

УДК 621.0

Электрические соединители модулей бланкета ИТЭР. Разработка конструкции, расчетное и экспериментальное обоснование работоспособности

И.И. Поддубный¹, В.Ю. Колганов¹, В.Н. Елкин¹, С.Э. Хомяков¹, М.Н. Свириденко¹,
А.Ю. Лешуков¹, А.В. Размеров¹, И.В. Данилов¹, Ю.С. Стребков¹, С.Ю. Кириллов¹, Е.В. Паршутин¹,
Е.В. Трифонова¹, О.В. Трапезникова¹, А.В. Чебурова¹, В.М. Сафронов², А.Б. Путрик²

¹АО «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники им. Н.А. Доллежала»

²Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» «Проектный центр ИТЭР»

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.