

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДІАГНОСТИКИ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

^{1,2} Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі подано аналіз сучасного стану та подальшого розвитку системи технічного обслуговування і ремонту силових трансформаторів. Також розглянуто питання загальної стратегії розвитку сучасних методів технічної діагностики трансформаторів. Дана загальна оцінка перспективному методу діагностики (Метод частотного аналізу).

Ключові слова: силовий трансформатор, діагностика, прогнозування, моніторинг, метод частотного аналізу.

Abstract

In this work the analysis of the current state and further development of the system of maintenance and repair of power transformers is given. Also the questions of the general strategy of development of modern methods of technical diagnostics of transformers are considered. The general assessment of the perspective diagnostic method is given (Frequency Analysis Method).

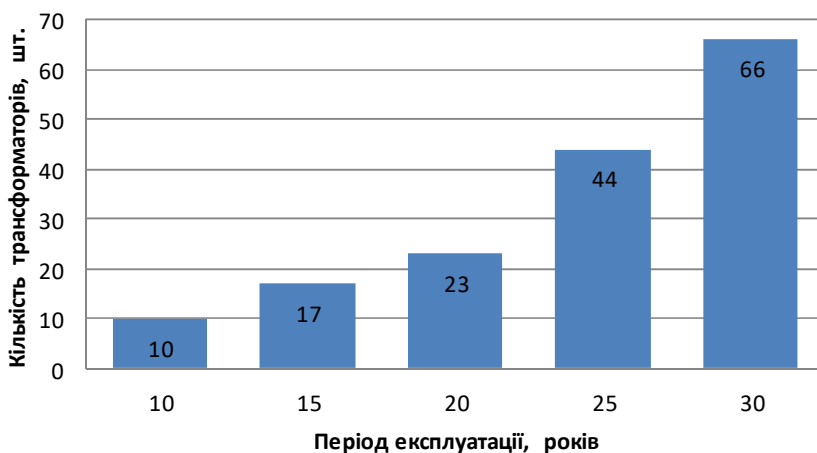
Keywords: Power transformer, diagnostics, prognostication, monitoring, frequency analysis method.

Вступ

Сучасні промислові підприємства працюють в циклі безперервного виробництва, перебої в роботі яких призводять до важких економічних втрат. Це накладає підвищені вимоги до систем виробництва і розподілу електричної енергії, а отже, і до елементів, що складають ці системи. Одним з найголовніших елементів систем розподілу електричної енергії є силові трансформатори. Своєчасне виявлення дефектів трансформаторів дозволяє запобігти виникненню аварійних ситуацій, а також ефективніше планувати вивід трансформаторів з роботи для проведення ремонтних робіт. В даний час існує безліч методів оцінки технічного стану трансформаторів. Кращими є ті методи діагностики, для здійснення яких не потрібно зняття робочої напруги [1].

Матеріал і результати дослідження

На малюнку 1 і 2 показано розподіл трансформаторів по роках експлуатації.



Малюнок 1 – Розподіл трансформаторів по рокам експлуатації

Аналіз представлених даних показує, що основна частина трансформаторів виробила нормативний термін служби, а протягом найближчих 5-10 років цей показник збільшиться ще на 25%. Характер пошкоджуваності трансформаторів по роках експлуатації показує, що основними причинами їх відмов є виткові замикання, знос і старіння обмоток, поганий стан трансформаторного масла, дефекти монтажу, заводський брак. Так як найближчим часом не очікується суттєвого оновлення парку трансформаторів, в зв'язку з цим стає актуальною проблема продовження їх експлуатації при існуючих навантаженнях.

Основним критерієм загальної оцінки стану трансформаторів є технічний стан ізоляції обмоток і трансформаторного масла. Так як основна частина трансформаторів розташовується на відкритому повітрі, істотний вплив на надійність ізоляції надають кліматичні умови експлуатації, такі як: перепади температури навколишнього середовища (протягом доби може становити 20-30 градусів), опади і т.д..

Одним з головних шляхів підтримки експлуатаційної надійності є організація якісного технічного обслуговування трансформаторів[2]. Актуальність розробки систем технічної діагностики полягає в наступному:

- зростання кількості трансформаторів з закінченим нормативним терміном експлуатації призводить до збільшення числа відмов;
- низька ефективність тестового контролю, що проводиться методами, регламентованими відповідними документами, не дозволяє забезпечити надійну роботу трансформаторів;
- рішення задачі - виявлення дефектів що швидко і повільно розвиваються на ранній стадії розвитку.

Один зі способів продовження експлуатації силових трансформаторів – технічна діагностика електрообладнання, в тому числі і силових трансформаторів, яка дозволяє:

- своєчасно попередити виникнення аварійних ситуацій;
- значно знизити витрати на ремонти;
- оцінити дійсний стан електрообладнання;
- підготувати до введення в роботу систем безперервної діагностики.

Як показали дослідження, основними причинами відмов у роботі трансформаторів є: знос силових обмоток, низька якість технічного обслуговування і ремонту, недотримання періодичності і обсягу виконання профілактичних заходів, недостатній рівень виконання засобів оцінки технічного стану та діагностики. Ефективність функціонування силових трансформаторів, забезпечення їх безвідмовності і довговічності пов'язані з аналізом і оцінкою показників надійності[3]. Для оцінки і підтримки необхідної надійності трансформаторів дуже важливим є моніторинг. Він включає в себе комплексне обстеження і діагностику, які допоможуть запобігати аварійним відмовам і дозволяють прогнозувати можливість подальшої безаварійної роботи силових трансформаторів. Одним із способів продовження експлуатації силових трансформаторів є діагностика технічного стану силових трансформаторів. Сучасні методи технічної діагностики силових трансформаторів дозволяють проводити діагностику без їх відключення. Значна частина відмов трансформаторів може бути попереджена шляхом використання сучасних методів діагностики технічного стану. Діагностика трансформаторів дозволяє: приймати оцінку стану функціонуючого електрообладнання на основі результатів вимірювань і випробувань; відслідковувати «лінію життя» електрообладнання та ін .. Оцінка стану трансформаторів виконується за допомогою замірів і випробувань[4].

Існуючі на сьогодні методи контролю безпечного стану внутрішньої ізоляції діляться на дві категорії – з періодичним або постійним методами діагностування параметрів ізоляції. Безсумнівно, в перспективі більшість трансформаторів будуть оснащені системами безперервного моніторингу, однак висока вартість обладнання, індивідуальне налаштування систем на кожен окремий трансформатор, сервісне обслуговування і т.д.[5]. ставлять під сумнів перспективу повсюдного впровадження таких систем найближчим часом. Не можна не враховувати і той факт, що в основу цих систем входять сучасні методи діагностування, що не завжди дають повне уявлення про процеси, що відбуваються. У методів періодичного контролю існуюча система аналізу не дозволяє виявляти дефекти що швидко розвиваються. У зв'язку з цим представляється необхідним модернізувати існуючі системи діагностики шляхом впровадження сучасних фізичних методів, що дозволить більш повно виявляти дефекти устаткування.

Досить перспективним в плані вдосконалення, є метод низьковольтного частотного аналізу, який використовується в якості чутливого діагностичного засобу для виявлення відхилень в геометрії обмоток до і після випробування, після КЗ, при транспортуванні і т.д.. Відмінною рисою цього методу є те, що діагностику можна проводити на працюючому обладнанні (економічний ефект).

МЧА передбачає подачу низьковольтного сигналу в широкому діапазоні частот певної форми для побудови діаграм спектральної щільності на предмет асиметрії обмоток. В результаті проведення кількох вимірювань для однієї схеми з'єднань, отримані спектри порівнюються пофазно і для обмоток кожної фази з метою визначення найбільш асиметричної обмотки аналізуються отримані результати. Виходячи, з ідентичності фазних обмоток трифазного трансформатора даний метод здатний визначити ненормальні відмінності обмоток під час пофазного порівняння з спектрограмою, а також відмінності обумовлені конструктивними особливостями. Будь-яка значна деформація призведе до збільшення значення асиметрії в порівнянні з показниками, отриманими для обмоток без деформацій. Зміна температури і стану масла не впливають на здатність визначати деформації обмоток, тому що дані зміни в рівній мірі впливають на всі обмотки. Багато діелектричних і механічних дефектів в силових трансформаторах викликані механічними змінами в структурі обмоток. Ці зміни зсуву провідників обмотки можуть бути результатом транспортування, впливом струмів КЗ або процесами старіння ізоляції. Визначення цих зсувів перш, ніж виникне дефект ізоляції, здатне зменшити позапланові експлуатаційні витрати і надати можливість підвищення надійності системи шляхом запобігання аварійних відключень. МЧА може розглядатися в якості найкращої методики для створення бази даних вимірювань, в зв'язку з тим, що спектрограми обмоток всіх трьох фаз можуть змінюватися з плином часу експлуатації через перепади температури і вмісту вологи[6].

Висновки

Регулярне проведення діагностування силових трансформаторів дозволяє виявити на ранньому етапі виникнення неполадок, більш ефективно планувати проведення ремонтних робіт і, як наслідок, збільшити термін служби дороговартісних силових трансформаторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Батальгин, С.Н. Комплексное обследование силовых трансформаторов/ С.Н. Батальгин, Г.М. Михеев, В.М. Шевцов // Материалы XXVI сессии Всероссийского семинара «Кибернетика электрических систем по тематике «Диагностика электрооборудования». – Ч.І. – г. Новочеркасск, 2004. – С. 14-15.
2. Сборник методических пособий по контролю состояния электрооборудования [Текст]: АО "фирма ОРГРЭС". – Москва, 1998г. – 493с
3. Лежнюк П.Д. Оперативне діагностування високовольтного обладнання в задачах оптимального керування режимами електроенергетичних систем/ П.Д. Лежнюк, О.Є. Рубаненко, О.В. Нікіторович // Технічна електродинаміка. – 2012. – №3. – С. 35-36.
4. Чичинский, М.И. Повреждаемость маслонаполненного оборудования электрических сетей и качество контроля его состояния/ М.И. Чичинский. – М.: Энергетик,-2000,-№11.
5. http://elib.altstu.ru/journals/Files/pv2011_02_2/pdf/094maskolenko.pdf?fbclid=IwAR1rvctxZowBJCzW0oSwMEf8IeYbgShsh0HfSR7UW0HVouqmTZ2Ye5dLw50
6. Лежнюк П.Д., Зелінський В.Ц. Электричні апарати розподільчих установок. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 128 с.

Юлія Володимирівна Малогулко — к.т.н., старший викладач кафедри електричних станцій і систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Juliya_Malogulko@ukr.net;

Хавтурко Віталій Васильович - студент гр. ЕС – 18м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vertik97@i.ua.

Juliya V. Malogulko — Ph.D., Senior lecturer of electrical stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : Juliya_Malogulko@ukr.net;

Vitaliy V. Havtyrko - student of PS – 18m group, department of electromechanics and electricity, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: vertik97@i.ua.