

УДК 621

Зіненко І.І.

асист. НУ «Запорізька політехніка»

### **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДА ДОБУТКУ ОБЛАСТЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ Е-ПЛОЩИННОГО ГОФРОВАНОГО РУПОРА**

Рупорні випромінювачі мають ряд корисних технічних характеристик, таких як простота конструкції, широкий робочий діапазон частот, надійність в експлуатації. Вони застосовуються як хвилеводні переходи, самостійні антени, опромінювачі дзеркальних та лінзових антен, а також як елементи фазованих антенних решіток. Постійне підвищення вимог, що висуваються до різноманітних радіотехнічних комплексів, змушує шукати шляхи покращення характеристик усіх елементів, що входять до їх складу, зокрема антенних та каналізуючих пристроїв. Стосовно рупорних випромінювачів та хвилеводних переходів одним з таких важливих шляхів є застосування додаткового фактора, який впливає на характеристики рупорів та переходів це форми їх утворюючих.

Прямокутний рупор із гладкими стінками має різну ширину діаграми спрямованості (ДС) в Н- і Е-площинах та достатньо високе випромінювання в бокові Е-площинні пилюстки ДС. Знизити випромінювання в бокові пилюстки ДС можна за рахунок гофрації Е-площинних стінок прямокутного рупора, як показано на рис. 1.

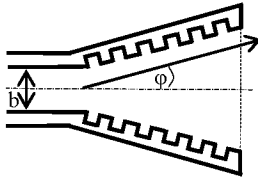


Рисунок 1 – Контур Е-площинного гофрованого рупора.

Для точного аналізу подібних випромінювачів необхідні їх адекватні математичні моделі які побудовані на строгих електродинамічних методах. Гофровані прямокутні випромінювачі мають складну некоординатну геометрію, що ускладнює їх аналіз. У даній роботі для розрахунків використовується точний електродинамічний метод добутку областей [1].

При збудженні рупора хвилею  $H_{10}$  поле повністю визначається компонентом магнітного поля  $H_z$ , який задовольняє рівнянню Гельмгольца

$$\Delta H_z + k^2 H_z = 0,$$

де  $k = 2\pi\sqrt{(1/\lambda)^2 - (1/2a)^2}$ ,  $\lambda$  – довжина хвилі у вільному просторі,  $a$  – розмір широкої стінки хвилеводу, а також однорідній граничній умові Неймана на провідних поверхнях, умові інтегрованості щільності енергії поля в будь-якій обмеженій області і умовам випромінювання на нескінченності.

Для кожної прямолінійної ланки пристрою вводиться прямокутна  $(x_i, y_i)$  та еліптична  $(\xi_i, \eta_i)$  системи координат, пов'язаних співвідношеннями

$$x_i = f_i ch \xi_i \cos \eta_i, \quad y_i = f_i sh \xi_i \sin \eta_i,$$

де  $f_i$  – половина відповідної прямолінійної ланки. Поле  $u(x, y)$  можна записати у вигляді

$$u(x, y) = \sum_{i=1}^m u_i, \quad u_i = \sum_{n=0}^{\infty} D_n^i \frac{Me_n^{(2)}(\xi_i, q_i)}{Me_n^{(2)}(0, q_i)} ce_n(\eta_i, q_i)$$

де  $ce_n(\eta_i, q_i)$  та  $Me_n^{(2)}(\xi_i, q_i)$  – функції Матґе,  $q_i = \left(\frac{kf_i}{2}\right)^2$ ,  $m$  – кількість прямолінійних ланок.

Застосовуючи граничні умови для провідних стінок випромінювача і умову безперервності поля в апертурі збуджуючого хвилеводу, отримаємо

нескінченну систему лінійних алгебраїчних рівнянь відносно коефіцієнтів  $D_n^i$  та амплітуд хвиль, що поширюються, яка може бути вирішена методом редукції. Діаграма спрямованості розраховувалась за формулою

$$F(\varphi) = \lim_{\rho \rightarrow \infty} \left[ u(\rho, \varphi) \sqrt{\frac{\pi k \rho}{2}} e^{ik\rho} \right].$$

В заключенні відмітимо, що метод добутку областей дозволяє проводити строгий електродинамічний аналіз рупорних випромінювачів зі складною геометричною формою. Результати цього аналізу можуть бути використані для проектування реальних антенних пристроїв.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Чумаченко В. П. Решение задачи дифракции волн на многоугольной цилиндрической поверхности методом произведения областей / В. П. Чумаченко // Доклады АН УССР. Сер. А. – 1989. – № 7. – С. 73–76.