

## ПРОБЛЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООВОГО СТАРІННЯ ІЗОЛЯЦІЇ СИЛОВИХ СТАТИЧНИХ КОНДЕНСАТОРІВ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Проведено короткий аналіз процесу інтенсивного старіння ізоляції силових статичних конденсаторів. Зроблено висновок щодо проведення відповідного дослідження процесу старіння ізоляції. Запропоновано підхід, яким передбачається дослідження впливу напруги з вмістом гармонічних складових на процес нагрівання внутрішньої ізоляції конденсаторів в процесі їх експлуатації, що вимагає тривалого часу спостереження. Акцентовано увагу на розробці установки для пришвидшеного дослідження процесу погіршення стану ізоляції силових конденсаторів.

**Ключові слова:** силовий конденсатор, теплове старіння ізоляції, гармонічні складові напруги живлення, установка, оцінка витрачання робочого ресурсу.

### Abstract

A brief analysis of the process of intensive aging of the insulation of power static capacitors was carried out. A conclusion was made regarding the appropriate research of the insulation aging process. An approach is proposed, which involves the study of the influence of voltage with harmonic components on the process of heating the internal insulation of capacitors during their operation, which requires a long time of observation. Attention is focused on the development of the installation for the accelerated study of the process of deterioration of the insulation of power capacitors.

**Keywords:** power capacitor, thermal aging of insulation, harmonic components of supply voltage, installation, estimation of working resource consumption.

Відомо, що силові статичні конденсатори в процесі роботи під дією температури (як зовнішньої так і внутрішньої) втрачають свої робочі характеристики, внаслідок чого може виникнути аварійна ситуація. Це обумовлено старінням ізоляції конденсаторів, від стану якої залежить і їх ємність, і можливість генерування реактивної енергії [1 - 3].

Дослідити вплив температури навколишнього середовища порівняно нескладно шляхом прямого вимірювання температури на корпусі конденсатора. Зауважимо, що при цьому зовнішні шари ізоляції можуть мати вищу температуру за рахунок попадання прямого сонячного випромінювання.

Визначити вплив внутрішньої температури, яка може бути викликана як появою часткових розрядів, так і вищих гармонік в електричній мережі, набагато складніше, оскільки прямого доступу до процесу старіння ізоляції немає.

Очевидно, що в таких випадках можна використовувати опосередковані методи визначення температури.

Для дослідження процесу старіння ізоляції внаслідок зростання внутрішньої температури при появі гармонічних складових в напрузі живлення може бути використаний такий підхід. Пропонується в колі досліджуваного конденсатора або групи конденсаторів підключити аналізатор спектра, яким періодично здійснювати вимірювання спектра сигналу напруги живлення. Ці компоненти спектра напруги можна зберігати в пам'яті мікроконтролера з послідовним сортуванням складу гармонік та прив'язкою до часу вимірювання сигналів. Паралельно необхідно вимірювати температуру навколишнього середовища та температуру конденсатора (конденсаторів) в декількох точках також з врахуванням часу вимірювання. Підкреслимо, що об'єкт дослідження не повинен піддаватися прямому впливу сонячного випромінювання.

Таким чином можливо оцінити вплив вищих гармонік на процес теплового старіння конденсатора. Головним недоліком такого підходу є велика тривалість спостереження для отримання достовірного результату.

Можна скористатись іншим підходом і розробити установку, яка буде генерувати різні спектри гармонік в напрузі живлення конденсатора. Вся вимірювальна частина може залишатись такою, як описано вище.

В будь-якому випадку для формування висновків за результатами досліджень необхідно мати набір статистичних даних.

### **Висновки**

1. Показано, що для оцінювання стану ізоляції конденсатора необхідно досліджувати ступінь впливу зовнішньої та внутрішньої температур. Зазначаємо, що підвищення внутрішньої температури може бути пов'язаним з появою ряду гармонічних складових в напрузі живлення конденсатора.

2. Запропоновано підхід для дослідження впливу спектру напруги на процес старіння ізоляції силового конденсатора.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. S. Li, Y. Nie, and J. Li, "Condition monitoring and diagnosis of power equipment: review and prospective," *High Voltage*, vol. 2, no. 2, pp. 82–91, 2017.

2. Xiangbing Zhao, Xulong Zhang, and Peihua Ren Fault Diagnosis and Identification of Power Capacitor Based on Edge Cloud Computing and Deep Learning // *Mathematical Problems in Engineering*. - Volume 2020. - 26 Aug 2020.

3. Кутін В.М. Діагностика електрообладнання. Навчальний посібник / В.М. Кутін, М.О. Ілюхін, М.В. Кутіна. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 161 с.

**Грaбко Володимир Віталійович** – д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, [grabko@vntu.edu.ua](mailto:grabko@vntu.edu.ua)

**Гунок Ілля Андрійович** – аспірант факультету електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, [grabko@vntu.edu.ua](mailto:grabko@vntu.edu.ua)

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

**Ghunko Illia A.** – Faculty of Electricity and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [grabko@vntu.edu.ua](mailto:grabko@vntu.edu.ua)