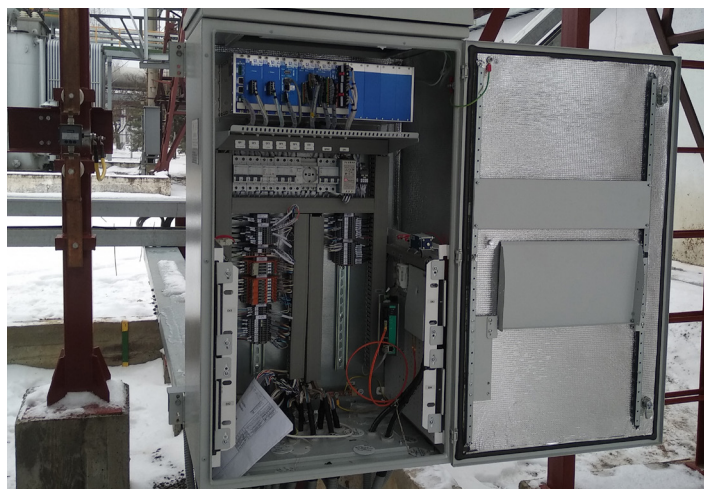


СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



Система мониторинга и диагностирования трансформаторного оборудования СМТО предназначена для непрерывного измерения, регистрации, отображения и сигнализации состояния основных параметров трансформаторного оборудования, в том числе в предаварийных и аварийных режимах в процессе эксплуатации, а также оценки и прогнозирования технического состояния трансформаторного оборудования с помощью математических моделей.

Система СМТО выполняет следующие функции:

- прием, обработку и передачу на верхний уровень диспетчерского управления диагностической информации о состоянии контролируемого оборудования;
- непрерывный расчет важнейших параметров трансформаторного оборудования, недоступных для измерения;
- постоянный контроль значений измеряемых параметров и выдачу предупредительных сигналов о выходе значений параметров за допустимые пределы на щит управления энергообъектом;
- прогнозирование состояния трансформаторного оборудования;
- ведение краткосрочных и долговременных архивов в специализированных базах данных, формирование истории для каждого компонента электрических сетей.

Система СМТО позволяет интегрировать существующее трансформаторное оборудование в микропроцессорные системы РЗА и АСУ ТП как на традиционных, так и на цифровых подстанциях нового поколения благодаря поддержке стандартных и современных протоколов связи, а также наличию различных интерфейсов для приема информации от датчиков и систем отечественных и зарубежных производителей.

Структура и компоненты СМТО

В построение СМТО заложен принцип открытой архитектуры, что позволяет изменять конфигурацию системы и наращивать объем выполняемых функций по мере подключения нового оборудования или оснащения контролируемого оборудования дополнительными датчиками.

Уровень I. Первичные датчики

СМТО принимает сигналы от датчиков разных типов с различными видами интерфейсов и протоколов:

- аналоговые («токовая петля» 4..20 мА, 0..5 В, RTD, ЧИМ и ШИМ-сигналы);
- контактные («сухой» контакт или запитанные потенциалом до 220 В постоянного тока);
- цифровые (поддерживаются протоколы связи Modbus ASCII, Modbus RTU, МЭК 60870-5-10х, МЭК 61850).

Уровень II. Шкаф мониторинга и диагностирования ШУМТ-М. *Нижний уровень СМТО*

Микропроцессорные шкафы ШУМТ-М устанавливаются непосредственно у каждого бака трансформаторного оборудования и выполняют:

- сбор и преобразование информации, полученной от первичных датчиков и приборов, в цифровой вид;
- расчет технических показателей работы и состояния трансформаторного оборудования на базе математических моделей;
- накопление архивов, ведение баз данных;
- передачи информации на верхний уровень системы по стандартным и специализированным промышленным протоколам связи;
- возможность прямой интеграции в АСУ ТП;
- удаленный доступ, конфигурирование и обновление программного обеспечения.



Шкаф ШУМТ-М на базе контроллера АВ-ТУК

Уровень III. Автоматизированное рабочее место ШАРМ СУМ. *Верхний уровень СМТО*

ШАРМ СУМ является сервером локальных вычислительных сетей СМТО, автоматизированным рабочим местом и централизованным шлюзом для интеграции в АСУ ТП объекта.

Шкаф обеспечивает оператора основной диагностической информацией о контролируемом трансформаторном оборудовании. ШАРМ СУМ содержит промышленный сервер с резервированными жесткими и твердотельными дисками, источник бесперебойного питания и человеко-машинный интерфейс. Компьютер подключен к шкафам нижнего уровня СМТО волоконно-оптической линией цифровой связи. Типовая схема СМТО может работать в автономном режиме, либо быть интегрирована в существующую АСУ ТП предприятия.



Шкафы ШАРМ СУМ

Система мониторинга и диагностирования трансформаторного оборудования СМТО полностью удовлетворяет концепции построения цифровых подстанций и имеет для интеграции с АСУ ТП современные протоколы связи: МЭК 60870-5-104 и МЭК 61850, поддерживается также работа по OPC-интерфейсу.

Система СМТО включает аналитические модели, обеспечивающие первичную обработку информации от датчиков в масштабе реального времени, формирование картины текущего состояния, а также прогнозирование остаточного ресурса контролируемых аппаратов. В основу аналитических моделей положены требования ГОСТ и документов МЭК, информация из открытых публикаций, а также результаты исследований специалистов компании.

Контроль теплового состояния трансформаторного оборудования

- Контроль температуры верхних и нижних слоев масла;
- Контроль температуры масла на входе и выходе охладителей;
- Контроль температуры обмотки;
- Постоянный расчет температуры наиболее нагретой точки обмотки по МЭК 60076-7;
- Расчет нагрузочной способности трансформатора по ГОСТ 14209-97 (МЭК 354-91), МЭК 60076-7, МЭК 60076-2, в том числе, определение времени возможной работы до достижения предельных параметров при текущей нагрузке и схеме работы системы охлаждения;
- Расчет допустимых величин и времени перегрузки без сокращения общего срока службы трансформаторного оборудования;
- Контроль температуры масла в баке РПН, Расчет перепада температур масла в основном баке и баке контактора РПН;
- Контроль температуры окружающего воздуха.

Контроль электрических параметров режима работы

- Контроль фазных токов и напряжений;
- Постоянный расчет активной, реактивной и полной мощности, $\cos \phi$ по стороне контролируемого объекта
- Анализ и регистрация временных повышений напряжения на сторонах 110 кВ и выше в соответствии с требованиями ГОСТ 1516.3-96. Определение количества повышений напряжения за текущий год.

Контроль устройства РПН

- Контроль текущего номера отпайки РПН, определение количества переключений РПН за календарно отработанное время;
- Контроль тока или мощности привода РПН, анализ максимального момента (мощности, тока) во время переключения РПН;
- Контроль длительности переключения РПН;
- Определение относительного механического износа и остаточного ресурса контактов за календарно отработанное время и сравнение со значением, заданным производителем РПН;
- Определение относительного электрического износа и остаточного ресурса контактов за календарно отработанное время, выявление отклонений от заданной производителем диаграммы переключения РПН;
- Формирование сигнализации о запрете переключения РПН при низких температурах масла/окружающего воздуха, контроль застывания РПН.

Контроль срабатывания технологических защит

- Контроль срабатывания газового реле, указателя уровня масла в расширителе бака трансформатора и РПН, предохранительного клапана, отсечного клапана, струйного реле защиты РПН.

Контроль системы охлаждения

- Контроль состояния системы охлаждения по сигналам от шкафа управления охлаждением;
- Непрерывный контроль режима работы системы охлаждения (уровней охлаждения), электродвигателей маслонасосов и вентиляторов;
- Контроль наличия потока масла в охладителя;
- Вычисление количества пусков и отработанных моточасов двигателей системы охлаждения.

Контроль основной изоляции и изоляции высоковольтных вводов

- Контроль газосодержания (до 9 газов: H_2 , CO , CH_4 , C_2H_2 , C_2H_4 , C_2H_6 , CO_2 , O_2 , N_2) и влагосодержания масла;
- Анализ растворенных газов в масле. Определение возможного наличия дефектов по граничному (предельно допустимому) уровню газов и их скорости роста. Определение возможных дефектов по расчету соотношений газов, растворенных в масле (РД 153-34.0-46.302-00, метод Роджерса, метод Доренбурга, треугольник Дюваля);
- Определение содержания влаги в изоляции (масло и бумага). Преобразование данных относительного влагосодержания масла в абсолютное. Расчет влагосодержания твердой изоляции в местах перегрева;
- Определение температуры закипания и запаса по температуре закипания масла. Определение температуры конденсации влаги;
- Расчет физически отработанного времени, календарно отработанного времени, относительной скорости термического износа изоляции, относительного износа изоляции за календарно отработанное время;
- Расчет старения изоляции, прогноз старения и общего износа изоляции по ГОСТ 14209-97 (МЭК 354-91), МЭК 60076-7;
- Оценка состояния основной изоляции высоковольтных вводов. Расчет параметров и оперативное диагностирование состояния основной изоляции высоковольтных вводов: тангенс угла диэлектрических потерь $tg\delta$, емкость C и их изменения;
- Определение характеристик частичных разрядов: длительности сигналов частичных разрядов (ЧР), измерение максимального значения ЧР, вычисление максимальной гармонической составляющей ЧР.

Определение ресурсных параметров трансформаторного оборудования

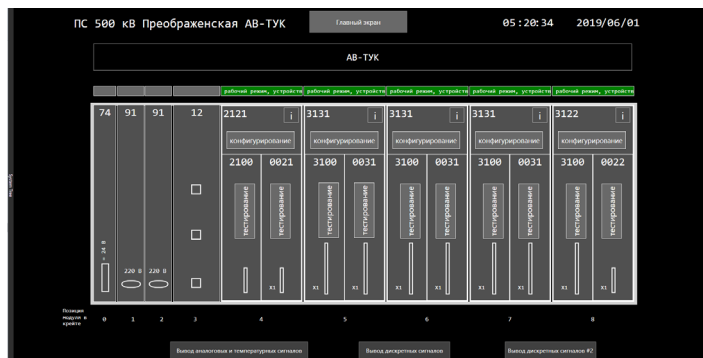
- Вычисление отработанного ресурса, подсчет остаточного ресурса и прогнозирование срока службы трансформаторного оборудования в режиме реального времени;
- Комплексная оценка состояния оборудования в «текущий» момент эксплуатации.

Дополнительные функции и математические модели СМТО

- Формирование экспертных оценок и прогнозов технического состояния оборудования на основе расчетных моделей в режиме реального времени;
- Визуализация диагностической и экспертной информации в SCADA-системе на дисплее автоматизированного рабочего места оператора;
- Регистрация информации о нормальных, предаварийных и аварийных событиях;
- Запись и хранение полученной информации в течение всего периода эксплуатации оборудования;
- Формирование сигналов предупредительной и аварийной сигнализации по всем контролируемым параметрам;
- Ведение резервных копий архивов данных;
- Возможность удаленного контроля оперативных данных и работы с архивными данными;
- Выдача обобщенной релейной сигнализации по состоянию контролируемого оборудования и оборудования системы мониторинга;
- Синхронизация единого времени от СОЕВ по протоколу NTP или SNTP или от собственной аппаратуры GPS/ГЛОНАСС;
- Самодиагностика программно-аппаратных средств;
- Передача информации в систему централизованного хранения;
- Представление данных и в информационный центр заказчика по стандартным промышленным протоколам связи (в том числе, МЭК 60870-5-104 и МЭК 61850).

Программное обеспечение СМТО

Система СМТО поставляется с лицензионной операционной системой, системой управления базами данных, пакетом программ **SCADA SONICA**, драйверами и сервисными программами, установленными в промышленном сервере шкафа ШАРМ СУМ. Автоматизированный вычислительный типовой управляющий контроллер АВ-ТУК, на базе которого построен шкаф ШУМТ-М, содержит встроенное фирменное программное обеспечение модулей ввода-вывода, а также выполненную с помощью **SCADA SONICA** конфигурацию процессорного модуля контроллера АВ-ТУК. Визуализация рассчитанных параметров, конфигурирование аналитических моделей и уставок срабатывания сигнализации осуществляется с рабочего места шкафа ШАРМ СУМ или по удаленному каналу связи с контроллером АВ-ТУК.



Система информационных экранов СМТО обеспечивает получение диспетчером технологической информации о режимах работы всего оборудования, охваченного системой мониторинга, а также детальной информации о текущих параметрах каждой отдельной единицы. Экспресс-обработка этой информации позволяет снизить риски возникновения аварийных ситуаций, повысить эффективность и оперативность оценки состояния оборудования.

