

УДК 621.396.674.3

Романіченко Г.М.

ст. викл. НУ "Запорізька політехніка"

ГРАДІЄНТИ ФАЗОВИХ ШВИДКОСТЕЙ ВЕКТОРІВ НАПРУЖЕНОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОГО І МАГНІТНОГО ПОЛІВ БЛИЖНЬОЇ ЗОНИ ВИПРОМІНЮВАННЯ ДИПОЛЯ ГЕРЦА

Для вивчення фізичних процесів випромінювання електромагнітних хвиль природними джерелами, наприклад, грозових розрядів, розрядів в високовольтних ЛЕП або в процесі експлуатації електротранспорту, і. т. д. в діапазонах довгих хвиль в якості математичної моделі опису цих процесів може бути застосована теорія випромінювання диполя Герца [1].

В наданій роботі розглянуто різницю фаз поперечних компонент векторів напруженості електричного і магнітного полів а також градієнт цих функцій в залежності від координати точки спостереження . Представлено комп'ютерний аналіз залежності цих величин для ближньої, проміжної і дальньої зони випромінювання. Ці дані можна використовувати для аналізу процесів випромінювання різних джерел електромагнітних полів.

Різниця фаз ортогональних компонент електричного і магнітного полів, як і кордони ближньої і далекої зони випромінювання диполя Герца, залежать тільки від відношення r/λ [2].

$$\Psi_{E_{\Theta}} - \Psi_{H_{\Phi}} = \arctg(kr) - \arctg\left(kr - \frac{1}{kr}\right) ,$$

а градієнт цієї функції:

$$\text{grad}\left(\Psi_{E_{\Theta}} - \Psi_{H_{\Phi}}\right) = 2\pi \cdot \frac{3 \cdot k^2 r^2}{k^6 r^6 + 1} ,$$

де: $k=2\pi/\lambda$ – хвильове число; r – відстань від джерела випромінювання до точки спостереження; Φ , Θ – орти сферичної системи координат.

Значення фазових швидкостей електричних і магнітної компонентів поля, нормованих до швидкості світла в точці спостереження залежать тільки від відстані до диполя, віднесене до довжини хвилі (r/λ):

$$\frac{V_{\Phi H\Phi}}{c} = \frac{kr}{kr - \arctg(kr)} ;$$

$$\frac{V_{\Phi E\Theta}}{c} = \frac{kr}{kr - \arctg\left(kr - \frac{1}{kr}\right)} .$$

Комп'ютерний аналіз зміни цих швидкостей представлено на рис. 1.

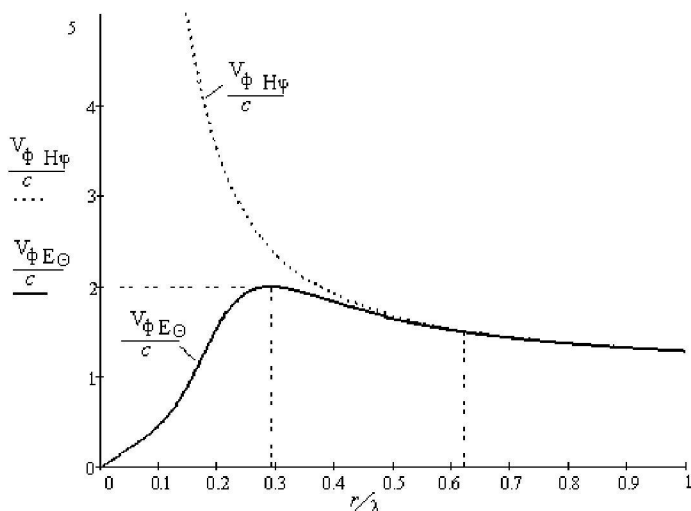


Рисунок 1 – Графік відносних значень фазових швидкостей поперечних компонент ЕМП.

З наданого розрахунку видно, що фазова швидкість магнітної компоненти більше за швидкість світла, а фазова швидкість електричної компоненти може бути і менше і більше за швидкість світла. На границі далекої зони випромінювання ($r/\lambda > 0.62$) фазові швидкості обох компонент співпадають.

Градiєнти зміни фазових швидкостей електричних і магнітної компонент поля, нормованих до швидкості світла мають вигляд [2]:

$$\text{grad} \left(\frac{V_{\Phi H\Phi}}{c} \right) = 2\pi \cdot \frac{kr - (k^2 r^2 + 1) \cdot \arctg(kr)}{(k^2 r^2 + 1) \cdot [kr - \arctg(kr)]^2} ;$$

$$\text{grad} \left(\frac{V_{\Phi} E_{\Theta}}{c} \right) = 2\pi \cdot \frac{k r \cdot (k^2 r^2 + 1)^2 - (k^6 r^6 + 1) \cdot \arctg \left(k r - \frac{1}{k r} \right)}{(k^6 r^6 + 1) \cdot \left[k r - \arctg \left(k r - \frac{1}{k r} \right) \right]^2}.$$

На рис. 2 наведено графічні залежності градієнтів фазових швидкостей поперечних компонент електричного і магнітного полів випромінювання диполя Герца в напрямку головного максимуму випромінювання в залежності від відношення r/λ .

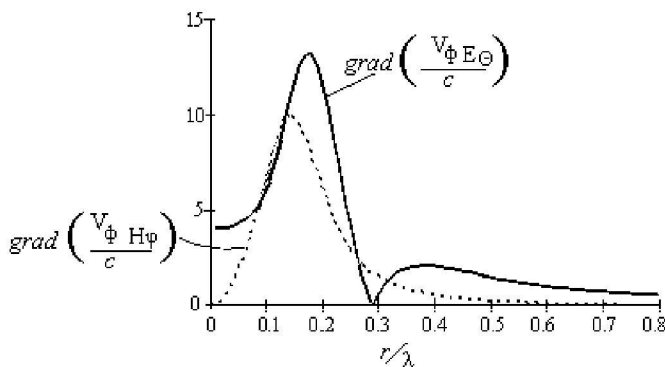


Рисунок 2 – Графічні залежності градієнтів фазових швидкостей поперечних компонент ЕМП.

Градiєнт змiни фазової швидкостi електричної компоненти поля має два екстремуми: при $r/\lambda = 0.18$ і при $r/\lambda = 0.36$.

Фазова швидкiсть магнiтної компоненти та її градієнт ростуть зі зменшенням відстані до джерела.

Отримані співвідношення дозволяють досліджувати загальні закономірності змiни характеристик полів випромiнювання і їх градієнтів в залежності від відстані від диполя до точки спостереження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стрэттон Дж.А. Теория электромагнетизма. М.-Л.: ГИТТЛ, 1948. - 539с.
2. Горобец М.М., Романіченко Г.М. Градієнти векторів пружності електричного і магнітного поля випромінювання диполя Герца на кінцевій відстані / Вісник Харківського університету №427, 1999, с.205–208.