

значно розширити інформативність дослідження стану кровоносних судин.

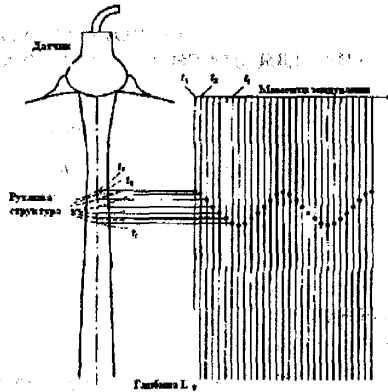


Рисунок 1 – Отримання М-ехограми

1. Fixobio.com/krovoobig/4210-jak-pereviriti-sudini-vazhlivist-obstezheruja-ta.htm. 2. *Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / Под ред. Митякова В. В. – М.: Издательский дом Видар-М, 2011. – 712 с.*

УДК 620.179

ВПЛИВ ЗВОЛОЖЕННЯ І ЗАБРУДНЕНЬ НА РОЗПОДІЛ НАПРУГИ ВЗДОВЖ ГІРЛЯНДИ ІЗОЛЯТОРІВ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Сенич Ю. Я., Грабчук Б. Л., Михайлів В. І.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019

Лінійні ізолятори високовольтних повітряних ліній електропередачі працюють в складних умовах, зазнаючи одночасної дії електричних та механічних навантажень при зміні в широких межах зовнішніх факторів.

Електричні характеристики лінійних ізоляторів істотно залежать від зовнішніх умов, зокрема температури, вологості, складу і ступеня забрудненості оточуючого повітря, які змінюються в широких межах. На поверхні ізоляторів можуть осідати різні забруднення, які завжди присутні в атмосфері і розносяться вітром. Зволоження забруднення під час дощу чи інших мокрих опадах призводить до різкого зменшення його опору внаслідок утворення електrolіту з водорозчинних складових забруднення. При змочуванні чистої поверхні ізолятора дощем, дощова вода, маючи відносно

невисокий питомий об'ємний опір, також утворює на поверхні шар з достатньо високою провідністю.

Під дією прикладеної напруги U в шарі забруднення проходить струм витoku, який визначається опором R_s для струму витoku по поверхні:

$$R_s = \int_0^{l_s} \frac{\rho_n dl}{\pi \Delta D(l)}, \quad (1)$$

де ρ_n - питомий опір поверхневого шару, Δ - його товщина, $D(l)$ - діаметр ізолятора, l_s - довжина шляху витoku по поверхні ізолятора вздовж лінії струму.

Струм витoku нагріває шар забруднення, збільшуючи швидкість випаровування вологи з поверхні діелектрика. Внаслідок зміни густини струму вздовж складної поверхні ізолятора і неоднорідності зволоженого шару швидкість випаровування вологи на ізоляторах і окремих їх ділянках буде різною. На найбільш нагрітих ділянках швидкість випаровування може бути більшою від швидкості поступлення вологи. Поверхня на цій ділянці висихає, її опір і відповідно прикладена до неї напруга різко зростає, що може призводити до перекриття з утворенням часткової дуги.

Для розрахунку розподілу напруги по гірлянді ізоляторів з врахуванням активної провідності ізоляторів, скористаємось заступною схемою, яка для випадку гірлянди з $n=7$ ізоляторів наведена на рисунку 1. На цій схемі C_{ik} - власна ємність k -го ізолятора, R_{ik} - активний опір ізолятора, зумовлений зволоженням і забрудненням, C_{zk} - часткова ємність k -го ізолятора відносно землі, а C_{pk} - його часткова ємність відносно проводу.

Розглянемо випадок, коли можна прийняти, що часткові ємності відносно землі і проводу розподілені вздовж гірлянди рівномірно:

$$C_{z1} = C_{z2} = \dots = C_{zn} = C_z; \quad C_{p1} = C_{p2} = \dots = C_{pn} = C_p. \quad (2)$$

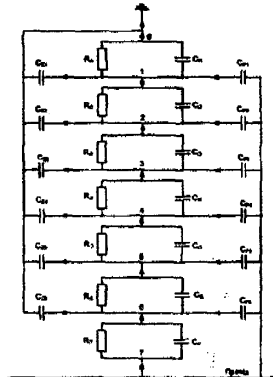


Рисунок 1 – Заступна схема гірлянди лінійних ізоляторів з врахуванням їх активної провідності

Тоді, прийнявши рівним нулеві комплексний потенціал заземленого кінця гірлянди, система рівнянь для визначення напруг між нульовим і рештою n вузлами схеми має вигляд:

$$\begin{cases} \dot{U}_{10}(Y_i + Y_{i_1} + Y_z + Y_p) - \dot{U}_{20}Y_{i_1} = \dot{U}Y_p; \\ \dot{U}_{20}(Y_i + Y_{i_1} + Y_{i_2} + Y_p) - \dot{U}_{10}Y_{i_1} - \dot{U}_{30}Y_{i_2} = \dot{U}Y_p; \\ \vdots \\ \dot{U}_{60}(Y_i + Y_{i_1} + Y_{i_2} + Y_p) - \dot{U}_{50}Y_{i_6} - \dot{U}_{70}Y_{i_7} = \dot{U}Y_p; \\ \dot{U}_{70} = \dot{U} \end{cases} \quad (3)$$

де \dot{U} - діюче значення напруги між проводом і землею; $Y_{i_k} = G_{i_k} + jB_{i_k}$ - комплексна провідність k -го ізолятора; $G_{i_k} = \frac{1}{R_{i_k}}$, $B_{i_k} = \omega C_{i_k}$ - активна і реактивна провідності k -го ізолятора; $\omega = 2\pi f$, кутова частота; $Y_z = j\omega C_z$, $Y_p = j\omega C_p$ - провідності ізоляторів на землю і провід відповідно.

Напруга на k -му ізоляторі від заземленого кінця гірлянди

$$\dot{U}_k = \dot{U}_{k0} - \dot{U}_{k-1,0} \quad (4)$$

Розрахунок розподілу напруги по ізоляторах гірлянди з різними значеннями їх активної провідності G_i , при: $U = 63,5$ кВ, $f = 50$ Гц, $C_i = 60 \cdot 10^{-12}$ Ф, $C_z = 5 \cdot 10^{-12}$ Ф, $C_p = 2 \cdot 10^{-12}$ Ф, $G_{i1} = G_{i2} = G_i$ показує (рисунок 2), що при $G_i = 0$ напруга розподіляється по ізоляторах найбільш нерівномірно ($\frac{U_{\max}}{U_{\min}} = 2,13$). Зі збільшенням G_i мінімальна напруга зростає, а максимальна зменшується, тобто розподіл напруги стає більш рівномірним (при $G_i = 4 B_i$ $\frac{U_{\max}}{U_{\min}} = 1,19$).

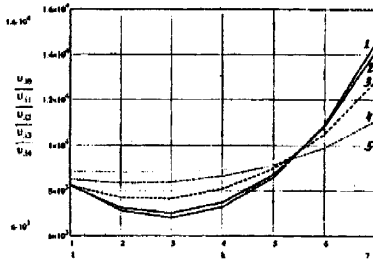


Рисунок 2 – Залежність напруги на ізоляторах гірлянди від їх порядкового номера при $\frac{G_i}{B_i}$: 0(1); 0,4(2); 1(3); 4(5)

Проте це спостерігається за умови, що активна провідність всіх ізоляторів практично однакова.

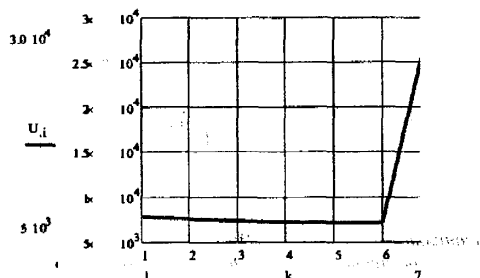


Рисунок 3 – Залежність напруги на ізоляторах гірлянди при $G_7 = 0$

Якщо активна провідність, наприклад, сьомого ізолятора G_7 зменшується практично до нуля внаслідок більш високої швидкості висихання забруднюючого шару, то напруга на цьому ізоляторі різко зростає (рисунок 3), що може призвести до перекриття ізолятора.

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ

Сідлецький В. В.

*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33000*

Комфортні умови перебування у приміщенні забезпечуються належним регулюванням температури та вологості. Використання елементів нечіткої логіки у таких системах автоматизованого керування дає змогу здійснювати керування процесом з більшою точністю та економією ресурсів. Так за даними з приладів у приміщенні знаходять встановлені показники температури та вологості, які регулюються шляхом управління нагрівачами та камерою зрошення у вентиляції (рис. 1).

Побудова та дослідження моделі здійснено в інтерактивній системі Simulink з використанням блоку Fuzzy Logic Controller [1]. У даному випадку на fuzzy-регулятор поступають дані вологості та температури у приміщенні (рис. 2.а), а на виході з нього отримуємо два вихідні сигнали температури першого та другого нагрівачів відповідно (рис. 2.б).

Такого роду умови дозволяють максимально точно регулювати швидкість роботи вентиляційної системи, що забезпечує економічність використання ресурсів.

Записавши лінгвістичні правила для нашої системи, отримали наступне візуальне відображення поверхні правил (рис. 3).