**Влияние протонного и нейтронного облучения на структуру и свойства ZTA композитной керамики**

***Малецкий А.В.1,2, Беличко Д.Р.1, Исаев Р.Ш.1,2***

*Аспирант, 3 год обучения*

*1 Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина, Донецк, Россия*

*2 Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия*

*E-mail:sashamalecki097@gmail.com*

В настоящее время множество исследований направлено на поиск композитных керамических материалов, которые могут быть использованы в качестве конструкционных деталей для аэрокосмической отрасли и ядерной энергетики [1-3]. Такие материалы должны быть химически инертными, радиационно-стойкими и иметь высокие физико-механические свойства для длительной эксплуатации в различных агрессивных средах [1]. Структура подобных конструкционных деталей должна иметь устойчивость к воздействию высокоэнергетических частиц, однако данный аспект плохо изучен для керамических материалов, в частности, для ZTA (Al2O3 + *n*%YSZ (ZrO2+3 мол.% Y2O3), Zirconia Toughened Alumina) композитных керамических систем. Известно, что воздействие высокоэнергетических частиц и излучения на твердые тела приводит к изменению их структурно-фазового состояния и физических свойств, а понимание физических изменений, происходящих в твердых телах под влиянием высокоэнергетических частиц и излучения, требует детального ознакомления с ключевыми радиационно-индуцированными эффектами, вызываемыми различными видами облучения.

Облучение керамических композитов состава α-Al2O3 + *n* % YSZ (n = 0, 1, 5, 10, 15 вес.%) протонами и нейтронами осуществлялось на ускорителе ЭГ-5 (ЛНФ, ОИЯИ). Доза облучения для протонов с энергией 2 МэВ составила (Dp)=1·1017 ед/см2, а для нейтронов с энергией 4,5 МэВ (Dn)=2·1012 ед/см2. Методом РСА не зафиксировано фазовых изменений в керамике после облучения, как нейтронами, так и протонами. Исследование структуры поверхности методом СЭМ показало образование большого количества дефектов в структуре ZTA керамики в результате воздействия высокоэнергетических частиц. Установлено, что наибольшее количество дефектов образуется в материале состава α-Al2O3 + 10% YSZ в результате нейтронного облучения, что приводит к деградации структуры и уменьшению физико-механических свойств композитной керамики. Также, методом СЭМ зафиксирован эффект дробления зерен YSZ в композитной керамике под действием облучения протонами и нейтронами, заключающийся в значительном уменьшении среднего размера зерен наполнителя алюмоциркониевой матрицы с изменением структуры композитной керамики. Установлено, что твердость и плотность исследуемой керамики имеет немонотонный характер в зависимости от концентрации легирующей добавки YSZ. В материале с содержанием 5 и 15% YSZ наблюдается минимальные значения физико-механических свойств из-за эффекта взаимной защиты порошковых смесей от кристаллизации во время отжига (5% YSZ) и образования агломератов зерен YSZ при спекании керамики (15% YSZ).

*Исследования выполнены при поддержке РНФ, грант № 24-72-10072*

**Литература**

1. Abd El-Hameed A. M. Radiation effects on composite materials used in space systems: a review // NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics. 2022. Vol. 11. No. 1. P. 313–324.

2. Giniyatova S. G., Kozlovskiy A. L., Rspayev R. M., Borgekov D. B., Zdorovets M. V. Study of the kinetics of radiation damage in CeO2 ceramics upon irradiation with heavy ions // Materials. 2023. Vol. 16. No. 13. P. 4653.

3. García Ferré F., Mairov A., Ceseracciu L., et al. Radiation endurance in Al2O3 // Scientific Reports. 2016. Vol. 6. P. 33478.