Улучшенная модульная конструкция экваториального порта №11 ИТЭР

Суляев Ю.С.1,4, Александров E.В.2, Бурдаков А.В.1,3, Иванцивский М.В.1,3, Пищинский К.В.1,3, Шарафеева С.Р.1, Шиянков С.В.1, Норышев Е.А.1, Поротников А.Б.1, Шошин А.А.1,4, Клименко М.В.1

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, РФ,  
 [Yu.S.Sulyaev@inp.nsk.su](mailto:Yu.S.Sulyaev@inp.nsk.su)  
2Частное учреждение ГК «РосАтом» «Проектный центр ИТЭР», Москва, РФ,  
3Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, РФ  
4Новосибирский государственный университет, Новосибирск, РФ

Международный проект ИТЭР (ITER) является не только самой масштабной термоядерной установкой в мире, но и комплексом сложнейших в инженерном отношении взаимосвязанных технических, материаловедческих и прочих проблем. Многие из них не были решены на этапе концептуального проектирования, и решаются сейчас, на этапе эскизного проектирования. Одной из таких задач является создание рабочего проекта диагностических защитных модулей (ДЗМ) для размещения передних элементов диагностических систем. Основное назначение ДЗМ следует из его названия – обеспечить защиту элементов диагностик от контакта с плазмой, потоков частиц, перегрева, электромагнитных (ЭМ) наводок, смещения и иных явлений, препятствующих нормальному функционированию систем измерения параметров плазмы.

В докладе представлен обзор интеграции экваториального порта №11 ИТЭР, включающая проект трех ДЗМ-ов, интеграции на вакуумном фланце порт – плага и конструкции опорной рамы околопортового пространства и опорной рамы в порт-камере. Модули ДЗМ выполнены в едином концептуальном решении, их основой служит сплошная П-образная деталь, обеспечивающая жесткость всей конструкции, на которую с фронтальной стороны крепятся элементы диагностической первой стенки, а внутри заполненная кассетами нейтронной защиты на основе керамического карбида бора, вертикальными перегородками, передними элементами диагностик и трубопроводом охлаждения. Внутри П-образной детали путем глубокого сверления организована сеть каналов охлаждения.

Нейтронные, теплогидравлические, электромагнитные и механические расчеты показывают, что такая конструкция ДЗМ удовлетворяет всем требованиям ИТЭР с точки зрения радиационной безопасности, отсутствия перегрева и механической стабильности во время наиболее опасных плазменных срывов.

Изменения коснулись интеграции диагностических и служебных элементов на вакуумном фланце экваториального порт – плага №11, её конструкция удовлетворяет принципам роботизированной сборки - разборки и удаленного обслуживания согласно правилам ИТЭР.

Проведена оптимизация конструкции опорной рамы околопортового пространства и опорной рамы в порт-камере, в том числе и индивидуальных опорных конструкций для диагностических систем, с тем, чтобы обеспечить возможность независимого обслуживания тесно интегрированного диагностического оборудования. Разработана модульная модель нейтронной защиты прямых каналов диагностик и заглушки биозащиты, которые обеспечивают максимальную защиту для обслуживающего персонала и удовлетворяют принципам постадийного ввода диагностических систем в эксплуатацию.