

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию СТИФЕЕВОЙ Марии Владимировны

«U-Rb ИЗОТОПНАЯ СИСТЕМАТИКА Ca-Fe ГРАНАТОВ КАК ИСТОЧНИК

ИНФОРМАЦИИ О ВОЗРАСТЕ ЩЕЛОЧНЫХ, ЩЕЛОЧНО-

УЛЬТРАОСНОВНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ИЗВЕСТКОВЫХ СКАРНОВ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

по специальности 25.00.09 - геохимия, геохимические методы поисков полезных

ископаемых

Представленная диссертационная работа М.В. Стифеевой выполнена в Институте геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук, где успешно проводятся разнообразные геохронологические исследования не только пород докембрия, но и более молодых комплексов пород (примером как раз и является данная диссертационная работа), включая, например, ассоциацию карбонатитов, щелочных и ультраосновных пород девонской Кольской щелочной провинции или Маймеча-Котуйской провинции, где образование подобных пород происходило в триасе. Другим направлением в представленной работе явилось геохронологическое исследование разнообразных метасоматических пород различного возраста (от протерозоя до юры), которые объединены под названием известковые скарны.

Актуальность выполненного исследования не вызывает сомнений. С одной стороны, действительно, изученные горные породы содержат ряд минералов, которые используются как минералы-геохронометры, это справедливо для Rb-Sr, U-Th-Pb, и в меньшей степени Sm-Nd систем: это флогопит, тетраферрифлогопит, бадделеит, циркон, пироксенол, титанит и даже такой минерал как бурбанкит. С другой стороны, проявление поздних процессов, приводящих к изменению минерального состава пород, может приводить и приводит к существенному изменению состава минералов-геохронометров. Имеющиеся многочисленные минералогические наблюдения, по крайней мере для минералов ряда андрадит-шорломит в щелочных породах, показывают их относительную устойчивость во время процессов преобразования. Это обстоятельство и позволяет использовать гранаты для геохронологических исследований.

Для решения поставленной цели и задач Мария Владимировна провела трудоемкие лабораторные исследования образцов различных горных пород из достаточно большого количества их проявлений (49 образцов из 16 комплексов). Это позволяет говорить о статистической значимости полученных итоговых выводах. Работа была

направлена на (1) минералогическую характеристику образцов и (2) определение абсолютного возраста кристаллизации разнообразных гранатов. Полученные данные основаны как (1) петрографическом изучении шлифов, (2) электронно-микроскопических исследованиях и определении химического состава гранатов, (3) определении содержания элементов-примесей в гранатах и (4) определении абсолютного возраста минералов с использованием U-Pb системы.

Научная новизна работы несомненна, она может быть описана как (1) методологическая разработка нового подхода к определению возраста горных пород и (2) прецизионное определение возраста образования разнообразных щелочных пород и известковых скарнов. К **практической значимости** работы также нет вопросов, несомненно, выработанные подходы будут использованы при изучение конкретных массивов горных пород, в частности содержащих карбонатиты, которые являются источниками разнообразных ценных полезных ископаемых.

Как итог работы на защиту выносятся **три защищаемых положения**, первое из которых основано на главе 3, второе на главах 4 и 5, и третьей положение основано на всем содержании работы.

Положения 1 и 2 по своей идеи подобны друг другу и постулируют время образование конкретных горных пород в изученных комплексах или отдельных провинций пород. Это полностью подтверждается полученными данными, это факты, но именно это и вызывает у оппонента первый вопрос – можно ли выносить «факт» как защищаемое положение? Что мы должны защищать здесь? Методику анализа или что-то другое? Несомненно, это «философский» вопрос и я, как оппонент, с удовольствием бы подискутировал об это с уважаемым соискателем. Другой момент связан с представлением возрастных данных – почему автор пишет интервал формирования как, например, 373-377 млн лет, а не наоборот (377-373)?

Положение 3 в целом аргументировано, но, возможно, оно могло быть более широким – это относится к фразе «... Ca-Fe гранаты ... надежные U-Pb минералы-геохронометры, что обусловлено значительным содержанием в них урана, низкой долей обыкновенного свинца и, как правило, высокой устойчивостью их U-Pb изотопной системы в ходе проявления наложенных процессов» - почему это так? Вопрос частично разобран в главе 1, но более детальное обсуждение кристаллохимии гранатов украсило бы эту работу.

Основные положения представленной работы докладывались в 2015-2019 гг. на российских и международных научных конференциях и опубликованы в шести статьях в ведущих научных журналах, включая Доклады Академии Наук, Петрология, Lithos и

Mineralogical Magazine, при этом в двух статьях соискатель является первым автором. Опубликованные статьи востребованы исследователями, что отражается в их цитировании.

Диссертация состоит из Введения, пяти глав (различного содержания), Заключения, списка использованной литературы и приложений (всего 145 страниц включая 79 рисунков, 44 таблицы и 126 литературных источников) .

Главы 1 это, относительно краткий, литературный обзор имеющихся данных по минералам группы (или как сейчас говорят «надгруппы») граната. Первый вопрос у оппонента возник, как к названию диссертационной работы, так и данной главы, а именно использованию термина «Са-Fe гранаты». Это термин, хотя и встречается в литературе, относится к достаточно разнообразными минералам и охватывается две больших группы: собственно «гранат» и «шорломит» (не скажу, что предложенная официальная номенклатура и классификация гранатов совершенна и удобна). Из работы видно, что изученные гранаты относятся к минералам ряда андрадит-шорломит и андрадит-гроссуляр – почему не использовать эти названия? они просты и понятны. Также отмечу, что очень не хватает таблицы с названиями и формулами минералов группы граната.

Глава 2 посвящена описанию методик исследования, включая детальное описание геохронологических исследований. Здесь хочется обратить внимание на исследование химического состава граната. Для анализа минерала использовался энерго-дисперсионный анализ. Можно согласиться, что современные приборы, в частности со спектрометрами X-Мах дают достаточно хорошие результаты. Однако, для получения более точных данных, в частности содержания натрия, необходимо использовать волновой дисперсионный анализ – это рекомендация на будущее.

В этой главе не хватает и описания последовательности расчета миналов граната (и объяснения, почему именно такая последовательность). В последующих главах характеристика гранатов, как минералов, основана на содержании миналов. Обращу внимание, что содержание отдельных миналов очень сильно зависит от последовательности их расчета. В частности, это показано в работе Булаха и др. (2014) – таблица 28 (на эту публикацию у соискателя есть ссылка в данной главе). Также, рассчитанные количества миналов отсутствуют в таблицах составов гранатов, которые приведены в приложении. Более правильным, с точки зрения оппонента, является рассмотрение составов граната (и определение соответствующего минерального вида) основанное на распределении элементов в пределах позиции Y. Если взять, для примера, анализы граната из таблицы 14 (Африканда,, то исходя из формулы, для меня, это будет шорломит.

Главы 3-5 посвящены обсуждению конкретных результатов данной работы на примере массивов горных пород Кольской щелочной провинции, Дашкесанского месторождения и других многочисленных проявлений. Главы представлены в едином стиле: краткое описание комплекса пород – описание изученного образца(ов) – геохронология. Основную ценность здесь представляют прецизионные геохронологические данные, на которых и основываются выводы диссертантка.

Можно было в лучшей степени представить описание комплексов пород, например привести хорошие, красивые геологические карты. Например, для массивов Кольской щелочной провинции проводятся геологические карты со ссылкой на монографию Б.В. Афанасьева (2011). Однако, в данной работе приводятся совершенно другие геологические карты. Фотографии шлифов можно было добавить фотографиями в обратно-рассеянных электронах, тогда можно было бы обсуждать возможную зональность изученных кристаллов (которая видна в шлифах). Не всегда понятно геологическое положение изученных образцов и конкретное определение (имя) горной породы, где присутствует гранат (например, для Ковдора или Гули).

Не совсем понятна выборка геохронологических данных для Таблицы 2 со ссылкой на работу Бяновой и др. (2002) - здесь использовались только U-Pb данные? Но тогда отсутствуют опубликованные данные по U-Pb определению возраста циркона из карбонатитов Салланлатви (Zaitsev et al. 2004). Почему другие данные, полученные с использованием Rb-Sr, Sm-Nd, Ar систем были исключены (например, обобщенные в работе Kramm, Sindern 2004)? Мне кажется, что вывод соискателя на стр. 39 – «Результаты для всех массивов согласуются между собой и находятся в интервале 373 - 377 млн лет (Таблица 2). Что свидетельствует о менее продолжительном интервале проявления главного этапа щелочно-ультраосновного магматизма в пределах Кольской щелочной провинции, чем это предполагалось ранее» не совсем подтверждается представленными данными.

В **Заключении**, автор очень кратко, всего на одной странице, представляет обобщение полученных данных. А это могла бы быть полноценная глава, где было бы можно сравнить ранее полученные данные с собственными результатами, обсудить плюсы и минусы гранатов как минералов-геохронометров и т.п.

Другие моменты, которые можно считать незначительными, но они бросаются в глаза и влияют на восприятие текста диссертации; это например обозначение ангстрема как просто А (стр. 8), введение сокращений типа LREE, MREE и HREE без объяснения какие элементы куда включены (стр. 9), мелилитовые руды (вместо мелилитовые породы, стр. 18), обратная последовательность образования фоскоритов и карбонатитов (стр. 18),

использование разных терминов (например, оливинит и дунит) для одной породы (стр. 22) и некоторые другие моменты.

Однако, все высказанное выше не уменьшает достижений автора – представленная работа свидетельствует, что Мария Владимировна является высококвалифицированным специалистом, видит цель, ставит задачи, решает их и обобщает полученные материал. Можно поздравить институт и руководителя соискателя с достойной научной работой и результатом.

По мнению оппонента, представленная диссертационная работа «U-Pb изотопная систематика Ca-Fe гранатов как источник информации о возрасте щелочных, щелочно-ультраосновных комплексов и известковых скарнов» (специальность 25.00.09 - геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых) является научным достижением и большим вкладом в наше понимание и оценку времени образований различных комплексов горных пород. Это соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, а ее автор, Стифеева Мария Владимировна, заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Зайцев Анатолий Николаевич
Доктор геолого-минералогических наук
Профессор кафедры минералогии
Санкт-Петербургский государственный университет
тел. +79516512191, e-mail: a.zaitsev@spbu.ru

1 апреля 2021 г.

Я, Зайцев Анатолий Николаевич, автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

