ИЗУЧЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ОБОЛОЧКИ ТВЭЛА ИОННО-ПУЧКОВЫМИ И РЕНТГЕНОВСКИМИ МЕТОДАМИ

Е.В. Егоров1,2\*), В.К. Егоров1), П.С. Джамаев3)

1) ИПТМ РАН, Черноголовка, Россия

2) ИРЭ РАН, Фрязино, Россия

3) МИФИ, Москва, Россия

\*) e-mail: egorov@iptm.ru

Базовым узлом современных водо-водяных энергетических реакторов (ВВЭР) является тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ), представляющий собой тонкостенную цилиндрическую оболочку, в которую помещено ядерное топливо. Выделение тепла происходит в результате торможения в материале топлива ядерных осколков, возникающих в процессе распада ядер урана под воздействием потока тепловых нейтронов. Тепло через оболочку передается теплоносителю – пароводяной смеси, имеющей в зоне контакта с оболочкой температуру 300-350°С. Наиболее подходящим материалом для изготовления оболочки ТВЭЛа, как оказалось является сплав циркония Э-110, содержащий 1% ат. атомов Nb, но опыт показал недостаточную коррозионную стойкость этого материала и инициировал работы по модификации внешней поверхности оболочки ТВЭЛов. В наших исследованиях изучалась возможность модификации поверхностного слоя оболочки путем нанесения хромовых покрытий с добавлением атомов Mo, Nb, Cu и Fe с последующим внедрением атомов покрытий в этот слой либо путем облучения потоками Xe или Ar, или в результате температурной диффузии. Экспериментальные исследования выполнялись методами РОР ионов Не+ и Н+, PIXE и РФА ПВО. Они показали, что атомы Cr хорошо адаптируются в поверхностном слое оболочки, образуя твердый раствор в цирконии, а при больших концентрациях и стехиометрический интерметаллид ZrCr2.

Работа выполнена в рамках Гос. заказа №075-00706-22-00 и Гос. темы «Создание и исследование хромосодержащих покрытий на оболочке ТВЭЛа».