Изучение особенностей транспортировки пучка заряженных частиц в ионно-оптической системе нейтронной трубки

В.Г. Марков, И.А. Каньшин, Д.Е. Прохорович, А.Г. Садилкин

ФГУП «ВНИИА», Москва, РФ, vniia4@vniia.ru

Ионно-оптическая система (ИОС) является неотъемлемой частью нейтронной трубки (НТ). ИОС определяет энергию ускоренных ионов изотопов водорода, которая, в частности, влияет на нейтронный поток НТ. Известно, что для получения одного и того же потока нейтронов выгоднее применять большее ускоряющее напряжение при малом токе трубки, чем наоборот [1]. Указанное обстоятельство накладывает дополнительные ограничения на обеспечение качества высоковольтной изоляции. В НТ при отсутствии должной фокусировки дейтонного пучка существуют проблемы распыления электродов ИОС, приводящие, в частности, к появлению проводящего слоя на поверхности высоковольтного изолятора, что может привести к его пробою. Кроме того, к ИОС выдвигается требование формирования пучка ионов, как правило, с постоянной плотностью тока для обеспечения равномерной плотности теплового потока на поверхность мишени. Указанные обстоятельства повышают роль математического моделирования ИОС, ориентированного на специфику работы НТ.

Цель работы – исследование процесса извлечения ионов изотопов водорода из ионного источника и их транспортировки к мишени НТ, оптимизация конструкции ИОС для сведения к минимуму роли вторичных процессов на поверхностях ее электродной системы и обеспечения равномерной плотности тока ионов на мишени.

Для исследования параметров корпускулярного потока, испускаемого источником ионов пеннинговского типа, применён диагностический комплекс, включающий одиночный зонд Ленгмюра, трёхэлектродный сетчатый электростатический зонд, сборку цилиндров Фарадея, эмиттансометр, схему визуализации следа корпускулярного пучка в ускорительном зазоре [2], [3]. Применение указанных диагностических средств позволило зарегистрировать следующие параметры корпускулярных потоков на выходе из ионного источника: электронную температуру проникающей за пределы ионного источника плазмы и концентрацию ионов в ней, распределение ионов по направленным кинетическим энергиям, полный ток эмитируемых ионов и распределение его плотности в поперечном сечении ионного потока; диаграммы эмиттанса, траекторию корпускулярного пучка в ускорительном зазоре.

Выполнено компьютерное моделирование процессов транспортировки корпускулярного пучка в газонаполненных нейтронных трубках с учетом явлений вторичной электронной эмиссии и ионизации атомов остаточного газа в ИОС НТ [3].

Работа поддержана грантом РФФИ №12-02-13510-офи\_М\_РА.

Литература

1. Кирьянов Г.И. Генераторы быстрых нейтронов. – М.: Энергоатомиздат. 1990, 224 с.
2. А.Н. Долгов, В.Г. Марков, А.А. Окулов, Д.Е. Прохорович, А.Г. Садилкин, Д.И. Юрков. Диагностический комплекс для исследования параметров корпускулярных потоков из ионного источника. – Успехи прикладной физики, 2013, том 1, № 6, с. 739 – 743.
3. А.Н. Долгов, В.Г. Марков, А.А. Окулов, Д.Е. Прохорович, А.Г. Садилкин, Д.И. Юрков, И.В. Визгалов, В.И. Ращиков, Н.В. Мамедов, Д.В. Колодко. Комплексный подход в изучении динамики корпускулярного пучка в ионно-оптической системе нейтронной трубки. – Успехи прикладной физики, 2014, том 2, № 3, с. 267 – 272.