

**ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ В ПРОЦЕССЕ РАЗРЯДА ТОКАМАКА «МИФИСТ-0»**

Приведены результаты по измерению мощности излучения плазмы в процессе разряда токамака «МИФИСТ-0» линейкой полупроводниковых датчиков AXUV. Производилась оценка полных излучательных потерь двумя методами: в приближении точечной апертуры и в приближении симметричного разряда. Для всех методов полная мощность излучательных потерь во время основной фазы разряда составляет 3–5% от мощности омического нагрева, что коррелирует с данными других токамаков.

S.A. SAPRONOV, A.S. PRISHVITSYN, I.I. PASHKOV

National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

**RADIATION LOSSES DURING THE DISCHARGE OF THE "MEPHIST-0" TOKAMAK**

This work presents results of measurements of the plasma radiative losses during the "MEPHIST-0" tokamak discharges, performed with a linear array of AXUV semiconductor detectors. Total radiative losses were evaluated using two independent methods: the point-aperture approximation and the assumption of discharge symmetry. In all cases, the total power of radiative losses during the main phase of the discharge amounts to 3–5% of the ohmic heating power, which is in good agreement with data from other tokamaks.

Полная мощность излучательных потерь — одна из основных компонент уравнения теплового баланса плазмы. Её определение (в диапазоне чувствительности AXUV) — одна из задач полупроводниковой диагностики.

Чувствительный элемент диагностики представляет собой линейку из 32 фотодиодов, помещённых в камеру-обскуру. Таким образом, каждый датчик в отдельности регистрирует интегральную по измерительной хорде мощность излучения. В работе представлены два метода обработки данных, при помощи которых похордовые мощности могут быть использованы для оценки полной мощности излучательных потерь.

Первый метод широко используется на практике для оценки полной мощности излучения на токамаках EAST[1], Pegasus-III[2]. Используется приближение малости отверстия апертуры и размера одного детектора по сравнению с расстоянием от апертуры до диагностирующей линейки. Тогда полная мощность вычисляется согласно уравнениям:  $P_{rad} = \sum 2\pi R_i \Delta r_i P_i$ , где  $R_i$  — положение центра измерительной хорды вдоль большого радиуса токамака,  $\Delta r_i$  — расстояние между соседними измерительными хордами,  $P_i$  — излучаемая одной хордой мощность, вычисляемая из сигнала  $i$ -го датчика с использованием геометрического фактора и переводящих коэффициентов.

Второй метод использует синтетическое радиальное распределение удельной мощности излучательных потерь, о форме которого делается предположение[3]. Распределение нормируется при помощи сигнала центрального датчика линейки. Далее — интегрируется по объёму плазменного тора.

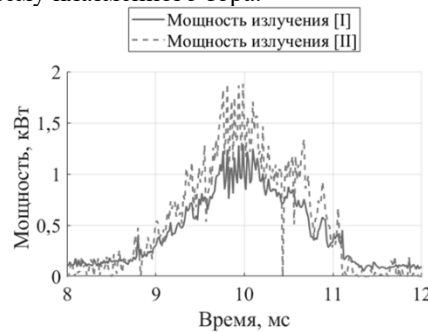


Рис. 1. Мощность радиационных потерь, рассчитанная по первому (I) и второму (II) методам в ходе разряда №2804.

Полная мощность излучательных потерь плазмы в диапазоне чувствительности AXUV, как правило, составляет от 3% до 5% от мощности омического нагрева в основной фазе разряда. Наблюдаемый на серии экспериментов разброс значений (от ~0,5% до ~10%) хорошо согласуется с динамикой плазменного шнура: минимальные относительные потери соответствуют узкому шнуру с малым поступлением примесей, а рост до ~10% — поздней стадии разряда, когда омический нагрев падает быстрее, чем радиационные потери.

*Список литературы*

1. Yanmin D. et al. Radiated power measurement with AXUV photodiodes in EAST tokamak. – 2013.
2. Rodriguez Sanchez C. et al. Implementation of an impurity diagnostic suite on the Pegasus-III experiment // Review of Scientific Instruments. – 2024. – Т. 95. – №. 8.
3. Иблямина А.Д. и др. Определение радиационных потерь плазмы токамака Глобус-М с использованием кремниевых фотодиодов SPD // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Физико-математические науки. – 2012. – №. 4 (158). – С. 70-74.