

# Химическая технология редких элементов

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ $PЗЭ(OH)_3-NH_4Cl$ ПРИ НАГРЕВАНИИ

Д.В. Акимов, О.А. Сологубова  
 Научный руководитель – ассистент Д.В. Акимов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, sologubovao@mail.ru

В качестве основного ядерного материала в атомной промышленности используется уран. С постепенной выработкой урановых месторождений, его применение становится экономически нецелесообразным [1]. При этом заменой урану может послужить торий. В связи с этим необходимо провести исследования свойств тория и его соединений для внедрения в технологию производства.

В настоящее время одним из источников добычи тория является монацит. Существуют различные методы его переработки, в частности щелочной метод, при котором происходит взаимодействие монацита с едким натром [2].

На кафедре ХТРЭ ТПУ была разработана технологическая схема щелочной переработки монацитового концентрата, которая принципиально отличается от традиционной схемы тем, что на стадии хлорирования гидроксиды редкоземельных элементов вступают в реакцию с хлоридом аммония, что упрощает дальнейшие стадии переработки редкоземельных элементов, тория и урана.

Таким образом, целью настоящего исследования является исследование системы  $PЗЭ(OH)_3-NH_4Cl$  при нагревании.

Лабораторные исследования проводились на экспериментальной установке, представленной на рисунке 1.

В качестве исходных материалов использовались хлорид аммония и гидроксидный кек, полученный из монацитового концентрата с Туганского месторождения. Количественное определение элементов проводили на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой iCAP6300 Duo.

Для проведения экспериментов использо-

вали массу гидроксидного кека, которая в пробах составляла ~8 г, а масса  $NH_4Cl$  составляла ~24 г. Процесс хлорирования осуществляли следующим образом. На первой стадии нагревали шихту до  $300^\circ C$  в течение 1 часа. На второй стадии в течение 1 часа проводили отгонку  $NH_4Cl$ , повышая температуру нагрева шихты до  $350^\circ C$ . Предварительные эксперименты показали, что на второй стадии полного удаления  $NH_4Cl$  из шихты не происходит. Поэтому после завершения второй стадии нагрев отключали, установку разбирали. Хлорированный продукт с  $NH_4Cl$  извлекали из реактора, и тщательно измельчали в ступке. Из коллектора извлекали  $NH_4Cl$ . На 3 стадии измельченный продукт вновь помещали в реактор, собирали установку и отгоняли  $NH_4Cl$  в течение 30 минут при  $350^\circ C$ . После завершения процесса проводили разделение хлорированного продукта и  $NH_4Cl$ . Последний объеди-

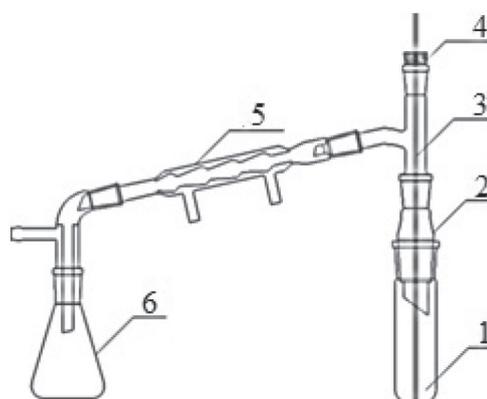


Рис. 1. Установка для хлорирования гидроксидного кека

1 – пробирка с исходной шихтой, 2 – коллектор для сбора  $NH_4Cl$ , 3 – ввод для термометра, 4 – пробка, 5 – холодильник, 6 – приемник для раствора гидроксида аммония

няли с ранее собранным  $\text{NH}_4\text{Cl}$  после 2 стадии процесса хлорирования.

Исследования проводились для определения соотношения реагирующих веществ, в изучении температурного режима процесса, а также времени его протекания. Процесс проводили по следующим уравнениям реакции:



В ходе экспериментов было определено, что

при массовом соотношении гидроксидный кек:  $\text{NH}_4\text{Cl} = 1 : 3$  при взаимодействии между компонентами шихты при  $300^\circ\text{C}$  и выше наблюдается максимальный выход хлоридов редкоземельных элементов в выщелачивающий раствор, что составляет 69,79% от общего количества. Также с повышением температуры взаимодействия между  $\text{NH}_4\text{Cl}$  с гидроксидным кеком содержание редкоземельных элементов в анализируемых растворах увеличивается и достигает при температуре  $300^\circ\text{C}$  максимального значения.

### Список литературы

1. Бойко В.И., Власов В.А. Торий в ядерном топливном цикле. – М.: Руда и Металлы, 2016. – 360с.
2. Алексеев С.В., Зайцев В.А. Торий в ядерной энергетике. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2014. – 288с.

## ПОЛУЧЕНИЕ НАНОПОРОШКОВ ОКСИДА ИТТРИЯ ТЕРМИЧЕСКИМ РАЗЛОЖЕНИЕМ ПРЕКУРСОРОВ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ КЕРАМИКИ

А.Б. Арзманова, Е.А. Данилова

Научный руководитель – д.х.н., профессор С.В. Чижевская

АО Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности

111141, Россия, г. Москва, ул. Электродная 2, [aisa.arzmanova@mail.ru](mailto:aisa.arzmanova@mail.ru)

Оксиды редкоземельных элементов (РЗЭ) благодаря их уникальным физико-химическим свойствам широко используются в различных областях науки и техники: оптика, конструкционная керамика, катализаторы, люминофоры, лазеры, системы связи, управления и навигации (судостроение, авиационно-космическая и компьютерная техника), квантовые генераторы и др.

Получение прозрачной керамики является одной из актуальных задач в настоящее время. Особое место занимают материалы на основе оксида иттрия ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ). Перспективность использования керамики на основе оксида иттрия обусловлена многими факторами: высокая химическая стойкость, низкий коэффициент теплового расширения и высокая прозрачность в ИК-диапазоне длин волн. Однако считается, что изготовление прозрачной керамики на основе  $\text{Y}_2\text{O}_3$  ограничено в связи с трудностями полного удаления замкнутых пор в процессе спекания. На уплотнение прозрачной керамики значительное влияние оказывают чистота, морфология, размер частиц и их распределение. Поэтому наиболее важной технологией для изготовления прозрачной керамики является синтез исходных

порошков с высокой спекающей активностью. В данной работе исследовали метод распылительного соосаждения для синтеза наноразмерных порошков  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , т.к. использование именно их позволяет получить керамику, отвечающую требованиям, предъявляемым к оптическим материалам [1].

Важным фактором управления физико-химическими свойствами современных функциональных оксидных наноматериалов является их микроструктура, которая в значительной степени зависит от природы прекурсоров (соединений, используемых для их получения) и определяет температурный интервал образования оксидной фазы. Нами были изучены условия получения наноразмерных порошков оксидов иттрия путем термического разложения исходных соединений, установлено влияние природы прекурсоров (гидроксидов, карбонатов, оксалатов) на микроструктуру порошков и исследована устойчивость к росту кристаллитов оксидов при изменении температуры и длительности термообработки. Детальное изучение стабильности микроструктуры оксидов при термическом воздействии, а также морфологических