

МЕХАНІЗМ ПОШКОДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Курашкін С. Ф., Попова І. О.

Таврійський державний агротехнічний університет (м. Мелітополь)

Проведений аналіз умов роботи і основні причини пошкодження елементів конструкції силових трансформаторів сільських підстанцій.

Постановка проблеми. Безперебійне електропостачання споживачів електричної енергії агропромислових підприємств в більшій ступені залежить від надійності системи електропостачання в цілому і силових трансформаторів КТП 10/0,4 кВ зокрема. В агропромислому комплексі щорічно з ладу виходять 8-10% силових трансформаторів. Причинами такого стану є специфічні умови роботи силових трансформаторів споживчих підстанцій, до яких зокрема відносяться несиметричне навантаження фаз, сезонний графік навантаження, коливання температури навколишнього середовища, велика протяжність ліній електропередач та економічні умови в країні, у зв'язку з якими майже 70% силового обладнання виробило свій ресурс. Хоча відсоток виходу з ладу силових трансформаторів споживчих трансформаторних підстанцій в агропромислому комплексі залишається невеликий, однак вихід з ладу навіть одного джерела електропостачання може спричинити значні економічні втрати за рахунок недовипуску продукції та послуг десятками об'єктів енергоспоживання [1].

Головними причинами виходу силових трансформаторів є короткі замикання в електричній мережі, перевантаження, атмосферні перенапруження, зниження якості трансформаторного масла під час експлуатації, погіршення умов охолодження, асиметрія струмів навантаження. Значну роль у забезпеченні надійності відіграє розташування трансформаторних підстанцій на великій відстані від центрів обслуговування, їх розпорошення на значних площах. Трансформатори практично не обслуговуються регулярно, відсутня інформація про поточні режими їх роботи, несвоєчасно і в недостатніх об'ємах проводиться реконструкція підстанцій і мереж.

Аналіз розподілу основних пошкоджень вузлів силових трансформаторів 63-250 кВА Мелітопольського району Запорізької області (2010-2013 р.р.) демонструє такі показники: пошкодження високовольтних вводів – 21%; пошкодження обмоток та ізоляції – 57%; пошкодження або течія трансформаторного масла – 9%, пошкодження магнітопроводів 4-5%. Найістотніші наслідки спостерігаються при таких дефектах, як: зниження електричної міцності масляного каналу високовольтних герметичних введень; зволоження, забруднення й зношування ізоляції обмоток. Зауважимо, що у роботі силових трансформаторів частка тих пошкоджень, що супроводжуються внутрішніми короткими замиканнями з пошкодженням обмоток трансформаторів, становить близько 50% від загальної кількості від загальної кількості аварій після 10 років експлуатації, 60% – після 20 років експлуатації і 61% – після 25 років експлуатації [1].

Аналіз останніх досліджень. Надійність силового трансформатора в значній мірі визначається надійністю його обмоток, яка, в свою чергу, залежить від стану ізоляції провідникового матеріалу. Силкові трансформатори містять в собі визначені дефекти виготовлення на виробництві. Початкові дефекти технологічного походження під дією експлуатаційних впливів отримують подальший розвиток. Однак в силових трансформаторах вони не є визначальними у розвитку процесів і пошкодження ізоляції. Значну роль відіграють природні процеси її старіння під впливом експлуатаційних факторів. Тепловий знос ізоляції є визначальним у загальному її зносі, що викликає як локальні дефекти ізоляції витків обмотки, так і повні виткові замикання і відмову силового трансформатора.

Мета статті. Провести аналіз причин пошкодження обмоток, магнітопроводу силових трансформаторів сільських підстанцій

Основні матеріали дослідження. Під час експлуатації силові трансформатори піддаються різноманітним експлуатаційним впливам.

Температура навколишнього середовища та сонячна радіація є найбільш розповсюдженими факторами, що впливають на силові трансформатори. Температура повітря має значні коливання як продовж доби, так і на протязі сезонної зміни. Підвищення температури оточуючого середовища безпосередньо викликає перегрів ізоляції, інтенсивний знос та руйнування її, виткові і між фазні замикання, відмову силового трансформатора (рис. 1).

Вологість навколишнього середовища впливає на ізоляційні властивості трансформаторного масла, зволоженню масла, накопиченню у маслі кисню, старінню трансформаторного масла, накопиченню осаду на активних частинах трансформатора, зниженню механічної міцності ізоляції і, найголовніше, зносу ізоляції.

Наступним експлуатаційним впливом є перевантаження трансформаторів. Графік навантаження силових трансформаторів має залежність від багатьох факторів – сезонності роботи, кількості і виду споживачів та ін. Перевантаження силових трансформаторів може також бути пов'язані з недосконалістю проектування електричних мереж, відсутністю засобів автоматизації і контролю за навантаженням робочих машин і механізмів, як найбільш потужних споживачів електроенергії [2].

Небезпечними експлуатаційними впливами на ізоляцію силового трансформатора є пускові струми потужних електродвигунів в умовах спів вимірної їх потужності, короткі замикання і комутаційні перена-

пруги в розподільних мережах. Систематичні перевантаження трансформаторів, динамічні зусилля внаслідок коротких замикань і старіння ізоляції приводять до міжвиткового замикання і виходу з ладу трансформатора в цілому.

Погіршення умов охолодження ізоляційної конструкції – також одна з найпоширеніших причин виходу з ладу трансформаторів, яка виникає через витік трансформаторного масла, недостатню природну вентиляцію. Вихід трансформатора з ладу може відбуватися внаслідок "пожежі стали" через порушення ізоляції між сталевими листами або стяжними болтами, слабким пресуванням стали, утворенням короткозамкненого кола.

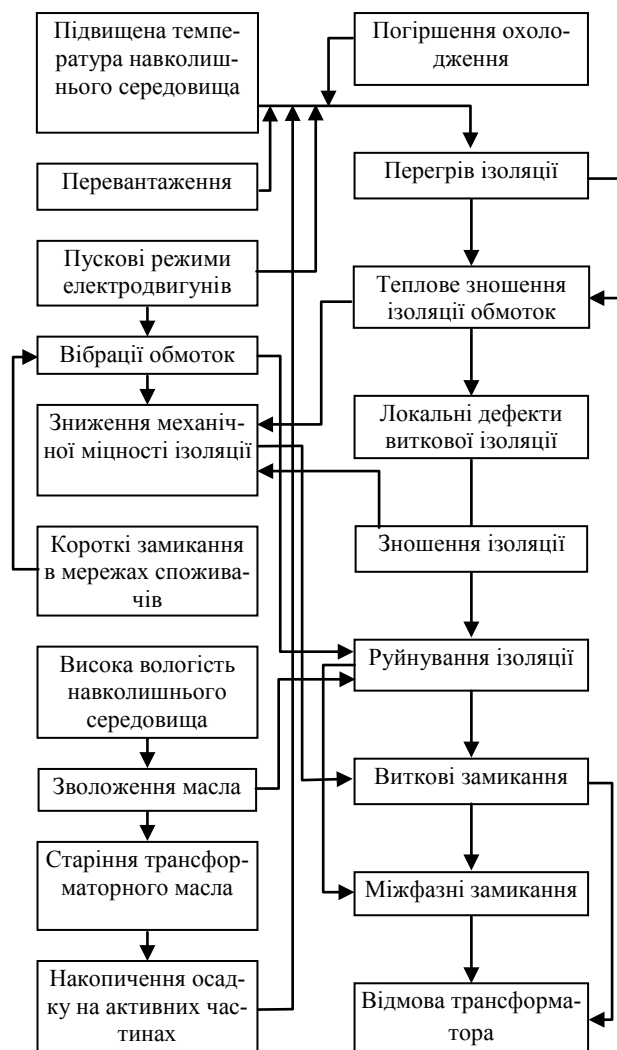


Рисунок 1 – Структурна схема механізму пошкодження елементів конструкції силового трансформатора

Перелічені фактори можуть впливати як окремо так і сукупно у різних комбінаціях. Це впливає на надійність ізоляційної конструкції обмоток силового трансформатора, оскільки саме обмотки є найуразливішим з конструктивних елементів. Також причинами пошкоджень масляних трансформаторів можуть бути: пошкодження в системі захисту, нечітке регулювання перемикального пристрою, між фазне коротке зами-

кання, забруднення виводів, недостатня якість трансформаторного масла, незадовільний стан виводів в точці з'єднання обмоток.

Таким чином, з урахуванням викладеного вище, у подальших дослідженнях необхідно враховувати причинно-наслідкові зв'язки експлуатаційних причин, через які силовий трансформатор виходить з ладу. В силових трансформаторах конструкційна надійність не є визначаючою в розвитку процесів ушкодження ізоляції. Вагому роль відіграють природні процеси її старіння під впливом експлуатаційних факторів. А тепловий знос ізоляції є тим фактором, що відіграє головну роль у загальному її зношенні. Більшість факторів призводять саме до підвищення нагріву ізоляції і викликає збільшення її теплового зносу.

Висновок. Проведений аналіз механізму пошкодження основних елементів конструкції силового трансформатора з дослідженням причин і наслідків для стану цих елементів доводить, що обмотки трансформатора є найбільш уразливим елементом конструкції, а в обмотках найбільше ушкоджується ізоляція проводів. Аналіз причинно-наслідкових зв'язків експлуатаційних факторів дозволяє виявити діагностичні параметри для контролю стану силового трансформатора.

Список використаних джерел

1. Безменнікова Л. М. Аналіз причин пошкоджень силових трансформаторів сільських споживчих підстанцій / Л. М. Безменнікова, О. Ю. Вовк, О. В. Скорик // Праці ТДАТА. – Випуск 8. Том 10. – Мелітополь: ТДАТА, 2008. – С. 74-79.
2. Овчаров В. В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / В. В. Овчаров. – К.: УСХА, 1990. – 168 с.

Аннотация

МЕХАНІЗМ ПОВРЕЖДЕННЯ ЕЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦІЇ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Курашкін С. Ф., Попова І. А.

Проведен аналіз умов роботи і основні причини пошкодження елементів конструкції силових трансформаторів сільських підстанцій.

Abstract

WAYS OF DAMAGE THE CONSTRUCTION ELEMENTS OF POWER TRANSFORMER

S. Kurashkin, I. Popova

The analysis of operating conditions and the main ways of damage the construction elements of power transformers in rural substations are made.