

# Техническая информация

## Трансформаторы с сухой изоляцией ТЛС-СЭЩ

(8182)63-90-72  
+7(7172)727-132  
(4722)40-23-64  
(4832)59-03-52  
(423)249-28-31  
(844)278-03-48  
(8172)26-41-59  
(473)204-51-73  
(343)384-55-89  
(4932)77-34-06  
(3412)26-03-58  
(843)206-01-48

(4012)72-03-81  
(4842)92-23-67  
(3842)65-04-62  
(8332)68-02-04  
(861)203-40-90  
(391)204-63-61  
(4712)77-13-04  
(4742)52-20-81  
(3519)55-03-13  
(495)268-04-70  
(8152)59-64-93  
(8552)20-53-41

(831)429-08-12  
(3843)20-46-81  
(383)227-86-73  
(4862)44-53-42  
(3532)37-68-04  
(8412)22-31-16  
(342)205-81-47  
- - (863)308-18-15  
(4912)46-61-64  
(846)206-03-16  
- (812)309-46-40  
(845)249-38-78

(4812)29-41-54  
(862)225-72-31  
(8652)20-65-13  
(4822)63-31-35  
(3822)98-41-53  
(4872)74-02-29  
(3452)66-21-18  
(8422)24-23-59  
(347)229-48-12  
(351)202-03-61  
(8202)49-02-64  
(4852)69-52-93

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	3
2 УСТРОЙСТВО ТРАНСФОРМАТОРА.....	8
3 КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИСПОЛНЕНИЯ И КАТЕГОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ .....	20
4 СХЕМЫ И ГРУППЫ СОЕДИНЕНИЯ.....	20
5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ .....	21
6 ХРАНЕНИЕ .....	23
7 УСТАНОВКА .....	23
8 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРА .....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	32
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	33

ПРИВЕДЁННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ НОСЯТ СПРАВОЧНЫЙ ХАРАКТЕР. РАЗРАБОТЧИК ОСТАВЛЯЕТ ЗА СОБОЙ ПРАВО ВНОСИТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КОНСТРУКЦИИ.

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

### 1.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СУХИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ С ЛИТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ КЛАССОМ НАПРЯЖЕНИЯ 6 - 10 КВ.

Распределительный трансформатор – трансформатор с мощностью в трёх фазах до 160 кВА включительно, классом напряжения 6, 10 кВ, с отдельными обмотками высокого и низкого напряжения, с напряжением распределительной сети до 10 кВ, питающей непосредственных потребителей электроэнергии.

Распределительные трансформаторы класса напряжения 6, 10 кВ выпускаются серийно на мощности 25, 40, 63, 100 и 160 кВА:

Основные номинальные напряжения обмоток ВН – 6.0; 6.3; 10.0; 10.5 кВ.

Основное номинальное напряжение обмоток НН – 0.40 кВ.

Основные конструктивные исполнения трансформаторов по внешнему конструктивному строению:

ТЛС – трансформатор сухой без защитного кожуха со степенью защиты IP00;

ТЛСЗ – трансформатор сухой в защитном кожухе со степенью защиты IP41.

Система охлаждения трансформаторов серии ТЛС мощностью 25 - 160 кВА – AN (естественное воздушное при открытом исполнении).

Конструкция трансформатора представлена на рисунках 4-8.

Основные параметры трансформаторов ТЛС(З) приведены в таблице 1.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформаторов серии ТЛС-СЭЩ приведены в Приложении А.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформаторов (исп.-04, -05) со схемой соединения  $Y/Y_H-0$  соответствуют размерам трансформаторов со схемой соединения  $D/Y_H-11$ .

Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформаторов серии ТЛСЗ-СЭЩ приведены в Приложении Б.

Гарантийный срок эксплуатации - три года со дня ввода в эксплуатацию, но не более 3,5 лет со дня отгрузки с предприятия изготовителя, полный срок службы - 30 лет.

## 1.2 УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ.

Пример условного обозначения трансформатора ТЛСЗ - трансформатор в кожухе, мощностью 40 кВА, класса напряжения 10 кВ, исполнения -01; климатического исполнения У, категории размещения 2, напряжением обмотки ВН – 10 кВ, обмотки НН – 0,4 кВ, схемой и группой соединения D/Y<sub>Н</sub> – 11:

Трансформатор ТЛСЗ-СЭЩ-40/10-01 У2; 10/0,4; D/Y<sub>Н</sub> – 11;  
ТУ3411-105-72210708 -2008.



## 1.3 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Таблица 1 - Основные параметры трансформаторов серии ТЛС(3) – СЭЦ

Мощность	25	40	63	100	160
Первичное напряжение, кВ	10.0; 10.5; 6.0; 6.3				
Вторичное напряжение, кВ	0,4				
Схема и группа соединения обмоток	Д/У <sub>Н</sub> -11; У/У <sub>Н</sub> -0				
Потери холостого хода, Вт	165	180	250	300	360
Потери короткого замыкания, Вт	435	700	900	1410	1900
Напряжение короткого замыкания, %	3,2	3,8	3,8	5,0	6,0
Ток холостого хода, %	1,5	1,5	2,0	1,0	1,0
Масса, кг	225	290	410	565	700

По требованию заказчика изготавливают следующие конструктивные исполнения трансформаторов:

-00 – исполнение трансформатора без регулирования напряжения и без температурных датчиков\*, схема соединения D/Y<sub>Н</sub>-11 (рисунок 4);

-01 – исполнение трансформатора с регулированием напряжения и без температурных датчиков \*, схема соединения D/Y<sub>Н</sub>-11 (рисунок 5);

-02 – исполнение трансформатора без регулирования напряжения и с температурными датчиками \*, схема соединения D/Y<sub>Н</sub>-11;

-03 – исполнение трансформатора с регулированием напряжения и с температурными датчиками\*, схема соединения D/Y<sub>Н</sub>-11;

-04 – исполнение трансформатора без регулирования напряжения и без температурных датчиков \*, схема соединения Y/Y<sub>Н</sub>-0 (рисунок 6);

-05 – исполнение трансформатора без регулирования напряжения и с температурными датчиками\*, схема соединения Y/Y<sub>Н</sub>-0.

\* В качестве температурных датчиков на трансформатор устанавливаются три резистивных платиновых температурных датчика РТ-100. Температурные датчики РТ-100, служат для замера температуры поверхности обмотки ВН на трех фазах трансформатора.

Переключение ответвлений обмотки ВН – переключение без возбуждения (ПБВ) (-01; -03 исполнение трансформатора). Диапазон регулирования напряжения относительно номинального  $\pm 2 \times 2.5\%$ .

Переключение ответвлений обмотки ВН отсутствует для исполнений трансформатора: -00; -02, -04; -05.

Трансформаторы мощностью 25 кВА изготавливаются только в исполнении -00 и -02 (без ПБВ). Трансформаторы со схемой соединения  $Y/Y_{H-0}$  изготавливаются только в исполнении -04 и -05 (без ПБВ).

## 2 УСТРОЙСТВО ТРАНСФОРМАТОРА

В конструкцию трансформатора типа ТЛС входят следующие составные части:

- а) магнитопровод;
- б) обмотки ВН и НН;
- в) отводы ВН и НН;
- г) компенсационная обмотка (для исп. со схемой соединения Y/Y<sub>n</sub>-0).

Конструкция трансформатора представлена на рисунках 4-6.

В конструкцию трансформатора типа ТЛСЗ входят следующие составные части:

- трансформатор типа ТЛС;
- защитный кожух.

Конструкция трансформатора представлена на рисунках 7, 8.

Также трансформаторы типа ТЛС и ТЛСЗ комплектуются:

- контрольно- измерительными устройствами;
- дополнительным оборудованием.

### 2.1 Магнитопровод

Магнитопровод трансформатора является конструктивной и механической основой активной части. Основная часть магнитопровода – магнитный сердечник, который состоит из вертикальных стержней, перекрытых сверху и снизу горизонтальными ярмами, в результате чего образуется замкнутая магнитная цепь.

Магнитопровод плоский трёхстержневой, плоскошихтованный, шихтуется из листов холоднокатаной электротехнической стали марки 3408, толщиной 0,30 мм (см. рис. 2). Плотность электротехнической стали –  $\gamma_{ст} = 7650$  кг/м<sup>3</sup>.



Стяжка ярем осуществляется при помощи ярмовых балок (стальных швеллеров) и стяжных шпилек. Магнитопровод трансформаторов мощностью 25, 40, 63, 100 устанавливается непосредственно на нижние ярма, а мощностью 160 кВА – на опорные швеллеры.

## 2.2 Обмотки

Обмотки трансформаторов слоевые, круглого сечения расположены на стержне в следующем порядке, считая от стержня – обмотка НН (низкого напряжения), обмотка ВН (высокого напряжения) (рис. 3). После изготовления обмотка ВН заливается эпоксидным компаундом, а обмотка НН пропитывается лаком. Обмотки не подлежат ремонту.

Обмотки НН выполняются из медной ленты, с межслоевой изоляцией, обмотки ВН – из медного провода с эмалевой изоляцией, с межслоевой изоляцией.

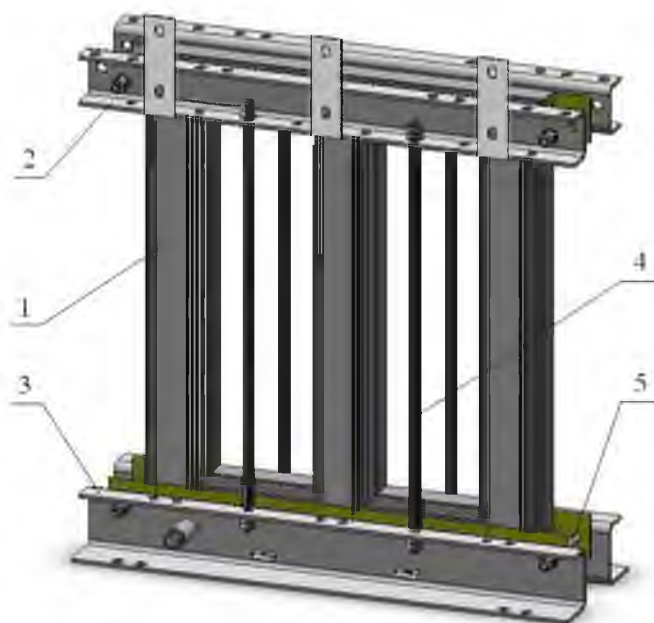


Рисунок 2 - Магнитопровод в сборе.

- 1 – магнитная система, 2 – верхняя прессующая балка, 3 - нижняя прессующая балка;  
4 – стяжная шпилька вертикальная, 5 – стяжная шпилька горизонтальная.

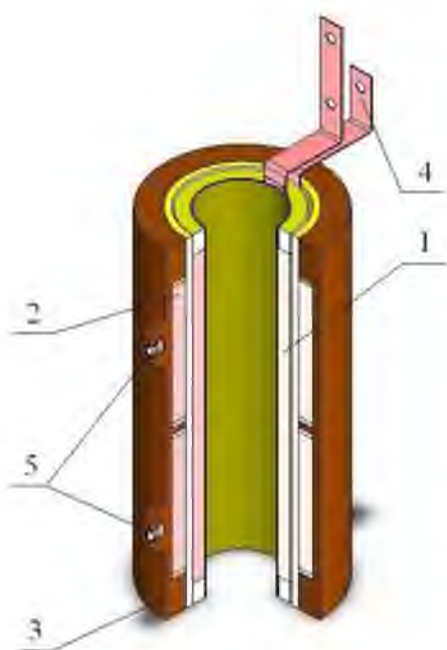


Рисунок 3а - Обмотки НН и ВН.  
(без регулирования ПБВ).

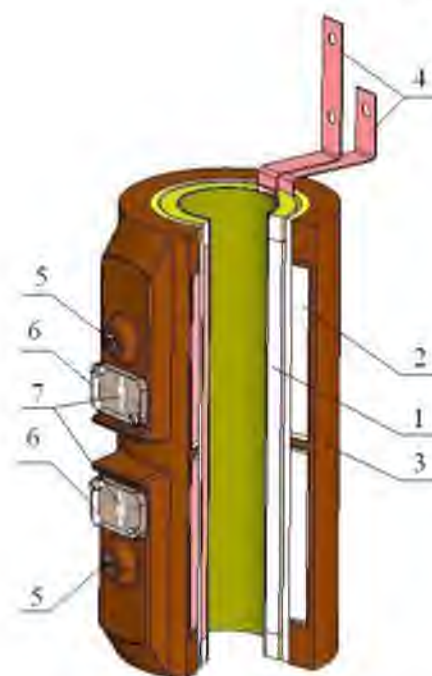


Рисунок 3б - Обмотки НН и ВН  
(с регулированием ПБВ).

1 – обмотка НН, 2 – обмотка ВН, 3 - эпоксидный компаунд; 4 – отводы НН;  
5- выводы ВН; 6 – панель регулирования; 7 – пластина переключения.

### 2.3 Отводы

Отводы представляют собой промежуточные токоведущие элементы, обеспечивающие соединение обмоток в требуемую электрическую схему.

Соединения обмотки НН выполняются медной шиной прямоугольного сечения, а обмотки ВН - алюминиевыми шинами прямоугольного сечения.

## 2.4 Компенсационная обмотка

Компенсационная обмотка устанавливается только на трансформаторы со схемой соединения  $Y/Y_n-0$ .

Компенсационная обмотка - слоевая, расположена на внешней поверхности обмоток ВН трех фаз. Компенсационная обмотка выполняется из алюминиевого провода прямоугольного сечения и внешней изоляции обмотки. После изготовления компенсационная обмотка пропитывается лаком.

Компенсационная обмотка устанавливается на кронштейны, закрепленные на вертикальных шпильках.

Компенсационная обмотка не подлежит ремонту.

Использование в конструкции компенсационной обмотки позволяет повысить токи однофазного короткого замыкания, что позволяет корректно подобрать защиту трансформатора.

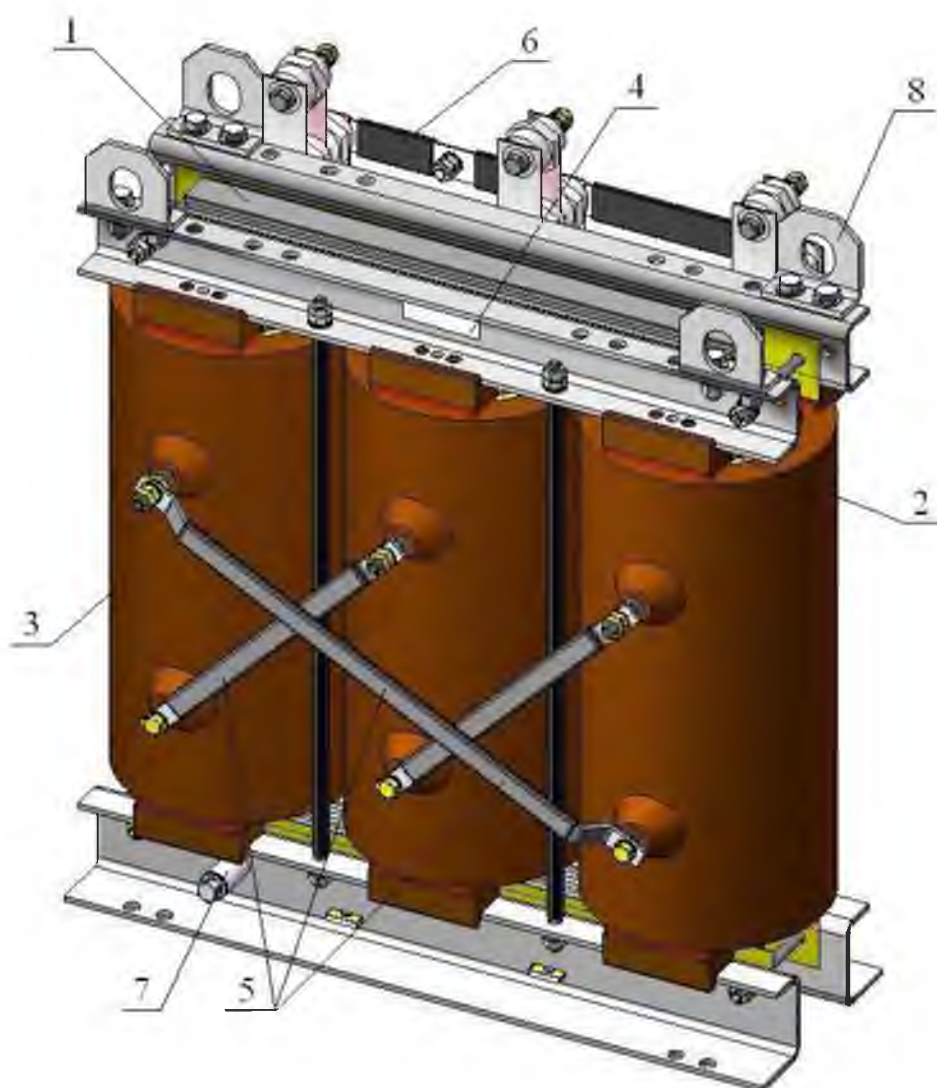


Рисунок 4 - Конструкция трансформатора типа ТЛС-СЭЩ  
(исполнения -00; -02).

1 – магнитная система, 2 – обмотка НН, 3 – обмотка ВН, 4 – информационная табличка,  
5 – шины соединения стороны ВН, 6 – шины соединения стороны НН,  
7 – бобышка заземления, 8 – строповочные уши.

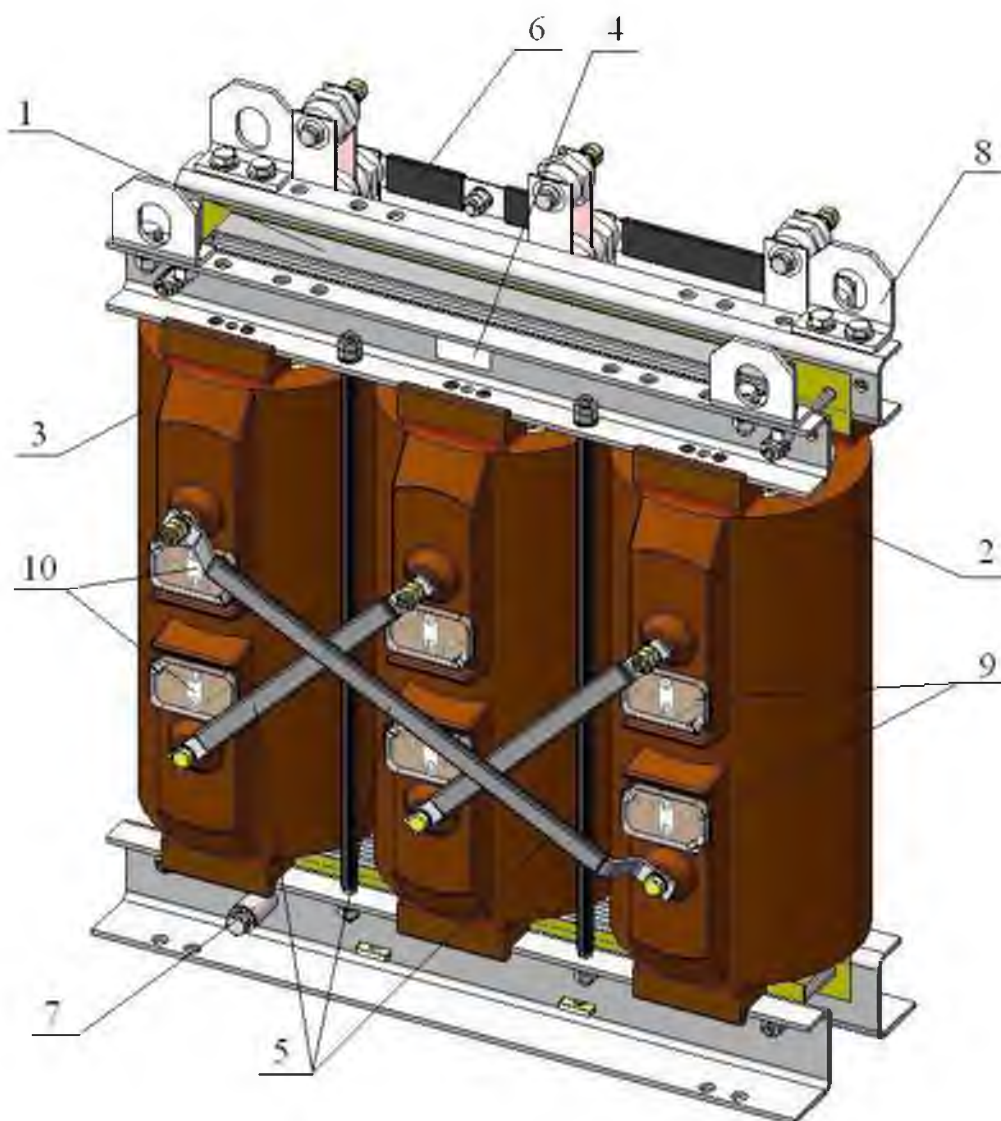


Рисунок 5 - Конструкция трансформатора типа ТЛС-СЭЦ  
(исполнения -01, -03).

1 – магнитная система, 2 – обмотка НН, 3 – обмотка ВН, 4 – информационная табличка,  
5 – шины соединения стороны ВН, 6 – шины соединения стороны НН, 7 – бобышка зазем-  
ления, 8 – строповочные уши; 9 – панель регулирования; 10 – пластина переключения.

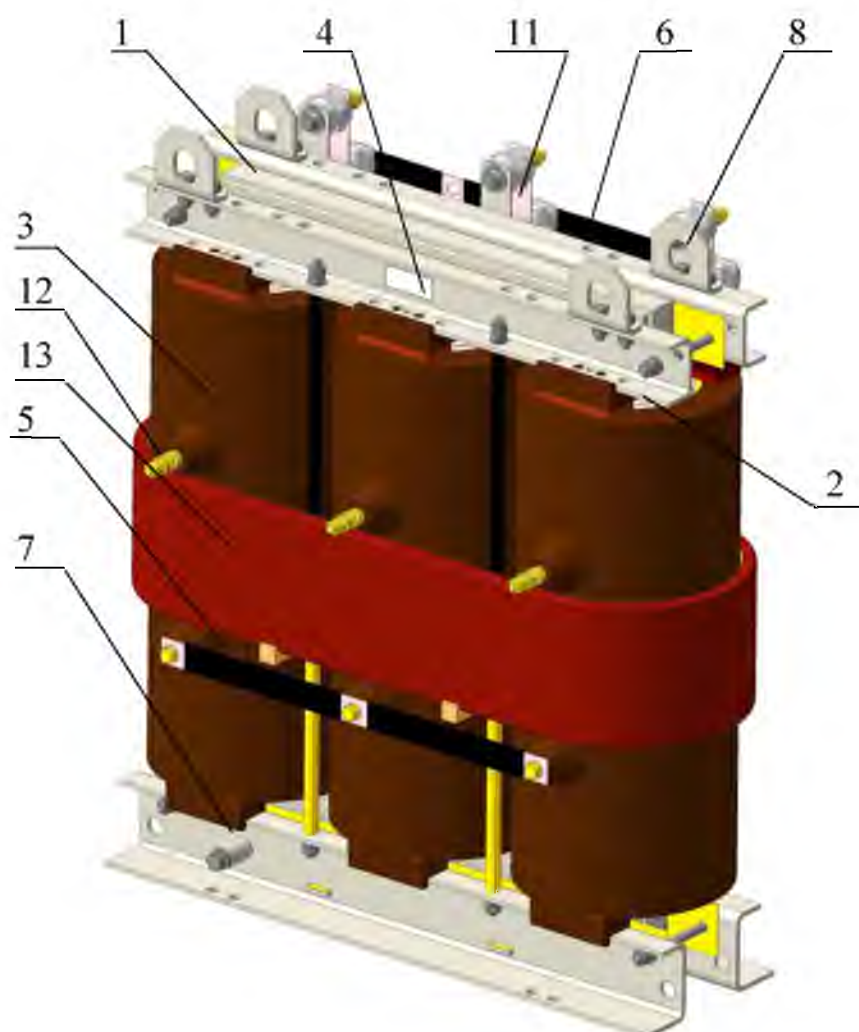


Рисунок 6 - Конструкция трансформатора типа ТЛС-СЭЩ  
(исполнения -04; -05 без ПБВ).

1 – магнитная система, 2 – обмотка НН, 3 – обмотка ВН, 4 – информационная табличка,  
5 – шина соединения стороны ВН, 6 – шина соединения стороны НН, 7 – бобышка заземле-  
ния, 8 – строповочные уши, 11 –отводы НН, 12 – отводы ВН;  
13 – компенсационная обмотка.

## 2.5 Защитный кожух

Защитный кожух трансформаторов типа ТЛСЗ представляет собой металлическую сборную конструкцию прямоугольной формы и состоит из следующих основных узлов (рис. 7, 8):

- дна;
- двух опорных швеллеров;
- двух боковых панелей;
- двух верхних панелей;
- двух съемных панелей;
- крыши.

В конструкции дна, съемных и боковых панелях предусмотрены прямоугольные вырезы закрытые металлической сеткой, служащие для подвода или отвода воздуха.

В конструкции крыши и верхних панелей не предусмотрены вентиляционные отверстия.

На крыше крепятся строповые и подъемные уши. На крыше предусмотрены отверстия, закрытые сальниками, для подвода кабелей.

Съемные панели фиксируются с боковыми панелями посредством поворотного замка. На съемных панелях закреплены паспортные и информационные таблички и ручки для удобства перемещения панелей.

Крепление трансформатора выполнено посредством болтового соединения к опорным швеллерам защитного кожуха. Подъемные уши соединены с верхним швеллером трансформатора посредством шпилечного соединения.

На боковых панелях предусмотрены бобышки для крепления заземляющего кабеля. На исполнениях трансформатора с температурным реле, реле располагается на кронштейне, который крепится в отверстия на боковой панели.

Детали кожуха окрашены полиэфирной порошковой краской светлого серого цвета.

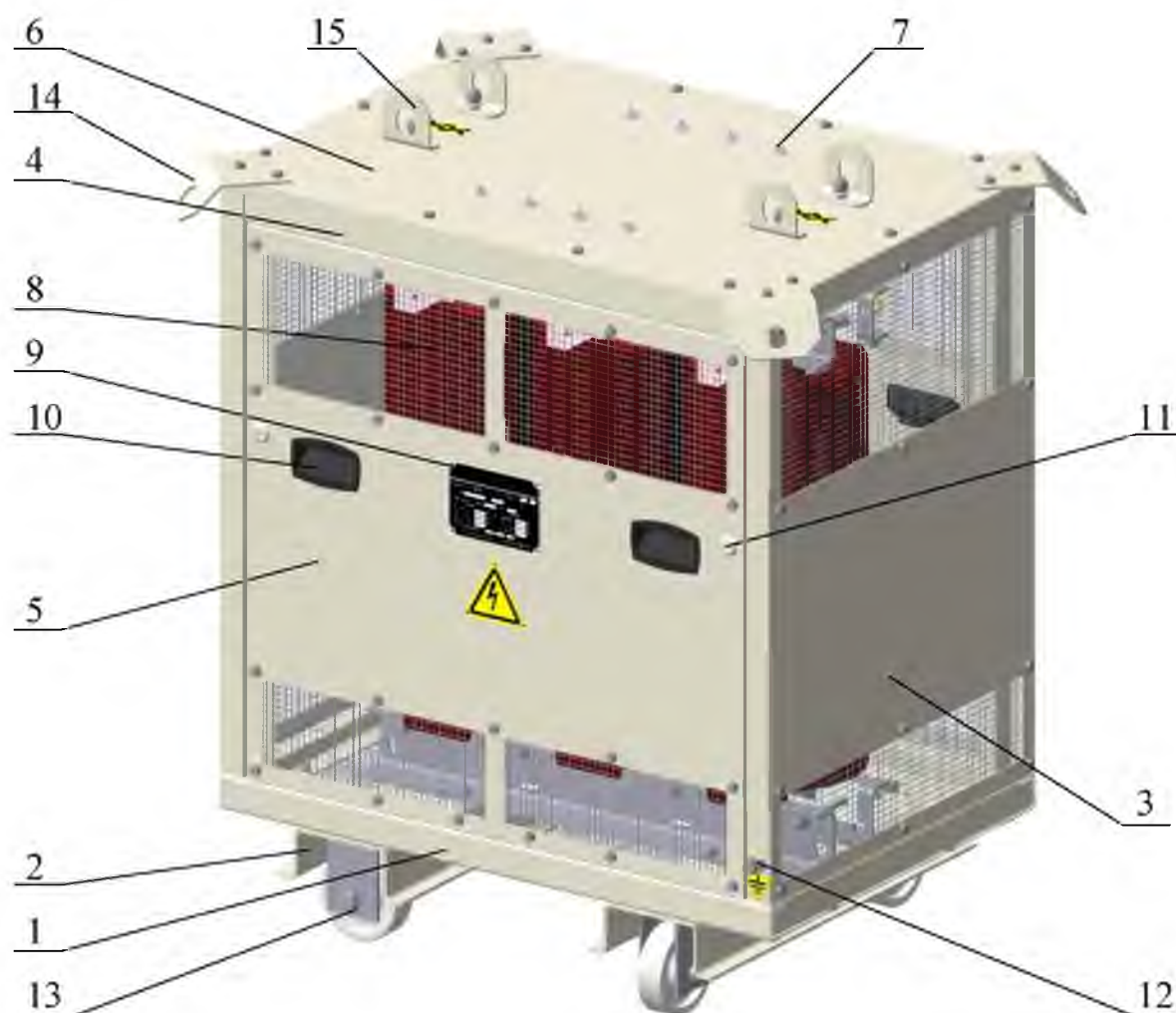


Рисунок 7 - Конструкция трансформатора типа ТЛСЗ-СЭЩ  
(исполнения -00, -01, -04).

- 1 – дно 2- опорный швеллер; 3 - боковая панель; 4 - верхняя панель; 5 - съемная панель;  
6 - крыша; 7 –подвод кабелей подключения к трансформатору;  
8 - трансформатор типа ТЛС; 9 - паспортная табличка; 10 - ручка; 11 – замок;  
12 - бобышка заземления; 13 - колесо; 14 - строповое ухо; 15 - подъемное ухо.



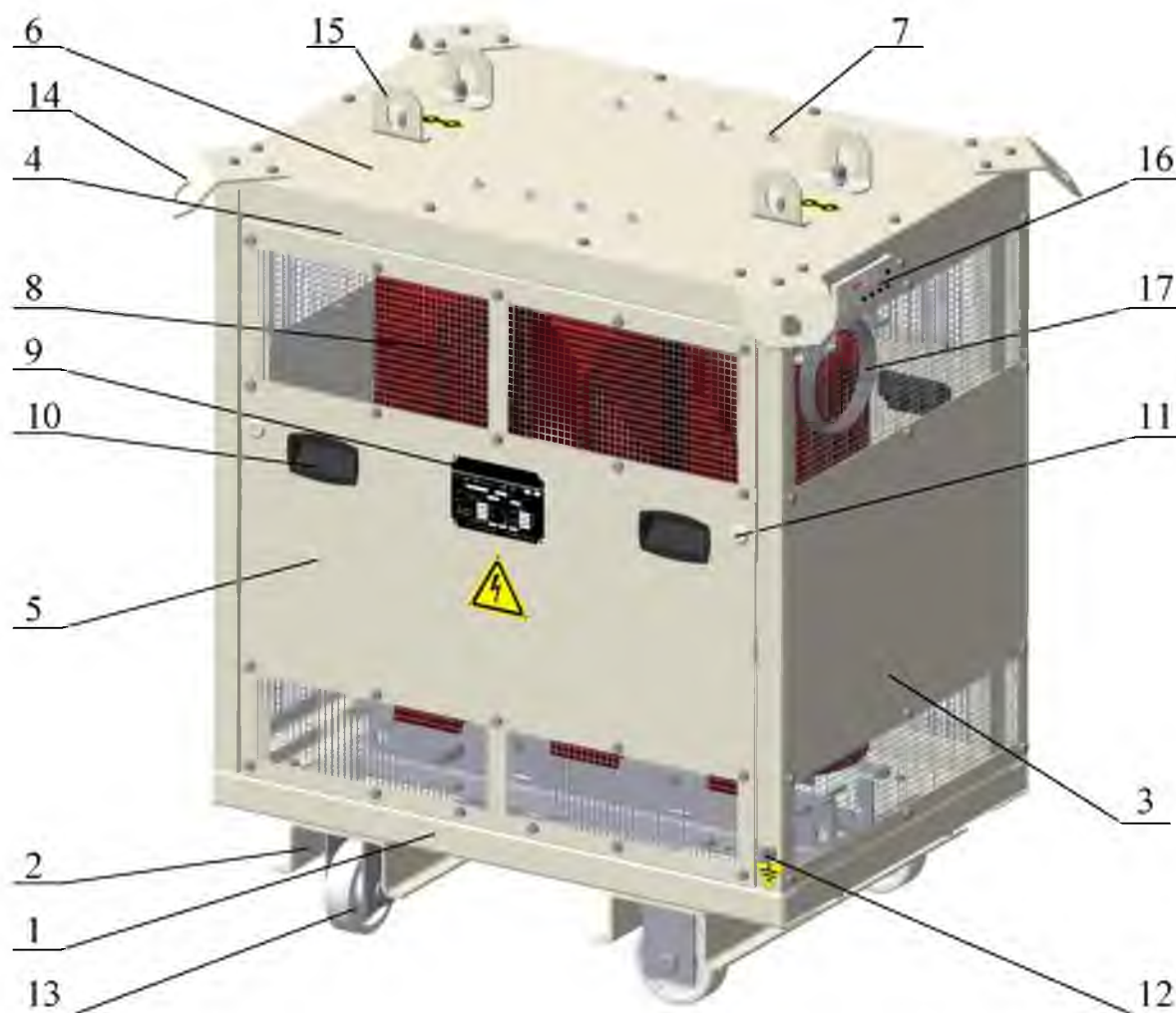


Рисунок 8 - Конструкция трансформатора типа ТЛСЗ-СЭЩ  
(исполнения -02, -03, -05).

- 1 – дно 2- опорный швеллер; 3 - боковая панель; 4 - верхняя панель; 5 - съемная панель;  
 6 - крыша; 7 –подвод кабелей подключения к трансформатору;  
 8 - трансформатор типа ТЛС; 9 - паспортная табличка; 10 - ручка;  
 11 – замок; 12 - бобышка заземления; 13 - колесо; 14 - строповое ухо;  
 15 - подъемное ухо; 16 - температурное реле; 17 - термодатчики.

## 2.6 Контрольно - измерительные устройства

По требованию заказчика трансформаторы типа ТЛС комплектуется тремя датчиками температуры (исполнения -02, -03, -05), которые позволяют произвести замер температуры поверхности обмотки ВН. Температурные датчики закреплены на верхнем ярме трансформаторов типа ТЛС.

Температурные датчики необходимо подключить к блоку контроля температуры. Блок контроля температуры устанавливается непосредственно на месте установки трансформатора заказчиком (не входит в комплект трансформатора).

Также по требованию заказчика трансформаторы типа ТЛСЗ комплектуется цифровым защитным реле типа ТР-100. На трансформаторе типа ТЛСЗ цифровое защитное реле типа ТР-100 вынесено на боковую панель защитного кожуха (см. рисунок 8).

Цифровое защитное реле типа ТР-100 предназначено для контроля температуры блоков обмоток трансформатора при его эксплуатации, а также для предупреждения аварийных ситуаций.

Измерение температуры осуществляется резистивным температурным датчиком РТ-100, подключаемым по трехпроводной схеме к цифровому защитному реле.

Датчик установлен на поверхности обмоток ВН всех трех фаз трансформатора.

Цифровое защитное реле типа ТР-100 позволяет отобразить на дисплее температуру и выдать сигнал о вентиляции, тревоге, отказе или расцеплении при выходе каких либо параметров за установленные пределы.

Заказчик на месте установки должен предусмотреть подключение питания цифрового защитного реле. ТР-100 имеет универсальное питание и возможно использовать любое напряжение от 24 до 255 В переменного и постоянного тока.

## 2.7 Дополнительное оборудование трансформатора

Трансформаторы типа ТЛСЗ комплектуются четырьмя колесами.

Колеса силами заказчика (в случае необходимости) должны быть закреплены посредством болтового соединения в штатные отверстия в опорных швеллерах трансформатора.

При поставке трансформатора колеса закреплены в упаковке.

### 3 КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИСПОЛНЕНИЯ И КАТЕГОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ

Трансформаторы могут эксплуатироваться при внутренней установке в районах с умеренным климатом, при этом:

- высота над уровнем моря не более 1000 м;
- климатическое исполнение «У», категория размещения 2 по ГОСТ 15150.

Режим работы трансформатора – длительный.

Климатическое исполнение умеренное «У»:

- температура окружающего воздуха от минус 45°С до плюс 40°С ;
- относительная влажность воздуха (по ГОСТ 15543.1 ) не более 80% при 15°С и 100% при 25°С.

Категория размещения 2 - для эксплуатации под навесом или в помещениях.

### 4 СХЕМЫ И ГРУППЫ СОЕДИНЕНИЯ

В трёхфазных трансформаторах класса напряжения 6, 10 кВ обмотки ВН разных фаз соединяются между собой в «треугольник» (обозначение D) или «звезду» (обозначение Y), а обмотки НН в «звезду» (обозначение Y), причём схема «звезда» по стороне НН имеет выведенную нейтраль (обозначение Yн).

Схема и группа соединения обмоток – D/Yн- 11 или Y/Yн -0.

## 5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

5.1 Трансформаторы должны транспортироваться в упаковке.

В случае транспортирования трансформатора в составе КРУ, подстанции упаковка трансформатора отсутствует.

**ВНИМАНИЕ!** Расположение упакованного трансформатора в транспортном средстве строго вертикальное.

5.2 Условия транспортирования в части механических воздействий по группе «С» (средние) ГОСТ 23216, в части воздействия климатических факторов – по группе условий хранения 6 ГОСТ 15150.

Перевозка трансформатора автомобильным транспортом производится на расстояние до 200 км без перегрузок. Перевозка трансформаторов на трейлере (прицепе) производится по шоссейным дорогам, имеющим твёрдое покрытие в виде асфальта, бетона, и т.д. Трасса транспортировки должна быть ровной, не иметь значительных уклонов (не более 15%) и крутых поворотов.

**ВНИМАНИЕ!** Необходимо оберегать от механических воздействий обмотки трансформатора.

5.3 Перевозка трансформаторов осуществляется железнодорожным, водным, автомобильным транспортом в соответствии с указаниями, изложенными в договоре на поставку.

Перевозка трансформаторов морским путем допускается только в заводской упаковке.

В случае если трансформатор перевозится в составе КРУ, подстанции необходимо принять меры по защите конструкции трансформатора от агрессивной окружающей среды.

5.4 Крепление трансформатора на транспортных средствах осуществляется в соответствии с правилами, действующими на транспорте соответствующего вида. Настил платформ автомобильного и железнодорожного транспорта должен быть деревянным.

5.5 Крепление трансформатора на автомобиле производится согласно схеме раскрепления. В качестве растяжки использовать стальную проволоку. Растяжки крепятся к строповочным крючкам кузова автомобиля и ушам трансформатора или раскрепляются по верхней крышке упаковки.

В качестве распорок использовать деревянные брусья, крепящихся к деревянному настилу платформы гвоздями.

**ВНИМАНИЕ!** Установка трансформаторов должна производиться длинной стороной вдоль борта транспортного средства.

**ВНИМАНИЕ!**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** транспортирование трансформаторов, не раскреплённых относительно транспортных средств.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** установка трансформаторов перпендикулярно направлению движения.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** перемещение трансформаторов волоком. Смещение трансформатора и опорных брусьев относительно платформы или относительно друг друга не допускается.

5.6 Расчет крепления трансформатора на транспортном средстве должен быть произведён из условий воздействия на него следующих удельных инерционных усилий:

- в продольном направлении – 1000 кг на тонну массы трансформатора; - в поперечном и вертикальном направлении – 330 кг на тонну массы трансформатора.

В процессе транспортирования воздействия на трансформатор не должны превышать вышеуказанные удельные инерционные усилия.

## 6 ХРАНЕНИЕ

6.1 Необходимо принять меры по сокращению до минимума времени нахождения трансформатора в транспортном состоянии.

6.2 Трансформатор должен храниться на складе в закрытом, чистом и сухом помещении, т.е. должен быть защищен от воздействия воды, пыли и загрязнений, в упаковке, сохраняемой до момента установки.

**ВНИМАНИЕ!** ЗАПРЕЩЕНО хранение трансформатора на открытом воздухе.

Температура при хранении на складе не должна быть ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ .

6.3 При хранении трансформатора необходимо обеспечить регулярный контроль за состоянием трансформатора и составных частей.

6.4 При хранении трансформатора в составе КРУ, подстанции требования п.п. 6.1 – 6.3 должны выполняться.

## 7 УСТАНОВКА

Установка должна выполняться в соответствии с действующими нормами и правилами, а также соблюдении рекомендаций данного руководства.

7.1 Трансформаторы типа ТЛС(З)-СЭЩ предназначены для внутренней установки, в чистом и сухом помещении, без опасности попадания воды.

Номинальное рабочее расположение трансформатора в пространстве вертикальное, допускается работа трансформатора расположенного горизонтально с ограничениями в соответствии с п. 7.7.

**ВНИМАНИЕ!** Запрещается размещение трансформатора в пространстве в других положениях (на боку и др.).

Максимальная высота над уровнем моря не должна превышать 1000 м. Температура окружающей среды при установке внутри помещения должна быть от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

7.2 Трансформатор типа ТЛС-СЭЩ, поставленный в открытом исполнении (IP00), должен быть установлен в специальном помещении при соблюдении расстояний от обмоток до стен помещения

Необходимо помнить, что изоляция трансформатора считается частично находящейся под напряжением.

Рекомендуемые минимальные расстояния от поверхности трансформатора до заземленных конструкций приведены на рисунке 9.

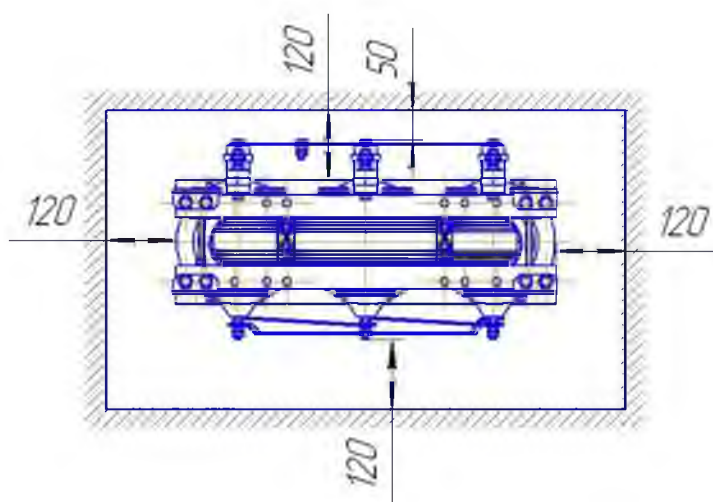


Рисунок 9 - Рекомендуемые минимальные расстояния от поверхности трансформатора до заземленных конструкций (вид сверху).

7.3 При расчете и выборе мощности трансформатора рекомендуется установка двух трансформаторов, работающих в параллель, с загрузкой каждого трансформатора на 50-60% от номинальной мощности. Такая установка позволит снизить потери короткого замыкания, а значит экономически выгодно эксплуатировать данные трансформаторы, а так же обеспечит резерв при плановых или аварийных выключениях одного из трансформаторов.

Для расчета экономического эффекта необходимо выполнить расчет величины потерь короткого замыкания при уменьшенной нагрузке по формуле

$$P_{\text{кзх}} = P_{\text{кз100\%}} \cdot (x/100)^2, \text{ где}$$

$P_{\text{кзх}}$  – потери короткого замыкания при неполной нагрузке, Вт;



$P_{кз100\%}$  – потери короткого замыкания при 100% загрузке (паспортные данные трансформатора), Вт;

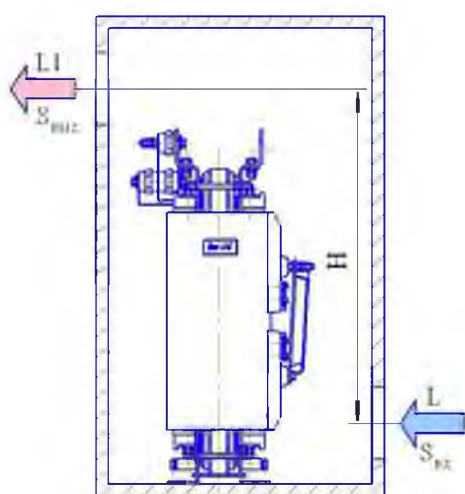
$x$  – коэффициент загрузки трансформатора, %.

7.4 Трансформатор типа ТЛС(З)-СЭЩ спроектирован таким образом, что естественная вентиляция поддерживает температуру трансформатора ниже максимального значения, предусмотренного классом нагревостойкости трансформатора.

Класс нагревостойкости трансформатора типа ТЛС(З)-СЭЩ - В (130 °С).

7.5 В помещении установки трансформатора необходимо обеспечить воздухообмен для удаления тепла, выделенного при работе, для гарантии соблюдения нормальных рабочих условий и предотвращения превышения допустимой температуры трансформатора.

Помещение, должно иметь отверстие на нижней стенке (с проходным сечением -  $S_{вх}$ ) для обеспечения соответствующего притока свежего воздуха и на противоположной верхней стенке (с проходным сечением -  $S_{вых}$ ), для выпуска горячего воздуха, создающего эффект камин (см. рисунок 10).



При этом  $S_{вых} = 1,1 S_{вх}$ ;  $S_{вх} = \frac{0,18P}{\sqrt{H}}$ , где

$P$  - суммарные потери трансформатора, кВт,

$S_{вх}$  - площадь отверстия впуска воздуха,  $m^2$ ,

$S_{вых}$  - площадь выпускного отверстия  $m^2$ ,

$H$  - высота расположения выпускного

отверстия по отношению к впускному, м.

Рисунок 10 – Естественная циркуляция воздуха в трансформаторном помещении.

Если в помещении недостаточен естественный воздухообмен, необходимо установить систему принудительной циркуляции воздуха для обеспечения воздушного охлаждения трансформатора.

Принудительная вентиляция необходима в следующих случаях:

- частые перегрузки;
- малый объем помещения;
- плохо вентилируемое помещение;
- средняя ежедневная температура выше 30 °С.

Принудительная вентиляция может быть выполнена при помощи осевых вентиляторов. Оборудование устанавливается заказчиком (не входит в комплект трансформатора).

В связи с этим необходимо правильно рассчитать приточную (L) и вытяжную вентиляцию (L<sub>1</sub>) (3,5 – 4 м<sup>3</sup> свежего воздуха в минуту на один киловатт потерь трансформатора).

**ВНИМАНИЕ!** Недостаточная циркуляция воздуха помимо сокращения срока службы трансформатора может обуславливать вмешательство защитного теплового реле.

7.6 По требованию заказчика трансформатор типа ТЛС(З)-СЭЩ комплектуется тремя датчиками температуры, которые позволяют произвести замер температуры поверхности обмотки ВН.

Датчики температуры подключается к блоку контроля температуры. Блок контроля температуры устанавливается непосредственно на месте установки трансформатора заказчиком (не входит в комплект трансформатора).

7.7 При установке необходимо произвести заземление трансформатора, для это соединить шинопровод заземления с бобышкой заземления трансформатора. Бобышки заземления располагаются со сторон НН и ВН на нижнем ярме трансформатора.

7.8 На трансформаторы ТЛС-СЭЩ установленных в КРУ требования раздела 7 должны быть выполнены.

Трансформаторы ТЛС-СЭЩ возможно располагать в горизонтальном положении в ячейках КРУ со следующими ограничениями по мощности:

для трансформатора ТЛС-СЭЩ-40 - 70 % от нагрузки на трансформатор, что соответствует 33,5 кВА.

для трансформатора ТЛС-СЭЩ-63 - 65 % от нагрузки на трансформатор, что соответствует 50,8 кВА.

В случае необходимости эксплуатации трансформаторов мощностью 25, 100 и 160 кВА в горизонтальном положении необходимо провести тепловые испытания с определением ограничения по мощности от номинальной и согласовать с производителем.

Также необходимо предусмотреть в конструкции выкатных элементов или других устройств установку диэлектрических опор под обмотки ВН с демпферами в соответствии с рисунком 11.

В случае необходимости эксплуатации трансформатора в горизонтальном положении на номинальной мощности необходимо обеспечить принудительный воздухообмен в трансформаторном отсеке и провести испытания.

Методику и результаты испытаний необходимо согласовать с производителем.

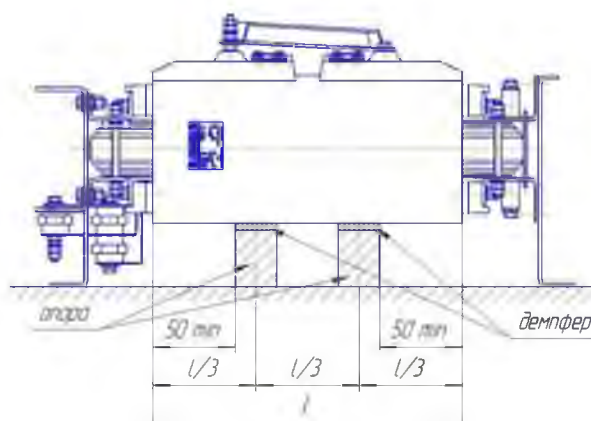


Рисунок 11 – Необходимые доработки конструкции в случае горизонтального расположения трансформатора.

7.9 **ВНИМАНИЕ!** В случае повреждения упаковки, видимых следов влаги на трансформаторе и внутри обмоток, несоответствующего паспортным данным сопротивления изоляции необходимо просушить трансформатор.

Способы сушки трансформатора:

1. В режиме короткого замыкания. Выводы обмоток НН закоротить, на выводы ВН плавно подавать напряжение, пока токи не достигнут номинальных значений. Шина, которой выполняется закорачивание обмоток НН, должна иметь сечение не меньше 80% от шин НН трансформатора. Источник энергии должен иметь достаточную мощность для обеспечения длительной работы трансформатора в таком режиме. Трансформатор сушить не меньше 12 часов после достижения обмотками температуры 100 °С.

Температуру контролировать пирометром внутри канала обмотки НН. После этого вновь произвести внешний осмотр трансформатора и обмоток и вновь замерить сопротивление изоляции. При необходимости повторить вышеуказанную процедуру.

2. Тепловыми пушками при температуре воздуха вблизи трансформатора не выше 130 °С. Трансформатор сушить не меньше 12 часов после достижения обмотками температуры 100 °С. Температуру контролировать по датчику температуры, идущим в комплекте, или пирометром внутри канала обмотки НН. После этого вновь произвести внешний осмотр трансформатора и обмоток и вновь замерить сопротивление изоляции. При необходимости повторить вышеуказанную процедуру.

7.10 В помещениях, где установлены трансформаторы, не должны храниться легковоспламеняющиеся жидкости, запрещается курить, пользоваться спичками, зажигательными и отопительными приборами с открытым огнем.

7.11 Трансформаторы должны быть защищены от перенапряжений, перегрузок по току и режимов короткого замыкания.

7.11.1 Защита от перенапряжений осуществляется при помощи ограничителей перенапряжения (ОПН).

При выборе ОПН решают следующие задачи:

- необходимо ограничить коммутационные и грозовые перенапряжения до значений, при которых обеспечивается надежная работа изоляции электроустановки;
- кратность ограничения перенапряжения имеет значение 1,75 для коммутационных перенапряжений и 2-2,5 для атмосферных перенапряжений;
- ОПН должен быть взрывобезопасен при протекании токов КЗ в результате внутренних перенапряжений;
- ОПН должен соответствовать механическим и климатическим условиям эксплуатации.

Выбор ОПН следует производить согласно «Методическим указаниям по применению ограничителей перенапряжений нелинейных в электрических сетях 6 - 35 кВ».

7.11.2 Для защиты трансформатора от перегрузки по току и режимов короткого замыкания рекомендуется применять релейную (микропроцессорную) защиту. Допускается применение в качестве токовой защиты плавких предохранителей или автоматических выключателей.

При расчете токовой защиты необходимо руководствоваться следующими принципами:

- Необходимо надежное отключение трансформатора при протекании токов короткого замыкания в течении 2 с;
- Токовая защита не должна отключать трансформатор при бросках тока (включение трансформатора), равных  $12 \cdot I_n$  в течении 0,1с, где  $I_n$  – номинальный ток трансформатора, А;
- Токовая защита должна отключать трансформатор при превышении перегрузок и длительностей данных перегрузок выше, чем указано в п. данного руководства;

- Токовая защита должна соответствовать механическим и климатическим условиям эксплуатации.

7.11.3 Для подбора защиты трансформатора по току для трансформаторов со схемой соединения Y/Yн-0 (исп. -04; -05) токи однофазного короткого замыкания указаны в паспорте трансформатора.

## 8 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРА

8.1. Эксплуатация трансформатора осуществляется согласно требованиям ГОСТ 52719 и техническим условиям на трансформатор.

8.2 Трансформаторы должны выдерживать перегрузки. Превышения напряжения, подводимого к любому ответвлению обмотки ВН, над номинальным напряжением данного ответвления:

- продолжительно, не более чем на 5% – при мощности не выше номинальной;

- эпизодически (но не более 6 часов в сутки), не более чем на 10% – при мощности не выше номинальной;

В случае вертикального расположения трансформатора в пространстве трансформаторы допускают аварийные перегрузки на 30% выше номинального тока продолжительностью не более 3 ч в сутки, если предшествующая нагрузка составляла не более 70 % номинального тока трансформатора в течение 3 часов.

В случае горизонтального расположения трансформатора в пространстве трансформаторы допускают аварийные перегрузки, как и для трансформатора расположенного горизонтально. За номинальный ток в случае горизонтального расположения трансформатора принимается ток, соответствующий ограниченной мощности трансформатора (см. п. 7.7).

8.3 Изменение положения переключателей регулировочных отпаек производить только на отключенном от сети со стороны ВН и НН трансформаторе.

8.4 Ненормальные режимы работы трансформатора.

При обнаружении явных признаков повреждения (потрескивание, щелчки и другие признаки повреждения внутри обмоток) необходимо немедленно отключить трансформатор. Произвести внешний осмотр и проверку трансформатора (измерение сопротивления изоляции, сопротивление обмоток постоянному току и др.) для выяснения причин повреждения.

**ВНИМАНИЕ!** Включать трансформатор в работу можно только после устранения выявленных неисправностей.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

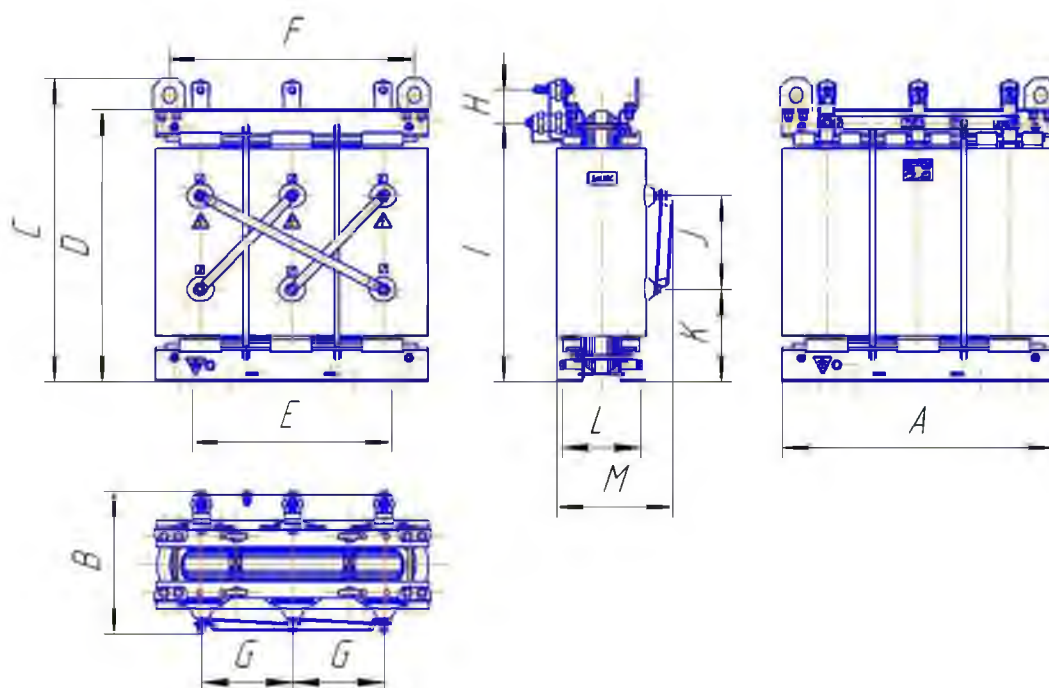


Таблица 2

Мощность	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Масса, кг
25	655	345	656	580	300	590	220	80	550	185	208	186	290	225
40	655	345	731	655	480	590	220	80	625	225	224	190	290	280
63	730	365	866	790	400	557	245	80	755	225	295	192	315	390
100	836	415	970	896	400	715	280	70	854	320	296	198	375	565
160	905	450	945	870	500	730	305	100	815	225	340	340	375	700

Рисунок 12 - Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформаторов серии ТЛС-СЭЩ.



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

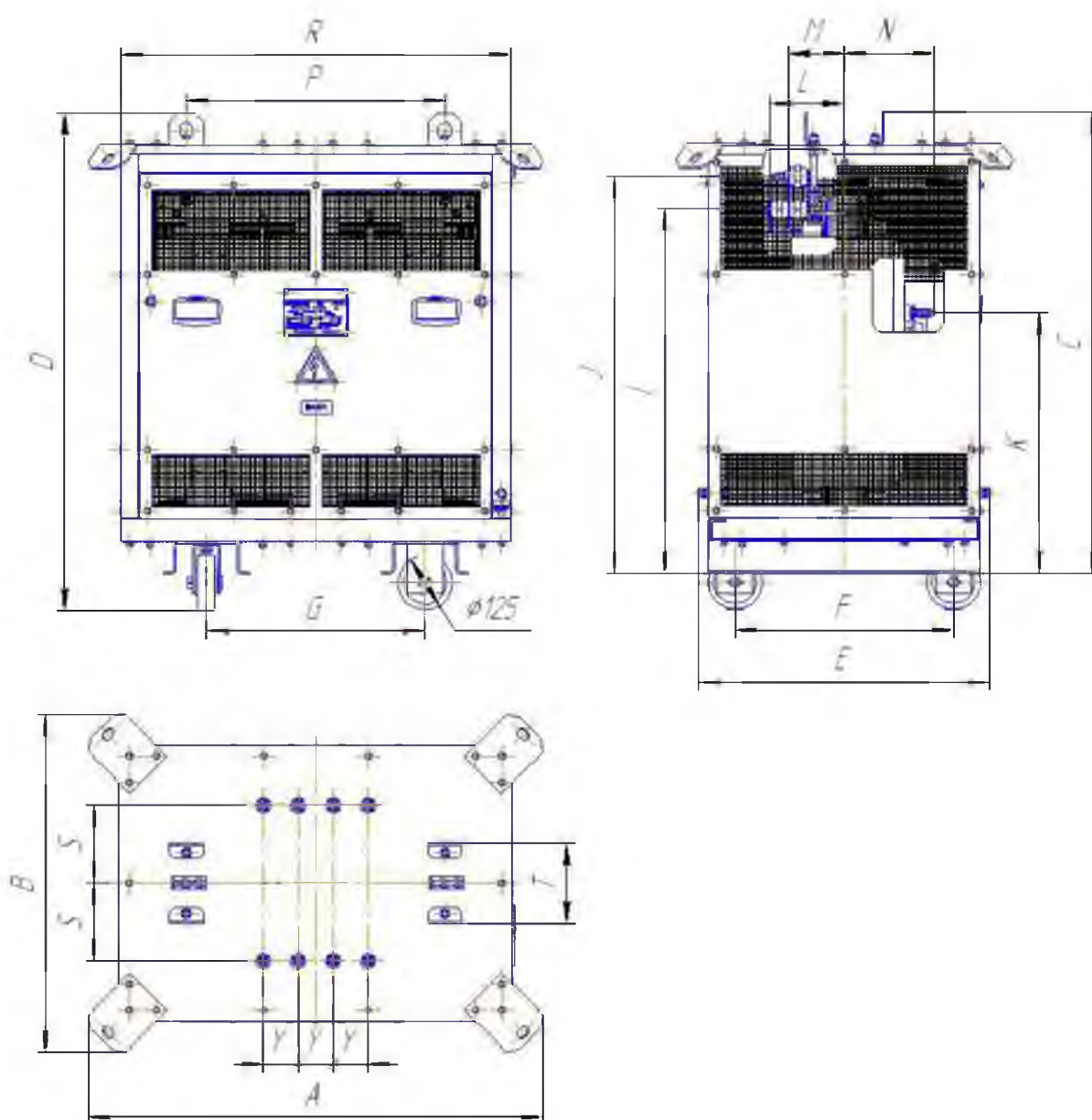


Таблица 3

Мощ- ность	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K	L	M	N	P	R	S	T	Y	Масса, кг
25	1040	770	1052	1134	666	500	500	624	704	469	165	124	190	592	890	178	182	80	300
40	1040	770	1052	1134	666	500	500	700	780	525	167	125	185	592	890	178	182	80	355
63	1040	770	1052	1134	666	500	500	830	905	594	169	128	205	592	890	178	182	80	465
100	1255	900	1142	1224	795	600	500	930	1000	690	173	131	225	750	1105	177	188	150	670
160	1255	900	1142	1224	795	600	500	892	992	640	200	155	235	768	1105	177	226	150	790

Рисунок 13 - Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформаторов серии ТЛСЗ-СЭЦ.

:

(8182)63-90-72  
+7(7172)727-132  
(4722)40-23-64  
(4832)59-03-52  
(423)249-28-31  
(844)278-03-48  
(8172)26-41-59  
(473)204-51-73  
(343)384-55-89  
(4932)77-34-06  
(3412)26-03-58  
(843)206-01-48

(4012)72-03-81  
(4842)92-23-67  
(3842)65-04-62  
(8332)68-02-04  
(861)203-40-90  
(391)204-63-61  
(4712)77-13-04  
(4742)52-20-81  
(3519)55-03-13  
(495)268-04-70  
(8152)59-64-93  
(8552)20-53-41

(831)429-08-12  
(3843)20-46-81  
(383)227-86-73  
(4862)44-53-42  
(3532)37-68-04  
(8412)22-31-16  
(342)205-81-47  
- - (863)308-18-15  
(4912)46-61-64  
(846)206-03-16  
- (812)309-46-40  
(845)249-38-78

(4812)29-41-54  
(862)225-72-31  
(8652)20-65-13  
(4822)63-31-35  
(3822)98-41-53  
(4872)74-02-29  
(3452)66-21-18  
(8422)24-23-59  
(347)229-48-12  
(351)202-03-61  
(8202)49-02-64  
(4852)69-52-93