

ПРИЧИНИ І НАСЛІДКИ ПОШКОДЖЕНЬ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ СІЛЬСЬКИХ СПОЖИВЧИХ ПІДСТАНЦІЙ

Робота присвячена аналізу специфічних умов роботи силових трансформаторів сільських підстанцій і основних причин пошкодження елементів їх конструкції, а також виявленню експлуатаційних факторів, що впливають на надійність основних елементів силових трансформаторів.

Ключові слова: силовий трансформатор, обмотки, магнітопровід, дефект, експлуатаційний вплив, діагностичний признак.

The work is devoted to specific service terms of power rural substations transformers analysis and their principal reasons of damage the construction elements, as well to exposure the service reasons which influence on reliability the basic elements of power transformers.

Keywords: power transformer, windings, magnetic circuit, blemish, service influence, diagnostic sign.

Постановка проблеми. Надійність електропостачання є визначальним фактором нормальної роботи електродвигунів технологічних ліній і виробництв в АПК. Безперерйне 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 агропромисловому 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. І хоча відсоток виходу з ладу силових трансформаторів споживчих трансформаторних підстанцій в агропромисловому комплексі залишається невеликий, однак вихід з ладу хоча б 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 розпорощення на значних площах. Силові трансформатори сільських споживчих підстанцій практично не обслуговуються регулярно, відсутня інформація про поточні режими їх роботи, несвоєчасно і в недостатніх об'ємах проводиться реконструкція підстанцій і мереж. При цьому слід враховувати, що значна частина силових трансформаторів сільських споживчих підстанцій виробила свій ресурс – 25 років, а технічне переоснащення трансформаторів, в силу економічних умов, йде дуже повільно. В Мелітопольському районі Запорізької області за 2005 рік оновлено 1,2% трансформаторів, 2006 рік – 1,1%, 2007 – 1,1%.

Аналіз розподілу основних пошкоджень вузлів силових трансформаторів 63-250 кВА Мелітопольського району Запорізької області (2010-2013 р.р.) у відсотковому відношенні демонструє такі показники: пошкодження високовольтних вводів – 21%; пошкодження обмоток та ізоляції – 57%; пошкодження або течі 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]. В Україні зростає парк силових трансформаторів, що мають термін експлуатації більше ніж 30 років – частка такого устаткування становить 50%, а в найближчі п'ять років збільшиться ще на 20%.

Аналіз останніх досліджень. Як відомо, проблеми надійності силового електрообладнання умовно можна поділити на конструкційну та експлуатаційну.

До конструкційних дефектів окремих складових силових трансформаторів можна віднести дефекти ізоляції провідників, недосконалість технологій виготовлення обмоток і недосконалість виготовлення магнітопроводу. Впливати на конструкційну надійність споживач не в змозі, залишається лише підвищувати експлуатаційну складову [2].

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. Визначальне 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.

Постановка завдання. Робота присвячена аналізу причин пошкодження обмоток, магнітопроводу силових трансформаторів сільських підстанцій.

Основна частина. 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. Також в процесі експлуатації трансформаторів в маслі накопичуються інші гази, що можуть характеризувати певні види дефектів у трансформаторі: водень H_2 , ацетилен C_2H_2 , етан C_2H_6 , метан CH_4 , етилен C_2H_4 , окис CO і двоокис CO_2 вуглецю.

Водень характеризує дефекти електричного характеру (часткові, іскрові і дугові розряди в маслі); ацетилен – перегрів активних елементів; етан – термічний нагрів масла і твердої ізоляції обмоток у діапазоні температур до $300^\circ C$; етилен – високотемпературний нагрів масла й твердої ізоляції обмоток вище $300^\circ C$; окис і двоокис вуглецю – перегрів і розряди у твердій ізоляції обмоток.

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 [3].

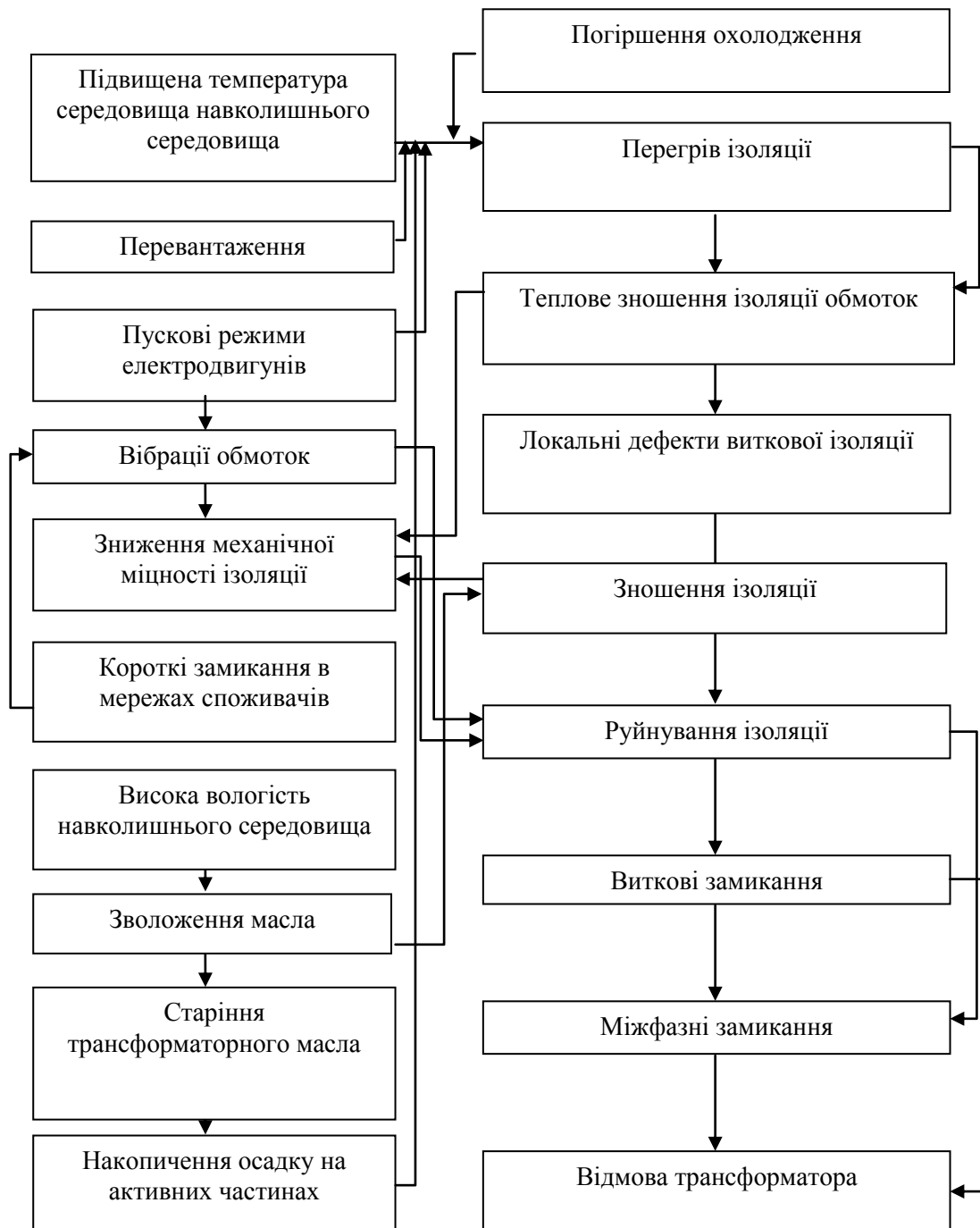


Рис. 1. Структурна схема причин і наслідків пошкодження елементів конструкції силових трансформаторів

Небезпечними експлуатаційними впливами на ізоляцію силового трансформатора є пускові струми потужних електродвигунів в умовах спів вимірної їх потужності, короткі замикання і комутаційні перенапруги 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 сталі» через порушення ізоляції між сталевими листами або стяжними болтами, слабким пресуванням стали, утворенням короткозамкненого кола.

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 замикання, 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.

Висновки. 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.

ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА

1. Курашкін С.Ф. Механізм пошкодження елементів конструкції силового трансформатора / С.Ф. Курашкін, І.О. Попова. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Технічні науки. // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Вип.186. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – С.62-63.

2. Овчаров В.В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / В.В. Овчаров. – К.: УСХА, 1990. – 168 с.

УДК 621.311

*Марина Постнікова, Артем Бобирь
(Мелітополь, Україна)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОЇ НОРІЇ ПОТОКОВИХ ЛІНІЙ ЗЕРНООЧИСНОГО АГРЕГАТУ ЗАВ-25

Досліджений вплив режимних та конструктивних параметрів на енергетичні характеристики завантажувальної норії поточкових ліній зерноочисного агрегату ЗАВ-25. Для вирішення задачі використаний метод планування математичного експерименту.

Ключові слова: *електропривод, енергетична характеристика, норія, багатофакторний експеримент.*

There was researched an influence of regime and design parameters upon boot elevator energy characteristics of grain cleaning unit ZAV-25. The math's experiment planning method was applied.

Key words: *electric drive, energy characteristic, elevator, multifactor experiment.*