

СЕКЦІЯ «ЕЛЕКТРИЧНІ І ЕЛЕКТРОННІ АПАРАТИ»

УДК 621.3.048.1

Сахно О.А.¹, Скрупська Л.С.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

МОНІТОРИНГ КОНЦЕНТРАЦІЙ ГАЗІВ, РОЗЧИНЕНИХ У ТРАНСФОРМАТОРНОМУ МАСЛІ, ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБЛАДНАННЯ

Контроль та аналіз концентрацій розчинених у трансформаторному маслі газів (АРГ) є ефективним діагностичним інструментом для визначення поточного технічного стану трансформаторного обладнання. При цьому ефективність цього методу давно доведена, і він активно застосовується службами діагностики як магістральних і розподільних мереж, так і генерувальних підприємств. Періодичний відбір проб на аналіз має низку недоліків:

- вплив людського фактора (правильність відбору, зберігання, транспортування проб, правильність обробки проб та аналізу);
- вплив терміну проведення аналізу (легколетючі гази, наприклад, водень можуть зникати навіть з добре закупореної ємності з пробкою);
- у разі періодичного аналізу завжди є ймовірність несвочасної фіксації розвинення дефекту (особливо враховуючи відомий факт того, що обсяги генерації метану, етилену і етану починають падати після досягнення певних температур в місці дефекту).

У зв'язку з вищезазначеними фактами, в останні 20 років на ринку почали з'являтися прилади для моніторингу (умовно безперервного контролю) концентрацій розчинених в маслі газів. На сьогодні рекомендації щодо оснащення трансформаторів стаціонарними газоаналізаторами викладені в роботах, проте відсутні рекомендації щодо інтерпретації показів таких приладів і пояснення застосовуваних у них методів, а також причин можливих відмінностей від показів лабораторних аналізів.

Метою роботи є дослідження особливостей застосування стаціонарних аналізаторів, з метою ефективного виявлення дефектів, що розвиваються в трансформаторному обладнанні в процесі їхнього використання.

Проаналізовані особливості застосування стаціонарних газоаналізаторів силового маслянаповненого обладнання в магістральних та розподільчих мережах, а також на підприємствах генерації електричної енергії. Досліджена проблема розбіжностей в значеннях концентрацій розчинених в маслі газів, отриманих від стаціонарних газоаналізаторів в режимі безперервного моніторингу та за результатами аналізів проб трансформаторного масла, виконаних лабораторними хроматографами. Проведений порівняльний аналіз

різних принципів вимірювання концентрацій газів, які базуються на двох групах методів: методу хроматографії і методах спектроскопії в інфрачервоному діапазоні за законом Бугера–Ламберта–Бера. Розглянуті особливості застосування, переваги та недоліки основних методів інфрачервоної спектроскопії. Наведено результати лабораторного порівняння аналізу суміші еталонних газів і аналізу газів, отриманих з маслonaповненого трансформаторного обладнання, яке знаходиться в експлуатації, проведеного стаціонарним газоаналізатором і лабораторією. Встановлено, що і лабораторні прилади, і стаціонарні газоаналізатори мають схожі похибки визначення концентрацій газів в підготовлених лабораторних сумішах. Аналізуючи ті самі проби масла, наведені коефіцієнти лінійної регресії, побудованої як функція залежності показів стаціонарного газоаналізатора від показів лабораторного приладу. Зроблені висновки щодо основних причин, які впливають на розбіжність отриманих результатів. Це дозволило визначити доцільність застосування стаціонарних газоаналізаторів, на основі спектроскопії, як пристроїв, що здатні фіксувати тенденцію збільшення концентрацій газів, та приймати рішення щодо позапланових відборів проб масла для лабораторного аналізу на основі їх показів.

Досліджено можливі причини розбіжностей результатів аналізу концентрацій газів, розчинених в маслі, виконаних стаціонарними газоаналізаторами та лабораторними хроматографами. Питання про те, чи потрібно враховувати концентрації, наприклад, пропану (C_3H_8), пропілену (C_4H_6), 1-бутену (C_4H_8) та низки інших газових сполук під час діагностики, вимагає вивчення, позаяк ці сполуки також утворюються внаслідок впливу температурних і дугових процесів в ізоляції обладнання. Для обґрунтованих висновків з цього питання наразі не вистачає експериментальних даних. З досвіду впровадження стаціонарних газоаналізаторів ясно, що покази хроматографів і спектроскопів в експлуатації для того самого зразка масла можуть відрізнятися, особливо для обладнання, що відпрацювало значну частку свого ресурсу. При цьому очевидно, що всі прилади здатні зафіксувати тенденцію погіршення стану обладнання, що і є основним завданням безперервного контролю (моніторингу). Тому, враховуючи переваги режиму моніторингу, застосування таких приладів для запобігання аварійних випадків доцільно. Однак, варто зазначити, що наявні методики інтерпретації результатів аналізу розчинених газів і граничні критерії розроблені для даних, отриманих від лабораторних хроматографів, а не від стаціонарних газоаналізаторів (більше того, не від тих, що працюють на принципі спектроскопії). Якщо робити акцент на необхідності ідентифікації типу дефекту та інтерпретації результатів концентрацій розчинених газів на основі методів, викладених у стандартах, то найправильнішим рішенням буде аналіз зразка масла на лабораторному хроматографі, відібраному за сигналом

від приладу моніторингу. Зауважимо, що в організації моніторингу призначення приладів полягає у відстеженні характеру зміни концентрацій газів, а не в точному їх вимірюванні. Тому, різке підвищення швидкості наростання газів, зафіксоване приладом, є сигналом до позапланового відбору проб для аналізу на лабораторному хроматографі.