

# ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Вінницький національний технічний університет;

## *Анотація*

*Проаналізовано конструктивні особливості та режими роботи силових трансформаторів. Розглянуто вимірювання й аналізи при діагностиці трансформаторів*

**Ключові слова:** трансформатор, обмотка, діагностика, регулювання під навантаженням.

## *Abstract*

*The structural features and operating modes of power transformers are analyzed. The measurements and analyzes in the diagnostics of transformers are considered*

**Keywords:** transformer, winding, diagnostics, regulation under load

## Вступ

На сьогоднішній день в Україні значна частина силових трансформаторів відпрацювала власний нормативний термін служби. Економічна ситуація, а також загальна кількість устаткування з тривалим терміном служби не дозволяють найближчими роками провести їх заміну. Досвід експлуатації силових трансформаторів показує, що після нормативного терміну служби значна частина трансформаторів зберігає свою здатність за умов дотримання допустимих навантажувальних режимів, своєчасного проведення ремонтів і якісного їх виконання. Рішення про доцільність і можливість продовження експлуатації силових трансформаторів і автотрансформаторів, які відпрацювали власний нормативний термін служби, залежить, передусім, від стану основних його елементів, а також масла для масляних трансформаторів, що перебувають у нормальному стані. Останніми роками в енергетиці спостерігається тенденція послідовного переходу від системи планово-попереджувальних ремонтів до ремонтів за дійсним технічним станом електроустаткування, як це заведено в розвинених країнах. Як показав досвід експлуатації силових трансформаторів, проведення планово-попереджувальних ремонтів і їх попереднього комплексного обстеження призводить не тільки до суттєвих матеріальних витрат, але й до погіршення характеристик ізоляції.

## Результати дослідження

Усі вимірювання й аналізи при діагностиці трансформаторів умовно можна розділити на 5 груп.

Перша група містить у собі традиційні вимірювання на відключеному трансформаторі: вимірювання  $t_{gd}$  і  $R$  ізоляції обмоток і вводів, опору обмоток постійному струму, втрат неробочого ходу й опору КЗ для контролю механічного стану обмоток після протікання наскрізних струмів короткого замикання. Усі ці вимірювання, як правило, регулярно виконуються експлуатаційним персоналом.

Друга група вимірювань проводиться на трансформаторах при робочій напрузі в режимі найбільших навантажень і (або) неробочого ходу. Тут виділяють наступні роботи:

1. Вимірювання часткових та інших електричних розрядів. Одним з можливих напрямків контролю часткових розрядів у процесі роботи силового трансформатора є їх реєстрація з використанням спеціальних датчиків реєстрації електромагнітних імпульсів, встановлених на фазних вводах і на виводі нейтралі трансформатора. Реєстрація часткових розрядів і викликаних ними сигналів високочастотних випромінювань можлива гальванічним і антенним методами.

2. Акустичне обстеження бака трансформатора з метою визначення джерел електричних розрядів. Для цього використовуються два типи приладів: 1) система запису акустичних сигналів за допомогою п'єзодатчиків, осцилографа й комп'ютера; 2) локація акустичних сигналів за допомогою перетворювача Ultrarob-2000, що дозволяє оперативно визначати звукову частоту джерел механічного характеру, іскрових або дугових розрядів.

3. Вібраційне обстеження трансформатора з метою визначення відносного рівня пресовки обмоток і магнітопроводу, загальної міцності конструкції. При цьому визначається відносно значення пресовки, найбільша величина якої дорівнює 1. Чим менше це значення, тем нижче рівень пресовки. Стан пресовки обмоток і магнітопроводу вважається незадовільним при коефіцієнтах, близьких до 0,7.

4. Визначення стану маслонасосів системи охолодження. Методика заснована на аналізі спектра коливань поверхні бака.

5. Термографічне обстеження бака трансформатора, вводів радіаторів, термосифонних фільтрів, електричних двигунів і маслонасосів системи охолодження, контактних з'єднань. Варто відзначити, що, для оцінки стану силових трансформаторів тепловізійний контроль не одержав ще широкого розповсюдження через дорожнечу обладнання й неопрацьованості технології одержання інформаційних і достовірних результатів. Однак у міру оснащення енергосистем сучасними тепловізорами проведення цього виду випробувань стає виправданим, оскільки не вимагає зупинення й відключення обладнання, є нетрудомістким і допомагає виявляти дефекти на ранніх стадіях їх розвитку.

Третя група – це фізико-хімічні аналізи масла з бака, маслонаповнених вводів, контактора РПН. Серед них – велика група традиційних вимірювань, які широко застосовуються в експлуатації (вимірювання пробивної напруги, кислотного числа і т.д.).

Четверта група – це вимірювання систем безперервного контролю (моніторингу) ізоляції вводів і щоденні вимірювання основних показників роботи трансформатора.

П'ята група аналізів проводиться для трансформаторів, у яких за результатами перших чотирьох груп вимірювань планується проведення капітального ремонту. До цієї групи належить визначення ступеня полімеризації паперової ізоляції, прямі вимірювання її вологовмісту й міцності.

#### **Висновки**

Проведений аналіз показав, що сучасний розвиток методів технічної діагностики силових трансформаторів дозволяє вірогідно виявити дефекти конструктивних елементів трансформаторів на ранній стадії їх розвитку. Це у свою чергу дозволяє відмовитися від системи планово-попереджувальних ремонтів і перейти до системи обслуговування трансформаторів "за станом".

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Современные методы комплексной диагностики силовых трансформаторов 35 кВ и выше [Электронный ресурс] // Информационно-справочное издание «Новости электротехники» – 2006 – №2(38). – Режим доступа до журн.: <http://www.news.elteh.ru/arh/2006/38/16.php>.

2. Шевченко В.П. Трансформатори: [навчальний посібник] / В. П. Шевченко, Л. Я. Белікова. - Одеса: АО Бахва, 2001. – 128 с.

3. СОУ 40.1-21677681-07:2009 Трансформатори силові. Типова інструкція з експлуатації – Київ, 2009.

**Залізник Іван Юрійович** — студент кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Науковий керівник: **Нетребський Володимир Васильович** — канд., техн. наук, доцент, доцент кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Zaliznyak Ivan Y.** - student Department of Electric Power Stations and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya

Supervisor: **Netrebsky Volodymyr V.**- Cand., Sc. Sciences, Associate Professor of electric power stations and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya.