

ПРЯМОКУТНИЙ ХВИЛЕВІД З ДІЕЛЕКТРИЧНО ЗАПОВНЕНИМИ ГОФРАМИ НА ШИРОКІЙ СТІНЦІ

*Найденко В.І., д. ф. м. н., професор; Шумаков Д.С., аспірант
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Періодичною структурою, що часто використовується у приладах НВЧ, є гофрований хвильовід. В зв'язку з підвищеним інтересом до метаматеріалів останнім часом гофровані хвильоводи застосовують в конструкціях композитних право- або лівосторонніх ліній передачі [1]. Перевагами таких сповільнюючих структур є мінімальні втрати на випромінювання, можливість переходу на менші розміри та коротші довжини хвиль, а також незалежність характеристик від сторонніх впливів.

В даній роботі аналізується прямокутний хвильовід з діелектрично-заповненими поперечними гофрами на широкій стінці. В літературі наявні результати дослідження такої структури методом еквівалентних кіл для застосування як лівостороння лінія передачі [2]. Натомість в даній роботі електродинамічні характеристики прямокутного гофрованого хвильоводу знаходяться за допомогою вирішення відповідної граничної задачі.

Геометрія досліджуваної структури показана на рис. 1. Область над гофрами заповнена повітрям.

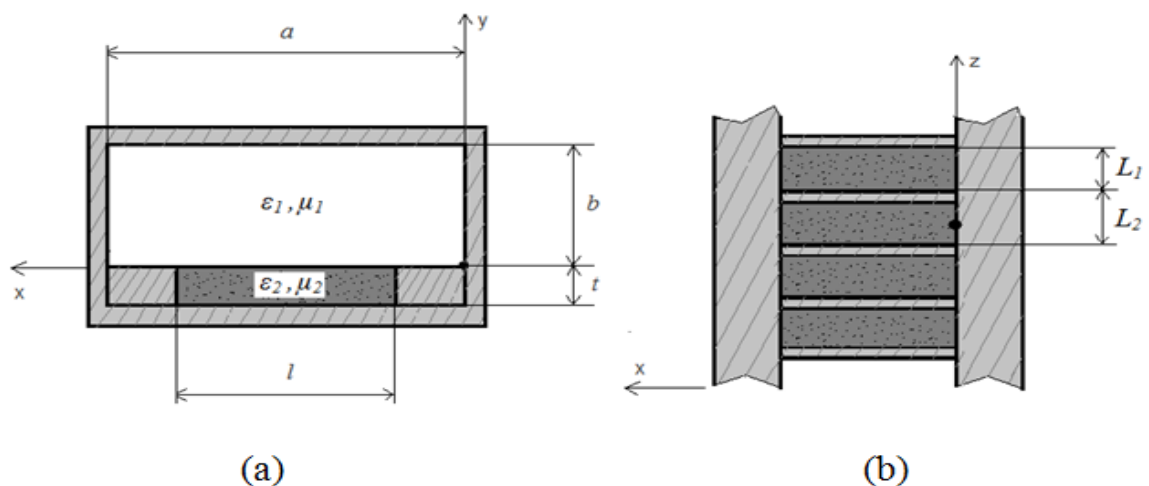


Рис.1. Прямокутний хвильовід з гофрами на широкій стінці
(а) – поперечний переріз; (б) – поздовжній переріз.

Довжина гофру l не дорівнює a , тобто $l \leq a$. Гофри заповнені діелектриком, що має параметри ϵ_2, μ_2 . Висота хвильоводу b вимірюється від поверхні з гофрами до іншої стінки хвильоводу. Гофри мають наступні розміри: ширина L_1 , висота t та період L_2 .

Розбиваючи структуру на 2 області (область 1 – це $y > 0$, область 2 – це $-t < y < 0$), з рівнянь Максвелла можна знайти електричні та магнітні поля в

кожній області. При цьому поля в області 1 мають задовольняти умовам періодичності згідно з теоремою Флоке, а поля в області 2 знаходяться, розглядаючи закорочені гофри як прямокутні хвилеводи.

Граничними умовами при $y = 0$, $a-l/2 < x < a+l/2$, $-L_1/2 \leq z \leq L_1/2$ є неперервність тангенціальних компонент електричного та магнітного полів. Також, тангенціальні компоненти електричного поля мають зникати на поверхні металу, тобто при $y = 0$, $a-l/2 \geq x \geq a+l/2$, $L_1/2 \leq |z| \leq L_2/2$.

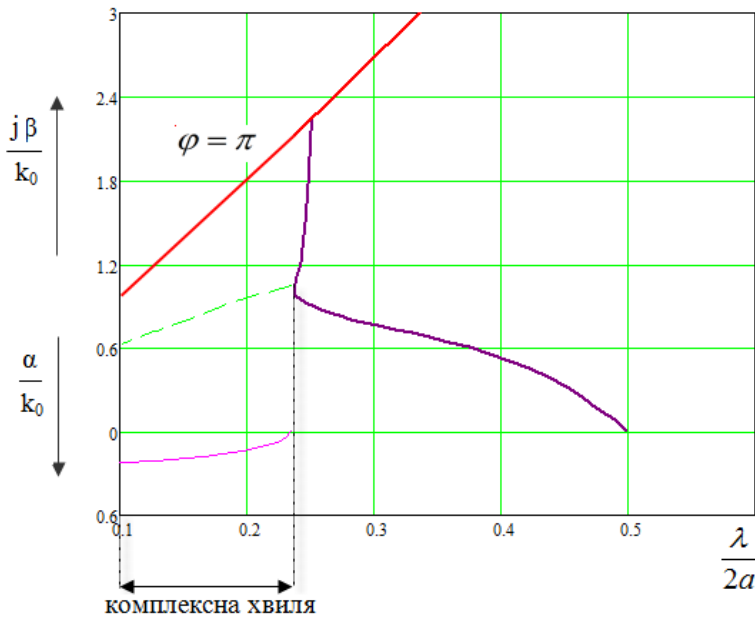


Рис.2. Дисперсійна характеристика структури (включаючи режим комплексної хвилі)

$l = 14$ мм, $t = 3.7$ мм, $L_1 = 1.27$ мм, $L_2 = 1.905$ мм [2]. Система лінійних рівнянь має четвертий порядок.

Розраховано групову швидкість, потужність та енергію хвилі в даній структурі. Для збільшення точності та зменшення часу розрахунку потужність усереднено по половині товщини гофру. Отримані результати перевірені на відповідність існуючим теоремам [3].

Література

1. A. Lai, C. Caloz, and T. Itoh, "Composite right/left-handed transmission line metamaterials," *IEEE Micro*, vol. 5, no. 3, pp. 34–50, Sep. 2004.
2. I. A. Eshrah, A. A. Kishk, A. B. Yakovlev, and A. W. Glisson, "Rectangular waveguide with dielectric-filled corrugations supporting backward waves," *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 53, no. 11, pp. 3298-3304, Nov. 2005.
3. В. И. Найденко, Ф. Ф. Дубровка. Аксиально-симметричные периодические структуры и резонаторы. Киев, Вища школа, 1985, 46 с.