

УДК 621.314

**СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА
АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ
MODERN TRANSFORMER MONITORING SYSTEMS**

Н.А. Сивцов

Научный руководитель – Ю.В. Гавриелок, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

N. Sivtsov

Supervisor – Y. Gavriyelok, Senior Lecturer
Belarusian National Technical University, Minsk

Аннотация: сегодня важно контролировать состояние автотрансформаторов дистанционно. Современный мониторинг обеспечивает непрерывность работы оборудования и снижает экономические потери. В статье мы рассмотрим примеры таких систем и обозначим их важность.

Abstract: today it is important to monitor the condition of autotransformers remotely. Modern monitoring ensures the continuity of equipment operation and reduces economic losses. In this article, we will look at examples of such systems and indicate their importance.

Ключевые слова: автотрансформаторы, технология, контроллер, оптимизация, мониторинг.

Keywords: autotransformers, technology, controller, optimization, monitoring.

Введение

Автотрансформаторы высокого напряжения – одно из самых важных и дорогих устройств в энергосистеме. Следовательно, важно дистанционно контролировать их состояние. Для удовлетворения текущих требований энергокомпаний необходимо постоянно улучшать функциональность систем мониторинга автотрансформаторов. Основной целью использования таких систем также является необходимость обеспечения непрерывности и надежности работы автотрансформаторов, снижение затрат и экономических потерь, связанных с возможными отказами.

Основная часть

Начиная с 2010 года широко используются системы мониторинга автотрансформаторов, которые построены на микропроцессорном контроллере ADAM5000 TCP. Контроллер оснащен тремя аналоговыми платами, каждая с 8 входами, и пятью платами, каждая с 16 цифровыми входами. Это позволяет контролировать до 24 аналоговых сигналов и до 80 цифровых сигналов с помощью микропроцессорного контроллера. Аналоговые сигналы поступают в основном от датчиков температуры и влажности PT100. Цифровые сигналы генерируются различными типами реле защиты и устройствами, расположенными на автотрансформаторе.

После реализации системы мониторинга автотрансформатора, необходимо было модернизировать управление системой охлаждения. При внесении

необходимых изменений был добавлен микропроцессорный контроллер WAGO. Этот контроллер выполняет различные переключения и указывает активную группу излучателей. Цифровой контроллер Qualitrol 509-300 используется в качестве тепловой модели для управления системой охлаждения. Для определения температуры масла в верхней части и обмоток в системе используются датчик PT100. С его помощью измеряется также температура окружающей среды.

Особого внимания заслуживает схема самописца работы РПН. Основным элементом здесь является программируемый контроллер ADAM5510, который собирает аналоговые и двоичные сигналы. Цифровые входы соединены с преобразователем активной и реактивной мощности – Tillquist PQ 400. Потребность в активной и реактивной мощности может быть определена на основе фактических значений от трансформаторов тока и напряжения, установленных в цепях, питающих двигатель устройства РПН. Такая информация должна масштабироваться в стандартном формате 4–20 мА, который может быть записан в контроллере ADAM5510. После получения сигнала о работе переключателя ответвлений контроллер начинает запись, сохраняя значения мощности в кэше. В то же время контроллер записывает текущее положение переключателя ответвлений. После завершения цикла изменения положения переключателя ответвлений контроллер отправляет пакет данных с собранной информацией на сервер для последующего анализа. Это позволяет определить положение, в котором устройство РПН работало чаще всего, какова была текущая нагрузка. Таким образом, можно определить, какие контакты используются чаще всего [2].

Для измерения растворенного водорода в масле использует прибор Calisto. Данные об измеряемых величинах передаются на концентраторы системы мониторинга по стандарту RS485 и протоколу MODBUS RTU.

Опционально система мониторинга может быть укомплектована приборами учета N14 производства компании Lumel. Помимо стандартных измерений токов и напряжений на обеих сторонах автотрансформатора, они позволяют получать такие электрические величины, как: действительная, реактивная и полная мощность, частота.

Сегодня широко применяется стационарная установка HYDROCAL 1005 или HYDROCAL 1008, которая предназначена для непрерывного автоматического измерения объёмной доли газов и воды в трансформаторном масле.

Наличие такой установки существенно упрощает диагностику состояния автотрансформатора, так как наличие водорода непосредственно влияет на неисправность изоляции, а увеличение содержания ацетилена и этилена может привести к перегревам и частичным разрядам.

HYDROCAL дополнительно оснащен цифровыми выходами для выполнения функций управления (например, управление охлаждением системы автотрансформатора).

Принцип действия тонкопленочного датчика для измерения объёмной доли воды в масле основан на изменении электрической емкости конденсатора.

Пространство между пластинами конденсатора заполнено диэлектрическим материалом, сформированным на основе гигроскопической полимерной пленки.

Емкость такого датчика прямо пропорциональна содержанию воды в исследуемой среде.

Принцип действия металл-оксидных датчиков основан на свойстве некоторых оксидов металлов в присутствии водорода менять свои электрические характеристики. При нагреве кристаллов до определенной температуры их поверхность начинает адсорбировать атомы кислорода, в результате чего поверхность кристаллов становится заряженной, что уменьшает ток электронов. При последующем воздействии на поверхность детектора водородом происходит снижение ее потенциала, что значительно повышает проводимость кристалла. Принцип действия инфракрасного газового датчика основан на измерении с помощью светочувствительных сенсоров с определением конкретного газа по длине волны с применением оптического фильтра.

Конструктивно анализаторы трансформаторного масла моделей HYDROCAL 1005 и HYDROCAL 1008 состоят из измерительных и микропроцессорного блоков, масляной камеры, компрессора и насоса, расположенных в едином корпусе. На передней панели расположены дисплей и органы управления анализатором. На задней панели расположены коммуникационные и системные выходы, а также адаптер для подключения анализатора к трансформатору. При подключении к трансформатору без системы охлаждения анализатор размещается на вентиле трансформаторного бака, забор масла обеспечивается входящим в конструкцию прибора насосом. Микропроцессорный блок предназначен для работы всего анализатора, а также для передачи выходной информации во внешние системы контроля. Информация о содержании объемной доли газов (метана, ацетилена, этилена, этана, монооксида углерода, диоксида углерода и водорода) и объемной доли воды отображается на передней панели анализатора.

В последнее время широко используется непрерывная система мониторинга MONTRANO, которая постоянно контролирует диэлектрическое состояние изоляции вводов и внутренних силовых трансформаторов под нагрузкой.

Система регистрирует изменения емкости, рассеиваемой мощности, частичных разрядов и переходных перенапряжений. Это основные индикаторы пробоя изоляции, что может привести к выходу трансформатора из строя. Данные о тенденциях позволяют пользователям быстро обнаруживать негативные тенденции и планировать корректирующие действия на раннем этапе до возникновения сбоев.

MONTRANO может быть реализован в любой момент в течение срока службы автотрансформатора. Модульная конструкция системы позволяет легко настраивать и расширять ее для точного соответствия требованиям мониторинга.

Nortech EasyGrid – может стать прекрасным дополнением к интеллектуальной сети электропередачи. Блок преобразования оптических сигналов предназначен для прямого и точного контроля температуры в реальном масштабе времени с целью управления и максимизации КПД трансформаторов.

EasyGrid обеспечивает получение критически важной информации об уровне теплового напряжения и управлении сроком эксплуатации любого трансформатора или реактора. Большой 7 дюймовый (800 x 480) цветной ЖК-дисплей с сенсорным экраном позволяет контролировать и конфигурировать до 18 каналов и 16 программируемых реле Form-C. Графический интерфейс пользователя обеспечивает легкую настройку по требованиям пользователя. Программа Nortech Client позволяет выполнять полное конфигурирование и текущий контроль состояния вашей системы, а также просмотр записанной информации обо всех данных в реальном масштабе времени на вашем ПК без остановки сбора данных или перегрузки любого файла [1].

Заключение

Таким образом, системы мониторинга не останавливаются в своём развитии. С каждым годом мы получаем более надёжные и удобные для пользования системы, которые позволяют следить как за качеством и состоянием различных элементов автотрансформатора, так и за параметрами другого электрооборудования.

Литература

1. Оптоволоконный монитор FISO Nortech EasyGrid [Электронный ресурс] : Многоканальный оптоволоконный монитор для контроля состояния трансформаторов. – URL : https://www.pergam.by/catalog/electrical_equipment/monitoring_transformers/temperatura-obmotok/fiso-nortech-easygrid.htm. – Дата доступа : 17.04.2021.
2. Система мониторинга автотрансформатора [Электронный ресурс]. – URL : https://www.researchgate.net/publication/318212969_Autotransformer_Monitoring_System. – Дата доступа : 17.04.2021.