

Модифицированная структура коаксиально-волноводных переходов индуктивного типа

К.А. Саяпин^{1,2}

¹ ООО НПП «НИКА-СВЧ»

² СГУ им. Н.Г. Чернышевского

Аннотация: разработаны и численно исследованы коаксиально-волноводные переходы индуктивного типа модифицированной структуры. Особенностью разработанных переходов является ввод коаксиальной линии передачи через узкую стенку волновода. Рассмотрены переходы X-диапазона частот с коаксиальной линии 2,92/1,27 мм на волноводы как стандартного сечения, так и уменьшенной высоты.

Ключевые слова: коаксиально-волноводный переход, коаксиальная линия передачи, устройства согласования линий передачи, прямоугольный волновод, техника СВЧ

1. Введение

В современной радиоэлектронной аппаратуре (РЭА) используются различные типы линий передачи (ЛП), среди которых наибольшее распространение получили коаксиальные и волноводные тракты [1]. Соединение и согласование их между собой осуществляется с помощью коаксиально-волноводных переходов (КВП) с ёмкостным [2] или индуктивным [3] типом электромагнитной связи. КВП индуктивного типа позволяют реализовать как соосное, так и угловое расположение согласуемых ЛП, что является их преимуществом по сравнению с ёмкостными переходами, имеющими угловую топологию.

Наблюдаемые тенденции миниатюризации РЭА налагают ограничения на массогабаритные параметры входящих в неё узлов. Высокая плотность компоновки, типичная, например, для систем спутниковой связи, требует широкой номенклатуры КВП, имеющих разнообразную конфигурацию согласуемых ЛП.

Целью данной работы является разработка и численное исследование коаксиально-волноводных переходов с вводом коаксиальной линии через узкую стенку волновода. Для её достижения решаются задачи синтеза и анализа переходов на волновод стандартного сечения (23×10 мм) и волновод уменьшенной высоты (23×5 мм).

2. Разработка и численное моделирование коаксиально-волноводных переходов

Предлагаемая модифицированная топология перехода с прямоугольного волновода уменьшенной высоты на коаксиальную линию с волновым сопротивлением $Z_0=50$ Ом показана на рисунке 1. В волноводном канале сформирована согласующая полость $h \times a \times l$. Центральный проводник коаксиальной линии, введенный через боковую узкую стенку волновода на расстоянии x от плоскости короткого замыкания и на высоте hc относительно нижней поверхности согласующей полости, вместе с вертикально расположенным проводником-стойкой длиной hc образует элемент связи. Заданные частотные характеристики КВП обеспечиваются нахождением оптимальных значений параметров h , hc , x , а также расстоянием y от центра проводника-стойки до узкой стенки волновода, через которую подключена коаксиальная линия, и зазором v между торцом центрального проводника и противоположной узкой стенкой волновода.

В качестве примеров реализации модифицированной структуры КВП рассмотрим переходы с волноводов сечением 23×5 мм и 23×10 мм на коаксиальную линию $2,92/1,27$ мм. Параметрическая оптимизация осуществлена с помощью симплекс-метода (метод Нелдер-Мида). Целью оптимизации задана минимизация уровня обратных потерь в диапазоне частот $10 \dots 11$ ГГц. Вектор варьируемых параметров имеет вид: $A = (h, hc, x, y, l, v)$.

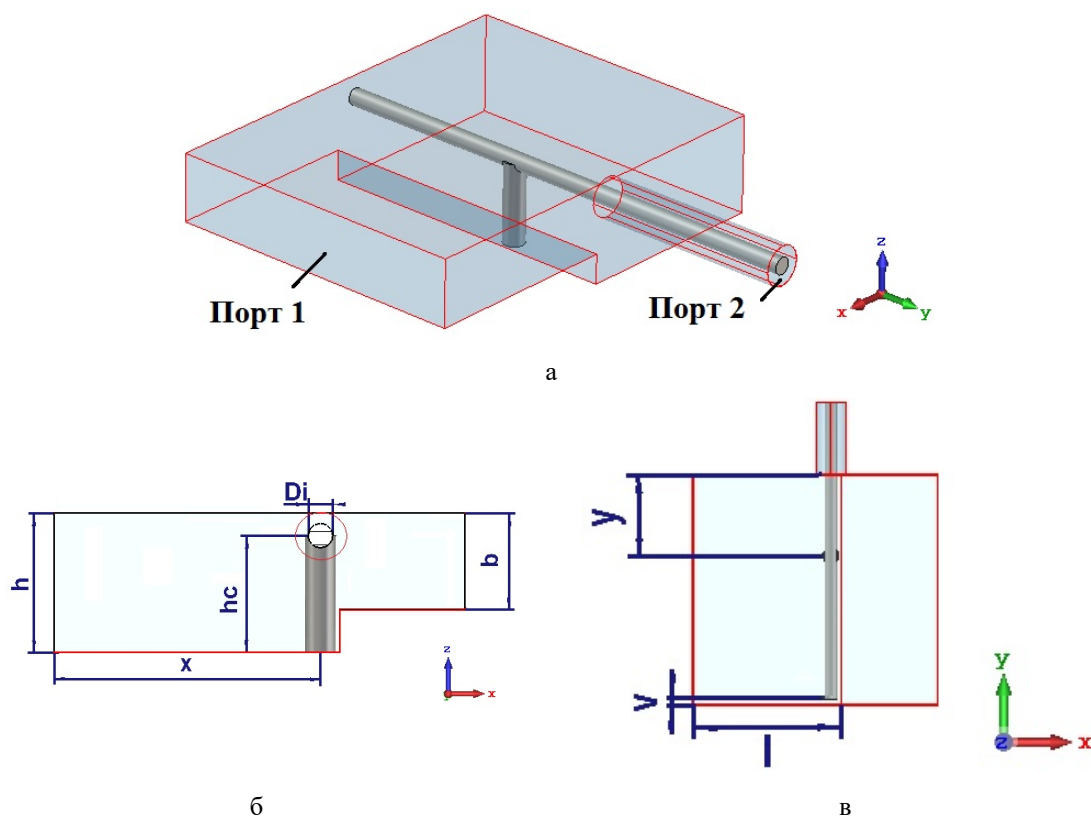


Рисунок 1. Электродинамическая модель коаксиально-волноводного перехода с волноводного канала сечением 23×5 мм (порт 1) на коаксиальную линию $2,92/1,27$ мм (порт 2): а – изометрическая проекция; б – вид сбоку; в – вид сверху.

Полученные частотные характеристики синтезированных КВП приведены в таблице 1.

Таблица 1. Частотные характеристики коаксиально-волноводных переходов

Сечение волноводного, $a \times b$, мм	Диапазон частот, ГГц	Обратные потери, дБ
23×10	9,6...11,1	20
23×5	9,7...11,2	20

На рисунке 2 приведена частотная зависимость величины обратных потерь перехода с прямоугольного волновода сечением 23×5 мм на коаксиальную линию $2,92/1,27$ мм. В полосе частот $9,96 \dots 11,05$ ГГц обратные потери не превышают 28 дБ, в диапазоне $9,7 \dots 11,2$ ГГц – 20 дБ. Оптимальные геометрические размеры КВП (мм): $hc = 6,037$; $x = 13,8$; $l = 14,8$; $h = 7,2$; $v = 0,6$; $y = 8,14$.

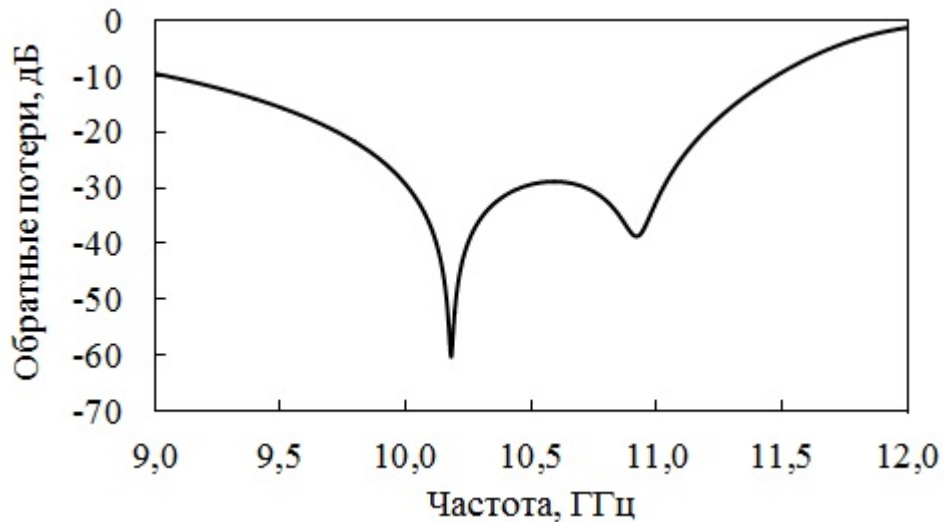


Рисунок 2. Частотная зависимость величины обратных потерь перехода с прямоугольного волновода сечением 23×5 мм на коаксиальную линию 2,92/1,27 мм.

3. Заключение

Рассмотренная модифицированная структура коаксиально-волноводного перехода позволяет расширить существующую номенклатуру устройств согласования линий передачи и может быть использована при разработке малогабаритной бортовой радиоэлектронной аппаратуры.

Список литературы

1. Боков С.И. и др. Устройства согласования линий передачи. Исследования для наземной и спутниковой связи. Внедрение в производство / Под ред. В.П. Мещанова. – М.: Радиотехника, 2019. – 374 с.
2. Справочник по радиоэлектронным устройствам: в 2-х т. / Под ред. Д. П. Линде. – М.: Энергия, 1978.
3. Cano J.L., Mediavilla A. Octave bandwidth in-line rectangular waveguide-to-coaxial transition using oversized mode conversion // Electronics Letters. - 28th September 2017. - Vol. 53. – No. 20. – PP. 1370–1371.