

РОЗРАХУНОК СПІВВІДНОШЕНЬ МІЖ ВЕКТОРАМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В БЛИЖНІЙ ЗОНІ ВИПРОМІНЮВАННЯ ДИПОЛЯ ГЕРЦА

Класична теорія електромагнітного поля при розрахунку диполя Герца завдовжки ℓ збуджуваного ефективним струмом I , який змінюється за гармонійним законом, визначає вектори електромагнітного поля залежно від довжини хвилі λ , відстані r від диполя до точки спостереження і кутової сферичної координати Θ .

Комплексні амплітуди векторів електричного і магнітного полів краще представити нормованими через хвильове число k і по довжини хвилі λ із відповідними коефіцієнтами:

$$H_0 = \frac{I \cdot \ell}{\lambda^2}; \quad E_0 = \frac{I \cdot \ell \cdot Z_0}{\lambda^2},$$

щоб отримати модулі компонент поля:

$$E_{\Theta} = \pi \cdot \frac{\sqrt{k^4 r^4 - k^2 r^2 + 1}}{k^3 r^3} \cdot \sin(\Theta); \quad (1)$$

$$E_r = 2\pi \cdot \frac{\sqrt{k^2 r^2 + 1}}{k^3 r^3} \cdot \cos(\Theta); \quad (2)$$

$$H_{\varphi} = \pi \cdot \frac{\sqrt{k^2 r^2 + 1}}{k^2 r^2} \cdot \sin(\Theta), \quad (3)$$

де $k=2\pi/\lambda$ – хвильове число.

Після диференціювання (1), (2) і (3) по змінній r/λ , отримаємо вирази для градієнтів модулів векторів поля:

$$\text{grad} \left(\frac{|E_{\Theta}|}{E_0} \right) = 2\pi^2 \cdot \frac{k^4 r^4 - k^2 r^2 + 3}{\sqrt{k^4 r^4 - k^2 r^2 + 1}} \cdot \sin(\Theta) ; \quad (4)$$

$$\text{grad} \left(\frac{|E_r|}{E_0} \right) = 4\pi^2 \cdot \frac{8k^2 r^2 + 3}{k^4 r^4 \cdot \sqrt{k^2 r^2 + 1}} \cdot \cos(\Theta) ; \quad (5)$$

$$\operatorname{grad} \left(\frac{|H_{\varphi}|}{E_0} \right) = 2\pi^2 \cdot \frac{k^2 r^2 + 2}{k^3 r^3 \cdot \sqrt{k^2 r^2 + 1}} \cdot \sin(\Theta). \quad (6)$$

Різниця фаз ортогональних компонент електричного і магнітного полів, як і розташування ближньої і далекої зони випромінювання диполя Герца, залежать тільки від відношення r/λ :

$$\Psi_{E_{\ominus}} - \Psi_{H_{\varphi}} = \operatorname{arctg}(kr) - \operatorname{arctg}\left(kr - \frac{1}{kr}\right). \quad (7)$$

Гradient функції (7) дорівнює:

$$\operatorname{grad} \left(\Psi_{E_{\ominus}} - \Psi_{H_{\varphi}} \right) = 2\pi \cdot \frac{3k^2 r^2}{k^6 r^6 + 1} \cdot \sin(\Theta).$$

Приведені співвідношення дозволяють досліджувати загальні закономірності зміни характеристик полів випромінювання і їх gradientів залежно від відстані від диполя до точки спостереження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карпов Ю. О., Ведміцький Ю. Г., Кухарчук В. В. Теоретичні основи електротехніки. Електромагнітне поле; за ред. проф. Ю. О. Карпова. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. - 338 с.
2. Горобець М.М. Gradientи векторів пружності електричного і магнітного поля випромінювання диполя Герца на кінцевій відстані / М.М. Горобець, Г.М. Романіченко // Вісник Харківського університету, 1999, - № 427. - С. 205-208.