

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Трансформаторы силовые трехфазные масляные типа ТМ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на трансформаторы силовые трехфазные двухобмоточные масляные типа ТМ (с естественным масляным охлаждением) общего назначения номинальной мощностью от 25 до 2500 кВ·А с классом напряжения до 10 кВ включительно.

Руководство предназначено для изучения устройства трансформаторов и устанавливает требования к транспортированию, хранению, монтажу, введению в эксплуатацию, использованию по назначению, техническому обслуживанию, ремонту и утилизации.

Трансформаторы ТМ предназначены для передачи и распределения электроэнергии в сетях переменного тока частотой 50 Гц.

Трансформаторы пригодны для внутренней и наружной установки, в том числе в комплектных трансформаторных подстанциях (КТП).

Трансформаторы соответствуют требованиям ГОСТ 11677-85 «Трансформаторы силовые. Общие технические условия», ГОСТ 11920-85 «Трансформаторы трехфазные силовые масляные общего назначения мощностью от 1000 до 80000 кВА на напряжение до 35 кВ включительно», ГОСТ 16555-75 «Трансформаторы силовые трехфазные герметичные масляные и с негорючим жидким диэлектриком».

2. РАСШИФРОВКА ТИПА

ТМ — трехфазный масляный:

- **Т** — трансформатор трехфазный;
- **М** — охлаждение масляное с естественной циркуляцией воздуха и масла (естественное).

Структура условного обозначения:

ТМ — Х1/Х2 У(ХЛ)1

где:

- **X1** — номинальная мощность, кВ·А (25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500);
- **X2** — класс напряжения обмотки ВН, кВ (6 или 10);
- **У(ХЛ)1** — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69.

Пример условного обозначения: **ТМ-1000/10-У1** — трансформатор трехфазный масляный с естественным охлаждением, номинальной мощностью 1000 кВА, класс напряжения 10 кВ, климатическое исполнение У (умеренный климат), категория размещения 1.

3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

3.1. Конструкция

Трансформатор ТМ состоит из следующих основных элементов:

- **Бака** — сварная металлическая конструкция, заполненная трансформаторным маслом. Для увеличения поверхности охлаждения применяются радиаторы или гофрированные стенки;
- **Крышки** с вводами ВН и НН;
- **Активной части**, жестко закрепленной в баке;
- **Магнитопровода (сердечника)** — собран из пластин холоднокатаной электротехнической стали;
- **Обмоток высшего напряжения (ВН) и низшего напряжения (НН)** — изготавливаются из меди или алюминия;
- **Расширителя** — служит для компенсации изменения объема масла при колебаниях температуры. Емкость расширителя обеспечивает наличие в нем масла при всех режимах работы трансформатора;
- **Воздухоосушителя** — сообщение с атмосферой («дыхание») расширителя осуществляется через воздухоосушитель, заполненный сорбентом (силикагелем), поглощающим влагу и пыль;
- **Переключателя** для регулирования напряжения (ПБВ — переключение без возбуждения);
- **Термометра** для контроля температуры верхних слоев масла;
- **Маслоуказателя** для контроля уровня масла.

В нижней части бака имеются:

- пробка (болт) заземления;
- пробка для слива масла;
- кран (пробка) для взятия пробы масла.

Вводы НН трансформаторов мощностью 160 кВА и выше комплектуются контактными зажимами.

3.2. Принцип работы

Принцип работы трансформатора ТМ основан на процессе **электромагнитной индукции**. При подаче переменного напряжения на первичную обмотку в магнитопроводе создается переменный магнитный поток, который, пронизывая вторичную обмотку, индуцирует в ней ЭДС. Благодаря разному числу витков обмоток осуществляется преобразование напряжения.

3.3. Особенности конструкции

Трансформаторы типа ТМ относятся к наиболее популярному типу — масляным. В отличие от герметичных трансформаторов ТМГ, трансформаторы ТМ оснащаются расширителем, сообщаемым с атмосферой через воздухоосушитель. Масло в трансформаторах ТМ контактирует с воздухом через систему «дыхания» расширителя, поэтому требуется периодический контроль качества масла и состояния сорбента в воздухоосушителе.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметр	Значение
Номинальная мощность	25–2500 кВ·А
Номинальное напряжение обмотки ВН	6 или 10 кВ
Номинальное напряжение обмотки НН	0,4 кВ (0,23–0,69 кВ по заказу)
Номинальная частота	50 Гц
Регулирование напряжения	ПБВ (переключение без возбуждения), диапазон $\pm 2 \times 2,5\%$ от номинального значения
Схемы и группы соединения обмоток	по заказу
Климатическое исполнение	У (умеренный), ХЛ (холодный)
Категория размещения	1 по ГОСТ 15150-69
Высота установки над уровнем моря	не более 1000 м
Режим работы	длительный
Степень защиты	IP 13

Превышение температуры частей трансформатора над температурой охлаждающей среды при номинальной нагрузке:

- обмотки — не более плюс 65 °С (метод измерения — по изменению сопротивления);
- масла — не более плюс 60 °С (в верхних слоях).

5. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1. Допустимые условия

Трансформаторы ТМ предназначены для работы в следующих условиях:

- **Температура окружающего воздуха:**
 - исполнение У (умеренный климат): от –45 °С до +40 °С;
 - исполнение ХЛ (холодный климат): от –60 °С до +40 °С;
- **Относительная влажность воздуха:** не более 80% при 25°С;
- **Высота над уровнем моря:** не более 1000 м;
- **Окружающая среда:** невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли в концентрациях, снижающих параметры оборудования;
- **Режим работы:** длительный.

5.2. Запрещенные условия

Трансформаторы **не предназначены** для работы:

- в условиях тряски, вибрации, ударов;
- во взрывоопасной и химически активной среде;
- при частых включениях (более 10 раз в сутки систематически).

6. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

6.1. Транспортирование

Транспортирование трансформаторов должно осуществляться в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации. При транспортировании необходимо обеспечить:

- надежное крепление трансформатора на транспортном средстве;
- защиту от механических повреждений и атмосферных осадков;
- соблюдение температурного режима, установленного для данного исполнения.

6.2. Хранение

Хранение трансформаторов должно производиться в условиях, исключающих воздействие атмосферных осадков, агрессивных сред и механических повреждений.

7. МОНТАЖ

7.1. Подготовка к монтажу

Перед монтажом необходимо:

- проверить комплектность поставки;
- ознакомиться с паспортом и руководством по эксплуатации;
- подготовить фундамент в соответствии с проектной документацией.

7.2. Установка

При монтаже трансформатора необходимо руководствоваться следующими требованиями:

- установка производится при точном следовании проектной документации;
- фиксация трансформатора осуществляется в соответствии с проектом.

7.3. Заземление

Бак трансформатора должен обязательно заземляться. Для присоединения заземляющей шины в нижней части бака имеется болт заземления.

8. ВВЕДЕНИЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Перед вводом трансформатора в эксплуатацию необходимо:

1. Провести внешний осмотр трансформатора, убедиться в отсутствии механических повреждений.
2. Протереть изоляторы от сухой смазки тряпкой, смоченной в бензине.
3. Проверить состояние изоляторов (отсутствие трещин, сколов, загрязнений).
4. Проверить наличие необходимых пломб.
5. Проверить уровень масла по маслоуказателю — в случае недостатка произвести доливку.
6. Очистить от окиси контакты переключателя, произвести переключение не менее 15 раз.
7. Убедиться в исправности заземления.
8. Проверить надежность всех контактных соединений.
9. Проверить сопротивление изоляции обмоток по всем ответвлениям.

10. Произвести необходимые электрические измерения и испытания согласно нормативной документации.

Первое включение трансформатора произвести при отключенной нагрузке (в режиме холостого хода) в соответствии с «Правилами устройства электроустановок (ПУЭ)», подав номинальное напряжение на время не менее 30 минут.

9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.1. Общие положения

При эксплуатации трансформаторов ТМ должна обеспечиваться их надежная работа. Трансформатор, находящийся в эксплуатации, должен систематически подвергаться контролю за работой под нагрузкой и плановым профилактическим осмотрам и ремонтам. Нагрузки, уровень напряжения, температура, характеристики масла и параметры изоляции должны находиться в пределах установленных норм.

9.2. Периодичность осмотров

Осмотры без отключения:

- Главных понижающих трансформаторов подстанций с постоянным дежурством персонала — **1 раз в сутки**;
- Остальных трансформаторов — **1 раз в месяц**.

Внеочередные осмотры производятся:

- после неблагоприятных погодных воздействий (гроза, резкое изменение температуры, сильный ветер и др.);
- при работе газовой защиты на сигнал;
- при отключении трансформатора защитой.

Технический руководитель обычно устанавливает проведение осмотра **не реже 1 раза в 6 месяцев**.

9.3. Состав технического обслуживания

При техническом обслуживании проводятся следующие работы:

1. Визуальный осмотр:

- проверка характера гула трансформатора и отсутствия посторонних звуков;
- состояние маслоуказателя и уровень масла;
- температура масла (по термометру);
- отсутствие течи масла (особенно под крышкой и арматурой);

- состояние воздухоосушителя (цвет силикагеля — в сухом виде голубой; при розовой окраске — замена или регенерация);
 - состояние проходных изоляторов (отсутствие трещин, сколов, загрязнений);
 - состояние сети заземления и контактных соединений.
2. **Электрические измерения** параметров трансформатора.
 3. **Отбор проб и физико-химический анализ трансформаторного масла** (не реже одного раза в год).
 4. **Тепловизионный контроль** обмоток и корпуса для своевременного выявления перегрева.

Все данные осмотра фиксируются в специальном журнале.

9.4. Периодичность проверок

Наименование	Тип осмотра/проверки	Периодичность
Трансформаторы	Правильность выбора коэффициента трансформации	2 раза в год (перед зимним и летним максимумами)
Трансформаторы	Общий осмотр	Не реже 1 раза в месяц
Трансформаторы	Профилактические измерения, испытания	Не реже 1 раза в 3 года
Трансформаторы	Внеочередной осмотр	При отключении защитами

Категорически запрещается производить переключения трансформатора под напряжением.

10. АВАРИЙНЫЙ ВЫВОД ИЗ РАБОТЫ

Трансформатор должен быть **аварийно выведен из работы** при:

- сильном неравномерном шуме и потрескивании внутри трансформатора;
- ненормальном и постоянно возрастающем нагреве при нагрузке ниже номинальной и нормальной работе охлаждения;
- выбросе масла из расширителя;
- течи масла с понижением его уровня ниже допустимого;
- необходимости немедленной замены масла по результатам лабораторных анализов.

11. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

11.1. Общие требования

Работы по эксплуатации, обслуживанию и ремонту трансформатора разрешается проводить лицам, ознакомившимся с руководством по эксплуатации и имеющим соответствующую квалификацию.

При изучении и эксплуатации изделий дополнительно необходимо руководствоваться:

- «Правилами устройства электроустановок (ПУЭ)»;
- «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок»;
- «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей».

11.2. При проведении технического обслуживания

1. Перед началом работ подготовить весь необходимый инструментарий и проверить его исправность.
2. Работы проводятся в защитном костюме и спецодежде, защищающей от поражения электротоком.
3. У осматриваемой камеры выключить электропитание.
4. На выключенный рубильник обязательно повесить табличку с надписью о проведении работ.
5. Провести разрядку конденсаторов.
6. При открытии камеры трансформатора убедиться в отсутствии напряжения на выходе НН.

11.3. Запрещается

- воздействие на трансформатор вибраций, колебаний или механических ударов;
- эксплуатация во взрывоопасной и химически активной среде;
- эксплуатация при наличии токопроводящей пыли в недопустимых концентрациях;
- производить переключения трансформатора под напряжением;
- включать трансформатор при наличии трещин и сколов на вводах;
- исключать заземление;
- эксплуатировать трансформатор с пониженным уровнем масла.

12. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Неисправность	Возможная причина	Метод устранения
Повышенный нагрев	Перегрузка, нарушение охлаждения	Снизить нагрузку, проверить охлаждение
Неравномерный шум,	Ослабление креплений,	Отключить

потрескивание	повреждение изоляции	трансформатор, провести диагностику
Течь масла	Повреждение уплотнений, коррозия	Отключить трансформатор, устранить течь
Понижение уровня масла	Течь, естественное старение	Проверить герметичность, при необходимости долить масло
Загрязнение или изменение цвета масла	Старение масла, попадание влаги	Провести анализ масла, при необходимости заменить
Изменение цвета силикагеля в воздухоосушителе	Насыщение влагой	Заменить или регенерировать силикагель

13. УТИЛИЗАЦИЯ

Утилизация трансформаторов должна производиться в соответствии с действующим законодательством в области охраны окружающей среды. Трансформаторное масло подлежит сбору и передаче специализированным организациям для переработки или утилизации. Металлические части (бак, магнитопровод, обмотки) сдаются как металлолом.

Примечание: В связи с постоянным совершенствованием конструкции и технологии изготовления изделий в настоящем руководстве могут иметь место отдельные расхождения между описанием и изделием, не влияющие на работоспособность, технические характеристики и установочные размеры изделия. При ознакомлении с устройством трансформатора необходимо руководствоваться также паспортом и документами, входящими в комплект эксплуатационных документов на трансформатор.