

Уравнения (3) и (6) соответствуют нечетному распределению потенциала относительно центра штыря, уравнения (4) и (7) — четному.

Были изготовлены макеты ЗС типа «замкнутое Н» и «разомкнутое Н» с одинаковыми второй и четвертой линиями и измерены дисперсионные характеристики этих систем. Сравнение результатов расчета и эксперимента показало, что в ЗС типа «замкнутое Н» в полосах с четным распределением потенциала, расчетные значения отличаются от соответствующих экспериментальных в наилучшем случае не более чем на 6%, в полосах с нечетным распределением потенциала — на 9%. Для полос ЗС типа «незамкнутое Н» с нечетным распределением потенциала отличие результатов расчета и эксперимента не превосходит 10%.

1. А. с. 544016 (СССР) Замедляющая система типа «сороконожка» / В. Е. Косых, В. И. Найденко. — Опул. в Б. и., 1977, № 3. 2. А. с. 651426 (СССР). Штыревая замедляющая система / В. Е. Косых, В. И. Найденко. — Опул. в Б. и., 1979, № 9. 3. А. С. 696559 (СССР). Штыревая замедляющая система / В. Е. Косых, В. И. Найденко. Опул. в Б. и., 1979, № 41. 4. Силин Р. А., Сазонов В. П. Замедляющие системы. М.: Сов. радио, 1966. 632 с. 5. Сухов В. А. К теории штыревых замедляющих систем. Автореф. дис. ... Саратов: Б. и., 1963. 20 с. 6. Тараненко З. И., Трохименко Я. К. Замедляющие системы. Киев: Техніка, 1965. 306 с. 7. Roambanis I. Septipede Slow Wave Circuit and Microwave Tubes Using Same. U. S. Pat. n 3532 324 cl. 315—3. 5.

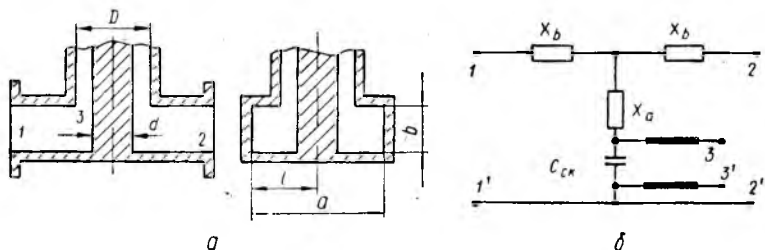
Поступила в редколлегия 18.09.82

УДК 621.375.4

Б. А. КОЦЕРЖИНСКИЙ, канд. техн. наук, А. А. ПАРФЕНОВ, инж.

### МОДЕЛЬ КОАКСИАЛЬНО-ВОЛНОВОДНОГО ПЕРЕХОДА

Для параметрического синтеза с помощью ЭВМ твердотельных генераторов и усилителей СВЧ нужны адекватные математические модели их электродинамических структур, не требующие, однако, значительных затрат машинного времени. С укорочением рабочей длины



волны диаметр  $d$  внутреннего проводника коаксиального отрезка коаксиально-волноводного перехода (см. рисунок, а) становится соизмеримым с длиной волны в волноводе, а обычно используемые модели перехода — неадекватными.

Предлагается эвристическая модель перехода (см. рисунок, б), в основу которой положена математическая модель толстого штыря в волноводе, а щель на стыке коаксиал — волновод учтена введением эквивалентной емкости  $C_{сск}$  ступенчатого стыка двух коаксиальных

линий. Элементы схемы замещения  $X_a$  и  $X_b$  вычисляются через коэффициенты  $S_{11}$  и  $S_{21}$  матрицы рассеяния, весьма сложные выражения для которых можно найти в работе [1],

$$\frac{X_a}{Z_0} = \frac{2S_{11}}{(1 - S_{11})^2 - S_{21}^2}, \quad \frac{X_b}{Z_0} = \frac{1 + S_{11} - S_{21}}{1 - S_{11} + S_{21}};$$

$Z_0$  — волновое сопротивление волновода.

$l/a$	$2a/\lambda$	$X_a, X_b$
0,5	1,26	$X_a = \left[ 0,225 - 2,36 \frac{d}{2a} + 5,87 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$
		$X_b = \left[ -0,815 \frac{d}{2a} + 5,65 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$
	1,42	$X_a = \left[ 0,261 - 2,64 \frac{d}{2a} + 6,77 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$
		$X_b = \left[ -2,49 \frac{d}{2a} - 5,73 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 + 31 \left( \frac{d}{2a} \right)^3 \right] Z_0$
	1,66	$X_a = \left[ 0,312 - 2,8 \frac{d}{2a} + 6,42 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$
		$X_b = \left[ 7,7 \frac{d}{2a} - 56,5 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 + 179 \left( \frac{d}{2a} \right)^3 \right] Z_0$
1,82	$X_a = \left[ 0,372 - 3,18 \frac{d}{2a} + 7 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$	
	$X_b = \left[ -0,427 \frac{d}{2a} + 22 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$	
0,4	1,26	$X_a = \left[ 0,286 - 2,92 \frac{d}{2a} + 7,7 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$
		$X_b = \left[ -0,59 \frac{d}{2a} + 6,2 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$
	1,42	$X_a = \left[ 0,408 - 3,9 \frac{d}{2a} + 9,6 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$
		$X_b = \left[ -1,163 \frac{d}{2a} + 2,47 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 + 15,8 \left( \frac{d}{2a} \right)^3 \right] Z_0$
	1,66	$X_a = \left[ 0,377 - 2,75 \frac{d}{2a} + 5,3 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$
		$X_b = \left[ -3,62 \frac{d}{2a} - 17,7 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 + 82 \left( \frac{d}{2a} \right)^3 \right] Z_0$
1,82	$X_a = \left[ 0,745 - 6,02 \frac{d}{2a} + 13 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$	
	$X_b = \left[ 0,589 \frac{d}{2a} + 24,2 \left( \frac{d}{2a} \right)^2 \right] Z_0$	

Величина емкости  $C_{ск}$  рассчитывается по формуле

$$C_{ск} = \pi d (19 + \tau) (L^{-0,18} - 1) 10^{-12}; \quad \tau = \frac{4a}{\pi d}; \quad L = \frac{D-d}{\pi - d},$$

полученной на основе рекомендаций [2, 3].

Для типичных в миллиметровом диапазоне длин волн геометрических размеров перехода рассчитаны простые аппроксимационные модели элементов схемы замещения в виде усеченных степенных рядов с погрешностью аппроксимации менее 2 % ( $0,2 \leq d/a \leq 0,7$ ) (см. таблицу).

Экспериментальная проверка модели, выполненная в диапазоне 26—36 ГГц при относительных геометрических размерах перехода  $l/a = b/a = 0,5$ ,  $d/a = 0,3 + 0,4$ , показала ее хорошую адекватность и пригодность для машинных расчетов.

1. Мошинский А. В., Березовский В. К. Строгое решение задачи о рассеянии волны  $H_{10}$  на круглой цилиндрической неоднородности в прямоугольном волноводе. — Радиотехника и электроника, 1977, № 7, с. 1350—1354. 2. Швингер Ю. Неоднородности в волноводах. — Зарубеж. радиоэлектроника, 1970, № 3, с. 5—105. 3. Whinnery I. R., Jamison H. W., Robbis T. E. Equivalent circuits for discontinuities in transmission lines. — Proc. IRE., 1944, 2, p. 98.

Поступила в редколлегию 11.09.82

УДК 621.372.825.4

В. И. НАЙДЕНКО, канд. техн. наук, Е. А. СТАРЧЕНКО, мл. науч. сотр.

### РЕЗОНАНСНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ДИСПЕРСИИ

Рассмотрим простейший пример одноступенчатой системы, периодической вдоль оси  $z$ . Пусть сначала система возбуждается зондом, введенным в один из торцов короткозамкнутого отрезка. В системе возбуждаются виды колебаний с фазовым сдвигом на период системы  $\varphi = q\pi/N$ , где в общем случае  $q = 0, 1, 2, \dots, N$ ,  $N$  — число периодов в системе.

Для всех видов колебаний с четным  $q$  поля вблизи торцевых короткозамыкающих крышек синфазны; для всех видов колебаний с нечетным  $q$  — они противофазны.

Пусть теперь система возбуждается двумя одинаковыми зондами, имеющими равные по амплитуде синфазные токи, введенные с противоположных сторон короткозамкнутого отрезка. Если глубина погружения зондов в систему одинакова, то все виды колебаний с четным  $q$  не возбуждаются; виды колебаний с нечетным  $q$  возбуждаются с удвоенной амплитудой. Если число периодов  $N$  четное, то 0 и  $\pi$  виды колебаний не возбуждаются. Если  $N$  нечетное, то 0 вид колебаний не возбуждается, а  $\pi$  вид возбуждается с удвоенной амплитудой. Таким образом, возбуждение системы с нечетным  $N$  двумя одинаковыми зондами, амплитуды токов которых равны и токи синфазны, позволяет отличить 0 вид колебаний от  $\pi$  вида.

Пусть система возбуждается точно так же двумя одинаковыми зондами, но в противофазе. Виды колебаний, имеющие нечетное  $q$  не возбуждаются, а с четным  $q$  возбуждаются с удвоенной амплитудой.