

УДК 621.314.21

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ МАСЛОПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

Кудряшов К.А., студент гр. ЭПм-191, I курс

Научный руководитель: Захарова А.Г., д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Электроэнергетика является одной из фундаментальных сфер, влияющих на экономическое развитие любого современного государства. Крупные промышленные производства (угольные разрезы, металлургические заводы, химические комбинаты и др.), единичные города и агломерации – всё их нормальное функционирование связано с надёжным бесперебойным электроснабжением. Обеспечивают данную функцию, сообщая, генерирующие и сетевые компании.

Задача генерирующей компании – получить электроэнергию из ископаемых ресурсов, а задача сетевой – осуществить транспортировку электроэнергии до конечного потребителя. Но так как передача электроэнергии может осуществляться на достаточно большие расстояния (например, Кемеровская область часть своего потребления электроэнергии покрывает за счёт генерации на Саяно-Шушенской ГЭС, которая находится на расстоянии более 400 км от Кемеровской области), то для минимизации потерь, связанных с передачей электроэнергии, необходимо преобразовывать напряжение в более высокое. Для этой цели предназначены силовые трансформаторы.

На работу силовых трансформаторов оказывают влияния внешние воздействия и ненормальные режимы работы энергосистемы. К ним относятся коммутационные и грозовые перенапряжения, которые могут вызвать повреждения главной и межвитковой изоляции, короткие замыкания с их ударными динамическими воздействиями на обмотки, перегрузка по току, длительная работа при повышенном напряжении. Эти воздействия негативно влияют на сохранность узлов трансформатора. Поэтому очень важно регулярно производить диагностику трансформатора на предмет наличия возможных неисправностей, которые в будущем могут привести к аварии и большим денежным затратам. На рисунке представлена конструкция силового трансформатора.

На сегодняшний момент существуют различные способы диагностики трансформаторов [1]:

1. Анализ данных технических архивов, эксплуатационной документации, результатов испытаний и измерений.
2. Хроматографический и физико-химический анализ масла.
3. Тепловизионное обследование оборудования.
4. Определение уровня частичных разрядов в оборудовании двумя методами: электрическим и акустическим.
5. Определение вибрационных характеристик оборудования.

6. Диагностика маслонасосов и системы охлаждения.
7. Диагностика переключающего устройства трансформатора (РПН).

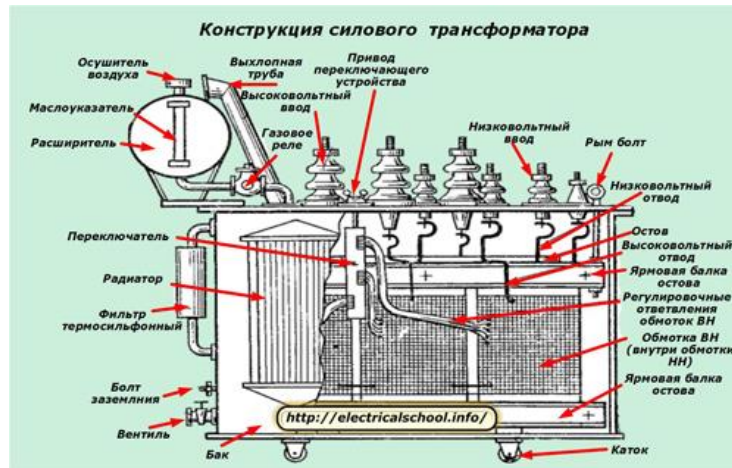


Рис. 1. Конструкция силового маслонаполненного трансформатора

Однако прогресс не стоит на месте и исследования в этом направлении ведутся как в России, так и в зарубежных странах. Большое количество исследований в этом направлении ведётся в Китае. Далее рассмотрим некоторые современные подходы к проведению диагностики силовых трансформаторов.

Учёными из Китая [2] была предложена интегрированная модель принятия решений для оценки состояния трансформаторов. Много-атрибутное принятие решений (MADM), из-за его способности решать информационные проблемы из множества источников, стала довольно эффективным инструментом для оценки технической исправности трансформаторов. В настоящее время процесс аналитической иерархии (АИР) и теория Демпстера – Шафера - два популярных метода решения задач MADM. Тем не менее, эти методы редко учитывают односторонность метода единичного взвешивания и исключительность гипотезы теории Демпстера – Шафера. Чтобы преодолеть эти ограничения, в этой статье вводится новая модель принятия решений, которая объединяет преимущества теории нечетких множеств, теории игр и модифицированную комбинацию доказательств, расширенную на числа D , для оценки технического состояния трансформаторов. Четырехуровневая структура, которая включает в себя три фактора и семнадцать подфакторов, выдвигается для облегчения модели оценки. Модель указывает на следующее: во-первых, теория нечетких множеств используется для получения исходных базовых вероятностных назначений для всех индексов. Во-вторых, субъективные и объективные веса индексов, которые рассчитываются по нечеткой АИР и энтропийный вес, соответственно, интегрируются для генерации комплексных весов на основе теории игр. Наконец, на основе вышеупомянутых двух шагов, измененная комбинация доказательств расширена на числа D , что позволяет избежать ограничения гипотезы исключительности в применении теории Демпстера – Шафера, предлагается для получения окончательных результатов оценки трансформаторов. Тематические исследования приве-

дены для демонстрации предлагаемого процесса моделирования. Результаты показывают эффективность и техническую осуществимость модели при оценке состояния трансформатора.

Второе современное решение связано с нахождением дефектов изоляции [3]. Для проверки потенциальных неисправностей и дефектов изоляции в силовых трансформаторах используется онлайн - мониторинг сверхвысокочастотных частичных разрядов. Однако создание такой системы является ложной задачей из-за широкополосного и высокочастотного диапазона частот частичных разрядов. Существует новый интеллектуальный датчик для онлайн мониторинга частичных разрядов, основанный на уровневом методе сканирования. Датчик может напрямую получать статистические характеристические величины и характеризуется низкой стоимостью.

Ещё одно решение также связано с диагностикой масляно-бумажной изоляции [4]. Данное решение обеспечивает новый способ оценки степени старения бумажной изоляции. Он представляет собой сочетание лазерной рамановской спектроскопии и метода анализа основных компонентов (PCA-SVM), которые позволяют провести более точную оценку состояния изоляции силовых маслонаполненных трансформаторов.

Список литературы

1. ЭнергоСоюзСтрой – Тольяттинский Трансформатор: диагностика силовых трансформаторов как средство предупреждения аварийных ситуаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ess-tt.ru/diagnostika-transformatorov/diagnostika-silovykh-transformatorov.html>, свободный.
2. Sun L., Liu Y., Zhang B., Shang Y., Yuan H., Ma Z. An Integrated Decision-Making Model for Transformer Condition Assessment Using Game Theory and Modified Evidence Combination Extended by D Numbers. *Energies* 2016, 9, 697.
3. Li J., Li X., Du L., Cao M., Qian G. An Intelligent Sensor for the Ultra-High-Frequency Partial Discharge Online Monitoring of Power Transformers. *Energies* 2016, 9, 383.
4. Zou J., Chen W., Wan F., Fan Z., Du L. Raman Spectral Characteristics of Oil-Paper Insulation and Its Application to Ageing Stage Assessment of Oil-Immersed Transformers. *Energies* 2016, 9, 946.