

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ РОЗПІЗНАВАННІ ПЕРЕГРІВІВ, ЯКІ СУПРОВОДЖУЮТЬСЯ ДУГОВИМИ РОЗРЯДАМИ

О. Шутенко, доц., канд. техн. наук

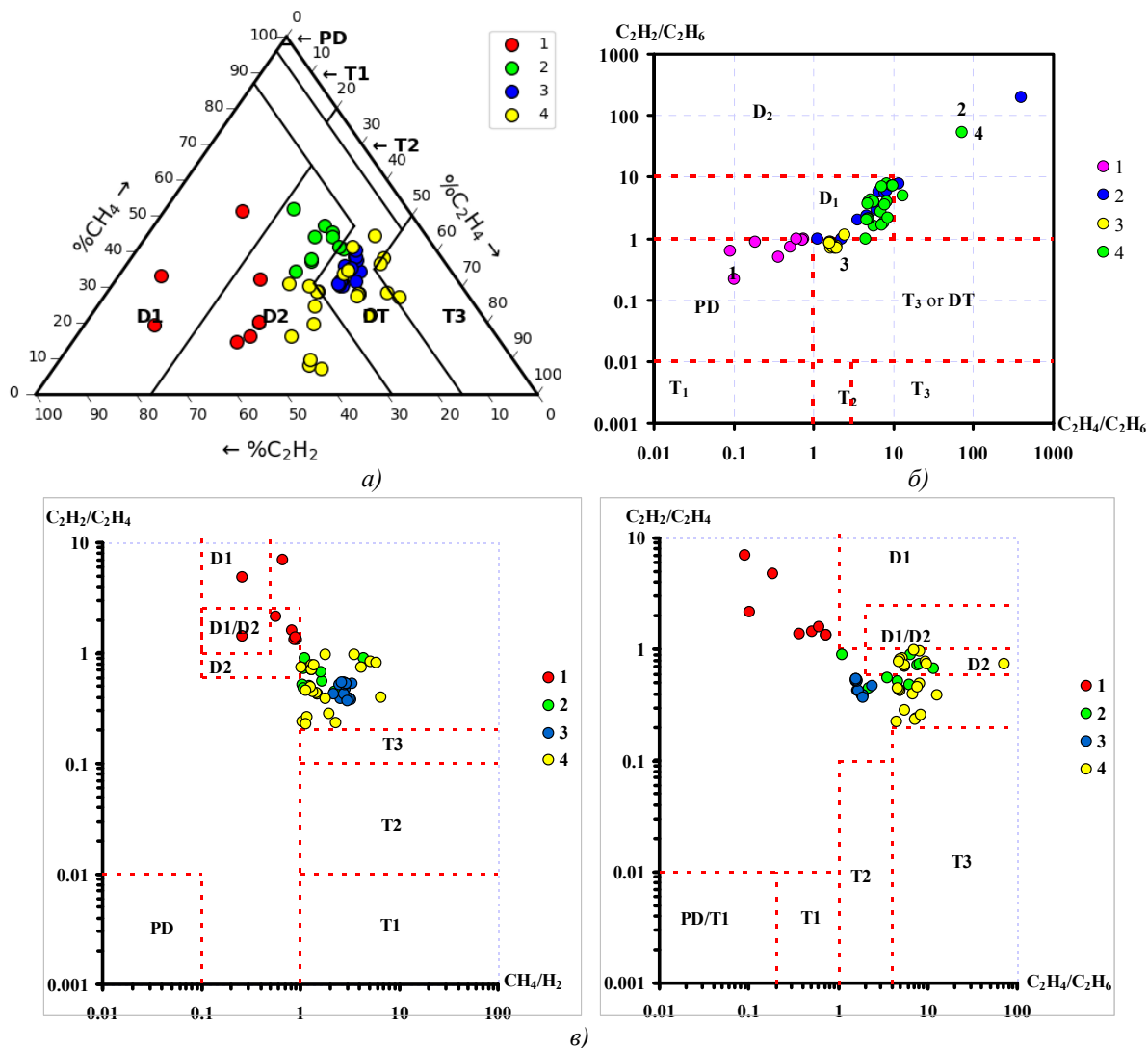
О. Кулик, асп.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Одним із шляхів підвищення експлуатаційної надійності силових трансформаторів, особливо тих, які експлуатуються за межами нормативного терміну служби, є використання найбільш достовірних методів діагностики. Одним із таких методів, що дозволяє не тільки виявляти дефекти маслонаповненого обладнання на ранній стадії, але і розпізнавати їх тип, є аналіз розчинених в маслі газів (АРГ). Критерії і правила, що регламентуються діючими стандартами по інтерпретації результатів АРГ, дозволяють розпізнавати як дефекти електричного типу, так і локальні перегріві. Однак, об'єктивні труднощі виникають при використанні методу АРГ при розпізнаванні так званих комбінованих дефектів, наприклад розрядів, які супроводжуються перегрівом або перегрівом, що переходять у розряди. Враховуючи, що найбільшу небезпеку для ізоляції трансформаторів являють собою дугові розряди, в даній роботі аналізується достовірність розпізнавання перегрівів з різними значеннями температури, які супроводжуються дуговими розрядами, з використанням графічних методів інтерпретації, рекомендованих до використання стандартом ІЕС 60599 [1] і національним стандартом [2]. В якості вихідних даних були використані результати АРГ по 57 трансформаторам, в яких виявлені перегріві в різних діапазонах температур, що супроводжуються дуговими розрядами. За аналогією з [3, 4] результати АРГ були ранжовані за типом дефекту, після чого були розраховані значення відношень газів, які наведені в таблиці 1. Як видно з таблиці значення відношень газів одночасно відповідають як термічним, так і електричним дефектам, що ускладнює їх розпізнавання. Далі для кожного з 57 трансформаторів був поставлений діагноз з використанням трьох графічних методів: трикутника Дюваля, квадрата ЕТРА і прямокутника Дорненбурга. Результати наведені на рис. 1.

Таблиця 1 – Значення відношень газів в трансформаторах з перегрівом, які супроводжуються розрядами з високою щільністю енергії

№	Тип дефекту	$\frac{C_2H_4}{H_2}$	$\frac{C_2H_6}{CH_4}$	$\frac{C_2H_4}{C_2H_6}$	$\frac{C_2H_2}{CH_4}$	$\frac{C_2H_2}{C_2H_6}$	$\frac{C_2H_2}{C_2H_4}$
1	Перегріві з температурою менше 300°C, що переходять у дугу. N=8	0.258-0.92	2.32-4.22	0.102-0.739	0.64-3.58	0.218-0.981	1.32-4.813
2	Перегріві в діапазоні температур 300-500°C що переходять у дугу. N=10	1.09-2.22	0.06-0.9	2.22-12	0.4-0.9	1-7.8	0.45-0.9
3	Перегріві в діапазоні температур 500-700°C що переходять у дугу. N=15	2.2-3.4	0.49-0.95	1.5-2.5	0.39-0.8	0.65-1.15	0.36-0.543
4	Перегріві з температурою вище 700°C, що переходять у дугу. N=24	0.2-0.98	0.14-1.15	4.1-12.95	0.49-4.3	2.5-9.5	0.34-0.98



а – трикутник Дюваля; б – квадрат ЕТРА; в – прямокутник Дорненбурга

Рисунок 1 – Результати діагностики 57 трансформаторів з перегрівом, що переходять у дугу, з використанням різних графічних методів

Виконаний аналіз показав, що найгірші результати забезпечує використання прямокутника Дорненбурга (у всіх 57 випадках відмова від розпізнавання). Використання квадрата ЕТРА забезпечує постановку правильних і частково правильних діагнозів (правильно визначена енергія розрядів) в 31,6% випадків, в решті – був поставлений помилковий діагноз. Найбільше число правильних і частково правильних діагнозів (90%) забезпечує використання трикутника Дюваля. Для підвищення достовірності розпізнавання, разом із трикутником Дюваля, доцільно використовувати значення відношень газів з табл. 1.

Список літератури

1. IEC Publication 60599, Mineral oil-filled electrical equipment in service - Guidance on the interpretation of dissolved and free gases analysis, 2015.
2. СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006: Діагностика маслонаповненого трансформаторного обладнання за результатами хроматографічного аналізу вільних газів, відібраних із газового реле, і газів, розчинених у ізоляційному маслі. – Київ. – 2007.
3. Kulyk O.S., Shutenko O.V. Analysis of Gas Content in Oil-Filled Equipment with Spark Discharges and Discharges with High Energy Density // Transactions on Electrical and Electronic Materials. – 2019. – Volume 20, Issue 5, pp. 437–447. DOI: 10.1007/s42341-019-00124-8