

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Трансформаторы силовые трехфазные масляные герметичные с защитой масла типа ТМЗ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на трансформаторы силовые трехфазные двухобмоточные масляные герметичные с защитой масла типа ТМЗ 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 ТМЗ предназначены для преобразования электроэнергии (понижения или повышения напряжения) в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии. Трансформаторы пригодны для внутренней и наружной установки, в том числе в комплектных трансформаторных подстанциях (КТП).

Трансформаторы соответствуют требованиям ГОСТ 11677-85, ГОСТ 11920-85, ГОСТ 16555-75.

2. РАСШИФРОВКА ТИПА

ТМЗ — трехфазный масляный с защитой масла азотной подушкой:

- **Т** — трансформатор трехфазный;
- **М** — охлаждение масляное с естественной циркуляцией воздуха и масла;
- **З** — с защитой при помощи азотной подушки.

Структура условного обозначения:

ТМЗ — Х1/Х2 У(ХЛ)1 — ХЗ

где:

- **X1** — номинальная мощность, кВ·А (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;
- **X3** — уровень потерь холостого хода и короткого замыкания.

Пример условного обозначения: **ТМЗ-1000/10-У1** — трансформатор трехфазный масляный с защитой масла азотной подушкой, 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 ТМЗ состоит из следующих основных элементов:

- **Бака** — сварная металлическая конструкция овальной или прямоугольной формы. Для увеличения поверхности охлаждения применяются радиаторы. Бак имеет высокую механическую прочность и выдерживает избыточное давление до 75 кПа и остаточное давление до 50 кПа;
- **Крышки** с вводами ВН и НН;
- **Активной части**, жестко закрепленной в верхней части бака;
- **Магнитопровода (сердечника)** — плоскошхтованный, стержневого типа, собирается из холоднокатаной электротехнической стали. Особая форма исполнения магнитопровода *step-lap* обеспечивает низкий уровень шума и низкие потери холостого хода;
- **Обмоток высшего напряжения (ВН) и низшего напряжения (НН)** — изготавливаются из алюминиевых или медных проводов; обмотки НН мощностью выше 250 кВА выполняются из фольги. В качестве изоляционного материала используется бумага марки ДРР;
- **Переключателя** для регулирования напряжения;
- **Термосифонного фильтра** (только для трансформаторов мощностью 1000 кВА и выше).

В нижней части бака имеются:

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

На верхней части стенки бака устанавливаются:

- маслоуказатель для контроля уровня масла (с контрольными метками для температур -45°C , $+15^{\circ}\text{C}$, $+40^{\circ}\text{C}$);
- пробка для задувки азота;
- штуцер для подсоединения моновакуумметра;
- термометрический сигнализатор для измерения температуры верхних слоев масла;
- предохранительный клапан (срабатывает при давлении 0,75 атм).

Вводы ВН — наружной установки, съемные, изоляторы проходные фарфоровые. Вводы НН выполнены из плоских проходных медных шин, съемные.

3.2. Принцип работы

Принцип работы трансформатора ТМЗ 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 герметичного исполнения с защитой масла

Трансформаторы ТМЗ изготавливаются в герметичном исполнении **без расширителя**. Объемное расширение масла при его работе компенсируется **объемом азотной подушки**, расположенной над зеркалом масла в баке. Азотная подушка обеспечивает защиту масла от окисления и компенсирует температурные колебания объема масла.

Трансформатор заполнен трансформаторным маслом, герметично закрытым внутри корпуса. В герметичном трансформаторе масло не контактирует с внешней средой, благодаря чему отсутствуют такие вредные факторы, как шламообразование, окисление и увлажнение.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметр	Значение
Номинальная мощность	25–2500 кВ·А
Номинальное напряжение обмотки ВН	до 10 кВ включительно
Номинальное напряжение обмотки НН	0,4 кВ или 0,69 кВ
Номинальная частота	50 Гц
Регулирование напряжения	ПБВ (переключение без возбуждения), диапазон $\pm 2 \times 2,5\%$ от номинального значения
Схемы и группы соединения	по заказу

обмоток	
Климатическое исполнение	У (умеренный), ХЛ (холодный)
Категория размещения	1 по ГОСТ 15150-69
Высота установки над уровнем моря	не более 1000 м
Избыточное давление бака	до 75 кПа

Предельные отклонения технических параметров (согласно ГОСТ 11677):

- Напряжение короткого замыкания: $\pm 10\%$;
- Потери короткого замыкания на основном ответвлении: $+10\%$;
- Потери холостого хода: $+15\%$;
- Полная масса: $+10\%$.

5. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1. Допустимые условия

Трансформаторы ТМЗ предназначены для работы в следующих условиях:

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

5.2. Запрещенные условия

Трансформаторы **не предназначены** для работы:

- во взрывоопасной и агрессивной среде (содержащей газы, испарения, пыль повышенной концентрации, при которых возможно разрушение металлов и изоляции);
- при вибрации и тряске (максимальная амплитуда ускорения более $2,5 \text{ м/с}^2$);
- при частых включениях со стороны питания (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.

Подъем бака и трансформатора в сборе осуществляется за крюки, расположенные под верхней рамой бака.

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. Проверить состояние изоляторов (отсутствие трещин, сколов, загрязнений).
3. Проверить уровень масла по маслоуказателю.
4. Убедиться в исправности заземления.
5. Проверить надежность всех контактных соединений.
6. Произвести необходимые электрические измерения и испытания согласно нормативной документации.
7. **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 ТМЗ 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.

Трансформаторы типа ТМЗ наименее требовательны к обслуживанию благодаря герметичной конструкции с азотной защитой масла.

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 (с учетом температурных меток);
- температура масла (по термометрическому сигнализатору);
- отсутствие течи масла (особенно под крышкой и арматурой);
- состояние проходных изоляторов (отсутствие трещин, сколов, загрязнений);
- состояние сети заземления и контактных соединений;
- контроль внутреннего давления по моновакуумметру;
- проверка предохранительного клапана.

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 или срабатывании предохранительного клапана;
- 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.

12. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Неисправность	Возможная причина	Метод устранения
Повышенный нагрев	Перегрузка, нарушение охлаждения	Снизить нагрузку, проверить охлаждение
Неравномерный шум, потрескивание	Ослабление креплений, повреждение изоляции	Отключить трансформатор, провести диагностику
Течь масла	Повреждение уплотнений, коррозия	Отключить трансформатор, устранить течь
Понижение уровня масла	Нарушение герметичности азотной подушки	Проверить герметичность, при необходимости восстановить давление азота
Загрязнение или изменение цвета масла	Старение масла, попадание влаги	Провести анализ масла, при необходимости заменить
Срабатывание предохранительного клапана	Повышение давления в баке	Отключить трансформатор, выявить и устранить причину

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.