

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ПРОВОРНИЙ ВІТАЛІЙ ПЕТРОВИЧ

Прим. № 1
УДК 621.3

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ДІАГНОСТИКИ МЕХАНІЧНОГО СТАНУ
ОБМОТОК СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Подається на здобуття кваліфікації магістра

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Проворний В.П.

Науковий керівник доцент,
кандидат технічних наук, доцент

Олексій САДОВИЙ

Миколаїв – 2022 р

АНОТАЦІЯ

Проворний В.П. Удосконалення методу діагностики механічного стану обмоток силових трансформаторів. Кваліфікаційна магістерська робота на здобування другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв, 2022 р.

Дивлячись на сучасний стан, розробки та діагностування силових трансформаторів виникає питання у розробці методів діагностики механічного стану обмоток силових трансформаторів.

Дана магістерська робота присвячена розробленню методики діагностування силових трансформаторів.

У результаті виконання дослідницької роботи, були визначено, що на основі методу частотного відгуку розширюються та поглиблюються способи моделювання механічних пошкоджень обмоток та на їх основі уточнюється діагностування та прогнозування ресурсу силового трансформатора.

Основні наукові результати пов'язані з розробкою математичних моделей магнітних та електродинамічних процесів для визначення максимальних механічних навантажень у режимі короткого замикання, що враховують геометрію магнітопроводу, бака та окремих витків обмоток трансформатора у тривимірній постановці, а також нелінійність магнітних властивостей матеріалів. Методики моделювання обмоток силових трансформаторів, що дозволяє отримувати частотні характеристики, резонансні частоти яких відповідають частотним характеристикам реальних трансформаторів, що відрізняється можливістю обліку наявних деформацій витків та створення діагностичних моделей з метою оцінки стану обмоток силових трансформаторів, отримані шляхом обробки результатів випробувань трансформаторів на електродинамічну стійкість до струмів короткого замикання.

Відповідно до наукових результатів, отримані їхні практичні значення, а саме: запропонований метод моделювання механічних деформацій обмотки та алгоритми розрахунку електродинамічних сил дозволяють точніше проводити

розрахунки на електродинамічну стійкість обмоток з урахуванням наявності деформацій в обмотці. Модернізовані діагностичні моделі обмоток силових трансформаторів дозволяють визначати їхній фактичний стан і на підставі цього давати рекомендації про призначення термінів планових ремонтів.

Ключові слова: діагностика, трансформатор, реактор, математичне моделювання, електродинамічна стійкість, механічний стан обмоток.

ANNOTATION

Agile V.P. Improvement of the method of diagnosing the mechanical condition winding of power transformers. Qualifying master's thesis on obtaining the second (master's) level of higher education in specialty 141 "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics". Mykolaivskyi National Agrarian University, Mykolaiv, 2022.

Looking at the current state, development and diagnosis of security forces transformers, a question arises in the development of methods of mechanical diagnostics state of windings of power transformers.

This master's thesis is devoted to the development of the methodology diagnostics of power transformers.

As a result of the research work, it was determined that based on the frequency response method, the methods are expanded and deepened modeling of mechanical damage to windings and based on them is refined diagnosis and prediction of power transformer resource. The main scientific results are related to the development of mathematical models magnetic and electrodynamic processes to determine the maximum mechanical loads in the short-circuit mode, which are taken into account the geometry of the magnetic circuit, the tank and individual turns of the transformer windings three-dimensional setting, as well as nonlinearity of magnetic properties materials Methods of modeling windings of power transformers, which allows to obtain frequency characteristics, the resonance frequencies of which correspond to the frequency characteristics of real transformers, which is distinguished by the possibility of accounting for existing deformations of turns and creation diagnostic models for the purpose of assessing the condition of the windings of power transformers, obtained by processing the results of transformer tests on electrodynamic resistance to short-circuit currents.

According to the scientific results, their practical values were obtained, and namely: the proposed method of modeling mechanical deformations of the winding and Algorithms for calculating electrodynamic forces allow for more accurate calculations of the electrodynamic stability of windings, taking into account the

availability deformations in the winding. Modernized diagnostic models of power windings transformers allow to determine their actual condition and on the basis of this to give recommendations on the appointment of scheduled repairs.

Key words: diagnostics, transformer, reactor, mathematical modeling, electrodynamic stability, mechanical condition of windings.