

УДК 621.314.212

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ДЕФЕКТІВ  
ВИСОКОВОЛЬТНОГО МАСЛОНАПОВНЕНОГО ОБЛАДНАННЯ  
З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ НОМОГРАМ****Шутенко О.В.***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Україна, м. Харків*

Чинним в Україні національним стандартом [1] з інтерпретації результатів аналізу розчинених в маслі газів (АРГ) для розпізнавання типу дефекту, на додаток до значень відношень газів, рекомендується до використання метод графічних образів або метод номограм. Метод був запропонований японськими дослідниками [2] на основі практичного досвіду зіставлення фактично виявлених дефектів з концентраціями газів, отриманими за допомогою АРГ. Номограми будуються за концентраціями п'яти газів:  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2$ . Алгоритм побудови графічного образу дефекту наступний:

1) За результатами АРГ серед усіх газів вибирають з найбільшою концентрацією.

2) Визначають величину відношення кожного газу до газу, що має найбільшу концентрацію. Відношення газу з найбільшою концентрацією приймається за 1, відношення інших газів будуть менше 1.

3) Будують графік образу дефекту, на якому по осі абсцис розміщують гази строго в наступному порядку:  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2$ , а по осі ординат відкладають обчислене відношення для кожного з цих газів. Отримані точки з'єднують лінією.

4) Порівнюють отриманий графік з еталонними образами і вибирають той, де досягається максимальний збіг. Цей образ і визначає вид дефекту.

Метод номограм завдяки своїй простоті і наочності набув широкого поширення. Однак істотним недоліком даного методу є обмежений обсяг еталонних номограм, що не завжди дозволяє розпізнати тип дефекту [3]. Особливо це стосується комбінованих дефектів, тобто розрядів, які супроводжуються нагрівом або нагрівів, які супроводжуються розрядами. Як показав виконаний в [4] аналіз, побудовані для комбінованих дефектів номограми представляють із себе суму номограм відповідних дефектів електричного і термічного типу. Наприклад, на рис. 1 а приведена номограма дефекту, побудована за результатами АРГ трансформатора ТРДН-25, напругою 110 кВ в якому при розтині були виявлені часткові розряди, що супроводжуються перегрівом з температурою

менше 300°C. На рис. 1 б і в наведені номограми, що відповідають частковим розрядам (рис. 1 б) і перегрівам з температурою менше 300°C (рис. 1 в). Як видно з рисунку, номограма комбінованого дефекту представляє з себе суму двох номограм, що може бути використано для визначення типу комбінованих дефектів.

Для того щоб оцінити ступінь інтенсивності розрядів для комбінованих дефектів необхідно з координат аналізованої номограми відняти координати номограми, що відповідає передбачуваному перегріву. Отримана в результаті номограма і буде характеризувати інтенсивність розрядів. В якості прикладу на рис. 2 а наведена вихідна номограма, побудована за результатами АРГ трансформатора ТДТН-31,5/110, в якому виявлені перегріви в діапазоні температур 150-300°C і розряди з високою щільністю енергії (рис. 2 а). Номограма на рис. 2 в отримана в результаті віднімання координат номограми, що відповідає перегріву в діапазоні температур 150-300°C (рис. 2 б) з координат вихідної номограми, наведеної на рис. 2 а. Як видно з рис. 2 в, отримана номограма відповідає дугового розряду, що збігається з реальним діагнозом трансформатора.

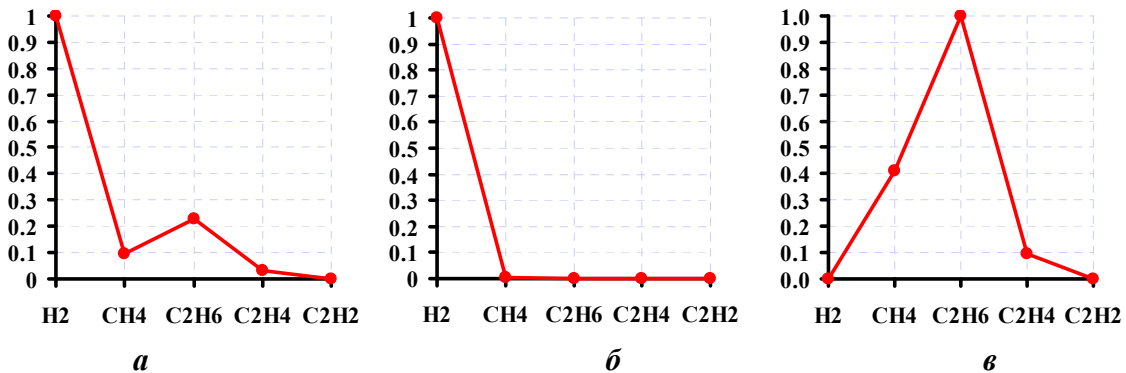


Рисунок 1 – Номограма часткових розрядів, які супроводжуються перегрівом з температурою менше 300°C (а) і вихідні номограми, що відповідають частковим розрядам (б) і перегрівам з температурою менше 300°C (в)

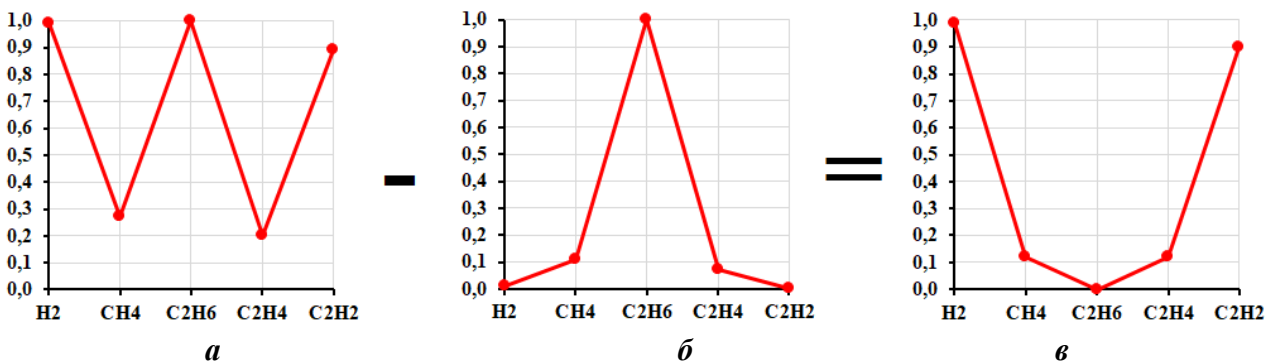


Рисунок 2 – Розпізнавання перегрівів в діапазоні температур 150-300°C, які супроводжуються дуговими розрядами

**Список використаних джерел:**

1. 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.
2. T. Kawamura, N. Kawada, K. Ando, M. Yamaoka, T. Maeda, T. Takatsu, "Analyzing gases dissolved in oil and its application to maintenance of transformers", SIGRE Session. Report 12-05. Paris, 1986;
3. Шутенко О.В. Анализ графических образов, построенных по результатам ХАРГ для высоковольтных силовых трансформаторов с различными типами дефектов / О.В. Шутенко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність – Харків: НТУ «ХПІ». – 2017. – №31 (1253). – С. 97-121.
4. Oleg Shutenko Analysis of gas composition in oil-filled faulty equipment with acetylene as the key gas // Energetika – 2019. – Vol 65, No 1 – pp 21-38; DOI: <https://doi.org/10.6001/energetika.v65i1.3973>

УДК 621.315.626

**МЕТОД РАНЬОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ  
ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВВОДІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ  
ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ В ЧАСІ**

**Шутенко О.В., Загайнова О.А.**

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Україна, м. Харків*

При діагностиці стану ізоляції високовольтного маслонаповненого обладнання важливе значення мають не тільки власні значення показників, за якими виконується оцінка стану обладнання, а й характер зміни даних показників у часі. Наприклад, в роботах [1, 2] розроблено метод раннього виявлення дефектів, що розвиваються, на основі аналізу динаміки зміни концентрацій газів у часі. При цьому даний метод дозволяє не тільки виявляти дефекти до того, як концентрації газів перевищать граничні значення, але і розпізнавати причину газовиділення.

За результатами, наведеними в [3-4], встановлено, що у високовольтних вводах з різним станом має місце не тільки відмінність в чисельному значенні показників ізоляції, що відомо і широко використовується, але і істотна відмінність в динаміці зміни показників у часі, що може бути використано для діагностики стану високовольтних вводів.

Так для справних високовольтних вводів як герметичної, так і негерметичної конструкції характерна практична відсутність значущої систематичної складової в залежностях показників від тривалості експлуатації (відсутність значущої