

А. А. Кириленко, С. А. Приколотин, С. Л. Сенкевич

Институт радиофизики и электроники им. А. Я. Усикова НАН Украины

12, ул. Ак. Проскуры, Харьков, 61085, Украина

E-mail: prikolotin@ire.kharkov.ua

ВОЛНОВОДНАЯ ДИАФРАГМА С ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТУПЕНЧАТОЙ ЩЕЛЬЮ И ПОЛОСОВОЙ ФИЛЬТР НА ЕЕ ОСНОВЕ

Рассматриваются простые конфигурации устройств, вызывающих узкополосный резонанс полного прохождения основной волны при помещении в поперечное сечение прямоугольного волновода – диафрагмы с вертикальной ступенчатой щелью, соединяющей две противоположные стенки волновода. Показано, что в основе резонансных явлений, вызываемых такой диафрагмой, лежит собственное колебание комплексной частоты. Выявлены основные черты зависимостей реальной части и добротности этого колебания от геометрии щели. Синтезирован 3-секционный полосо-пропускающий фильтр, в качестве резонаторов которого использованы диафрагмы со ступенчатой щелью.

Ключевые слова: прямоугольный волновод, резонансная ячейка, диафрагма со ступенчатой щелью.

Одними из первых частотно-селективных устройств СВЧ-диапазона были фильтры на резонансных диафрагмах с полуволновыми щелями, вошедшие в классику микроволновой техники [1]. Позже были предложены различные модификации диафрагм на плоских резонансных элементах, которые ставили разные цели:

- расширение диапазона реализуемых заданий по ширине полосы или по технологическим ограничениям [2–4];
- реализация возможности перестройки характеристик [5];
- разработка диафрагм, конформных сложному тракту, в котором они применяются [6];
- использование многощелевых диафрагм для управления характеристиками [7];
- создание режекторных ячеек на основе двух-апертурных диафрагм [8, 9], когда сама топология отверстий диафрагмы «обращает» свойства диафрагмы из пропускающей в отражающую;
- проверка новых топологических идей для полосно-отражающих фильтров или простых в изготовлении notch-фильтров, вырезающих узкие полосы частот [10, 11].

В настоящей работе представлен анализ диафрагмы со ступенчатой вертикальной щелью (рис. 1), которая обладает полосно-пропускающими резонансными свойствами, позволяет существенно расширить возможности фильтров на ее основе в части, касающейся большей добротности, технологичности и большей полосы заграждения. Идея исследования возможностей такого объекта рассеяния возникла в процессе анализа ступенчатого проводника [11] как плоского элемента, двойственного к щели по топологии. Далее изучено поведение низшей комплексной собственной частоты такой диафрагмы как фундамент ее резонансных характеристик, подробно исследованы зависимости резонансных характеристик от геометрических параметров щели и даны прак-

тические рекомендации по выбору размеров и положения щели, обеспечивающих резонанс с требуемой добротностью на заданной частоте рабочего диапазона прямоугольного волновода. Как пример практической реализации представлены характеристики 3-секционного полосового фильтра, в качестве «резонаторов» которого использованы диафрагмы со ступенчатой щелью.

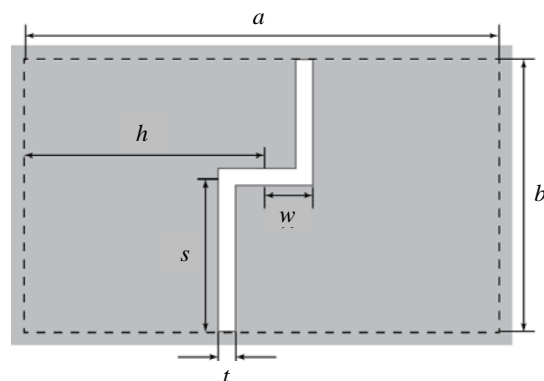


Рис. 1. Схематическое изображение диафрагмы со ступенчатой щелью в прямоугольном волноводе

1. Математическая модель. Полноволновой численный анализ свойств нового резонансного элемента осуществлен на следующей алгоритмической базе:

- метод частичных областей (МЧО) с учетом поведения поля на ребрах [12] использован для расчета спектра волн в зигзагообразном внутреннем волноводе диафрагмы;
- при расчете плоскопоперечных скачков сечения ортогонных волноводов, образующихся на входе и выходе щели применен стандартный МЧО;
- метод обобщенных матриц рассеяния использован при расчете спектральных и дифракционных характеристик собственно диафрагмы и полосового фильтра на ее основе.

В качестве базового для анализа выбран волновод сечением $23 \times 10 \text{ мм}^2$ с рабочей полосой частот $8 \dots 12,5 \text{ ГГц}$. Глобальным параметром, определяющим точность расчетов, являлась величина f_{cut} , задающая верхнюю границу собственных частот TE - и TM -волн зигзагообразного волновода диафрагмы и базового прямоугольного волновода, учтенных в проекционных базисах при расчете матриц рассеяния. В соответствии с исследуемым диапазоном частот величина f_{cut} выбиралась $120 \dots 200 \text{ ГГц}$ в регулярных расчетах при расчете спектральных свойств и до 300 ГГц при анализе характеристик реального фильтра. При этом размеры проекционных базисов зигзагообразного (базового) волновода колебались от 20 (119) TM -волн и 40 (145) TE -волн до 45 (700) TM -волн и 65 (750) TE -волн. Такой выбор параметра f_{cut} автоматически поддерживает качественно верное соотношение точности аппроксимации поля на апертурах волноводов, а при больших f_{cut} – и количественно, в принципе, его можно рассматривать как некоторый аналог известного правила Миттры, требующего поддержания нужного соотношения между размерами проекционных базисов. Другие детали, касающиеся точности расчетов, можно найти в работах [12, 13].

Первичное представление о зарождении собственного колебания диафрагмы со ступенчатой щелью, о появлении связи этого колебания с основной волной прямоугольного волновода и об изменении комплексной собственной частоты f_{eigen} с увеличением размера ступеньки w дают кривые $\text{Re } f_{eigen}(w)$ и $Q(w)$, представленные на

рис. 1 и 2. Данные о $\text{Re } f_{eigen}$ и $Q = -\frac{\text{Re } f_{eigen}}{2 \text{Im } f_{eigen}}$

найлены численно как решение дисперсионного уравнения

$$\det(\mathbf{I} - \mathbf{R}_{slot} \mathbf{E}(l) \mathbf{R}_{slot} \mathbf{E}(l)) = 0, \quad (1)$$

которое определяет набор комплексных собственных частот открытого волноводного резонатора, образованного диафрагмой со ступенчатой щелью, нагруженной на прямоугольные волноводы. Здесь $E(l)_{m,n} = \delta_{m,n} \exp(i\Gamma_m l)$ определяет набег фазы или реактивное затухание волноводных волн щели, а матрицы \mathbf{R}_{slot} есть матрицы отражения собственных волн волновода щели от двух ее апертур.

2. Спектральные и дифракционные характеристики диафрагмы со ступенчатой щелью. Сразу отметим, что мы ограничились в анализе только случаями, когда вертикальные части щели доходят до широких стенок волновода (b равно высоте волновода). Представление о том, как влияет «отрыв» щели от стенок на

параметры резонансной ступенчатой щели дает таблица, где приведены данные для трех конфигураций щели: А – щель примыкает к широким стенкам; Б – вертикальные фрагменты щели удалены от широких стенок на $0,5 \text{ мм}$; В – концы щели удалены от широких стенок на $1,0 \text{ мм}$, значения остальных параметров: $s = 7 \text{ мм}$, $t = 1 \text{ мм}$, $w = 4 \text{ мм}$, $h = 17,5 \text{ мм}$, $l = 0,5 \text{ мм}$.

Влияние расстояния от вертикальных частей щели до широких стенок волновода на резонансные характеристики диафрагмы со ступенчатой щелью

Конфигурация щели	А	Б	В
$\text{Re } f_{eigen}, \text{ ГГц}$	10,01	10,23	10,62
Q	18,65	18,87	18,85

Как видно из данных таблицы, добротность колебания, скорее всего, определяется конфигурацией самой ступеньки, а не общей длиной; укорочение вертикальных частей щели сказывается в основном на перестройке частоты. Это, по всей видимости, открывает некоторые перспективы по электрической перестройке фильтров на подобных структурах (например, размещением *MEMS* в вертикальных участках), когда смещение центральной частоты фильтра может быть достигнуто без изменения добротности резонаторов, а значит – и полосы пропускания.

Обращаясь к рис. 2, прежде всего обратим внимание на то, что кривая реальной части собственной частоты диафрагмы начинается с точки $\text{Re } f_{eigen} = 14,98 \text{ ГГц}$, в данном случае соответствующей критической частоте TE_{01} -волны, и близка к собственной частоте прямой вертикальной щели. Ее поле кросс-поляризовано к полю распространяющихся волн и $\text{Im } f_{eigen} = 0$. Именно здесь зарождается собственное колебание комплексной частоты, когда неоднородность контура щели порождает связь с TE_{10} -волной прямоугольного волновода. Добротность такого колебания сначала бесконечно велика и быстро падает с ростом ступеньки. Вплоть до добротностей порядка 10^3 резонансная частота такой диафрагмы находится вблизи указанной критической частоты за рабочим диапазоном волновода, на начальном участке роста w она почти не зависит от размеров ступеньки. Вблизи значений $w \approx t/2$, т. е. там, где на контуре щели появляется горизонтальный участок (здесь при $0,5 \text{ мм} < w < 0,8 \text{ мм}$) начинается фрагмент кривой, похожий на плавную гиперболическую, зависимость резонансной частоты от величины w .

Такое поведение резонансной частоты простирается вплоть до предельных размеров

щели в рамках выбранного поперечного сечения. Это значит, что резонансная частота диафрагмы может быть оценена исходя из резонансных условий для некоей «щелевой» волны, близкой к *ТЕМ*-волне и по структуре поля, и по постоянной распространения. Условие поперечного резонанса такой волны должно включать 2 вертикальных фрагмента общей длиной $b - t$, горизонтальный участок длиной $2(w - t)$ плюс набег фазы на двух

последовательных изломах оси «тракта» в *E*-плоскости. В грубой оценке оно имеет вид

$$2\pi \frac{f_{appr}}{c} (b + 2w - 3t) + 2 \arg(T_{ang\ bend}) = n\pi, \quad (2)$$

где c – скорость света; f_{appr} – предполагаемая резонансная частота; $\arg(T_{ang\ bend})$ – фаза коэффициента прохождения через 90° -е *E*-изломы щели. Величину последней можно найти, воспользовавшись алгоритмом, описанным в работе [13].

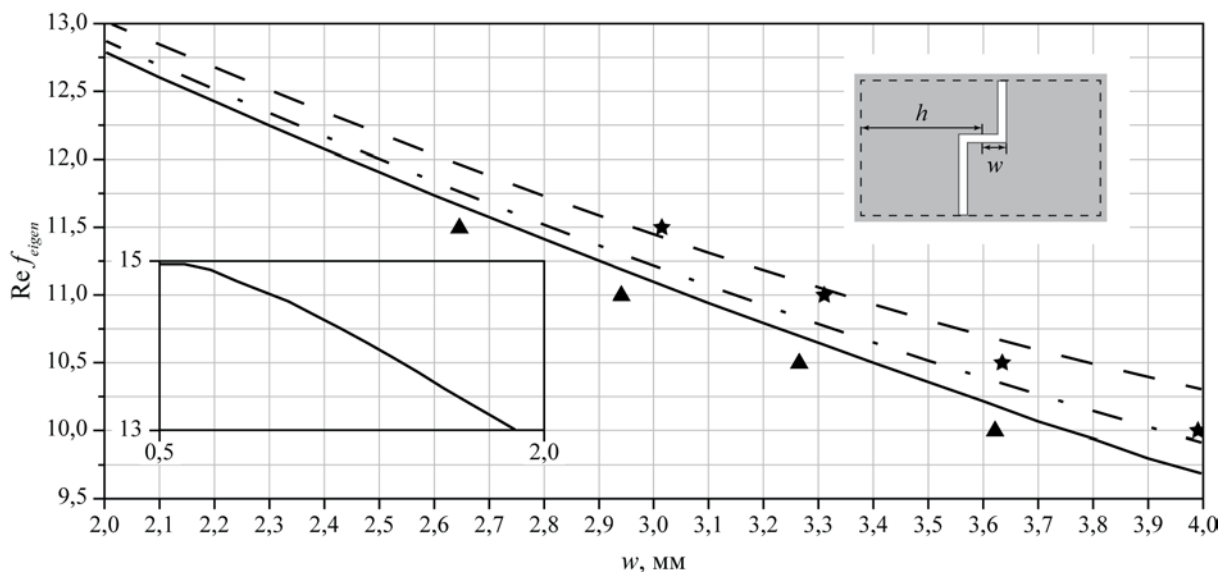


Рис. 2. Зависимость реальной части собственной частоты низшего колебания диафрагмы со ступенчатой щелью от размеров ступеньки при $s = 8$ мм, $t = 1$ мм, $l = 0,5$ мм и разных значениях $h = 11,5$ мм (сплошная линия), $h = 17$ мм (штрихпунктирная линия) и $h = 18,5$ мм (штриховая линия)

На рис. 2 нанесены данные, полученные в таком приближении для частоты 10 ГГц, дана оценка с учетом набег фазы в изломах (треугольник) и без них (звездочка).

При приближении вертикальных участков щели к стенкам волновода сказывается их влияние, и зависимость собственной частоты от w становится более выраженной. Это особенно заметно в случаях нецентрированного размещения щели вдоль широкой стенки волновода, что на рис. 2 соответствует кривым с $h = 17,0$ мм и $h = 18,5$ мм.

Теперь обратим внимание на характерное поведение добротности низшего собственного колебания щели со ступенчатым изломом. На рис. 3 для случая щели, симметрично расположенной вдоль широкой стенки волновода, дана зависимость добротности колебания от размера ступеньки при ее «зарождении». Логарифмический масштаб по вертикальной оси выбран в силу большого динамического диапазона значений Q : от 10^4 при ступеньках с $0,5$ мм $< w < 0,6$ мм и до единиц доб-

ротности при предельных размерах ступеньки, когда горизонтальные участки щели очень велики. При обычной конфигурации стандартной горизонтальной щели рост добротности собственного колебания достигается плавным изменением ширины стандартной горизонтальной щели и, соответственно, пропорциональным уменьшению связи ее поля с основной вертикально поляризованной *TE*₁₀-волной прямоугольного волновода.

В нашем случае «зарождающаяся» ступенька сразу вызывает появление вертикальной компоненты в горизонтально поляризованном поле собственного колебания вертикальной щели: сначала эта компонента очень мала, а затем она быстро растет с увеличением ступеньки. Этот процесс носит сильно нелинейный характер, чем и вызван такой резкий характер зависимости $Q(w)$ при малых w . Более мягкий характер зависимости получаем только при $1,5$ мм $< w < 2,0$ мм, когда на профиле щели появляется выраженный горизонтальный участок с заметной вертикальной компонентой электрического поля.

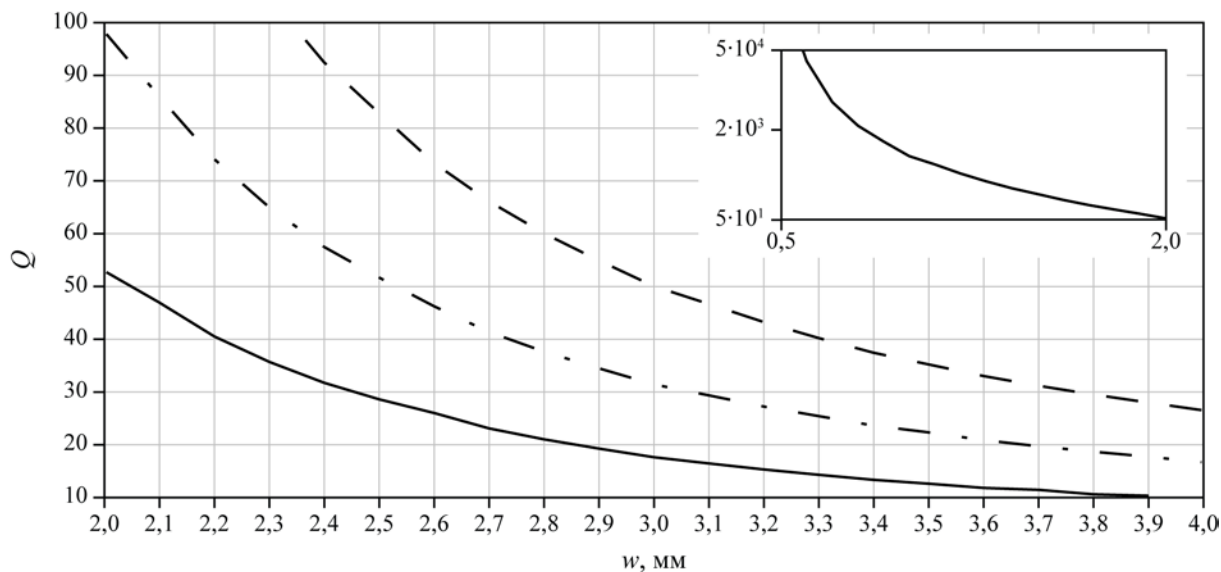


Рис. 3. Зависимость добротности низшего колебания диафрагмы со ступенчатой щелью от размеров ступеньки при $s = 8$ мм, $t = 1$ мм, $l = 0,5$ мм и разных значениях $h = 11,5$ мм (сплошная линия), $h = 17$ мм (штрихпунктирная линия) и $h = 18,5$ мм (штриховая линия)

Для иллюстрации влияния ширины ступеньки на картину электрического поля собственного колебания обратимся к рис. 4.

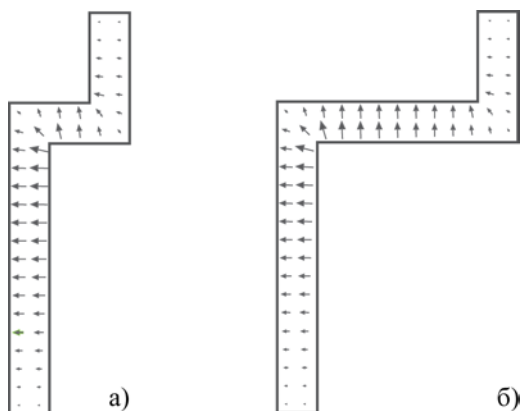


Рис. 4. Поля собственных колебаний диафрагмы со ступенчатой вертикальной щелью ($s = 7,25$ мм, $h = 11,5$ мм, $t = 1$ мм, $l = 0,5$ мм) для двух случаев: а) – малая ступенька, $w = 1,5$ мм; б) – большая ступенька, $w = 3$ мм

На нем представлено поле собственного колебания для двух случаев: $w = 1,5$ мм, когда собственное колебание в основном сосредоточено в вертикальных участках щели, вертикальная составляющая мала и добротность такого колебания составляет 101 (рис. 4, а) и $w = 3$ мм, когда поле собственного колебания уже «перетекло» в горизонтальный участок с сильной вертикальной составляющей (рис. 4, б). Здесь связь собственного поля колебания с TE_{10} -волной, отвечающей за радиационные потери колебания, достаточно велика и добротность падает до 14.

Рис. 5 позволяет сравнить добротности резонансов на диафрагмах двух типов: с классической полуволновой щелью и с вертикальной щелью со ступенчатым изломом.

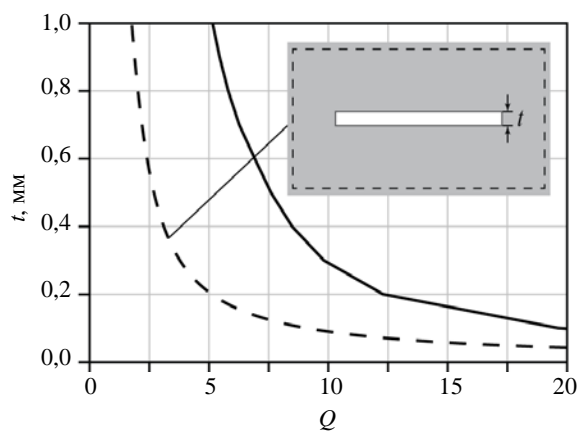


Рис. 5. Зависимость добротности резонансов от ширины щелей t для стандартной горизонтальной щели (пунктирная линия) и ступенчатой щели (сплошная линия) на средней частоте 10 ГГц при $h = 11,5$ мм, $s = 5$ мм, $w = 4$ мм, $l = 0,5$ мм

При построении кривых геометрии обеих диафрагм были выбраны таким образом, чтобы обеспечить резонанс на примерно одной и той же частоте 10 ГГц при изменении ширины щелей t . Из этого графика видно, что для достижения того же уровня добротности ширина ступенчатой щели может быть в несколько раз большей. Таким образом, уже кривая с $h = 11,5$ мм, соответствующая симметрично расположенной ступеньке, демонстрирует возможность существенного расширения

возможностей диафрагм со ступенчатой щелью в сравнении со стандартными горизонтальными полуволновыми щелями.

Возвращаясь к рис. 3, обратим внимание на сильную зависимость добротности колебаний от смещения щели вдоль широкой стенки. Хотя малой ступенькой и можно обеспечить очень высокую добротность, резонансная частота при этом будет размещена на верхнем крае рабочего диапазона или даже за ним. Вместе с тем, изменяя положения щели вдоль широкой стенки волновода h , можно достичь требуемой добротности и на средних частотах рабочего диапазона волновода при ширинах щели, в 10–20 раз больших в

сравнении со случаем стандартной горизонтальной щели.

Более детально возможность перестройки ступенчатой диафрагмы изменением параметров демонстрирует рис. 6. Из этих графиков видно, что наиболее существенно повлиять на добротность резонанса можно, сместив всю щель ближе к узкой стенке волновода. Таким образом, например, на частоте $\sim 9,8$ ГГц можно получить резонанс с добротностями 12...72. При этом наименьшее влияние параметр h оказывает на добротность щели с центральнорасположенной ступенькой ($s = 5$ мм), и тем не менее даже для таких щелей добротность можно варьировать от 5 до 25.

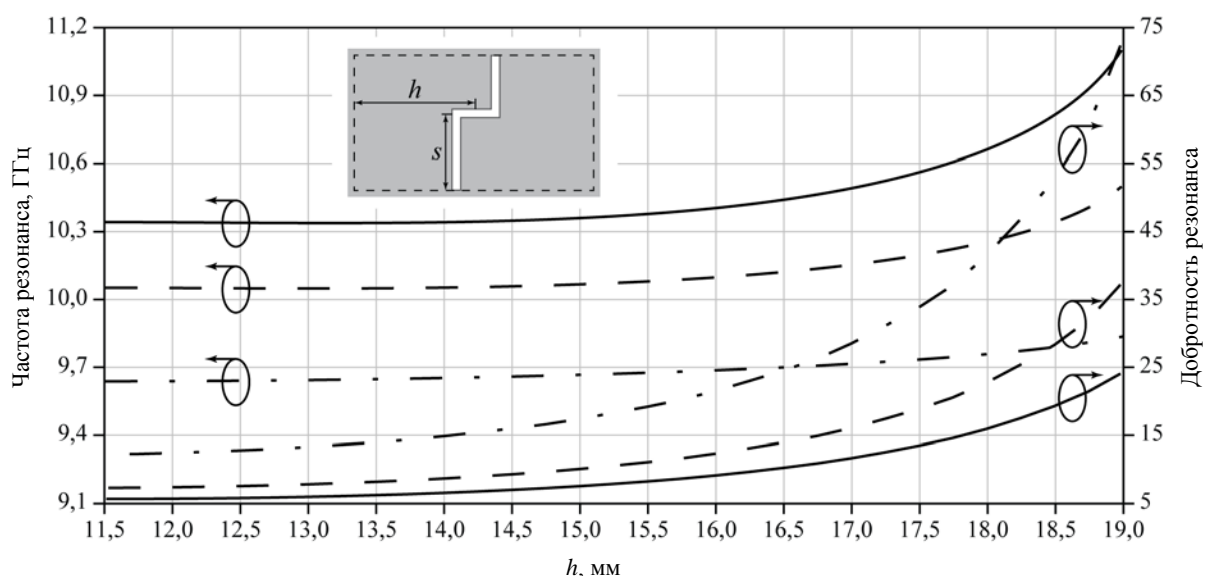


Рис. 6. Зависимость частоты и добротности резонанса ступенчатой щели от ее положения вдоль широкой стенки волновода h при разных положениях ступеньки вдоль узкой стенки: $s = 5$ мм – (сплошная линия), $s = 3$ мм – (штриховая линия) и $s = 1$ мм (штрихпунктир)

В целом получается, что приближение вертикальных фрагментов щели к узкой стенке, а ступеньки в профиле щели – к широкой оказывают решающее влияние на расширение динамического диапазона добротностей, обеспечиваемых диафрагмами со ступенчатыми щелями. С другой стороны отметим, что там, где положение ступеньки близко к центру волновода ($h = 11,5$ мм) и стенки волновода влияют меньше, от параметра s слабо зависит сама резонансная частота, что, впрочем, согласуется с оценкой (2).

Завершая обзор свойств диафрагмы со ступенчатой щелью, укажем, что зависимость ее характеристик от ширины щели t также подразделяется на две качественно разные зоны параметров: первая – там, где w заметно больше $t/2$ и уже существует горизонтальный участок щели, и вторая – область параметров с w , близким к $t/2$, где горизонтального участка практически нет, име-

ются только ступеньки на вертикальных образующих щели, и вертикальная компонента электрического поля собственного колебания очень мала. В первом случае имеем привычный рост добротности с уменьшением ширины щели, а во втором – наоборот: рост добротности собственных колебаний ступенчатой щели наблюдается при ее расширении, когда размер ступеньки w фиксирован.

3. Полосовой фильтр на резонансных диафрагмах со ступенчатой щелью. Суммируя представленный выше краткий обзор свойств диафрагмы со ступенчатой щелью, представим новую конструкцию полосового фильтра на таких резонансных элементах. Фильтр содержит 3 секции, первая и последняя из них обеспечивают низкодобротный резонанс с $Q = 26,7$, а средняя – с $Q = 28,9$. Это соответствует требованиям теории цепей для фильтра с полосой в 1 % при централь-

ной частоте 10 ГГц. В результате поиска соответствующих конфигураций щелей при фиксированной ширине щели $t = 0,96$ мм и положении ступеньки вдоль щели $s = 9,4$ мм, манипулируя только положением и величиной ступеньки, получаем $h = 17,100$ мм и $w = 3,695$ мм для высоко

добротной секции фильтра и $h = 16,640$ мм и $w = 3,670$ мм – для низкодобротных. Толщина диафрагмы 0,5 мм, расстояние между секциями $\lambda_g/4$ на центральной частоте. Эскиз такого фильтра и его характеристика представлены на рис. 7.

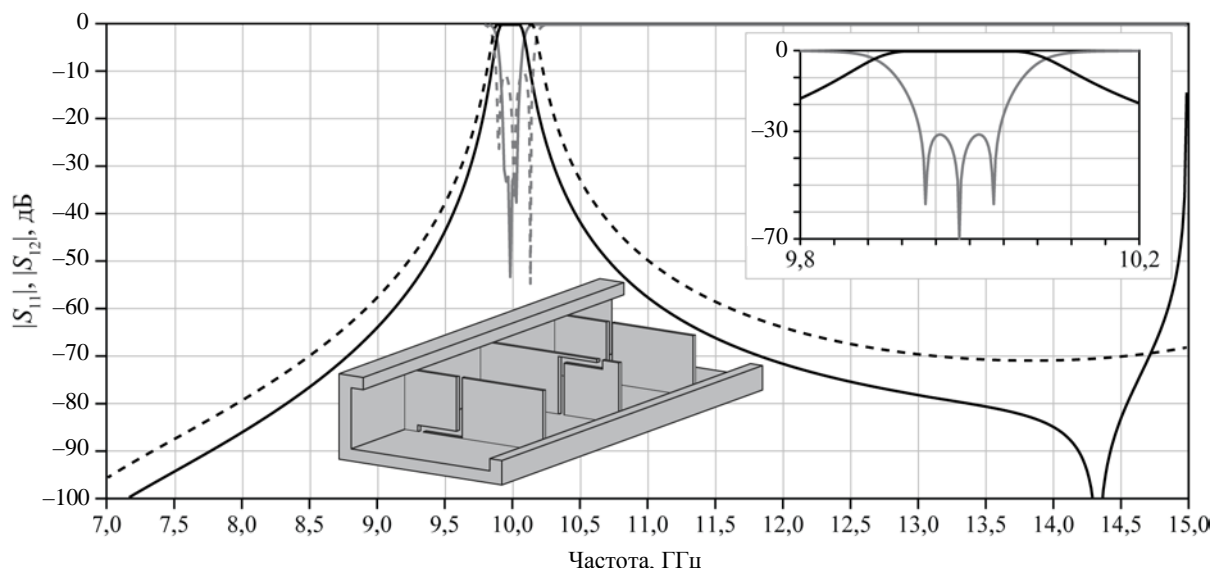


Рис. 7. Полосовый фильтр на диафрагмах со ступенчатой щелью и его характеристики (S_{11} – сплошная серая кривая, S_{12} – сплошная черная кривая) в сравнении с характеристиками фильтра на диафрагмах с классической полуволновой щелью (пунктирные кривые)

Средняя секция зеркально отражена относительно осей x и y , что возможно в силу несимметричности секций относительно поперечных осей волновода. Это дало возможность значительно уменьшить взаимодействие секций по близким полям и получить почти идеальную характеристику в полосе пропускания; обратные потери в полосе пропускания такого трехсекционного фильтра лучше 30 дБ. В сравнении с возможной реализацией на стандартных горизонтальных щелях улучшилось и внеполосное затухание. Это особенно заметно в верхней полосе частот, здесь, уже в двухволновом диапазоне образовался полюс затухания, влияние которого резко усилило внеполосное подавление в верхней части диапазона, обычно оно здесь меньше, чем в нижней части диапазона.

Выводы. Подробно рассмотрены диафрагмы с вертикальной ступенчатой щелью, помещенные в поперечное сечение прямоугольного волновода. Было показано, что такие устройства способны обеспечить резонанс полного прохождения в рабочем диапазоне частот волновода. В результате решения задачи о нахождении спектра собственных колебаний соответствующего открытого волноводного резонатора обнаружено, что в основе наблюдаемых резонансных явлений

лежит возбуждение собственного колебания комплексной частоты. Представлены основные зависимости реальной части частоты и добротности этого колебания от геометрических параметров диафрагмы. Следует отметить, что в данном случае резонансные явления удобно также интерпретировать как резонанс на некоей «щелевой» волне, близкой к TEM -волне и по структуре поля, и по постоянной распространения.

В предельной ситуации, когда величина ступеньки мала ($w \approx t/2$), высокочастотное резонансное явление возникает вблизи частоты отсечки TE_{01} -волны. При дальнейшем увеличении ступеньки резонансная частота снижается до нижней части рабочего диапазона прямоугольного волновода. Благодаря более сложной геометрии диафрагмы со ступенчатой щелью, в отличие от классических диафрагм с полуволновой щелью, позволяют управлять частотой и добротностью резонанса при фиксированной ширине щели. Эта особенность позволяет обеспечивать высокочастотные резонансы с шириной щели в 30 и более раз шире, чем у полуволновых щелей с теми же резонансными свойствами.

Синтезированный 3-секционный полосопропускающий фильтр на основе предложенных диафрагм отличается не только отличной харак-

теристикой в полосе пропускания (уровень обратных потерь не выше –30 дБ), но и хорошим внеполосным затуханием.

Библиографический список

1. Саусворт Дж. К. Принципы и применения волноводной передачи : пер. с англ. / Дж. К. Саусворт; пер. с англ. под ред. В. И. Сушкевича. – М.: Сов. радио, 1955. – 700 с.
2. Белон О. О. Экспериментальное исследование резонансных диафрагм специальной формы / О. О. Белон, М. Я. Котляр // Изв. вузов. Радиоэлектрон. – 1985. – 28, № 3. – С. 65–67.
3. Kirilenko A. A. Complicating the shape of a resonant diaphragms as a way of its quality-factor increasing / A. A. Kirilenko, L. P. Mospan, L. A. Rud' // Proc. 2nd Intern. Conf. On Antenna Theory and Techniques. – Kiev, 1997. – P. 301–302.
4. Соркин А. Р. Реализация в волноводе фильтров лестничной структуры / А. Р. Соркин // Электронный журн. «Исследовано в России». – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/055.pdf>. – Дата доступа: 22.12.04.
5. Capurso M. Resonant aperture filters: Improved out-of-band rejection and size reduction / М. Capurso, М. Piloni, М. Guglielmi // European Microwave Conf. – London, 2001. – P. 1–4.
6. Заргано Г. Ф. Электродинамический анализ и синтез селективных устройств на тонких диафрагмах в гребневых волноводах / Г. Ф. Заргано, В. В. Земляков, Г. П. Синявский // Радиотехника и электрон. – 2009. – 54, № 4. – С. 401–410.
7. Кириленко А. А. Многощелевые диафрагмы как инструмент управления амплитудно-частотной характеристикой (физика и применения, обзор результатов) / А. А. Кириленко, Л. П. Моспан, В. И. Ткаченко // Радиотехника и электрон. – 2005. – 50, № 2. – С. 1–10.
8. Kirilenko A. A. Reflection Resonances and Natural Oscillations of Two-Aperture Iris in Rectangular Waveguide / A. A. Kirilenko, L. P. Mospan // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques. – 2000. – 48, N 8. – P. 1419–1421.
9. Tomassoni C. Analytical Evaluation of Coupling Integrals for Elliptical Irises in Rectangular Waveguides / С. Tomassoni, М. Mongiardo, L. Tarricone // European Microwave Conf. – P., 2000. – P. 1–4.
10. Kirilenko A. A. A slotted strip as a key element of the simplest notch and bandstop filters / A. A. Kirilenko, L. P. Mospan // Microwave and Optical Technology Letters. – 2005. – 46, N 1. – P. 20–24.
11. Prikolotin S. A. A novel notch waveguide filter / S. A. Prikolotin, A. A. Kirilenko // Microwave and Optical Technology Letters. – 2010. – 52, N 2. – P. 416–420.

12. Приколотин С. А. Метод частичных областей с учетом особенностей во внутренних задачах с произвольными кусочно-координатными границами. Часть 1. Спектры собственных волн ортогональных волноводов / С. А. Приколотин, А. А. Кириленко // Радиофизика и электрон. – 2010. – 1(15), № 1. – P. 17–29.
13. Кириленко А. А. Дифракция на Е-плоскостных изломах прямоугольных волноводов / А. А. Кириленко, В. И. Ткаченко, Л. А. Рудь // Радиотехника и электрон. – 1985. – 30, № 5. – С. 918–924.

Рукопись поступила 12.03.2012

A. A. Kirilenko, S. A. Prikolotin, S. L. Senkevich

A WAVEGUIDE IRIS WITH VERTICAL STEPPED SLOT AND A BANDPASS FILTER BASED ON SUCH A IRISES

The simple configurations of rectangular waveguide units able to produce a narrow band resonance of total transmitting the dominant wave are suggested. They are the irises with stepped slot which connects the opposite waveguide walls. It was shown that the total transmitting phenomenon is based on the excitation of the complex frequency eigen oscillation. A nature of the dependences of real part and Q-factor of such an oscillation on the slot geometry are revealed. A three-section bandpass filter having such the irises as the resonators is presented as well.

Key words: rectangular waveguide, transmitting cell, iris with stepped slot.

А. О. Кириленко, С. А. Приколотін, С. Л. Сенкевич

ХВИЛЕВІДНА ДІАФРАГМА З ВЕРТИКАЛЬНОЮ СХІДЧАСТОЮ ЩІЛИНОЮ ТА СМУГОВИЙ ФІЛЬТР НА ЇЇ ОСНОВІ

Розглядаються прості конфігурації пристроїв, які призводять до вузькосмугового резонансу повного проходження основної хвилі при розташуванні у поперечному перерізі прямокутного хвилеводу – діафрагми з вертикальною східчастою щілиною, що поєднує дві протилежні стінки хвилеводу. Показано, що в основі резонансних явищ, що виникають завдяки такій діаграмі, є власне коливання комплексної частоти. Виявлено основні риси залежностей реальної частини і добротності цього коливання від геометрії щілини. Синтезовано 3-секційний смугопрускаючий фільтр, у якості резонаторів якого використано діафрагми зі східчастою щілиною.

Ключові слова: прямокутний хвилевід, резонансний елемент, діафрагма зі східчастою щілиною.