЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫХ МАССИВОВ, СОСТАВ ГРАНАТОВ И РЕЗУЛЬТАТЫ U-Pb ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ» является самой большой по объему и построена следующим образом – каждому изученному массиву дается краткое описание, приводятся составы гранатов на тройной классификационной диаграмме с конечными членами моримотоит (+Mg-моримотоит) – шорломит (+хатчеонит) – андрадит, приводятся фотографии шлифов, микроэлементные составы и геохронологические диаграммы с конкордией. К этой главе есть ряд замечаний.

Замечание 2. Глядя на рисунки с составами гранатов, видно, что в большинстве случаев изученные гранаты имеют промежуточный состав между конечными компонентами, причем в позиции Y всегда значимое количество, а иногда и преобладающее - титана. Почему тогда работа называется «... систематика Ca-Fe гранатов ...»?

Замечание 3. Гранаты Гулинского и Маломурунского массивов показывают незначительную дискордантность. Именно к ним возникают вопросы. Непонятно, как получился возраст $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ по гранату из Гулинского массива 247 ± 6 млн лет? Ошибка явно на порядок больше, чем должно было получиться. В таблице 4 явно ошибка с расчетом ошибки для возраста по $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ отношению. Вместо 6 млн лет, там должно быть 0.6 млн лет. Видимо это опечатка, но она транслировалась в итоговые расчеты возраста. Должно быть 246.5 ± 0.6 млн лет, что явно моложе датировки Гулинского массива по бадделеиту в 250.2 ± 0.3 млн лет (Kamo et al., 2003) и 250.3 ± 0.4 (Ivanov et al., 2021). К сожалению, в этой таблице есть и еще одна опечатка для $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ для одной из двух навесок Гулинского массива, поэтому мне не удалось воспроизвести точки на диаграмме с конкордией.

Замечание 4. Гранаты Маломурунского массива содержат значительное количество обыкновенного свинца, который, по-видимому, находится во включениях сульфидов. После коррекции, используя измеренные изотопные отношения свинца в сульфидах, что нормальная и естественная процедура, все равно сохраняется дискордантность по типу, как если бы обыкновенный свинец не был полностью учтен. Такого типа смещения могут теоретически быть и за счет избытка ^{207}Pb , который накапливается из-за захвата избыточного ^{231}Pa , относительно долгоживущего

промежуточного продукта распада ^{235}U . Полученный возраст по нижнему пересечению дискордии с конкордией дает 131 ± 1 млн лет. Автор диссертации пишет, что возраст совпадает с опубликованными $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датировками. Но на самом деле, это не так. Гранаты на Маломурунском массиве встречаются только в породах ранней, главной и вулканической фаз. Для них $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датировки со статистически значимым «плато» находятся в интервале 135-137 млн лет. Карбонатиты поздней фазы датированы в интервале 128-130 млн лет. U-Pb датировка граната получается как раз между двумя, ранее выделенными интервалами магматизма Маломурунского массива. Тут может быть два объяснения – магматизм просто был более продолжительный, а в более ранних работах не было проанализирована полная коллекция представительных образцов или же все-таки имеется некоторая систематическая несогласованность между U-Pb и $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датировками. Причем априорно сказать, какой из двух методов в данном случае оказывается правильнее, нельзя.

Замечание 5. Ссылка на статью Иванов и др (2018) в Докладах академии наук должна быть заменена на ссылку Ivanov et al. (2018) в журнале Minerals. В статье в докладах датировались только минералы чароититовой ассоциации.

Глава 4 «СОСТАВ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СКАРНОВ. СОСТАВ ГРАНАТОВ. РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ» построена аналогичным образом, как и глава 3, только тройная диаграмма для классификации гранатов на рис. 61 имеет следующие конечные компоненты – спессартин+пироп+альмандин – андрадит+моримотоит+хатчеонит – гроссуляр. К этой главе также имеется два замечания.

Замечание 6. Похожая на Маломурунский гранат ситуация с гранатом скарнов Хову-Аксинского месторождения. В этом случае U-Pb датировка по нижнему пересечению дискордии с конкордией так же не согласуется с $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датировкой флогопита.

Замечание 7. На рис. 61 должно быть написано хатчеонит вместо хатченионит.

Глава 5 «ЖЕЛЕЗО-МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ ФЛОГОПИТОНОСНЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ АЛДАНСКОГО ЩИТА» построена таким же образом, как две предыдущие главы и также является основной, в которой приводятся собственные данные. К этой главе есть скорее не замечание, а информация следующего характера. Крупный кристалл флогопита флогопитоносных метасоматитов Алдана использовался в

лаборатории С.Б. Брандта в ИЗК СО РАН в качестве внутреннего стандарта для контроля качества работы масс-спектрометрической установки МИ-1201. В моей кандидатской диссертации (Иванов А.В. Вулканизм полей Рунгве и Удокана (Восточно-Африканская и Байкальская рифтовые системы). Дис-я канд. геол.-мин. Наук. ИЗК СО РАН, 1997. 180 с.) в Табл. 1 приведены результаты девяти К-Ag измерений этого флогопита, которые делались параллельно с К-Ag датировками, использованными в моей работе. Среднее из девяти датировок равно 1956 +/- 42 млн лет (+-2 s). Чуть древнее, но в данном случае, надо говорить, конечно, о том, что U-Pb датирование позволило уточнить возраст флогопитоносных метасоматитов.

Заключение. Замечаний нет.

Общее заключение

В целом, следует отметить, что работа Стифеевой М.В. проведена на высоком уровне. Высказанные замечания несколько не умаляют ценность этой работы. Данная диссертация является законченным научным исследованием, тема которого полностью соответствует паспорту специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых и требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями)», а ее автор – Стифеева Мария Владимировна заслуживает присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Иванов Алексей Викторович

Доктор геолого-минералогических наук, профессор РАН,

Заместитель директора федерального бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук

664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128

Тел.: 8-9149090363, email: aiivanov@crust.irk.ru

Я, Иванов Алексей Викторович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета Д003-059.01, и их дальнейшую обработку.



01.04.2022 г.

Подпись	<i>А.В. Иванова</i>	заверяю
Кадрово-правовой отдел Федерального бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук		
<i>Иванов - Долгошаров А.В.</i>		
« 01 »	04	20 22 г.