

РОЗПІЗНАВАННЯ ЧАСТКОВИХ РОЗРЯДІВ, ЩО СУПРОВОДЖУЮТЬСЯ НАГРІВАМИ, ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ АНАЛІЗУ РОЗЧИНЕНИХ В МАСЛІ ГАЗІВ

Критерії і норми, що регламентуються у більшості відомих стандартах по інтерпретації результатів аналізу розчинених в маслі газів (АРГ) дозволяють розпізнавати дефекти електричного типу, а саме часткові, іскрові, повзучі і дугові розряди, та дефекти термічного типу – перегріву в діапазоні низьких (до 300°C), середніх (300-700°C) і високих (понад 700°C) температур. У той же час в умовах реальної експлуатації трансформаторів досить часто зустрічаються так звані комбіновані дефекти (наприклад, перегріву, які переходять в розряди, або розряди, які супроводжуються нагріванням). Очевидно, що для таких дефектів значення діагностичних критеріїв, що використовуються для розпізнавання типу дефекту (значення відношень газів, значення відсоткового вмісту газів, значення відношень концентрацій газів до газу з максимальним вмістом), будуть відрізнятися від аналогічних значень, отриманих для трансформаторів з дефектами електричного або термічного типу. Однак, у більшості діючих стандартів і методик фактично відсутні значення критеріїв для розпізнавання комбінованих дефектів.

У даній роботі виконано комплексний аналіз значень діагностичних критеріїв, використовуваних для розпізнавання типу дефектів, для часткових розрядів (ЧР), що супроводжуються перегрівом з різною температурою. Для вирішення даного завдання були використані результати АРГ по 58 високовольтним трансформаторам, в яких були виявлені дані дефекти. На першому етапі досліджень результати АРГ були згруповані з урахуванням відсоткового вмісту і значень відношень газів. В результаті було сформовано 3 масиви даних з близькими значеннями даних критеріїв [1]. Діапазони відсоткового вмісту газів наведені в табл. 1, а значень відношень газів – в табл. 2.

Таблиця 1

Відсотковий вміст газів у трансформаторах з ЧР, що супроводжуються нагрівом

№	Тип дефекту, об'єм вибірки	Вміст газів, %				
		H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂
1	ЧР і перегрів в області низьких температур. N=6	84-90	4-8	3,5-6	2,0-4,0	0-0,9
2	ЧР і перегрів в області низьких температур. N=6	80-95	1-6,5	1,6-9,5	1,0-4,2	0-1,6
3	ЧР і перегрів в області середніх і високих температур. N=46	80-97	0-10	0-4,2	0,1-15	0-5,1

Значення відношень пар газів у високовольних трансформаторах з ЧР, що супроводжуються нагріваними

№	Значення відношень газів					
	CH_4/H_2	$\text{C}_2\text{H}_6/\text{CH}_4$	$\text{C}_2\text{H}_4/\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{C}_2\text{H}_2/\text{CH}_4$	$\text{C}_2\text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{C}_2\text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_4$
1	0,05-0,09	0,642-0,800	0,58-0,75	—	—	—
2	0,01-0,073	1,1-1,94	0,35-0,92	0,08-0,2	0,07-0,14	0,12-0,15
3	0,002-0,094	0,068-1,47	1,05-6,75	0,001-0,58	0,01-1,48	0,009-0,641

Далі для трьох аналізованих масивів були побудовані номограми і графічні області дефектів [2], наведені на рис. 1 (суцільною лінією позначений центр області, що збігається з номограмою дефекту; пунктирними лініями позначені нижня і верхня межі області дефекту).

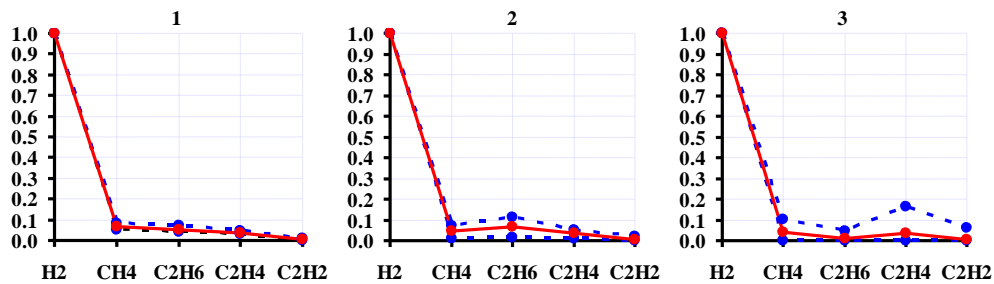


Рисунок 1 – Графічні області, побудовані за результатами АРГ трансформаторів з ЧР, що супроводжуються нагріваними

Аналізуючи значення, наведені в табл. 1 і 2, легко побачити, що і значення відсоткового вмісту газів, і значення відношень газів не відповідають значенням відповідних критеріїв, регламентованих відомими стандартами і методиками по інтерпретації результатів АРГ. Також не регламентовані жодна з номограм дефектів, наведених на рис. 1. Як наслідок, використання традиційних критеріїв для розпізнавання типу дефекту стосовно комбінованих дефектів призводить до постановки помилкових діагнозів. У цьому можна перекопатися проаналізувавши результати діагностики високовольних трансформаторів з ЧР, що супроводжуються нагріваними, з використанням трикутника Дюваля і квадрата ETRA, які наведені на рис. 2

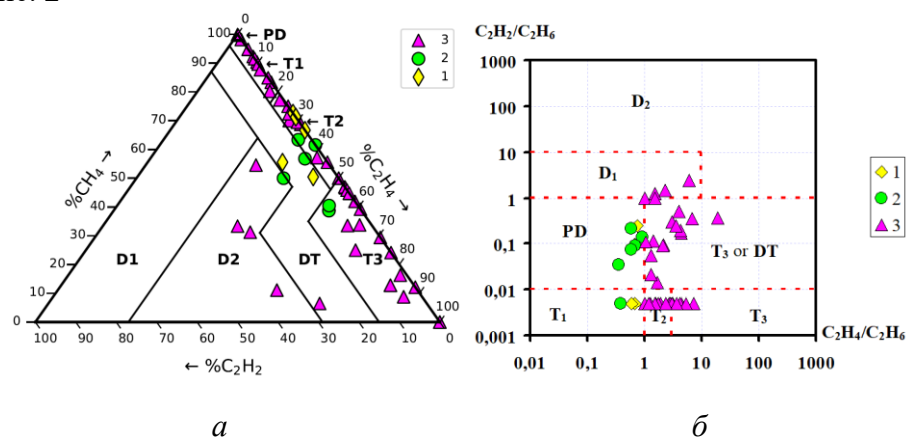


Рисунок 2 – Результати діагностики трансформаторів з ЧР, що супроводжуються нагріваними, з використанням трикутника Дюваля (а) і квадрата ETRA (б)

Отримані в роботі діапазони значень відсоткового вмісту газів, значень відношень газів і побудовані графічні області дозволяють підвищити достовірність розпізнавання ЧР, що супроводжуються нагрівом, за результатами АРГ.

Перелік посилань

1. Shutenko, O. Analysis of Gas Content in Oil-Filled Equipment with Low Energy Density Discharges / O. Shutenko, O. Kulyk // International Journal on Electrical Engineering and Informatics. – 2020. – Vol. 12, № 2. – P. 258-277. DOI: [10.15676/ijeei.2020.12.2.6](https://doi.org/10.15676/ijeei.2020.12.2.6)
2. Shutenko, O. Fault Diagnosis of Power Transformer Using Method of Graphic Images / O. Shutenko, I. Jakovenko // 2017 IEEE International Young Scientists Forum on Applied Physics and Engineering (YSF), Lviv, 17-20 October 2017. – 2017. – P. 66-69. DOI: [10.1109/YSF.2017.8126594](https://doi.org/10.1109/YSF.2017.8126594)