Возможности управления ионным потоком в пеннинговском источнике ионов для нейтронных трубок

Агафонов А.В., 1Тараканов В.П.

Физический институт имени П.Н. Лебедева РАН, г. Москва, Россия,
 agafonov@sci.lebedev.ru
1Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия,
 karat@tarak.msk.su

В газонаполненных нейтронных трубках, используемые в каротажных технологиях, оптимальная длительность фронтов нейтронного импульса должна составлять менее 500 нс при примерном постоянстве нейтронного потока на основной части импульса длительностью от единиц до десятков микросекунд. Форма нейтронного импульса определяется в значительной степени формой импульса тока, выведенного из источника дейтронов (важным фактором является также обеспечение эффективной транспортировки и ускорения пучка к мишени). Решение поставленных задач требует исследования возможностей управления параметрами ионного потока, формируемого в источнике, по нескольким направлениям: «быстрый старт» для обеспечения короткого фронта импульса тока; пассивное или активное управление параметрами ионного пучка для формирования плоской вершины импульса. Это связано с варьированием большого количества параметров, по разному влияющих на характеристики выводимого пучка. К ним относятся амплитуда и длительность фронта напряжения, форма напряжения, величина и профиль магнитного поля, давление и состав газа, форма электродов и их расположение, положение и параметры начальной «затравки» для развития разряда, а также любые комбинации перечисленных выше возможностей, позволяющих управлять генерацией и выводом ионного пучка из источника. Большая часть этих возможностей носит статический характер. Всегда желательно иметь возможность управления параметрами пучка в реальном времени. Профилирование напряжения будет сильно влиять в первую очередь на процессы формирования ионов внутри источника из-за изменения энергетического спектра электронов и, соответственно, на изменение скорости ионизации. Изменением геометрии анода и его положения, или профиля внешнего магнитного поля, можно перераспределить полный ток ионов между выводным отверстием и полной поверхностью катода, чтобы увеличить или уменьшить долю выводимого тока по отношению к полному току ионов, формируемому в источнике. За счет такого перераспределения можно попытаться спрофилировать импульс тока в оперативном режиме. Изменение геометрии электродов в оперативном режиме, естественно, невозможно, а изменение профиля внешнего магнитного поля вполне реально, учитывая, что требуемый масштаб времени изменения магнитного поля, формируемого соленоидальными катушками, составляет микросекунды.

Моделирование перечисленных возможностей проведено по коду КАРАТ [1] В расчетах учитывалось упругое рассеяние электронов, ионизация прямым столкновением и многоступенчатая ионизация атомов. Не учитывалась возможность вторичной ионно-электронной эмиссии с катода при бомбардировке его ионами, а также ионизация рабочего газа непосредственно образовавшимися ионами. Использована опция слияния частиц с близкими импульсами и координатами с момента времени, когда число крупных частиц превосходит максимальное заданное значение.

Литература

1. V.P. Tarakanov. User's Manual for Code KARAT// Springfield, VA, Berkeley Research Associates, Inc. 1992, p 127