

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО ВОЛНОВОДНОГО НАПРАВЛЕННОГО ОТВЕТВИТЕЛЯ

Афонин И.Л., Бугаёв П.А., Боков Г.В., Саламатин В.В.

Научные руководители: д-р техн. наук, проф. Афонин И.Л., канд. техн. наук, доцент Саламатин В.В.
Севастопольский национальный технический университет, Украина

E-mail: Pasha_ba@mail.ru

Аннотация — Рассмотрена методика расчета комбинированного направленного ответвителя, который состоит из двух каналов, один построен на основе полого металлического волновода (ПМВ), а второй на основе плоского металлодиэлектрического волновода (ПМДВ).

1. Введение

Известные направленные ответвители (НО) имеют первичные и вторичные каналы, выполненные на основе одинаковых волноводов, в которых длины волн в волноводах равны между собой.

В настоящее время разработан новый тип конструктивно простой и экономичной линии передачи СВЧ диапазона — ПМДВ [1], который является альтернативным стандартному ПМВ. Разработка элементной базы на основе предложенного типа волновода требует создания измерительных устройств, предназначенных для экспериментальной отработки предлагаемых волноводных узлов.

2. Основная часть

Комбинированный направленный ответвитель состоит из двух каналов, один построен на основе ПМВ, а второй на основе ПМДВ. На рис. 1 показано схематическое изображение многодырочного комбинированного направленного ответвителя (КНО). Особенностью КНО является то, что длины волн в его волноводных каналах не одинаковы. Поэтому известные методики расчета многодырочных НО не пригодны для КНО. В стандартных направленных ответвителях расстояние между центрами отверстий связи волноводных каналов равно четверти средней длины волны в волноводе. При этом фазовый сдвиг между ответвляемыми волнами двумя соседними отверстиями в обратное плечо НО равен 180° , и волны взаимно компенсируются. В прямое плечо волны, ответвляемые всеми отверстиями связи синфазны, их амплитуды суммируются.

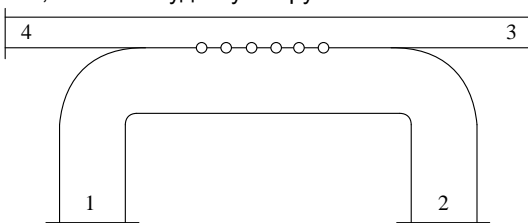


Рис. 1

Для взаимной компенсации волн, возбуждаемых во вторичном канале ответвителя и распространяющихся в его обратное плечо, расстояние d между центрами соседних отверстий определяется из следующего соотношения

$$\frac{2\pi d}{\lambda_{B_{10}}} + \frac{2\pi d}{\lambda_{B_{20}}} = \pi,$$

где $\lambda_{B_{10}}$ — средняя длина волны в ПМВ на средней частоте f_0 ; $\lambda_{B_{20}}$ — средняя длина волны в ПМДВ на средней частоте f_0 .

Для проведения расчетов комбинированного направленного ответвителя введем понятие усред-

ненной длины волноводов НО и обозначим ее λ_B^{HO} . Она определяется по формуле

$$\lambda_B^{HO} = \frac{2\lambda_{B_1}\lambda_{B_2}}{\lambda_{B_1} + \lambda_{B_2}},$$

где λ_{B_1} и λ_{B_2} — длины волн в волноводах каналов НО на текущей частоте f рабочего диапазона.

Для реализации заданной направленности НО и рассчитанных амплитуд волн требуется определить размеры отверстий связи

$$a_i = \frac{\pi d_i^3 F_m \sqrt{\lambda_{B_{10}} \lambda_{B_{20}}}}{12a^2 a' b},$$

где a , b — поперечные размеры ПМВ; a' — размер широкой стенки ПМДВ; d_i — диаметр i -го отверстия; F_m — поправка за счет конечной толщины стенки.

Основными эксплуатационными параметрами направленных ответвителей являются переходное затухание C (дБ) и направленность D (дБ). Они связаны с нормированными комплексными амплитудами волн в плечах НО следующими соотношениями:

$$C = 20 \lg \left| \frac{1}{a_{III}} \right|; \quad D = 20 \lg \left| \frac{a_{III}}{a_{IV}} \right|,$$

где a_{III} — нормированная амплитуда волны, ответвляемая в плечо 3; a_{IV} — нормированная амплитуда волны, ответвляемая в плечо 4.

3. Заключение

Таким образом, разработана методика расчета комбинированного волноводного направленного ответвителя, состоящего из двух каналов, первый построен на основе полого металлического волновода, а второй — на основе плоского металлодиэлектрического волновода. На основе экспериментальных данных направленность КНО составляет не менее 38 дБ в полосе рабочих частот.

4. Список литературы

- [1] Бугаёв П.А. Геометрическая электродинамика плоского металлодиэлектрического волновода прямоугольного сечения / П.А. Бугаёв, И.Л. Афонин, В.В. Саламатин // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2010. — № 1. — С. 56 — 62.

DEVELOPMENT OF COMBINED WAVEGUIDE DIRECTIONAL COUPLER

Afonin I.L., Bugayov P.A., Bokov G.V., Salamatin V.V.

Scientific adviser: Afonin I.L., Salamatin V.V.

Sevastopol National Technical University, Ukraine

Abstract — The method of calculation of the combined directional coupler, which consists of two channels, one is based on a hollow metal waveguide (HMW) and the other on the basis of a flat metal-dielectric waveguide (FMDW), is considered.