Анализ трехэлектродной электронно-оптической системы для источника мощного электронного пучка с плазменным катодом

Ю.А. Трунев, В.Т. Астрелин, И.В. Кандауров, В.В. Куркучеков\*

Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия, yu.a.trunev@inp.nsk.su
\*Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Для экспериментов по изучению взаимодействия субмиллисекундных электронных пучков с плазмой в многопробочной ловушке ГОЛ - 3 [1], в ИЯФ СО РАН разработан источник длинноимпульсного электронного пучка с плазменным катодом на основе дугового разряда в водороде низкого давления и многоапертурной электронно-оптической системы диодного типа [2]. Электроды диода представляют собой плоские «решетки» с набором соосно выставленных круглых отверстий, при этом диаметр анодных отверстий заметно превышает диаметр катодных, чтобы избежать критически большого токоосаждения ускоренных электронов на анод. Мощность генерируемого электронного пучка до 14 МВт, ускоряющее напряжение до 100 кВ, длительность импульса до 1 мс.

Однако при инжекции в магнитную ловушку длительность пучка ограничивается высоковольтными пробоями ускоряющего зазора источника и составляет величину не более 100 мкс. Эксперименты показывают, что пробои связаны с плазмообразованием в области за анодом диода, и одной из основных причин пробоя предположительно является лавинный процесс в зазоре, вызванный ионной бомбардировкой катодного электрода вблизи краев эмиссионных отверстий. Для снижения потока ионов, попадающих на катод, можно уменьшить диаметр анодных отверстий диода, одновременно проведя фокусировку элементарных электронных пучков для уменьшения их поперечного размера в анодных отверстиях. С этой целью предлагается перейти от диодной системы к триодной, поместив в зазор фокусирующий многоапертурный электрод. В результате уменьшение диаметра анодных отверстий становится возможным без увеличения токоосаждения электронов пучка на анод.

В работе представлен сравнительный анализ оптики пучка в одной элементарной апертуре двух и трехэлектродной электронно-оптической системы, выполненный с помощью численного моделирования на основе экспериментальных данных. Для расчетов использовались компьютерные коды PBGUNS и POISSON-2, позволяющие учитывать подвижные эмиссионные плазменные границы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант 14.B37.21.0750), РФФИ (грант № 13-08-01064), СО РАН (интеграционный междисциплинарный проект №104) и Президиума РАН (Программа № 12).

Литература

1. Burdakov A.V., et al., Fusion Sci. Technol., 2011, 59, No. 1T, p. 9-16.
2. Kandaurov I.V., et al., Изв. вузов. Физика, 2012, 55, № 10-3, с.146-149.