

Трансформаторы с Литой Изоляцией ТСЛ и ТСЗЛ: Технические Спецификации

Что такое трансформатор с литой изоляцией?

Трансформатор с литой изоляцией — это сухой трансформатор, в котором обмотки полностью залиты эпоксидной смолой под вакуумом. Эта технология обеспечивает **полную герметичность**, защиту от внешних воздействий и повышенную механическую прочность. Литая изоляция — это передовая технология, используемая в наиболее ответственных применениях.

[Инженерный аудит трансформаторов ТСЛ](#)

Расшифровка маркировки ТСЛ и ТСЗЛ

Базовая маркировка

Элемент	Расшифровка
Т	Трехфазный
С	Сухой
Л	Литая изоляция
З	Залитый (в кожухе)
Д	С принудительным охлаждением
Ф	С защитным кожухом

Примеры маркировки

ТСЛ-1000/10/0.4-УЗ

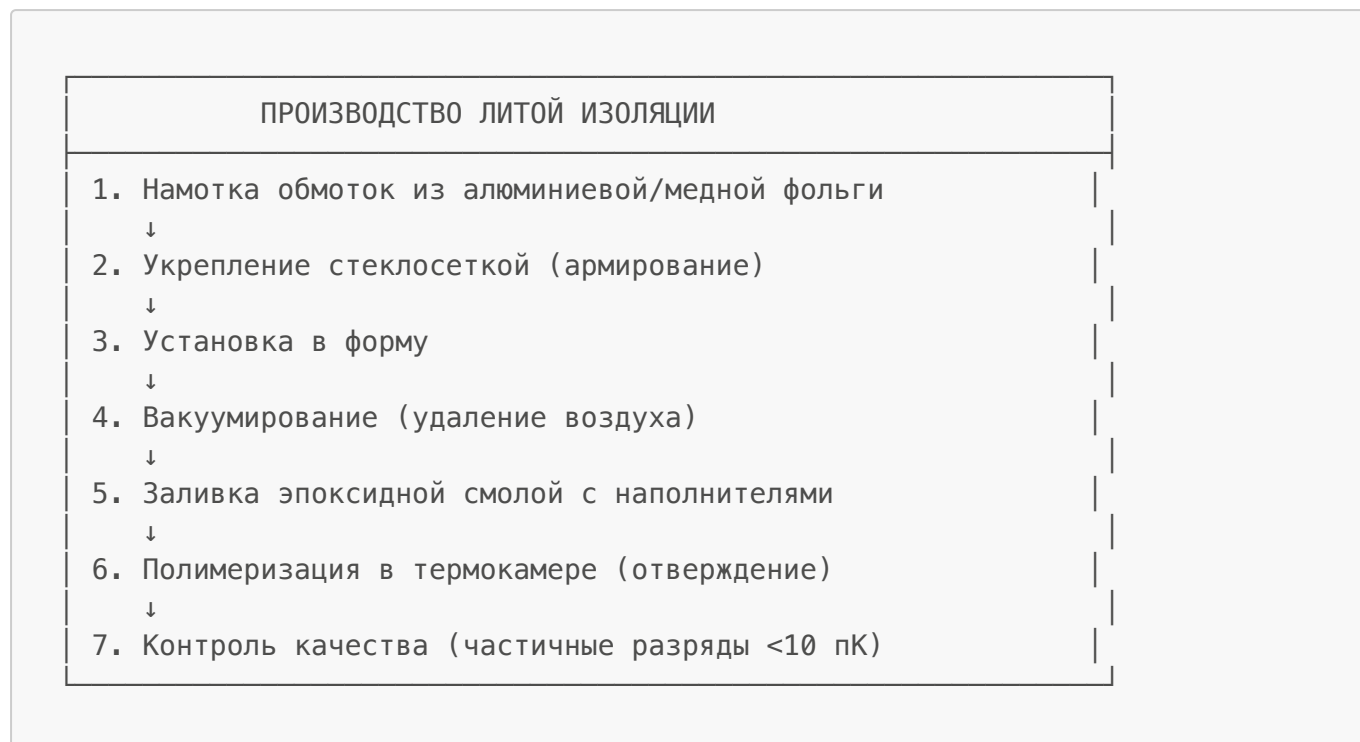
- ТСЛ — трехфазный сухой с литой изоляцией
- 1000 — номинальная мощность (кВА)
- 10 — напряжение ВН (кВ)
- 0.4 — напряжение НН (кВ)
- УЗ — климатическое исполнение

ТСДЗЛФ-1600/10/0.4-УХЛЗ

- ТСДЗЛФ — трехфазный, сухой, с принудительным охлаждением, залитый, в кожухе
 - 1600 — мощность (кВА)
 - УХЛЗ — морозостойкое исполнение (-60°C)
-

Технология производства литой изоляции

Процесс вакуумного литья



Материалы изоляции

Эпоксидная смола с наполнителями:

- Кварцевый песок (твёрдость, теплопроводность)
- Гидрат оксида алюминия (огнестойкость)
- Пигменты (цветовая идентификация)

Свойства эпоксидной смолы:

- Диэлектрическая прочность: >20 кВ/мм
- Тепловая стойкость: до 180°C (класс Н)
- Механическая прочность: высокая
- Влагостойкость: отличная

Технические характеристики ТСЛ

Таблица характеристик ТСЛ 10/0.4 кВ

Мощность (кВА)	Ток ВН (А)	Ток НН (А)	Укз (%)	Потери ХХ (Вт)	Потери КЗ (Вт)	КПД (%)	Вес (кг)
ТСЛ-100/10/0.4	5.77	144.3	4	280	1750	98.0	650
ТСЛ-160/10/0.4	9.24	230.9	4	400	2350	98.3	850
ТСЛ-250/10/0.4	14.4	360.8	4	550	3250	98.5	1100
ТСЛ-400/10/0.4	23.1	577.4	4	800	4600	98.6	1550

Мощность (кВА)	Ток ВН (А)	Ток НН (А)	Укз (%)	Потери ХХ (Вт)	Потери КЗ (Вт)	КПД (%)	Вес (кг)
ТСЛ-630/10/0.4	36.4	909.3	4	1100	6500	98.7	2100
ТСЛ-1000/10/0.4	57.7	1443.4	5	1550	9500	98.8	2800
ТСЛ-1250/10/0.4	72.2	1804.2	5	1850	11500	98.8	3300
ТСЛ-1600/10/0.4	92.4	2309.4	6	2200	14000	98.9	4000
ТСЛ-2000/10/0.4	115.5	2886.8	6	2600	17000	98.9	4800
ТСЛ-2500/10/0.4	144.3	3608.4	6	3100	20000	98.9	5600

Габаритные размеры ТСЛ (в кожухе)

Мощность (кВА)	Длина (мм)	Ширина (мм)	Высота (мм)
100	1200	800	1300
160	1350	850	1400
250	1500	950	1500
400	1700	1100	1700
630	1950	1250	1900
1000	2200	1500	2200
1600	2600	1700	2400
2500	3000	2000	2700

[Подбор трансформаторов ТСЛ по ТЗ](#)

Схемы и группы соединения обмоток

Стандартные схемы

Обозначение	Описание	Применение
Y/Yn-0	Звезда-звезда с нейтралью	Стандартное распределение 0.4 кВ
D/Yn-11	Треугольник-звезда	Подавление гармоник 3-го порядка
Y/Zn-11	Звезда-зигзаг	Балансировка несимметричных нагрузок

Назначение схем соединения

Y/Yn-0:

- Вывод нейтрали на стороне 0.4 кВ
- Четырехпроводная сеть

- Стандарт для большинства применений

D/Yn-11:

- Сдвиг фаз на 30°
- Фильтрация гармоник тока
- Рекомендуется для нелинейных нагрузок (ИБП, преобразователи)

Регулирование напряжения

ПБВ (Переключение Без Возбуждения)

Диапазон: $\pm 2 \times 2.5\%$ от номинального напряжения

Положение	Напряжение ВН	Коэффициент
I	+5%	1.05
II	+2.5%	1.025
III	0%	1.0
IV	-2.5%	0.975
V	-5%	0.95

Особенности:

- Переключение только при отключенном трансформаторе
- Ручное управление
- Стандартная комплектация

РПН (Регулятор Под Нагрузкой)

Диапазон: $\pm 10\%$ ($\pm 8 \times 1.25\%$ или $\pm 16 \times 1.0\%$)

Преимущества:

- Автоматическое переключение под нагрузкой
- Непрерывное поддержание напряжения
- Интеграция с АСУ ТП

[В2В-поставки ТСЛ с РПН](#)

Классы изоляции и температурный режим

Классы изоляции

Класс	Температура	Обозначение	Применение
F	155°C	Стандарт	Большинство применений

Класс	Температура	Обозначение	Применение
Н	180°C	Повышенный	Тяжелые условия эксплуатации

Температурный контроль

Стандартные уставки терморегулятора TR-100:

Уровень	Температура обмоток	Действие
Сигнализация	130°C	Включение вентиляторов
Предупреждение	150°C	Аварийная сигнализация
Отключение	170°C	Отключение трансформатора

Перегрев магнитопровода:

- Предупреждение: 120°C
- Отключение: 140°C

Специальные исполнения ТСЛ

Морозостойкое исполнение (УХЛЗ)

Характеристики:

- Температурный диапазон: от -60°C до +40°C
- Коричневый цвет обмоток (визуальная идентификация)
- Специальный состав эпоксидной смолы
- Применение: Сибирь, Крайний Север

Малозумное исполнение

Технология step-lap:

- Нарезка пластин магнитопровода под углом
- Снижение уровня шума на 5-10 дБ
- Уменьшение потерь холостого хода на 15-25%

Уровни шума ТСЛ:

Мощность (кВА)	Стандарт (дБ)	Малозумный (дБ)
100	55	48
250	58	51
630	62	55
1000	65	58
1600	68	61

Сейсмостойкое исполнение

Характеристики:

- Сейсмостойкость до 9 баллов (шкала MSK-64)
- Мощность: 40-2500 кВА
- Аттестат сейсмостойкости
- Применение: сейсмоопасные регионы

С пониженными потерями

Аморфная сталь в магнитопроводе:

- Потери холостого хода снижены на 70%
- Экономия электроэнергии
- Окупаемость 3-5 лет

Сравнение ТСЛ с масляными трансформаторами

Параметр	ТСЛ (литая изоляция)	Масляный ТМГ
Пожаробезопасность	К0 (самозатухание)	К3 (горючий)
Экологичность	Высокая	Требуется защиты
Обслуживание	Минимальное	Регулярное
Габариты	Компактные	Более габаритные
Стоимость	На 30-50% выше	Ниже
Перегрузочная способность	Ограничена	Высокая
Шум	На 3-5 дБ выше	Стандартный
Срок службы	30-40 лет	25-30 лет
Установка	Внутри зданий	Наружная/внутренняя
Ремонтопригодность	Сложная	Простая

Области применения ТСЛ

Здравоохранение

- Больницы и поликлиники
- Диагностические центры
- Лаборатории
- Фармацевтическое производство
- *Критерий: отсутствие токсичных выделений при пожаре*

Жилая и коммерческая недвижимость

- Многоквартирные дома
- Бизнес-центры
- Торговые комплексы
- Отели
- *Критерий: пожаробезопасность, низкий шум*

Транспорт

- Метрополитен
- Аэропорты
- Железнодорожные вокзалы
- Туннели
- *Критерий: сейсмостойкость, надежность*

Промышленность

- Химические производства
- Пищевая промышленность
- Склады горючих материалов
- Атомные электростанции (собственные нужды)
- *Критерий: химическая стойкость, пожаробезопасность*

Энергетика

- Ветроэлектростанции
- Солнечные электростанции
- Инверторные подстанции
- Распределительные сети
- *Критерий: толерантность к гармоникам*

Комплект поставки ТСЛ

Стандартная комплектация

Позиция	Описание	Количество
1	Трансформатор ТСЛ	1 шт.
2	Терморегулятор ТР-100	1 шт.
3	Датчики температуры РТ100	3-4 шт.
4	Паспорт трансформатора	1 экз.
5	Руководство по эксплуатации	1 экз.
6	Протоколы испытаний	1 компл.

Дополнительные опции

- **Кожух защитный** (IP20, IP21, IP23, IP54)

- Вентиляторы принудительного охлаждения
- Система онлайн-мониторинга
- РПН (регулятор под нагрузкой)
- Комплект запасных частей
- Шкаф управления

[Услуги и ВЭД для ТСЛ](#)

Почему выгодно покупать ТСЛ у Metal-Asia.pw

✔ **Прямые контракты** с заводами «Трансформер», Китай, Турция ✔ **Техническая экспертиза** — подбор оптимальной конфигурации ✔ **Контроль качества** — выездная инспекция на производстве ✔ **Сертификация** — полный пакет документов для ВЭД ✔ **Гарантия** 3-5 лет от завода-изготовителя

[Инженерный подбор и закупка ТСЛ](#)

Полезные ссылки

- [Силовые трансформаторы](#)
 - [Электротехническое оборудование](#)
 - [Контроль качества NDT](#)
 - [Audit China B2B](#)
 - [Контакты](#)
-

Документ подготовлен на основе ГОСТ Р 52719-2007, IEC 60076-11 и технической документации ПАО «Трансформер».