Результаты испытания образца электрического контактного соединения полоидальной катушки PF1 реактора ИТЭР

Ковальчук О.А., Марушин Е.Л., Медников А.А., Родин И.Ю., Степанов Д.Б.

Научно-Исследовательский Институт Электрофизической Аппаратуры им. Д.В. Ефремова, Санкт-Петербург, Россия, marushin@sintez.niiefa.spb.su

Одной из задач Российской Федерации в проекте ИТЭР является поставка одной из шести полоидальных катушек - катушки PF1, которая содержит 16 электрических контактов для соединения соседних слоев двойных галет в один электрический и гидравлический контур. Активное сопротивление соединений является одним из критических параметров в части нагрузки криогенной системы и запаса устойчивости сверхпроводящего кабеля. На основании требований Международной команды ИТЭР была обновлена конструкция соединений в части используемых материалов. Также были определены новые критерии приемки, которые требуют, чтобы в диапазоне рабочих температур катушки PF1, токов (до 55 кА) и магнитных полей (до 5 T) активное сопротивление должно составлять <5 нОм, а потери в соединении должны быть <50 Дж при поперечном поле ± 0,2 Тл.

В данной работе описаны выбранные материалы и разработанные технологии и оборудование, используемые при изготовлении коробок контактного соединения, подготовке сверхпроводящего кабеля для последующих операций по гальванопокрытию и укладке в коробку контакта. Также данные технологии используются при пайке сверхпроводникового кабеля и медного основания коробки и медных оснований самих коробок. Особенностью выбранных материалов является обеспечение требуемых параметров активного сопротивления контактного соединения, механической прочности паяного соединения, а также отсутствие галогенов в электролите для гальванопокрытия обеспечивает требования безопасности международной организации ИТЭР. Особенностью разработанных технологий является пооперационный контроль неразрушающими методами на каждом этапе изготовления, обеспечение требований по потерям внутри контактного соединения и по контролю температуры сверхпроводящего кабеля во время пайки, которая не превышала критического значения в 250 0С.

Также в данной работе описан подготовленный испытательный стенд на территории НИИЭФА, на котором был испытан предварительный образец контактного соединения. Особенностью стенда является возможность исследовать крупногабаритные образцы при токах до 25 кА и магнитных полях до 2 Тл. Полученные результаты были верифицированы испытанием квалификационного образца электрического контактного соединения полоидальной катушки PF1 реактора ИТЭР на испытательном центре SULTAN (Швейцария).

В качестве результатов работы приведены программы и методики испытаний, а так же представлены результаты исследований параметров предварительного и квалификационного образцов электрического контактного соединения полоидальной катушки PF1 реактора ИТЭР.