

СИГМА

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ (АСМД)

Высоковольтное оборудование занимает особое место в электроэнергетике. Ему принадлежит основная роль в выработке и транспортировке электроэнергии. Высокая эксплуатационная надежность электрооборудования создает благоприятные условия для решения социально-экономических проблем целых регионов.

Отсюда ставится важная задача – обеспечить такое оборудование эффективными методами контроля технического состояния.

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ РЕГЛАМЕНТИРОВАНО РД.34.45-51.300-97. ОБЪЕМ И НОРМЫ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ» И ПТЭЭП.

Однако существующие методы имеют существенные недостатки:

- Большие периоды между испытаниями, нет возможности контролировать быстроразвивающиеся дефекты;
- Необходимость вывода оборудования из рабочего режима; Коммутации, которые являются крайне неудовлетворительными для технического состояния оборудования, так как способствуют образованию микродефектов, не выявляемых вначале, но развивающихся далее в эксплуатационных условиях;
- Методы ориентированы на оборудование, не выработавшее свой заявленный срок службы; как бы то ни было, реалии таковы, что имеется большой парк оборудования, выработавшего свой расчетный срок эксплуатации;
- Необходимость проведения дорогостоящих комплексных испытаний и ремонтов оборудования, находящегося в полностью исправном техническом состоянии.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ:

- измерение характеристик частичных разрядов (ЧР);
- тепловизионный осмотр;
- вибродиагностика;
- хроматографический анализ масла.

Так же сейчас создаются экспертные системы оценки технического состояния на основе данных по регламентным испытаниям электрооборудования. Это такие системы, как ЭДИС «Альбатрос», Insite (Double Engineering).

Современные тенденции развития энергосистемы РФ диктуют необходимость отказа от планово-предупредительного обслуживания энергетического оборудования и переход на обслуживание по реальному техническому состоянию.

Для обеспечения требуемого уровня надежности оборудования методика определения технического состояния должна включать в себя комплексную оценку определенного числа параметров, характеризующих реальное состояние объекта диагностирования. В настоящее время мировая тенденция в диагностировании направлена на применение неразрушающих методов испытания и процесс определения технического состояния должен быть в режиме мониторинга под рабочим напряжением.



Учитывая необходимость применения более эффективного способа контроля, нашей компанией была разработана система СИГМА, автоматизированная система мониторинга и диагностики (АСМД) высоковольтного оборудования, которая позволяет получать комплекс диагностических параметров и на основании их анализа проводить оценку технического состояния объекта в режиме мониторинга под рабочим напряжением. Система контроля обеспечивает диагностирование одного или одновременно нескольких контролируемых объектов в автоматическом режиме под рабочим напряжением. Измерение и регистрацию диагностических параметров система производит с частотой, позволяющей определять изменение свойств составных частей контролируемых объектов, и в темпе технологического процесса контроля представляет заключение об их техническом состоянии.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ «СИГМА» ОБЕСПЕЧИВАЕТ

- Получение заключения о реальном техническом состоянии оборудования на основе измеряемых диагностических параметров (характеристики ЧР, температура, концентрация растворенных газов в масле, режимные параметры объекта и т.д.) и их анализа;
- Своевременное выявление опасных для оборудования дефектов;
- Оптимизацию режимов эксплуатации оборудования в соответствии с их техническим состоянием;
- Изменение структуры и уменьшение объема ремонтных работ, снижение расходов на проведение ремонтов контролируемого оборудования.

ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

- Значение и величина частичных разрядов в каждой фазе ВН силового трансформатора;
- Температура верхних слоев масла в баке трансформатора;
- Уровень масла в баке трансформатора;
- Измерение температуры обмоток;
- Измерение режимных параметров (ток, напряжение) по каждой фазе трансформатора;
- Характеристики работы РПН (уровень масла, положение, ток двигателя привода);
- Раздельное содержание горючих газов в масле бака трансформатора;
- Содержание воды в масле бака трансформатора;
- Измерение режимных параметров (ток) двигателей системы охлаждения.

ДЛЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

- Значение и величина частичных разрядов в каждой фазе КЛ;
- Температура соединительных муфт КЛ;
- Температура вдоль всей длины КЛ;
- Измерение режимных параметров (ток, напряжение) по каждой фазе КЛ.

ТРЕХУРОВНЕВАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА

Разработанная система представляет собой единую иерархическую трехуровневую распределённую систему измерения, преобразования, передачи и обработки диагностических параметров. Система работает в реальном времени в темпе протекания технологического процесса.

На рисунке 19 представлена упрощенная структура системы. Объектами диагностирования, в данном примере, являются: 2 силовых трансформатора (Т1, Т2) и кабельная линия (КЛ). Верхний уровень является общим для всех объектов диагностирования.

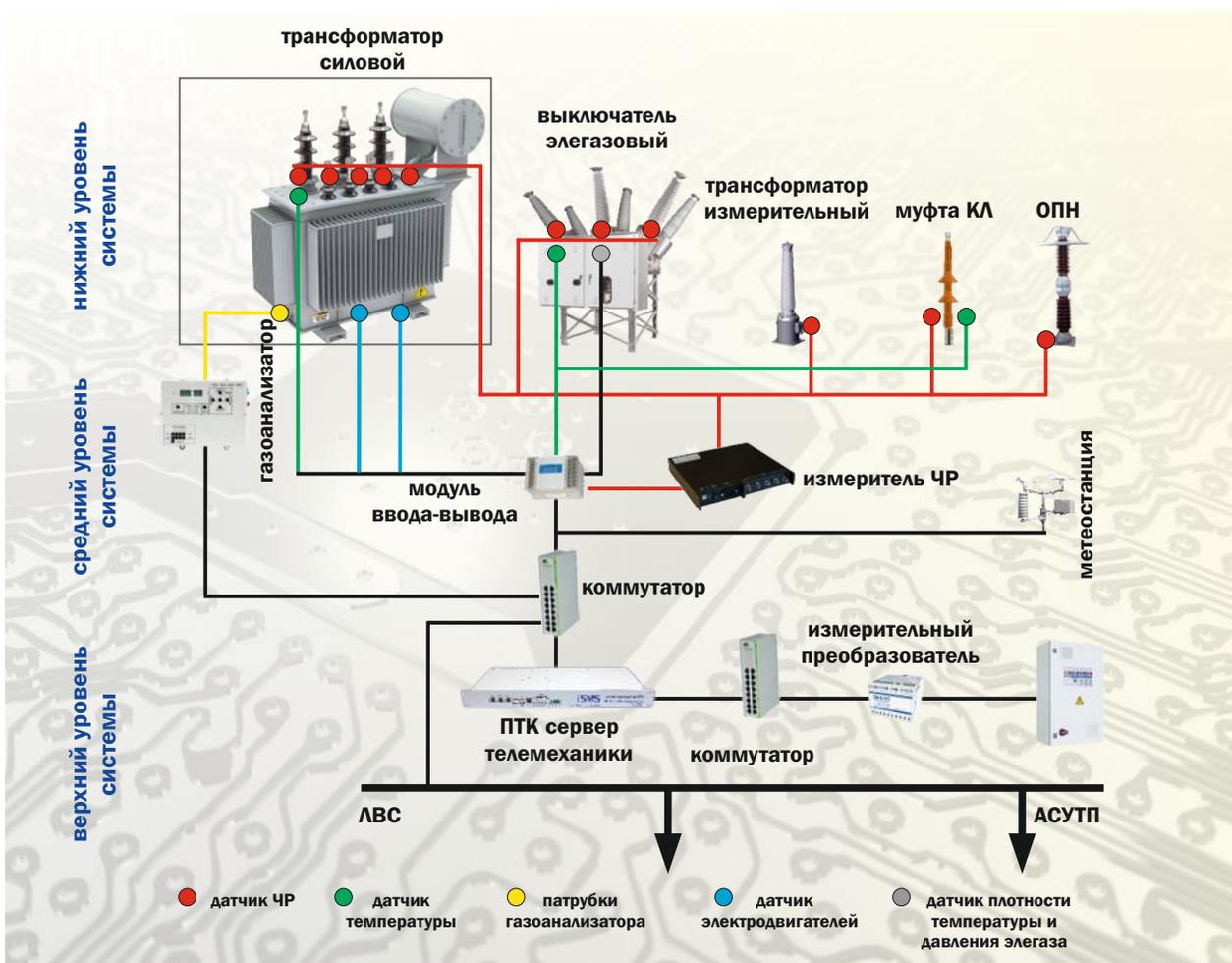


Рис. 19 - Упрощенная структура системы диагностики

НИЖНИЙ УРОВЕНЬ

Определение значений данных нижнего уровня обеспечивается с помощью датчиков ЧР, датчиков температуры, трансформаторов тока и напряжения, датчиков положения РПН трансформатор. Датчики для определения технического состояния КЛ1, устанавливаются на концевую муфту кабеля. Такая установка датчиков возможна для КЛ небольшой длины (до 300 м), при больших расстояниях датчики ЧР и температуры устанавливаются по всей длине кабеля (через 600 м).

Наряду с устанавливаемыми датчиками, могут быть использованы данные с существующей системы сбора диагностируемых параметров.

СРЕДНИЙ УРОВЕНЬ

- обработка и анализ сигналов с датчиков нижнего уровня;

- передача результатов обработки на верхний уровень по стандартным протоколам.

ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ

- Обработка и анализ сигналов с приборов среднего уровня;

- передача результатов обработки на АРМ инженера;

- определение технического состояния объектов диагностирования;

- ведение журнала событий;

- расчет степени опасности дефекта;

- контроль работоспособности устройств среднего и нижнего уровня;

- ведение архивов работы системы;

- предоставление регламентированного доступа к данным и управлению.

Система может расширяться за счет подключения (на нижнем и среднем уровнях) других датчиков, модулей дискретного и аналогового ввода/вывода, цифровых измерителей параметров электрической сети и других устройств, использующих стандартные протоколы связи (Modbus, МЭК 101/104 и др.).

На рис. 20,21 представлены примеры визуализации результатов мониторинга объектов диагностики, где отображаются диагностируемые параметры объекта и заключение о текущем состоянии объекта.

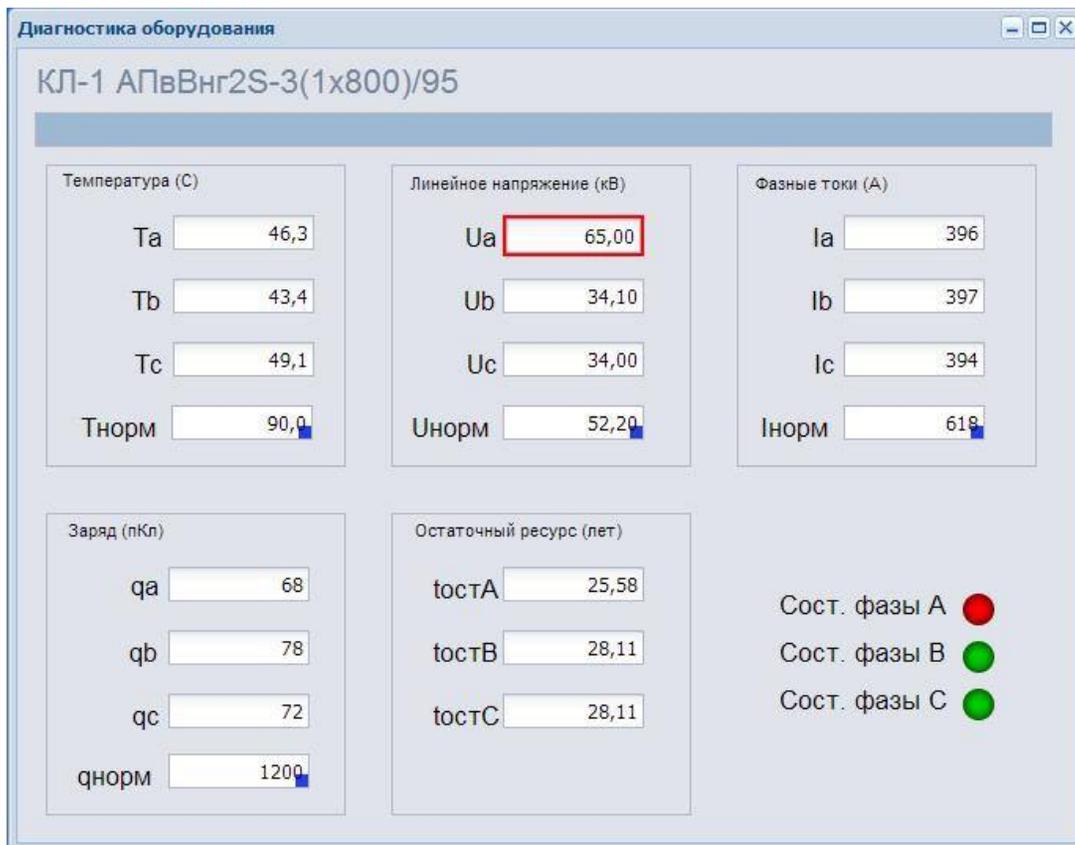


Рис. 20 - Пример визуализации результатов мониторинга кабельной линии

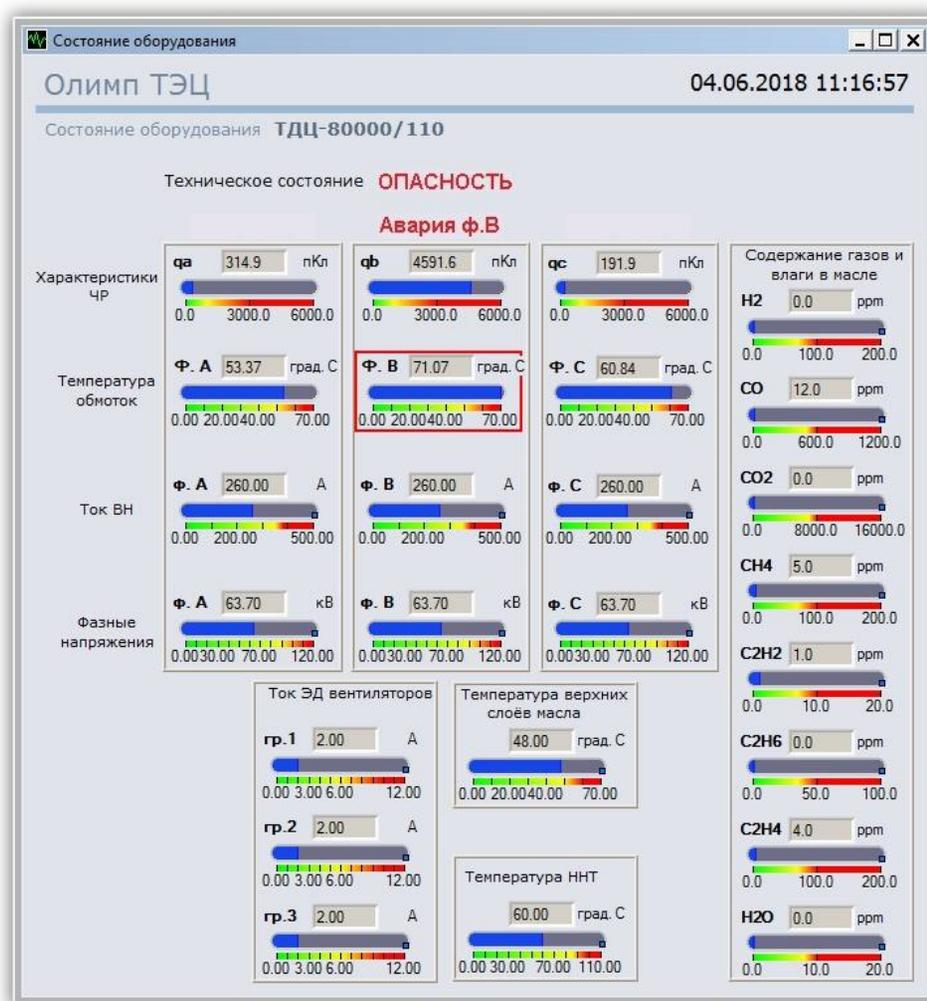


Рис. 21 - Пример визуализации результатов мониторинга трансформатора

ИСПОЛЬЗУЯ ПОЛУЧЕННЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ, МОЖНО С ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТЬЮ ОПРЕДЕЛИТЬ ЕГО ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ.

Физический смысл стойкости к отказу заключается в свойстве объекта контроля сохранять при эксплуатационных воздействиях свои эксплуатационные характеристики (параметры) во времени. Относительная стойкость к отказу является интегральной характеристикой объекта, которая во времени устанавливает остаточный ресурс до нормированного значения ресурса. Время является главенствующим воздействующим фактором изменения свойств материалов, из которых изготовлены элементы оборудования. При удовлетворительных других эксплуатационных воздействиях происходит старение, т. е. относительно медленное изменение свойств материалов на молекулярном и субмолекулярном уровнях. Известно, что в материалах оборудования при изготовлении его элементов всегда содержатся локальные дефекты различных видов, например, микровключения с резко отличающимися свойствами, создающими локальное увеличение напряженности энергетического поля различного вида (электрическое, термическое и/или механическое). Эти микродефекты, как правило, не ухудшают свойства материалов при нормированных эксплуатационных воздействиях. Нештатные ситуации в виде увеличения отдельных эксплуатационных воздействий, превышающих нормированные, приводят к увеличению локальной напряженности энергетических полей в местах дефектов и в случае достижения ими критических значений приводят к интенсивному прогрессирующему развитию дефектов.

ЗАКОН СТАРЕНИЯ ОБЪЕКТА описывается зависимостью $S_{отк}(t) = S_{отк.н}[1 - (t/t_H)^\alpha]$,
 $S_{отк.н}$ – стойкость к отказу в исходном состоянии,
 t – текущее время;
 t_H – время наработки до отказа;
 α – показатель скорости старения.

При $t = 0$ показатель стойкости к отказу $S_{отк} = 1$, при $t = t_{рес}$ показатель стойкости к отказу $S_{отк} = 0$.

На рисунке 22 представлена в графическом виде зависимость относительной стойкости к отказу $S_{отк}$ от срока службы t при образовании различных дефектов.

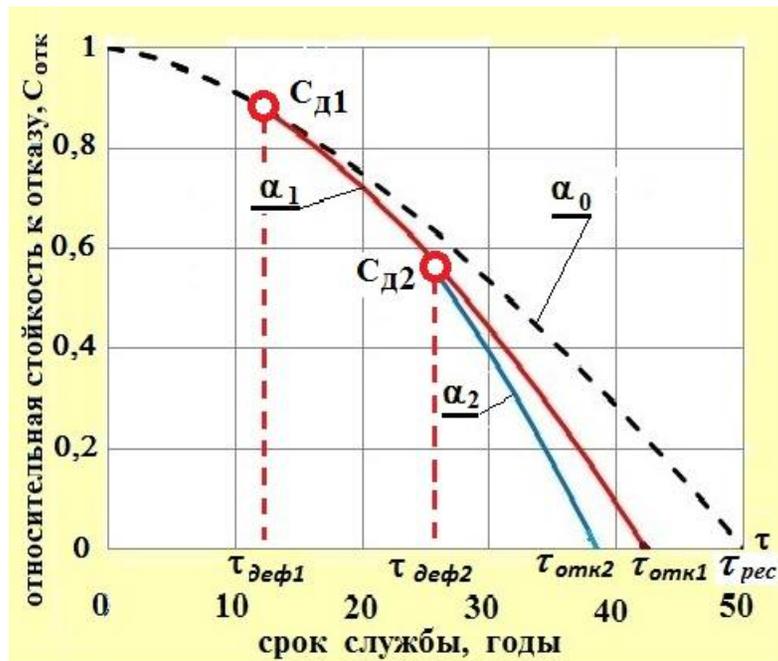


Рис. 22 - График зависимости $S_{отк}$.

Стойкость к отказу в момент $t_{деф1}$ определяется зависимостью $S_{д1} = [1 - (t_{деф1}/t_{рес})^{\alpha_1}]$.
 Прогнозируемое время отказа $t_{отк1} = t_{деф1} / (1 - S_{д1})^{\alpha_1}$ и остаточный ресурс $t_{ост1}$ в этом случае равен $t_{ост1} = t_{отк1} - t_{деф1}$. Аналогично $S_{д}$ и $t_{ост}$ определяются для других последующих случаев образования дефектов. При этом следует учитывать, что вместо $t_{рес}$ применяется значение $t_{ост}$, полученное ранее.

Скорость старения объекта при образовании дефекта, измеряемого диагностическим параметром X_i , который превышает нормированный диагностический параметр X_n , т. е. $X_i > X_n$ или $X_i / X_n > 1$, определяется зависимостью $\alpha = 0,5 + (X_i/X_n)^m$, где m - показатель степени опасности в зависимости от вида и уровня воздействий на объект.

«СИГМА» может быть реализована как в локальном исполнении, так и интегрирована в существующие системы телемеханики. Результаты работы системы в режиме реального времени отображаются на АРМ диспетчера и/или дежурного электрика и профильных служб эксплуатации.

Система является информационной. Никаких действий, связанных с отключениями оборудования, «СИГМА» не выполняет.