

ской модели, интенсивности объемного изнашивания покрытия, а также изучения треков трения.

Экспериментальным путем было показано, что увеличение скорости скольжения от 0,005 до 0,4 м/с приводит к снижению значения коэффициента трения нитридных покрытий на 20-30%.

Установлено, что при нормальной комнатной температуре, объемная интенсивность износа колеблется в диапазоне от $2,53 \times 10^{-5} \text{ мм}^3/\text{м}$ до $3,77 \times 10^{-5} \text{ мм}^3/\text{м}$. Повышение температуры до испытаний до 300 °С снижает износостойкость покрытий, не более чем на 20% [1, 2]

Полученные результаты позволяют осуществлять обоснованный выбор параметров технологического режима магнетронно-ионного реактивного распыления, обеспечивая заранее заданные свойства покрытия CrN/AlN.

1. Букарев И.М., Жданов А.В. Экспериментальные исследования физико-механических свойств многослойных наноструктурных покрытий // Научно-технический вестник Поволжья, С. 116-118, (2011)
2. Симагина Е.В., Агабеков Ю.В. Повышение работоспособности режущего инструмента с наноструктурными покрытиями // Труды НГТУ им. Р. Г. Алексева, С. 98-103, (2010).

ВЫЯВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА МЕТОДОМ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РАСТВОРЕННЫХ В МАСЛЕ ГАЗОВ

Раскулова А.И., Валеев А.Р., Зиялtdинова Л.Ф.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия

E-mail: lesyaz5300@yandex.ru

DETECTION OF DEFECTS OF THE POWER TRANSFORMER BY THE CHROMATOGRAPHY ANALYSIS METHOD OF THE GASES DISSOLVED IN OIL

Raskulova A.I., Valeev A.R., Ziyaltdinova L.F.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

Annotation. The method of the chromatography analysis of transformer oil which allows to find damages of the high-voltage equipment is considered in article. The interrelation between the gases emitted in oil and characteristic defects of transformers is presented.

В настоящее время для оценки технического состояния силовых трансформаторов применяется анализ трансформаторного масла. Такой способ диагно-

стирования опирается на результаты проведения хроматографического анализа растворенных в масле газов, фуранов и др.

Трансформаторное масло одновременно является диэлектриком и охлаждающей средой. Существенное влияние на свойства масла оказывают вода, растворенные газы, различные примеси и продукты распада изоляции.

Хроматографический анализ растворенных в масле газов позволяет обнаружить повреждения конструктивных узлов электрооборудования. Данный метод основан на газоабсорбционном хроматографическом разделении смеси газов, выделенных из трансформаторного масла с последующим детектированием и регистрацией результатов анализа.

Из-за дефекта изоляции в высоковольтном электрооборудовании твердая и жидкая изоляция разлагаются на углеводороды с образованием легких газов: водорода (H_2), метана (CH_4), ацетилена (C_2H_2), этилена (C_2H_4), этана (C_2H_6), окиси углерода (CO), двуокиси углерода (CO_2), азота (N_2) и кислорода (O_2).

Дефекты электрического характера:

- водород – дуговые, искровые и частичные разряды;
- ацетилен – искровой разряд, электрическая дуга.

Дефекты теплового характера:

- этилен – повышение температуры масла и изоляции свыше $600^\circ C$;
- метан – нагрев масла и изоляции в диапазоне $400 - 600^\circ C$; нагрев, сопровождающийся разрядами;
- этан – нагрев масла и изоляции в диапазоне $300 - 400^\circ C$;
- оксид и диоксид углерода – старение и увлажнение масла, нагрев твердой изоляции.

Диагностика состояния трансформаторов путем хроматографического анализа масла позволяет оценить состояние оборудования без его отключения от работы.

1. Михеев Г.М. Трансформаторное масло: Учеб. пособие. Чебоксары, 2003. 148 с.
2. Голоднов Ю.М.. Контроль за состоянием трансформаторов. – М.: Энергоатомиздат. 1988.
3. Львов М.Ю., Кутлер П.П. Физико-химические методы в практике оценки состояния силовых трансформаторов в условиях эксплуатации: учеб.-метод. пособ. – М.: ИУЭ ГУУ, ВИПК-энерго, ИПК госслужбы, 2003.