

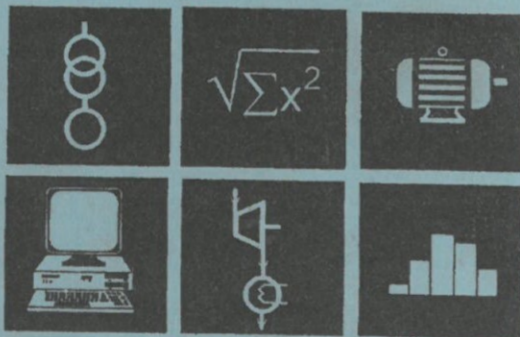
Министерство энергетики Российской Федерации
Петербургский энергетический институт повышения
квалификации

Региональный Совет по диагностике
электрооборудования при Уралэнерго

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выпуск 11

8-10 февраля 2000г., Екатеринбург, Среднеуральская ГРЭС
5-9 июня 2000 г., Санкт-Петербург, ПЭИПК



ЕКАТЕРИНБУРГ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2000

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЛЕКСНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ И РЕВИЗИЙ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Долин А.П., Першина Н.Ф., В.В.Смекалов
(НПО «Техносервис-Электро» – РАО ЕЭС России, Москва)

Основная цель обследования - дать объективную оценку состояния трансформаторов, выявить дефекты оборудования, а также разработать рекомендации по устранению дефектов, проведению ремонтных работ и дальнейшей безаварийной эксплуатации этих электрических машин.

За последние три года на электростанциях и подстанциях обследовано около 200 трансформаторов напряжением 35-500 кВ мощностью от 6300 до 1000000 кВА со сроком эксплуатации от 12 до 55 лет. Обследования проводились в различных регионах России.

При проведении обследований используются традиционные методы (например, измерения изоляционных характеристик обмоток и вводов, омических сопротивлений обмоток, тока и потерь холостого хода, сопротивления короткого замыкания и др.). Однако основной объем работы включает в себя нетрадиционные методы измерений.

В частности, на трансформаторе проводятся следующие работы.

- измерение уровня частичных разрядов (ЧР) под рабочим напряжением с помощью резистивных и индукционных датчиков и проведение локации ЧР и других электрических разрядов акустическими методами;
- вибрационное обследование трансформатора в режиме нагрузки и холостого хода с целью определения состояния прессовки обмоток и магнитопровода, а также виброобследование маслонасосов системы охлаждения для выявления дефектов (в том числе подшипников) на ранней стадии их развития;
- тепловизионное обследование бака трансформатора, вводов, контактных соединений, радиаторов и маслонасосов в режиме нагрузки (а также бака в режиме холостого хода) с целью выявления дефектов, вызывающих аномальный нагрев оборудования (например дефекты в работе системы охлаждения, наличие токов короткозамкнутых контуров, повышенные потери в различных зонах магнитной системы и др.).
- отбор проб масла из бака, вводов и РПН для проведения исследований.

В московской лаборатории проводится широкий спектр химико-физических анализов отобранного масла.

- Хроматографический анализ растворенных в масле газов.

- Определение количества и состава фурановых производных методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.
- Определение влагосодержания масла по методике МЭК кулонометрическим титрованием с реактивом Карла Фишера.
- Измерение тангенса угла диэлектрических потерь и объемной проводимости при различных температурных режимах.
- Контроль фракционного состава и количества загрязнений (механических примесей) в масле по классу промышленной чистоты. Разработанная в НПО "Техносервис-Электро" методика позволяет определить количественные показатели, а также оценить характер загрязнений, срок их образования, а в ряде случаев возможный источник.
- Инфракрасная спектрография масла для определения содержания антиокислительной присадки и ароматических углеводородов.

В результате комплексного обследования заказчику передается отчет, в котором приведены результаты обследования, их анализ, техническое заключение о состоянии трансформатора.

Достоверность результатов диагностических обследований подтверждаются при вскрытиях трансформаторов во время капитальных ремонтов.

В частности, на трансформаторе Т1 Конаковской ГРЭС типа ТДЦГ-360000/220 (зав. №64125) в результате хроматографического анализа масла из бака обнаружено повышенная концентрация и достаточно высокая скорость нарастания H_2 , CH_4 , CO , C_2H_4 , C_2H_6 , C_2H_2 . Измерения выявили наличие источников искровых или дуговых разрядов в магнитной системе с кажущимся разрядом 15-22 нКл. При акустическом обследовании прибором АИР-3, а также Ultraprobe-2000 (США) установлены локальные области повышенной акустической активности в зоне магнитопровода, которые коррелировались с повышенным нагревом бака при тепловизионном обследовании.

При вскрытии активной части точно в зонах акустической активности обнаружены потеря изоляции четырех стяжных шпилек магнитопровода.

Комплексный подход при диагностическом обследовании трансформаторов позволил выявить также такие дефекты, как замыкание тонкого заусенца, торчащего из нижнего ярма магнитопровода, на дно бака (автотрансформатор АТДЦПЦ-120000/220/110, Путкинская ГЭС "Карелэнерго"); обрыв проводников "косы", соединяющей вывод обмотки с высоковольтным вводом (ТД-80000/110, Сакмарская ТЭЦ "Оренбургэнерго"); зашламенение (окислами и нафтенами железа) и увлажнение изоляции обмоток, а также локальное повреждение и прогары изоляции из лакоткани и крепированной бумаги отвода ВН (ТДГ 40500/110, Князегубская ГЭС "Колэнерго"); снижение прессовки обмоток и магнитопровода, а также

электрические разряды у группы недемонтированных транспортных болтов (ТДЦ 200000/220, Яйвинская ГРЭС "Пермьэнерго") и др.

Весьма эффективно комплексное обследование для оценки состояния маслonaполненных вводов. Из обследованных за последние два года примерно, 400 вводов, проработавших более 8 лет, потребовали немедленного вывода из эксплуатации около 10%. В основном отбраковка проводилась по следующим причинам:

- недопустимо высокий уровень ЧР в сочетании с наличием в масле ввода водорода и ацетилена и иногда высоким содержанием свежего металла;

- тангенс угла диэлектрических потерь масла ввода превышал граничные значения, аномальное изменение тангенса угла диэлектрических потерь и удельного объемного сопротивления масла от температуры в сочетании с высокими концентрациями в масле СО и СО₂, а также углеводородов;

- недопустимо высокий класс промышленной чистоты, характеризующийся большим количеством мелких фракций, в сочетании с высоким содержанием водорода в масле ввода.

Выводы. Комплексное диагностическое обследование трансформаторов и их вводов показало:

- высокую эффективность этих работ, которые позволили выявить дефекты на различной стадии их развития (в том числе дефекты, которые не проявляются при традиционных методах контроля);

- обосновать перенос сроков капитального ремонта с целью избежать неоправданных материальных затрат, а также возможного ухудшения состояния изоляции вследствие разгерметизации оборудования;

- избежать ложной браковки оборудования, например, на основании выхода за нормируемые пределы только одного из контролируемых параметров (которые не подтверждаются другими методами диагностического обследования);

- подтвердить возможность дальнейшей нормальной эксплуатации или ввести ограничения режимного характера до устранения выявленных дефектов;

- рекомендовать сроки, объем и методику проведения капитальных ремонтов, а в крайних случаях, замену оборудования;

- разработать перечень рекомендаций по повышению безопасной, безаварийной эксплуатации трансформаторов;

- достоверность результатов обследования подтверждается результатами вскрытия при капитальных ремонтах трансформаторов.