

МОДЕЛЬ РЕАКТОРА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВОДНО-СОЛЕВЫХ ОТХОДОВ ЯТК В ВОЗДУШНО-ПЛАЗМЕННОМ ПОТОКЕ В ВИДЕ ДИСПЕРГИРОВАННЫХ ГОРЮЧИХ ВОДНО-СОЛЕОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ

Новоселов И.Ю., Побережников А.Д., Каренгин А.Г.

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

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

E-mail: inovoselov@tpu.ru

Основой технологии переработки ОЯТ радиохимических заводов является ПУРЕКС-процесс, обеспечивающий высокую степень извлечения урана и плутония, их высокую очистку от продуктов деления [1]. При экстракционном извлечении урана и плутония применяют трибутилфосфат с использованием различных разбавителей (керосин, гексахлорбутadiен и др.), которые под действием облучения теряют свою эффективность и превращаются в горючие отходы переработки ОЯТ. Эти горючие отходы имеют значительную теплотворную способность и могут привести к снижению энергозатрат при совместной обработке горючих и негорючих отходов.

Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при обработке таких отходов в воздушной плазме в виде оптимальных по составу диспергированных горючих водно-солеорганических композиций (ВСОК), имеющих адиабатическую температуру горения не менее 1200°С [2]. На рисунке 1 представлена модель реактора плазменного модуля на базе ВЧФ-плазмотрона, предназначенного для обработки различных водно-солевых отходов в воздушно-плазменном потоке в виде диспергированных горючих ВСОК.

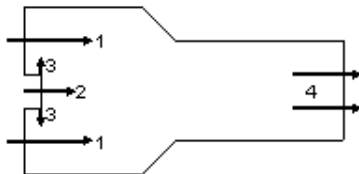


Рисунок 1 – Модель реактора плазменного модуля на базе ВЧФ-плазмотрона:

1 – воздушный поток; 2 – воздушно-плазменный поток; 3 – диспергатор горючих ВСОК; 4 – отходящие газы

Подача воздушного потока 1 в реактор осуществляется с различной скоростью $W_{вп}$ (10-100 м/с) через импеллер с переменным углом закрутки φ (0-60°). Генерируемая ВЧФ-плазмотроном воздушная плазменная струя 2 с различной температурой $T_{пс}$ (2000-4000 К) и скоростью $V_{пс}$ (5-20 м/с) вводится по оси в реактор. Расход ВСОК на входе в реактор изменяется в пределах $Q_{всок}$ (0,1-1,5 м³/ч). Диспергатор 3 преобразует горючие ВСОК в капли, имеющие различные начальные диаметр d_k (10-100 мкм), скорость V_k (1-10 м/с) и температуру T_k . (300-600 К). Образующиеся продукты в виде отходящих газов 4 выводятся из реактора.

При расчёте реактора использовался лицензионный программный комплекс ANSYS Fluent 6.3. Для построения геометрии и расчетной сетки модели реактора использовалась программа Gambit 2.4. Для расчёта реактора выбрана модель горения без предварительного смешения. Движение капель диспергированных ВСОК в реакторе рассчитывалось с помощью модели дискретных фаз. Обмен импульсом, теплотой, и массой между газом и каплями включался в расчет, чередуясь с расчётом траекторий капель и уравнений непрерывной газовой фазы.

По результатам проведенных расчетов определены и рекомендованы для практической реализации оптимальные режимы работы реактора, обеспечивающие эффективную обработку водно-солевых отходов в воздушно-плазменном потоке в виде диспергированных горючих ВСОК: $V_{вп} = 30$ м/с; $\varphi = 30^\circ$; $T_{пс} = 3000$ К; $V_{пс} = 20$ м/с; $T_k = 600$ К; $V_k = 3$ м/с; $Q_{всок} = 1,0$ м³/ч.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы для создания оборудования и технологии плазменной обработки различных водно-солевых отходов в виде диспергированных горючих композиций, а также других жидких радиоактивных отходов создаваемого российского замкнутого ядерного топливного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Скачек М.А. Обращение с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.
2. Karengin A. G., Karengin A. A., Podgornaya O. D., Shlotgauer E. E. Complex utilization of snf processing wastes in air plasma of high-frequency torch discharge // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2014 - № Article number 012034. - P. 1-6.