

УДК 621.373

DOI: 10.17223/00213411/62/7/105

М.П. ДЕЙЧУЛИ, В.И. КОШЕЛЕВ, В.А. ЧАЗОВ

СЕЛЕКЦИЯ СИММЕТРИЧНЫХ И НЕСИММЕТРИЧНЫХ МОД В СВЕРХРАЗМЕРНЫХ ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СТРУКТУРАХ МНОГОВОЛНОВОГО ЧЕРЕНКОВСКОГО ГЕНЕРАТОРА

Теоретически определены резонансы замедляющих структур многоволнового черенковского генератора в диапазоне частот, близких к частоте π -вида нижней симметричной моды. Отношение диаметра замедляющей структуры к длине волны микроволнового излучения составляло 4. Определены зависимости частот и добротностей резонансов симметричных и несимметричных мод от длины трубы дрейфа. Показано, что из-за различия данных зависимостей спектральный состав резонансов сильно меняется. При некоторых величинах отношения диаметра замедляющей структуры к длине волны возникают высокодобротные резонансы высших типов колебаний (запертые моды). Приводятся примеры геометрий замедляющей структуры, при которых резонансы различных мод имеют преимущество по величине добротности.

Ключевые слова: замедляющая структура, резонанс, селекция мод, матрица рассеяния.

Введение

Замедляющие структуры (ЗС) многоволновых черенковских генераторов (МВЧГ) содержат две секции сверхразмерного периодического волновода, разделенные трубой дрейфа [1, 2]. Секции ЗС короткие, отдельно не возбуждаются трубчатый электронным пучком. Структура поля в области взаимодействия пучка и поля содержит компоненты поверхностного поля и объемных распространяющихся мод. Селекция частоты в МВЧГ с отношением диаметра ЗС к длине волны излучения D/λ до 13 обеспечивалась взаимодействием пучка и поля вблизи верхней границы полосы пропускания моды TM_{01} . Доля мощности несимметричных мод в выходном излучении зависит от геометрии ЗС.

Последующие теоретические и экспериментальные исследования [3–5] показали важную роль трубы дрейфа в настройке МВЧГ на оптимальный режим. Получены зависимости стартовых токов генерации, длины волны излучения, выходной мощности от длины трубы дрейфа. Найдены режимы, когда мощность излучения, соответствующая несимметричным модам, не превышает 10 % от полной мощности. Отметим также интерес к многоволновому взаимодействию пучка и поля в релятивистских лампах обратной волны [6, 7].

В настоящее время развита аналитическая модель на основе матриц рассеяния для теоретических исследований сверхразмерных ЗС. Выполнены исследования периодических [8] и бипериодических [9] сверхразмерных односекционных ЗС, в которых рассматривались только симметричные моды TM_{0n} . Целью данной работы является включение в модель несимметричных мод, а также исследование двухсекционных сверхразмерных ЗС, используемых в МВЧГ.

1. Теоретическая модель

Для определения электродинамических характеристик ЗС использовалась численная модель на основе метода матриц рассеяния. Ранее с помощью модели проводились расчеты электромагнитного поля симметричных мод в аксиально симметричных периодических и бипериодических волноводах и ЗС. С помощью модели рассчитывались дисперсионные характеристики бесконечного периодического и бипериодического волноводов, поля в ЗС по заданному полю на входе, а также собственные поля ЗС (резонансы).

В данной работе исследуются электродинамические характеристики как симметричных, так и несимметричных мод ЗС. Для определения резонансов в [9] использовалось условие воспроизведение поля по фазе (но не по амплитуде) при двойном прохождении волн через ЗС. В матричном виде система уравнений, отвечающая условиям воспроизведения, имеет вид

$$[R_1][R_2]\{A\} = \kappa\{A\}. \quad (1)$$

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>