

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано математичну модель з використанням математичного апарату теорії нечітких множин, застосування якої дозволяє прогнозувати термін роботи ізоляції обмоток силового трансформатора в умовах короткочасних навантажень або перевантажень, які мають суттєвий вплив на термін роботоздатності ізоляції.

Ключові слова: математична модель, нечіткі множини, ізоляція обмоток, ресурс.

Abstract

The paper suggests a mathematical model with the use of the fuzzy set theory mathematical apparatus the application of which allows to prognosticate the insulation life of power transformer windings under conditions of short-term loads or overloads that have a significant impact on the insulation life.

Keywords: mathematical model, fuzzy sets, winding isolation, resource.

Вступ

В процесі роботи силові трансформатори енергосистем працюють з нерівномірним навантаженням. Очевидно, що при зростанні навантаження тепловий вплив на обмотки трансформатора збільшується. Перевищення допустимих норм нагрівання обмоток призводить до інтенсивного теплового старіння і, як наслідок, скорочення терміну експлуатації трансформатора.

Відомі підходи, які дозволяють оцінювати теплове старіння обмоток силового трансформатора в умовах сталого навантаження або незначного відхилення від нього [1, 2]. Такі підходи дозволяють досить точно прогнозувати термін вичерпання робочого ресурсу ізоляції трансформаторів.

Набагато складніше оцінювати теплове старіння ізоляції в умовах, коли зростання навантаження або перевантаження носять короткочасний характер. Тобто, процес накиду навантаження уже може закінчитись, а дія виділеного при цьому тепла ще має досить довготривалий характер. І, незважаючи на те, що зазначені накиди навантаження короткочасні, вплив на термін експлуатації ізоляції може бути досить суттєвим.

Існують різні підходи до оцінки такого теплового старіння ізоляції. Одним із найточніших міг би бути метод, оснований на законах теплопровідності, яким враховується передача тепла від його джерела (провідників обмотки, по яких протікає/протікав струм) до поверхні обмоток силового трансформатора з врахуванням впливу системи охолодження [3]. В цьому випадку по кривій нагрівання ізоляції можна опосередковано визначити точки найбільшого підвищення температури, а, отже, точки, за якими можливо прогнозувати вичерпання ресурсу ізоляції.

Вказаний підхід передбачає необхідність цілого ряду розрахунків і ускладнює його застосування із-за необхідності врахування багатьох факторів впливу на трансформатор та його конструктивних особливостей. Очевидно, що для кожного типу трансформатора необхідно здійснювати окремий розрахунок розташування його теплових полів.

Результати дослідження

В дані роботі пропонується підхід, який дозволяє, опираючись на теорію нечітких множин, реалізувати математичну модель, за якою можливо оцінювати теплове старіння обмоток в умовах короткочасних стрибків навантаження. Зазначена математична модель дозволяє враховувати ряд факторів,

таких як струм усталеного навантаження, струм перевантаження, тривалість перевантаження, періодичність перевантажень, температуру охолоджувального середовища, фактори зовнішнього впливу, зокрема, температуру навколишнього середовища, наявність впливу від прямих сонячних променів, вітру, вологості.

Розроблена математична модель дає чітку якісну оцінку залишкового ресурсу ізоляції, але для реального використання необхідно здійснити її налаштування, що і передбачається наступним етапом цієї роботи.

Висновки

В роботі запропоновано математичну модель з використанням математичного апарату теорії нечітких множин, застосування якої дозволяє прогнозувати термін роботи ізоляції обмоток силового трансформатора в умовах короткочасних навантажень або перевантажень, які мають суттєвий вплив на термін роботоздатності ізоляції. Розроблена модель дозволяє якісно оцінити процес старіння ізоляції обмоток силового трансформатора, але для її практичного застосування необхідно здійснити її налаштування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Голоднов Ю. М. Контроль за состоянием трансформаторов. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 88 с., ил.
2. Грабко В.В., Березницький Д.О. Математична модель для побудови ресурсних характеристик силового трансформатора, який працює в режимі перевантаження // Вісник ВПІ. – 2008. - №1. – С.55 - 58.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. Изд. 4-е перераб. и дополненное. - М.: "Энергоиздат", 1981. - 415 с.

Грабко Володимир Віталійович – д.т.н., професор, професор кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, grabko@vntu.edu.ua

Паланюк Олександр В'ячеславович — аспірант, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: oleksanderp020895@gmail.com

Grabko Volodymyr V. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Electromechanical Automation Systems in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, grabko@vntu.edu.ua

Palanyuk Oleksandr V. – Faculty of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

MATHEMATICAL MODEL FOR EVALUATION OF INSULATION STATE OF POWER TRANSFORMER BASED ON FUZZY SET