

КОМПЛЕКСНАЯ ПЛАЗМЕННАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Пироженко Т.Е.

Научный руководитель: Каренгин А.Г., к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: shahmatovaol@tpu.ru

Около 97% отработавшего на АЭС ядерного топлива (ОЯТ) составляют изотопы уран-238 и синтезированный в ядерном реакторе плутоний-239, а доля продуктов деления изотопа уран-235 и других изотопов плутония не превышает 3% [1]. Основой технологии переработки ОЯТ на радиохимических заводах является ПУРЕКС-процесс, обеспечивающий высокую степень извлечения урана и плутония с высокой степенью очистки от продуктов деления. Экстракцию урана и плутония из водно-хвостовых растворов осуществляют трибутилфосфатом с использованием органических разбавителей (керосин, очищенные углеводороды и др.), которые со времени теряют свою эффективность и превращаются в горючие отходы переработки (ГОП ОЯТ), для которых эффективных технологий переработки до сих пор нет.

Оставшиеся без урана и плутония после первого экстракционного цикла отходы переработки (ОП ОЯТ) представляют собой слабоконцентрированные водно-солевые растворы, имеющие следующий модельный состав (%): $\text{HNO}_3 - 8,0$, $\text{H}_2\text{O} - 81,43$, $\text{Fe} - 0,07$, $\text{Mo} - 0,1$, $\text{Nd} - 0,11$, $\text{Y} - 0,06$, $\text{Zr} - 0,058$, $\text{Na} - 0,04$, $\text{Ce} - 0,039$, $\text{Cs} - 0,036$, $\text{Co} - 0,031$, $\text{Sr} - 0,026$ [2].

По действующей технологии ОП ОЯТ выпаривают, добавляют химические реагенты (силикаты, фосфаты, бораты и др.), остекловывают с последующим захоронением. Эта технология многостадийна, экологически небезопасна, требует химических реагентов и значительных энерго- и трудозатрат.

Для обработки ОП ОЯТ перспективным является применение низкотемпературной плазмы. Однако плазменная обработка только ОП ОЯТ потребует значительных энергозатрат (до 4 МВт·ч/т). Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при совместной обработке горючих и негорючих отходов в воздушно-плазменном потоке в виде оптимальных по составу диспергированных водно-солеорганических композиций (ВСОК), обеспечивающих их энергоэффективную обработку [3].

В работе представлены результаты моделирования процесса отдельной и совместной плазменной утилизации ГОП ОЯТ и ОП ОЯТ в виде водно-органических композиций, обеспечивающих их энергоэффективную обработку.

На основе результатов расчетов показателей горючести модельных композиций («ГОП ОЯТ–вода» и «ГОП ОЯТ–ОП ОЯТ») определены составы ВСОК, имеющие низшую теплотворную способность ($Q_{н^p} \geq 8,4$ МДж/кг) и адиабатическую температуру горения ($T_{ад} \geq 1200$ °С) и обеспечивающие не только существенное снижение затрат энергозатрат на плазменную обработку отходов (до 0,1 МВт·ч/т), но дополнительное получение тепловой энергии для технологических и бытовых нужд (до 2,0 МВт·ч/т).

В результате термодинамических расчетов процесса плазменной обработки ВСОК установлены основные закономерности влияния исходного состава этих композиций и массовых долей воздушного плазменного теплоносителя на равновесные составы образующихся газообразных и твердых продуктов и определены режимы для практической реализации процесса, обеспечивающие энергоэффективную обработку этих отходов в воздушной плазме. Для расчётов использовалась лицензионная программа «TERRA».

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании энергоэффективной плазменной технологии утилизации различных отходов замкнутого ЯТЦ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М.: Изд. дом МЭИ, 2007.- 448 с.
2. Пантелеев Ю.А., Александрук А.М. и др. Аналитические методы определения компонентов жидких радиоактивных отходов. – Л.: Труды Радиевого института им. В. Г.