

## ЗАСТОСУВАННЯ ВИХРОСТРУМОВИХ МЕТОДІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

<sup>1</sup>ТОВ «Схід- Електросервіс»

<sup>2</sup> Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»)

### **Анотація**

*Розглянуто можливість використання вихрострумів методів неруйнівного контролю в електроенергетиці. Проаналізовано з застосуванням амплітудного і фазового методів неруйнівного контролю зміну параметрів проводу АС 240/32 мм<sup>2</sup> і виявлено, що зі збільшенням механічного зусилля на провід зменшується питомі електрична провідність проводу і збільшується його питомий опір. В результаті такої зміни значень параметрів подовжується провід, що приводить до збільшення стріли провисання та можливого його обриву, що спонукає до ускладнення режиму роботи електричних мереж й обумовлює доцільність контролювання поточних параметрів повітряних ліній електропередачі.*

**Ключові слова:** амплітудний метод, електрична провідність, механічне зусилля, неруйнівний контроль, питомий опір, повітряна лінія, провід, фазовий метод.

### **Abstract**

*The possibility of using eddy current methods of nondestructive testing in the power industry is considered. The change of parameters AC 240/32 mm<sup>2</sup> wire was analyzed using amplitude and phase methods of nondestructive testing and it was found that with increasing mechanical force on the wire the specific electrical conductivity of the wire decreases and its resistivity increases. As a result of such a change in the values of the parameters, the wire is elongated, which leads to an increase in the sagging arrow and its possible breakage, which complicates the operation of electrical networks and determines the feasibility of controlling the current parameters of overhead power lines.*

**Keywords:** amplitude method, electrical conductivity, mechanical force, non-destructive testing, resistivity, overhead line, wire, phase method.

### **Вступ**

Контроль поточних параметрів повітряних ліній електропередачі (ПЛ) дозволяє керувати величиною потужності, яка передається по лінії з урахуванням інформації про струмове навантаження й метеопараметри. Особливу увагу слід звернути на взаємодію ПЛ з метеопараметрами тому, що серед технічних характеристик ліній нормуються і граничні рівні положення проводів відносно землі. А вплив метеопараметрів (сніг, дощ, тощо) приводить до механічної та термічної деградації проводу, що сприяє його подовженню та можливому обриву й веде до зростання числа аварійних випадків в електричних мережах (ЕМ). Таким чином, керування режимами роботи ПЛ згідно з реальними даними про механічну і термічну стійкість проводів являється актуальним.

В даній роботі пропонується дослідити доцільність застосування вихрострумів методів неруйнівного контролю параметрів проводів ПЛ з метою покращення керування режимами роботи ЕМ в реальному часі.

### **Результати досліджень**

Для електроенергетики досить перспективним є використання вихрострумів методів, а саме амплітудного і фазового методів неруйнівного контролю поточних параметрів повздовжніх провідників, якими являються й проводи ПЛ. Ці методи доцільно використовувати спільно для прогнозування граничних значень конструктивних величин: габаритів лінії, стріл провисання й подовження проводів [1, 2].

Експериментальні дослідження цього напрямку проводилися на лабораторній установці кафедри «Інформаційно-вимірвальні технології і системи» НТУ «ХПІ» з використанням проводу АС 240/32 мм<sup>2</sup>, який застосовується переважно для ПЛ 110 кВ, при  $f = 700$  Гц;  $I = 0,2$  А;  $U_{\Sigma 0} = 16$  мВ.

Алгоритм визначення параметрів проводу ПЛ 110 кВ наступний [3]: за вимірними значеннями амплітуд першої і третьої гармоніки і фази першої гармоніки, користуючись графіком  $\frac{A_3}{A_1} = f(\text{tg}\Phi_1)$  [1], визначається величина відносної магнітної проникності ( $\mu_r$ ). Потім, користуючись графіком  $\text{tg}\Phi_1 = f(x)$  [1], по кривій відповідного значення ( $\mu_r$ ) і вимірному значенню  $\text{tg}\Phi_1$  визначаємо загальний параметр  $x$ . Надалі за отриманими значеннями  $\mu_r$  і  $x$  з графічної залежності  $A_1 \frac{d}{a} = K = f(x)$  [1] знаходиться значення  $K$  з наступним обчисленням  $a = \frac{A_1 d}{K}$ . Потім, з  $\sigma = \frac{x^2}{a^2 \mu_r \mu_0 \omega}$  визначається питома електропровідність виробу ( $\sigma$ ).

Даний алгоритм використано з невеликими змінами, що не порушують загальну послідовність, для визначення відповідних характеристик проводу АС 240/32 мм<sup>2</sup> за іншими ознаками просторових гармонік, а саме: амплітуди першої просторової гармоніки і фази першої і третьої просторових гармонік з виробом. Результати вимірювань представлено в табл.

Таблиця – Результати вимірювань параметрів проводу АС 240/32 мм<sup>2</sup>

Параметри	Одиниці виміру	$\sigma_m$ , МПа					
		0	2,3	4,5	6,8	9,0	11,3
$U_{\Sigma}$	мВ	195	228	245	257	264	269
$\varphi$	град.	22,5	24,2	24,9	25,4	25,6	26,0
$U_{\text{ВН}}$	мВ	181	213	231	243	250	255
$\mu_{\text{еф}}$	-	36,0	43,3	47,5	50,5	52,2	53,5
$\sigma$	$10^{-7}$ См/м	3,76	3,16	3,10	3,06	3,03	2,97
$\rho$	$10^{-8}$ Ом/м	2,66	3,20	3,22	3,26	3,30	3,36

Результати вимірювань, які наведено в табл. свідчать, що зі збільшенням механічного зусилля ( $\sigma_m$ ) на провід зменшується питома електрична провідність проводу ( $\sigma$ ) і збільшується його питомий опір ( $\rho$ ). В результаті такої зміни значень параметрів подовжується провід, що приводить до збільшення стріли провисання та можливого його обриву, що спонукає до ускладнення режиму роботи ЕМ й обумовлює доцільність контролювання поточних параметрів ліній.

### Висновок

Проведені дослідження обґрунтовують доцільність застосування вихрострумових методів неруйнівного контролю параметрів проводів повітряних ліній електропередачі з метою покращення керування режимами роботи електричних мереж в реальному часі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1]. Неразрушающий контроль: в 8 т. Контроль герметичности. Вихретоковый контроль / под. ред. В. В. Клюева. М.: Машиностроение, 2003. Т.2. 688 с.
- [2]. Горкунов Б.М., Львов С.Г., Горкунова И.Б., Шахин И.Х. Многопараметровый электромагнитный метод контроля цилиндрических токопроводов. *Энергосбережение Энергетика Энергоаудит*. 2013. Спец. вып. С. 140 – 144.
- [3]. Бондаренко В.О., Горкунов Б.М., Черкашина В.В., Горкунова И.Б., Серeda А.Г. Розробка методики та практики застосування для безконтактного контролю робочого стану проводів повітряних ліній. Звіт про виконання НДР № 37479. Харків: НТУ"ХП", 2014. 65 с.

**Баклицький Владислав Миколайович**\* – інженер - проектувальник ТОВ «Схід- Електросервіс», аспірант кафедри передачі електричної енергії Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, e-mail: vlad95415@outlook.com

**Борисенко Євген Анатолійович** — кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій і систем, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, e-mail: 4borisea@gmail.com

\*Науковий керівник: **Черкашина Вероніка Вікторівна** – доктор технічних наук, доцент, професор кафедри передачі електричної енергії Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, e-mail: veronika2473@gmail.com

**Baklytsky Vladyslav M.** - engineer - designer of Vostok-Electroservice LLC, graduate student of the Department of Electricity Transmission of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, e-mail: vlad95415@outlook.com

**Borysenko Yevhen A.** Cand. Sc., Associate Professor of the Department of Information and Measurement Technologies and Systems, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, e-mail: 4borisea@gmail.com

\* Supervisor: **Cherkashina Veronika V.** - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Electricity Transmission National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, e-mail: veronika2473@gmail.com