Cоединители модулей бланкета ИТЭР: Результаты расчетного и экспериментального обоснования конструкций в рамках соглашения о поставке

И.И. Поддубный1, С.Э. Хомяков1, В.Ю. Колганов1, А.В. Жмакин1, Е.В. Паршутин1, И.В. Данилов1, Ю.С. Стребков1, С.Ю. Кириллов1, К.С. Складнов1, Д.А. Власов1, Д.А. Митин1, А.В. Чебурова1, В.А. Максимов1, А.Н. Романников2

1АО «НИКИЭТ», г. Москва, Россия, poddubnyyii@nikiet.ru
2Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»
 «Проектный центр ИТЭР», г. Москва, Россия

В декабре 2014 г между Международной Организацией (МО) ИТЭР и Российской Федерацией было подписано Соглашение о поставках соединителей модулей бланкета (СМБ). В рамках Соглашения АО «НИКИЭТ», утвержденный в качестве основного поставщика, должен завершить проектирование, провести расчетное и экспериментальное обоснование, организовать изготовление и поставку СМБ на площадку ИТЭР.

Стандартный модуль бланкета ИТЭР [1] фиксируется на вакуумной камере реактора с помощью системы СМБ, включающей гибкие опоры, электроизолирующие накладки и электрические соединители. СМБ работают в вакууме под действием нейтронного излучения и температур, лежащих в диапазоне от 100 – 200 0С. При срывах плазмы, длительностью до 300 мс, в бланкете наводятся вихревые токи, взаимодействие которых с магнитным полем реактора, величина которого может достигать 9 Тл на внутреннем бланкета, приводит к появлению электромагнитных сил, действующих на СМБ. Величина электромагнитных сил, действующих на гибкую опору, может достигать 600 кН, а на электроизолирующие накладки до 2 МН. Особой конструкцией в системе СМБ является электрический соединитель (ЭС), предназначенный для отвода электрического тока от модулей бланкета к вакуумной камере. При наиболее опасном проектном событии Slow VDE (Vertical Disruption Event) III через ЭС может протекать ток до 137 кА.

Для обоснования работоспособности соединителей модулей бланкета были проведены расчеты нестационарных полей температур, напряженно-деформированного состояния и выполнены оценки динамических реакций, возникающих при срывах плазмы. Проведены оценки прочности конструкций СМБ в соответствии с нормами прочности ИТЭР для внутрикамерных компонентов SDC-IC [2]. Результаты расчетов были подтверждены экспериментальными исследованиями на оснастках, разработанных специалистами АО «НИКИЭТ».

Литература

1. A. Rene Raffray, M. Merola. Overview of the design and R&D of the ITER blanket system. Fusion Engineering and Design, 87, 2012, 769-776.
2. V. Barabash et. al. Codes and standards and regulation issues for design and construction of the ITER mechanical components, Fusion Engineering and Design, 85, 2010, 1290-1295.