

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ГОМОГЕННЫХ ОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ТОРИЕВОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Зубов В.В., Перминов С.В.,

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

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

E-mail: kaberne1812@yandex.ru

У современной атомной энергетики, использующей оксидное ядерное топливо (ЯТ) в реакторах на тепловых нейтронах (РТН) в виде керамики из диоксида урана, обогащенного по изотопу уран-235, наряду с несомненными достоинствами есть и существенные недостатки: низкая теплопроводность (4,5 кДж/(м·К)), которая ограничивает удельную мощность реактора по температуре плавления; горячая керамика очень хрупка и может растрескиваться; короткий цикл использования (остановка ядерного реактора и перегрузка топлива каждые 3-5 лет); невозможность создания энергетических установок малой (10-100 МВт) и сверхмалой мощности (до 10 МВт); большие расходы на утилизацию отработавшего ЯТ; ограниченный ресурс изотопа уран-235. Это стало причиной замедления в последние годы развития атомной энергетики на базе РТН и привело к отказу от неё в ряде стран.

Одним из перспективных направлений дальнейшего развития атомной энергетики является создание реакторных установок с использованием дисперсионного ЯТ, в котором гранулированные оксидные композиции из ядерных материалов (уран, торий и др.) размещают в матрице (алюминий, молибден, нержавеющая сталь и др.).

При использовании изотопа торий-232 отпадает необходимость в дорогостоящем изотопном обогащении, а цикл использования ядерного топлива может быть доведен до 10-15 лет. Прогнозных запасов тория в земной коре в 3-5 раз больше, чем урана. С учетом ограниченности ресурса изотопа уран-235 использование тория в составе дисперсионного ЯТ открывает новые перспективы.

Получение оксидных композиций из смесевых нитратных растворов (СНР) с применением плазмы обладает многими важными особенностями, выгодно отличающимися от технологии, основанной на механическом смешении компонентов [1,2]. Это возможность получения гомогенного распределения фаз и заданного стехиометрического состава во всем объеме порошка, чистота материала, возможность активно влиять на морфологию частиц и др. Однако, плазменная обработка только СНР требует огромных энергозатрат (до 2-4 МВт·ч/т). Существенное снижение энергозатрат может быть достигнуто при плазменной обработке СНР в виде водно-солеорганических композиций (ВСОК).

В работе представлены результаты моделирования процесса плазмохимического синтеза оксидных композиций урана и тория из СНР. В результате проведенных расчетов показателей горения различных по составу модельных ВСОК на основе СНР и этилового спирта (ацетона) определены оптимальные составы композиций, обеспечивающие их энергоэффективную плазменную обработку.

По результатам проведенных термодинамических расчетов процесса плазменной обработки СНР в виде оптимальных по составу ВСОК определены оптимальные режимы их обработки, необходимые для получения в воздушной плазме оксидных композиций «ThO₂-UO₂» в конденсированной фазе. Для расчетов использовалась лицензионная программа «TERRA».

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при создании энергоэффективной технологии плазмохимического синтеза гомогенных оксидных композиций для ториевого ядерного топлива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туманов Ю. Н., Бутылкин Ю. П., Коробцев В. П., Бевзюк Ф. С., Грицюк В.Н., Батарее Г. А., Хохлов В. А., Галкин Н.П. Способ получения урансодержащих смесевых оксидов. — Авт. свидетельство СССР № 904393, 1976.
2. Туманов Ю.Н., Плазменные и высокочастотные процессы получения и обработки материалов в ядерном топливном цикле. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. — 760 с.