

УДК 621.314.21.004

ДИАГНОСТИКА ТРАНСФОРМАТОРОВ

М.В. Кунцевич

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Трансформатор жабдықтарын диагностикалау бойынша әдістемелік нұсқаулықтарды зерттеу.

Research of methodical instructions on diagnostics of the transformer equipment.

Задачи диагностики: задачами диагностики трансформаторного оборудования являются: выявление дефектов и повреждений, оценка функциональной исправности оборудования, определение возможности продолжения эксплуатации без ремонта, определение объема ремонта в случае его необходимости, оценка остаточного срока службы и мер продления срока службы.

Методология диагностики

Концепция обслуживания оборудования. Обслуживание оборудования по данным периодических испытаний в определенном объеме через определенные промежутки времени (традиционная методология). Обслуживание оборудования по его состоянию с проведением, на базе опыта эксплуатации, наиболее эффективных испытаний, как правило, не требующих отключения оборудования. Обслуживание оборудования по критерию надежности с учетом риска отказа и его последствий, что позволяет оптимально использовать имеющиеся запасы прочности. Обслуживание по результатам функциональной диагностики, направленной на оценку работоспособности отдельных подсистем трансформатора с учетом вероятных дефектов и механизма их развития

до отказа.

Концепция функциональной диагностики.

Данная методология разработана рабочей группой СИГРЭ, прежде всего, для оценки состояния оборудования после длительной эксплуатации, и основана на следующих положениях:

Трансформатор представляется в виде ряда функциональных (под) систем, состояние которых обеспечивает выполнение главных функций: передачу электромагнитной энергии, сохранения электрической прочности изоляции, механической прочности обмоток и целостности токоведущей системы.

Основной системы контроля и диагностики является функциональная модель дефектов, определяющая вероятные дефекты или чувствительные зоны в данной конструкции при данных условиях эксплуатации на базе анализа особенностей конструкции и причин отказов в эксплуатации и, соответственно, цели и задачи диагностики.

Оценка состояния оборудования представляется в форме системы запросов о состоянии его функциональных подсистем с учетом возможного сценария развития дефектного состояния в отказ.

Программа технического обследования концентрируется на выявлении вероятных дефектов путем использования групп методов, характеризующих конкретный дефект.

По меньшей мере, две диагностические процедуры требуются для того, чтобы подтвердить наличие дефекта и оценить его количественно.

Оценка состояния оборудования осуществляется, в основном, в рабочих условиях, особенно в предельных условиях в отношении нагрузки, температуры, напряжения. Данная методология не требует обязательной информации о предшествующих характеристиках, но обязательно требует понимания конструкции оборудования и наличия информации о предшествующих критических режимах. Анализ конструкции является первой процедурой диагностики. Комплексное диагностическое обследование выполняется с целью проверки функциональной работоспособности всех подсистем трансформатора и определения необходимости выполнения капитального ремонта трансформатора.

Приемы диагностики

Сравнение с исходными данными. Сравнение с исходными данными испытаний предпочтительно бездефектного оборудования является наиболее распространенным диагностическим приемом.

Анализ тенденции изменения характеристик. Для многих профилактических испытаний тенденция изменения параметров является ценной дополнительной информацией. Отдельной диагностической

характеристикой является скорость изменения параметра во времени.

Статический метод. Выделяется оборудование, количественное значение характеристик которого попадает в 10- или 5-процентный статистический интервал нормального распределения. Соответственно 90 или 95% выборки относится к нормальному состоянию.

Количественное определение состояния. Модель дефекта. Этот метод является основным в методологии функциональной диагностики. Метод заключается в определении характеристик, свойственных только данному дефекту, и позволяет не только сделать надежный вывод о наличии дефективного состояния, но в ряде случаев и оценить дефектную область количественно.

Ранжирование оборудования по состоянию. Данный метод получает распространение для оценки остаточного срока службы большого числа (группы) трансформаторов после длительной эксплуатации. Он включает количественную градацию признаков возможного состояния, определенных на основании экспертных оценок на базе анализа особенностей конструкции, условий и опыта эксплуатации, особенно видов и причин отказов, а также результатов испытаний. Выявляется оборудование, требующее особого внимания или замены.

Составление модели дефектов. Вероятность возникновения и развития дефекта зависит от особенностей конструкции (исходные запасы прочности, чувствительность к ухудшению в эксплуатации), а также от конкретных условий работы оборудования. Модель дефектов представляет перечень возможных дефектов и повреждений в данном функциональном узле трансформатора и вероятный сценарий развития дефекта вплоть до отказа оборудования.

Анализ конструкции. Анализ конструкции является ключевой процедурой для понимания структуры трансформатора и основных функций его компонентов, оценки чувствительности к возможному ухудшению состояния в процессе эксплуатации, а также определения модели вероятных дефектов, позволяющей оптимизировать программу диагностических испытаний и выбрать наиболее эффективные методы.

Оценка условий эксплуатации оборудования. Оцениваются особенности нормального режима, аномальных, в том числе аварийных, режимов, а также необычные условия эксплуатации.

Диагностические характеристики

Диагностические характеристики, основанные на измерении электромагнитных параметров трансформатора. Возникновение дефектов и повреждений в ряде случаев обуславливает изменение активного и индуктивного сопротивлений обмоток, а также тока и потерь холостого хода, так что электромагнитные параметры трансформатора

могут служить эффективными диагностическими характеристиками.

Определение коэффициента трансформации. Результаты измерения сравниваются с расчетными или паспортными данными. Результаты измерений считаются удовлетворительными, если отклонение значений не превышает 2%.

Измерение тока и потерь холостого хода. Потери и ток холостого хода при номинальном напряжении являются важными характеристиками для контроля качества изготовления, а также требующего расшивки верхнего ярма магнитопровода. При оценке изменения токов холостого хода следует учитывать, что в большинстве случаев дефектное состояние характеризуется различием между значениями токов в крайних фазах или по сравнению с предыдущими измерениями более 10%.

Измерение сопротивления короткого замыкания. Оценку состояния обмоток трансформатора производят путем сравнения измеренных по фазам данных с данными предыдущих измерений. Значение относительного изменения сопротивления КЗ при возникновении деформации обмотки зависит от конструкции трансформатора. Обычно предельное отклонение нормируется на уровне 3%.

Измерение потерь короткого замыкания. Потери от потока рассеяния могут служить эффективной диагностической характеристикой для определения замыкания параллельных проводников в обмотках. Деформация обмотки или ее частей также вызывает существенные изменения потерь. Диагностические возможности измерений потерь от потока рассеяния наиболее эффективно реализованы в методе определения частотной зависимости потерь в диапазоне частот 20-600 Гц.

Измерение сопротивления обмоток постоянному току. Измерение выявляет ухудшение контактов, особенно в местах присоединения отводов к вводам, а также размыкаемых контактов РПН. Возможными дефектами в обмотке могут быть обрыв или замыкание параллельных проводников, лопнувшая пайка (перемежающийся контакт или обрыв). Такие явления обычно приводят к изменению сопротивления на несколько процентов. Перегрев и эрозия контактов вызывает увеличение исходной величины переходного сопротивления в несколько (даже в десятки) раз.

Характеристики изоляции.

Возможность обнаружения дефектов по характеристикам изоляции. Возможности выявления дефектов в различных изоляционных промежутках существенно отличаются.

Тангенс угла диэлектрических потерь и емкость изоляционного промежутка.

Сопротивление изоляции. Наиболее частой причиной изменения R

является загрязнение поверхности крышек вводов, поэтому требуется тщательная предварительная очистка доступных поверхностей, а также применение экранных колец для отвода поверхностных токов из измерительной системы.

Абсорбционные характеристики. К абсорбционным характеристикам изоляции относятся изменения проводимости от времени, емкости от времени и частоты, а также тангенса угла потерь от частоты.

Частичные разряды. Все виды развивающихся повреждений изоляции начинаются с частичных разрядов. Существует три распространенных метода для обнаружения частичных разрядов:

Электрический метод.

Акустический метод.

Электромагнитный метод.

Переходные и частотные характеристики обмоток.

Метод низковольтных импульсов

Метод частотного анализа (МЧА)

Вибрационные характеристики. Целью вибрационного обследования трансформаторного оборудования является оценка состояния механической системы, выявление и последующее устранение дефектов внешних устройств и внутренних систем.

Тепловизионное обследование. Целью тепловизионного обследования является оценка теплового состояния трансформаторного оборудования в рабочем режиме.

Диагностика трансформаторного оборудования под рабочим напряжением. Контроль трансформатора непосредственно в рабочем режиме (мониторинг).

Диагностика состояния посредством измерения характеристик масла. Измерение характеристик масла позволяет контролировать режим работы трансформатора и его состояние.

Вывод: Трансформаторы являются одним из самых распространенных видов электротехнического оборудования. Их можно встретить практически везде: и в миниатюрном радиоприемнике, и на огромной электростанции. В связи с этим актуальным становится проблема продления срока службы трансформаторов и оценка возможности его эксплуатации, увеличение сроков ремонтов и прогнозирование ресурсов безаварийной работы оборудования. Что в условиях рыночной экономики снижает затраты на эксплуатацию и ремонт трансформаторов и обеспечивает бесперебойное снабжение потребителя электроэнергией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лоханин А.К., Соколов В.В. Обеспечение работоспособности маслонеполненного высоковольтного оборудования после расчетного срока службы.- Электра, 2002, №1.
2. РД 34.45.51300-97. Объемы и нормы испытаний электрооборудования.
3. Сенкевич Е.Д., Штерн Е.Н. Диагностика частичных разрядов в моделях трансформаторной изоляции./ электротехника, 1974.
4. РД 153-34.0-46.302-00. Методические указания по диагностике развивающихся дефектов трансформаторного оборудования по результатам хроматографического анализа газов, растворенных в масле.- Москва, 2001.