

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ НА ТОКАМАКЕ Т-15МД^{*)}

Анашкин И.О., Кирнева Н.А., Левин И.В., Рыжаков Д.В., Хвостенко А.П.,
Хрипунов В.И.

НИЦ «Курчатовский институт», г.Москва, Россия, nrcki@nrcki.ru

В процессе работы термоядерной установки Т-15МД с водородной плазмой наиболее опасными для персонала являются два вида радиационного излучения: гамма-излучение и нейтронное, возникающие в т.н. ускорительных режимах. Первичное («жесткое» до 20 МэВ) гамма-излучение образуется в разрядах в плазме низкой плотности при возникновении, ускорении и последующим торможении за ~ 2 мс пучка ускоренных электронов с энергией $\sim 12 \div 50$ (до 100) МэВ. Тормозное гамма-излучение в (γ, n) -реакциях фоторасщепления ядер материалов, входящих в состав элементов конструкции установок порождает т. н. фотонейтроны с энергией $\sim 1,5 \div 2,5$ МэВ. В результате реакций последующего радиационного (n, γ) - захвата фотонейтронов ядрами элементов, входящих в состав конструкционных материалов установки, возникает вторичное захватное гамма-излучение.

Обусловленные этими источниками радиационные поля излучения вызывают необходимость наличия системы радиационного контроля для определения условий эксплуатации и обслуживания установки.

Установка токамак Т-15МД расположена в зале, окруженном биологической защитой из тяжелого бетона плотностью $\rho = 3.6 \text{ г/см}^3$, толщиной 1,2 м и высотой около 10 м.

Система автоматического радиационного контроля (АСРК) осуществляет измерения мощности доз гамма и нейтронного излучения в стационарных точках в здании токамака Т-15МД. АСРК создана на базе сцинтилляционных датчиков, чувствительных к широкому спектру гамма (γ) и нейтронного (n) излучения. В АСРК установки Т-15МД используются 22 датчика БДКГ-204, измеряющие гамма-излучение в диапазоне энергий $20 \text{ кэВ} \div 10 \text{ МэВ}$ и 23 датчика БДКН-02, измеряющие нейтронное излучение в диапазоне энергий $0,025 \text{ эВ} \div 14 \text{ МэВ}$. Датчики системы расположены как непосредственно в зале установки Т-15МД, так и за биологической защитой, во всем здании (в т. ч. на крыше). Информация с датчиков выводится на рабочую станцию, которая ведет накопление информации со стационарных точек контроля с последующим анализом для минимизации радиационных нагрузок на персонал. К АСРК подключены звуковые и световые сигнализаторы, которые срабатывают при превышении предельных доз.

За время проведения экспериментальных кампаний в 2023–2024 годах было зарегистрировано более 3000 импульсов. В плазменных режимах с низкой плотностью образование и развитие пучков ускоренных электронов сопровождалось генерацией гамма и нейтронного излучений. Наибольшие значения мощностей доз гамма квантов регистрировались непосредственно в зале установки в районе теневой защиты, над установкой и на стене биологической защиты разделяющей залы установки и гиротронов. Уровень доз гамма-излучения, регистрируемых в здании в непроизводственных помещениях не превышал значений $40 \div 60 \text{ нЗв/час}$ или за год 0.13 мЗв (годовая доза для персонала группы А не более 20 мЗв). Оценка энергии генерируемых гамма квантов по кратности ослабления мощности излучения при прохождении биологической защиты, с использованием универсальных таблиц Гусева [1], дала величину энергии, как и ожидалось, более 10 МэВ .

Работа выполнена в рамках Государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

Литература

- [1]. Н.Г. Гусев, Е.Е. Ковалев, В.П. Машкович, А.П. Суворов. Защита от ионизирующих излучений. Т.1. Энергоатомиздат, 1980.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)