

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БРОНЗОВОЙ ТЕПЛОТВОДЯЩЕЙ СТРУКТУРЫ, ВЫПОЛНЕННОЙ МЕТОДОМ ВАКУУМНОЙ НАПЛАВКИ, ДЛЯ ПЕРВОЙ СТЕНКИ ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ИТЭР^{*)}

Рыбиков А.А., Бобров С.В., Кузнецов Н.А., Мазуль И.В., Пискарев П.Ю.,
Рузанов В.В., Рулев Р.В.

АО «НИИЭФА», rybikov@sintez.niiefa.spb.su

Обращенные к плазме элементы (ОПЭ) первой стенки (ППС) и центральной сборки дивертора (ЦСД) для международного экспериментального термоядерного реактора (ИТЕР) оснащены системой охлаждения, реализованной в виде конструкции охлаждающих каналов типа гипервапотрон. Конструкция ОПЭ включает защитную облицовку, изготовленную из вольфрама, бронзового (CuCrZr) теплоотвода с каналом охлаждения - гипервапотроном и стальную опорную конструкцию, служащую основанием.

Цель данной работы заключается в исследовании возможности замены традиционного гипервапотрона на стальные тонкостенные трубки, вокруг которых проведена вакуумная наплавка бронзы. Предполагается, что такие изменения будут направлены на улучшение функциональных характеристик и надежности конструкции.

Достоинства новой конструкции в сравнении с гипервапотроном включают значительное уменьшение объемов мехобработки, снижение расхода металла, повышенную надежность и герметичность конструкции в результате реализации принципа двойного контейнмента теплоносителя. Предлагаемые изменения не требуют модификаций интерфейсов с бланкетом, плазмой или соседними панелями, что сохраняет совместимость с существующими системами и упрощает внесение изменений в существующую конструкцию.

Для подтверждения стойкости теплоотвода при высоких тепловых потоках был разработан и испытан макет с различной толщиной стальных стенок канала охлаждения. Вакуумная наплавка бронзы была осуществлена в печи сопротивления.

Макет был подвергнут тепловым испытаниям в диапазоне тепловых нагрузок до 4,7 МВт/м² и выдержал 2000 термоциклов.

Температурные измерения в процессе испытаний совпали с результатами теплового расчета макета. Проведенный металлографический анализ нескольких сечений разрезанного макета после испытаний не выявил каких-либо трещин и несплошностей, в т.ч. усталостного характера. Также было отмечено, что контакт стальных трубок с расплавленной бронзой не привел к существенному утонению стенок последних.

Результаты испытаний подтвердили перспективность использования вакуумной наплавки бронзы на стальных стенках канала охлаждения для высоко энергонагруженных компонентов.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)