

Володимир Грабко, Олег Дідушок (Вінниця)

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПРИВОДУ ВАКУУМНОГО ВИМИКАЧА

Значна роль у забезпеченні безперебійного електропостачання споживачів приділяється вимикачам середньої та великої напруги. Вони належать до важливих комутаційних апаратів, від надійності функціонування яких, залежить стійкість забезпечення електропостачання споживачів. Вакуумні вимикачі, займають значну частину у загальній кількості вимикачів середньої та великої напруги. Некоректна робота привода призводить до відмов вакуумних вимикачів.

**Постановка задачі.** Перспективним є аналіз вебер-амперних характеристик електромагніту та встановлення їх взаємозв'язку з дефектами в електромагнітному приводі вакуумного вимикача. Форма нелінійної кривої змінюється протягом усього життєвого циклу привода. На форму кривої вебер-амперної характеристики впливає: поява міжвиткових замикань в обмотці, що приводить до зниження її електричного опору і ефективного числа витків; забруднення дотичних робочих поверхонь, що підвищує коефіцієнт тертя і перешкоджає роботі привода при заданих параметрах електричних сигналів. Рівняння електричного кола обмотки електромагніта:

$$u = i \cdot R_a + \frac{d\Psi}{dt},$$

де  $u$  – напруга живлення обмотки електромагніта;  $i$  – миттєве значення струму в обмотці електромагніта;  $R_a$  – активний опір обмотки;  $\Psi$  – миттєве значення потокозчеплення обмотки;  $t$  – час.

Дане рівняння дозволяє провести аналіз енергетичного перетворення в електромагнітному пристрої коли електрична енергія, яка надходить від джерела живлення, перетворюється в енергію магнітного поля. Для отримання магнітної характеристики розраховують диференціали потокозчеплення на кожному  $i$  – ому кроці вимірювання:

$$d\Psi_i = (U_i - I_i \cdot R_a) \cdot (t_i - t_{i-1}),$$

де  $U_i$  – значення напруги живлення обмотки електромагніта на  $i$  – ому кроці вимірювання;  $I_i$  – значення струму, який протікає через електромагніт на  $i$  – ому кроці вимірювання;  $t_i$  – час протягом якого здійснюється вимірювання напруги та струму.

Відповідно значення потокозчеплення на  $i$  – ому кроці вимірювання:

$$\Psi_i = \Psi_{i-1} + d\Psi_i.$$

Порівняємо отримані характеристики, для цього знайдемо відносний квадрат відхилення між еталонними та поточними значеннями на кожному кроці вимірювання:

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

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.

Введемо коефіцієнт, який буде враховувати загальний ступінь відхилення між еталонними та поточними значеннями вебер-амперної характеристики:

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

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

**Висновки.** Таким чином порівняння еталонної кривої та поточної дозволяє визначити коефіцієнт відхилення, за допомогою якого можна оцінити технічний стан електромагнітного привода в процесі експлуатації.

### Список літературних джерел

1. Грабко В.В. Моделі та системи технічної діагностики високовольтних вимикачів / В.В. Грабко, Б.І. Мокін. Монографія – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 74 с.
2. Широков К.М. Алгоритм определения магнитных характеристик электротехнических изделий / К.М. Широков // Известия вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2013. – № 1. – С. 70-73.