

УДК 621.3

І.С. Завіша, Я.О. Філюк, канд. техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРІВ У СУЧАСНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

I.S. Zavisha, Y.O. Filiuk, Ph.D

INNOVATIVE APPROACHES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF TRANSFORMER WINDINGS IN MODERN ENERGY SYSTEMS

Обмотки трансформаторів є критично важливим елементом електроенергетичної системи. Вони забезпечують перетворення електричної енергії на різних етапах її передачі та розподілу. Через складні умови експлуатації трансформаторів, а також зростаючі вимоги до їхньої надійності, енергоефективності та екологічності, дослідження обмоток залишається актуальним завданням для інженерів і науковців.

Сучасні суспільства дедалі більше залежать від надійності енергосистем. Трансформатори є основними компонентами цих систем, і їхні несправності можуть призвести до значних економічних втрат, а також порушення роботи промислових підприємств і критичної інфраструктури. Їх дослідження має велике значення для забезпечення надійності, довговічності й ефективності трансформаторів.

Для оцінки стану обмоток застосовують різноманітні методи дослідження:

- Електричні випробування. Вимірювання опору обмоток, індуктивності та коефіцієнта трансформації дозволяє оцінити їхню працездатність.
- Теплові дослідження. Інфрачервоні камери використовуються для визначення перегріву в окремих зонах.
- Акустична емісія. Цей метод дозволяє виявляти часткові розряди в ізоляції.

Робота трансформаторів супроводжується впливом багатьох зовнішніх факторів, які можуть негативно позначатися на стані обмоток. До таких факторів належать:

Перегрів. Зростання температури внаслідок високих струмів навантаження може призвести до деградації ізоляції та провідників.

Електродинамічні сили. Короткі замикання або перехідні процеси створюють значні механічні навантаження на обмотки.

Вологість. Вода або волога можуть погіршити діелектричні властивості ізоляції, збільшуючи ризик пробіїв.

Старіння матеріалів. З плином часу ізоляція втрачає свої характеристики, що може спричинити відмову трансформатора.

Застосування сучасних технологій створює нові можливості для підвищення ефективності досліджень трансформаторів, а саме:

- Розумні трансформатори. Установка сенсорів та інтелектуальних систем моніторингу дозволяє оперативно виявляти несправності та прогнозувати відмови.
- Цифрове моделювання. Комп'ютерне моделювання магнітних, теплових та механічних процесів допомагає краще розуміти поведінку обмоток у різних умовах експлуатації.
- Автоматизація обслуговування. Дані з систем моніторингу дозволяють перейти від традиційного до прогностичного обслуговування, що знижує ризики аварій.

Дослідження обмоток трансформаторів є важливою складовою забезпечення стабільності енергосистем. Розробка нових матеріалів, вдосконалення методів аналізу й впровадження сучасних технологій діагностики сприяють підвищенню надійності трансформаторів та зменшенню витрат на їх обслуговування.