

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ СИЛОВОГО СУХОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

Запропоновано підхід для визначення додаткового впливу на процес старіння ізоляції обмоток силового сухого трансформатора із-за підвищення активного опору обмоток в режимі перевантаження. Розроблена відповідна математична модель та доведено її адекватність шляхом комп'ютерного моделювання. Здійснена реалізація пристрою з використанням запропонованої математичної моделі.

**Ключові слова:** силовий сухий трансформатор, діагностування, ізоляція обмоток, теплове старіння, пристрій.

### **Abstract**

An approach is suggested to determine the additional influence on the aging process of the windings of a power dry transformer due to the increase of the active resistance of the windings in the overload mode. An appropriate mathematical model was developed and its adequacy was proved by computer simulation. The implementation of the device using the suggested mathematical model.

**Keywords:** power dry transformer, diagnostics, coils insulation, heat aging, device.

Відомо, що за тепловим старінням робочий ресурс ізоляції силового трансформатора витрачається нерівномірно в залежності від температури, обумовленої рівнем навантаження, перевантаження силового трансформатора та впливом сторонніх факторів.

Аналіз, проведений в роботі [1], показує, що неврахування реального добового графіка навантаження підстанції та змінного характеру перевантаження силового розподільного трансформатора може привести до значних помилок у визначенні допустимої тривалості перевантаження, що знизить надійність і термін служби або призведе до відмови роботи силового трансформатора.

Відомі ряд підходів та методів, які дозволяють в певній мірі відслідковувати процес теплового старіння ізоляції силового трансформатора, однак всі вони є оригінальними та кожен з них допускає деякі обмеження при оцінюванні залишкового робочого ресурсу.

Так, наприклад, в роботі [2] запропоновано метод та математичну модель, якими визначається ступінь спрацювання ізоляції силових сухих трансформаторів за тепловим старінням переважно в режимі перевантаження. Зазначеною математичною моделлю враховується навантаження трансформатора перед режимом перевантаження, рівень та тривалість перевантаження, температура ізоляції безпосередньо перед режимом перевантаження та температура навколишнього середовища. За математичними виразами легко зорієнтуватись як оцінити спрацювання ресурсу ізоляції при певних вказаних вище у зазначених діапазонах значеннях величин параметрів режиму роботи трансформатора. Але залишаються відкритими питання, як експлуатувати трансформатор в подальшому, якщо, наприклад час експлуатації трансформатора перевищує обмежене значення, обумовлене математичною моделлю. Зовсім не береться до уваги той факт, що в режимі перевантаження або в перехідних режимах, тобто коли струми в обмотках мають підвищенні значення, із-за зростання температури опір обмоток силового трансформатора збільшується, внаслідок чого виділяється додаткова кількість тепла, що в свою чергу призводить до додаткового підвищення температури.

В даній роботі пропонується математична модель, яка дозволяє оцінювати прискорене витрачання робочого ресурсу ізоляції з врахуванням виділеного додаткового тепла через підвищення значень струмів, що протікають в обмотках силового трансформатора.

Запропонована математична модель досліджена в середовищі Matlab. Результати моделювання підтверджують правильність постановки задачі та її реалізацію.

Розроблено пристрій для реалізації запропонованої математичної моделі.

### **Висновки**

1. Запропоновано підхід для уточненого визначення ступеню спрацювання робочого ресурсу ізоляції обмоток силового сухого трансформатора із-за додаткового теплового старіння ізоляції обмоток з врахуванням їх підвищеного опору в режимі перевантаження.
2. Підтверджена адекватність розробленої математичної моделі шляхом комп'ютерного моделювання.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Анищенко В. А. Определение допустимых систематических перегрузок распределительных масляных трансформаторов / В. А. Анищенко, В. В. Иванов // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2015. – № 3. – С. 5 - 15.
2. Грабко В.В. Діагностування трансформаторів власних потреб та систем технологічних захистів енергоблока теплової електростанції: монографія / В.В. Грабко, Д.О. Березницький – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 124 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](mailto:grabko@vntu.edu.ua)

*Паланюк Олександр В'ячеславович* – аспірант факультету електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

*Grabko Volodymyr V.* – Dr Sc. (Eng.), Professor, Professor with the Department of Electromechanical Systems of Automation in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [grabko@vntu.edu.ua](mailto:grabko@vntu.edu.ua)

*Palaniuk Olexandr V.* - Faculty of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia