

УДК 338.32

ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ ЕНЕРГІЇ В СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ СІЛЬСЬКИХ СПОЖИВЧИХ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЯХ

Драчова К. В.

Науковий керівник: к.т.н., доц. Наливайко В. А.

НУБіП України, м. Київ, Україна

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій. Силові трансформатори сільських електричних мереж мають значний термін експлуатації, що призводить до збільшення затрат електропостачальників на технічне обслуговування та ремонт, а також негативно впливає на надійність електропостачання. Більше половини парку трансформаторів напругою 10/0,4 кВ мають термін експлуатації 30-50 років. Втрати в трансформаторах оплачуються за рахунок їх власників. Чисельне значення втрат визначається аналітично за спеціальною методикою, яка затверджується НКРЕ. Недоліком методики є те, що вона базується на використанні середньозважених числових характеристик силового трансформатора та не враховує їх фактичний стан.

Мета досліджень. Пошук шляхів зменшення втрат енергії в силових трансформаторах.

Основні матеріали досліджень. Втрати в трансформаторах становлять до 40% від усіх втрат в розподільчих мережах. Затрати на покриття втрат в трансформаторах несуть їх власники. Величина активних (ΔW_p) та реактивних (ΔW_Q) втрат визначається відповідно до затвердженої методики, а саме:

$$\Delta W_p = 3 \cdot \dot{I}^2 \cdot R_T \cdot k_\phi^2 \cdot 10^{-3} \cdot T_p + P_{HX} \cdot T_H, \text{ (кВт}\cdot\text{год)} \quad (1)$$

$$\Delta W_Q = 3 \cdot \dot{I}^2 \cdot X_T \cdot k_\phi^2 \cdot 10^{-3} \cdot T_p + Q_{HX} \cdot T_H, \text{ (квар}\cdot\text{год)} \quad (2)$$

де $\dot{I}$ - середнє протягом розрахункового періоду діюче значення сили струму трансформатора, А;

k_ϕ^2 - коефіцієнт форми графіка навантаження трансформатора;

R_T - активний опір трансформатора, Ом;

T_p - час роботи трансформатора під навантаженням, годин;

T_H - час знаходження трансформатора під напругою, годин;

P_{HX} - втрати неробочого ходу трансформатора, кВт;

Q_{HX} - реактивна потужність втрат неробочого ходу трансформатора, квар;

X_T - реактивний опір трансформатора, Ом.

Суттєвим недоліком цієї методики є то, що в розрахунках приймаються середні значення втрат неробочого ходу та короткого замикання, без врахувань особливостей конкретного трансформатора. Хоча відомо, що на ринку появились нові партії трансформаторів із значно меншими каталожними втратами від провідних електротехнічних виробників.

Нами досліджувались втрати в трансформаторах різних років випусків. Дослідженнями встановлено стійке зростання фактичних втрат із збільшенням терміну роботи трансформаторів. Це пояснюється як еволюцією властивостей електротехнічних сталей, так і погіршенням стану магнітопроводів в процесі експлуатації (корозія магнітопроводів, недосконалість технології ремонту, та ін.). Було встановлено, що із збільшенням терміну експлуатації від 10 до 40 років чисельні значення втрат збільшуються приблизно в 3 рази. Крім того, в трансформаторах в яких проводились капітальні ремонти втрати збільшуються приблизно на 50%. В Україні біля налічується біля 10 виробників силових трансформаторів. Більшість із них декларують достатньо низьке значення втрат. Проведені вимірювання показали, що в 60% випадків задекларовані чисельні значення втрат не відповідають дійсності.

Змінити існуючу практику можна за рахунок запровадження нової методики нарахування вартості втрат на основі визначення фактичних втрат в трансформаторах. Ці вимірювальні роботи не складні і входять в перелік нормованих періодичних випробувань, які здійснюються вимірювальними електротехнічними лабораторіями.

Висновки. Застосування фактичних даних при розрахунках оплати за втрати енергії в трансформаторах безумовно зменшить витрати на покриття втрат енергії в трансформаторах та збільшить мотивацію як виробників, так власників, щодо заміни старих трансформаторів на нові з покращеними електромагнітними властивостями. За нашими оцінками оновлення парку силових трансформаторів є економічно обґрунтованим. При цьому термін окупності не перевищує 8-10 років.