

ОБОСНОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОЕДИНИТЕЛЯ БЛАНКЕТА ИТЭР^{*)}

¹Козлов С.А., ¹Вербицкая К.С., ¹Паршутин Е.В., ¹Толкачев Д.В., ¹Поддубный И.И.,
¹Свириденко М.Н., ²Путрик А.Б.

¹АО «НИКИЭТ», Москва, Россия, nikiet@nikiet.ru

²ЧУ «Проектный центр ИТЭР», Москва, Россия, support@iterrf.ru

В рамках реализации Соглашения о Поставке теплонапряженных панелей первой стенки бланкета ИТЭР и соединителей модуля бланкета (СМБ) для сооружаемого настоящее время во Франции Международного термоядерного экспериментального реактора ИТЭР АО «НИКИЭТ» ответственно за разработку и поставку на площадку ИТЭР более 2000 комплектов электрических соединителей (ЭС).

ЭС различных типоразмеров предусмотрены в конструкции бланкета ИТЭР для замыкания токов с поверхности модуля бланкета (МБ) на вакуумную камеру (ВК) с целью защиты патрубков подвода и отвода теплоносителя от омического нагрева, а также снижения электромагнитных нагрузок при возможных срывах плазмы на МБ. Два ЭС устанавливаются на интерфейсе “панель первой стенки (ППС) - защитный блок (ЗБ)”, а также 2 шт. на интерфейсе “ЗБ – ВК”.

ЭС выполнен в виде моноблочной конструкции прямоугольной формы с волнообразными токоведущими ламелями толщиной 1,2 мм. ЭС выполняется в двух исполнениях в зависимости от расположения. Десяти ламельные - для модулей, расположенных в зоне внешнего бланкета, позволяет пропускать ток силой до 41,4 кА. Общие габариты - 168x80x47 мм. Четырнадцать ламельные - для модулей на верхнем своде ВК и в зоне внутреннего бланкета, в которых возможно протекание тока значением до 137 кА. Общие габариты - 168x100x47 мм.

В соответствии с требованиями МО ИТЭР до начала серийного изготовления необходимо квалифицировать процесс изготовления конструкции ЭС и подтвердить работоспособность конструкции в условиях характерных работе ИТЭР. Программа квалификации ЭС включает как изготовление, так и циклические механические испытания при повышенной температуре.

В рамках программы квалификации было изготовлено 11 ЭС. Механические циклические испытания выполнены в три стадии.

Стадия 1 соответствует режиму работы inductive I, стадия 2 и 3 соответствует срывам плазмы. После прохождения стадий 1 и 2 испытаний на всех ламелях отсутствуют разрушения и трещины, что удовлетворяет критериям приемки. После 3 стадии показано, что минимальный коэффициент запаса равен 2, а максимальный 5,25 и разрушено не более 2-х ламелей при требуемом числе циклов 400, что удовлетворяет критериям приемки. По результатам квалификации внесены корректировки. Дополнительно изготовлено три ЭС бланкета ИТЭР из CuCrZr-бронзы и проведены механические циклические испытания. Соединители прошли стадии 1 и 2 испытаний без замечаний, трещин или разрушения ламелей не зафиксировано, что удовлетворяет критериям приемки ЭС. По окончании 3-ей стадии испытаний были зафиксированы трещины на всех ламелях, однако минимальный коэффициент запаса составил 7,5 при требуемом числе циклов 400, что удовлетворяет критериям приемки.

Специалисты АО «НИКИЭТ» завершили процесс квалификации ЭС модуля бланкета ИТЭР. По результатам квалификации подтверждена как возможность изготовления ЭС, так и его работоспособность при нагрузках, соответствующих режимам работы ИТЭР.

Работа выполнена в рамках договора №71-26до от 16 июня 2021 г между «ИТЭР-Центр» (Заказчик) и АО «НИКИЭТ» (Исполнитель), государственные контракты с ГК «Росатом» от 11.05.2021 г. № Н.4а.241.19.21.1038, от 14.02.2022 г. № Н.4а.241.19.22.1123 и от 18.01.2023 г. № Н.4а.241.19.23.1014.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)