

УДК 621.314.21

АНАЛИЗ РАСТВОРЕННОГО ГАЗА В ТРАНСФОРМАТОРНОМ МАСЛЕ

А.А. Гайниев

ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань

almaz-gainiev@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук, доцент О.Е. Куракина

В работе рассмотрен анализ растворенного в трансформаторном масле газа. Выявлены основные виды повреждений, возникающие при повышенной концентрации определенных газов.

Ключевые слова: силовой трансформатор, трансформаторное масло, газовая хроматография.

Безотказная работа силовых трансформаторов имеет важное экономическое значение и обеспечивает безопасность в системах электроснабжения. Для обеспечения надежности необходимо контролировать суммарный эффект тепловых, электрических и механических нагрузок, вызванных в процессе эксплуатации.

Анализ растворенных газов в диэлектрическом масле трансформатора часто является лучшим методом выявления определенных проблем, которые в конечном итоге могут привести к выходу трансформатора из строя. Все трансформаторы при нормальной работе выделяют различные газы [1]. Обнаружение и интерпретация определенных ключевых газов и их количественных соотношений позволяет оператору своевременно выявлять проблемы, способствуя увеличению срока службы трансформатора.

В процессе эксплуатации трансформатор подвергается тепловым и электрическим нагрузкам, из-за разложения трансформаторного масла образуются определенные газы. Для этого теста отбираются небольшие пробы масла с использованием чистого, не содержащего влаги, газонепроницаемого контейнера – обычно шприца из матового стекла объемом 50 мл. Образец масла должен оставаться герметичным, в противном случае в образец могут попасть внешние газы, что приведет к аннулированию результатов испытаний [2].

Для определения содержания этих газов в масле используются вакуумные газоэкстракционные аппараты и газовые хроматографы. В трансформаторном масле обычно встречаются такие газы, как водород (H_2),

метан (CH₄), этан (C₂H₆), этилен (C₂H₄), ацетилен (C₂H₂), окись углерода (CO), диоксид углерода (CO₂), азот (N₂) и кислород (O₂) [3]. Определенные количества и комбинация этих газов указывают на перегрузку, перегрев масла, частичный разряд или образование электрической дуги в трансформаторе.

Как правило, водород и метан образуются в большом количестве, если внутренняя температура силового трансформатора повышается до 150-300°C из-за тепловых перенапряжений. При температуре выше 300°C образуется этилен (C₂H₄). Если во время анализа трансформаторного масла в большом количестве обнаружены окись углерода (CO) и диоксид углерода (CO₂), прогнозируется разложение изоляции.

Частичный разряд или дуга производит в основном водород с небольшими количествами метана и ацетилена. По мере увеличения интенсивности разряда концентрация ацетилена и этилена значительно возрастает.

Неисправности, возникающие в трансформаторном масле при обнаружении определенной концентрации газов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Интерпретация содержания газов в трансформаторном масле

Газ	Нормальная концентрация (<), промилле	Аномальная концентрация (>), промилле	Интерпретация
Водород	150	1500	Частичный разряд, электрическая дуга
Метан	25	80	Искрение
Этан	10	35	Локальный перегрев
Этилен	20	150	Перегрев
Ацетилен	15	70	Электрическая дуга
Окись углерода	500	1000	Перегрев
Диоксид углерода	10	15	Перегрев

Таким образом, анализ растворенных газов в трансформаторном масле позволяет получить результаты, указывающие на конкретный вид повреждения, которое уже возникло или может возникнуть в трансформаторе. Эта информация может использоваться для определения соответствующего плана эксплуатационных мероприятий в отношении конкретного трансформатора.

Источники

1. Исследование неисправностей силовых трансформаторов на основе анализа растворенных в масле газов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://itc-avikon.ru/materials/issledovaniya-neispravnostej-silovyh-transformatorov-na-osnove-analiza-rastvorenyh-v-masle-gazov/> (дата обращения: 06.03.22).
2. Пояснение методов анализа растворенных в масле газов и интерпретации результатов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://itc-avikon.ru/materials/poyasnenie-metodov-analiza-rastvorenyh-v-masle-gazov-i-interpretaczii-rezultatov/> (дата обращения: 06.03.22).
3. Хроматографический анализ растворенных газов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sibenedia.ru/blog/harg> (дата обращения: 06.03.22).