

10;12

Прибор для измерения параметров ионного пучка круглого сечения, позволяющий оценивать эмиттанс пучка за импульс

© Л.П. Вересов, О.Л. Вересов, Л.П. Скрипаль

Сухумский физико-технический институт Сухуми, Грузия

(Поступило в Редакцию 26 ноября 1996 г.)

Описан диагностический прибор для оценки эмиттанса пучка за импульс (длительностью от 1 мкс и выше вплоть до непрерывного режима) для ионных пучков круглого сечения с током от единиц до сотен миллиампер и энергией от 10 кэВ и выше.

В лабораторной практике для исследования ионных пучков круглого сечения нами использовался прибор, позволяющий за импульс измерять: ток пучка, размер пучка, ступенчатое распределение плотности тока пучка, угловую расходимость струйки пучка, вырезаемой в центре прибора щелевой диафрагмой. В совокупности эти параметры позволяют мгновенно оценивать эмиттанс пучка и в ходе эксперимента воздействовать на работу ионного источника с целью изменения эмиттанса.

Прибор (см. рисунок) представляет собой сочетание цилиндра Фарадея и измерителя угловой расходимости. Цилиндр Фарадея выполнен из графитовых колец, образующих внутреннюю полость в виде усеченного конуса, высотой 110 мм и диаметрами 10 и 60 мм. С внешней стороны он представляет собой цилиндр ($D = 70$ мм, $L = 130$ мм). Кольца разнесены, изолированы друг от друга и образуют прокачные щели. Диаметры внутренних отверстий каждого кольца изменяются в последовательности: 60/50, 50/40, 40/30, 30/20, 20/10 мм. В центре последнего (шестого) кольца цилиндра Фарадея с рабочим диаметром 10 мм имеется шестимиллиметровое цилиндрическое отверстие. Цилиндр Фарадея помещен в металлический экран. Для облегчения откачки по всей поверхности экрана выполнено большое количество мелких отверстий. Для подавления вторичной эмиссии электронов к экрану крепятся две магнитные пластины из феррит-бария, создающие поперечное магнитное поле величиной ≈ 200 Гс.

Такая конструкция цилиндра Фарадея решает две задачи: 1) помимо измерения общего тока пучка она позволяет измерять ток с каждого кольца и определять ступенчато плотность тока по радиусу и размер пучка; 2) затрудняет образование в коллекторе цилиндра Фарадея пристеночной лучевой плазмы, влияющей на измерение величины тока пучка.

С обратной стороны торцевого (шестого) кольца щель, вырезающая струйку пучка при помощи двух перемещаемых металлических пластин. Эта щель является частью измерителя угловой расходимости струйки пучка. На расстоянии 50 мм от щели находится приемное устройство, преобразующее электрический сигнал в световой. Крепление приемного устройства осуществлено с помощью волновода, который, кроме этого, экранирует струйку

пучка и датчик от внешних воздействий. В качестве датчика тока струйки пучка используется люминисцирующее кварцевое стекло в виде пластинок, собранных в столбик с металлическими прокладками (фольга 0.1 мм) либо в виде стерженьков, собранных в "штакет". Разрешение люминисцирующих кварцевых стекол марки КЛЛ-1 при энергии от 10 кэВ до 2 МэВ составляет от $3 \cdot 10^{-6}$ до $3.6 \cdot 10^{-9}$ А/см² [1,2]. Ток вырезанной струйки возбуждает в стекле световой импульс, хорошо наблюдаемый визуально либо считываемый линейкой прибора с зарядовой связью. По количеству вспыхивающих стекол определяется угол расходимости струйки пучка. Параметры измерителя: база 50 мм, щель 0.5 мм, число пластин (стержней) 20, шаг 0.5 мм.

Вначале работа с прибором проводилась таким образом: визуально определялся угол расходимости по числу засвеченных стекол, а диаметр пучка по току с каждого кольца цилиндра Фарадея, которые позволяли строить диаграмму эмиттанса на фазовой плоскости. С помощью сумматора и запоминающего осциллографа определялись полный ток пучка и распределение плотности тока пучка по радиусу. Позднее все эти параметры вводились в автоматизированную систему, позволяющую оценивать величину эмиттанса пучка за импульс с по-

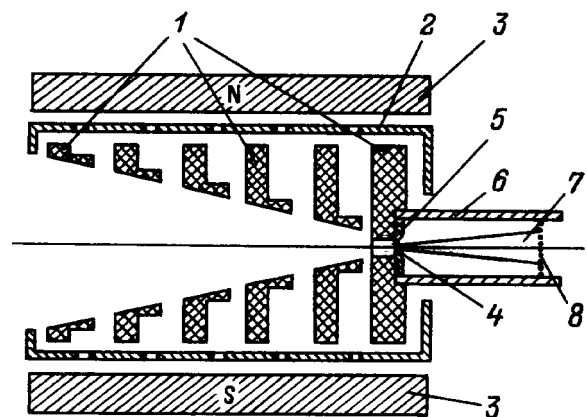


Схема прибора. 1 — графитовые кольца, 2 — экран, 3 — магнитные пластины, 4 — щель, 5 — перемещаемые пластины, 6 — волновод, 7 — струйка пучка, 8 — приемное устройство.

мощью компьютера. В связи с быстрым совершенствованием компьютерной техники мы не предлагаем нашу систему, а рекомендуем воспользоваться программой "Осциллограф", предназначенной для работы с аналого-цифровыми платами, выпускаемыми московской фирмой "L-card".

Нужно заметить, что оцениваемая прибором величина эмиттанса пучка несколько превышает реальную, поскольку вместо эллипса на фазовой плоскости берется огибающий прямоугольник. Многолетняя эксплуатация описанного прибора показала его надежность, оперативность измерения параметров пучка, высокую чувствительность, близкую к чувствительности фотометода, исключение влияния вторичной эмиссии электронов на измерения. Прибор применялся как в импульсном, так и в непрерывном режимах работы ионного источника.

Список литературы

- [1] Мелета Е.А., Малых Н.И., Сидорова И.К. и др. // ПТЭ. 1991. № 2. С. 31.
- [2] Москалев В.А., Сергеев Г.И. Измерение параметров пучков заряженных частиц. М.: Энергоиздат, 1991.