

станции. 2005. № 11.С. 69 –75;

4. Шутенко О.В. Комплексный корреляционный анализ показателей качества трансформаторного масла // Вісник НТУ «ХПІ». Харків: НТУ «ХПІ». 2008. №45. С. 156 – 167;

Научный руководитель О. В. Шутенко, кандидат технических наук, доцент кафедры «Передача электрической энергии», Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина, г. Харьков.

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Б.Б. Дымбрылов, А.В. Зубков  
Национальный исследовательский

Томский политехнический университет, Энергетический институт, кафедра  
электроэнергетических систем

В настоящее время во всех областях электроэнергетики происходит активный рост потребления электроэнергии. Увеличение влияния данного экономического фактора на используемое сложное и дорогостоящее трансформаторное оборудование привело к необходимости максимизации использования его ресурса.

Трансформаторное оборудование является ответственным элементом любой электрической сети. На его работу влияют как внешние воздействия (грозовые и коммутационные перенапряжения, повышение рабочего напряжения, сейсмические воздействия, перегрузки и т.д.), так и внутренние дефекты конструкции, образовавшиеся в результате его эксплуатации (выгорание витков вследствие длительно неотключаемых КЗ на стороне НН, перегрев сердечника при возникновении контура КЗ, засорение трубок охладителя, нарушение контактов и т.д.).

Для непрерывного контроля состояния трансформаторного оборудования и нахождения тех или иных дефектов используется множество методов диагностирования. К основным методам можно отнести следующие [1]:

- газохроматический анализ растворенных в масле газов (ГХА);
- измерение и локализация частичных разрядов;
- тепловизионный контроль.

При прохождении производственной практики на подстанции 500 кВ «Пересвет» нами была изучена современная система диагностики трансформаторного оборудования - СУМТО (система управления, мониторинга и диагностики трансформаторного оборудования).

Данная система предназначена для уменьшения рисков возможных отказов дорогостоящего оборудования, сокращения численности обслуживающего персонала и освобождения его от рутинных процедур профилактического контроля.

СУМТО предназначена для решения следующих задач:

- непрерывного измерения, регистрации и отображения основных параметров трансформаторов в нормальных предаварийных и аварийных режимах;
- прогнозирования технического состояния трансформаторов;
- интеграции в АСУ ТП энергообъекта.

СУМТО является системой с иерархичной структурой. В данной структуре можно выделить три характерных уровня [2]:

- сбора данных (датчики);

- обработки полученных показаний датчиков и команд управления (ШУМТ-М);
  - объединения, хранения, визуализации и передачи данных в АСУ ТП.
- Схема структуры СУМТО представлена на рисунке 1.

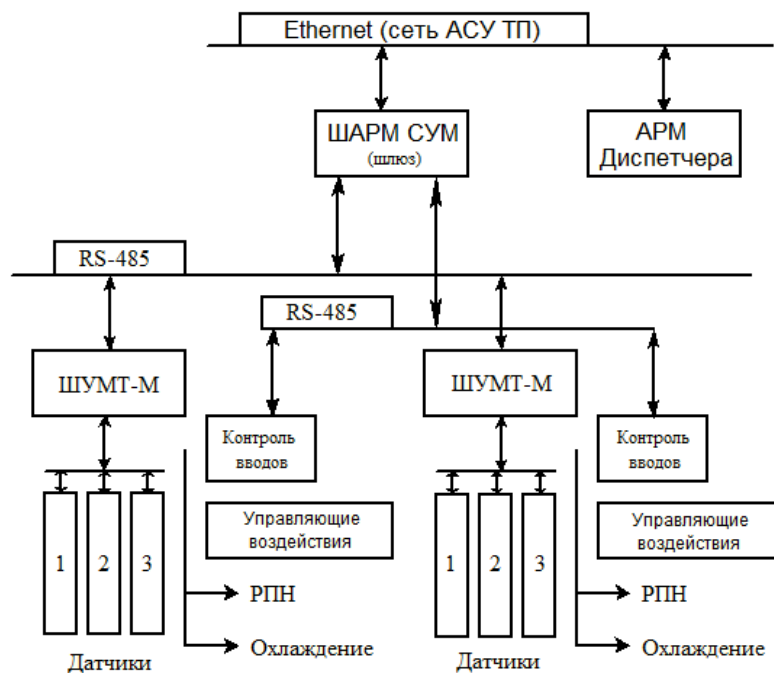


Рис. 1. Схема иерархии СУМТО

Первый уровень включает в себя все технологические защиты, измерительные системы, датчики и другие контролируемые устройства с аналоговым или цифровым входом.

Второй уровень в СУМТО реализован в виде микропроцессорного шкафа управления и мониторинга ШУМТ-М. Данные шкафы устанавливаются непосредственно у каждого бака трансформаторов, автотрансформаторов и реакторов.

Шкафы управления и мониторинга трансформаторного оборудования типа ШУМТ-М0хх, рассмотренные нами в процессе производственной практики, обеспечивают выполнение следующих функций:

- прием температурных сигналов от термометров сопротивления типа “Pt100”;
- прием сигналов от внешних датчиков с аналоговыми выходными сигналами (датчики влажности, температуры обмотки, температуры верхних слоев масла и т.д.) и датчиков с выходным интерфейсом RS-485;
- прием внешних контактных сигналов о состоянии отдельных узлов и агрегатов трансформаторного оборудования;
- контроль тока нейтрали (для АТ);
- дистанционное управление работой РПН и контроль исполнения команд;
- самодиагностика и определение отказавшего узла;
- передача на верхний уровень системы (СУМТО) информации о состоянии системы охлаждения, а также аппаратуры ШУМТ-М0х-хх.

Шкафы ШУМТ-М0х-хх состоят из следующих взаимосвязанных узлов и систем:

1. внутренняя контроллерная сеть (выполнена на базе стандартного последовательного интерфейса RS-485);
2. центральный контроллер управления;
3. система сбора и первичной переработки входной информации (Модули ICP-DAS);
4. система вторичного питания;
5. оптический канал связи с верхним уровнем СУМТО;

6. система приема сигналов от сельсинных датчиков положения РПН фаз А, В, С;
7. система поддержания температуры внутри шкафа;
8. система сервиса и вспомогательное оборудование.

Третий уровень, самый верхний иерархический уровень СУМТО, представляет собой автоматизированное рабочее место оператора (АРМ). Аппаратура данного уровня СУМТО размещается в шкафу автоматизированного места ШАРМ СУМ.

Данные шкафы выполняют ряд следующих функций:

- управление и контроль состояния локальных сетей подсистем мониторинга, управления и диагностики ТО;
- получение диагностических данных, подготовленных устройствами среднего уровня (ШУМТ-М, приборы контроля изоляции и состояния вводов);
- измерение активной и реактивной мощности ТО;
- получение результатов самодиагностики первичных датчиков и ШУМТ-М;
- формирование данных для SCADA системы;
- выполнение в реальном времени расчетных задач.

Шкафы ШАРМ СУМ состоят из следующих узлов и систем:

1. система вторичного электропитания;
2. управляющий промышленный компьютер;
3. система контроля перенапряжения (состоит из плат ППТНЗ, датчиков ДТНМ-01 и блока питания 24 В ДТНМ-01);
4. система контроля и регулирования температуры внутри шкафа (автоматический выключатель, термостат, панель вентиляторов).

Системы управления, мониторинга и диагностики трансформаторного оборудования поставляются в виде пакета программ установленных в промышленные компьютеры шкафа ШАРМ СУМ[2].

Аналитические модели СУМТО представляют собой программный продукт, индивидуально настраиваемый на оборудование каждой подстанции с учетом количества охваченных мониторингом трансформаторов, наличия тех или иных датчиков на обмотках и баке каждого аппарата.

Модели осуществляют первичную обработку показаний установленных датчиков в масштабе реального времени и обеспечивают формирование предупредительного сигнала для оперативного персонала о возникновении недопустимого сочетания (совокупности) условий эксплуатации.

Также в СУМТО реализованы алгоритмы оценки состояния оборудования:

- скорости старения витковой изоляции;
- допустимого уровня перегрузок трансформатора;
- пороговой температуры вероятного образования пузырьков водяного пара при перегрузках;
- эффективности работы системы охлаждения;
- остаточного ресурса РПН;
- эффективности работы системы охлаждения;
- температуры возможного начала процесса конденсации влаги из масла на поверхности изоляции при быстром охлаждении.

Данные встроенные алгоритмы помогают более точно определить состояние диагностируемого трансформаторного оборудования в тот или иной момент времени.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная система управления диагностикой и мониторингом является универсальной, выполняя множество диагностических и расчётных функций и имея простое управление. Применение СУМТО снижает риск отказов дорогостоящего оборудования, уменьшает затраты на необоснованные ремонты и обновления, а также повышает безопасность

рабочего персонала. Следуя из вышперечисленного, также повышается качество энергоснабжения потребителей.

Рассмотренная в ходе производственной практики на ПС "Пересвет" 500 кВ система диагностирования и мониторинга СУМТО, по нашему мнению, позволяет существенно повысить эксплуатационный ресурс всего парка трансформаторного оборудования, используемого на данной подстанции. Она позволяет существенно сократить экономические затраты на эксплуатацию и ремонт.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Алексеев Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов. – М.:Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 216 с.
2. Мордкович А.Г., Туркот В.А., Филиппов А.А., Цфасман Г.М. Система управления, мониторинга и диагностики трансформаторного оборудования СУМТО//ЭЛЕКТРО 2007. №6.С.23-28.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент кафедры электроэнергетических систем ЭНИН ТПУ

## **ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ СБОРА ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ И МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ**

М.И. Валиуллин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

### **Введение**

На сегодняшний день в электроэнергетики используются различные цифровые устройства, такие как микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики, цифровые осциллографы, цифровые измерительные преобразователи и приборы учета электроэнергии. Российская энергосистема достаточно специфична. В первую очередь это связано с использованием как аналоговых так и цифровых устройств разных производителей на нижнем уровне управления и использование зачастую специфичных протоколов обмена. На данный момент в некоторых филиалах СО ЕЭС России используются большое количество протоколов связи, такие как: МЭК 870-5-101, МЭК 870-5-104, DL- 405, Гранит- микро, Компас, Гранит, ТМ-800, МКТ-3, МКТ-2 и т. д.

В странах Западной Европы и Северной Америки в качестве устройств, осуществляющих функции сбора данных, первичной обработки и передачи данных чаще всего используются устройства телемеханики (RTU, RemoteTerminalUnit). При этом обмен данными RTU с интеллектуальными устройствами IED (Intelligent Electronic Devices) производится с использованием стандартных протоколов, в том числе Modbus, МЭК 870-5-101(102, 103, 104), DNP3.0, Profibus, LonTalk, а для связи с верхним уровнем чаще всего применяются высокоскоростные каналы связи с использованием протоколов обмена согласно МЭК 870-5-104, МЭК 61850, DNP3.0.

Согласно технической документации фирм производителей ряд микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики (Protection IED или сокращенно PIED) наряду с выполнением основных функций, могут выполнять функции устройств телемеханики и измерительных устройств, регистраторов аварийных событий и процессов, учета электроэнергии и измерения показателей качества электрической энергии. При этом точность измерений достигается использованием измерительных трансформаторов тока на базе катушек Роговского, а также оптических преобразователей (трансформаторов) тока и