



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

УТВЕРЖДАЮ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ГОРНО-ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»  
(ФГУП «ГХК»)

ул. Ленина, д.53, г. Железногорск,

Красноярский край, Россия. 662972

Телеграф: Железногорск 288006 «СТАРТ»

Телефон: (8-391) 266-23-37

(8-3919) 75-20-13

Факс: (8-391) 266-23-34

e-mail: [atomlink@mcc.krasnovarsk.su](mailto:atomlink@mcc.krasnovarsk.su)

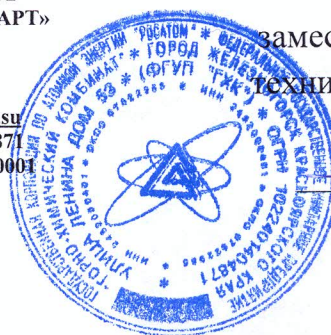
ОКПО 07622986

ОГРН 1022401404871

ИНН/КПП

2452000401/246750001

Главный инженер предприятия –  
заместитель генерального директора  
предприятия по подготовке  
производства,  
заместитель председателя научно-  
технического Совета предприятия



А.А. Устинов

« 11 » декабря 2017 года

### Отзыв

на автореферат диссертации Камачева Владислава Анатольевича  
**«Извлечение соединений актиноидов растворами экстрагентов в  
озондружественных фреонах»**, представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности:  
02.00.14 - «Радиохимия».

На отзыв представлен автореферат диссертации, содержащий общую характеристику работы, ее основное содержание, выводы и список трудов соискателя по теме диссертационного исследования.

#### *Актуальность диссертационной работы.*

В настоящее время разработаны несколько принципиально отличающихся методов переработки ОЯТ. При этом единственным применяемым в промышленных масштабах является метод жидкостной экстракции с трибутилфосфатом (PUREX-процесс), применение которого приводит к образованию больших объемов ЖРО. Для снижения объемов ЖРО разрабатываются неводные и маловодные методы переработки ОЯТ. Наиболее развитым неводным методом переработки ОЯТ является пироэлектрохимический метод. Также многочисленными исследованиями было доказано, что для переработки ОЯТ может применяться маловодный метод флюидной экстракции.

Достоинством применения флюидной экстракции является существенное снижение объемов ЖРО. Наиболее существенными недостатками данного процесса являются высокое давление процесса и загрязнение разбавителя радиоактивным  $^{14}\text{C}$ . Данные недостатки могут быть преодолены использованием вместо диоксида углерода фреонов. В данной работе предложено использовать фреон HFC-134a,



преимущество использования которого в том, что он безопасен для озонового слоя и относительно быстро распадается в атмосфере.

В связи с этим проведено углубленное изучение технической применимости систем с экстрагентами во фреоне HFC-134a для перспективных процессов переработки ОЯТ и выявление их возможных аппаратурно-технологических преимуществ.

*Научная новизна* представленной работы состоит в демонстрации принципиальной возможности низкотемпературного маловодного процесса переработки оксидного ОЯТ в среде фреонов. Разработана методика получения в среде фреона HFC-134a аддукта «ТБФ –  $\text{HNO}_3$ ». Проведено систематическое исследование процессов растворения во фреоне HFC-134a и фреоне-22, содержащем аддукт «ТБФ –  $\text{HNO}_3$ » или «ДБЭ –  $\text{HNO}_3$ », весовых количеств оксидов урана, твердых растворов оксидов плутония и тория в оксидах урана, а также имитаторов ОЯТ ВВЭР и БН. Показано, что при флюидной экстракции в среде фреонов возможно эффективное разделение урана и плутония.

*Практическая ценность.* Диссертационная работа содержит описание оригинальной стендовой установки для радиохимических исследований с применением сверхкритической экстракции в полунепрерывном режиме. Работа также содержит результаты экспериментальных исследований растворения имитаторов ОЯТ аддуктами «экстрагент –  $\text{HNO}_3$ » и последующего экстракционного разделение актиноидов.

Полученные в работе данные могут быть положены в основу метода прямого растворения облучённого оксидного уранового или смешанного U-Pu топлива во фреонах с последующим разделением урана и плутония и отделением их от продуктов распада. Предложен ряд вариантов малоотходных технологических схем переработки ОЯТ АЭС с использованием сверхкритической экстракции, подлежащих проверке на испытанной стендовой установке с реальным ОЯТ.

*По теме диссертации опубликовано* 15 работ, в т. ч. 3 публикации в журналах рекомендованных ВАК, 1 патент, 10 тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях.

*Достоинства диссертации.* Разработаны методы получения экстракционных смесей на основе фреонов, в т. ч. изучена растворимость экстрагентов в фреонах и  $\text{CO}_2$ . Разработана и апробирована установка для осуществления экстракции под давлением. Выполнен значительный объём экспериментальных работ по флюидной сверхкритической экстракции экстракционными смесями состава ТБФ/ДБЭ – фреон HFC-134a/фреон-22/ $\text{CO}_2$  –  $\text{HNO}_3$ . Предложенный метод флюидной экстракции был апробирован как на оксидах актиноидов и имитаторах ОЯТ, так и на реальном ОЯТ ВВЭР-1000 с высоким выгоранием.

*К недостаткам автореферата диссертации* можно отнести следующее:

– использование экстрагента с высоким насыщением азотной кислотой создает риск образования взрывоопасных нитроорганических соединений;

– к таблицам 5 и 6 требуется более подробное пояснение о том, каким образом флюидная экстракция совмещена с экстракцией ТБФ в углеводородных разбавителях;

– последний абзац главы 3.3 не содержит информации, относящейся непосредственно к тематике исследования;

– по результатам исследования, а именно низкие коэффициенты очистки от практически неэкстрагируемых элементов – Cs и Sr, можно сделать заключение, что флюидные экстракционные смеси на основе фреона HFC-134a и фреона-22, вероятно, способны растворять в себе значительные объемы водных растворов. При этом автором представлены только полученные коэффициенты очистки, а анализ полученных результатов не проведен.

Тем не менее, указанные недостатки не снижают ценности полученных результатов.

Рецензируемая диссертационная работа соответствует заявленной специальности 02.00.14 - «Радиохимия» и требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года. Работа является научно-квалифицированной, содержащей решение научной задачи и имеющей значение для соответствующей отрасли наук.

Судя по автореферату, диссертация Камачева В. А. представляет собой законченную работу, выполненную на высоком уровне, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.14 - «Радиохимия».

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании научно-технического Совета ФГУП «ГХК».

Ведущий инженер научно-производственного  
Международного центра инженерных  
компетенций ФГУП «ГХК»

кандидат технических наук



Алексеев Владимир Николаевич

Почтовый адрес: Красноярский край, г. Железногорск, ул. Ленина, 53

Телефон: 8 (3919) 75-20-13

Факс: 8 (391) 266-23-34

e-mail: [atomlink@mcc.krasnoyarsk.su](mailto:atomlink@mcc.krasnoyarsk.su)

Секретарь научно-технического Совета



Дудукин Вячеслав Анатольевич