

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Дмитрия Александровича Замятина «Кристаллохимия и спектроскопия циркона в решении вопросов его микронзондового химического U-Th-Pb-датирования», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография

Диссертационная работа посвящена актуальным проблемам кристаллохимии циркона – важнейшего минерала-геохронометра. Большое внимание в диссертации уделяется исследованию замкнутости U-Th-Pb системы в процессе авторадиационной аморфизации, имеющей первостепенное значение для достоверности возрастных оценок радиационно-поврежденных кристаллов. Автором разработаны и усовершенствованы методические подходы к изучению процессов разупорядочения структуры циркона, явлений перекристаллизации и гидратации. Для этого им использованы различные методики: Рамановская спектроскопия, катодо- и фотолюминесценция, дифракция отраженных электронов и рентгеновская эмиссионная спектроскопия, проведено компьютерное моделирование радиационных дефектов и термодинамических свойств твердых растворов циркон-коффинит, оптимизирована методика микронзондовых определений тяжелых U, Th, Pb и легких O, F элементов, Полученные результаты Д.А.Замятин демонстрирует на примере ряда геологических объектов Урала.

Основу первого защищаемого положения составляет пакет математически формализованного анализа (JPD-алгоритм) изображения циркона в обратно рассеянных электронах и катодолюминесценции, данные рамановской спектроскопии, фотолюминесценции, дифракции отраженных электронов и рентгеновского спектра линии Si K $\beta$ , позволяющие выделять области циркона различной степени радиационного повреждения, а также области перекристаллизации, гидратации и количественно их оценивать. Данные методики положены в основу предлагаемого алгоритма комплексного исследования кристаллохимических особенностей циркона с микронным пространственным разрешением. Они же должны использоваться при анализе метамиктного состояния циркона и замкнутости его U-Th-Pb- системы, предваряющем химическое датирование. Этому посвящено третье защищаемое положение, в котором автор четко демонстрирует на примере циркона из ряда геологических объектов Урала возможности разработанного подхода и достоверность полученных на его основе оценок геологического возраста, сопоставляя их с данными методов TIMS и SHRIMP.

Второе защищаемое положение интересно с теоретической точки зрения. В частности, на основе атомистического моделирования твердых растворов в системе ZrSiO<sub>4</sub>-USiO<sub>4</sub>, Д.А.Замятин приходит к выводу, что при нормальных условиях взаимная растворимость циркона и коффинита отсутствует, а при температуре 1750 К она ограничена растворимостью 2 мол.% USiO<sub>4</sub> в цирконе и 5 мол.% ZrSiO<sub>4</sub> в коффините. Это предсказывает образование структур распада в подобных системах на нано- и микроуровнях, которые однако в природных кристаллах циркона не

фиксируются. Поднятая проблема представляется весьма интересной. Она демонстрирует не соответствие входящих термодинамических значений при моделировании изоморфизма для природных и искусственных систем, но это лишь повод продолжить исследования в данном направлении. В частности, представляется перспективным разработка геотермометров, «фугометров» на основе содержаний U или Th в цирконе.

Работа является актуальной, выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов анализа минералов. Сильной стороной диссертационной работы является комплексирование различных физических методов при изучении особенностей структурного состояния цирконов, что может быть использовано для оценки степени метамиктности минерала, сохранности его U-Th-Pb- системы применительно к задачам геохронологии. В диссертационной работе автором допущены некоторые технические и стилистические ошибки и неточности, а также присутствуют дискуссионные моменты, что не умаляет достаточно высокий уровень проведенного исследования и достоверность полученных результатов. Суть защищаемых положений представленной диссертационной работы и главные результаты исследования опубликованы в 5-и статья в центральных научных журналах, входящих в рекомендованный список ВАК, и были апробированы на многочисленных российских и международных конференциях и симпозиумах.

Диссертация Замятина Дмитрия Александровича «Кристаллохимия и спектроскопия циркона в решении вопросов его микрозондового химического U-Th-Pb-датирования» является законченным научным исследованием и соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Замятин Дмитрий Александрович заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 минералогия, кристаллография.

«2» октября 2017 г.

Старший научный сотрудник  
Лаборатории петрологии магматических  
формаций, к.г.-м.н.

Прибавкин Сергей Владимирович

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук (ИГГ УрО РАН).

Адрес: Екатеринбург, ул. Академика Вонсовского, 15. E-mail: pribavkin@igg.uran.ru

Я, Прибавкин Сергей Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой объединенного диссертационного совета Д 999.081.03 и их дальнейшую обработку.

Ведущий научный сотрудник

Лаборатории петрологии магматических формаций, к.г.-м.н.

Пушкарев Евгений Владимирович

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук (ИГГ УрО РАН).

Адрес: Екатеринбург, ул. Академика Вонсовского, 15. E-mail: pushkarev@igg.uran.ru

Я, Пушкарев Евгений Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой объединенного диссертационного совета Д 999.081.03 и их дальнейшую обработку.

Подпись Прибавкина С.В. и Пушкарева Е.В.  
Зав. общим отделом

