Влияние допусков системы коллиматорных каналов на работу диагностики ВНК ИТЭР [[1]](#footnote-1)\*)

Пучкин С.Ю., Немцев Г.Е., Родионов Р.Н., Юхнов Н.П., Хафизов Р.Р.

Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» «Проектный центр ИТЭР» (Частное учреждение «ИТЭР-Центр»), г. Москва, Россия

Вертикальная нейтронная камера (ВНК) ИТЭР – система, предназначенная для измерения профиля нейтронного источника. ВНК состоит из двух веерообразных коллимирующих структур: верхней и нижней, расположенных в разных портах вакуумной камеры ИТЭР. Верхняя ВНК устанавливается в порт-плаг верхнего диагностического порта №18. Она имеет шесть измерительных каналов, оснащенных коллиматорами для линий наблюдения. Нижняя ВНК устанавливается в несущую конструкцию диагностического рэка, расположенного внутри нижнего порта №14. Нижняя ВНК также имеет шесть измерительных каналов, но только пять из них имеют коллиматоры для линий наблюдения, в то время как шестой канал («слепой») предназначен для счета фоновых нейтронов.

Была разработана геометрическая модель в САПР, состоящая из нижней ВНК, частей диверторной кассеты и бланкета для оценки прохождения нейтронного потока оптическим методом. Коллиматоры нижней ВНК проходят через бланкет, диверторную кассету токамака и собственно через детекторный модуль ВНК, установленный в диагностическом рэке. Все эти компоненты имеют независимое крепление к вакуумной камере ИТЭР. Также были построены линии наблюдения для каждого измерительного канала нижней ВНК.

В общем случае, источником ошибок являются погрешности, возникающие в процессе изготовления коллиматорных каналов внутри компонентов, погрешности их относительной установки и деформации коллиматорных каналов под воздействием механических нагрузок, возникающих в процессе работы токамака. Ожидается, что возможные относительные смещения указанных компонентов повлияют на коллимируюшие свойства каналов ВНК и, следовательно, на точность восстановления профиля нейтронного источника.

Для оценки влияния взаимного расположения частей коллиматорных каналов на нейтронный поток в области детекторов нижней ВНК были использованы оптический метод и расчет интенсивности сигналов от детекторов ВНК с помощью радиационного транспорта.

Коллиматорная часть диверторной кассеты была изменена в ходе исследования механических и тепловых перемещений, возникающих при работе токамака: был увеличен диаметр коллиматорных каналов, а также смещены их оси с целью компенсации несоосности.

В ходе расчета оптическим методом определялось процентное соотношение площадей пропускания нейтронного потока при различных положениях нижней ВНК. Дополнительно был проведен расчет нейтронного транспорта для оценки сигналов от детекторов нижней ВНК при различных смещениях коллиматорных каналов. Расчет проводился методом Монте-Карло с учетом реальной геометрии коллиматоров ВНК и окружающих конструкций.

Проведенный анализ показал, что наибольшие потери интенсивности сигнала (до 30%) приходятся на измерительный канал, находящийся ближе всего к диверторной кассете. В то же время, измерение положения коллиматорных каналов после установки всех компонентов внутри вакуумной камеры, а также учет данных, полученных с помощью «слепого» детекторного блока нижней ВНК, позволит внести необходимые поправки в алгоритм восстановления профиля нейтронного источника.

Работа выполнена в рамках государственного контракта между Частным учреждением «ИТЭР-Центр» и Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» № Н.4а.241.19.22.1123 от 14 февраля 2022 «Разработка, опытное изготовление, испытание и подготовка к поставке специального оборудования в обеспечение выполнения российских обязательств по проекту ИТЭР в 2022 году».

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/L/E/en/JU-Puchkin_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)