

СИСТЕМА КОЛЛИМАЦИИ ЖЕСТКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ТОКАМАКЕ Т-15МД^{*)}

^{1,2}Тепикин В.И., ¹Шестаков Е.А., ^{1,2}Саврухин П.В., ^{1,2}Лисовой П.Д., ¹Храменков А.В.

¹НИЦ «Курчатовский Институт», г. Москва, Россия

²НИУ «Московский Энергетический Институт», г. Москва, Россия

Интенсивные пучки ускоренных электронов (УЭ) представляют серьезную проблему для безопасной работы токамаков, поскольку взаимодействие этих пучков с камерой приводит к высоким тепловым нагрузкам, распылению и плавлению материалов первых стенок [1]. Развитие пучков УЭ сопровождается генерацией тормозного излучения в диапазоне энергий до десятков МэВ (в области жесткого рентгеновского излучения), возникающего при взаимодействии УЭ с ионами плазмы и материалом первой стенки. Измерение эволюции спектра этого излучения из разных областей плазменного шнура позволяет получить данные об эволюции пучков ускоренных электронов [2].

Для регистрации жесткого рентгеновского излучения на токамаке Т-15МД используются два сцинтилляционных детектора $LaBr_3(Ce)$ размером $d38.1 \times 38.1$ мм, расположенные в герметичном корпусе с ФЭУ и предусилителем сигнала 2007Р. Система сбора данных построена на базе АЦП NI PXIe-5105. Детекторы располагаются в высокоэффективной коллимационной системе, обеспечивающей высокое пространственное разрешение, позволяющее определить пространственную эволюцию пучков ускоренных электронов и локализацию областей из взаимодействия с внутрикамерными элементами токамака.

В текущем докладе представлена конструкция коллиматора, использующегося при проведении измерений тормозного рентгеновского излучения УЭ на токамаке Т-15МД. Коллиматор представляет собой корпус со свинцовым наполнением и систему соосных отверстий в блоках поглощающих материалов – полиэтилена и свинца. Коллиматор оборудован поворотным основанием с электрическим приводом. Благодаря поворотному основанию существует возможность перемещать поле зрения коллиматора по сечению плазменного шнура. Управление углом поворота осуществляется как в ручном режиме, так и дистанционно с помощью компьютера по протоколу Ethernet.

Для оценки пространственного разрешения разработанной конструкции коллиматора был проведен расчет методом Монте-Карло с помощью кода GEANT4. В результате моделирования эффективность экранирования для гамма-излучения составила $4 \cdot 10^2$, а от нейтронного потока – $1 \cdot 10^3$ для нейтронов 2.5 МэВ и $1 \cdot 10^2$ для нейтронов 14 МэВ. При этом угловое поле зрения составляет 0.25° .

Литература

- [1]. V.P. Budaev, Yu.V. Martynenko, S.A. Grashin и др. Tungsten melting and erosion under plasma heat load in tokamak discharges with disruptions. Nuclear Materials and Energy. 2017. №8. P. 418-422, DOI: 10.1016/j.fusengdes.2021.112335.
- [2]. А.Е. Шевелев, Развитие методов гамма спектроскопии для диагностики убегающих электронов в компактных токамаках. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН – Санкт-Петербург, 2019 – 158с.

^{*)} DOI – тезисы на английском