**СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТАЛЯХ 12Х18Н10Т И 08Х16Н11М3(Т) В РЕЗУЛЬТАТЕ РАДИАЦИОННОГО И ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

*Тарапеева А.Ю.1,2, Исмайлова Г.А.2 Мережко Д.А.1, Мережко М.С.1, Short M.P.3*

1Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан

2Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

3 Массачусетский технологический институт, Кембридж, США

Нейтронное облучение внутрикорпусных устройств выполненных из метастабильных аустенитных сталей приводит к радиационно-стимулированному образованию новых фаз в аустенитной матрице, например, α феррита, обогащенного Cr и Fe. Как следствие, аустенитные стали теряют свои конкурентные преимущества — материал охрупчивается, снижается коррозионная стойкость. Перспективным решением данной проблемы является восстановительный отжиг, при котором корпус реактора и внутрикорпусные устройства подвергаются выдержке при высоких температурах в течение нескольких суток. Раннее было установлено [1], что изотермический отжиг при 700–900°C приводит к исчезновению дефектов структуры радиационной природы, а также вторичных фаз и радиационно-индуцированной сегрегации. Однако, длительная выдержка аустенитных сталей в интервале температур 500–800°С приводит к сильной межкристаллитной коррозии из-за уменьшения содержания Cr в аустените по границам зерен (сенсибилизации), что является критическим с точки зрения коррозионной стойкости материала. В настоящей работе исследуются структурные изменения в сталях 12Х18Н10Т и 08Х16Н11М3(Т) в результате радиационного и термического воздействия.

В качестве источника облученных быстрыми нейтронами образцов сталей 08Х16Н11М3(Т) и 12Х18Н10Т были выбраны шестигранные трубы ТВС после их штатной эксплуатации в реакторе БН-350. Необлученные образцы вырезали из имитационных чехлов ТВС, которые использовались для тренировки персонала и не подвергались нейтронному облучению. Часть образцов была облучена в активной зоне реактора ВВР-К. Изохронные отжиги образцов выполняли в печи Nabertherm B-130 в вакуумированной трубке (вакуум не хуже 1 Па) в диапазоне температур 150–850°С с шагом 50°С. Время выдержки при температуре составляло 30 минут. Перед испытаними на стойкость к питтинговой коррозии образцы подвергались провоцирующему отжигу при 500°С, 600°С, 700°С и 800°С в течение 4 часов с последующим охлаждением в воде при комнатной температуре.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что все образцы исследуемых сталей содержат некоторую долю ферромагнитной α'-фазы. Определено, что в необлученных образцах и образцах, облученных при температуре до 350°С, α'-фаза представляет собой мартенсит деформации, образующийся при изготовлении чехлов ТВС. В образцах, облученных при более высоких температурах (~400°С), α'-фаза представляет собой радиационно-индуцированный α-феррит или комбинацию феррита и мартенсита. Выявлено, что намагниченность сталей при изохронном отжиге снижается в разных температурных диапазонах. При этом температура, при которой начинается отжиг α-феррита, совпадает с температурой миграции хрома в материале, что может привести к проблеме коррозии. Так же было выявлено, что нейтронное облучение стали 08Х16Н11М3Т до 3,7×1019 н/см2 снижает стойкость к питтинговой коррозии в ~2 раза. По результатам провоцирующих отжигов, было установлено, что термообработка при 800°С в течение 4 часов приводит к наиболее сильной сенсибилизации.

1. Gurovich B., Kuleshova E., Frolov A. Investigation of high temperature annealing effectiveness for recovery of radiation-induced structural changes and properties of 18Cr–10Ni–Ti austenitic stainless steels// Journal of Nuclear Materials. 2015. Vol.465, № 1–3. P. 565-581