

нулевую асимптотику, т. е. при $\omega_1 = \omega_3$ две волны разных типов гасят друг друга в результате взаимодействия. Это явление носит существенно нелинейный характер и невозможно в линейной системе. Оно тесно связано с определенными свойствами предложенного в заметке [1] для интегрирования системы (1) линейного оператора.

В заключение отметим, что аналогичное явление имеет место и для других систем, перечисленных в заметке [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Mel'nikov V. K. — Lett. Math. Phys., 1983, 7, № 2, p. 129.
2. Мельников В. К. Препринт ОИЯИ Р2-85-958. — Дубна, 1985.

Поступила в редакцию
2 сентября 1986 г.

УДК 621.372.853

ПОГЛОЩЕНИЕ В ВОЛНОВОДНОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ КЛИНЕ

Т. И. Васильева, А. А. Кириленко, Л. А. Рудь

Задача анализа волноводных поглощающих нагрузок состоит в изучении формы переходного участка, параметров поглотителя и других элементов конструкции как факторов, влияющих на согласование полого и заполненного волноводов. Интересные результаты в этом плане получены в [1], где показано, в частности, что простейший клин и двухсторонний — типа «ласточкин хвост» — мало отличаются друг от друга по своим свойствам, а «ступенчатый» переход к заполненному волноводу не дает заметных преимуществ в сравнении с плавным. Ниже мы остановимся на некоторых других данных о свойствах волноводных оконечных нагрузок.

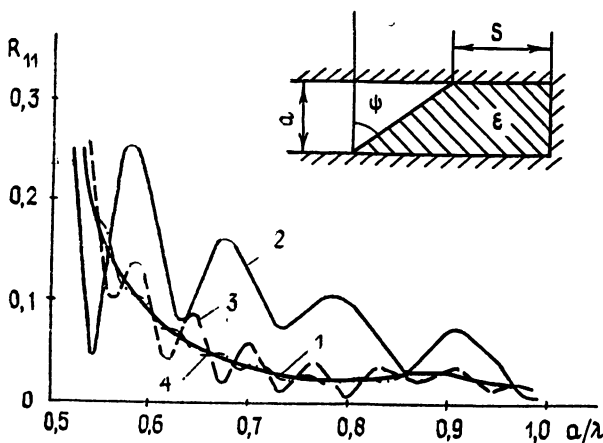


Рис. 1

Рассмотрим простейшую конструкцию, поперечное сечение которой в H -плоскости изображено на рис. 1. Согласующий участок выполнен в виде «одностороннего» клина, на расстоянии s от конца клина расположен короткозамыкающий поршень. Расчет коэффициента отражения от такой нагрузки проведен методом полуобращения [2], внутренних полей в поглотителе — с помощью процедуры, описанной в [3]. Изучались: 1) влияние потерь на степень согласования, 2) влияние короткозамыкателя на КСВ нагрузки, 3) модовый состав и характер поля в поглотителе.

Как оказалось, в пределах $\text{tg } \delta < 0,15$ величина угла диэлектрических потерь мало влияет на коэффициент отражения от самой границы раздела нагрузки с волноводом. Таким образом, и для поглощающих диэлектриков справедливы основные выводы работы [4], где приведены номограммы коэффициента отражения H_{10} -волны, $|R_{11}(a/\lambda, \psi)| = \text{const}$, для идеального диэлектрического клина в прямоугольном волноводном и, в частности, показано, что КСВ $< 1,1$ в рабочем диапазоне при $\epsilon = 2,3$ можно достичь только в области $\psi > 60-70^\circ$, а при $\epsilon = 6,8$ — если $\psi > 75^\circ$. Кривая 1 на рис. 1 соответствует клину с $\psi = 70^\circ$ и $\epsilon = 2,3 (1 + i \cdot 0,1)$, графически совпадая с такой же кривой для идеального диэлектрика.

Другие графики рис. 1 иллюстрируют влияние короткозамыкателя на работу нагрузки. Как видно, даже при $L = s/a = 5,0$ (кривая 4) на величину $|R_{11}|$ еще

вливают интерференционные явления, связанные с переотражением поля между согласующим участком и короткозамыкателем. С уменьшением s «реакция» кривой $|R_{11}(a/\lambda)|$ на введение короткозамыкателя, естественно, усиливается (см. кривую 3, $L=3,0$). При $s=a$ (кривая 2) график для полубесконечного поглотителя уже не является «средней линией», а такая конструкция не обеспечивает нужное согласование. Падение уровня осцилляций зависимостей $|R_{11}(a/\lambda)|$ в верхней части диапазона связано с двумя факторами. Во-первых, улучшается само по себе согласование в переходном участке, во-вторых, с ростом частоты растет декремент затухания волн, особенно высших, в волноводе, заполненном поглотителем.

Здесь надо заметить, что сложный, характеризующийся своим высоким уровнем высших волн, модовый состав поля, образующийся за переходным участком (см. [4]), играет здесь положительную роль. Так как при $\text{tg } \delta \ll 1$ мнимая часть продольного волнового числа q -й распространяющейся волны равна $\lambda a/\lambda^2 [(a/\lambda)^2 \varepsilon'' - (q/2)^2]^{-1/2} e''$, то чем выше q , тем сильнее она затухает. Если бы в поглотитель проходила основная волна без преобразования в высшие, то требуемые КСВ достигались бы при существенно больших s , а при $\psi=0$ желаемого эффекта нельзя получить ни при каких s .

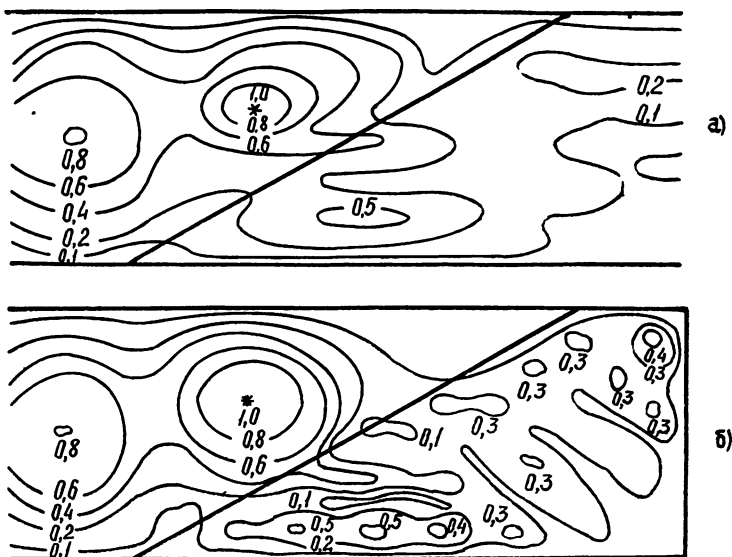


Рис. 2.

Высокий уровень высших H_{q0} -волн существенно сказывается и на распределении поля (а значит, и источников нагрева) внутри нагрузки. На рис. 2 представлены распределения линий напряженности электрического поля $|E_y(x, z)| = \text{const}$ в нагрузках из ферропексида $\varepsilon=6,8(1+i \cdot 0,06)$, $a/\lambda = 0,9$, $\psi=60^\circ$. В первом случае поглотитель бесконечен (рис. 2а), во втором на расстоянии полуширины волновода он ограничен короткозамыкателем (рис. 2б). Поля нормированы на максимальные значения поля в точках, отмеченных звездочкой: при единичной амплитуде падающей волны $|E|_{\text{max}} = 1,58, 1,7$, соответственно, на рис. 2а, 2б. Как обычно при согласовании полного и заполненного волновода отрезка волновода имеют волны, высшие по номерам из всех волн, распространяющихся в нем. Для волн $H_{10}-H_{40}$ в нагрузке рис. 2б имеем следующий набор амплитуд: $0,13 \cdot 10^{-1}$, $0,11 \cdot 10^{-1}$, $0,39 \cdot 10^{-1}$, $0,28 \cdot 10^{-1}$.

В результате этого поле в поперечном сечении нагрузки имеет несколько максимумов, «рассредоточенных» по объему. Наибольших значений поле достигает на границе диэлектрика (не обязательно в центральной части волновода — см., например, рис. 2б) и в нескольких локальных максимумах поглотителя в переходном участке. Из сравнения полей, изображенных на рис. 2а и 2б, видим, что помещение короткозамыкателя в область, где поле для бесконечного поглотителя не превышает 0,3, резко изменяет его структуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быков А. А., Ильинский А. С. — Изв. вузов — Радиофизика, 1981, 24, № 4, с. 251.
2. Шестопалов В. П., Кириленко А. А., Масалов С. А. Матричные уравнения типа свертки в теории дифракции. — Киев: Наукова думка, 1984. — 296 с.
3. Ткаченко В. И., Кириленко А. А., Рудь Л. А. Препринт ИРЭ АН УССР № 219. — Харьков, 1983.
4. Кириленко А. А., Рудь Л. А. — Радиотехника и электроника, 1977, 22, № 10, с. 2057.