

УДК 621.3

Василевський В.В.¹, Гільов Р.С.², Примиленна Л.В.³, Пазюк К.В.⁴

¹ ст. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. ЕЗ-417 НУ "Запорізька політехніка"

³ студ. гр. ЕЗ-418сп НУ "Запорізька політехніка"

⁴ студ. гр. Е-410ма НУ "Запорізька політехніка"

ОГЛЯД МЕТОДИК ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ХРОМАТОГРАФІЧНОГО АНАЛІЗУ РОЗЧИНЕНИХ У ТРАНСФОРМАТОРНОМУ МАСЛІ ГАЗІВ

Хроматографічний аналіз розчинених в трансформаторному маслі газів (ХАРГ) відноситься до методів неруйнівного контролю та є ефективним інструментом для виявлення дефектів трансформаторного обладнання на ранніх етапах їх розвитку.

Дефекти, які визначаються за допомогою ХАРГ можна розділити на декілька груп – термічні (в свою чергу поділяються на термічні дефекти, що виникають за температури нижче 300°C (T1), в діапазоні температур 300-700°C (T2) і температури вище 700°C (T3)), розряди в ізоляції (часткові розряди (PD), розряди з високої (D1) та низької енергії (D2)) та комбінація розрядних і термічних дефектів [1]. Розглянемо найбільш поширені методи ідентифікації типу дефекту трансформаторного обладнання за вмістом розчинених в маслі газів.

Метод співвідношень Дорненбурга є одним із найстаріших методів інтерпретації ХАРГ, він дозволяє визначити три типи дефектів (термічні дефекти, часткові розряди високої та низької енергії) за допомогою чотирьох співвідношень газів CH_4/H_2 , $\text{C}_2\text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_4$, $\text{C}_2\text{H}_2/\text{CH}_4$ та $\text{C}_2/\text{H}_6/\text{C}_2\text{H}_2$. Для застосування даного методу необхідним є виконання наступної умови: концентрація одного з ключових газів повинна в два рази перевищувати граничне значення L1, задане стандартом. Якщо ця умова виконується тип дефекту визначається за вказаними співвідношеннями газів.

В методі співвідношень Роджерса для визначення характеру дефекту використовуються три співвідношення п'яти газів – CH_4/H_2 , $\text{C}_2\text{H}_4/\text{C}_2\text{H}_6$ та $\text{C}_2\text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_4$. Діапазон значень для кожного із цих співвідношень поділяється на інтервали яким присвоєні певні цифрові коди. Поточний стан трансформатора визначається за комбінацією цифрових кодів всіх трьох співвідношень газів. Для застосування методу достатнім є перевищення концентрації одного з ключових газів деякого граничного значення.

Метод наведених в міжнародному стандарті IEC 60599-2015 використовує ті ж співвідношення газів, що і метод Роджерса. Стандарт IEC 60599-2015 застосовує поняття "типові значення" розчинених у маслі газів замість поняття "граничні концентрації" газів.

Метод Дюваля – графічний метод визначення типу дефекту в якому використовується трикутна діаграма що зображує долю вмісту газів CH_4 , C_2H_4 та C_2H_2 від їх суми ($\text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_4 + \text{C}_2\text{H}_2$). Трикутник Дюваля дає можливість ідентифікувати сім видів дефектів (рис. 1). Для покращення точності методу на даний час запропоновано 6 трикутників Дюваля, які призначені для виявлення дефектів трансформаторного обладнання за різних умов експлуатації та при використанні різних типів трансформаторного масла.

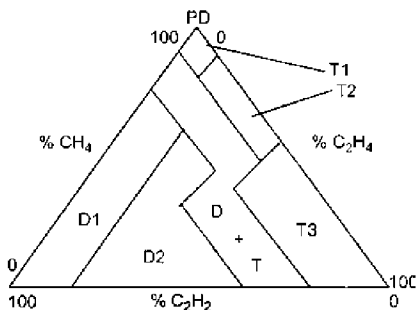


Рисунок 1 – Трикутник Дюваля 1

Серед недоліків методів співвідношень необхідно виділити наявність таких комбінацій концентрацій розчинених у маслі газів, для яких відсутня можливість визначити тип дефекту. Для вирішення цієї проблеми застосовуються зокрема нейронні мережі та моделі із застосуванням нечіткої логіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алексеев, Б.А. Крупные силовые трансформаторы: Контроль состояния в работе и при ревизии [Текст] / Б.А. Алексеев. – М. "НТФ Энергопрогресс", 2010 г. – 88 с.