

## АНАЛІЗ ПОЛЯРИЗАЦІЙНОГО ФІЛЬТРА З ТОНКИХ КРУГЛИХ ПАРАЛЕЛЬНИХ ПРОВІДІВ

Сидорук Ю. К., доцент; Туровський А. О. аспірант  
 Національний технічний університет України  
 «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Розглядається електродинамічна структура у формі тонких нескінченно довгих круглих паралельних провідів, яка виконує функцію поляризаційного фільтра (ПФ) для розділення падаючих на неї електромагнітних хвиль з ортогональними поляризаціями. Інтерес авторів до структури викликаний необхідністю розрахунку і проектування ПФ — складової системи для електромагнітного опромінення діелектричних матеріалів полем НВЧ з метою підвищення щільності і рівномірності об'ємного розподілу поглинутої енергії і розв'язки кількох джерел НВЧ енергії, що працюють на спільне навантаження. Мета роботи полягає у перевірці можливості використання існуючих методів розрахунку подібних структур для випадку великих значень (>10 дБ) кросполяризаційного розділення сигналів.

Розглянуті роботи [1, 2], у яких приводиться аналітичний метод розрахунку коефіцієнтів відбивання і проходження електромагнітних хвиль через металеву сітку сформовану нескінченно довгими тонкими паралельними проводами.

Для спрощення задачі і максимального наближення до реальних конструктивних параметрів ПФ геометричні розміри сітки обмежуються випадком  $r_0 \ll d < \lambda$  (де  $\lambda$  — довжина хвилі, що падає на сітку).

При побудові аналітичної моделі використано дві системи координат, які прив'язані відповідним чином до провідів сітки і до фронту електромагнітної хвилі, при цьому отримано аналітичний вираз для визначення коефіцієнта проходження за потужністю електромагнітної хвилі крізь сітку:

$$\delta = \left| 1 - \frac{\lambda \sqrt{\cos^2 \varphi_{21} + \cos^2 \varphi_{11}} \cos \varphi_{11}}{\pi d \sin^2 \varphi_{13} \cos \varphi_{33} \left[ H_0^{(2)}(\beta r_0 \sin \varphi_{13}) + \sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{-i\beta k d \cos \varphi_{13}} H_0^{(2)}(\beta \sin \varphi_{13} |k| d) \right]} \right|^2$$

де кути  $\varphi_{mn}$  — пов'язують між собою дві введені системи координат,  $H_0^{(2)}$  — функція Ганкеля другого роду,  $d$  — крок сітки,  $r_0$  — радіус провідів,  $\beta$  — хвильове число.

Виконано чисельний розрахунок структури за допомогою комп'ютерних програм електродинамічного розрахунку *Ansoft HFSS 12 (HFSS)* та *CST Microwave Studio 2011 (MWS)* на основі запропонованих моделей, які відповідають прийнятій аналітичній моделі.

Чисельні та аналітичні результати підкріпленні проведеним експериментом, в ході якого виготовлено макет та контролер для автоматизації вимірювання відповідно до прийнятих моделей та виконані відповідні вимірювання.

Для порівняння результатів і підтвердження адекватності методів отримано набір залежностей проходження енергії поля крізь сітку в діапазоні частоти 1 ГГц ÷ 6 ГГц.

Результати аналітичного, чисельних та експериментального досліджень приведені на рис.1. Даному графіку відповідають геометричні параметри  $d = 10$  мм,  $r_0 = 0.25$  мм.

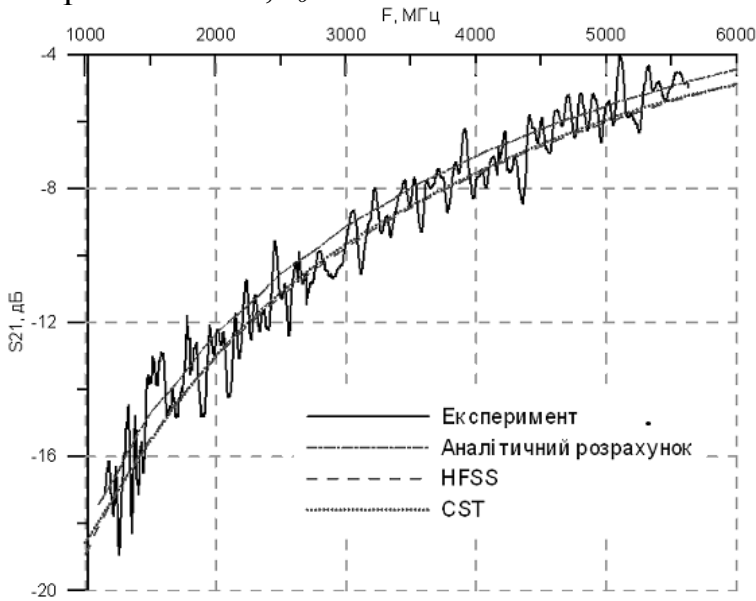


Рис.1. Порівняння результатів коефіцієнта пропускання сітки різними методами дослідження

Таким чином, виконана серія експериментальних вимірювань і отримана експериментальна залежність коефіцієнта проходження електромагнітних хвиль через сітку при нормальному падінні і паралельному орієнтуванні вектора напруженості електричного поля  $\vec{E}$  до осей проводів з достатньою точністю відповідає аналогічним залежностям, одержаним аналітичним шляхом та моделюванням в прикладних програмах з використанням чисельних методів розрахунку.

Такий результат вказує на те, що запропонований аналітичний метод і використані математичні моделі розрахунку сітки тонких проводів повністю задовольняють можливості подальшого використання у розрахунках складних систем на основі подібних структур.

#### Література

1. Айзенберг Г. З. Антенны УКВ / Г. З. Айзенберг, В. Г. Ямпольский., О. Н Тершин: под ред. Г. З. Айзенберга. В 2-х ч. — М. : Связь, 1977. — 288 с.
2. Айзенберг Г. З. Антенны ультракоротких волн / Г. З. Айзенберг — М. : Гос. изд-во литературы по вопросам связи и радио, 1957. — 696 с.