

МОДЕЛЬ РЕАКТОРА ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДИСПЕРГИРОВАННЫХ ВОДНО-ОРГАНИЧЕСКИХ НИТРАТНЫХ РАСТВОРОВ

Бабаев Р.Г., Каренгин А.А., Побережников А.Д..

Научный руководитель: доцент ОЯТЦ ИЯТШ, к.ф.-м.н. А.Г. Каренгин
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: andrewpad@tpu.ru

Развитие ядерной энергетики в России связывают с реакторами на быстрых нейтронах, использующих дисперсионное ядерное топливо (ДЯТ) в виде сложных оксидных композиций из делящихся материалов (уран, плутоний, торий), размещенных в матрице, имеющей высокий коэффициент теплопроводности и низкое сечение резонансного поглощения нейтронов [1].

Однако раздельное получение оксидов урана (плутония, тория) и использование матрицы из порошков металлов (алюминий, молибден, вольфрам и др.) увеличивает коэффициент теплопроводности, но приводит к удорожанию технологии получения ДЯТ, а традиционные технологии получения сложных оксидных композиций из водных нитратных растворов многостадийны, требуют использования химических реагентов и имеют высокую стоимость.

Предлагается прямой плазмохимический синтез сложных оксидных композиций, включающих делящиеся материалы в виде оксидов металлов (уран, плутоний, торий) и матрицу в виде оксида бериллия (магния), имеющего высокий коэффициент теплопроводности и низкое сечение резонансного поглощения нейтронов, из диспергированных водно-органических нитратных растворов (ВОНР), включающих органический компонент (спирты, кетоны и др.). Это обеспечит прямой плазмохимический синтез в воздушной плазме сложных оксидных композиций с требуемым стехиометрическим составом без дополнительного водородного восстановления и существенное снижение энергозатрат на их получение.

На рисунке 1 представлена модель реактора для плазменной переработки диспергированных растворов ВОНР в воздушно-плазменном потоке.

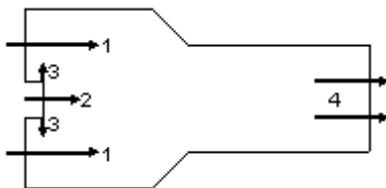


Рис. 1. Модель реактора для плазменной переработки растворов ВОНР:

1 – воздушный поток; 2 – воздушная плазменная струя; 3 – диспергатор; 4 – отходящие газы

Расчеты реактора проведены с применением программного комплекса ANSYS Fluent 6.3. Построение геометрии и расчетной сетки реактора проведено с использованием программы Gambit 2.4. Для расчёта реактора выбрана модель горения без предварительного смешения. Движение капель диспергированных ВОНР 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.

Расчеты проведены при следующих исходных параметрах воздушного потока, плазменной струи и капель ВОНР: скорость воздушного потока $W=10-100$ м/с; скорость плазменной струи $V_c=5-20$ м/с; температура плазменной струи $T_c=2000-4000$ К; диаметр капель $D_k = 10-100$ мкм; скорость капель $V_k=5-20$ м/с; температура капель $T_k=300-600$ К; расход ВОНР $Q_p = 0,1-1,5$ м³/ч; угол закрутки воздушного потока в импеллере реактора $\varphi = 0-60^\circ$.

По результатам расчетов определены следующие режимы, обеспечивающие эффективную обработку диспергированных растворов ВОНР в воздушно-плазменном потоке: $W = 30$ м/с; $\varphi = 30^\circ$; $V_c = 20$ м/с; $T_c=3000$ К; $T_k = 600$ К; $V_k = 3$ м/с; $Q_p = 1,0$ м³/ч.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 18-19-00136).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев С.В., Зайцев В.А., Толстоухов С.С. Дисперсионное ядерное топливо. – М.: Техносфера, 2015. – 248 с.