



ОРГАНИЗАЦИЯ АО «ТВЭЛ»

**Акционерное общество  
«Высокотехнологический научно-  
исследовательский институт  
неорганических материалов имени  
академика А.А. Бочвара»  
(АО «ВНИИНМ»)**

ул. Рогова, д. 5а, Москва, 123098  
Телефон: (499) 190-89-99,  
E-mail: vniinm@rosatom.ru  
ОКПО 07625329, ОГРН 5087746697198  
ИНН 7734598490, КПП 775050001

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Генеральный директор  
АО «ВНИИНМ»,

кандидат химических наук

Л.А. Карпюк

2024 г.



## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Паламарчук Марины Сергеевны «Кондиционирование отработанных ионообменных смол с использованием гидротермального окисления», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. – Физическая химия.

Диссертационная работа Паламарчук М.С. посвящена вопросам обращения с отработанными, загрязненными радионуклидами ионообменными смолами (ОИОС), относящимися к радиоактивным отходам, а именно – вопросам их кондиционирования. Ионообменные смолы широко используются для поддержания водно-химического режима теплоносителя на АЭС и для обеспечения радиационной безопасности на различных объектах атомной промышленности. Для кондиционирования ОИОС традиционно предлагается использовать ряд методов, обладающих определенными преимуществами и недостатками. Тем не менее, ни один из этих методов не позволяет достичь надежной иммобилизации радионуклидов, содержащихся в ОИОС, в твердые матрицы с существенным сокращением объемов отходов, подлежащих захоронению. В связи с этим ОИОС в настоящее время не перерабатываются и накапливаются на АЭС и других предприятиях атомной промышленности. На площадках специализированных хранилищ отечественных АЭС накоплено более 30 тыс. кубических метров ОИОС низкой и средней активности, ежегодный прирост их составляет около 500 м<sup>3</sup>. На большинстве АЭС емкости для их хранения близки к заполнению, большие объемы ОИОС накоплены на предприятиях Атомного флота. Приведенные выше факты свидетельствуют о высокой **актуальности** настоящей диссертационной работы, направленной на решение проблемы кондиционирования ОИОС с выработкой новых подходов, обеспечивающих максимальное экономически и экологически оправданное сокращение объемов радиоактивных отходов в атомной энергетике.

### **Научная новизна результатов диссертационной работы**

– Выявлены причины низкой эффективности химической дезактивации ОИОС растворами минеральных кислот. Предложены новые подходы к извлечению радионуклидов цезия из силикатных отложений и радионуклидов коррозионной группы из железоксидных отложений, обеспечившие значительное повышение коэффициентов дезактивации ОИОС.

– Впервые показана возможность кондиционирования резорцин-формальдегидных смол путем их обработки концентрированными растворами азотной кислоты и гидроксида натрия с последующим гидротермальным окислением продуктов растворения РФС и извлечением радионуклидов сорбционными методами.

– Уточнен механизм гидротермального окисления комплексов Со-ЭДТА, что позволило сформулировать критерии выбора катализаторов гидротермального окисления, обеспечивающих наиболее эффективную иммобилизацию радионуклидов кобальта из ЖРО, содержащих ЭДТА, в том числе образующихся при дезактивации ОИОС. Впервые показано, что термическая деструкция комплексов Со(III) ЭДТА происходит вследствие декарбоксилирования ЭДТА в результате переноса электронов с карбоксильной группы лиганда на ионы кобальта.

**Теоретическая и практическая значимость работы** определяется тем, что в результате проведенных исследований диссертантом были

– предложены новые подходы к кондиционированию стирол-дивинилбензолных и резорцин-формальдегидных ОИОС, обеспечивающие значительное сокращение объемов радиоактивных отходов;

– разработаны составы щелочных и кислых дезактивирующих растворов, обеспечивающие высокие коэффициенты дезактивации ОИОС, загрязненных силикатными и железоксидными отложениями;

– определены оптимальные условия гидротермального окисления трудноокисляемых органических соединений, образующихся в процессе кондиционирования ОИОС;

– обоснованы критерии выбора наиболее эффективных катализаторов для осуществления процесса гидротермального окисления ЭДТА-содержащих ЖРО.;

– разработаны принципиальные схемы кондиционирования резорцин-формальдегидных и стирол-дивинилбензолных ОИОС, которые могут быть использованы на объектах атомной энергетики.

Диссертационная работа Паламарчук М.С. изложена на 159 страницах, состоит из введения, шести глав, выводов, списка цитируемой литературы, приложения и благодарностей, содержит 60 рисунков, 19 таблиц, 245 ссылок на отечественные и зарубежные научные работы. В первой главе приводится обстоятельный литературный обзор по теме диссертации. Во второй главе приведены результаты экспериментов, проведенных диссертантом. Третья глава диссертации «Оценка применимости ГТО для комплексного решения проблемы кондиционирования ОИОС», четвертая глава «Исследование механизма гидротермальной деструкции комплексов Со-ЭДТА», пятая глава «Кондиционирование резорцинформальдегидных ОИОС» и шестая глава

«Кондиционирование стиролдивинилбензолных ОИОС» содержат результаты обработки экспериментальных данных, полученных в процессе выполнения диссертационной работы.

Диссертационная работа в полной мере соответствует паспорту специальности 1.4.4. Физическая химия (химические науки) в пунктах: 5 «Изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений», 7 «Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация», 11 «Физико-химические основы процессов химической технологии».

Тексты как диссертационной работы, так и ее автореферата свидетельствуют о высокой квалификации автора: они написаны грамотным научным языком и содержат достаточное для понимания изложенного материала количество рисунков, таблиц и ссылок на литературные источники. Методы исследования и аналитическое обеспечение, использованные диссертантом в ее работе, не вызывают сомнений в достоверности полученных им результатов. Число публикаций и выступлений диссертанта на конференциях говорит о достаточной апробации полученных данных.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при решении вопросов обращения с ОИОС и с прочими радиоактивными отходами на отечественных и зарубежных АЭС, на таких предприятиях как ФГУП «ПО «Маяк», АО «ВНИИИМ» и ФГУП «Радон», а кроме того, в научно-образовательном процессе МГУ имени М.В. Ломоносова и РХТУ им. Д.И. Менделеева.

По диссертационной работе Паламарчук М.С. имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертационной работы на стр. 27 неверно указана величина растворимости этилендиаминтетрауксусной кислоты в воде (на несколько порядков больше, чем на самом деле).

2. Термин «расходование протонов», примененный диссертантом на стр. 120 диссертации, считаем некорректным. В этом случае более корректно употребить другие выражения, например, «расход ионов гидроксония» или «уменьшение кислотности».

3. Для большей убедительности выводов, сделанных диссертантом, и обоснования практической значимости полученных им результатов не хватает хотя бы ориентировочной экономической оценки предлагаемого процесса кондиционирования отработанных ионообменных смол с использованием гидротермального окисления.

Сделанные замечания не являются значимыми. Диссертация Паламарчук М.С. является качественной научно-квалификационной работой. В ней решена важная для атомной энергетики научно-практическая задача обращения с радиоактивными отработавшими ионообменными смолами, а кроме того, в ней заложены основы нового научного направления – гидротермального окисления радиоактивных отходов. На основании положений автореферата и списка опубликованных научных работ можно утверждать, что диссертация Паламарчук М.С. на тему «Кондиционирование отработанных ионообменных смол

с использованием гидротермального окисления» имеет высокий научный уровень, соответствует всем требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель Паламарчук М.С. заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. – Физическая химия.

Отзыв на диссертацию заслушан и единогласно одобрен на расширенном заседании научно-технического совета Научно-исследовательского отделения разработки технологии и оборудования специальных неядерных материалов и изотопной продукции АО «ВНИИНМ» (П-230), Протокол № 3/2024 от 12.03.2024.

Отзыв подготовил:

Главный эксперт,  
канд. хим. наук по специальности 2.6.8.  
«Технология редких, рассеянных  
и радиоактивных элементов»

Александр Александрович Семенов

Автор отзыва согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Председатель НТС отделения П-230,  
Директор отделения, канд. техн. наук

Алексей Владимирович Лизунов

Заместитель генерального директора,  
директор научно-технического отделения  
по обращению с отработавшим ядерным топливом  
и радиоактивными отходами  
канд. физ-мат. наук

Владимир Александрович Кашеев

Акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара, Научно-исследовательское отделение разработки технологии и оборудования специальных неядерных материалов и изотопной продукции  
123098, Москва, ул. Рогова, д. 5а,  
Телефон: (499) 190-89-99, e-mail: [vniinm@rosatom.ru](mailto:vniinm@rosatom.ru)  
[www.vniinm.ru](http://www.vniinm.ru).

Ученый секретарь АО «ВНИИНМ»,  
канд. эконом. наук

Михаил Васильевич Поздеев

Семенов Александр Александрович  
(499) 190-89-99 доб. 80-59