

Датчики ТНМ для контроля влагосодержания в масле и в твердой изоляции силовых трансформаторов

Назначение датчиков серии ТНМ

Измерительные датчики серии ТНМ предназначены для контроля влагосодержания в масле и в твердой изоляции различного высоковольтного оборудования бакового исполнения, чаще всего маслонаполненных силовых трансформаторов.



Серия ТНМ включает в себя два датчика:

- Стационарный датчик марки ТНМ-1 для контроля влагосодержания в масле бака трансформатора. Датчик является комплексным и измеряет три параметра: температуру масла, влагосодержание (ppm) и активность воды в масле (aw).
- Стационарный датчик марки ТНМ-2 для контроля влагосодержания в масле и в твердой изоляции трансформатора. Дополнительно к параметрам, измеряемым датчиком ТНМ-1, этот датчик контролирует влагосодержание в твердой изоляции обмоток трансформатора и активность воды в твердой изоляции.

Датчики контроля влагосодержания марки ТНМ могут монтироваться как прямо на баке высоковольтного электротехнического оборудования, так и с использованием дополнительных переходных устройств.

Если на трансформаторе уже смонтирована система контроля растворенных газов, то датчики ТНМ могут монтироваться внутри шкафов или в подходящих масляных магистралях.

Для чего нужно знать влагосодержание в масле и в твердой изоляции

Концентрация влаги в дисперсной фазе в масле бака трансформатора сильно влияет на электрическую прочность масла. Она зависит от текущего количества растворенной в масле влаги и от рабочей температуры масла в баке трансформатора.

Эта концентрация в процессе эксплуатации трансформатора изменяется достаточно быстро и связана с различными эксплуатационными параметрами. Особенно сильно она может возрастать при быстрых снижениях рабочей температуры бака трансформатора. Примером повышения концентрации и негативного влияния дисперсной влаги в масле является известный факт высокой

аварийности при включении трансформаторов в работу при низких температурах.

Влагосодержание в твердой изоляции обмоток трансформатора, дополнительно измеряемое датчиком ТНМ-2, зависит от еще большего количества параметров, но изменяется сравнительно медленно.

Повышенное влагосодержание в твердой изоляции обмоток может привести, при определенных условиях, к образованию пузырьков пара между слоями обмотки, которые при движении вверх по масляным промежуткам между слоями обмоток будут конденсироваться. В результате будет возникать дисперсная форма влаги в локальных объемах между слоями обмоток, которая тоже может привести к аварийному перекрытию изоляции.

Контроль процессов переноса влаги в баке трансформатора при помощи датчика ТНМ-2

Знание текущей активности воды в масле и в твердой изоляции, рассчитанных при помощи датчика ТНМ-2, имеет важное практическое значение при определении направления переноса влаги внутри бака трансформатора.

Если активность воды в масле выше, чем в твердой изоляции, то в баке трансформатора идет перенос влаги (от какого-то внешнего источника) через масло в твердую изоляцию обмоток. Если же активность воды в масле будет ниже, чем в твердой изоляции, то идет обратный процесс сушки твердой изоляции обмоток.

Если в баке трансформатора смонтирован комплексный датчик влагосодержания в масле и в твердой изоляции марки ТНМ-2, работающий в режиме непрерывного мониторинга, то с его помощью можно оперативно и однозначно разделять процесс насыщения обмоток влагой и процесс удаления влаги из обмоток в осушители.

При использовании дополнительных «внешних» установок, предназначенных для осушения масла в баке, контроль за переносом влаги усложняется тем, что датчики влагосодержания в масле и в твердой изоляции имеют различные постоянные времени.

Если выходное значение датчика влагосодержания в масле устанавливается за десятки минут, максимум до одного часа, то выходное значение датчика контроля влагосодержания в твердой изоляции стабилизируется во времени на несколько порядков медленнее, и этот интервал времени составляет от недели до месяца.

Тем не менее, и в этом случае использование датчика ТНМ-2 имеет практическое значение, так как показывает, хоть и со значительной задержкой по времени, качественное и обобщенное направление процесса переноса влаги внутри бака трансформатора.

Монтаж датчиков ТНМ на трансформаторе

Возможны два стандартных варианта монтажа датчиков влагосодержания на баке трансформатора:

- Непосредственный монтаж на стенке бака на резьбовом посадочном месте, это самый простой способ. Недостатком такого монтажа является сложность замены датчика в процессе эксплуатации трансформатора.
- Монтаж с использованием переходного крана. На стенке бака монтируется шаровой кран с переходной трубкой, в которую вкручивается датчик. В этой конструкции необходимо предусмотреть возможность

выпуска газа из переходной трубки. Наличие переходного объема в кране между баком и датчиком незначительно, не более чем на 10%, влияет на скорость реакции датчика.

Интерфейсы связи и организация питания датчиков ТНМ

Выходным интерфейсом связи датчиков серии ТНМ является стандартный RS-485. По одному кабелю типа «витая пара» в датчик подается напряжение питания и осуществляется обмен информацией.

Существуют три варианта практического использования датчиков серии ТНМ с применением различных способов отображения, сбора и анализа информации о влагосодержании в маслonaполненном высоковольтном оборудовании:

- Автономный монтаж датчиков с передачей информации в систему АСУ-ТП предприятия и последующей обработкой программой мониторинга верхнего уровня. При использовании датчика ТНМ в составе системы мониторинга, шкаф которой располагается рядом, блок питания датчика устанавливается в этом шкафу.

- С использованием локальных показывающих приборов марки ТНМ-1М или ТНМ-2М (в зависимости от марки используемого датчика). Питание датчика в этом случае берется из прибора.

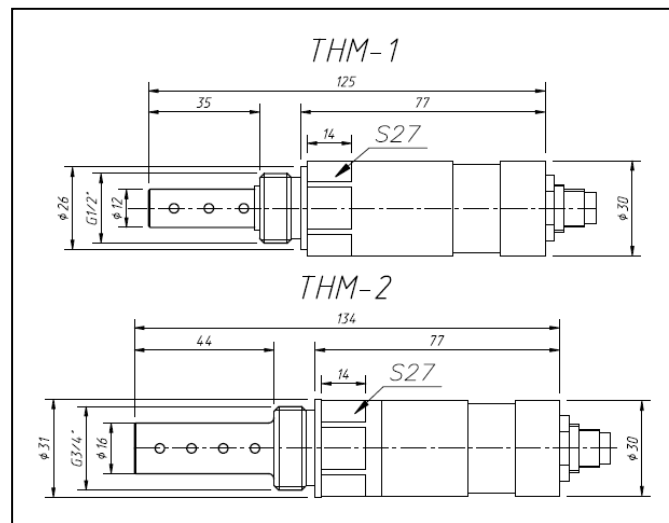


- Так как показывающие приборы марки ТНМ-1М и ТНМ-2М дополнительно имеют в своем составе беспроводной интерфейс связи Bluetooth, то возможен третий вариант сбора информации. Оперативный персонал, обходя оборудование, может бесконтактно собирать информацию от датчиков влагосодержания при помощи стандартного планшета или смартфона.

Для питания электроники датчика используется внешний источник 24 ± 4 В DC. При автономной установке датчика ТНМ (без системы мониторинга трансформатора) рядом с трансформатором монтируется коммутационная коробка, в которой находятся сетевой источник питания и клеммы для подключения интерфейса связи RS-485.

Технические параметры ТНМ-1 и ТНМ-2

Габаритные и установочные размеры датчиков влагосодержания приведены на рисунке. Основное различие заключается в размере посадочной резьбы ($1/2'$ для ТНМ-1 и $3/4'$ для ТНМ-2) и размерах отсека сенсоров.



Датчик ТНМ-2 с встроенным элементом контроля влагосодержания в твердой изоляции перед калибровкой вакуумируется. Поэтому потребителям он поставляется с использованием специализированного защитного стакана, наполненного маслом.

Непосредственно перед монтажом защитный стакан снимается, и датчик монтируется на баке оборудования.

Если производится консервация датчика, даже на время, то необходимо использовать штатный защитный стакан, заполненный маслом.



Технические параметры датчиков

Параметр	Значение
Температура масла, °C	-40 ÷ +125
Относительная влажность масла, %	0 ÷ 100
Абсолютная влажность масла, ppm	0 ÷ 400
Влагосодержание в твердой изоляции, %	0,5 ÷ 63,7
Давление рабочей среды атм., не более	5
Испытательное давление, бар	до 20
Напряжение питания, В DC	24 ± 4
Корпус/степень защиты IP65	нерж. сталь
Масса прибора, кг	0,3