

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ ПЛОТНОСТИ НА ДИФФУЗИОННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ЗАЩИТНОГО СИЛИЦИДНОГО ПОКРЫТИЯ

Гнесина Н.И., Гнесин И.Б., Прохоров Д.В., Гнесин Б.А., Карпов М.И.,
Внуков В.И., Желтякова И.С., Строганова Т.С.

ИФТТ РАН, Черногловка, Россия
gnesina_ni@issp.ac.ru

Активно развивающимся направлением применения защитных высокотемпературных покрытий является создание устойчивого к авариям ядерного топлива [1]. Согласно этой концепции, существует задача создания покрытий, защищающих циркониевые оболочки тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) от взаимодействия с водяным паром, возникающего при развитии аварийных ситуаций на ядерных установках. Одним из перспективных типов таких покрытий являются покрытия из силицидов молибдена, обладающие повышенной сопротивляемостью коррозии [2]. Помимо коррозионной стойкости, важной проблемой в рамках данной тематики является диффузионное взаимодействие материала покрытия со сплавами циркония, которое может приводить как к значительному снижению защитных свойств покрытия, так и понижая прочность оболочек ТВЭЛ за счет изменения их состава.

В рамках проведенных исследований изучались особенности кинетики взаимодействия сплавов системы Mo–Si с реакторным сплавом на основе циркония (Э110). Образцы представляли собой диффузионные пары из силицидов и Э110, полученные путем диффузионной сварки при 1000 °С под давлением около 2 МПа. Образцы подвергались отжигам в вакууме при различных температурах 1100–1300 °С в течение 3-9 часов. Микроструктура поперечного сечения образцов после отжига изучалась с помощью сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. Помимо получения данных о кинетике роста слоя диффузионного взаимодействия был обнаружен факт значительного повышения толщины данного слоя вблизи дефектов плотности в случае их присутствия на фронте диффузионного контакта. Наличие дефектов плотности даже на небольшом расстоянии (~5-10 мкм) от зоны контакта уже не оказывает заметного влияния на скорость взаимодействия. Этот эффект может быть связан с механизмом дополнительной активизации диффузии кремния за счет диффузии по поверхности дефектов. Для установления подробных закономерностей развития данного явления требуются дополнительные исследования. Однако, полученные данные, помимо прочего, уже говорят о том, что для снижения степени взаимодействия покрытия и основы в данном случае желательно максимально снизить количество дефектов плотности на фронте диффузионного взаимодействия.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Госкорпорации «Росатом» в рамках научного проекта № 20-21-00137.

1. Accident Tolerant Fuel Concepts for Light Water Reactors. Vienna. IAEA-TECDOC-1797, 2016. 384 p.
2. Wood E.S., Parker S.S., and Nelson A.T.// Molybdenum Disilicide Oxidation Kinetics in High Temperature Steam. United States: N. p., 2016.