

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ «PuO₂-ThO₂-MgO»

Тихонов А.Е., Бабаев Р.Г.

Научный руководитель: доцент ОЯТЦ ИЯТШ, к.ф.-м.н. А.Г. Каренгин
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: vir12@tpu.ru

Для России является приоритетным направлением развития ядерной энергетики создание АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. Для их работы перспективным является использование дисперсионного ядерного топлива (ДЯТ) в котором делящиеся материалы (U,Pu,Th) в виде оксидных композиций размещают в матрице, имеющей высокий коэффициент теплопроводности и низкое сечение резонансного поглощения нейтронов [1]. При этом раздельное получение таких оксидных композиций из делящихся материалов и использование матрицы из порошков металлов (алюминий, молибден, вольфрам и др.) увеличивает коэффициент теплопроводности, но приводит к удорожанию получения ДЯТ.

Предлагается прямой плазмохимический синтез композиций, включающих оксиды плутония (урана) и матрицу из оксида бериллия, имеющего высокий коэффициент теплопроводности и низкое сечение резонансного поглощения нейтронов, из смешанных водно-органических нитратных растворов (ВОНР), включающих органический компонент (этанол, ацетон и др.).

В результате проведенных расчетов определены составы ВОНР, имеющих низшую теплотворную способность не менее 8,4 МДж/кг и обеспечивающих их энергоэффективную переработку. В результате проведенного термодинамического моделирования процесса плазменной переработки растворов ВОНР определены режимы, обеспечивающие прямой плазмохимический синтез в воздушной плазме оксидных композиций «PuO₂-ThO₂-MgO» различного состава. Расчеты проведены при атмосферном давлении (0,1 МПа), в широком диапазоне температур (300-4000 К) и массовых долей воздушного теплоносителя (10-90 %).

На рисунке 1 представлен характерный равновесный состав конденсированных продуктов плазменной переработки раствора ВОНР на основе ацетона (26,4 % H₂O–3,6 % HNO₃–25,0 % C₃H₆O–2,9 % PuO₂(NO₃)₂·6H₂O–31,1 % Th(NO₃)₄·6H₂O–11,0 % Mg(NO₃)₂·6H₂O) при массовой доле воздуха 61 %, обеспечивающего в воздушной плазме прямой плазмохимический синтез оксидной композиции следующего состава: (18 % PuO₂–72 % ThO₂–10 % MgO).

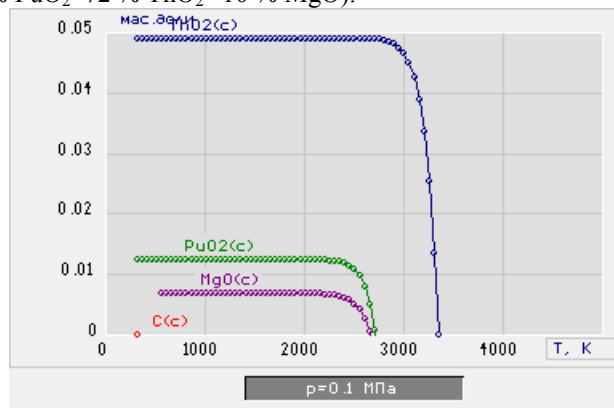


Рис. 1. Влияние температуры на равновесный состав основных конденсированных продуктов переработки раствора ВОНР в воздушной плазме: (39 % ВОНР – 61 % Воздух)

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при разработке энергоэффективной технологии прямого плазмохимического синтеза различных по составу оксидных композиций «PuO₂-ThO₂-MgO» для ДЯТ.

*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.