

## 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.** Безперерійне 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.

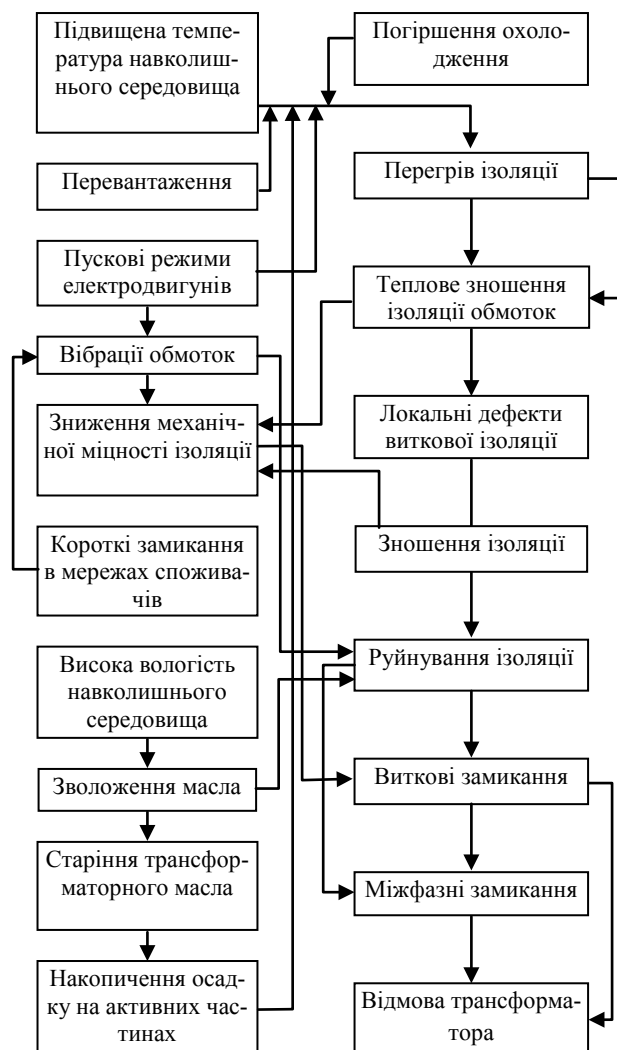


Рисунок 1 – Структурна схема механізму пошкодження елементів конструкції силового трансформатора

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

### МЕХАНИЗМ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Курашкин С. Ф., Попова И. А.

*Проведен анализ условий работы и основные причины поврежденных элементов конструкции силовых трансформаторов сельских подстанций.*

#### 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.*