

TDM-M – система мониторинга и диагностики технического состояния трансформаторного оборудования



Стационарная система марки **TDM-M** (Transformer Diagnostics Monitor) предназначена для организации мониторинга и диагностики технического состояния трансформаторного оборудования с рабочим напряжением 110 ÷ 330 кВ.

Силовые трансформаторы этого класса рабочего напряжения являются наиболее массовыми в сетевых предприятиях, но в силу ряда причин обычно не имеют средств оперативного контроля и оценки технического состояния под рабочим напряжением.

Система TDM-M сочетает в себе средства эффективного мониторинга и комплексный подход к диагностике состояния силовых трансформаторов. Система TDM-M является сравнительно дешевым, функционально законченным и эффективным программно – техническим устройством мониторинга.

Контроль технического состояния подсистем маслонаполненного трансформатора

При помощи технических и программных средств системы мониторинга марки TDM-M:

- Осуществляется контроль состояния изоляции силового трансформатора на основании измерения и анализа частичных разрядов. Проводится определение типа выявляемых дефектов и оценка степени их опасности для эксплуатации трансформатора.
- Контролируется состояние высоковольтных вводов трансформатора с изоляцией бумага–масло или с RIP изоляцией. Это делается на основании контроля емкости ввода C_1 и тангенса угла потерь. В зависимости от схемы включения в TDM-M производится расчет абсолютного или относительного тангенса потерь.
- Расчетным путем определяется температура наиболее нагретой точки обмотки, что позволяет оценивать нагрузочную способность трансформатора и остаточный ресурс изоляции обмоток.
- Оценивается практическая эффективность работы системы охлаждения на основании использования упрощенной адаптивной тепловой модели.

- Проводится оценка технического состояния конструкции трансформатора на основании анализа сигналов с датчика вибрации, установленного на баке. Уровень и спектральный состав вибрационных сигналов позволяют оценивать общее состояние и состояние элементов конструкции, а также качество прессовки активных элементов трансформатора.

- Контролируется техническое состояние устройства РПН трансформатора для чего к системе TDM-M подключается дополнительный внешний модуль марки LTC-Monitor. Для его подключения используется проводной интерфейс RS-485.

Диагностика технического состояния трансформатора.

Для реализации функции оперативной оценки технического состояния и диагностики дефектов в состав поставки программного обеспечения TDM-M входит экспертная диагностическая система INVA (опция), устанавливаемая на компьютере системы мониторинга.

Она включает в себя автоматизированную оценку технического состояния с использованием трех типов диагностики: параметрической, экспертной и прогнозной.

Параметрическая диагностика.

Контроль значений критических параметров трансформатора осуществляется в три этапа:

1. Производится проверка текущих значений критических параметров трансформатора на превышение допустимых значений – пороговая диагностика.
2. Анализируется появление скачкообразных изменений параметров трансформатора, происходящих непосредственно в момент возникновения дефектного состояния или предпосылок к нему.
3. Рассчитывается скорость изменения параметров за интервал времени – производится расчет тренда. Это позволяет выявлять наличие в трансформаторе развивающихся дефектных состояний.

Диагностика с использованием математических моделей подсистем трансформатора.

4. Измеренные значения параметров трансформатора используются для работы встроенных математических моделей. На основании работы этих моделей производится более углубленная диагностика дефектных состояний трансформатора.
5. Для учета особенностей эксплуатации различных трансформаторов в математических моделях подсистем трансформатора используются адаптивные параметры.

Прогнозная диагностика на основе цифровых двойников трансформаторного оборудования.

6. Автоматическое формирование параметров цифрового двойника трансформатора с использованием архива сохраненных технологических и расчетных параметров подсистем и всего трансформатора. Непрерывный учет текущих условий эксплуатации и влияния выявленных дефектных состояний.
7. Расчет возможного времени эксплуатации контролируемого силового трансформатора до момента его перехода в тревожное или предаварийное техническое состояние. Подготовка рекомендаций для определения сроков проведения ремонтных работ.



Внешние интерфейсы системы TDM-M

Результаты работы TDM-M по протоколу МЭК 61850 передаются в систему АСУ-ТП предприятия, энергосистемы и т.д. На всех этих уровнях можно получить и просмотреть любую информацию о трансформаторе.

Информация о текущем техническом состоянии трансформатора индицируется при помощи сигнальных и статусных реле, а также в виде светодисков технического состояния в программе INVA.

Технические средства TDM-M для контроля технологических параметров трансформатора

К измерительному прибору системы TDM-M может быть подключено от 8 до 14 датчиков. Чем больше подключено первичных датчиков – тем выше будет информативность получаемых результатов работы.

К прибору TDM-M могут быть подключены:

- Три устройства присоединения DB-2, устанавливаемые на измерительных выводах высоковольтных вводов трансформатора. При помощи УП марки DB-2 производится измерение токов проводимости вводов и частичных разрядов в изоляции.
- Три (минимум один) датчика марки IFCT-5A, предназначенных для измерения тока нагрузки трансформатора. Датчики устанавливаются во вторичных цепях измерительных ТТ.
- Высокочастотный трансформатор тока марки RFCT в цепи нейтрали первичной обмотки

Технические параметры системы мониторинга TDM-M

№	Параметр	Значение
1	Рабочее напряжение ВН трансформатора, кВ	110 ÷ 330
2	Количество контролируемых вводов	3
3	Диапазон токов проводимости вводов, мА	5 ÷ 30
4	Количество каналов измерения частичных разрядов	4
5	Частотный диапазон измеряемых частичных разрядов, МГц	0,5 ÷ 10,0
6	Интерфейс связи с системой АСУ-ТП	RS-485
7	Диапазон рабочих температур системы, без подогрева, град	-45 ÷ +40
8	Напряжение питания системы, В	AC/DC 120 ÷ 260
9	Потребляемая мощность, Вт	не более 60
10	Габаритные размеры монтажного шкафа, мм	510*740*250

трансформатора для регистрации импульсов частичных разрядов.

- Три (минимум один) датчика вибрации, монтируемые на баке трансформатора. С их помощью контролируется техническое состояние конструкции трансформатора.

- Два (минимум один) термопреобразователя, монтируемые на верхней и нижней частях бака трансформатора. Значение температуры используется в математической модели оценки эффективности работы системы охлаждения трансформатора.

- Комплексный датчик для измерения температуры и влажности окружающей среды.

- Дополнительное устройство марки LTC-Monitor, предназначенное для контроля технического состояния устройства РПН трансформатора (опция).

- Прибор контроля растворенных газов в масле трансформатора (опция). Использование информации от такого прибора параллельно с анализом частичных разрядов в баке трансформатора повышает достоверность работы диагностических алгоритмов.

В зависимости от решаемых задач, поставленных перед системой мониторинга, выбирается количество первичных датчиков, монтируемых на трансформаторе.

Конструктивное исполнение системы

Конструктивно измерительный прибор системы TDM-M выполнен в виде законченного модуля размером 246*170*35 мм. Соединительные кабели от датчиков могут быть подключены непосредственно к прибору.

Измерительный прибор системы мониторинга, как и все датчики, рассчитан на работу в промышленном диапазоне внешних температур.

Если предполагается эксплуатация системы мониторинга при более низкой температуре окружающей среды, то в шкафу системы мониторинга необходимо устанавливать дополнительный нагреватель.

Прибор системы мониторинга при помощи встроенного датчика постоянно измеряет температуру внутри корпуса прибора, а при помощи специального внутреннего реле он может автоматически управлять работой встроенного нагревателя.

Благодаря расширенному температурному диапазону работы измерительного прибора и датчиков шкаф системы TDM-M монтируется в непосредственной близости с контролируемым трансформатором, или даже на самом баке трансформатора.

Такой монтаж позволяет уменьшить длину соединительных кабелей от датчиков, т.е. уменьшить влияние вредных помех и повысить чувствительность работы системы.