

ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ПОЛИМОРФНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ В ZrO₂ КЕРАМИК ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ОБЛУЧЕНИИ

Одним из важных факторов определяющих перспективы использования керамических материалов в качестве основы для создания инертных матриц дисперсного ядерного топлива является устойчивость керамик к совокупности эффектов, связанных с термическим воздействием и радиационными повреждениями. При этом в случае перехода к новым типам ядерных реакторов, в частности, к высокотемпературным ядерным реакторам, при определении типа материала инертной матрицы необходимо учитывать ее устойчивость к деградации при высокотемпературной эксплуатации (в режимах 500–700 °С, характерных температур активной зоны). При подобных режимах эксплуатации могут возникать эффекты, характерные для процессов термического расширения, которые в свою очередь способны привести либо к ускорению процессов радиационно-индуцированной деградации либо к эффекту «самозалечивания» образующихся дефектов в результате облучения.

Рассматриваемый в качестве перспективного материала для ядерной энергетике диоксид циркония (ZrO₂) обладает достаточно хорошим набором свойств, таких как высокие показатели инертности к агрессивным средам, температурным воздействиям (малая величина коэффициента теплового расширения при длительной эксплуатации при высоких температурах), прочностных характеристик (твердости, износостойкости, трещиностойкости). Однако, известные эффекты полиморфизма (возможности испытывать полиморфные фазовые трансформации типа m-ZrO₂ → t-ZrO₂ или t-ZrO₂ → c-ZrO₂), которые сопровождаются изменением плотности керамики, а также обусловленными подобными эффектами изменениями прочностных и теплофизических параметров необходимо учитывать при работе с данными керамиками в случае использования их в качестве основы для создания инертных матриц дисперсного ядерного топлива или же материалов контейнеров для длительного хранения отработанного ядерного топлива.

В работе рассмотрено влияние температуры высокодозного облучения тяжелыми ионами Xe²³⁺ на изменение оптических и структурных свойств, а также степень полиморфных трансформаций в поликристаллических ZrO₂ керамиках. Интерес к подобным исследованиям обусловлен в первую очередь возможностью получения новых данных о механизмах радиационно-индуцированных повреждений, связанных с воздействием тяжелых ионов, сравнимых с осколками деления ядерного топлива, а также сопоставить наблюдаемые изменения свойств поврежденного слоя с процессами полиморфных трансформаций, характерных для ZrO₂ керамик. Анализ полученных данных изменений оптических и структурных особенностей керамик в зависимости от условий облучения показал, что увеличение температуры облучения приводит к менее выраженной структурной деградации, обусловленной деформационными искажениями связей OI–Zr–OI и Zr–OI–Zr, а также накоплению кислородных вакансий в поврежденном слое. При этом с применением совокупности исследовательских методов было определено, что при температурах облучения выше 700 К процессы полиморфных трансформаций t–ZrO₂→ c–ZrO₂, вызванные радиационно-деформационным воздействием менее выражены, что приводит к формированию включений в виде t–ZrO₂.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования и науки Республики Казахстан (№ AP14871119).

Section

Energy and materials science (Section 2)

Primary author: KOZLOVSKIY, Artem (The Institute of Nuclear Physics)

Presenter: KOZLOVSKIY, Artem (The Institute of Nuclear Physics)

Track Classification: The V International Scientific Forum “Nuclear Science and Technologies”: En-

