

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата химических наук Гуторовой Светланы Витальевны
на тему: «Выделение U(VI), Th(IV) и Pu(IV) из азотнокислых растворов
системами на основе N,O-донорных экстрагентов»
по специальности 1.4.13 Радиохимия

Актуальность избранной темы. Диссертационная работа Гуторовой Светланы Витальевны посвящена решению актуальной радиохимической задачи — созданию высокоэффективных экстракционных методов переработки облученного ядерного топлива. Целью работы является разработка подходов к селективному и эффективному извлечению актинидов (урана(VI), плутония(IV), тория(IV)) из высококонцентрированных растворов азотной кислоты, что является критически важным для замкнутого ядерного топливного цикла. Высокая актуальность данного исследования обусловлена потребностью в модернизации классических технологий (таких как PUREX-процесс) и в создании новых экстрагентов, способных функционировать в условиях высокого насыщения органической фазы актинидами.

Научная новизна результатов.

Впервые показано образование ураном(VI) комплексов со структурой ионной пары $\{[UO_2L(NO_3)]^+[UO_2(NO_3)_3]^{-}\}$ (где **L** – экстрагент на основе 1,10-фенантролина) в органическом растворе и в твёрдой фазе.

Впервые получены и охарактеризованы монокристаллы комплексов урана(VI) с серией экстрагентов на основе диамидов 1,10-фенантролин-2,9-дикарбоновой кислоты и с тетра-(изопропил)-пиридин-2,6-дифосфонатом.

Впервые показана возможность совместного выделения и последующего разделения U(VI) и Pu(IV) экстрагентами на основе 1,10-фенантролина.

Достоверность научных положений и выводов работы. Достоверность полученных данных подтверждается их хорошей воспроизводимостью, получением различными методами и сопоставлением с литературными данными. Работа демонстрирует значительный личный вклад автора в постановку задач, проведение экспериментов, интерпретацию результатов, написание статей и тезисов конференций.

Практическая значимость исследования заключается в возможности применения разработанных экстрагентов при переработке ОЯТ. Полученные результаты могут быть использованы для разработки усовершенствованных процессов совместной экстракции и безреагентного разделения урана и плутония, что соответствует современным тенденциям развития технологий переработки ОЯТ.

Соответствие паспорту специальности 1.4.13 «Радиохимия» несомненно: работа охватывает соединения радиоактивных элементов, их синтез, строение и свойства, процессы экстракции и разделения, а также вопросы химии ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами.

Подтверждение опубликованных результатов диссертации в научной печати. Работа апробирована на многочисленных конференциях различного уровня, включая международные, и нашла отражение в пяти статьях, опубликованных в рецензируемых журналах, индексируемых в международных базах данных Web of science и Scopus.

Структура и содержания диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, обсуждения результатов, выводов, списка цитируемой литературы, включающей 121 наименование и приложения. Работа изложена на 105 страницах, содержит 35 рисунков и 12 таблиц.

В диссертационной работе сформулировано 4 защищаемых положения, констатирующих основные результаты, полученные автором. Все защищаемые положения обоснованы в тексте диссертации. Достоверность полученных С.В. Гуторовой результатов не вызывает сомнений. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

По работе имеется несколько **вопросов и замечаний**:

1. В работе определена растворимость в нитробензотрифториде (Ф-3) и ёмкость по U(VI) для серии экстрагентов на основе фенантролина (Таблица 5). Почему не определена ёмкость исследованных соединений по торию? В литературном обзоре ториевый цикл рассматривается и применение в нем экстрагентов на основе фенантролина вполне возможно.

2. В работе поставлена задача: 2. Установление влияния полярности органического растворителя на механизм экстракции... Полученные данные

представлены в разделе 4.4.1. «Исследование экстракции $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$ в хлороформе, октанолe, нитробензоле и толуоле». Чем объясняется выбор именно этих растворителей? В октанолe экстрагенты не растворились, в толуоле образовалась третья фаза. Т.е. влияния полярности было установлено всего по трем растворителям, причем два из них (Ф-3 и нитробензол) близкие аналоги? С чем связан выбор **PhenCl** для этих экспериментов? Ведь наибольшей растворимостью в Ф3 обладали **L1** и **L2** (см. Таблица 5).

3. Почему исследование экстракции и координации Th(IV) в присутствии макроколичеств U(VI) проведено с использованием N,N,N',N'-тетрабутил-диамид 1,10-фенантролин-4,7-дихлор-2,9-дикарбоновой кислоты (**TBuPhenCl**)? Ранее (см. Таблица 5) для исследования были выбраны экстрагенты, обладающие наибольшей растворимостью в Ф3: **L1** и **L2**.

4. В работе поставлена задача: 3. Установление механизма экстракции тория(IV) и плутония(IV) из азотнокислых растворов... Предполагаемый механизм экстракции плутония(IV) подтверждено только фактом отсутствия реэкстракции плутония при промывке экстракта хлорной кислотой. Но ранее такой подход был использован для «дополнительного подтверждения присутствия $[\text{UO}_2(\text{NO}_3)_3]..$ », при этом регистрировали спектры поглощения экстрактов (Рисунок 21г). Есть ли дополнительные экспериментальные данные, подтверждающие образование хелатных комплексов плутония(IV) с экстрагентом **L2**?

5. В какой из пяти опубликованных статей приведены данные по экстракции плутония?

Вместе с тем, указанные 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 также 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, соискатель Гуторова Светлана Витальевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.13 Радиохимия.

Официальный оппонент:

доктор химических наук,
старший научный сотрудник,
ученый секретарь - начальник отдела ученого секретаря
Акционерное общество «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина»,

Смирнов Игорь Валентинович

03.09.2025