



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **73910** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
G01R 29/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 03966	(72) Винахідник(и): Окунь Олександр Олександрович (UA), Шевченко Сергій Юрійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.04.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.10.2012	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків-02, 61002 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.10.2012, Бюл.№ 19	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНИХ РІВНІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ ЧАСТОТИ ЗА МЕЖАМИ МІСЬКИХ ПІДСТАНЦІЙ ВИСОКОЇ НАПРУГИ

(57) Реферат:

Спосіб визначення максимальних рівнів електричного поля промислової частоти за межами міських підстанцій високої напруги полягає в тому, що визначають напруженість електричного поля за межами підстанцій в місцях, де проводи верхнього ярусу ошиновки паралельні забору. Використовуючи план підстанції, визначають відстань від огорожі підстанції до середнього проводу першої (останньої) ланки, розбивають за допомогою плану і розрізів дві крайні ланки в межах підстанції на ділянки в площинах, перпендикулярних проводам ошиновки, на яких визначають величини напруженості електричного поля E_k на відстанях від забору підстанції до границі санітарної зони та за її межами.

UA 73910 U

Корисна модель належить до електроенергетики та може бути використана при проектуванні та реконструкції підстанцій високої напруги, розташованих в міській межі.

Відомий спосіб визначення електричного поля в близькій області від джерел електромагнітних полів [1], в якому визначення величин напруженості поля проводиться шляхом вимірювань спеціальними приладами. В даному способі визначення напруженості поля проводять за межами об'єкта на потрібній відстані по всій довжині, що приводить до значної кількості зайвих вимірів та необхідності обробки отриманих результатів вимірів. Однак за межами підстанцій високої напруги достатньо визначити лише максимальні значення напруженості електричного поля (з метою відповідності їх допустимим значенням) на потрібній відстані зі сторін, де проводи верхнього ярусу ошиновки паралельні забору (з інших двох сторін вплив обладнання підстанції несуттєво малий і електричне поле створюється проводами повітряних та кабельних ліній, які відходять та підходять до підстанції).

Найближчим за технічною суттю до запропонованого технічного рішення є спосіб визначення рівнів електричного поля на території та за межами підстанцій високої напруги шляхом вимірювання спеціальними приладами [2]. Недоліком такого способу є те, що визначення величин напруженості поля проводиться на стадії експлуатації об'єкта. Проте відомо, що найкращим моментом контролю і оптимізації розподілу електричного поля є стадія проектування, що неможливо при використанні приведенного способу.

Задача корисної моделі - розробити простий ефективний аналітичний спосіб прогнозування максимальних рівнів електричних полів промислової частоти за межами типових підстанцій, розташованих в міській межі.

Для вирішення поставленої задачі в запропонованому способі визначення максимальних рівнів електричного поля за межами міських підстанцій високої напруги, який полягає в тому, що визначають напруженість електричного поля за межами підстанцій в місцях, де проводи верхнього ярусу ошиновки паралельні забору, використовуючи план підстанції, визначають відстань від огорожі підстанції до середнього проводу першої (останньої) ланки, розбивають за допомогою плану і розрізів дві крайні ланки в межах підстанції на ділянки в площинах, перпендикулярних проводам ошиновки, на яких визначають величини напруженості електричного поля E_k на відстанях від забору підстанції до границі санітарної зони та за її межами та вибирають максимальне значення напруженості із значень на всіх ділянках:

$$E_k = \sqrt{(\sum E_{Vi})^2 + (\sum E_{Hi})^2}$$

$$E_{Vi} = \frac{C_i U_i}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{H_i - h}{(x - x_{di})^2 + (H_i - h)^2} + \frac{H_i + h}{(x - x_{di})^2 + (H_i + h)^2} \right),$$

$$E_{Hi} = \frac{C_i U_i}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{x - x_{di}}{(x - x_{di})^2 + (H_i - h)^2} + \frac{x - x_{di}}{(x - x_{di})^2 + (H_i + h)^2} \right),$$

де E_{Hi} і E_{Vi} - горизонтальна та вертикальна складові вектора напруженості електричного поля, створювані i-тим проводом ошиновки, В/м;

$h=1,8$ - висота точки спостереження над поверхнею землі, м;
 x - відстань від проекції центрального проводу крайньої ланки до границі за межами підстанції, де визначають напруженість електричного поля, м;

H_i - середня висота підвішування i-го проводу над землею, м;

C_i - ємність i-го проводу ошиновки на одиницю довжини, Ф/м;

U_i - напруга i-го проводу ошиновки, В;

x_{di} - відстань від z-го проводу ошиновки до центрального проводу крайньої ланки, м;

ϵ_r - відносна діелектрична проникність середовища;

$\epsilon_0=8,85\cdot 10^{-12}$ - діелектрична постійна, Ф/м;

Середня висота підвішування над землею i-го проводу H_i верхнього та нижнього ярусів визначається за виразом:

$$H_i = H_{pod_i} - \frac{2}{3} f_i, H_i = H_{pod_i} - f_i,$$

де H_{pod_i} - висота кріплення проводу на опорі або на підстанційному обладнанні, м;

f_i - стріла провисання проводу, м.

Напруга U_i для найближчого проводу до забору приймається рівною фазній U_ϕ , для інших двох проводів - $U_i = -0,5 U_\phi$.

Ємності проводів ошиновки підстанції з горизонтальним розташуванням проводів відносно землі визначається для кожного ярусу та ланки окремо за формулою (1) для центрального проводу та за формулою (2) для крайніх проводів.

$$C_i = \frac{2\pi\epsilon_0\epsilon_r \ln \left[\frac{2H_i}{r} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{2H_i}{d}\right)^2} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{H_i}{d}\right)^2} \right]}{\ln \left(\frac{2H_i}{r} \right) \cdot \ln \left[\frac{2H_i}{r} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{H_i}{d}\right)^2} \right] - 2 \cdot \left[\ln \sqrt{1 + \left(\frac{2H_i}{d}\right)^2} \right]}, \quad (1)$$

$$C_i = \frac{\pi\epsilon_0\epsilon_r \ln \left[\frac{2H_i}{r} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2H_i}{d}\right)^2}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{H_i}{d}\right)^2} \right]}{\ln \left[\frac{2H_i}{r} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2H_i}{d}\right)^2}} \right]} \times \frac{\ln \left\{ \left(\frac{2H_i}{r} \right)^2 \cdot \left[1 + \left(\frac{2H_i}{d} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{H_i}{d} \right)^2} \right\}}{\ln \left(\frac{2H_i}{r} \right) \ln \left[\frac{2H_i}{r} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{H_i}{d} \right)^2} \right] - 2 \cdot \left[\ln \sqrt{1 + \left(\frac{2H_i}{d} \right)^2} \right]^2}, \quad (2)$$

де d - відстань між проводами сусідніх фаз ошиновки, м; r - радіус проводу, м;

На кресленні зображено схему розташування проводів ошиновки підстанції двох крайніх ланок на одній ділянці, де 1 - огорожа, 2 - проводи ошиновки, 3 - точка спостереження, 4 -

5

Спосіб визначення максимальних рівнів електричного поля за межами міських підстанцій здійснюють таким чином. Використовуючи план підстанції, визначають відстань від прилеглої огорожі підстанції 1 до середнього проводу ошиновки 2 першої (останньої) ланки - x_n . Границя 3, на якій визначають величини напруженості x , складає $x = x_n + x_h$; висота над поверхнею землі

10

4-h=1,8 м. Розбивають за допомогою розрізів дві крайні ланки в межах підстанції в площинах, перпендикулярних проводам ошиновки на ділянки, на яких проводи не змінюють своєї конфігурації по довжині ланки. Визначають величину напруженості електричного поля, створюваного системою проводів ошиновки 2, на кожній з ділянок на відстанях від забору підстанції до границі санітарної зони та за її межами. Вибирають максимальне значення напруженості із значень на всіх ділянках, яке і є кінцевим результатом.

15

За допомогою запропонованого способу можливе просте визначення напруженості електричного поля за межами підстанцій високої напруги, розташованих в міській межі з достовірною точністю, що дозволяє вже на стадії проектування об'єктів проводити контроль за

20

рівнями електричних полів та при необхідності проводити їх оптимізацію.

Джерела інформації:

1. IEEE Recommended practice for measurements and computations of electric, magnetic, and electromagnetic fields with respect to human exposure to such fields, 0 Hz to 100 kHz: C95.3.1-2010. -New York, USA: IEEE, 2010.-101 p.

25

2. Safigianni A.S. Electric and magnetic-field measurements in an outdoor electric power substation /A.S. Safigianni C.G. Tsompanidou // IEEE Transactions on Power Delivery.-2009. Vol. 24, № 1. – P.38-42.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30

Спосіб визначення максимальних рівнів електричного поля промислової частоти за межами міських підстанцій високої напруги, який полягає в тому, що визначають напруженість електричного поля за межами підстанцій в місцях, де проводи верхнього ярусу ошиновки паралельні забору, який **відрізняється** тим, що, використовуючи план підстанції, визначають

35

відстань від огорожі підстанції до середнього проводу першої (останньої) ланки, розбивають за допомогою плану і розрізів дві крайні ланки в межах підстанції на ділянки в площинах, перпендикулярних проводам ошиновки, на яких визначають величини напруженості електричного поля E_k на відстанях від забору підстанції до границі санітарної зони та за її межами та вибирають максимальне значення напруженості із значень на всіх ділянках:

40

$$E_k = \sqrt{(\sum E_{v_i})^{2i} + (\sum E_{h_i})^2}$$

$$E_{v_i} = \frac{C_i U_i}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{H_i - h}{(x - x_{d_i})^2 + (H_i - h)^2} + \frac{H_i + h}{(x - x_{d_i})^2 + (H_i + h)^2} \right)$$

$$E_{h_i} = \frac{C_i U_i}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \left(\frac{x - x_{d_i}}{(x - x_{d_i})^2 + (H_i - h)^2} + \frac{x - x_{d_i}}{(x - x_{d_i})^2 + (H_i + h)^2} \right),$$

де E_{h_i} і E_{v_i} - горизонтальна та вертикальна складові вектора напруженості електричного поля, створювані i-тим проводом ошиновки, В/м;

$h = 1,8$ - висота точки спостереження над поверхнею землі, м;

5 x - відстань від проекції центрального проводу крайньої ланки до границі за межами підстанції, де визначають напруженість електричного поля, м;

H_i - середня висота підвішування i-го проводу над землею, м;

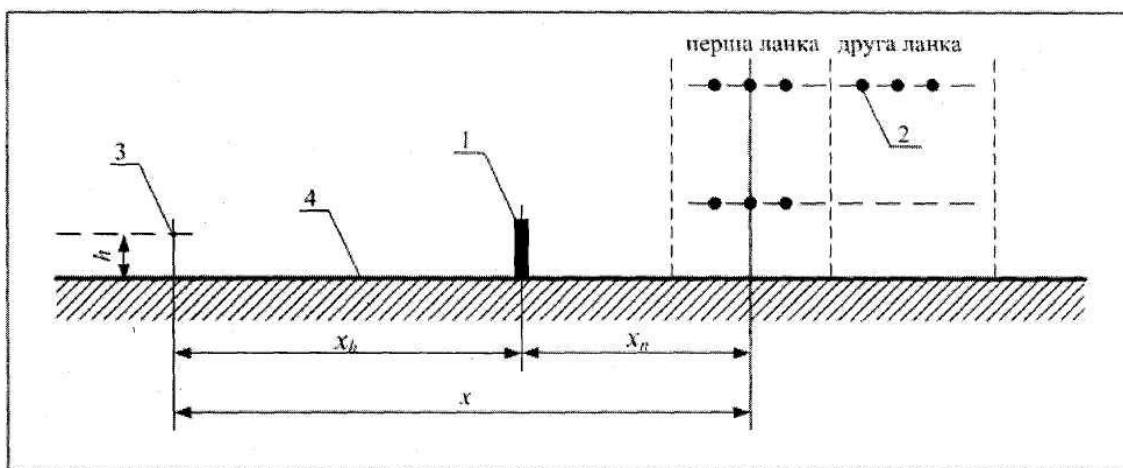
C_i - ємність i-го проводу ошиновки на одиницю довжини, Ф/м;

U_i - напруга i-го проводу ошиновки, В;

10 x_{d_i} - відстань від z-го проводу ошиновки до центрального проводу крайньої ланки, м;

ϵ_r - відносна діелектрична проникність середовища;

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ - діелектрична постійна, Ф/м.



Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601