

# Масляные Силовые Трансформаторы: Полное Техническое Руководство

## Введение

Масляные силовые трансформаторы представляют собой ключевой элемент современных систем электроснабжения, обеспечивающий преобразование напряжения переменного тока частотой 50 Гц в распределительных сетях 6–10 кВ. Как инженер по силовому оборудованию с многолетним опытом поставок, я подготовил данное экспертное руководство, охватывающее все аспекты выбора, эксплуатации и логистики масляных трансформаторов.

[Услуги и сервисы](#) нашей компании включают полный цикл инженерного аудита и подбора оборудования.

## 1. Классификация Масляных Трансформаторов

### 1.1 Трансформаторы Серии ТМ (Трехфазные Масляные)

Серия ТМ — классические масляные трансформаторы с расширителем, предназначенные для эксплуатации в закрытых трансформаторных подстанциях и помещениях.

#### Расшифровка маркировки:

- **Т** — трехфазный
- **М** — масляный
- **XXX** — номинальная мощность (кВА)
- **10(6)** — класс напряжения ВН (кВ)
- **0,4** — напряжение НН (кВ)

#### Технические характеристики серии ТМ:

Мощность (кВА)	Схема/группа соединения	Потери КЗ (Вт)	Укз (%)	Потери ХХ (Вт)
ТМ-25/10/0,4	У/Ун-0; У/Зн-11	600	4,5	105
ТМ-40/10/0,4	У/Ун-0; У/Зн-11	900	4,5	150
ТМ-63/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11	1270	4,5	200
ТМ-100/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11	1970	4,5	270
ТМ-160/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11	2700	4,5	400
ТМ-250/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11	3900	4,5	540
ТМ-400/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11	5400–5600	4,5	770
ТМ-630/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11	7600–7800	5,5	1050
ТМ-1000/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11	10500	5,5	1050

[Инженерный подбор оборудования](#) позволяет оптимизировать технические параметры под конкретный объект.

## 1.2 Трансформаторы Серии ТМГ (Трехфазные Масляные Герметичные)

Серия ТМГ — современное герметичное исполнение с гофрированными стенками бака, исключающее контакт масла с атмосферой.

### Ключевые преимущества ТМГ:

- Отсутствие расширителя и контакта масла с окружающей средой
- Предотвращение процессов увлажнения, окисления и шламообразования
- Сохранение диэлектрических свойств масла в течение всего срока службы
- Минимальное техническое обслуживание
- Экологическая безопасность

### Технические характеристики серии ТМГ:

Мощность (кВА)	Схема/группа соединения	Потери КЗ (Вт)	Укз (%)	Потери ХХ (Вт)
ТМГ-25/10/0,4	У/Ун-0; У/Зн-11	600	4,5	105
ТМГ-40/10/0,4	У/Ун-0; У/Зн-11	900	4,5	150
ТМГ-63/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11	1270	4,5	200
ТМГ-100/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11	1970	4,5	270
ТМГ-160/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11	2700	4,5	400
ТМГ-250/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11	3900	4,5	540
ТМГ-400/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11; У/Зн-11	5400-5600	4,5	770
ТМГ-630/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11	7600-7800	5,5	1050
ТМГ-1000/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11	10500	5,5	1050
ТМГ-1600/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11	14500	5,5	1550
ТМГ-2500/10/0,4	У/Ун-0; Д/Ун-11	20500	6,0	2200

[B2B-услуги поставок](#) включают прямые контракты с заводами-производителями.

## 1.3 Трансформаторы Серии ТМГС (Столбового Типа)

Серия ТМГС — компактные герметичные трансформаторы для установки на столбах ЛЭП.

**Диапазон мощностей:** 16-100 кВА **Класс напряжения:** 6-10/0,4 кВ

### Области применения ТМГС:

- Нефтяные вышки и АЗС
- Антенны сотовой связи
- Фермерские хозяйства

- Индивидуальные постройки и коттеджные поселки
- Небольшие населенные пункты

## 2. Технические Спецификации и Параметры

### 2.1 Номинальная Мощность и Класс Напряжения

**Стандартный ряд мощностей (кВА):** 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 4000; 6300

#### Классы напряжения:

- ВН: 6 кВ; 6,3 кВ; 10 кВ; 10,5 кВ; 35 кВ; 110 кВ
- НН: 0,23 кВ; 0,4 кВ; 0,525 кВ; 0,69 кВ

### 2.2 Схема и Группа Соединения Обмоток

#### Основные схемы соединения:

Обозначение	Описание	Применение
У/Ун-0	Звезда-звезда с выведенной нейтралью	Стандартное распределение
Д/Ун-11	Треугольник-звезда	Подавление гармоник 3-го порядка
У/Зн-11	Звезда-зигзаг	Особые режимы нейтрали

[Подбор оборудования по ТЗ](#) обеспечивает точное соответствие схемы соединения требованиям сети.

### 2.3 Потери Холостогохода и Короткого Замыкания

#### Потери холостого хода (Р<sub>хх</sub>):

- Зависят от материала магнитопровода
- Современные трансформаторы используют холоднокатаную ориентированную сталь марок Э3409, Э3410, Э3411
- Технология step-lap снижает потери на 15-25%

#### Потери короткого замыкания (Р<sub>кз</sub>):

- Определяются сопротивлением обмоток
- Зависят от материала проводника (медь/алюминий)
- Влияют на КПД под нагрузкой

#### Напряжение короткого замыкания (U<sub>кз</sub>):

- 4,5% — для мощностей до 400 кВА
- 5,5% — для мощностей 630-1000 кВА
- 6,0% — для мощностей 1600-2500 кВА

### 2.4 Системы Охлаждения

**ONAN (Oil Natural Air Natural):**

- Естественная циркуляция масла и естественное воздушное охлаждение
- Стандарт для распределительных трансформаторов
- Бесшумная работа

**ONAF (Oil Natural Air Forced):**

- Естественная циркуляция масла с принудительным воздушным охлаждением
- Добавление вентиляторов увеличивает мощность на 25-40%

**OFAF (Oil Forced Air Forced):**

- Принудительная циркуляция масла и воздуха
- Для мощных трансформаторов свыше 10 МВА

---

## 3. Конструктивные Особенности

### 3.1 Типы Баков

**Гофрированный бак (гофро):**

- Гибкие стенки компенсируют изменение объема масла
- Не требует расширителя
- Компактные габариты
- Применяется в серии ТМГ

**Радиаторный бак:**

- Съёмные охладители (радиаторы)
- Увеличенная поверхность охлаждения
- Применяется в мощных трансформаторах
- Возможность замены радиаторов

### 3.2 Регулирование Напряжения

**ПБВ (Переключение Без Возбуждения):**

- Ручное переключение ответвлений при отключенном трансформаторе
- Диапазон:  $\pm 2 \times 2,5\%$  от номинального напряжения
- Стандартное исполнение для ТМ и ТМГ

**РПН (Регулятор Под Нагрузкой):**

- Автоматическое переключение под нагрузкой
- Непрерывное поддержание напряжения
- Опция для ответственных объектов

[Услуги и ВЭД](#) включают оформление всей разрешительной документации.

### 3.3 Комплектующие и Опции

**Стандартная комплектация:**

- Датчики температуры (термосопротивления PT100)
- Реле Бухгольца (для трансформаторов с расширителем)
- Указатель уровня масла
- Предохранительный клапан
- Клеммы заземления

**Дополнительные опции:**

- Цифровой терморегулятор TP-100 с интерфейсом RS-485 MODBUS RTU
  - Система онлайн-мониторинга параметров
  - Биоразлагаемое эстеровое масло
  - Нержавеющий бак для агрессивных сред
- 

## 4. Условия Эксплуатации и Климатическое Исполнение

### 4.1 Климатические Исполнения

**У1 (Умеренный климат):**

- Температура: от -45°C до +40°C
- Влажность: до 80% при +20°C
- Стандартное исполнение для большинства регионов

**УХЛ1 (Умеренно-холодный климат):**

- Температура: от -60°C до +40°C
- Влажность: до 80% при +20°C
- Для северных регионов и Сибири

**Тропическое исполнение Т1, Т2:**

- Температура: от -10°C до +50°C
- Влажность: до 100% при +35°C
- Защита от грибков и плесени

### 4.2 Условия Установки

**Внутреннего исполнения:**

- Закрытые трансформаторные подстанции (ЗТП)
- Помещения электротехнических установок
- Требуется вентиляция

**Наружного исполнения:**

- Открытые установки
  - Комплектные подстанции (КТП)
  - Устойчивость к атмосферным воздействиям
-

## 5. ВЭД Коды и Сертификация

### 5.1 Коды ТН ВЭД

#### Основные коды для трансформаторов:

Код ТН ВЭД	Описание
8504 31 000 0	Силовые трансформаторы номинальной мощностью не более 650 кВА
8504 31 800 0	Силовые трансформаторы номинальной мощностью более 650 кВА, но не более 10 000 кВА
8504 31 950 0	Силовые трансформаторы номинальной мощностью более 10 000 кВА
8504 90 000 0	Части трансформаторов

[Контроль качества NDT](#) обеспечивает проверку всего оборудования перед отгрузкой.

### 5.2 Технические Регламенты Таможенного Союза

#### ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»:

- Распространяется на трансформаторы напряжением до 1000 В переменного тока
- Требования к электробезопасности
- Испытания на изоляционное сопротивление

#### ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств»:

- Требования к ЭМС силовых трансформаторов
- Уровни электромагнитных помех

#### ТР ТС 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах»:

- Для трансформаторов во взрывоопасных зонах
- Маркировка Ex

### 5.3 Документация Завода-Изготовителя

#### Обязательные документы:

- Паспорт трансформатора
- Руководство по эксплуатации
- Протоколы заводских испытаний
- Сертификат соответствия
- Свидетельство о поверке (для измерительных)

## 6. Упаковочный Лист (Packing List) для Масляных Трансформаторов

## 6.1 Структура Документа

Поле	Описание
<b>Header</b>	Номер контракта, инвойс, дата. Реквизиты отправителя и получателя
<b>Description of Goods</b>	Точное наименование на двух языках. Серийный номер изделия
<b>Quantity</b>	Количество штук и грузовых мест
<b>Weight</b>	Net/Gross. Для масляных — отдельно вес масла и вес без масла
<b>Dimensions</b>	Габариты каждого места (Д×Ш×В) в мм
<b>Volume</b>	Общий объем в м <sup>3</sup>
<b>Shipping Marks</b>	Манипуляционные знаки: «Верх», «Осторожно», «Место строповки», «Центр тяжести»
<b>Package Type</b>	Морской деревянный ящик, фумигированная палета

## 6.2 Технические Нюансы для ВЭД

### Для масляных трансформаторов обязательно:

- Документ о содержании ПХБ (полихлорированных бифенилов) в масле
- Протокол анализа трансформаторного масла
- Декларация об отсутствии ПХБ (если масло новое)

### Комплектующие в упаковочном листе:

- Датчики температуры с указанием номера ящика
- Реле Бухгольца
- Высоковольтные вводы
- Комплект запасных частей
- Инструмент для обслуживания

[Audit China B2B](#) — услуга проверки китайских производителей.

## 7. Области Применения

### 7.1 Промышленные Объекты

- Электростанции и подстанции
- Metallургические комбинаты
- Нефтеперерабатывающие заводы
- Химические производства
- Горнодобывающие предприятия

### 7.2 Гражданское Строительство

- Жилые комплексы и микрорайоны
- Торговые центры и офисные здания
- Больницы и медицинские центры
- Образовательные учреждения

### 7.3 Инфраструктурные Объекты

- Объекты железнодорожного транспорта
  - Аэропорты и порты
  - Сельское электроснабжение
  - Объекты телекоммуникаций
- 

## 8. Преимущества Работы с Metal-Asia.pw

### 8.1 Почему Выгодно Заключать Контракты с Нами

#### **Прямые поставки с заводов:**

- Исключение посреднических наценок
- Гарантия подлинности оборудования
- Контроль производства на всех этапах

#### **Техническая экспертиза:**

- Команда квалифицированных инженеров
- Подбор оборудования по ТЗ заказчика
- Технический аудит производителей

#### **Полный спектр услуг:**

- Инженерный аудит и консалтинг
- Подбор и закупка оборудования
- Логистика и таможенное оформление
- Контроль качества (NDT)
- Шеф-монтаж и пусконаладка

#### **Гарантии и сервис:**

- Гарантия завода-изготовителя (минимум 3 года)
- Сервисное обслуживание
- Поставка запасных частей
- Техническая поддержка 24/7

[Электротехническое оборудование](#) — полный каталог продукции.

---

## 9. Сравнение ТМ и ТМГ

Параметр	ТМ (с расширителем)	ТМГ (герметичный)
Контакт масла с атмосферой	Есть	Нет
Техническое обслуживание	Регулярное	Минимальное
Риск утечки масла	Средний	Исключен
Экологичность	Стандартная	Повышенная
Стоимость	Ниже	Выше
Срок службы	25 лет	30+ лет
Применение	ЗТП, помещения	КТП, наружная установка

## 10. Заключение

Масляные силовые трансформаторы остаются оптимальным решением для большинства приложений благодаря высокой надежности, эффективному охлаждению и экономичности. Герметичные трансформаторы серии ТМГ представляют собой современное развитие технологии, обеспечивая минимальное обслуживание и максимальную экологическую безопасность.

При выборе трансформатора необходимо учитывать не только технические параметры, но и условия эксплуатации, требования к обслуживанию и логистические аспекты. Наша компания готова оказать полную поддержку на всех этапах — от инженерного аудита до ввода оборудования в эксплуатацию.

[Силовые трансформаторы](#) — каталог с ценами и сроками поставки.

## Контактная Информация

**Metal-Asia.pw** — ваш надежный партнер в поставках электротехнического оборудования.

- [Главная страница](#)
- [Контакты](#)
- [English version](#)
- [Все публикации](#)

*Документ подготовлен на основе технической документации ведущих производителей и действующих стандартов ГОСТ, IEC 60076, TP TC.*