Рентгеновское излучение электронных пучков гиротрона 82,6 ГГц токамака Т-15МД [[1]](#footnote-1)\*)

Саврухин П.В., Шестаков Е.А., Лисовой П.Д., Тепикин В.И., Храменков А.В., Рой И.Н., Пименов И.С.

НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия

Измерение рентгеновского излучения при работе генераторов СВЧ излучения (гиротронов) представляет интерес с точки зрения реконструкции распределений энергии электронных пучков, расчета траекторий электронов высоких энергий и оптимизации рекуперации энергии и торможения электронных пучков в коллекторе (см. например [1]). Важной задачей является также разработка систем экранирования для уменьшения потоков рентгеновского излучения при оперативном обслуживании гиротронов.

На токамаке Т-15МД установлен гиротрон с рекуперацией энергии электронного пучка. Основные параметры: мощность 1 МВт, длительность импульса 30 с, частота СВЧ излучения 82,6 ГГц, ускоряющее напряжение 71 кВ (напряжение катода – 46,5 кВ, напряжение анода + 24,5 кВ), ток катода 37 А. Комплект оборудования гиротрона и линии передачи разработан и изготовлен институтом ИПФ РАН совместно с компанией ЗАО НПП «ГИКОМ» (г. Нижний Новгород).

Проведены предварительный измерения рентгеновского излучения при работе гиротрона 82,6 ГГц в тестовом режиме при коротком импульсе длительностью до 1 мс. Для регистрации рентгеновского использовались два сцинтилляционных детектора LaBr3 (Ø38.1×38.1мм) расположенные в герметичном корпусе с ФЭУ и предусилителем сигнала 2007P. Система сбора данных построена на базе АЦП NI PXIe-5105. Для калибровки детекторов использовалась рентгеновская трубка Eclipse-IV Amptek Inc (анодный ток Ia ~ 2.0 – 49.9 мкА при катодном напряжении до 45 кВ).

Измерения интенсивности рентгеновского излучения показали неоднородное распределение излучения вдоль оси гиротрона. Максимальная интенсивность излучения наблюдается вблизи выходного окна СВЧ тракта. При удалении от гиротрона наблюдается значительное ослабление интенсивности рентгеновского излучения в соответствии с обратной квадратичной зависимостью.

Для снижения возможной дозы облучения персонала гиротронами Т-15МД предусмотрена установка защитных свинцовых экранов вблизи коллекторов электронного пучка. Свинцовые экраны обеспечивают ослабление интенсивности рентгеновского излучения до 8-9 раз при полном покрытии всего гиротрона со стороны расположения детектора.

Для определения абсолютных величин потоков рентгеновского излучения планируется проведение дополнительных измерений с помощью CdTe детекторов в потоковом режиме и с помощью детекторов LaBr3 в спектрометрическом режиме, а также проведение калибровки детекторов на сертифицированном рентгеновском стенде.

Литература

1. A. Arkhipov et al, Reconstruction of Energy Distributions in Electron Beams on the Basis of Bremsstrahlung X-Ray Spectra, IEEE TRANSACTIONS ON PLASMA SCIENCE, VOL. 41, NO. 10, 2013, p 2786.

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