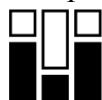


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 14.06.01 «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии»
профиль 05.17.02 «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»
Инженерная школа ядерных технологий
Отделение ядерного топливного цикла

Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной технологии

Тема научно-квалификационной работы
Применение высаливателей при экстракционной переработке ОЯТ
УДК 621.039.59:542.6:66.061

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A7-81	Журавлев Николай Андреевич		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЯТЦ ИЯТШ	Леонова Л.А.	к.т.н.		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры	Горюнов А.Г.	д.т.н., профессор		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	Карелин В.А.	д.т.н., профессор		

АННОТАЦИЯ

В процессе работы энергетических атомных реакторов, например реакторов типов ВВЭР и РБМК, в качестве отходов образуется отработавшее ядерное топливо (ОЯТ). Это топливо накапливается на ФГУП «Горно-химический комбинат» в двух хранилищах – «мокрое» вместимостью 6000 т и «сухом» вместимостью 26 500 т. В данные хранилища отработавшее ядерное топлива поступает не только из России, но и из Украины и Болгарии. На данный момент «мокрое» хранилище заполнено, а в «сухом» хранилище к 2021 г. накоплено ~9000 т ОЯТ.

Единственный завод России, перерабатывающий отработавшее ядерное топливо – это РТ-1. Технология переработки ОЯТ на РТ-1 близка к трёхпиковому PUREX-процессу, в котором в качестве экстракционных аппаратов используются смесители-отстойники. Трёхциклового PUREX-процесс обладает рядом недостатков, связанных с образованием больших количеств отходов и значительным радиационным поражением экстрагента. Поэтому разработка и модернизация технологических процессов переработки и применение более совершенных конструкций экстракционных аппаратов, позволяющих свести к минимуму недостатки существующих технологий становится актуальной.

Цель работы – изучение возможности проведения экстракционной переработки ОЯТ с использованием высаливателя, выбор его состава и концентрации, обеспечивающего возможность проведения 2-х циклового варианта PUREX-процесса, оценка технологических параметров предлагаемого процесса с использованием нитрата алюминия в качестве высаливателя.

Данная работа содержит введение, пять глав, выводов и списка использованных источников.

Во введении обоснован выбор темы, ее актуальность, сформулированы цели и задачи исследования, показана научная новизна и практическая значимость, представлены основные положения, выносимые на защиту, указан личный вклад автора.

В первой главе описаны современные методы переработки отработавшего ядерного топлива в различных странах. Описаны изменения состава топлива реактора ВВЭР-1000 в процессе облучения. Проведен анализ структуры переработки ОЯТ АЭС экстракционными методами. Рассмотрен один из основных методов переработки отработавшего ядерного топлива – ПУРЕКС-процесс, основанный на применении головного экстракционного цикла совместного извлечения U, Pu, Np и Tc, реэкстракция Pu и реэкстракция U.

Во второй главе описано математическое моделирование процесса современной экстракции нитратов актиноидов и ряда кислот трибутилфосфатом в смеси с парафинами

и ее описание по модели А.М. Рогозена. При проведении испытаний по улучшению PUREX-процесса было выявлено, что фактическое распределение азотной кислоты в присутствии U (6+) по ступеням каскада экстракторов противоточного режима отличается от рассчитанного распределения кислоты с использованием равновесных значений при хорошем совпадении результатов по U. Однако сведений о совместной экстракции HNO₃ с U мало и противоречат друг другу. Поэтому необходима корректировка методики определения HNO₃ в экстракте UO₂(NO₃)₂ и ее математическая обработка.

Третья глава посвящена исследованию селективного извлечения америция (III) из рафината ПУРЕКС в системе AmSel. Инновационные ядерные топливные циклы разрабатывают в различных странах для снижения радиотоксичности и тепловой нагрузки ядерных отходов за счет разделения и трансмутации трансурановых элементов. При этом предполагается использовать более компактные геологические хранилища, обеспечивающие более высокую эффективность использования ресурсов.

Четвертая глава посвящена основным промышленным процессам переработки ОЯТ. Описана трехцикловая экстракционная схема выделения урана и плутония, в которой подразумевается проведение совместной экстракции U⁶⁺ и Pu⁴⁺, Pu⁶⁺ из 1-4 М HNO₃ органическим раствором. В настоящее время в технологии всех заводов по переработке ОЯТ в Великобритании, Франции, Японии используется один экстрагент на всех циклах экстракционной переработки – трибутилфосфат (ТБФ). С целью уменьшения вязкости и уменьшения времени расслаивания водной и органической фазами ТБФ смешивают в определенном соотношении с легким или тяжелым разбавителями, нерастворимыми в воде.

В пятой главе проведено исследование влияния высаливателей при экстракционной переработке отработавшего ядерного топлива. В данной главе предлагается разделение U и Pu проводить шестивалентном состоянии в виде UO₂²⁺ и PuO₂²⁺ в присутствии высаливателя – нитрата алюминия. Процесс совместной экстракции U и Pu проводят в 7 М HNO₃, а затем PuO₂²⁺ восстанавливают нитратом урана (4+). При этом PuO₂²⁺ восстанавливается до Pu³⁺, а U⁴⁺ окисляется до UO₂²⁺. Затем UO₂²⁺ реэкстрагируется 0,07 М HNO₃ в водную фазу. Для изучения влияния концентрации высаливателя – Al(NO₃)₃ – выполнены исследования зависимости изменения αPu от концентрации Al(NO₃)₃ в растворах с концентрацией UO₂(NO₃)₂ 200-250 г/л. Исследования проведены в 4-8 М растворе HNO₃ поскольку при более низкой кислотности среды PuO₂(NO₃)₂ способен восстанавливаться до Pu(NO₃)₄.