

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Трансформаторы силовые трехфазные масляные герметичные фланцевые типа ТМГФ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на трансформаторы силовые трехфазные двухобмоточные масляные герметичные фланцевые типа ТМГФ общего назначения номинальной мощностью от 630 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 ТМГФ (герметичные фланцевые) предназначены для преобразования, распределения и передачи электрической энергии в сетях переменного тока частотой 50 Гц, питающих электрические установки. Трансформаторы пригодны для внутренней и наружной установки, в том числе в комплектных трансформаторных подстанциях (КТП).

Трансформаторы соответствуют требованиям стандартов МЭК-76 и ГОСТ 11677 «Трансформаторы силовые. Общие технические условия».

2. РАСШИФРОВКА ТИПА

ТМГФ — трехфазный масляный герметичный фланцевый:

- **Т** — трансформатор трехфазный;
- **М** — охлаждение масляное с естественной циркуляцией воздуха и масла;
- **Г** — герметичный;
- **Ф** — фланцевое исполнение.

Структура условного обозначения:

ТМ(Г)Ф — Х/6(10) У(ХЛ)1 — Х

где:

- **Т** — трансформатор трехфазный;
- **М** — охлаждение масляное с естественной циркуляцией воздуха и масла;
- **Г** — герметичный;
- **Ф** — фланцевый;
- **Х** — номинальная мощность, кВ·А (630, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500);
- **6(10)** — класс напряжения обмотки ВН, кВ;
- **У(ХЛ)1** — климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69;
- **Х** — уровень потерь холостого хода и короткого замыкания.

Пример условного обозначения: **ТМГФ-1000/10-У1** — трансформатор трехфазный масляный герметичный фланцевый, 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 ТМГФ состоит из следующих основных элементов:

- **Бака с радиаторами** — прямоугольной формы, с гофрированными стенками, без маслорасширителя. На узких противоположных стенках бака расположены вводы, которые закрываются коробами с уплотнениями;
- **Крышки бака**;
- **Активной части**, которая **раскреплена в баке** трансформатора;
- **Магнитопровода (сердечника)** — изготавливается из холоднокатаной электротехнической стали;
- **Обмоток высшего напряжения (ВН) и низшего напряжения (НН)** — многослойные цилиндрические, выполнены из алюминиевых обмоточных проводов круглого или прямоугольного сечения с эмалевой или стеклополиэфирной изоляцией;
- **Переключателя ответвлений обмотки ВН (ПБВ)** — реечного типа ПТР-6-10/63 или ПТР-6-10/150;
- **Отводов ВН и НН**;
- **Нижних и верхних ярмовых прессующих балок.**

Бак состоит из:

- стенок, выполненных из стального листа толщиной от 2,0 до 3,5 мм (в зависимости от мощности);
- верхней рамы;
- радиаторов (расположены по периметру бака);

- петель для подъема трансформатора;
- дна с опорными лапами (швеллерами).

На крышке трансформаторов ТМГФ установлены:

- привод переключателя;
- предохранительный клапан;
- мановакуумметр (на трансформаторах мощностью 1000 кВА и выше);
- термосигнализатор (на трансформаторах мощностью 1000 кВА и выше).

В нижней части бака имеются:

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

Вводы ВН и НН — наружной установки, съемные, изоляторы проходные фарфоровые. Типы вводов:

- на стороне ВН — ВСТА-10/250;
- на стороне НН — в зависимости от номинального тока: ВСТ-1/1000, ВСТ-1/1600.

Вводы НН трансформаторов комплектуются контактными зажимами из латуни.

Уровень масла контролируется визуально по указателю уровня масла, расположенному на стенке бака.

3.2. Принцип работы

Принцип работы трансформатора ТМГФ 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 фланцевого исполнения

Трансформаторы ТМГФ изготавливаются в **герметичном исполнении без расширительного бака**. В герметичном трансформаторе масло не контактирует с внешней средой, благодаря чему отсутствуют такие вредные факторы, как шламообразование, окисление и увлажнение.

Температурные изменения объема масла компенсируются упругой деформацией гофрированных стенок бака. При соблюдении требований инструкции по эксплуатации трансформатора избыточное давление внутри бака не должно превышать **40 кПа (0,4 кгс/см²)**.

Фланцевое исполнение означает, что выводы трансформатора имеют фланцевые соединения и расположены на коротких стенках бака, закрытых защитным кожухом.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметр	Значение
Номинальная мощность	250–2500 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 обмоток	У/Ун-0; Д/Ун-11 (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

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 ТМГФ предназначены для работы в следующих условиях:

- **Температура окружающего воздуха:**
 - исполнение У (умеренный климат): от $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- исполнение ХЛ (холодный климат): от -60°C до $+40^{\circ}\text{C}$;
- **Относительная влажность воздуха:** не более 80% при $+25^{\circ}\text{C}$;
- **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:

- во взрывоопасной и агрессивной среде (содержащей газы, испарения, пыль повышенной концентрации и т.п.);
- при вибрации и тряске;
- 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.

Для подъема бака и трансформатора в сборе используются петли (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;
- трансформаторы имеют приваренные ко дну опорные лапы (швеллеры) с отверстиями для крепления трансформатора к фундаменту;
- фиксация трансформатора осуществляется в соответствии с проектом.

По желанию заказчика возможна установка катков, которые служат для продольного и поперечного перемещения трансформаторов.

7.3. Заземление

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

Первое включение трансформатора следует 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 ТМГФ 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 ТМГФ наименее требовательны к обслуживанию благодаря герметичной конструкции.

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 или термометрическому сигнализатору);
- отсутствие течи масла;
- состояние проходных изоляторов, ошиновки, заземления;
- контроль внутреннего давления по мановакуумметру (при наличии).

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;
- 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 систему охлаждения
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	Проверить герметичность, при необходимости долить масло

Загрязнение или изменение цвета масла	Старение масла, попадание влаги	Провести анализ масла, при необходимости заменить
Повышение давления в баке	Нарушение режима работы	Проверить по мановакуумметру, при необходимости отключить

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.