

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Санкт-Петербургского  
государственного технологического  
института (технического  
университета),

  
28 . 05 . 2018



А.П. Шевчик

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Конникова Андрея Валерьевича на тему «Трибутилфосфат во фторорганических разбавителях для экстракционного выделения актиноидов из азотнокислых растворов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
02.00.14 – «Радиохимия»

**Актуальность темы диссертационной работы** обусловлена необходимостью повышения экологической безопасности действующей экстракционной технологии переработки ОЯТ в ядерном топливном цикле. Известно, что применяемые на практике «лёгкие» и «тяжёлые» разбавители трибутилфосфата (ТБФ), составляющие экстракционную систему, обладают некоторыми недостатками. «Легкие» углеводородные разбавители, такие как додекан, С-13 и другие, пожаро- и взрывоопасны. В углеводородных разбавителях недостаточно хорошо растворяются сольваты ТБФ плутония и ряда других металлов, что ведёт, в частности, к снижению ядерной безопасности системы. Наиболее перспективный «тяжелый» разбавитель – гексахлорбутадиен (ГХБД), является чрезвычайно токсичным веществом. В этой связи проблема поиска перспективных разбавителей ТБФ, исключая указанные выше недостатки, представляется важной в настоящее время.

Благодаря своей высокой химической устойчивости, малой токсичности, пожаро- и взрывобезопасности, а также приемлемыми для жидкостной экстракции величинами плотности, вязкости и растворимости в воде, весьма перспективными разбавителями ТБФ могут явиться фторированные органические соединения

В связи с этим тема диссертационной работа Конникова А.В., посвященная оценке возможности применения фторорганических соединений как разбавителя ТБФ при экстракционном выделении актиноидов из азотнокислых растворов является весьма **актуальной**.

**Научная новизна работы** заключается в получении ранее неизвестной информации о физико-химических и гидродинамических свойствах раствора ТБФ в разбавителе – формале n<sub>2</sub>, и его экстракционной способности по отношению к урану, плутонию и торию. Впервые изучено влияние ионизирующего излучения на гидродинамические и экстракционные свойства раствора ТБФ во фторсодержащем органическом соединении на примере формала n<sub>2</sub>. В ходе систематических исследований автором была доказана высокая коррозионная стойкость материалов (нержавеющей стали) по отношению к формалю n<sub>2</sub> и продуктам его радиолиза применительно к реальным производственным условиям ФГУП «ПО «Маяк» вплоть до поглощённой дозы 370 кГр. Конниковым А.В. разработан оптимальный динамический режим процесса экстракционного извлечения урана раствором 40 об. % ТБФ в формале n<sub>2</sub> из азотнокислых сред на промышленной установке – каскаде экстракционных блоков типа смеситель-отстойник с пульсационным перемешиванием фаз.

**Новизна** одного из предложенных автором технических решений подтверждена патентом РФ на изобретение.

**Практическая значимость работы** состоит в том, что автору удалось впервые предложить, научно обосновать и практически внедрить на ФГУП «ПО «Маяк» новую альтернативную экстракционную систему извлечения урана растворами ТБФ из азотнокислых сред с заменой «тяжёлого» токсичного

разбавителя ГХБД на экологически чистое, недорогое, доступное и производимое отечественной промышленностью фторсодержащее соединение – формаль n2 с сохранением качества продукции. Упомянутая выше разработанная технология полностью удовлетворяет основным требованиям радиохимической промышленности и была внедрена на производстве ФГУП «ПО «Маяк» в 2011 г. Внедрение разработанной технологии, использующейся в штатном режиме, позволило отказаться от экологически опасного разбавителя ГХБД, улучшив санитарную обстановку в производственных помещениях при сохранении качества получаемого материала. Данная технология, разработанная Конниковым А.В., эксплуатируется на ФГУП «ПО «Маяк» по настоящее время.

**Достоверность результатов** диссертационной работы Конникова А.В. подтверждается использованием при изучении свойств экстракционной системы современных методик и высокоэффективного оборудования, а также успешным продолжительным применением подобранной экстракционной системы на действующем производстве. Сделанные по работе выводы вполне **обоснованы**.

Положения, выносимые на защиту, **соответствуют** содержанию диссертации.

Материалы диссертации соответствуют специальности 02.00.14 – радиохимия.

Автореферат и публикации достаточно **полно** отражают содержание диссертации.

В качестве замечаний можно отметить следующее.

1. Заметная часть обзора литературы не касается предмета диссертации и содержит изложение общепринятых оценок преимуществ и недостатков жидкостной экстракции как метода вообще.
2. В диссертации отсутствуют данные по поведению других радионуклидов (цирконий, технеций, протактиний и т.д.) при применении для экстракционной очистки урана растворов ТБФ в формале n2.

3. При применении фторсодержащих разбавителей в технологии представляется важной оценка коррозии аппаратуры, что отражено в тексте диссертации. Из текста диссертации видно, что использование соединений, содержащих фтор, приводит к необходимости введения дополнительных процедур при регенерации ТБФ. Оценка возможных осложнений, которые могут возникнуть при обращении с высокоактивными жидкими радиоактивными отходами, содержащими соединения фтора, не приведена.
4. Трудно сравнивать данные на рис.1 и 2 автореферата (или рис. 3.5 и 3.6 текста), поскольку на рис 1 приведена зависимость коэффициента распределения урана от концентрации азотной кислоты в исходном растворе, а на рис. 2 приведены изотермы экстракции урана при равновесных концентрациях азотной кислоты.
5. В диссертации не до конца рассмотрен вопрос о возможности дальнейшего применения разработанной технологии на других предприятиях Госкорпорации «Росатом» и за рубежом.

Высказанные замечания не носят принципиального характера и не ставят под сомнение достоверность и обоснованность выводов и основных положений, защищаемых в диссертации.

Полученные автором материалы имеют существенное значение для развития отечественных технологий в сфере атомной энергетики и могут быть применены на предприятиях ГК «Росатом»: АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина», АО «ВНИИНМ им. академика А.А. Бочвара», АО «НИИАР», АО «ВНИИХТ», проект «Прорыв», ОДЦ ФГУП «ГХК» и вузах: Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Томский политехнический университет, Уральский федеральный университет им. Первого президента России Б. Н. Ельцина, Санкт-Петербургский государственный университет.


Таким образом, диссертация Конникова А.В. является научно-квалификационной работой, в которой содержится научно обоснованное техническое решение задачи по замене высокотоксичного, запрещённого в



производстве разбавителя ТБФ – ГХБД на перспективное фторсодержащее соединение формаль n2, имеющей значение для развития атомной отрасли.

Считаем, что по своей актуальности, содержанию, глубине проработки, научной новизне и практической значимости полученных результатов диссертационная работа Конникова А.В. соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (в редакции постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 с изменениями от 21 апреля 2016 г. № 335), предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Конников Андрей Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.14 – радиохимия.

Материалы диссертации и отзыв были обсуждены на расширенном заседании кафедры технологии редких элементов и наноматериалов на их основе 28 мая 2018 г., протокол № 8.

Зав. кафедрой технологии  
редких элементов и наноматериалов  
на их основе, д-р. техн. наук, профессор  А.А. Блохин

Секретарь, канд. хим. наук, доцент  М.А. Афонин

Почтовый адрес института: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26

Блохин Александр Андреевич: e-mail: [blokhin@list.ru](mailto:blokhin@list.ru), т. (812)494-92-56

Афонин Михаил Александрович, e-mail: [afonin18111956@yandex.ru](mailto:afonin18111956@yandex.ru), т. (812)494-92-56

  
Подписи Блохина Александра Андреевича  
и Афонина Михаила Александровича  
Начальник отдела кадров К. Шереметьева И.С.