

Н.А. ВАДИМОВ¹, Е.А. ВИНИЦКИЙ^{1,2}, Л.Г. ЕЛИСЕЕВ¹, Н.К. ХАРЧЕВ^{1,3}, А.В. МЕЛЬНИКОВ^{1,2,4},
Г.А. САРАНЧА^{1,4}, М.А. ДРАБИНСКИЙ¹

¹НИИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия

²НИЯУ МИФИ, Москва, Россия

³Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия

⁴Московский физико-технический институт (НИУ)

ПОЛУЧЕНИЕ ДЛИННОФОКУСНЫХ ИОННЫХ ПУЧКОВ НА ВЫСОКОВОЛЬТНОМ СТЕНДЕ ДИАГНОСТИКИ ПЛАЗМЫ ПУЧКОМ ТЯЖЁЛЫХ ИОНОВ ТОКАМАКА Т-15МД

Изучена зависимость фокусного расстояния пучка ионов таллия Tl^+ от параметров ионно-оптической системы инжектора диагностики плазмы зондированием пучком тяжелых ионов. Показана возможность получения квазипараллельных пучков и сходящихся пучков с фокусным расстоянием более 4 м. Проведено сравнение экспериментальных данных с результатами компьютерного моделирования пролета пучка в инжекторе.

N.A. VADIMOV¹, E.A. VINITSKY^{1,2}, L.G. ELISEEV¹, N.K. KHARCHEV^{1,3}, A.V. MELNIKOV^{1,2,4},
G.A. SARANCHA^{1,4}, M.A. DRABINSKY¹

¹NRC «Kurchatov Institute», Moscow, Russia

²National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russia

³Institute of General Physics named after A.M. Prokhorov RAS, Moscow, Russia

⁴Moscow Institute of Physics and Technology (NRU)

ACHIEVING LONG-FOCUS ION BEAMS ON THE HIGH VOLTAGE TEST BENCH FOR HEAVY ION BEAM PROBE DIAGNOSTICS ON THE T-15MD TOKAMAK

The dependence of the focal distance of the thallium Tl^+ ion beam on the parameters of the ion-optical system of the injector for heavy ion beam probe plasma diagnostics has been studied. The possibility of obtaining quasi-parallel beams and converging beams with a focal distance of more than 4 m is shown. Experimental results are compared with the results of computer modeling of the beam trajectory in the injector.

Зондирование плазмы пучком тяжелых ионов (ЗПТИ) – уникальная диагностика, позволяющая проводить локальные прямые измерения электрического потенциала высокотемпературной плазмы по всему сечению плазменного шнура [1]. В настоящее время разрабатывается проект диагностики для токамака Т-15МД [2].

Для зондирования плазмы токамака Т-15МД ионный пучок должен иметь высокую интенсивность ≥ 200 мкА и фокусное расстояние в диапазоне 3–5 м. Необходимо точно фокусировать пучок в точке измерения во время эксперимента. Возможность получения пучков с заданным фокусным расстоянием изучается на высоковольтном стенде ЗПТИ токамака Т-15МД [3].

Угловая расходимость и интенсивность пучка определяются параметрами ионно-оптической системы (ИОС). Интенсивность пучка зависит от мощности нагрева эмиттера P_{fil} и вытягивающего напряжения U_{extr} , а фокусное расстояние – от комбинации вытягивающего, фокусирующего U_{foc} и ускоряющего U_{beam} напряжений. U_{beam} определяет также энергию ионов пучка.

Для определения положения точки фокуса на макете инжектора установлены четыре проволочных датчика. Отклоняясь от оси электрическим полем отклоняющих пластин, пучок попадает на проволоки датчиков, возбуждая в них ток. По сигналу тока пучка и расстоянию между проволоками определялся диаметр пучка. По данным о диаметре пучка в нескольких точках вдоль оси пучка можно определить его расходимость и фокусное расстояние.

В работе исследована зависимость характеристик пучка от напряжений на электродах ИОС ускорителя и мощности нагрева ионного эмиттера. Были получены квазипараллельные и сходящиеся пучки с током 5-10 мкА и энергией $E_{beam} = 180$ кэВ. Найдены зависимости расходимости пучка от параметров ИОС. Показано, что U_{extr} напрямую влияет на расходимость пучка и его диаметр d , причём можно подобрать это напряжение так, что диаметр пучка на заданном расстоянии от инжектора будет минимальным. Получено $d = 11$ мм при $E_{beam} = 210$ кэВ, $P_{fil} = 30$ Вт, на расстоянии 5 м. Приводится сравнение результатов эксперимента с численным моделированием пролёта пучка в стенде.

Работа выполнена в рамках Государственного задания НИЦ «Курчатовский институт»

Список литературы

1. Jobes F.C., Nickok R.L. A direct measurement of plasma space potential // Nuclear Fusion, 1970, 10(2), стр. 195
2. М.А. Драбинский, А.В. Мельников, Л.Г. Елисеев, Н.К. Харчев, С.Е. Лысенко, Ф.О. Хабанов, Н.А. Вадимов, О.Д. Крохалев, М.С. Горбун, Г.А. Саранча, Е.И. Гуцевич, Т.Ю. Прокофьева, К.О. Недбайлов О статусе двойной диагностики пучком тяжёлых ионов на токамаке Т-15МД // Сборник тезисов XIX Всероссийской конференции «Диагностика высокотемпературной плазмы», Сочи, 2021, стр. 163-166
3. Vadimov N.A., Sarancha G.A., Drabinskiy M.A., Melnikov A.V., Eliseev L.G., Khabanov P.O., Kharchev N.K., Komarov O.D., High voltage test bench for heavy ion beam probe diagnostics on T-15MD tokamak // Вопросы атомной науки и техники, 2020, 130(6), стр.200-203