

## ДІАГНОСТУВАННЯ РОБОТИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПРИВОДА ВАКУУМНОГО ВИМИКАЧА

Вінницька філія ТОВ “КСК-Автоматизація”

### Анотація

В роботі запропоновано метод діагностування електромагнітного приводу вакуумного вимикача на основі аналізу вебер-амперних характеристик.

**Ключові слова:** вакуумний вимикач, вебер-амперна характеристика, діагностування, електромагнітний привід, обмотка.

### Abstract

The proposed method allows to determine the technical state of the electromagnetic actuator of a vacuum circuit breaker is used on the basis of the analysis of the weber-ampere characteristics.

**Keywords:** vacuum circuit breaker, weber-ampere characteristic, diagnostics, electromagnetic actuator, winding.

### Вступ

В Україні існує стійка тенденція до підвищення кількості порушень електропостачання відповідальних енергетичних об'єктів, що призводить до негативних наслідків. Світова тенденція розвитку електротехнічного устаткування свідчить про заміну поширених у минулому масляних та маломасляних вимикачів напругою 6-35 кВ на вакуумні вимикачі [1].

Однією із головних причин відмов надійної роботи вакуумного вимикача є некоректна робота приводу. У більшості випадків вакуумні вимикачі середньої напруги в якості приводів використовують електромагнітний привід на основі “магнітної заціпки”. Електромагнітний привід здійснює ввімкнення та вимкнення вимикача, фіксує вимикач у крайніх положеннях. Вихід з ладу приводу спричиняє відмову роботи вакуумного вимикача, що призводить до повного припинення подачі електроенергії населенню, припинення роботи промислових і сільськогосподарських підприємств, транспорту та інше. Перспективним є аналіз вебер-амперних характеристик електромагніту вакуумного вимикача та встановлення їх взаємозв'язку з дефектами в електромагнітному приводі.

Метою роботи є розробка методу діагностування електромагнітного приводу, що дозволить підвищити надійність його роботи та довговічність експлуатації вакуумного вимикача.

### Результати дослідження

Після введення нового вимикача в експлуатацію або після його капітального ремонту здійснюється вимірювання необхідних електричних величин для розрахунку його вебер-амперної характеристики. Отримана характеристика  $\Psi_{em} = f(I_{em})$  є еталонною, яка порівнюється із вимірними магнітними характеристиками  $\Psi_{\epsilon} = f(I_{\epsilon})$  в процесі подальшої експлуатації вимикача.

Для визначення поточного технічного стану електромагніту необхідно мати набір значень еталонної вебер-амперної характеристики  $\Psi_{i.em} = f(I_{i.em})$  та поточної вебер-амперної характеристики  $\Psi_{i.\epsilon} = f(I_{i.\epsilon})$ . Кількість розрахованих значень для еталонної і поточної вебер-амперної характеристики мають бути рівними ( $i.em=i.\epsilon$ ).

Відносний квадрат відхилення між еталонними та поточними значеннями на кожному кроці вимірювання [2]:

$$\delta\Psi_i^2 = \left( \frac{(\Psi_{i.\epsilon} - \Psi_{i.em})}{\Psi_{i.em}} \right)^2, \quad (1)$$

де  $\Psi_{i.e}$  – поточне значення потокозчеплення розраховане на  $i$  – ому кроці вимірювання;  $\Psi_{i.et}$  – еталонне значення потокозчеплення розраховане на  $i$  – ому кроці вимірювання.

Коефіцієнт відхилення враховує загальний ступінь відхилення між еталонними та поточними значеннями вебер-амперної характеристики:

$$K_B = \sum_{i=1}^N \delta\Psi_i^2. \quad (2)$$

Даний коефіцієнт відображає ступінь відхилення, що відповідає зміні кривої вебер-амперної характеристики електромагніта від її початкової форми.

Коефіцієнт відхилення може бути застосований у моделі прийняття діагностичного висновку про поточний стан електромагніту:

$$\begin{cases} K_B \leq K_{ГР1} \rightarrow \text{справний стан}; \\ K_{ГР1} < K_B \leq K_{ГР2} \rightarrow \text{на межі несправності}; \\ K_B > K_{ГР2} \rightarrow \text{несправність}, \end{cases} \quad (3)$$

де  $K_{ГР1}$ ,  $K_{ГР2}$  – граничні коефіцієнти, які відповідають технічному стану електромагнітного привода вимикача.

Для отримання коефіцієнтів  $K_{ГР1}$ ,  $K_{ГР2}$  необхідно по осцилограмах ввімкнення/вимкнення при різному технічному стані привода розрахувати вебер-амперні характеристики обмоток. Осцилограми на яких зображено криві струму та напруги (виміряні для різних технічних станів електромагнітного привода) при ввімкненні/вимкненні вимикача надаються заводом виробником вакуумного вимикача. По розрахованих вебер-амперних характеристиках при різному технічному стані розраховують коефіцієнти відхилення від еталонної кривої. Значення еталонної кривої для розрахунку коефіцієнтів відхилення надаються також заводом виробником вакуумного обладнання. Отримані коефіцієнти можуть використовуватися в процесі отримання діагностичного висновку про технічний стан електромагніту вимикача.

## Висновки

Запропоновано метод діагностування технічного стану електромагнітного привода вакуумного вимикача. Метод побудований на порівнянні еталонної вебер-амперної характеристики із поточною та визначенні коефіцієнта відхилення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. К.А. Набатов, В.В. Афонин, Высоковольтные вакуумные выключатели распределительных устройств: учебное пособие. Тамбов, Россия: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010.

2. В.В. Грабко, О.В. Дідушок, МЕТОД ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПРИВОДА ВАКУУМНОГО ВИМИКАЧА НА ОСНОВІ ВЕБЕР-АМПЕРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК, Вісник Вінницького політехнічного інституту, № 6, с. 53-61, 2018.

*Дідушок Олег Васильович* — інженер автоматизованих систем керування виробництвом, Вінницька філія ТОВ “КСК Автоматизація”, м. Вінниця.

*Oleh Didushok* — Industrial Process Automatization Engineer, KSK Automation Vinnytsia branch, Vinnytsia.