

*В. М. ВОЛКОВ*, канд. техн. наук,  
*Л. Г. МАРТЫНЕНКО*,  
*В. Д. КУКУШ*, канд. техн. наук,  
*Н. И. ЕРМИЛОВА*

### **КОЭФФИЦИЕНТ ОТРАЖЕНИЯ ДАТЧИКА НА ОСНОВЕ ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СТЕНКИ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ВОЛНОВОДЕ**

При проектировании приборов для измерения больших уровней проходящей мощности, в основу которых положен принцип поглощающей стенки, описанный в работах [1, 2], возникает вопрос о собственном коэффициенте отражения данного измерителя проходящей мощности.

Поскольку датчик проходящей мощности на основе поглощающей стенки, встроенный в одну из стенок волновода, выполнен из материала с большим поверхностным сопротивлением, чем основной волновод, это приводит к возникновению отражений на границе раздела материалов. Для оценки величины коэффициента отражения необходимо решить электродинамическую задачу об определении отраженной волны от неоднородности в стенке прямоугольного волновода, вызванной скачком поверхностного сопротивления. Задачу будем решать для датчика в узкой стенке волновода, а поскольку решение для датчика конечных размеров громоздко, ограничимся случаем полубесконечной длины в волноводе с волной  $H_{10}$ . Определив коэффициент отражения для такой модели, можно с достаточной степенью точности утверждать, что максимальный коэффициент отражения датчика конечной длины не превысит удвоенного значения, полученного из решения задачи.

Рассмотрим прямоугольный волновод с полубесконечным датчиком (рис. 1). Из уравнений Максвелла для среды  $\Pi$  с ус-

ловием равенства нулю тангенциальных составляющих электрического поля на стенках основного волновода и граничного условия Леонтовича на поглощающей стенке датчика

$$E_t = z_{\text{ст}} [\bar{H}, \bar{n}_0], \quad (1)$$

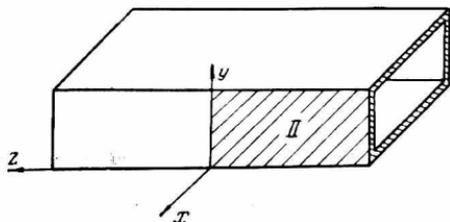


Рис. 1. Прямоугольный волновод с полубесконечной поглощающей стенкой.

где  $z_{\text{ст}}$  — волновое сопротивление материала поглощающей стенки;

$H$  — магнитная составляющая поля,

$\bar{n}_0$  — единичный вектор, нормальный к плоскости раздела, получим выражения для магнитной и электрической компонент в области II

$$H_z = H'' \cos \gamma x e^{-\beta' z}; \quad (2)$$

$$E_y = -j \frac{\omega \mu}{\gamma} H'' \sin \gamma x, \quad (3)$$

где  $\gamma$  определяется из трансцендентного уравнения

$$\operatorname{tg} \gamma a = (j-1) \gamma \sqrt{\frac{1}{2\omega\mu\sigma}}.$$

Здесь  $\beta''$  — постоянная распространения в области II:

$H''$  — амплитуда магнитной компоненты поля в области II.

При этом учтено, что вариация электромагнитного поля по  $y$  отсутствует. При наличии неоднородности в волноводе суперпозицию падающей и отраженной от границы раздела волн в области I можно представить в виде [3]

$$H_z = H^{1+} \cos \frac{\pi}{a} x e^{-\beta' z} + \sum_{n=1}^{\infty} H_n^{1-} \cos \frac{n\pi}{a} x e^{j\beta_n z}; \quad (4)$$

$$E_y = -j\omega\mu H^{1+} \frac{a}{\pi} \sin \frac{\pi}{a} x e^{-\beta' z} + j\omega\mu \sum_{n=1}^{\infty} H_n^{1-} \frac{a}{n\pi} \sin \frac{a}{n\pi} x e^{j\beta_n z}, \quad (5)$$

где  $H_n^{1-}$  — амплитуды высших типов отраженных волн в области I, возникающих на границе раздела.

Коэффициент отражения от границы раздела будем определять на некотором расстоянии от нее, где высшие типы волн затухают настолько, что ими можно пренебречь, ограничившись составляющей на основном типе колебаний  $H_{10}(H_1^{1-})$ .



Система уравнений (8) анализировалась на ЭЦВМ М-20. Коэффициенты  $H_n^{1-}$  быстро уменьшаются с увеличением порядкового номера. Так, при значении удельной проводимости материала стенки волновода  $\sigma$ , равной  $10^7 \text{ сим/м}$ , порядок действительной части  $H_1^{1-}, H_2^{1-}$  равен соответственно  $10^{-4}$  и  $10^{-9}$ , а для мнимой

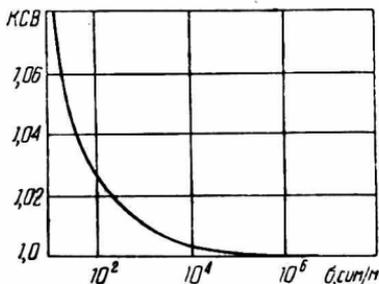


Рис. 2. Зависимость входного КСВ волноводной секции с поглощающей стенкой от ее проводимости.

части  $10^{-5}$  и  $10^{-8}$ . С уменьшением значения удельной проводимости материала стенки до  $10\text{--}20 \text{ сим/м}$  порядок амплитуд  $H_1^{1-}$  и  $H_2^{1-}$  отличается на три порядка. Поэтому можно ограничиться при решении уравнений (8) системой второго порядка.

Численный анализ решения, проведенный для значений  $\sigma$  от  $10$  до  $10^8 \text{ сим/м}$  показывает, что применение металлических поглощающих стенок со значением  $\sigma = (10^5\text{--}10^8) \text{ сим/м}$  в качестве датчиков проходящей мощности не приводит к заметному коэффициенту отражения волноводной секции. На рис. 2 приведена зависимость входного КСВ волноводной секции с датчиком на основе поглощающей стенки от проводимости материала стенки. При этом учтено, что значение коэффициента отражения может быть вдвое большим, если учитывать отражения от второй границы датчика проходящей мощности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тепловое действие волны на поглощающую стенку прямоугольного волновода. — «Инженерно-физический журнал», 1972, т. XXI, № 1, с. 158. Авт.: Н. И. Кравченко, В. М. Волков, В. Д. Кукуш и др.
2. Никольский В. В. Теория электромагнитного поля. М., «Высшая школа», 1964. 384 с.