ЭлектричЕские соединители модулей бланкета Итэр. Разработка конструкции, расчетное и экспериментальное обоснование работоспособности

Поддубный И.И., Колганов В.Ю., Елкин В.Н., Хомяков С.Э., Свириденко М.Н., Лешуков А.Ю., Размеров А.В., Данилов И.В., Стребков Ю.С., Кириллов С.Ю., Паршутин Е.В., Трифонова Е.В., Трапезникова О.В., Чебурова А.В., 1Сафронов В.М., 1Путрик А.Б.

Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники  
 им. Н.А. Доллежаля, г. Москва, Россия  
1Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»  
 «Проектный центр ИТЭР», г. Москва, Россия

Режим работы ИТЭР подразумевает появление нестационарных процессов длительностью от 36 до 300 мс, во время которых в модулях бланкета (МБ) наводятся электрические токи до 225 кА, вызывающие появление знакопеременных электромагнитных сил в конструкциях бланкета. С целью оптимизации токовых петель, и, как следствие, уменьшения электромагнитных нагрузок, в конструкции МБ введены специальные элементы — электрические соединители (ЭС), которые используются для формирования электрического пути с низким электрическим сопротивлением от Панели Первой Стенки (ППС) к вакуумной камере (ВК). Каждый МБ содержит четыре ЭС: по два устройства на интерфейсах ППС/Защитный Блок (ЗБ) и ЗБ/ ВК.

ЭС выполнен в виде моноблочной конструкции прямоугольной формы, изготавливаемой из цельной заготовки CuCrZr-бронзы, с волнообразными токоведущими ламелями (ТВЛ), расположенными в центральной части и выполненными электроэрозионной обработкой.

С целью обоснования работоспособности электрических соединителей были проведены расчеты нестационарных полей температур и напряженно-деформированного состояния с последующей оценкой статической и циклической прочности, в соответствии с нормами прочности ИТЭР SDC-IC.

Одновременно было выполнено экспериментальное обоснование работоспособности конструкции ЭС, включающее циклические механические и электрические испытания. Механические испытания выполнялись при температуре 270°С и подтвердили работоспособность конструкции ЭС под действием циклических механических нагрузок.

Электрические испытания ЭС проведены при действующем токе до 137 кА в течение 300 мс при нормальных условиях. На основании результатов испытаний подтверждена необходимость обеспечить контакт «бронза-бронза» на интерфейсах ЭС/ВК и ЭС/ ППС, с целью исключить подгорания и пластические деформации. Также в АО «НИКИЭТ» отработан технологический процесс изготовления биметаллического пьедестала (CuCrZr-бронзы/316LN) ППС на базе ручной АДС.