Фильтровый спектрометр для измерения электронной компоненты температуры плазмы в токамаке глобус-м2 [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Горяинов В.Ю., 1Воронин А.В., 1Забродский В.В., 1Курскиев Г.С.

1Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический  
 институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, Россия, 195251,  
 г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 26 [vgoryainov@mail.ioffe.ru](mailto:vgoryainov@mail.ioffe.ru)   
2Федеральное государственное автономное образование учреждение высшего  
 образования Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
 Россия, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

Аппаратура для регистрации температуры является одной из самых востребованных при изучении поведения лабораторной плазмы. В настоящей работе представлено техническое решение фильтрового спектрометра, позволяющего определять температуру электронной компоненты плазмы по ее излучению в рентгеновской области.

На сферическом токамаке Глобус-М2 для измерения электронной компоненты плазмы применяли две взаимно друг друга дополняющие диагностики – томсоновское рассеяние луча лазера во время его взаимодействия с плазмой и фильтровая спектрометрия мягкого рентгеновского излучения. С помощью лазера проводилась дискретная во времени регистрация температуры в 10 пространственных областях плазменного шнура от 5 до 20 раз в течение разряда токамака. Высокая стоимость и ограниченный срок работы лазера не позволяли постоянно использовать эту диагностику. Фильтровая спектрометрия обеспечивала непрерывное измерение температуры в течение всего импульса тока и могла применяться в качестве мониторной в течение всей экспериментальной кампании.

Спектрометр состоял из четырех фотодетекторов, бериллиевых фильтров, коллиматоров и стабилизированного источника питания. Все элементы прибора были смонтированы на стандартном фланце ДУ80 на стороне, обращенной в вакуумную камеру токамака. Фотодетекторы были изготовлены по технологии SPD-8UVH и оснащены интегрированными усилителями [1]. Главная особенность фотодетекторов состояла в их высокой чувствительности и временном разрешении ~ 1 μs, позволяющем регистрировать быстрые процессы в плазме токамака. Бериллиевые фильтры были изготовлены в ИММиТ при СПбПУ Петра Великого и обладали повышенными значениями прочности и однородности [2, 3]. Толщины фольг, установленных на четырех фотодетекторах, составляли 15, 27, 50 и 80 µm. Спектральные характеристики фильтров формировали с помощью базы данных [4]. Разработан алгоритм вычисления зависимости температуры от времени по измеренным сигналам рентгеновского излучения. Полученные результаты сравнивались с результатами диагностики томсоновского рассеяния, также установленной на токамаке. Измеренные температуры согласуются с температурами, полученными различными методами.

Разработка фильтрового спектрометра была поддержана в рамках госконтракта ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Эксперименты проведены на УНУ «Сферический токамак Глобус‑М», входящей в состав ФЦКП «Материаловедение и диагностика в передовых технологиях» (уникальный идентификатор проекта RFMEFI62119X0021).

Литература

1. <http://technoexan.ru/en/products/sildet.php>
2. Mishin V.V., Shishov I.A., Minchena A. 2018 *Materials Physics and Mechanics*, 38 (1), pp. 40-47. [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0%20)
3. Mishin V.V., Shishov I.A., Stolyarov O.N., Kasatkin I.A., Glukhov P.A. 2020 *Materialia*, 11, 100726
4. [www./physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines\_form.html](http://www./physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html)

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