

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ПУЧКОВ МНОГОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ (МЗИ)

Фофанов А.С.¹, Шмидберский П.А.¹, Шмидберская А.А.¹

¹) АО НИИЭФА им. Д.В. Ефремова» (АО «НИИЭФА»), г. Санкт-Петербург, Россия
E-mail: andreiinord@yandex.ru

HCI BEAM DIAGNOSTICS SYSTEM

Fofanov A.S.¹, Schmidbersky P.A.¹, Schmidberskaya A.A.¹

¹) Efremov Scientific Research Institute of Electrophysical Apparatus (NIEFA
Efremov), Saint Petersburg, Russia

The aim of this work is a high-precision measure of HCI beams parameters, taking into account the processes occurring on the sensors during the interaction of their surface with the HCI. To achieve this goal, we developed a diagnostic complex allowing to measure the parameters of HCI beams.

Ионные пучки находят множество применений в различных технологиях, диагностики структур и изделиях микро- и нанoeлектроники. В АО «НИИЭФА» проводятся работы, направленные на создание различных источников ионов и, в том числе, источников МЗИ, которые обладают свойствами, во многом отличающимися от пучков однозарядных ионов и нейтральных атомов [1]. Целью данной работы является высокоточное измерение параметров пучков МЗИ с учетом процессов, протекающих на сенсорах при взаимодействии их поверхности с МЗИ.

Для решения поставленных задач разработан диагностический комплекс, позволяющий измерять параметры пучков МЗИ в широком спектре масс. В составе такого комплекса реализованы основные классические методы диагностики ионных пучков с учетом особенностей пучков МЗИ. В качестве первичного преобразователя системы измерения величины тока ионного пучка разработан цилиндр Фарадея специальной конструкции, с минимальным током утечки возникающем в результате эффектов ион-электронной эмиссии и ионного распыления. В качестве вторичного преобразователя используется пикоамперметр А2-4, что в совокупности позволяет обеспечить высокую точность измерения. Измерение распределения плотности тока по сечению ионного пучка осуществляется методом диафрагмирования. Для измерения эмиттанса пучка МЗИ, в различных сечениях, и распределения плотности тока в четырёхмерном фазовом пространстве $J(x, y, x', y')$ используется метод четырех щелей.

Особое внимание было уделено анализу погрешностей измерений. Получены выражения для их оценки, учитывающие большинство влияющих факторов, по результатам анализа которых принят ряд конструктивных решений значительно повысивших точность измерений. Для исключения погрешностей, связанных с процессом измерения используется система автоматического управления, для

которой была разработана автоматизированная контрольно-измерительная система и соответствующие алгоритмы обработки информации. Разработан математический аппарат по обработке получаемой информации для определения эмиттанса и распределения плотности тока пучка в фазовом пространстве.

В результате разработан диагностический комплекс для высокоточных измерений параметров пучков МЗИ в широком спектре масс. Задачей дальнейших исследований является улучшение существующих и создания новых методов диагностики ионных пучков с субмикронной точностью.

1. Zschornack G., Schmidt M. et al., CAS-CERN Accelerator School: Ion Sources - Proceedings, 007(2013).