

Простые и компактные переходы с круглого на прямоугольный волновод

Дмитрий Дмитриев, RA3AQ

Введение.

В данной статье описана конструкция компактных переходов с круглого на прямоугольный волновод, которые не сложно изготовить с помощью фрезерного станка. Размеры переходов оптимизированы для работы на любительских СВЧ диапазонах 10, 24, 47 и 77ГГц. Переходы могут использоваться для присоединения 2-х модовых рупоров, имеющих в своей конструкции круглый волновод к стандартным прямоугольным волноводным трактам. Приведен пример практической конструкции перехода на 77ГГц и результаты его испытаний.

Конструкция

Внешний вид перехода представлен на рисунке 1. Он представляет собой отрезок прямоугольного волновода с закругленными краями и определенной длины. Для каждого диапазона рассчитаны оптимальные размеры перехода.

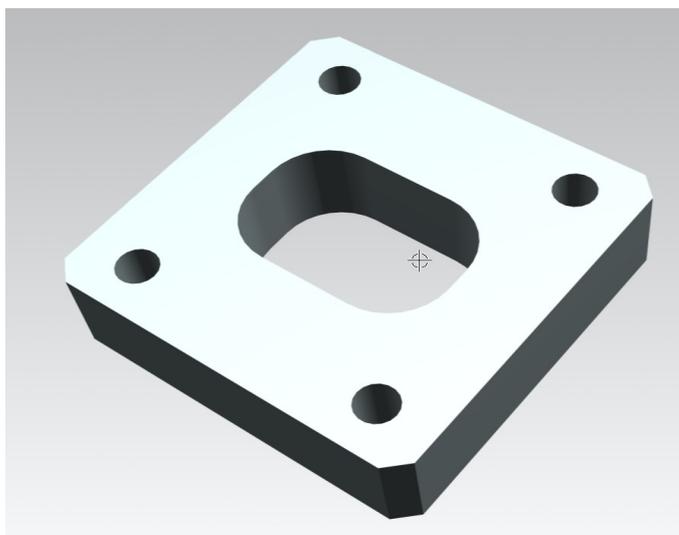


Рисунок 1: Внешний вид перехода

Расчетная модель

На рисунке 2 показана 3D модель, которая использовалась в расчетах и оптимизации. Оптимизация была выполнена по критерию согласования на центральной частоте. Все геометрические размеры перехода (ширина, высота, длина и радиус скругления) использовались в качестве параметров при оптимизации.

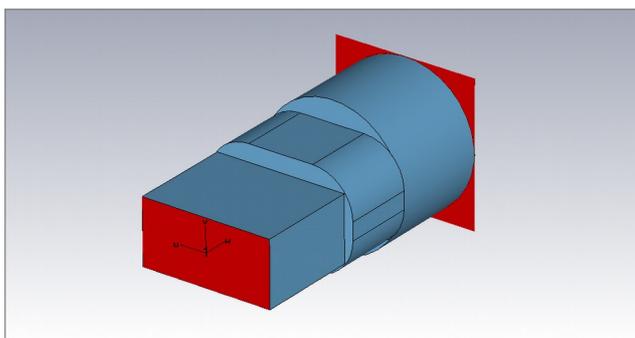


Рисунок 2: Модель для расчета и оптимизации

Результаты расчетов

Для диапазона 10ГГц были рассчитаны геометрические размеры для двух прямоугольных волноводов WR75 и WR90. Для диапазона 47ГГц для волноводов WR22 и WR19.

Оптимизированные размеры представлены в виде параметров и представлены в таблице 1.

На рисунке 3 показан чертеж перехода с обозначением параметров из таблицы 1.

На рисунках 4, 5, 6 и 7 показаны рассчитанные коэффициенты отражения S_{11} для различных диапазонов. Как видно из графиков, полоса согласования перехода по уровню -30дБ составляет более 4%. Этого достаточно для работы на любительских СВЧ диапазонах, где диапазон частот очень узкий.

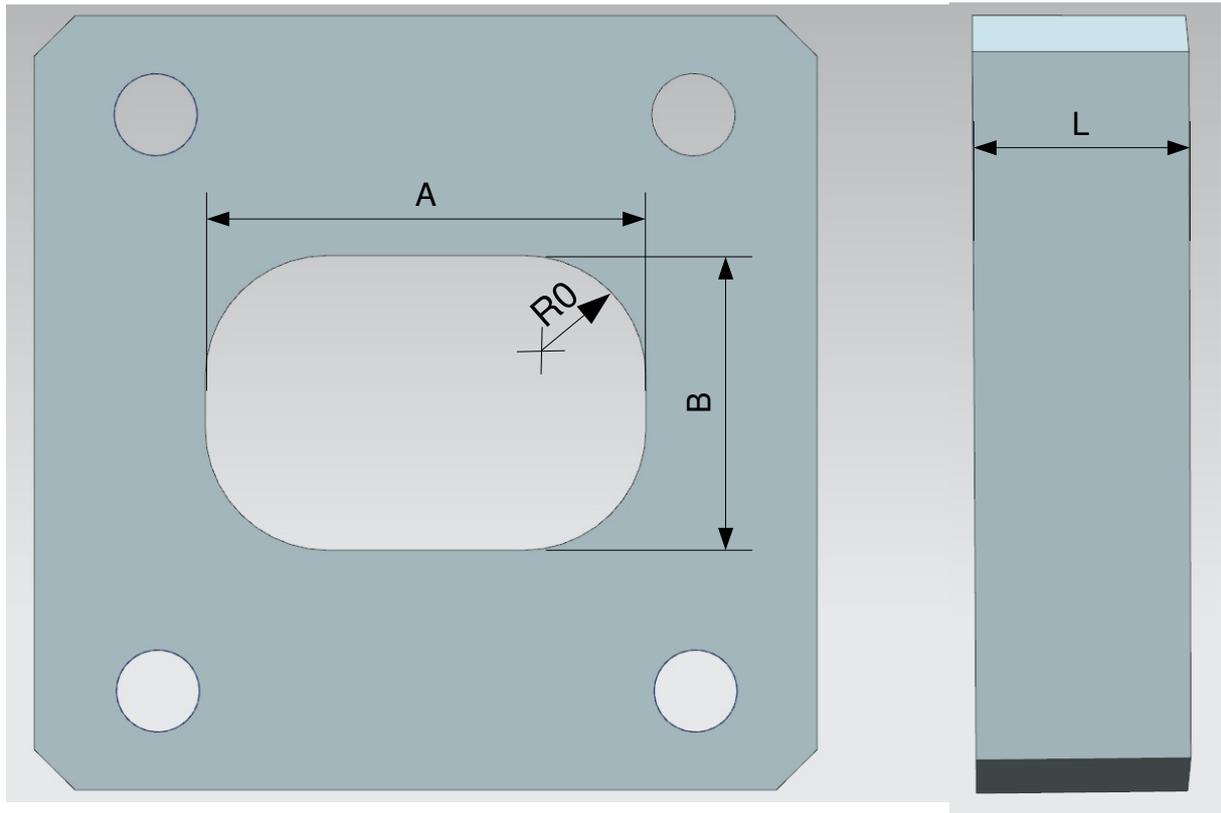


Рисунок 3: Чертеж и размеры

| Частота | Прямоугольный волновод | Круглый волновод Радиус. [mm] | A, [mm] | B, [mm] | R0, [mm] | L, [mm] |
|---------|------------------------|----------------------------------|---------|---------|----------|---------|
| 10.368 | WR90 | 10.5 | 22.88 | 14.70 | 6.0 | 10.00 |
| 10.368 | WR75 | 10.5 | 21.56 | 14.58 | 6.0 | 10.37 |
| 24.05 | WR42 | 4.53 | 9.80 | 6.15 | 2.5 | 4.12 |
| 47.05 | WR22 | 2.3 | 6.03 | 3.97 | 1.5 | 2.48 |
| 47.05 | WR19 | 2.3 | 6.25 | 3.83 | 1.5 | 2.40 |
| 77.0 | WR12 | 1.65 | 3.34 | 2.19 | 1.0 | 1.16 |

Таблица 1. Размеры перехода для различных диапазонов

S11 переходов на различных диапазонах

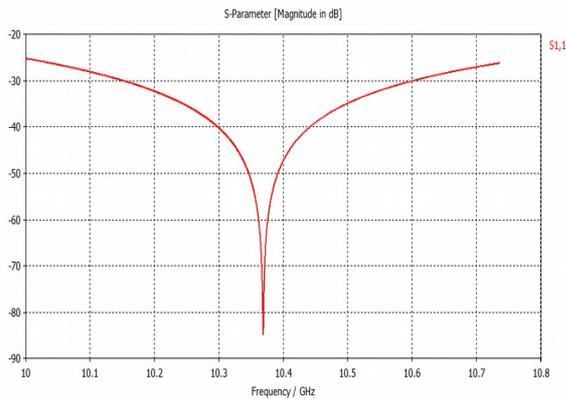


Рисунок 4: S11 на 10ГГц

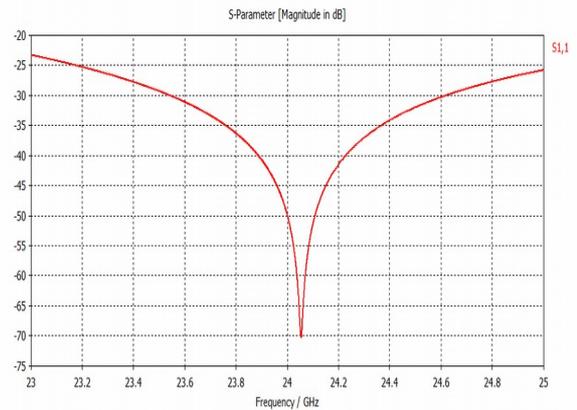


Рисунок 5: S11 на 24ГГц

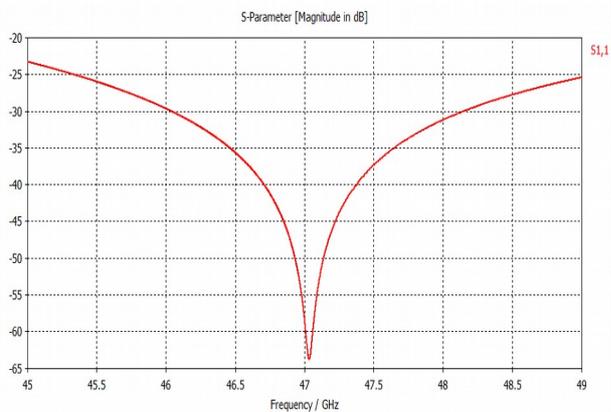


Рисунок 6: S11 на 47ГГц

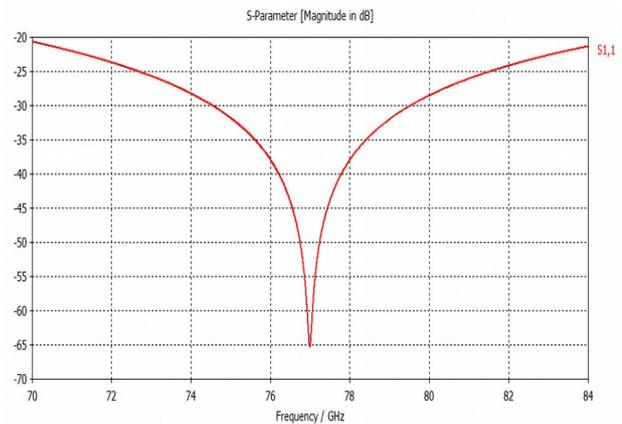


Рисунок 7: S11 на 77ГГц

Практическая реализация

По просьбе Сергея Жутяева, RW3BP был рассчитан переход на диапазон 77ГГц. Для использования в качестве облучателя офсетной параболы был выбран двухмодовый облучатель, размеры которого приведены на рисунке 8. Внешний вид представлен на

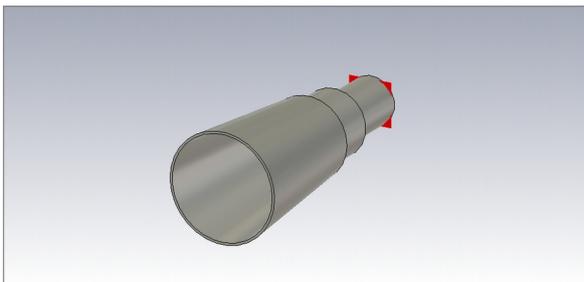


Рисунок 8: Внешний вид двухмодового облучателя

рисунке 9. Переход изготавливался на настольном фрезерном станке. Его точности вполне хватило для получения хороших параметров согласования. Внешний вид изготовленного перехода представлен на рисунке 10.

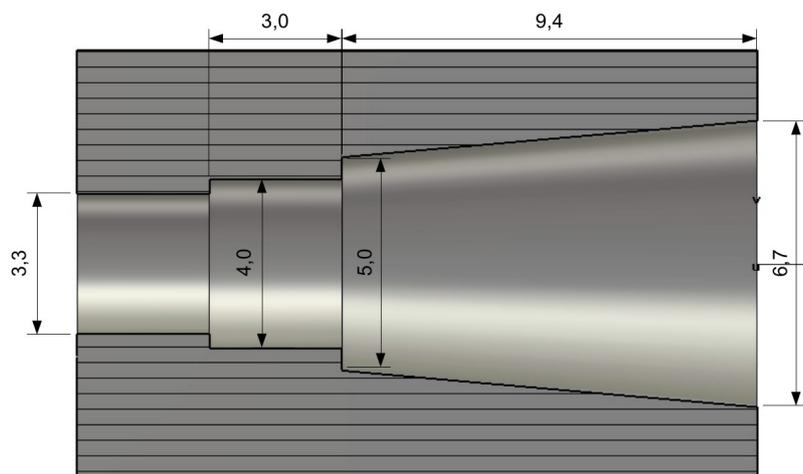


Рисунок 9: Размеры облучателя для диапазона 77ГГц

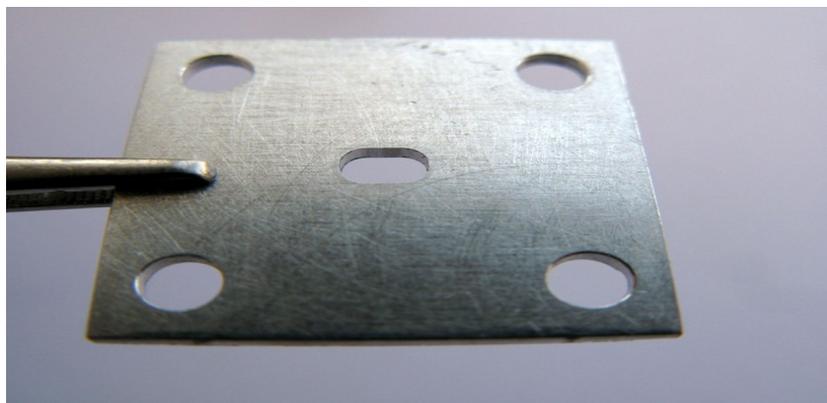


Рисунок 10: Внешний вид изготовленного перехода для диапазона 77ГГц

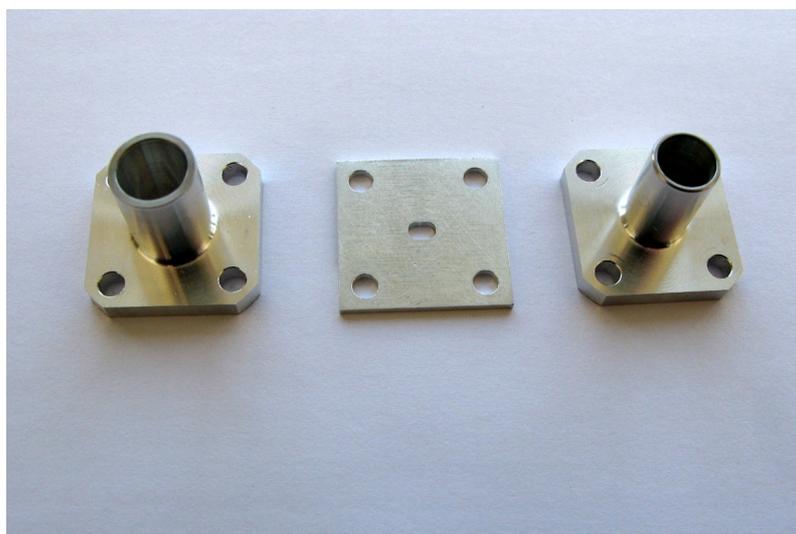


Рисунок 11: Переход и рупоры на диапазон 77ГГц

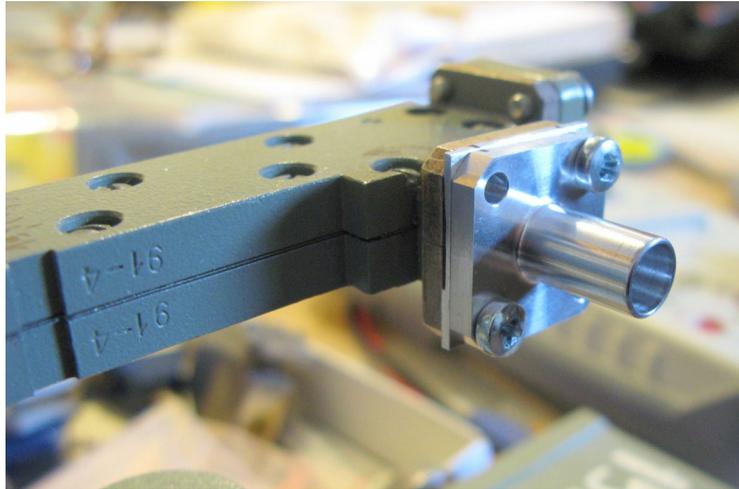


Рисунок 12: Рупор с переходом, установленный на волноводный фланец измерителя КСВН Р2-69



Рисунок 13: Измеренный КСВ рупора с переходом в волноводном тракте

Заключение

Представленные переходы имеют очень небольшую длину, что позволит радиолюбителям облегчить конструкцию антенного блока и сделать его более компактной. Выигрыш в длине относительно, например, плавных переходов — десятки раз. Точности изготовления на настольном фрезерном станке достаточно для практической реализации таких переходов на частотах до 77ГГц.