состояние разработки, изготовления, испытаний и поставки внутрикамерных компонентов реактора итэр

Герваш А.А., Гиниятулин Р.Н., Гурьева Т.М., Кузнецов В.Е., Мазуль И.В., Маханьков А.Н., Окунев А.А.

Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры им. Д.В. Ефремова, г. Санкт-Петербург, Россия, сайт: <niiefa.spb.su>

В рамках Российских международных обязательств необходимо разработать, изготовить, испытать и поставить на площадку ИТЭР серию энергонапряженных внутрикамерных компонентов (ВКК), являющихся изделиями ядерного объекта. Предстоит поставить 58 Центральных сборок дивертора (ЦСД), 179 Панелей первой стенки (ППС), провести тепловые испытания 850 элементов дивертора.

Изготовлению макетов ВКК различного масштаба, осуществляемому в настоящее время, предшествовал выбор специфических материалов и технологий их соединения. В качестве материалов для облицовки ВКК использованы вольфрам и бериллий, для теплопроводящего слоя - дисперсионно-твердеющий медный сплав и в качестве конструкционного - аустенитная нержавеющая сталь. Конкретные марки данных материалов прошли всестороннюю апробацию как в России, так и в международном термоядерном сообществе в различных экспериментах. Отработан целый ряд технологических процессов, обеспечивающих создание многослойных ВКК, а именно: пайка вольфрама с бронзой через демпфирующую медную прослойку, пайка бериллия с бронзой, получение герметичной водоохлаждаемой биметаллической конструкции методом диффузионной сварки в газостате и/или сваркой взрывом, соединение силовых стальных элементов и контуров охлаждения методами лазерной и аргонно-дуговой сварки, прецизионная механическая обработка геометрически-сложных и труднообрабатываемых материалов.

На базе АО «НИИЭФА» создан уникальный комплекс технологического и испытательного оборудования в совокупности с набором описанных выше технологий, являющийся базовым и позволяющий приступить к изготовлению полноразмерных прототипов, а далее стать частью производственного процесса изготовления требуемой серии ЦСД и ППС. Комплекс включает в себя такие участки как: вакуумная пайка и термообработка многослойных соединений (в т.ч. с бериллием и вольфрамом); лазерная сварка стали толщиной до 15 мм; горячее изостатическое прессование; прецизионная (±50 мкм) 5-координатная механическая обработка; эрозионная обработка вольфрама; неразрушающий контроль (рентгеновский, ультразвуковой, вихретоковый, капиллярный, эндоскопический); гидравлические и вакуумные испытания; ультразвуковая очистка и мойка; тепловые испытания при помощи электронно-лучевых установок.

После завершения изготовления полноразмерных прототипов ЦСД и ППС в 2019 году последует фаза серийного изготовления, которая должна быть завершена в 2027 году.

Созданная уникальная экспериментальная база для решения конкретных задач проекта ИТЭР в последующем может быть применена для создания энергонапряженных компонентов различного назначения.

В докладе представлено описание конструкций ЦСД и ППС и особенности технологических процессов, связанных с их изготовлением и испытаниями, последние результаты технологических и ресурсных тестов макетов различного масштаба, будут описаны технические параметры установок для проведения тепловых испытаний.