РАСЧЁТ ИНЕРЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА ФЛАНЦАХ ЗАГЛУШЕК ВЕРХНИХ ПОРТОВ №№ 02 и 08

1Шагниев О.Б., 1Модестов В.С., 1Евтюнин Д.Ю., 2Листопад А.А., 1Логинов И.Н., 2,3Иванцивский М.В.

1Санкт-Петербургский государственный политехнический университет,  
 Санкт-Петербург, Россия, [vmodestov@spbstu.ru](mailto:vmodestov@spbstu.ru)  
2Институт Ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск, Россия,  
 [M.V.Ivantsivsky@inp.nsk.su](mailto:M.V.Ivantsivsky@inp.nsk.su)  
3Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, РФ

Проанализированы модернизированные конструкции верхних порт-плагов (ВПП) токамака ИТЭР. В конечно-элементной модели ВПП учтена нейтронная защита, представляющая собой стальные опорные рамы с закреплёнными на них лотками с наполнением из карбида бора. В местах соединения нейтронной защиты с корпусом ВПП и диагностическим модулем (ДЗМ) использованы нелинейные контакты, а также учтён предварительный затяг соединительных болтов.

Для проведения корректного расчёта обновлённой конструкции ВПП на прочность под действием инерционных (сейсмических и интерфейсных) нагрузок необходимо иметь верное представление о спектрах входных воздействий, приходящих на фланец ВПП. Для их получения в программном пакете Ansys был произведён анализ типа PSD (спектральной плотности мощности) Generic модели верхнего порта. При помощи методики из [1] входные спектры ускорений в точках крепления порта к вакуумной камере были преобразованы в спектральную плотность мощности, которая использовалась в качестве входного воздействия в PSD анализе. Важно, что параметр демпфирования выбирался в соответствии с типов воздействия. Результаты снимались так же в виде спектральной плотности мощности в точках крепления фланца ВПП к порту. Затем при помощи обратного преобразования спектральной плотности мощности были получены спектры ускорений на фланце ВПП.

Для использования полученных спектров ускорений в дальнейших расчётах линейно-спектральным методом по требованиям ИТЭР были произведены операции сглаживания (smoothing) и расширения (broading). Критерием сглаживания пиков служило расстояние по частоте или количество точек, лежащих между ними. Расширение пиков производилось на 10% влево и вправо вдоль оси частоты.

Описанная методика позволила провести расчёты линейно-спектральным методом, соответствующие требованиям ИТЭР. Кроме того, таким образом можно рассчитывать спектры ускорений в любой точке модели, испытывающей инерционные нагрузки. Данная методика позволяет также получать корректные входные данные для вибрационных стендов с целью проведения испытаний конструкций.

Литература

1. Global Tokamak Seismic Analysis Report (33W3P4 v2.1)