

ОТЗЫВ официального оппонента на диссертацию
на соискание учёной степени кандидата химических наук
Поляковой Татьяны Романовны
на тему: «Поведение урановых оксидных «горячих» частиц
в реальных объектах и модельных средах»
по специальности 1.4.13 Радиохимия

Диссертационная работа Т.Р. Поляковой посвящена разработке методического подхода к анализу особой формы нахождения радионуклидов в окружающей среде – «горячих» частиц. В качестве объектов исследования выбраны уран-кислородные «горячие» частицы чернобыльского происхождения, а также их имитаторы – разновалентные оксиды урана. Автор провел поиск и комплексную диагностику «горячих» частиц и их имитаторов с использованием набора современных физико-химических методов анализа: цифровой радиографии с применением гибких запасающих пластин, масс-спектрометрии вторичных ионов, растровой электронной микроскопии с рентгеноспектральным микроанализом, спектроскопии комбинационного рассеяния, спектроскопии рентгеновского поглощения с использованием синхротронного излучения, нейтронную дифракцию, а также традиционных методов анализа, включая, рентгеноструктурный анализ и гамма-спектрометрию.

Актуальность тематики диссертации. Заявленная тема работы является актуальной, поскольку посвящена развитию подходов к изучению миграции радионуклидов как на территориях, загрязненных в результате техногенных аварий, так и в районах предприятий урановой горнодобывающей промышленности. Комплексный методический подход диагностики уран-оксидных «горячих» частиц, предложенный в работе, поможет в прогнозировании распространения радионуклидов на данных территориях, обоснованию безопасности объектов исторического наследия и оценке дозовой нагрузки на население.

Степень обоснованности положений, выносимых на защиту. Обоснованность положений, выносимых на защиту, научных выводов и рекомендаций, а также **достоверность** полученных автором результатов подтверждается использованием современных научно обоснованных методик эксперимента, воспроизводимостью

результатов, полученных в лабораторных условиях, а также согласованностью результатов с опубликованными данными, представленными в независимых источниках по близкой тематике. Основные выводы диссертации обоснованы и следуют из описанных результатов диссертационной работы.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- Впервые разработан методический подход к радиографическому определению доли активности (HP_{ff}), заключенной в «горячих» частицах, в природной техногенно загрязненной пробе. Этот параметр позволит оценить вклад особой кинетически стабильной формы нахождения радионуклидов – «горячих» частиц, в суммарную активность пробы;
- Впервые определены структурные трансформации частиц оксидов разновалентного урана с различными степенями окисления урана в имитаторах жидкостей организма человека с использованием неразрушающих методов, основанных, в том числе, на синхротронном излучении;
- Впервые с использованием метода HERFD XANES ~~было~~ установлено соотношение степеней окисления урана в «горячей» частице чернобыльского происхождения. Впервые для чернобыльских «горячих» частиц был использован комплекс методов (МСВИ, XANES, КР-спектроскопия, гамма-спектрометрия) для определения изотопных отношений урана и степени окисления урана.

Структура и содержание работы. Полный объем диссертационной работы составляет 129 страниц, содержит 16 таблиц, 74 рисунка и 225 литературных источников, что свидетельствует о тщательном анализе литературных данных по исследуемой тематике. Представленная для оппонирования работа построена традиционным образом и включает следующие главы: Введение, Обзор литературы, Экспериментальная часть, Результаты и обсуждение, Заключение, Выводы, Список сокращений и условных обозначений, Список литературы.

Во **введении** отражена актуальность, определена цель работы, поставлены задачи исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, рассмотрены новизна работы и ее практическая значимость. Приведены методология и методы исследований, указана степени достоверности результатов проведенных изысканий, определен личный

вклад автора, приведены сведения об апробации работы и публикации. Цель работы и задачи четко сформулированы.

Обзор литературы структурирован и содержит разделы, посвященные анализу известных сведений об уран-оксидных «горячих» частицах, в том числе черномыльских топливных частицах, структурным характеристикам, методам синтеза и характеризации оксидов урана, а также описанию исследований трансформации твердой фазы оксидов урана в различных средах, содержит информацию о методах поиска «горячих» частиц и определению форм нахождения урана в них. В заключении главы сделаны выводы из анализа литературных данных.

В **экспериментальной части** приведены перечень используемого в работе оборудования, описание синтеза и характеризации образцов оксидов урана, условий проведения экспериментов по растворению оксидов урана в имитаторах жидкостей организма человека и дождевой воды, описание радиографического эксперимента, процесса отбора проб в полевых условиях, выделения и характеризации отдельных «горячих» частиц.

В главе **«Результаты и обсуждение»** представлены характеристики синтезированных в работе оксидов урана и обсуждены их структурные особенности. Изложены и обсуждены структурные трансформации, а также кинетика растворения оксидов урана в имитаторах жидкостей организма человека и дождевой воде. Показаны результаты радиографического эксперимента и применения параметра доли «горячих» частиц для анализа радиоактивно загрязненных почв. Охарактеризованы отдельные «горячие» частицы черномыльского происхождения и обсуждена зависимость их разрушения от степени выгорания топлива и степени окисления урана в них.

В **заключении** перечислены основные результаты работы. Сформулированные **выводы** согласуются с поставленными в работе задачами, являются достоверными и обоснованными ввиду использования комплекса современных физико-химических методов исследования.

По материалам диссертации было опубликовано 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых международными базами данных. Работа прошла апробацию на российских и международных научных конференциях.

Автореферат в полной мере соответствует основному содержанию текста диссертации.

Тем не менее, в процессе оппонирования диссертационной работы возникли следующие вопросы:

1. В Обзоре литературы в разделе 1.2. указано, что «Для урана в твердой фазе наиболее устойчивой является степень окисления +4». С этим утверждением трудно согласиться, поскольку из 310 известных на сегодня минеральных видов, содержащих уран, более 270 минералов содержат уран в валентном состоянии U(VI). В частности, минерал скупит, окси-гидроксид шестивалентного урана, является одной из наиболее устойчивых оксидных форм урана в природе.
2. В экспериментальной части указано, что спектры рентгеновского поглощения исходных оксидов и оксидов после эксперимента в жидкостях были получены на разных установках. Насколько правомочно использование различных установок при проведении сравнительного анализа оксидов до и после растворения?
3. Будут ли урановые «горячие» частицы аварийного происхождения претерпевать такие же трансформации при попадании в легочную жидкость и жидкости ЖКТ, как было выявлено в диссертационной работе для синтезированных урановых оксидных частиц?

При этом указанные выше замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.4.13 Радиохимия (по химическим наукам), а именно по следующим ее направлениям: Соединения радиоактивных элементов. Синтез. Строение. Свойства. Определение радиоактивных элементов и изотопов. Методы радиохимического анализа. Авторадиография. Формы существования и миграции радионуклидов в природных средах. Естественные и техногенные радионуклиды в биосфере. Определение радионуклидов в объектах окружающей среды. Работа соответствует критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также

оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, Полякова Татьяна Романовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки).

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН

директор Ордена Трудового Красного Знамени Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)

Петров Владислав Александрович

03.02.2025