

СИСТЕМА ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБДИРОЧНЫХ МИШЕНЕЙ ДЛЯ АТОМНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ НА ИТЭР: РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ ^{*)}

¹Афанасьев В.И., ¹Мельник А.Д., ¹Миронов М.И., ²Мокеев А.Н., ¹Наволоцкий А.С.,
¹Несеневич В.Г., ¹Петров М.П., ¹Петров С.Я., ¹Чернышев Ф.В., ¹Шмитов Р.Ю.

¹ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия, post@mail.ioffe.ru

²Частное учреждение "ИТЭР-Центр", Москва, Россия, support@iterrf.ru

Обдирочные мишени на основе тонких углеродных пленок являются критически важными элементами атомных анализаторов – приборов корпускулярной диагностики, создаваемых для реактора ИТЭР [1]. Они обеспечивают эффективное преобразование входящего потока атомов в поток заряженных частиц, которые затем разделяются по энергии и массе в электрическом и магнитном полях анализаторов. Конструктивно мишень представляет собой кольцевую рамку с закрепленной на ней мелкоструктурной медной сеткой, на которую нанесена углеродная пленка толщиной около 10 нм. Обдирочная мишень устанавливается на входе в анализатор, т. е. находится на оси прямого вакуумного канала, непосредственно соединенного с плазменным объемом. В условиях реактора ИТЭР она будет подвержена существенной радиационной нагрузке; кроме того, возможны механические воздействия, нарушающие целостность углеродной пленки. Поскольку изменение толщины или нарушение целостности мишени может повлечь за собой изменение эффективности регистрации потоков атомов, в анализаторах предусмотрена возможность оперативной замены рабочей мишени без нарушения вакуума с помощью специального механизма, содержащего дополнительно четыре запасные мишени [2]. Для определения необходимости замены мишени в состав комплекса анализаторов включены две системы контроля качества обдирочных мишеней. Одна из них основана на использовании компактного источника ионов, формирующего зондирующий пучок ионов гелия заданной интенсивности и энергии [3]. Другая система предназначена для оперативного визуального контроля целостности пленки с помощью радиационно-стойкой видеокамеры СТС-40М производства компании «ДИАКОНТ» [4]. В докладе представлены результаты, полученные в ходе разработки и испытаний данной системы. Рассмотрена ее конструкция и продемонстрирована возможность определения визуальных дефектов обдирочной мишени. Основное внимание уделено вопросу радиационной стойкости видеокамеры и применяемой светодиодной подсветки. Для этих устройств ожидаемые значения флюенса быстрых нейтронов на ИТЭР составят $\sim 5 \times 10^{13} \text{ см}^{-2}$ и $\sim 5 \times 10^{14} \text{ см}^{-2}$ соответственно. Испытания, проведенные на пучке быстрых нейтронов, показали, что в таких радиационных условиях система визуального контроля качества обдирочных мишеней сохранит свою работоспособность.

Литература

- [1]. V.I. Afanasyev et al., Neutral particle analysis on ITER: present status and prospects, Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. A 621 (2010) 456.
- [2]. С.Я. Петров и др. Особенности конструкции системы диагностики по потокам атомов изотопов водорода для международного термоядерного реактора ИТЭР. ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез, 2016, т. 39, вып. 1, с. 68.
- [3]. A.D. Melnik et al., Bench tests of a helium ion source for the neutral particle diagnostic system of the ITER tokamak, Rev. Sci. Instrum. 91 (12) (2020) 123301.
- [4]. https://www.diakont.ru/services/radiation_resistant_tv_systems/

^{*)} DOI – тезисы на английском