

АНАЛІЗ АМПЛІТУДО-ЧАСТОТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ЙОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ З ДОПОМОГОЮ НИХ

¹ ТОВ «УКРАЇНСЬКІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОДУКТИ»

² Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто метод інтерпретації отриманих результатів аналізу амплітудно-частотних характеристик (АЧХ), який шляхом використання результатів вимірювань амплітудних значень напруги сигналу відгуку на тестовий сигнал та напруги тестового сигналу, визначення коефіцієнта передачі тестового сигналу дозволяє визначити найбільш часті пошкодження СТ. Представлено проведений аналіз за певних умов дозволить виявити дефект обмоток навіть на ранній стадії його розвитку.

Ключові слова: технічний стан, трансформатор, амплітудно-частотна характеристика діагностування; технічний стан, трансформатор, амплітудно-частотна характеристика.

Abstract

The method of interpretation of the obtained results of the analysis of amplitude-frequency characteristics (frequency response) is considered. The presented analysis under certain conditions will reveal a defect of the windings even at an early stage of its development.

Keywords: diagnosis, technical state, power transformer, frequency-amplitude characteristics, deviation, FRA, windings, magnetic circuit, planning the day of diagnosis, forecasting.

Вступ

Відомо [0÷2] що силовий трансформатор займає вагоме місце в енергетичній системі будь-якої держави. Цьому сприяють не тільки технічні причини, але й економічні. Враховуючи це варто зазначити, що від надійності їх роботи залежить в цілому робота енергосистеми, що на пряму залежить від його ресурсу залишкового ресурсу [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Тому підтримання силового трансформатора в справному стані важливе завдання для експлуатуючих підприємств. Разом з тим автори [4] стверджують, що від того як експлуатувати СТ дефекти всерівно будуть мати місце протягом циклу експлуатації СТ враховуючи складність специфіки роботи.

Автори [3] стверджують, якщо нормативна база частотних характеристик, накопичена, то під час визначення технічного стану, можна виконати дослідження СТ, та визначити його технічний стан. Однак з [0], відомо що, ствердження про дійсний стан СТ в Україні обмежено відсутністю нормативної технічної документації.

В даній роботі статті пропонується дослідити значення впливу стрибкоподібного відхилення вимірюваної передатної функції від попередньо отриманої, для підтвердження можливості виявлення пошкодження СТ, на ранній стадії їх розвитку.

Результати досліджень

Так приймаючи рішення щодо подальшої експлуатації чи зміни режиму роботи СТ, експлуатуючі підприємства повинні враховувати ризик виходу з ладу такого активу [2]. Однак проблема визначення ймовірності пошкодження, полягає в тому, що такий показник зазвичай низький, часто це визвано малою кількістю статистичної інформації, яку можна проаналізувати.

Так у ході дослідження, в деяких випадках отриманих АЧХ, наприклад для досліджуваного СТ, за місцем його експлуатації на одній із ФЕС, що розташована на території Хмельницької області, типу ТМГ 1000/10 У1, спостерігались прояви такого явища (рис. 1).

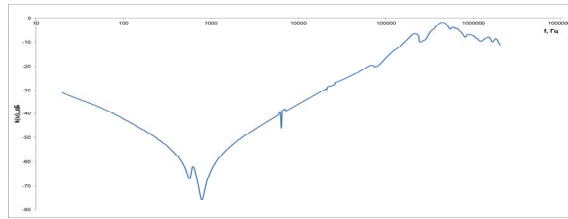


Рис. 1 – Отримана АЧХ СТ під час вимірювань (дослідження фази В)

Так під час, обробітку отриманих результатів на проміжку частоти 6060÷7010 Гц, спостерігався стрибок передатної функції.

Так за (1), визначено середнє значення передатної функції усереднених значень:

$$\overline{k(u)_{yc}} = \frac{\sum_{i=1}^N k(u)_{i/yc}}{N} \quad (1)$$

$$k(u)_{yc} = ((-40,38) + (-40,16) + (-39,95) + (-39,72) + (-39,51) + (-39,29) + (-39,08)) / 7 = -39,7271$$

Наступним кроком за (2) визначено середньоквадратичне відхилення отриманих значень:

$$\sigma = \left\{ \frac{1}{7} \cdot \left[\begin{aligned} &(-39,38 - (-39,7271))^2 + (-39,16 - (-39,7271))^2 + \\ &+ (-68,95 - (-39,7271))^2 + (-38,72 - (-39,7271))^2 + \\ &+ (-38,51 - (-39,7271))^2 + (-38,29 - (-39,7271))^2 + \\ &+ (-38,08 - (-39,7271))^2 \end{aligned} \right] \right\}^{\frac{1}{2}} = 11,095$$

Так користуючись правилом $|k(u) - \overline{k(u)}| > 2\sigma$, при довірчій імовірності $P = 0,95$ вимірювання в таких точках було вилучено із розрахунків. Та прийнято рішення про справний стан СТ.

Однак після проведення повторних вимірювань, та більш ретельного дослідження отриманих АЧХ, стрибкоподібне відхилення частотної характеристики спостерігається, у всіх отриманих АЧХ, під час проведення повторних дослідів. Що, з урахуванням специфіки проведення дослідження АЧХ та [0] може описувати зміну параметрів схеми заміщення обмоток СТ, та описувати стан СТ.

Висновки

1. Досліджено отримані АЧХ СТ типу ТМГ 1000/10 У1, які підтвердили його справний технічний стан. Однак на проміжку частоти 6060÷7010 Гц спостерігались стрибкоподібні відхилення які було вилучено із розрахунків вважаючи їх промахом.

2. Виконано дослідження стану СТ, які показали про радіальне зміщення витків досліджуваного СТ, на ранній стадії розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] RUBANENKO A., LABZUN M., HRYSHCHUK M. DEFINITION DEFECTS OF TRANSFORMER EQUIPMENT USING FREQUENCY DIAGNOSTIC PARAMETERS //НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ" ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ. – 2017. – С. 41.

[2] Martin D. et al. Analysis and mitigation of Australian and New Zealand power transformer failures resulting in fires and explosions //IEEE Electrical Insulation Magazine. – 2019. – Т. 35. – №. 6. – С. 7-14.

[3] RUBANENKO O. Planning of the experiment for the defining of the technical state of the transformer by using amplitude-frequency characteristi / O. RUBANENKO, M. HRYSHCHUK, O. RUBANENKO. // PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY Vol 2020, No 3. – 2020. – С. 119–124 doi:10.15199/48.2020.03.27

[4] Nurmanova, V., Bagheri, M., Zollanvari, A., Aliakhmet, K., Akhmetov, Y., & Gharehpetian, G. B. (2019). A New Transformer FRA Measurement Technique to Reach Smart Interpretation for Inter-Disk Faults. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 34(4), 1508-1519. [8682123]. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2019.2909144>

Гришук Максим — Ph.D, провідний інженер, ТОВ «УКРАЇНСЬКІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОДУКТИ», м. Вінниця e-mail: grishuk.maksim.93@ukr.net

Науковий керівник: **Рубаненко Олександр Євгенійович** — кандидат технічних наук, професор, кафедра ЕСС Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: rubanenckoae@ukr.net