

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЕМПІРИЧНОГО ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ПОШКОДЖЕННЯ ОБМОТОК СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Під час дослідження статистичних даних виходу з ладу силових трансформаторів 6-10 кВ встановлено, що основна причина виходу їх з ладу – це пошкодження обмоток.

В результаті досліджень встановлено, що закон розподілу виходу з ладу силових трансформаторів через пошкодження обмоток є нормально логарифмічним. З довірчою імовірністю 0,98 визначено довірчі інтервали для статистичних оцінок середнього значення, дисперсії та середньоквадратичного відхилення, які характеризують вихід з ладу силових трансформаторів через пошкодження обмоток.

Ключові слова: силовий трансформатор, пошкодження обмоток, статистичний аналіз, закон розподілу.

Abstract

During the study of statistical data on the failure of 6-10 kV power transformers, it was established that the main reason for their failure is damage to the windings. As a result of research, it was established that the law of distribution of failure of power transformers due to winding damage is normally logarithmic. With a confidence probability of 0.98, confidence intervals were determined for statistical estimates of the mean value, variance, and root mean square deviation, which characterize the failure of power transformers due to winding damage.

Keywords: power transformer, winding damage, statistical analysis, distribution law.

Експлуатація силових масляних трансформаторів здебільшого здійснюється, виходячи з їх технічного стану [1-4], визначенню якого приділяють багато уваги, наприклад, в роботах [5-8]. Для швидкого відновлення роботи трансформаторів необхідно мати комплект запасних частин. Крім того, важливо знати тенденцію зміни технічного стану силових трансформаторів. Для цього першочергово можна дослідити їх характер пошкоджень.

В роботі розглядаються силові масляні трансформатори 6-10 кВ трансформаторних підстанцій Вінницької області. Проаналізувавши динаміку їх пошкоджень з 2016 року по 2020 рік, встановлено, що кількість пошкоджень зменшилася на 46%.

Основними причинами виходу з ладу трансформаторів були: пошкодження обмоток; пошкодження системи охолодження; пошкодження високовольтних ввідів; пошкодження осердя та магнітного контуру; пошкодження пристрою РПН; інші пошкодження (рис. 1). При цьому пошкодження обмоток склали 82,17%. Тому варто в першу чергу дослідити саме ці пошкодження.

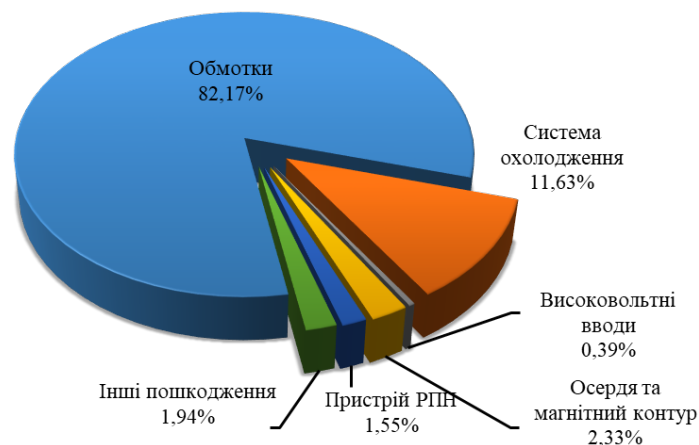


Рис. 1. Причини пошкоджень силових трансформаторів

Проаналізувавши статистичні дані пошкодження обмоток силових трансформаторів з 2018 року по 2020 рік, гістограму варіаційного ряду вибірки (рис. 2), була прийнята гіпотеза, що пошкодження обмоток трансформаторів підпорядковуються логарифмічному нормальному закону розподілу.

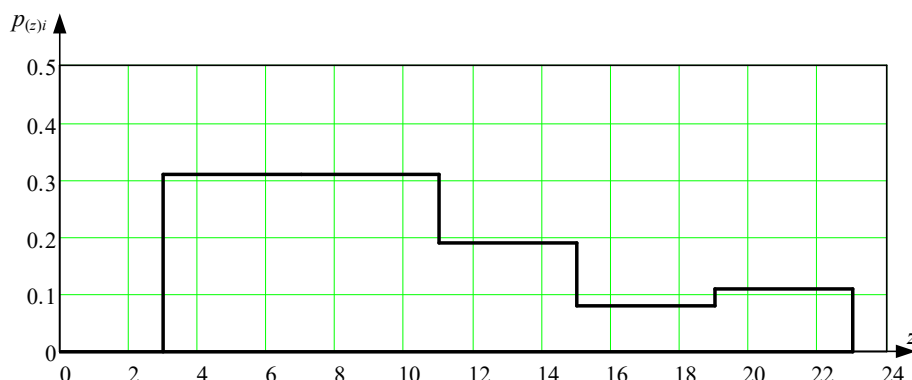


Рис. 2. Гістограма варіаційного ряду вибірки виходу з ладу трансформаторів через пошкодження обмоток

Дану гіпотезу було підтверджено з використанням χ^2 -критерію Пірсона.

З довірчою імовірністю $\gamma = 0,98$ визначено довірчі інтервали для параметрів середнього значення, дисперсії та середньоквадратичного відхилення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. М. П. Розводюк, В. С. Вдовиченко, К. М. Розводюк. «Структура пристрою для визначення ресурсу силового масляного трансформатора», *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*, 2019, випуск № 3/2019 (47), с. 35-47. DOI: 10.30929/2072-2052.2019.3.47.35-47.
2. О. В. Паланюк. «Пристрій для оцінювання витрачання робочого ресурсу обмоток силового масляного трансформатора», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, вип. 6, с. 42–47, Груд. 2022.
3. Гун И. Г., Салганик В. М., Евдокимов С. А., Сарлыбаев А. А. «Основные неисправности и методы диагностирования силовых трансформаторов в условия эксплуатации», *Вестник МГТУ им. Г. И. Носова*. Магнитогорск. 2012. №1. С. 102-105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-neispravnosti-i-metody-diagnostirovaniya-silovyh-transformatorov-v-usloviyah-ekspluatatsii.pdf>
4. Полях О. М. «Аналіз систем діагностування тягових трансформаторів». *Енергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*. 2013. № 6(112). С. 39-45.
5. О. С. Рубаненко, М. П. Лабзун, М. О. Гришук. «Визначення дефектів трансформаторного обладнання з використанням частотних діагностичних параметрів», *Вісник НТУ «ХПИ»*. Харків, 2017, №23 (1245), с. 41-46. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/31931/1/vestnik_KhPI_2017_23_Rubanenko_Vyznachennia.pdf
6. П. Д. Лежнюк, О. С. Рубаненко, І. А. Жук. «Діагностування силових трансформаторів з використанням нечітких множин», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. Вінниця, 2005, №1, с. 43-51.
7. М. П. Розводюк, В. В. Овчарук, В. С. Вдовиченко, І. М. Овчар, «Визначення залишкового ресурсу силового масляного трансформатора на базі нечіткої логіки», *Monografia. Pokonferencyjna. Science, research, development #16. Technics and technology. Barcelona 29.04.2019 - 30.04.2019. – Zbiór artykułów naukowych enowanych. Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej (on-line) zorganizowanej dla pracowników naukowych uczelni, jednostek naukowo-badawczych oraz badawczych z państw obszaru byłego Związku Radzieckiego oraz byłej Jugosławii. (30.04.2019)*. Warszawa, 2019. 84 str, s. 71-77.
8. V. Grabko, S. Tkachenko, and O. Palaniuk. «Determination of temperature distribution on windings of oil transformer based on the laws of heat transfer», *ScienceRise*, 2021, no. 5, p. 3-13.

Розводюк Михайло Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rozvodiukmp@gmail.com

Розводюк Катерина Михайлівна – студентка факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rozvodiukkm@gmail.com

Вдовиченко Віталій Євгенович – аспірант кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, e-mail: vitosvdovychenko0704@gmail.com

Rozvodiuk Mykhailo P. – Cand. Sci (Tech.), Associate Professor, Department of computerized electromechanical systems and complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rozvodiukmp@gmail.com

Rozvodiuk Kateryna M. – student of Faculty of Intelligent Information Technology and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rozvodiukkm@gmail.com

Vdovychenko Vitalii E. – Post-Graduate Student of the Chair of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, e-mail: vitosvdovychenko0704@gmail.com