

УДК621.314.222.6

ОБЗОР МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Макеев В.С. (Индустриальный институт ГВУЗ ДонНТУ),
научный руководитель - Чернышев В.І.

Обосновано сущность методов диагностики силовых трансформаторов, которые обеспечивают возможность продления срока эксплуатации без проведения ремонтных работ, а также оценивают остаточный срок службы трансформатора.

Ключевые слова: силовые трансформаторы, диагностика, мониторинг, ремонт, увлажнение

Силовые трансформаторы являются одним из значимых и капиталоемких элементов энергосистем. Надежность работы электрических сетей, электростанций и энергосистем в значительной степени зависит от надежности работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов, эксплуатируемых на электростанциях и в электрических сетях. Как правило силовые трансформаторы не долговечны, их срок службы составляет 25-30 лет. [1]

Продолжение эксплуатации после предполагаемого расчетного срока службы является общемировой тенденцией. В настоящее время практически во всех странах более интенсивно рассматривается вопрос о продлении срока службы установленного парка трансформаторов. Так, например, основываясь на опыте ремонта трансформаторов электросетевых компаний Германии, следует отметить, что во многих случаях состояние активной части трансформаторов было удовлетворительным и не требовало замены обмоток даже при сроках эксплуатации более 40 лет, что в основном обусловлено сравнительно низким уровнем нагрузки в течение срока эксплуатации.[1]

Целью этой статьи являются выбор методов и средств выявления повреждений и оценки функциональной исправности оборудования для организации планово-предупредительных ремонтов.

Применение диагностических методов дает возможность оценить состояние трансформаторных парков, позволяя тем самым производить ранжирование трансформаторов по состоянию, что, в свою очередь, позволяет снижать затраты на эксплуатацию и ремонт[2,3].

Один из решающих факторов ухудшения изоляции в эксплуатации - увлажнение. Главным источником увлажнения является атмосферная влага, проникающая под действием градиента давления, особенно через ослабленные уплотнения. Старение целлюлозной изоляции также может образовать значительное количество влаги, особенно если изоляция работает при повышенной температуре и значительно изношена. Вследствие медленности процесса диффузии влаги в изоляции трансформатора основная масса влаги по мере проникновения из окружающего воздуха сосредотачивается в основном в тонкой изоляционной структуре, преимущественно барьерной изоляции. Распределение влаги в изоляционной структуре неравномерно. Так, содержание влаги в витковой изоляции существенно ниже, чем в электрокартонных барьерах. Неравномерное распределение влаги в изоляционных деталях сохраняется в течение всего периода эксплуатации трансформатора. Выделяющаяся при старении влага также распределяется неравномерно. При этом происходит ее миграция из участков с наибольшим износом в зоны с низшими значениями температуры. Описанные выше причины обуславливают сложность диагностики степени увлажнения и, таким образом, необходимость применения методов, позволяющих проводить надежную оценку увлажнения изоляции.

Эти проблемы позволяют решать развитие абсорбционного метода с использованием измерения тангенса угла диэлектрических потерь в широком частотном диапазоне(рис. 1)[4] .

Новый метод нашел обширное применение во многих странах мира и используется в качестве одного из основных при оценке состояния бумажно-масляной изоляции. Основными задачами метода являются измерение влажности целлюлозы и проводимости масла.

Трансформаторное масло и твердая изоляция в течение срока службы электрооборудования подвержены процессам естественного старения и износа. Поэтому необходимы периодические отборы проб для анализа и заблаговременного, до возникновения аварийных ситуаций, выявления возможного ухудшения качества изоляции. Скорость естественного старения и износа, ухудшающая параметры изоляционных материалов зависит от нескольких факторов, таких как: тип масла, герметичность системы (доступ воздуха), рабочая температура, содержание воды в изоляции, а также количество и типы загрязнений.

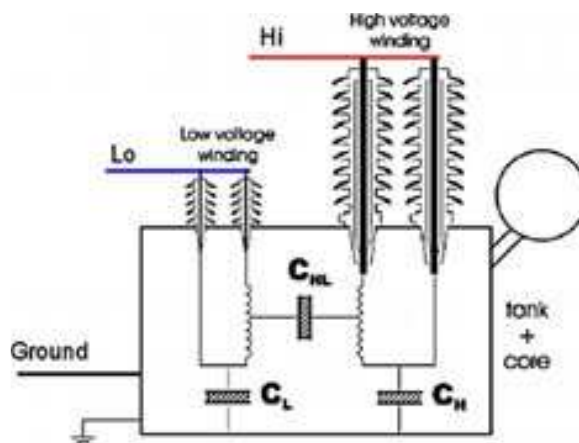


Рисунок 1 – Схема измерения тангенса угла диэлектрических потерь от частоты для трансформатора с двумя обмотками

Анализ изоляционных жидкостей проводится с использованием комплекса физических, химических и электрических тестирований параметров. Физические испытания включают в себя анализ поверхностного натяжения, температуры застывания, относительной плотности, вязкости, цвета и других параметров. Такие параметры, как содержание воды, кислотное число, окисление ингибитора и полихлорированные бифенилы, анализируют с помощью химических тестов. Электротехнические испытания состоят из анализа пробивного напряжения диэлектрика и коэффициента мощности. Есть много других тестов, которые могут быть выполнены, но эти основные, выполняются на регулярной основе. Испытания, перечисленные выше, могут дать информацию собственно о качества масла, но не позволяют обеспечить углубленную диагностическую информацию от условий эксплуатации или здоровью электрических аппаратов. Однако существует методика, которая применяется для анализа трансформаторного масла, и результаты анализа можно использовать для диагностики рабочего состояния электрооборудования. Этот тест проводится по методу «анализ растворенных газов в масле» в основу которого положена газовая хроматография. Этот метод, на сегодняшний день является наиболее востребованным и самым важным диагностическим тестом для анализа трансформаторного масла, поскольку изоляция трансформатора разрушается как от чрезмерного перегрева или перегрузки. Газ, как побочный продукт подобных ситуаций, может указать на причины и условия возникновения повреждений.

При эксплуатации на подстанциях в энергосистемах важна достоверная и эффективная диагностика повреждений трансформаторов для выявления остаточных деформаций после аварийных режимов с наличием ударной составляющей тока короткого замыкания. Основные методы диагностики, чувствительные к появлению остаточных деформаций обмоток трансформаторов, – это метод низковольтных импульсов и измерение сопротивления короткого замыкания. Импульсное дефектографирование, или метод низковольтных импульсов, силовых трансформаторов известно с 1966 г. [5].

В Украине на Запорожтрансформаторе разработана и применяется экспертная система мониторинга, диагностики и мониторинга, диагностики и управления «ЭСМДУ-ТРАНС» [6]. Эта система предназначена для:

- контроля технического состояния трансформаторного оборудования в процессе эксплуатации
- формирования диагностических, предупреждающих и аварийных сообщений
- ведения баз данных
- передачи информации о техническом состоянии оборудования в автоматизированную систему управления (АСУ ТП).

Аппаратное обеспечение ЭСМДУ-ТРАНС имеет 3-х уровневую структуру:

1-й уровень – датчики и первичные преобразователи. На данном уровне осуществляется преобразование измеряемых физических параметров в унифицированные сигналы для передачи данных измерений на уровень 2.

2-й уровень – контроллеры и устройства ввода/вывода. На данном уровне осуществляются обработка сигналов с уровня 1, выполнение расчетов ряда диагностических параметров и формирование

цифровых потоков для передачи информации на уровень 3. Конструктивно размещаются в диагностическом шкафу.

3-й уровень – сервер сбора данных и экспертных оценок. На данном уровне осуществляются сбор и обработка цифровых потоков, ведение архивов, выполнение экспертных оценок, отображение информации на экране монитора и информационная связь со смежными системами более высокого уровня. Конструктивно размещается в шкафу

Проведенный в работе анализ показал, что современное развитие методов технической диагностики силовых трансформаторов позволяет достоверно выявить дефекты конструктивных элементов трансформаторов на ранней стадии их развития. Это в свою очередь позволяет отказаться от системы планово-предупредительных ремонтов и перейти на систему обслуживания трансформаторов «по состоянию».

Литература:

1. Львов М. Ю. Анализ повреждаемости силовых трансформаторов напряжением 110 кВ и выше / ОАО «Холдинг МРСК». Конференция ТРАВЭК. 2009.
2. Яцун М. А. Електричні машини: підручник / М. А. Яцун. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 464 с.
3. Вольдек А. И. Электрические машины: Учебник / А. И. Вольдек. – 2-е издание переработано и дописано. – Л.: Энергия, 1974. – 840 с.
4. Gafvert U., Frimpong G., Fuhr J. Modelling of dielectric measurements on power transformers // Proc. 37th Session "Large High Voltage Electric Systems" (CIGRE), paper 103, P., France, 1998.
5. Хренников А. Ю., Шлегель О. А., Запорожец М. И. Диагностика повреждений силовых трансформаторов, находящихся в эксплуатации на ТЭЦ Волжского автозавода. – Электрические станции, 1994, № 2.
6. <http://ztr.ua/ru/monitoring-system>

УДК 621.65.004.13

ВПЛИВ ОСЬОВОЇ СИЛИ НА ГІДРАВЛІЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗАПРОПОНОВАНОГО ВДОСКОНАЛЕНОГО РОЗВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Мельник О.О. (Індустріальний інститут ДВНЗ ДонНТУ),
науковий керівник – Кондратенко В.Г.

Розглянуто вплив осьової сили на ефективність роботи розвантажувального вузла насосу ЦНС 300-120...600.

Ключові слова: відцентровий шахтний насос, гідравлічний розвантажувальний пристрій, осьова сила.

Досвід експлуатації відцентрових шахтних насосів ЦНС 300-120...600 свідчить про низьку надійність та недовговічність такого відповідального вузла, як гідравлічний розвантажувальний пристрій (рис.1). Швидке зношування деталей розвантажувального пристрою викликає необхідність у їхньому постійному поповненні. У зв'язку з цим шахта залучає інші організації для виготовлення змінних кілець розвантаження. При цьому шахта витрачає додаткові кошти. Отриманий статистичний аналіз роботи насосів ЦНС 300-120...600 в шахтних умовах показав, що час їх експлуатації між двома ремонтами розвантажувального пристрою насоса складає в середньому 63 години. Внаслідок чого теоретичні та експериментальні дослідження та удосконалення дискових розвантажувальних пристроїв шахтних насосів представляють і в теперішній час актуальну наукову задачу, рішення якої має велике практичне значення для вугільної промисловості.

Найбільш вразливими елементами розвантажувального пристрою є розвантажувальні кільця 1 і 2 (рис.1). Нами були проведені дослідження розвантажувального пристрою насоса ЦНС 300-120...600 та запропоновані геометричні розміри вдосконаленого розвантажувального вузла.