

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Трансформаторы силовые трехфазные масляные герметичные типа ТМГ

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на трансформаторы силовые трехфазные двухобмоточные масляные герметичные типа ТМГ номинальной мощностью от 25 до 3200 кВ·А с классом напряжения от 3 до 35 кВ.

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 ТМГ предназначены для преобразования электроэнергии в сетях энергосистем и потребителей электроэнергии в условиях наружной или внутренней установки.

2. РАСШИФРОВКА ТИПА

ТМГ — трехфазный масляный герметичный:

- **Т** — трансформатор трехфазный;
- **М** — охлаждение масляное (естественное);
- **Г** — герметичное исполнение.

Пример условного обозначения: **ТМГ-250/10-У1** — трансформатор трехфазный масляный герметичный, номинальной мощностью 250 кВА, класс напряжения 10 кВ, климатическое исполнение У (умеренный климат), категория размещения 1.

3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

3.1. Конструкция

Трансформатор ТМГ состоит из следующих основных элементов:

- **Бака** — радиаторный либо с гофрированными стенками, компенсирующими температурные изменения объема масла за счет упругой деформации;
- **Крышки бака**;
- **Активной части**, имеющей жесткое крепление с крышкой трансформатора;
- **Магнитопровода (сердечника)** — собран из пластин холоднокатаной зерноориентированной электротехнической стали по прогрессивной технологии *step-lap* (шихтовка);
- **Обмоток высшего напряжения (ВН) и низшего напряжения (НН)** — изготавливаются из меди или алюминия;
- **Нижних и верхних ярмовых прессующих балок**;
- **Дна с опорными лапами (швеллерами)**.

Трансформатор заполнен высококачественной изоляционной средой — минеральным маслом, герметично закрытым внутри корпуса для предотвращения атмосферного загрязнения. В герметичном трансформаторе масло не контактирует с внешней средой, благодаря чему отсутствуют такие вредные факторы, как шламообразование, окисление и увлажнение.

3.2. Принцип работы

Принцип работы трансформатора ТМГ 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

Трансформаторы ТМГ изготавливаются в герметичном исполнении, с полной заправкой маслом, без расширителя, а также без воздушной или газовой подушки. Температурные изменения объема масла компенсируются упругой деформацией гофров бака. Внутреннее давление бака составляет до 0,5 Бар.

Перед заливкой в трансформатор масло подвергается специальной обработке — дегазируется в среде глубокого вакуума, а его заправка осуществляется в специальной вакуум-заливочной камере.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Параметр	Значение
Номинальная мощность	25–3200 кВ·А
Номинальное напряжение обмотки ВН	6–35 кВ
Номинальное напряжение обмотки НН	0,4 кВ (0,23–10 кВ по заказу)
Номинальная частота	50 Гц
Регулирование напряжения	ПБВ (переключение без возбуждения), диапазон $\pm 5\%$, ступени по 2,5%
Схемы и группы соединения обмоток	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11
Климатическое исполнение	У (умеренный), ХЛ (холодный), УХЛ1
Категория размещения	1 по ГОСТ 15150-69
Высота установки над уровнем моря	не более 1000 м

Предельные отклонения технических параметров (согласно ГОСТ 11677):

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

5. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1. Допустимые условия

Трансформаторы ТМГ 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 ;
- **Окружающая среда:** невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли в концентрациях, снижающих параметры изделий;
- **Режим работы:** длительный.

5.2. Запрещенные условия

Трансформаторы **не предназначены** для работы:

- в условиях тряски, вибрации, ударов;
- в химически активной среде;
- во взрывоопасной 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;
- обязательно использование вибрационно-компенсирующих подкладок, поставляемых в комплекте;
- фиксация трансформатора осуществляется специальным стопорным узлом;

- трансформаторы общей массой менее 2 тонн, не имеющие катков, размещаются непосредственно на фундаменте;
- трансформаторы, снабженные катками, фиксируются на направляющих с помощью упоров.

7.3. Заземление

Бак трансформатора должен обязательно заземляться. Для присоединения заземляющей шины в нижней части бака имеется бобышка с болтом, обозначенная условным знаком.

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.

9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.1. Общие положения

При эксплуатации трансформаторов ТМГ должна обеспечиваться их надежная работа. Нагрузки, уровень напряжения, температура, характеристики масла и параметры изоляции должны находиться в пределах установленных норм.

Трансформаторы типа ТМГ наименее требовательны к обслуживанию благодаря герметичной конструкции. Герметичное исполнение исключает необходимость регулярного контроля уровня масла и его доливки в течение всего срока службы.

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 газовой или дифференциальной 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 масломерного стекла;
- наличие, чистота, цвет и уровень масла;
- температура масла (при наличии термометра);
- отсутствие течи масла (особенно под крышкой и арматурой);
- состояние селикагеля (в сухом виде должен иметь голубой цвет; при розовой окраске — замена);
- 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

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 или разрыве диафрагмы выхлопной трубы;
- течи масла с понижением его уровня ниже уровня масломерного стекла;
- 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.

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.

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	Течь, естественное старение	Проверить герметичность, при необходимости долить масло (для негерметичных исполнений)
Загрязнение или изменение цвета масла	Старение масла, попадание влаги	Провести анализ масла, при необходимости заменить

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.