

УДК 621.317.335

DOI: 10.17223/00213411/64/6/164

В.Н. ЕГОРОВ, ЛЕ КУАНГ ТУЕН

НОВЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ДВОЙНОГО КОАКСИАЛЬНОГО РЕЗОНАТОРА С УКОРАЧИВАЮЩЕЙ ЕМКОСТЬЮ

Рассмотрен расчет двойного коаксиального резонатора с укорачивающей емкостью методом частичных областей. Двойной резонатор представлен в виде двух одинарных коаксиальных резонаторов с одинаковой резонансной частотой, равной частоте двойного. Исследована сходимость расчетной резонансной частоты при разном количестве собственных мод. Точность расчета резонансной частоты оценена сравнением с экспериментальной резонансной частотой двойного коаксиального резонатора с точными внутренними размерами, включая размер «емкостного зазора».

Ключевые слова: коаксиальный резонатор с укорачивающей емкостью, резонансная частота, метод частичных областей, собственные моды.

Коаксиальный резонатор с «укорачивающей» емкостью (КРУЕ) относится к классу квазистационарных резонаторов (рис. 1, *а*). Его другое название – тороидальный резонатор. В диапазоне дециметровых волн он обладает компактными размерами в сравнении с полыми объемными резонаторами и находит широкое применение, в частности в диэлектрических измерениях [1, 2]. КРУЕ называется одинарным, если его емкостный («укорачивающий») зазор располагается между плоской металлической торцевой поверхностью резонатора и торцом центрального электрода (рис. 1, *б*). В двойном КРУЕ зазор находится в разрыве центрального электрода (рис. 1, *а*) [3]. В экспериментальных задачах с использованием КРУЕ необходим расчет его резонансной частоты и других характеристик с оценкой точности расчетной модели.

При расчете в квазистационарном приближении зазор в КРУЕ рассматривается как конденсатор [3]. Такой подход обладает простотой, но не дает необходимой точности для применения КРУЕ в измерительных целях. В более строгом электродинамическом подходе – методе частичных областей (ЧО) – резонансный объем разбивается на подобласти. Поле в ЧО описывается спектром собственных мод с выполнением граничных условий на проводящих стенках резонатора и на введенных границах ЧО. Данный подход развивался в работах [1, 4–7] и др. Ряд исследований выполнен численными методами [8, 9].

Общей для точных электродинамических моделей КРУЕ в различных подходах является необходимость представления поля большим количеством собственных мод, что приводит к определению матрицы большой размерности. Выявление и привлечение дополнительных физических условий на поведение поля в резонаторе, в частности в области зазора, может конкретизировать вид собственных функций и ограничить их набор без ущерба для точности.

Оценка точности модели КРУЕ требует точных внутренних размеров реального резонатора. Наиболее сильно на резонансную частоту влияет высота укорачивающего зазора. Ее точное измерение внутри собранного резонатора представляет отдельную задачу.

В данной работе рассматривается новый подход к расчету резонансной частоты двойного КРУЕ (рис. 1, *а*) путем сведения его к двум одинарным (рис. 1, *б*) с различными укорачивающими зазорами при одинаковой резонансной частоте, равной частоте двойного КРУЕ, и суммарной высоте зазоров одинарных резонаторов, равной высоте зазора в двойном КРУЕ. В расчете используется метод ЧО. Проведено измерение размеров экспериментального двойного КРУЕ, включая укорачивающий зазор, и сопоставление расчетной и экспериментальной резонансных частот.

Квазистационарное приближение на первом этапе расчетов может значительно уменьшить объем вычислений и число итераций при расчете КРУЕ. Представим в этом приближении в координатах r, φ, z двойной КРУЕ в виде двух одинарных (рис. 1). Закороченные на одном конце и разомкнутые на другом конце отрезки коаксиальных линий длиной L_d и L_u с модой $ТЕМ$ разделены зазором высотой t . В приближении идеальной проводимости стенок резонатора входные сопротивления нижней и верхней коаксиальных частей резонатора в плоскостях $z = L_d$ и $z = L_d + t$ будут

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>