

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.232.25
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18.12.14 г., протокол № 32

О присуждении **Цао Цюсян, гражданство Китайская Народная Республика**, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация **«Радиационные повреждения в природных минералах как аналогах матриц для захоронения радиоактивных отходов»** по специальности 25.00.05 – Минералогия, кристаллография принята к защите **«25» сентября 2014 г.**, протокол № **28** диссертационным советом 212.232.25 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9, созданного приказом Рособнадзора от 14.03.2008 № 420-335.

Соискатель Цао Цюсян, 1982 года рождения, в 2008 году окончила Восточно-Китайский технологический институт (г. Фучжоу, КНР). Соискатель освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре дневной формы обучения кафедры кристаллографии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Санкт-Петербургский государственный университет» в 2014 году.

Соискатель является аспирантом дневной формы обучения кафедры кристаллографии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Санкт-Петербургский государственный университет».

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении «Санкт-Петербургский государственный университет».

Научный руководитель – доктор геологических наук, профессор Кривовичев Сергей Владимирович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет" (СПбГУ), кафедра кристаллографии, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. **Глазов Алексей Иванович** - доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии Национального минерально-сырьевого университета «Горный»,

2. **Юдинцев Сергей Владимирович** – доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент Российской академии наук, заведующий лабораторией Радиогеологии и радиогеоэкологии Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН),
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, в своём положительном заключении, подписанном

Иванюком Григорием Юрьевичем, д.г.-м.н., руководителем лаборатории комплексного анализа уникальных рудоносных систем,

указала, что работа выполнена на высоком научном – уровне и имеет несомненное значение для развития кристаллографии и минералогии.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 2 работы.

Общий объем – 2.4 п.л., вклад соискателя – 1.6 п.л.

Наиболее значимые научные работы:

1. Цао Цюсян, Кривовичев С.В., Бураков Б.Е. и др. Влияние закалки на кристаллическую структуру циркона на примере кристаллов из уранового месторождения Сян-Шань (Южный Китай) // Вестник СПбГУ. 2014. сер. 7. вып. 3. С. 20-24.

2. Cao Qiuxiang, Krivovichev S.V., Burakov B.E. et al. Natural metamict minerals as analogues of aged radioactive waste forms // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. Vol.5, p. 445-450.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. К.х.н. Р.В. Богданова – доцента кафедры радиохимии СПбГУ, отзыв положительный; в качестве замечания автореферату указано, что 1. Вопросы относительно отжига в различной атмосфере: а) Длительность отжига на воздухе при 400°С -1 час, в вакууме – 3 часа. Результат отжига в воздушной атмосфере в течение 3 часов не указан. Где гарантии того, что отмеченный эффект не является следствием различного времени отжига? б) Нет сведений о чистоте аргона. Если речь идет не об аргоне особой чистоты, то нельзя исключать необходимость дополнительной очистки аргона от следов кислорода и воды, например, пропуская аргона над порошком металлической меди при повышенной температуре. 2. Нет, к сожалению,

сведений о возрасте изучаемых минералов и, в частности, цирконов. Зная возраст и получив данные о содержании урана и тория, можно определить дозу альфа-распадов, полученную минералами за их геологическую историю. Эти сведения полезно знать, поскольку эффекты отжига и раскristаллизации $ZrSiO_4$ тесно связаны с дозы альфа-распадов. 3. относительно терминологии: термины окисел, гидроокисел в химической литературе в настоящее время не используются. Современная терминология: оксид, гидроксид.

2. Д.г.-м.н. Е.В.Белогуб – главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт минералогии Уральского отделения Российской академии наук»: отзыв положительный; в качестве замечания автореферату указано, что однозначно идентифицировать на ИК-спектре сложную полосу в районе 3500 см^{-1} как полосу OH^- нельзя. Весьма вероятно присутствие в структуре «ловчоррита» и продукта отжига «самарскита», молекулярной воды. Утверждение, что U и Th в продуктах отжига циркона находятся в форме оксидов, представляется недостаточно обоснованным, учитывая существование силикатов коффинита и торита, изоструктурных с цирконом.

3. Д.х.н. А.А. Ширяева – ведущего научного сотрудника Института физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина РАН, отзыв положительный; в качестве замечания автореферату указано, что Принципиальных недостатков в работе нет, однако имеется ряд замечаний и вопросов. Основные вопросы связаны с очень слабой интерпретацией в автореферате данных инфракрасной спектроскопии. Не приведены спектры стандартных минералов, нет обсуждения соответствия полос поглощения колебательным модам. Сжатость изложения не позволяет однозначно ответить на вопрос – являются ли наблюдаемые OH^- -группы артефактом из-за

гигроскопичности таблеток KBr или относятся к образцу. Также не очень понятно, зачем в работе приведено несколько СЭМ фотографий абсолютно однородных участков. Ясно, что планировалось подчеркнуть именно однородность образцов, но такие рисунки абсолютно не информативны.

4. К.х.н. Д.А. Ксенофонта – старшего научного сотрудника геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, отзыв положительный; в качестве замечания автореферату указано, что каким образом автор подбирал масштабы на приведенных в автореферате фотографиях? Например, на рисунке 5 представлены три варианта фотографий с явно различным увеличением, однако масштаб на них почти одинаков. Каким образом проводилась идентификация и распределение минералов по данным порошковой рентгенографии? Так, на рисунках 10, 11 и 12 на порошковых рентгенограммах, полученных при 1200°C, в самом конце, визуальнo на одном и том же угле, присутствует двойной рефлекс, определяемый на разных рисунках, как принадлежащий различным соединениям. На рисунке 11 положения большей части рефлексов при 400°C совпадает с положением рефлексов при 700°C, однако интерпретированы эти отражения как принадлежащие различным соединениям. На рентгенограммах, полученных при 1000 и 1200°C (рис. 11), появляется узкий интенсивный рефлекс, который на первой дифрактограмме относится к Fe-ниобату с тетрагональной структурой, а на второй – к тапиолиту- Fe и т.д.

5. К.г.-м.н. Н.В.Зубковой - в качестве замечания к автореферату указано, что, почему в первом и во втором защищаемых положениях и в первом выводе формулы даны в кавычках? Не очень понятно, каким образом в ряде случаев проводилась идентификация и распределение минералов по данным порошковой рентгенографии. Так, на рисунке 11 положения большей

части рефлексов на порошковой рентгенограмме при 400°C совпадает с положением рефлексов на порошковой рентгенограмме, полученной при 700°C. При этом образцы интерпретированы как «самарскит-У» (400°C) и смесь «колумбита- Fe» + «фергусони- У» (700°C). При дальнейшем нагреве, первый достаточно интенсивный рефлекс, при 400°C отнесенный к самарскиту- У, при 700°C – к колумбиту- Fe, при 1000°C относится к ишикаваиту, а появившийся при 1000°C интенсивный узкий рефлекс, который при 1200°C является самым интенсивным, на одной дифрактограмме относится к Fe-ниобату с тетрагональной структурой, а на второй – к тапиолиту- Fe. Рисунок 18 неинформативен. По нему не очевидно утверждение автора, что параметр анизотропного смещения атомов вдоль оси c , т.е. U_{33} , уменьшается, судя по рисунку параметр U_{33} является наиболее значимым. По-видимому, объем автореферата не позволил привести полученные автором для циркона структурные данные, которые, несомненно, весьма интересны.

6. К.г.-м.н. А.Г. Турчковой – в качестве замечания автореферату указано, что представление данных по химическому составу фаз неудачное и неаккуратное: цифры даны в элементах, но без кислорода; суммы анализов не приведены; формула ловчоррита не рассчитана; что означают знаки «меньше-равно» в применении к лантаноидам в анализах самарскита, неясно, и другие огрехи тоже есть. Структура циркона из Китая на стр.22 обсуждается даже с привлечением тонких деталей (например, тепловых смещённых атомов), но самих структурных данных в автореферате нет, так что оценить корректность приведенных выводов читатель не может. В названии работы и в тексте употребляется словосочетание «природные минералы», что некорректно, тавтологично: других минералов и не бывает,

ведь минерал по определению имеет природное происхождение (впрочем, это распространенная ошибка, которая встречается не только в данной работе).

7. К.г.-м.н. П.Я. Азимова – старшего научного сотрудника Лаборатории петрологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки ИГГД РАН: отзыв положительный, замечаний не содержит.

8. Д.г.-м.н. А.Ф. Сметанникова – старшего научного сотрудника, заведующего сектором технологической минералогии Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Горного института Уральского отделения Российской академии наук (ГИ УрО РАН)»: отзыв положительный, замечаний не содержит.

9. Д.г.-м.н. Н.Р. Хисиной – ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Ордена Ленина и Ордена Октябрьской революции Института геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского Российской академии наук (ГЕОХИ РАН)»: отзыв положительный; замечаний не содержит.

10. Д.г.-м.н. П.М. Горяинова – главного научного сотрудника ГИ КНЦ РАН, и Г.О. Калашниковой – младшего научного сотрудника Центра наноматериаловедения КНЦ РАН: отзыв положительный, замечаний не содержит.

11. Д.х.н. Р.А. Кузнецова – старшего научного сотрудника Института химии СПбГУ: отзыв положительный, замечаний не содержит.

12. К.г.-м.н. А.В. Волошина – главного научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук»: отзыв положительный, замечаний не содержит.

В дискуссии приняли участие: Богданов Роман Васильевич, к.х.н., доцент кафедры Радиохимии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Санкт-Петербургский государственный университет»; Бураков Борис Евгеньевич, доктор геолого-минералогических наук, Открытое акционерное общество «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»; Котельникова Елена Николаевна, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры кристаллографии Института наук о Земле Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Санкт-Петербургский государственный университет»; Кривовичев Владимир Герасимович, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры минералогии Института наук о Земле Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Санкт-Петербургский государственный университет».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается в соответствии с пп. 22, 24 положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства России от 24.02.2013 г. №842.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

впервые детально изучены комплексом современных методов природные метамиктные минералы («ловчоррит» и «самарскит»);

доказано, что процесс длительного самооблучения проходит без перераспределения данных радионуклидов в матрице метамиктного минерала;

впервые экспериментально показано, что процесс кристаллизации метамиктных минералов может сопровождаться образованием новых фаз твердых растворов U и Th, а также перераспределением данных

радионуклидов в кристаллической матрице конечных продуктов отжига.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что впервые продемонстрирован процесс длительного самооблучения природных радиоактивных минералов, который может не только не сопровождаться распадом твердых растворов U и Th в цирконе, «ловчоррите» и «самарските», но и проходить без перераспределения данных радионуклидов в матрице метамиктного минерала;

впервые экспериментально доказан процесс кристаллизации метамиктных минералов, который может сопровождаться образованием новых фаз твердых растворов U и Th и существенным перераспределением данных радионуклидов в кристаллической матрице конечных продуктов отжига.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

определены перспективы использования полученных данных для разработки керамических форм утилизации актиноидных отходов и моделирования их долговременного поведения в условиях геологической среды;

результаты работы могут быть использованы в лекционных курсах «Кристаллохимия», «Минералы как перспективные материалы» и «Радиохимия».

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что основные положения и выводы диссертации базируются на взаимодополняющих экспериментальных данных, полученных с использованием современных физико-химических методов исследования.

Личный вклад соискателя состоит в

непосредственном выполнении экспериментальных исследований с помощью комплекса современных физико-химических методов, участии в

интерпретации данных и подготовке публикаций по теме диссертационной работы.

На заседании 18 декабря 2014 года диссертационный совет принял решение присудить Цао Цюсян учёную степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 доктор по специальности рассматриваемой диссертации 25.00.05 – минералогия, кристаллография, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против *нет*, недействительных бюллетеней *нет*.

Председатель

диссертационного совета

Кривовичев Владимир Герасимович

Ученый секретарь

диссертационного совета



Баданина Елена Васильевна

23 декабря 2014 года