

В.В. Комаров¹, В.П. Мещанов², Н.Ф. Попова²

¹ Саратовский государственный технический университет
им. Гагарина Ю.А.

²ООО Научно-производственное предприятие «НИКА-СВЧ»

Оптимизация согласованной нагрузки миллиметрового диапазона

С помощью численной модели установлены размеры малогабаритной согласованной нагрузки волноводного типа, обеспечивающие коэффициент стоячей волны не хуже, чем 1.15 для диапазона 37.5...53.57 ГГц. В конструкции нагрузки реализованы клиновидные поглощающие вставки из материала Eccosorb, занимающие половину объема волноводного канала. Данное устройство может быть использовано в различных радиоэлектронных системах миллиметрового диапазона.

Ключевые слова: коэффициент отражения, согласование, миллиметровый диапазон.

Современный этап развития радиоэлектроники характеризуется широким освоением миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов и внедрением активных и пассивных устройств, работающих в этих диапазонах. Волноводные согласованные нагрузки (СН), выполненные на короткозамкнутых отрезках прямоугольных волноводов (ПрВ) с поглотителями различного типа, играют очень важную роль в современной СВЧ- и КВЧ-технике, где они применяются как самостоятельно, так и в качестве составных элементов многих устройств и систем: направленных ответвителей, балансных смесителей, циркуляторов и проч. [1]. Наряду с нагрузочными модулями коаксиального типа [2], волноводные СН также могут быть успешно использованы в миллиметровом диапазоне.

В данной работе была рассмотрена конструкция СН с размерами волноводного канала $a \times b = 5.2 \times 2.6$ мм длиной $L = 10$ мм, представленная на рис.1. Здесь на рис.1, а показано сечение канала в поперечном сечении ПрВ, а на рис.1,б дан вид сбоку. Нагрузка предназначена для работы в диапазоне частот 37.5...53.57 ГГц. В качестве поглотителя был выбран материала Eccosorb. Оригинальным отличием данной конструкции от уже известных [2] является половинное заполнение волноводного канала поглотителем в форме двух клиновидных вставок один размер которых составляет половину размера широкой стенки ПрВ, а другой - половину узкой стенки. Геометрия СН симметрична в плоскости XZ, как показано на рис.1.

С помощью метода конечных разностей во временной области, реализованном в пакете программ QuickWave-3D [3] была построена трехмерная модель СН с размерами, выраженными в символьных переменных. Далее на встроенном в пакет объектно-ориентированном языке UDO была составлена программа, позволяющая осуществлять оперативную перестройку модели, задавая необходимые значения геометрических размеров СН. Такой подход позволяет проводить оптимизацию модели в интерактивном режиме без привлечения сложных математических алгоритмов решения задачи оптимизации и синтеза. Данное программное обеспечение дает возможность анализировать сложные криволинейные объекты с привлечением процедуры конформного преобразования сетки конечных разностей, что существенно снижает вычислительные затраты без потерь точности вычислений.

На рис.2 дан сравнительный анализ результатов численного моделирования (кривая 1) и измерений (кривая 2), полученных авторами. Максимальная относительная погрешность для данного случая составляет 8%, что обусловлено использованием для расчетов примерных значений комплексной диэлектрической (ϵ) и магнитной (μ) проницаемости поглотителя *Eccosorb MF124*, свойства которого известны лишь до частоты 18 ГГц: $\epsilon = 23-j0.92$; $\mu = 1-j2.5$.

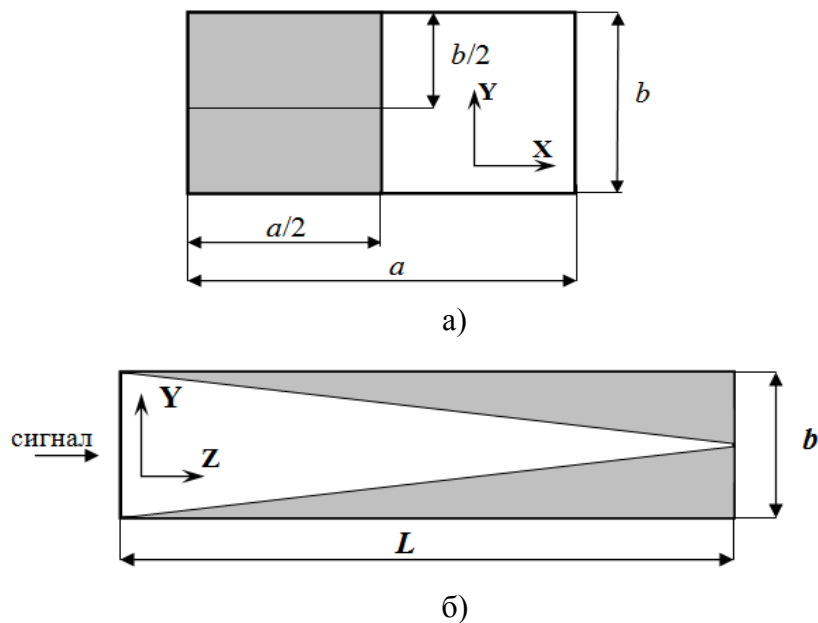


Рисунок 1.

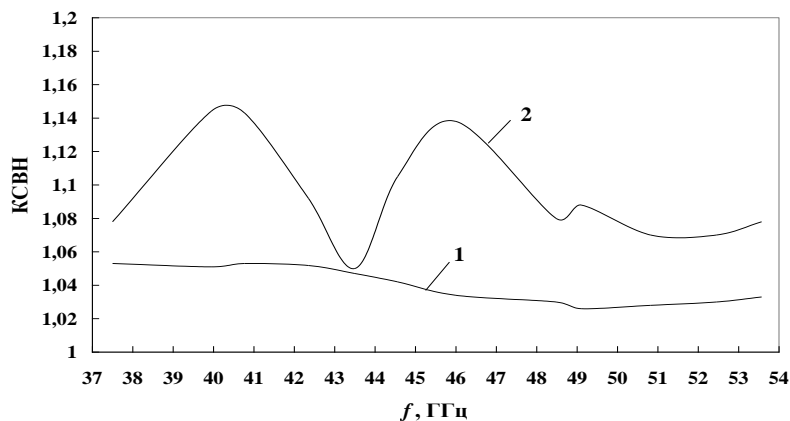


Рисунок 2.

Полученные в данной работе результаты моделирования могут быть использованы для разработки СН аналогичного типа для других частотных диапазонов.

Библиографический список

1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ - М.: Высшая школа, 1988.
2. Синтез сверхширокополосных микроволновых структур / А.М. Богданов, М.В. Давидович, Б.М. Кац и др.; Под ред. А.П. Креницкого и В.П. Мещанова. - М.: Радио и связь, 2005.
3. QWED, "QuickWave-3D, QWED", Warsaw, Poland, 2013 [Online]. Available: <http://www.qwed.com.pl>.