

«TDM-M» - система мониторинга сухих и маслонаполненных силовых трансформаторов с рабочим напряжением до 110 кВ

Из всего имеющегося парка силовых трансформаторов, находящихся в эксплуатации, значительную часть составляют понижающие трансформаторы с рабочим напряжением 6, 10 и 35 кВ, обеспечивающие питание конечных потребителей электроэнергии. Обычно это маслонаполненные силовые трансформаторы, входящие в комплект КТП, хотя в настоящее время все чаще на практике для этих же целей начинают применяться сухие силовые трансформаторы, которые обладают рядом конструктивных и эксплуатационных преимуществ.

Силовые трансформаторы с рабочим напряжением до 110 кВ обычно оснащаются минимальным набором средств РЗА и практически никогда на них не монтируются системы диагностического мониторинга, хотя технологическая важность таких трансформаторов бывает значительной. Причина этого достаточно проста – стоимость таких трансформаторов сравнительно невелика, и монтировать на них «обычные» системы мониторинга, предназначенные для трансформаторов высших классов рабочего напряжения, экономически нецелесообразно.

Для оснащения понижающих силовых трансформаторов с рабочим напряжением до 110 кВ предназначена система мониторинга марки «TDM-M» (Transformer Diagnostics Monitor – Mini), оптимально сочетающая в себе широкий набор функциональных диагностических возможностей с минимальной стоимостью системы.

Особенности организации мониторинга трансформаторов с напряжением до 110 кВ.

В отличие от диагностических систем, предназначенных для непрерывного мониторинга силовых трансформаторов высших классов напряжений, при создании систем мониторинга трансформаторов с рабочим напряжением до 110 кВ необходимо обязательно учитывать их основные конструктивные и функциональные отличия.

Во-первых, высоковольтные вводы таких силовых трансформаторов, за редким исключением, не имеют измерительных выводов от последней выравнивающей обкладки (если выравнивающие обкладки внутри изоляции вообще имеют место в таких вводах), поэтому подсистема мониторинга состояния вводов отсутствует.

Во-вторых, при максимальных рабочих напряжениях в обмотках трансформатора в 35, а тем более 10 кВ, проблемы с изолирующим (и охлаждающим) маслом в баке трансформатора возникают крайне редко. По этой причине системы контроля растворенных газов в масле никогда не ставятся на таких трансформаторах, а контроль влагосодержания в масле важен, но применяется редко из-за высокой стоимости.

В-третьих, для получающих все большее практическое применение сухих силовых трансформаторов, большое значение имеет наличие в системе мониторинга подсистемы регистрации и анализа частичных разрядов в твердой изоляции обмоток. Появление частичных разрядов в такой изоляции является наиболее достоверным



признаком возникновения и развития деструктивных процессов в трансформаторе.

Функциональные возможности системы мониторинга «TDM-M»:

1. Контроль токов нагрузки трансформатора. Знание нагрузки трансформатора важно для технологической оптимизации эксплуатации трансформатора, позволяет избежать длительных перегрузок, добиваться симметричной нагрузки по фазам трансформатора.

2. Регистрация высокочастотных и импульсных токов, включая токи короткого замыкания, контроль перенапряжений. При помощи этой

важной функции можно контролировать все аномальные режимы, сопровождающие эксплуатацию трансформатора. Система регистрирует амплитуду и форму сквозных импульсных токов через трансформатор, что позволяет контролировать динамические нагрузки на обмотки трансформатора, определять эффективность работы систем защиты оборудования от коротких замыканий.

3. Контроль гармонического состава питающего напряжения. Использование этой диагностической функции, совместно с контролем уровня напряжения и наличия перенапряжений, позволяет оперативно оценивать качество питающего напряжения.

4. Контроль температурных режимов работы трансформатора. Для маслонаполненных трансформаторов это контроль температуры бака контактным датчиком, а для сухих силовых трансформаторов такой контроль осуществляется при помощи инфракрасных датчиков, контролирующих внешнюю температуру фазных обмоток.

5. Контроль частичных разрядов в изоляции трансформатора. Для регистрации частичных разрядов в изоляции обмоток трансформаторов используются специальные электромагнитные датчики, работающие в СВЧ диапазоне частот. Именно благодаря такому выбору частотного диапазона удается максимально эффективно отстраиваться от высокочастотных помех, особенно коронных разрядов, частота которых существенно ниже этого диапазона.

6. Контроль вибрации поверхности бака маслонаполненного трансформатора (магнитопровода сухого трансформатора). Увеличение вибрации трансформатора обычно говорит о том, что в его конструкции возникли и развиваются механические ослабления различного типа и природы.

7. Контроль температуры и влажности окружающего воздуха. Зная количество тепла, выделяемого обмотками и сердечником трансформатора при протекании токов нагрузки, и параметров окружающей среды, можно достаточно просто оценить эффективность работы системы охлаждения.

Математические модели и программное обеспечение мониторинга «iNVA-M».

Информация от датчиков первичной информации, смонтированных на трансформаторе, регистрируется, обрабатывается и хранится в приборе «TDM-M». Эту

информацию можно просмотреть на экране прибора или перенести в персональный компьютер, используя интерфейс «USB». Информация также может оперативно передаваться при помощи оптической линии или по витой паре, используя интерфейс RS-485.

АРМ системы мониторинга на персональном компьютере может контролировать несколько трансформаторов, на каждом из которых должна быть смонтирована система «TDM-M». Основу автоматизированного рабочего места мониторинга трансформаторов составляет специализированное программное обеспечение «iNVA-M». При помощи этого ПО производится обработка, отображение и архивирование информации о состоянии трансформатора. При необходимости вся информация или ее наиболее значимая часть может передаваться в системы АСУ-ТП более высокого уровня.

Для получения диагностических заключений о состоянии контролируемого трансформатора в ПО «iNVA-M» используются специальные диагностические алгоритмы и математические модели, оценивающие техническое состояние, как отдельных локальных подсистем, так и всего трансформатора.

Вся необходимая информация о работе трансформатора, как первичная, так и специально обработанная, отображается на экране компьютера АРМ в цифровом значении и в виде стандартных светодисков состояния - «зеленый», «желтый», «красный», предназначенных для оперативного персонала. Специальный диагностический персонал может проводить углубленную многофакторную обработку трендов и диагностических заключений.

Особенности конструкции «TDM-M».

Все элементы и датчики системы мониторинга марки «TDM-M» рассчитаны на работу в промышленном диапазоне температур от - 40° С и монтируются в шкафу. Это позволяет даже без использования устройств дополнительного подогрева монтировать первичные датчики и все диагностическое оборудование непосредственно рядом с контролируемым трансформатором.

Стандартно система «TDM-M» поставляется в покрашенном защитном шкафу из нержавеющей стали, в котором монтируется сам измерительный прибор и контактные клеммники. При необходимости в шкафу может

быть смонтирована дополнительная система подогрева, тогда допустимая внешняя температура для системы достигает уже – 50 градусов.

Для передачи информации от прибора в локальную вычислительную сеть АСУ-ТП более высокого уровня в системе «TDM-M» используются оптический кабель. Предусмотрено использование для целей передачи информации в АСУ-ТП и интерфейса RS-485.

Комплект поставки системы «TDM-M».

Объем стандартного комплекта поставки системы мониторинга марки «TDM-M», предназначенной для трансформаторов с рабочим напряжением до 110 кВ, включает в себя:

- Прибор системы мониторинга в защитном шкафу, позволяющем производить монтаж рядом с контролируемым трансформатором.
- Набор первичных датчиков и каналов измерения, зависящий от типа и рабочего напряжения силового трансформатора.

	Тип датчика	Трансформатор		
		35 кВ	10 кВ	Тр-р с сухой изоляцией
1	Датчик тока фазы	3	3	3
2	Контроль напряжения сети	3	3	3
3	Датчик вибрации бака	1	-	1
4	Датчик температуры бака	1	1	-
5	Датчик температуры обмотки	-	-	3
6	Датчик частичных разрядов	1	1	3
7	Датчик температуры воздуха	1	-	1
8	Датчик влажности воздуха	1	-	1

- Программное обеспечение мониторинга силовых трансформаторов «iNVA-M», предназначенное для установки на персональном компьютере.

- Комплект технической документации, руководство пользователя, рекомендации по монтажу.

Монтаж системы мониторинга марки «TDM-M» может осуществляться силами специализированной организации, или собственными силами предприятия, эксплуатирующего трансформатор.

Технические параметры системы «TDM-M»

№	Параметр	Значение
1	Рабочее напряжение контролируемых трансформаторов, кВ	до 110
2	Количество каналов измерения частичных разрядов	3
3	Частотный диапазон измеряемых частичных разрядов, МГц	1 ÷ 1000
4	Интерфейс связи с системой АСУ-ТП, RS-485, Ethernet	Витая пара, оптическое волокно
5	Порт связи с переносным компьютером	USB
6	Диапазон рабочих температур системы, без подогрева, град	-40 ÷ +60
7	Напряжение питания системы, В	AC/DC 120 ÷ 260
8	Потребляемая мощность, Вт	50
9	Габаритные размеры монтажного шкафа для системы, мм	400*500*200