

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА НАНОРАЗМЕРНЫХ СЛОЖНЫХ ОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ «UO₂-PuO₂-MgO» ДЛЯ УРАН-ПЛУТОНИЕВОГО ДИСПЕРСИОННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

К.С. Расторгуев, А.А. Каренгин, А.С. Пшеничников

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: vir12@tpu.ru

Традиционное ядерное топливо из диоксида урана, обогащенного по изотопу уран-235, имеет ряд недостатков: низкая теплопроводность, короткий цикл использования, ограниченный ресурс изотопа уран-235. Перспективным является дисперсионное ядерное топливо (ДЯТ) из оксидов делящихся металлов (уран, плутоний), равномерно распределенных в оксидной матрице, имеющей высокую теплопроводность и низкое поглощение нейтронов [1]. В отличие от применяемых методов получения сложных оксидных композиций (СОК) путем раздельного получения и механического смешения оксидов металлов, плазмохимический синтез СОК из диспергированных водно-органических нитратных растворов (ВОНР), включающих органический компонент (спирты, кетоны), имеет следующие преимущества [2]: одностадийность, гомогенное распределение фаз с заданным стехиометрическим составом, возможность активно влиять на размер и морфологию частиц, низкие энерго- и трудозатраты.

В работе представлены результаты исследований процесса плазмохимического синтеза СОК из диспергированных растворов ВОНР, включающих ацетон и водные нитратные растворы неодима (вместо урана), самария (вместо плутония) и магния. Подготовленные растворы ВОНР подавались (300 л/ч) через диспергатор в реактор плазменного модуля на базе ВЧФ-плазмотрона, где в воздушно-плазменном потоке при температурах ≥ 1000 °С осуществлялся синтез СОК, затем в узле «мокрой» очистки происходило их резкое охлаждение («закалка») с образованием водных суспензий СОК, которые отстаивали, фильтровали и прокачивали в течение 20 минут при температуре 150 °С. В ходе исследований проводились лазерная дифракция водных суспензий СОК, сканирующая электронная микроскопия, БЭТ-анализ и рентгенофазовый анализ полученных порошков СОК. Установлено, что при расходе воды на «закалку» (2,8 кг/с), частоте диспергатора (50 Гц) и различных значениях $\alpha = \text{Sm}/(\text{Sm} + \text{Nd})$ увеличение доли MgO (5...50 %) в составе СОК «Sm₂O₃-Nd₂O₃-MgO» приводит:

- (при $\alpha=0,1$) к снижению размера частиц СОК в водной суспензии с 13,5 до 4,3 мкм, увеличению Суд порошков СОК с 10,1 до 21,0 м²/г и снижению размера «зерен» в СОК с 79 до 38 нм;
- (при $\alpha=0,2$) к снижению размера частиц СОК в водной суспензии с 12,9 до 5,3 мкм, увеличению Суд порошков СОК с 10,0 до 12,6 м²/г и снижению размера «зерен» в СОК с 79 до 63 нм;
- (при $\alpha=0,3$) к снижению размера частиц СОК в водной суспензии с 6,6 до 4,7 мкм, снижению Суд порошков СОК с 15,2 до 11,9 м²/г.

Работа выполнена при финансовой 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.
2. Novoselov I. Yu., Karengin A.G., Babaev R.G. Simulation of Uranium and Plutonium Oxides Compounds Obtained in Plasma // AIP Conference Proceedings. – 2018. – V. 1938. – P. 1-5.