

ДИАПАЗОННЫЕ СВОЙСТВА ЩЕЛЕВЫХ МОСТОВ СО СВЯЗЬЮ ПО УЗКОЙ СТЕНКЕ ВОЛНОВОДА

При расчете трехдецибелльных волноводно-щелевых мостов со связью по узкой стенке волновода обычно учитываются только распространяющиеся в области связи моста волны типов H_{10} и H_{20} [1]. Диапазон частот при этом ограничивается условием возбуждения волны H_{20}

в длинноволновой области, а в коротковолновой — условием возбуждения распространяющейся волны H_{30} . Электродинамический метод [2] позволяет учесть распространяющиеся и нераспространяющиеся волны высших типов. Результаты расчетов характеристик мостов методом [2] в диапазоне волн с учетом распространяющейся и нераспространяющейся волны типа H_{30} приведены в [3]. Представляет интерес сравнение результатов расчетов электродинамическим методом параметров моста с учетом и без учета волны H_{30} [1].

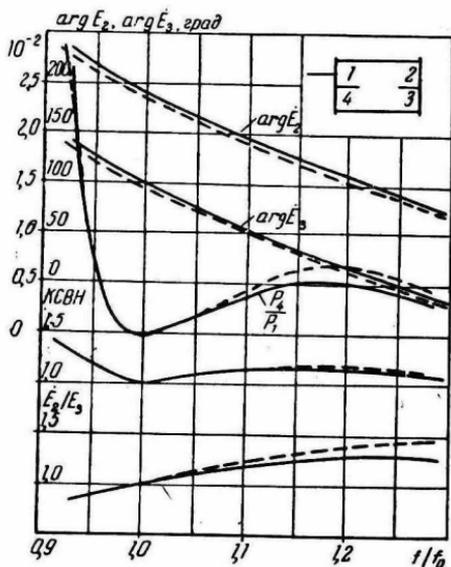


Рис. 1. Сравнение теоретических параметров моста.

В [1] щелевой мост рассчитывается при условии его баланса. Условие баланса мостового восьмиполосника, как известно, состоит в том, что входное плечо является согласованным со стороны любого плеча, если к остальным плечам присоединены согласованные нагрузки и одно плечо развязано со входным. Это соответствует $K_{СВН} = 1,0$ и $P_4 = 0$. Из рассчитанных по методике [2] зависимостей $K_{СВН}$ и P_4/P_1 от длины волны для мостов с разными размерами области связи следует, что значения l/a (l — длина, a — полуширина области связи) при фиксированных a/λ_0 (λ_0 — длина волны в свободном пространстве), удовлетворяющие условию баланса, совпадают с полученными в [1]. Отметим также, что баланс и равное деление подводимой мощности между выходными плечами моста одновременно наблю-

даются только при $l/a=1,28$ и $a/\lambda_0=0,571$. Такой же вывод получен и в [1].

На рис. 1 приведены фазы волн в выходных плечах моста $\arg \dot{E}_2$ и $\arg \dot{E}_3$, P_4/P_1 , КСВН и $|\dot{E}_2/\dot{E}_3|$ в диапазоне распространяющихся волн H_{10} и H_{20} , взятые из работы [1] (пунктирные кривые) и рассчитанные по методике [2] (сплошные кривые) для указанных выше размеров моста. Видно, что учет нераспространяющейся волны H_{30} наиболее сильно сказывается на коэффициенте деления в коротковолновой области диапазона; фазы волн в выходных плечах моста регулярно приблизительно в пределах 5° выше, чем в случае [1], а КСВН и P_4/P_1 практически совпадают во всем диапазоне. Отсюда следует, что при расчете параметров трехдецибелльных волноводно-щелевых мостов волны нераспространяющихся высших типов можно не учитывать.

Для практического применения волноводно-щелевых мостов важно знать их рабочий диапазон, а также размеры области связи, обеспечивающие максимальную диапазонность моста. В [3] показано, что оптимальные для обеспечения максимальной широкополосности моста размеры его области связи существенно зависят от допустимого перепада деления $|\dot{E}_2/\dot{E}_3|$ в диапазоне волн. На рис. 2 приведена номограмма, позволяющая определить оптимальную геометрию моста по уровню деления выше 0,7. При таком уровне оптимальным является мост с отношением длины области связи к ее ширине, равным 1,225; при делении выше 0,8 это отношение равно 1,356; выше 0,9—1,508 и выше 0,95—1,594. При этом деление остается выше указанных уровней в относительном диапазоне 42,1; 32,4; 21 и 14,8% соответственно. Большая диапазонность коротких мостов объясняется тем, что при меньшей длине области связи дифференциальный фазовый сдвиг волн H_{10} и H_{20} меньше зависит от частоты. В указанной полосе мосты имеют КСВН не хуже 1,44 и развязку P_4/P_1 от 15 до 16 дБ. Таким образом, если допустим разбаланс моста, мож-

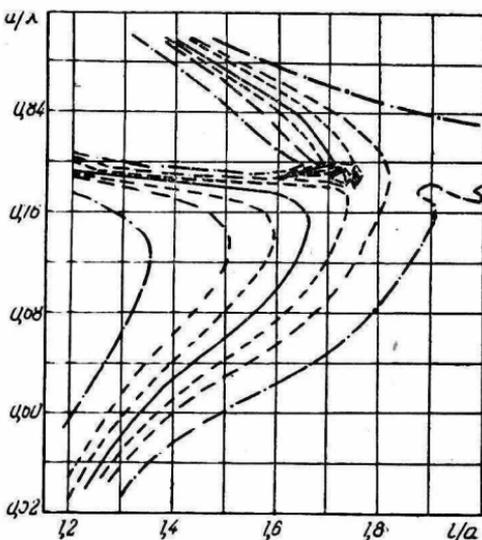


Рис. 2. Номограмма. Обозначения: $\left| \frac{\dot{E}_2}{\dot{E}_3} \right| = 1$;
 ----- 0,95; --- 0,90; - - - 0,80.

но обеспечить деление выше 0,7 во всей рабочей полосе волновода, возбуждающего щелевой мост.

В [2] принято, что толщина общей стенки волновода на концах области связи моста бесконечно мала. В практике из конструктивных соображений желательно, чтобы толщина общей стенки равнялась удвоенной толщине стенки волновода. Очевидно, что в сантиметровом и тем более в миллиметровом диапазо-

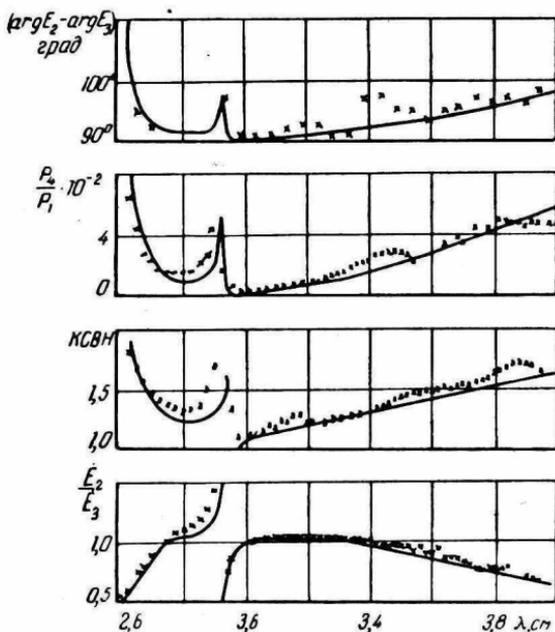


Рис. 3. Результаты расчета и эксперимента.

не волн толщина стенки оказывается значительной (порядка десятых долей длины волны) и важно выяснить ее влияние на параметры щелевого моста. Кроме того, желательно изучить параметры моста в диапазоне распространяющейся волны H_{30} .

На рис. 3 представлены зависимости от длины волны разности фаз волн в выходных плечах моста, развязки, КСВН и деления $|\dot{E}_2/\dot{E}_3|$ (сплошные кривые) для моста с $l/a=1,63$; $a/\lambda_{ср}=0,717$ и $\lambda_{ср}=3,275$ см. Толщина общей стенки равна 1 мм, сечение волновода 10×23 мм². Здесь же представлены результаты измерений указанных характеристик. Видно, что результаты измерений для всех параметров моста смещены в коротковолновую область. По-видимому, это является следствием влияния конечной толщины общей стенки волноводов у области связи. Осциллирующий характер экспериментальной зависимости разности фаз волн в выходных плечах моста объясняется многократными переотражениями в измерительном тракте.

Отметим, что как видно из рис. 3, при возбуждении моста в плечо 1 волна в плече 3 отстает по фазе от волны в плече 2 на

угол, больший 90° во всем диапазоне, за исключением одной точки ($\lambda_0 = 3,0$ см). Это обстоятельство следует учитывать на практике, в частности, при разработке антенн круговой поляризации на основе таких мостов [3].

Из результатов расчетов и измерений (рис. 3) видно, что диапазон работы щелевого моста при заданных перепадах параметров можно расширить, если исключить небольшую (порядка 0,01—0,03%) полосу частот вблизи критической длины волны типа H_{30} .

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорфман Л. Г., Филатов В. В. Об электрических параметрах волноводно-щелевого моста. — «Радиотехника и электроника», 1966, II, 11, с. 1933—1943.
2. Евстропов Г. А., Бутакова С. В. К расчету щелевого моста и разворота на 180° в прямоугольном волноводе. — Сб. «Вычислительные методы и программирование». Вып. 13. М., 1970, с. 93—119.
3. Бутакова С. В., Горобец Н. Н., Ляховский А. Ф. Диапазонные свойства рупорной антенны круговой поляризации на основе трехдецибельного волноводно-щелевого моста. — Сб. «Антенно-фидерные и измерительные устройства сверхвысоких частот». Вып. 5. Харьков, 1971, с. 22—29.