

Гузанов Сергей Сергеевич
студент
Кафедра «Электромеханика»
Факультет энергетики и правления
Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Россия, г. Комсомольск-на-Амуре
e-mail: gu.ss80@mail.ru

Иванов Сергей Николаевич
доктор технических наук, доцент
Факультет энергетики и правления
Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Россия, г. Комсомольск-на-Амуре

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕМПЕРАТУРЫ СУХИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТСЗ

Аннотация: В этой работе будут исследованы системы мониторинга и контроля параметров трансформаторов на примере силовых трансформаторов с сухой изоляцией ТСЗ 630/10/0,4.

Ключевые слова: Система мониторинга, контроль, параметры температуры, сухой трансформатор, позисторное реле.

Guzanov Sergey Sergeevich
student
Department of Electromechanics
Faculty of Energy and Government
Komsomolsk-on-Amur State University
Russia, Komsomolsk-on-Amur

Ivanov Sergey Nikolaevich
doctor of technical sciences, associate professor
Faculty of Energy and Government
Komsomolsk-on-Amur State University
Russia, Komsomolsk-on-Amur

RESEARCH OF THE SYSTEM OF MONITORING AND CONTROL OF THE TEMPERATURE PARAMETERS OF DRY TRANSFORMERS TSZ

Abstract: In this work, systems for monitoring and controlling the parameters of transformers will be investigated using the example of power transformers with dry insulation TSZ 630/10/0.4.

Key words: Monitoring system, control, temperature parameters, dry transformer, posistor relay.

Введение

Сухие силовые трансформаторы ТСЗ-630/10/0,4

Сухие трансформаторы — это трансформаторы с воздушным охлаждением. Тепло от нагретых частей таких трансформаторов отводится благодаря естественным воздушным потокам. Для трансформаторов мощностью до 2500 кВт с напряжением обмоток высшего напряжения до 15 кВ такого естественного охлаждения вполне достаточно.

Сухой силовой трехфазный двухобмоточный трансформатор с литой изоляцией типа ТСЗ-630/10/0,4 УХЛ1 предназначен для понижения напряжения с 10 кВ до 0,4 кВ с целью последующего распределения по сетям 0,4 кВ ПС 220 кВ.

Трансформатор снабжен блоком контроля температур (БКТ) магнитопровода и каждой фазы обмоток НН. Блок контроля температур предназначен для контроля текущего значения температуры обмоток и магнитопровода и работы в системе защиты трансформатора от перегрева.

«Предупреждение»	«Перегрев» (аварийное отключение)	«Охлаждение»
145 °С	155 °С	130 -110 °С

Таблица 1. Установки температур для данного класса изоляции (F)

При достижении значения температуры магнитопровода и обмоток трансформатора 130оС включаются вентиляторы принудительного охлаждения, при охлаждении трансформатора до 110оС вентиляторы отключаются.

При достижении значения температуры магнитопровода и обмоток трансформатора 145оС сработает предупредительная сигнализация, предупреждая персонал о предельном значении температуры.

При достижении значения температуры магнитопровода и обмоток трансформатора 155оС трансформатор будет аварийно отключен выключателем 10 кВ и вводным автоматом 0,4 кВ.

В аварийных режимах допускается кратковременная перегрузка сверх номинального тока независимо от длительности и значения предшествующей нагрузки и температуры окружающего воздуха (таблица 2).

Перегрузка по току, %	20	30	40	50	60
Перегрузка по току, А, ВН/НН	37,9/1091,2	41,1/1182,1	44,2/1273	47,4/1364	50,6/1455
Длительность перегрузки, мин.	60	45	32	18	5

**Таблица 2. Допустимые аварийные перегрузки
(Перегрузки в аварийных режимах даны в процентах к номинальной
(паспортной) нагрузке.)**

Существующие способы мониторинга основных параметров силовых трансформаторов.

С конца 60-х годов XX века одновременно в разных странах началась активное создание способов мониторинга и диагностики трансформаторов, основанных на различных физических принципах. Разработанные на данный момент способы мониторинга могут быть применены для различных целей. Стоимость может варьироваться, так как затраты требуются и на установку, и на обслуживание этих систем персоналом. Все существующие системы мониторинга, которые предлагаются различными фирмами на рынке, можно условно разбить на четыре группы (см. схему на рис. 1).

Первую группу составляют методы, предполагающие использование стационарных датчиков, которые могут определять содержание газов в трансформаторном масле. Это довольно простой и дешевый метод для

определения только возникающих признаков неисправностей. Так как в большинстве методов используется естественная циркуляция масла, то техническое обслуживание самих датчиков практически не требуется, стоимость установки и эксплуатации подобных систем невысока. Однако большинство датчиков, в зависимости от принципа их работы, могут определять только уровень содержания водорода либо суммарное содержание характерной комбинации растворенных в масле газов для определения уровня превышения над допустимой концентрацией. К тому же подобные датчики не отличаются высокой степенью точности измерения, а для такого анализа неисправности потребуются, как минимум, лабораторные исследования масла. Однако несмотря на это, подобные системы получили широкое распространение.

Вторая группа методов использует портативное контрольно-измерительное оборудование, которое позволяет избавиться от некоторых недостатков, присущих первой группе, а также расширить возможности по видам и точности измерений. Но главным является то, что результаты анализов могут быть получены практически сразу же после взятия образцов и проведения измерений. Обычно портативное контрольно-измерительное оборудование используют в тех случаях, когда установка датчиков и использование лабораторий по экономическим причинам невыгодно. Так как портативные приборы не применяются для непрерывного контроля оборудования, то это относится к недостаткам использования данной группы методов мониторинга. Многие методы не имеют возможности представления достаточной информации о содержании водорода, однако датчики для определения газов в масле это могут это сделать.

Третья группа методов использует лаборатории. Их преимуществом является то, что они способны выполнять высокоточные анализы содержания газа и воды в трансформаторном масле. Недостатком лабораторий является высокая стоимость анализов.

Четвёртая группа методов объединяет системы мониторинга и диагностики непрерывного характера. Главным отличием данной группы

методов мониторинга от трёх вышеперечисленных методов является отсутствие встроенных датчиков и наличие внешних датчиков, которые контролируют различные параметры работы трансформатора. При установке подобных систем большинство датчиков уже присутствуют на трансформаторе или могут быть установлены позже. Помимо этого, требуется также обеспечение каналами связи. Основным недостатком подобных систем — высокая стоимость установки

Система температурного контроля силовых трансформаторов ТСЗ 630/10/0,4

Назначение системы.

Система температурного мониторинга силовых трансформаторов (СТКТ) предназначена для измерения, регистрации и отображения температуры наиболее нагретой точки электрических обмоток силовых трансформаторов с целью оптимизации режима работы и повышения надёжности функционирования трансформатора.

Преимущества системы.

Применение системы обеспечивает возможность повышения производительности трансформатора и увеличения срока его эксплуатации;

Более точный контроль состояния трансформаторов (по сравнению с системами, построенными на косвенных измерениях). Высокая точность измерений – обеспечение безопасности трансформатора при перегрузках;

Позисторные температурные датчики;

Данные по температуре и её тренду могут быть использованы для определения необходимости в обслуживании трансформатора;

Надёжная в эксплуатации, прочная и долговечная система.

В силовом трансформаторе типа ТСЗ 630/10/0,4 осуществление функции температурного контроля трансформатора реализовано при помощи блока контроля температуры MSF 220 К и шести терморезисторных датчиков РТС, встроенных в обмотку НН.

Блок MSF 220 К поставляется в двух вариантах — для работы от сети постоянного и переменного тока. Блок контроля температуры MSF 220 К имеет

два выходных сигнала: «Предупреждение» (подается при достижении температуры обмоток НН трансформатора $+140^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) и «Отключение» (подается при достижении предельной температуры обмоток НН трансформатора $+150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$).

При комплектации трансформаторов ТС(3) вентиляторами принудительного охлаждения используется шкаф управления с блоком MSF 220 V, где температурная защита помимо стандартных сигналов предупреждения и отключения обеспечивает включение вентиляторов при достижении температуры обмоток 120°C . Шкаф и вентиляторы не входят в стандартную комплектацию трансформатора. При необходимости дополнительного контроля температуры магнитопровода или дистанционного отображения с последующей оценкой измеряемой температуры, трансформатор комплектуется блоком контроля TR 600, который может обеспечить мониторинг параметров в шести различных точках.

Позисторное реле типа MSF220K

Применение и краткое описание.

Позисторное реле типа MSF220K оптимально подходит для контроля сухих трансформаторов. Реле для срабатывания (сигнал 2) на момент включения не инициирует отправку сообщения об ошибке (реле с нормально разомкнутыми контактами). Последовательно подключенное реле времени, срабатывающее с задержкой, не требуется. Это позволяет использовать приборы даже там, где управляющее напряжение поступает от контролируемого трансформатора. Встроенная кнопка TEST позволяет простым способом проверять приборы и подключенное после них оборудование. Дополнительные клеммы позволяют перенаправить управляющее напряжение на реле K1 и/или K2. Допуски к эксплуатации UL Recognized Component.

Обзор функций.

□ Возможно подключение двух цепей позисторов с разной температурой и отдельной обработкой данных

- Контроль позисторов на предмет ошибок датчиков (короткое замыкание / размыкание, подключаемая функция)
- Встроенная кнопка Test для обеих измерительных цепей
- Индикация состояния сигналов для каждой измерительной цепи с помощью светодиодных индикаторов
- 2 реле для предупреждения (сигнал 1) и отключения (сигнал 2) отдельно
- Дополнительные клеммы для перенаправления управляющего напряжения (A1, 11)

Перегрузка: сопротивление позистора > 3650 Ом
 Норма: сопротивление позистора < 1600 Ом
 $\infty/0$: сопротивление позистора $= \infty$ Ом / сопротивление позистора $= 0$ Ом \rightarrow ошибка датчика

Позисторный термодатчик		Сигнальные реле		Индикаторы сигналов	
Позистор 1 (T0-T1)	Позистор 2 (T0-T2)	Сигнал 1	Сигнал 2	AL1	AL2
Норма	Норма	Выкл. (клеммы 11—14)	Выкл.		
Перегрузка	Норма	Вкл. (клеммы 11—12)	Выкл.		
Перегрузка	Перегрузка	Вкл. (клеммы 11—12)	Вкл. (клеммы 21—24)		
Норма	Перегрузка	Выкл. (клеммы 11—14)	Вкл. (клеммы 21—24)		

При включенном контроле датчиков (на предмет короткого замыкания и размыкания):

$\infty/0$	Норма	Вкл. (клеммы 11—12)	Выкл.		
Норма	$\infty/0$	Вкл. (клеммы 11—12)	Выкл.		
Перегрузка	$\infty/0$	Вкл. (клеммы 11—12)	Вкл. (клеммы 21—24)		
$\infty/0$	Перегрузка	Вкл. (клеммы 11—12)	Вкл. (клеммы 21—24)		
$\infty/0$	$\infty/0$	Вкл. (клеммы 11—12)	Выкл.		

Таблица 3. Таблица функций MSF220K.

Схема подключения

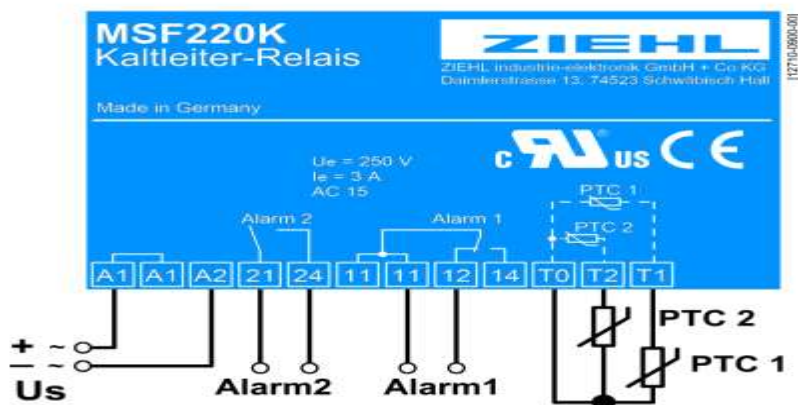


Рисунок 1. Схема подключения MSF220K

- 1 Индикатор питания
- 2 Индикатор «Сигнал 2»
- 3 Индикатор «Сигнал 1»
- 4 Кнопка Test

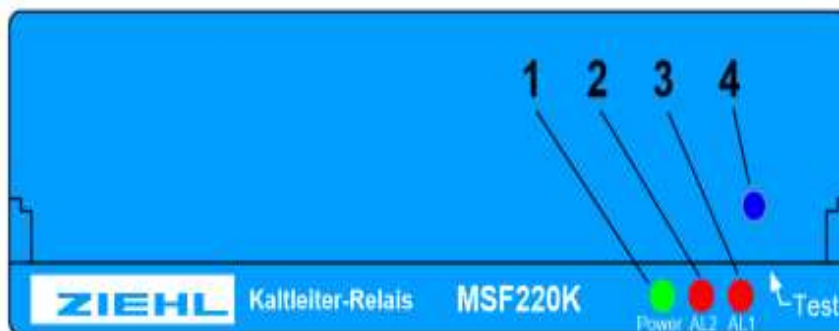


Рисунок 2. Элементы индикации и управления MSF220K

Принцип работы MSF220 K

К позисторным реле ZIEHL типа MSF220K подключаются позисторы с разными температурами срабатывания. Температура, при которой происходит переключение реле, зависит от температуры срабатывания чувствительного элемента (TNF) позисторов. В нормальном режиме работы реле K1 (сигнал 1) замкнуто (контакты 11—14), а реле K2 (сигнал 2) разомкнуто (контакты 21—24).

Светится зеленый индикатор питания. При превышении допустимой температуры срабатывания позистора 1 (T0-T1) реле К1 размыкается, включается красный индикатор (AL1). Реле К1 также разомкнуто при отсутствии управляющего напряжения, при дефекте прибора, а также ошибке датчика (только при активной функции контроля датчиков). Реле снова замыкается, как только датчик остывает. Если нагрев продолжается и превышает температура срабатывания позистора 2 (T0-T2), реле К2 замыкается. Состояние отображается с помощью красного светодиодного индикатора (AL2). Можно активировать функцию контроля позисторов на предмет короткого замыкания и размыкания. На обоих релейных выходах доступны контакты со свободным потенциалом. Оба реле можно проверить на предмет исправности с помощью встроенной кнопки.

Вывод

В данной научно-исследовательской статье было описано устройство силового трансформатора сухого типа на примере трансформатора ТСЗ-630/10/0,4 УХЛ1, приведены основные причины повреждений и описаны существующие современные способы мониторинга основных параметров силовых трансформаторов. Также рассмотрена система температурного мониторинга и контроля силовых трансформаторов ТСЗ 630/10/0,4 на базе позисторного реле типа MSF220K.

Список литературы:

1. Ефанов А.В., Ковалев М.В. Мониторинг высоковольтного электрооборудования // Конференция молодых специалистов энергетики. М.: НЦ ЭНАС. 2000. С. 111-112.
2. Ефанов А.В., Ковалев М.В. Мониторинг высоковольтного электрооборудования // Материалы международной научно-практической конференции «Теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики». Новочеркасск. 2000. С. 8-13.

3. Ерошенко Г.П. Эксплуатация электрооборудования: учебник. М.: ИНФРА-М, 2017. 336 с.

4. Современные автоматизированные системы управления, контроля и диагностики энергетических объектов / под ред. Ю.Д. Тайда, А.И. Таджибаева, М.И. Фрумкина. Выпуск 1. СПб.: ПЭИПК, 1999. 173 с.

5. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий. М: Академия, 2009. 432 с.