

## «TDM-3F» - система диагностики и мониторинга основных подсистем силовых трансформаторов

### Наиболее проблемными элементами силового трансформатора являются:

- Высоковольтные вводы – маслонаполненные и с твердой изоляцией
- Изоляция обмоток трансформатора
- Проблемы с локальными перегревами

трансформатора, возникающие как с обмотками, так и с сердечником и магнитными шунтами

- Проблемы с состоянием контактов РПН трансформатора
- Проблемы с динамической стойкостью обмоток к токам короткого замыкания.

В то же время ряд функций контроля и диагностики параметров трансформатора, реализуемых в настоящее время в системах мониторинга, без ущерба для общей эффективности можно исключить. Эти параметры или являются медленно

меняющимися, например, общее старение изоляции, или дублирующими, например, мониторинг работы систем РЗА, управление системой охлаждения. Неоправданное раздувание функционального набора таких систем мониторинга, что имеет место у некоторых производителей, рано или поздно приводит к экономической дискредитации самой идеи оперативной диагностики состояния трансформаторов в режиме on-line.

Система диагностического мониторинга «TDM-3F» – одна из стандартных конфигураций системы «TDM». Она построена по принципу минимальной достаточности, обеспечивающей наблюдение за самыми проблемными элементами трансформатора. Это позволяет существенно уменьшить затраты на внедрение системы мониторинга, но без снижения эффективности ее использования.



### При помощи технических и программных средств системы мониторинга марки «TDM-3F» реализуются следующие диагностические функции:

1. Контроль состояния 3 или 6

высоковольтных вводов, в зависимости от типа контролируемого трансформатора. У каждого ввода контролируется ток проводимости изоляции, емкость С1, тангенс угла потерь в изоляции – относительный или абсолютный, по выбору заказчика. Для этого на измерительных выводах монтируются датчики «DB-2», позволяющие контролировать параметры изоляции и измерять частичные разряды в широком диапазоне частот – до ГГц.

2. Уровень и распределение частичных разрядов (ЧР) в изоляции вводов, обмоток и сердечника.

Уникальной особенностью «TDM-3F» является то, что регистрация разрядов идет синхронно по всем шести каналам и сразу же в двух диапазонах частот - ВЧ и СВЧ. Это дает возможность практически на 100% отстроиться от внешних импульсов короны. Встроенная экспертная система дает возможность определить тип дефекта и оценить его опасность для работы трансформатора. Совместная обработка результатов измерения ЧР и растворенных газов в масле дает наиболее точные результаты о состоянии трансформатора.

3. Дополнительным свойством системы измерения ЧР в «TDM-3F» является возможность контролировать наличие деформаций обмоток трансформатора. В качестве зондирующих импульсов, при помощи которых определяется частотная функция (FRA) трансформатора, используются коронные разряды на стороне обмотки ВН и НН.

4. Для всех силовых трансформаторов с рабочим напряжением от 110 кВ необходимо контролировать влагосодержание в масле бака. Это самый важный диагностический параметр масла, влияющий на надежность работы всего трансформатора. Для мощных трансформаторов следует также контролировать содержание растворенного в масле водорода. Большее количество растворенных горючих газов необходимо контролировать в силовых трансформаторах с рабочим напряжением 220 кВ и выше.

5. Техническое состояние РПН силового трансформатора. При помощи внешнего модуля «LTC-Monitor» контролируется текущее положение РПН, мощность приводного двигателя в процессе коммутации, анализируется диаграмма работы контактора при каждой коммутации. Определяется наличие дуговых разрядов в избирателе РПН при помощи вибрационного датчика.

6. Оценка эффективности системы охлаждения трансформатора выполняется на основании измерения и анализа температуры сверху и внизу бака трансформатора и рабочей нагрузки трансформатора. В таких расчетах используется упрощенная тепловая модель трансформатора.

**Первичные датчики системы «TDM-3F» монтируются следующим образом:**

- Датчики «DB-2» для регистрации токов проводимости и импульсов ЧР устанавливаются на измерительных выводах высоковольтных вводов. Если на выходных изоляторах обмотки НН силового трансформатора измерительные выводы отсутствуют, что часто бывает при напряжении 6 – 35 кВ, то применяются конденсаторы связи.
- Датчики «IFCT-5» тока нагрузки в фазах первичной обмотки трансформатора

монтируются на проводах вторичных цепей измерительных трансформаторов тока.

- Датчики температуры монтируются в верхней и нижней части бака трансформатора.
- «LTC-Monitor» для контроля состояния РПН монтируется внутри шкафа РПН. Подключается к системе мониторинга «TDM-3F» по интерфейсу «RS-485».
- Датчик «SMF» влагосодержания в масле (SMFD + контроль растворенных газов, давление столба масла) монтируется на сливном кране в нижней части бака трансформатора. Подключается к системе мониторинга «TDM-3F» по интерфейсу «RS-485».

**Подключение «TDM-3F» к общей системе АСУ-ТП может быть осуществлено несколькими способами:**

- При помощи изолированного интерфейса «RS-485»
- При помощи оптической линии связи.
- С использованием стандартного радиоканала.

Для передачи информации в систему АСУ-ТП может быть использован протокол ModBus RTU или протокол IEC 61850.

Для синхронизации измерений диагностических параметров на нескольких объектах, оснащенных системой «TDM-3F», что повышает общую информативность работы систем мониторинга, могут быть использованы сигналы системы GPS/GLONASS. Приемники таких сигналов стандартно смонтированы в модуле «TDM-3F». Кроме того, может быть использована специальная оптическая линия связи между системами.

**Технические параметры системы мониторинга «TDM-3F»**

№	Параметр	Значение
1	Внешние габаритные размеры монтажного шкафа, мм	600*700*250
2	Диапазон рабочих температур, с системой подогрева, С°	-55 ÷ +60
3	Напряжение питания модулей системы мониторинга, В	80 ÷ 265 В AC/DC
4	Потребляемая шкафом мощность, с учетом подогрева, Вт	100