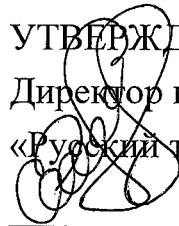


ЗАО «ГК «Электроцит» - ТМ Самара»
Производство «Русский трансформатор»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор производства
«Русский трансформатор»



С.Г. Фадеев

“ 5 ” 05 2012 г.

**Трансформаторы
распределительные сухие
типа ТСЛ и ТСЛЗ
мощностью 250 - 2500 кВА,
класса напряжения 6 и 10 кВ**

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ
(справочная)

ОРТ.135.030 ТИ

СОГЛАСОВАНО:

Главный специалист

пр-ва «Русский трансформатор»

 И.А. Шкуропат

“02” мая 2012 г.

РАЗРАБОТАЛ:

Инженер - конструктор

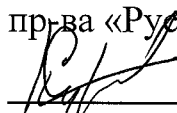
пр-ва «Русский трансформатор»

 И.Ф. Телегин

“28” апреля 2012 г.

Ведущий конструктор

пр-ва «Русский трансформатор»

 Р.С. Сургаев

“02” мая 2012 г.

САМАРА
2012

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СУХИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ	3
1.1 НАЗНАЧЕНИЕ	3
1.2 УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ	4
1.3 КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИСПОЛНЕНИЯ И КАТЕГОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ	4
1.4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	5
2 УСТРОЙСТВО ТРАНСФОРМАТОРА	5
2.1 АКТИВНАЯ ЧАСТЬ	6
2.1.1 МАГНИТОПРОВОД	7
2.1.2 ОБМОТКИ	7
2.1.3 ОТВОДЫ	8
2.2 ЗАЩИТНЫЙ КОЖУХ	9
2.3 СОЕДИНЕНИЯ ВЫСОКОГО И НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ СЕРИИ ТСЛЗ	12
2.4 КОНТРОЛЬНО - ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА	13
2.5 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА	14
3 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	16
4 ХРАНЕНИЕ	17
5 УСТАНОВКА	17
6 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРА	20
ПРИЛОЖЕНИЕ А	21
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	22
ПРИЛОЖЕНИЕ В	23
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	24
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	25
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	26

Приведённые технические данные носят справочный характер. Разработчик оставляет за собой право вносить изменения при совершенствовании конструкции.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СУХИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРАХ

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ

Сухой распределительный трансформатор – понижающий трансформатор с мощностью в трёх фазах от 250 до 2500 кВА включительно, класса напряжения изоляции 6 и 10 кВ, с отдельными обмотками высокого и низкого напряжения, с напряжением распределительной сети по низкой стороне до 1 кВ, питающей непосредственных потребителей электроэнергии общего назначения.

Трансформатор как преобразователь энергии полностью обратим. Первичной может быть любая обмотка, независимо от её расположения относительно стержня. Один и тот же трансформатор может быть как повышающим, так и понижающим.

Сухие распределительные трансформаторы типов ТСЛ и ТСЛЗ класса напряжения 6 и 10 кВ выпускаются серийно.

Класс напряжения обмоток 10 кВ:

номинальное высоковольтное напряжение (ВН) обмоток – 10.00 кВ.

Класс напряжения обмоток 6 кВ:

номинальное высоковольтное напряжение (ВН) обмоток – 6.00 кВ.

Основное номинальное низковольтное напряжение (НН) обмоток – 0.40 кВ.

Основные конструктивные исполнения серийных трансформаторов по внешнему конструктивному строению:

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

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

Система охлаждения трансформаторов серии ТСЛ-СЭЩ (без защитного кожуха) мощностью 250-2500 кВА – AN (естественное воздушное при открытом исполнении).

Система охлаждения трансформаторов серии ТСЛЗ-СЭЩ (в защитном кожухе) мощностью 250-1000 кВА – ANAN (естественное воздушное при защищенном исполнении).

Система охлаждения трансформаторов серии ТСЛЗ-СЭЩ (в защитном кожухе) мощностью 1600-2500 кВА – ANAF (воздушное с принудительной циркуляцией воздуха).

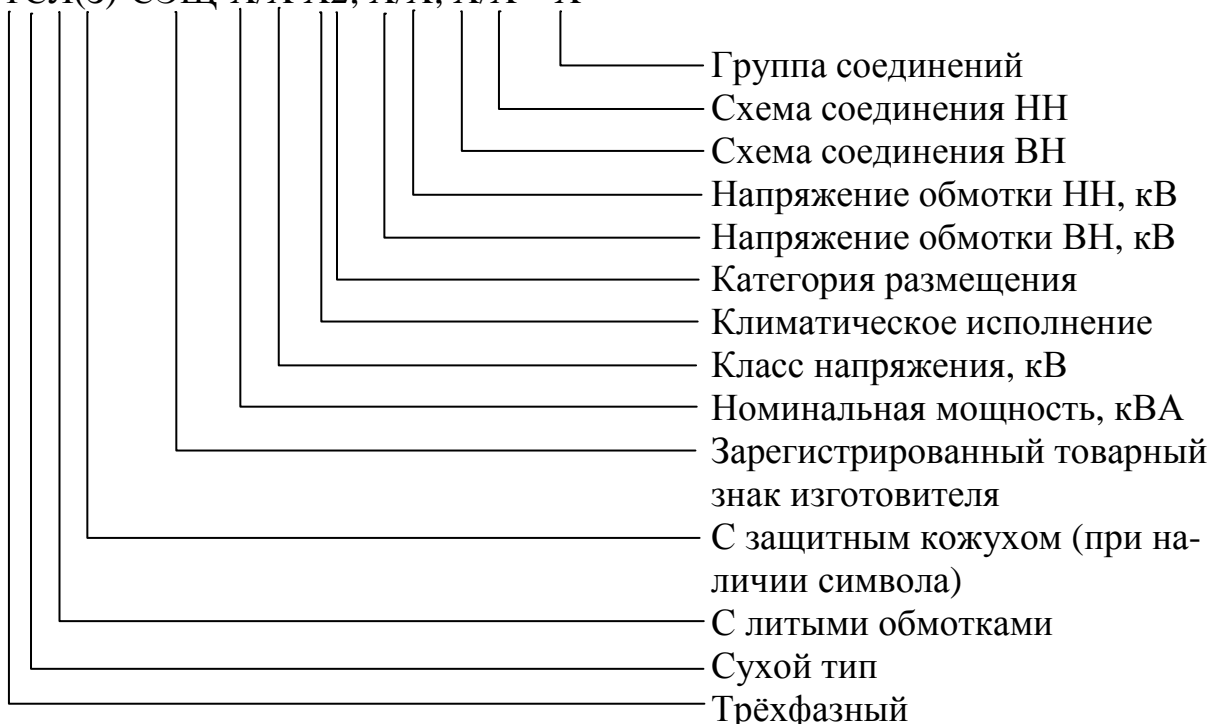
1.2 УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Условное обозначение трансформаторов следующее.

Пример условного обозначения трансформатора сухого защищенного (в кожухе), мощностью 630 кВА, с напряжением на стороне ВН – 10.00 кВ, на стороне НН – 0.40 кВ, схемой и группой соединения D/Y_H-11, климатическим исполнением - У, категорией размещения – 2 при заказе и в документации другого изделия:

**«Трансформатор ТСЛЗ-630/10У2; 10.00/0.40; D/Y_H-11
ТУ 3411-138-15356352-2009».**

ТСЛ(З)-СЭЩ-Х/Х Х2; Х/Х; Х/Х – Х



1.3 КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИСПОЛНЕНИЯ И КАТЕГОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ

Сухие трансформаторы могут эксплуатироваться при наружной установке под навесом в районах с умеренным климатом, при этом:

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

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 - наружная под навесом.

1.4 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1.4.1 Основные технические данные серии распределительных сухих трансформаторов классов напряжения 6 и 10 кВ типов ТСЛ и ТСЛЗ приведены в таблице 2 Приложения А.

1.4.2 Габаритные и установочные размеры, масса трансформаторов типа ТСЛ класса напряжения 6 и 10 кВ приведены на рисунке и таблице Приложения Б.

1.4.3 Габаритные и установочные размеры по кожуху трансформаторов типа ТСЛЗ класса напряжения 6 и 10 кВ приведены на рисунке и таблице Приложения В.

1.4.4. При использовании сухого трансформатора в КТП (КРУ) необходимо обеспечивать следующие виды защит трансформатора:

- защиту от перегрузки током со стороны НН. Обеспечивается «вводным» автоматическим выключателем;

- селективную защиту от перегрузки током со стороны ВН, при аварийном не срабатывании защиты от перегрузки током со стороны НН. Обеспечивается предохранителями с плавкими вставками на напряжение 6 или 10 кВ;

- защиту от перенапряжения со стороны ВН. Обеспечивается ОПН.

При невыполнении технических требований по защите трансформатора, приведенных выше, производство «Русский трансформатор» не несет ответственности за работу трансформатора в КТП (КРУ).

1.4.5 При нарушении упаковки трансформаторов, следов влаги или несоответствия сопротивления изоляции заявленным трансформатор необходимо просушить тепловыми пушками или номинальными токами в режиме короткого замыкания.

2 УСТРОЙСТВО ТРАНСФОРМАТОРА

В конструкцию трансформаторов ТСЛ и ТСЛЗ входят следующие составные части (рис. 1, 3):

- активная часть (магнитопровод, обмотки, отводы);
- контрольно- измерительные, сигнальные и защитные устройства;

В конструкцию трансформаторов ТСЛЗ также входит наружный защитный кожух, соединения ВН и НН.

Также трансформаторы комплектуются дополнительным оборудованием.

2.1 АКТИВНАЯ ЧАСТЬ

Активная часть трансформатора – это место, где происходит непосредственное преобразование электрической энергии одного напряжения в электрическую энергию другого напряжения, то есть энергия от обмотки высокого напряжения через посредство наведённого в магнитной системе магнитного потока преобразуется в энергию обмотки низкого напряжения.

Главные элементы активной части: обмотки и магнитная система (магнитопровод). Активная часть распределительных сухих трансформаторов состоит из следующих узлов (рис. 1, 3):

- а) магнитопровода;
- б) блока обмоток высокого напряжения (ВН) и низкого напряжения (НН);
- г) отводов ВН и НН;
- е) сборочных единиц и деталей изоляции;

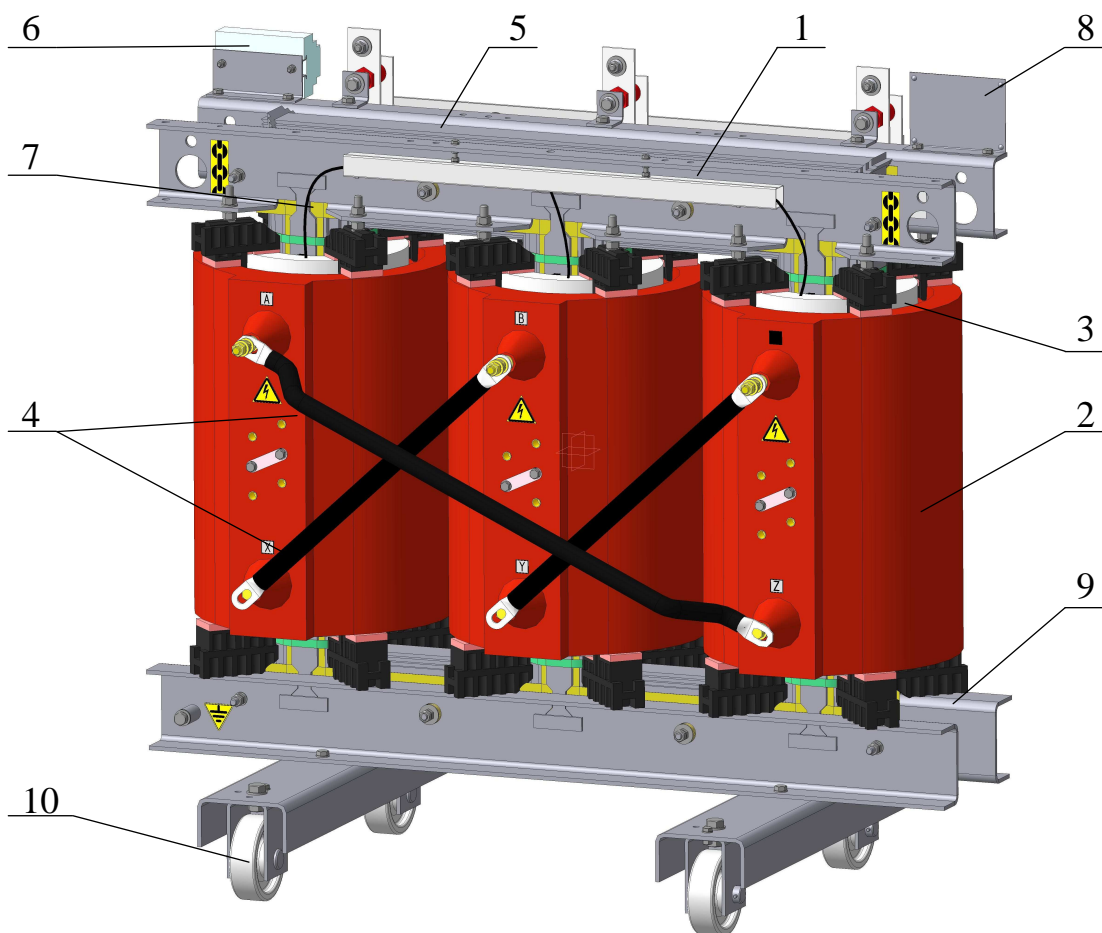


Рисунок 1 - Трансформатор в сборе.

- 1 – магнитопровод; 2 – обмотка ВН; 3 – обмотка НН; 4 – отводы обмотки ВН;
- 5 – отводы обмотки НН. 6 – температурное реле на кронштейне;
- 7 – температурные датчики; 8 – паспортная табличка на кронштейне;
- 9 – опоры; 10 – колеса.

2.1.1 МАГНИТОПРОВОД

Магнитопровод трансформатора является конструктивной и механической основой активной части (рис. 1). Основная часть магнитопровода – магнитная система – трёхстержневая плоскошихтованная выполненная из анизотропной холоднокатаной электротехнической стали толщиной 0,30 мм, которая состоит из вертикальных стержней, перекрытых сверху и внизу горизонтальными ярмами, в результате чего образуется замкнутая магнитная цепь.

2.1.2 ОБМОТКИ

Обмотки трансформаторов слоевые, расположены на стержне в следующем порядке, считая от стержня – обмотка низкого напряжения (НН), обмотка высокого напряжения (ВН). Обмотки НН пропитаны изоляционным лаком, обмотки ВН залиты эпоксидным компаундом.

Обмотки НН выполняются из алюминиевой ленты и межслоевой изоляции, обмотки ВН – из алюминиевой ленты и межслойной изоляции. Прессовка обмоток осуществляется прессующими винтами.

Материал проводников обмоток:
 алюминий - (плотность – $\gamma_{ал} = 2700 \text{ кг/м}^3$, удельное электрическое сопротивление при $75 \text{ }^\circ\text{C}$ – $\rho_{ал75} = 0,0342 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$).

В обмотках ВН предусмотрены отпайки для переключения чисел витков и изменения коэффициента трансформации в пределах $\pm 2 \times 2.5\%$.

Все изоляционные материалы применяемые в обмотках имеют класс нагревостойкости не ниже F ($155 \text{ }^\circ\text{C}$).

Регулирование напряжения в обмотке ВН осуществляется переключением без возбуждения (ПВВ) отпайк трансформатора (**при полностью отключенном трансформаторе**) (рис. 2).

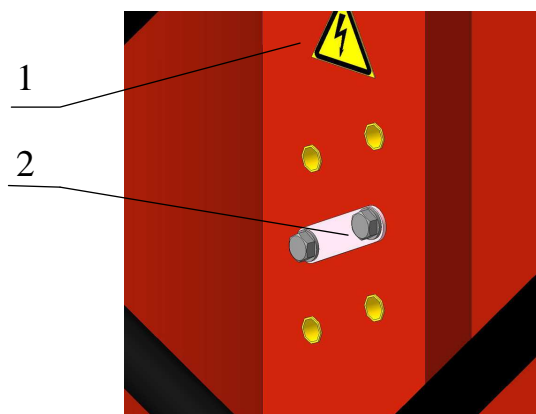


Рисунок 2 - Регулировочные отпайки обмотки ВН.
 1 – обмотка ВН; 2 – перемычка.

Таблица 1 - Регулирование напряжения стороны ВН при различных положениях переключателя

Положение переключателя	% регулирования	Регулирование для номинального напряжения ВН, В	
		10500	6300
1	105.0	10500	6300
2	102.5	10250	6150
3	100.0	10000	6000
4	97.5	9750	5850
5	95.0	9500	5700

2.1.3 ОТВОДЫ

Отводы представляют собой промежуточные токоведущие элементы, обеспечивающие соединение обмоток с вводами и переключающим устройством в требуемую электрическую схему.

Соединения обмоток ВН выполняются алюминиевыми трубками, изолированными термоусадочной трубкой (рис. 1, поз. 4).

Соединения НН – алюминиевыми шинами прямоугольного сечения (рис. 3).

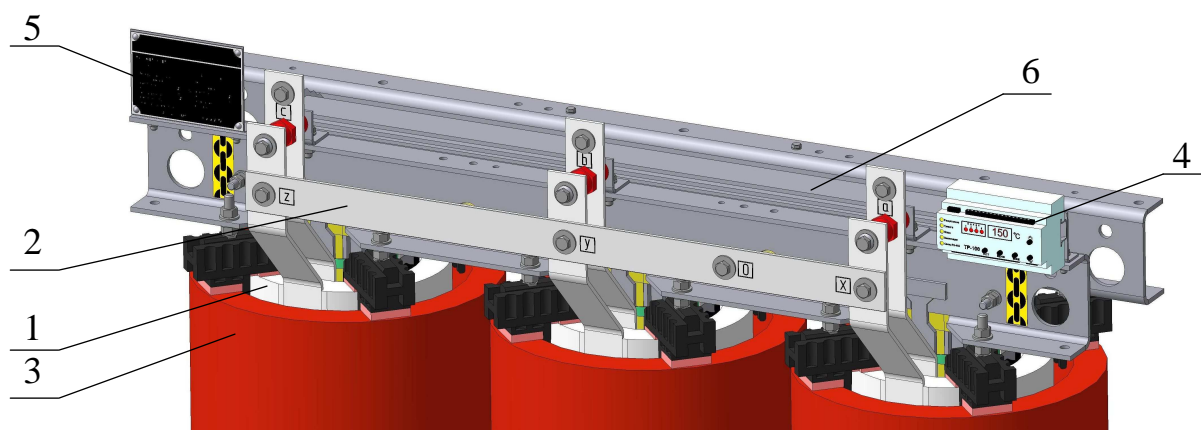


Рисунок 3 - Активная часть с отводами НН из алюминиевых шин
 1 – обмотка НН; 2 – шины НН; 3 – обмотка ВН; 4 – температурное реле;
 5 – паспортная табличка; 6 – магнитопровод.

2.2 ЗАЩИТНЫЙ КОЖУХ

Защитный кожух (рис. 4) обеспечивает необходимую степень защиты активной части. Степень защиты трансформатора ТСЛЗ – IP41.

Защитный кожух представляет собой металлическую сборную конструкцию прямоугольной формы и состоит из следующих основных узлов (рис. 4):

- дна;
- боковых панелей;
- нижних панелей;
- верхних панелей;
- промежуточных панелей;
- средних панелей;
- крыши;
- фланцев НН и ВН;
- защитных кожухов НН, ВН;
- щита (в случае принудительного охлаждения);
- зонтов (в случае принудительного охлаждения).

В нижних, верхних и боковых панелях предусмотрены вентиляционные отверстия – жалюзи, служащие для подвода или отвода воздуха. В конструкции дна также предусмотрены отверстия для подвода воздуха.

Крыша, промежуточные панели, двери и защитные кожуха выполнены без вентиляционных отверстий.

На крыше крепятся строповые и подъемные уши.

На средних панелях имеются ручки обеспечивающие фиксацию в закрытом положении. Средние панели кожуха съемные.

Защитные кожуха НН и ВН в нижней части имеют квадратные отверстия для подвода силовых кабелей.

На боковых панелях предусмотрены скобы для крепления силового кабеля к панели трансформатора, а также предусмотрены бобышки для крепления заземляющего кабеля.

В верхней панели со стороны ВН трансформатора предусмотрены отверстия под крепление температурного реле трансформатора.

Кожух окрашен полиэфирной порошковой краской светло-серого цвета.

Трансформаторы мощностью 1600 и 2500 кВА комплектуются вентиляторами для принудительного охлаждения (рис. 5).

На боковых панелях трансформатора с принудительной вентиляцией размещается щит с аппаратурой управления вентиляцией, в котором также размещено температурное реле.

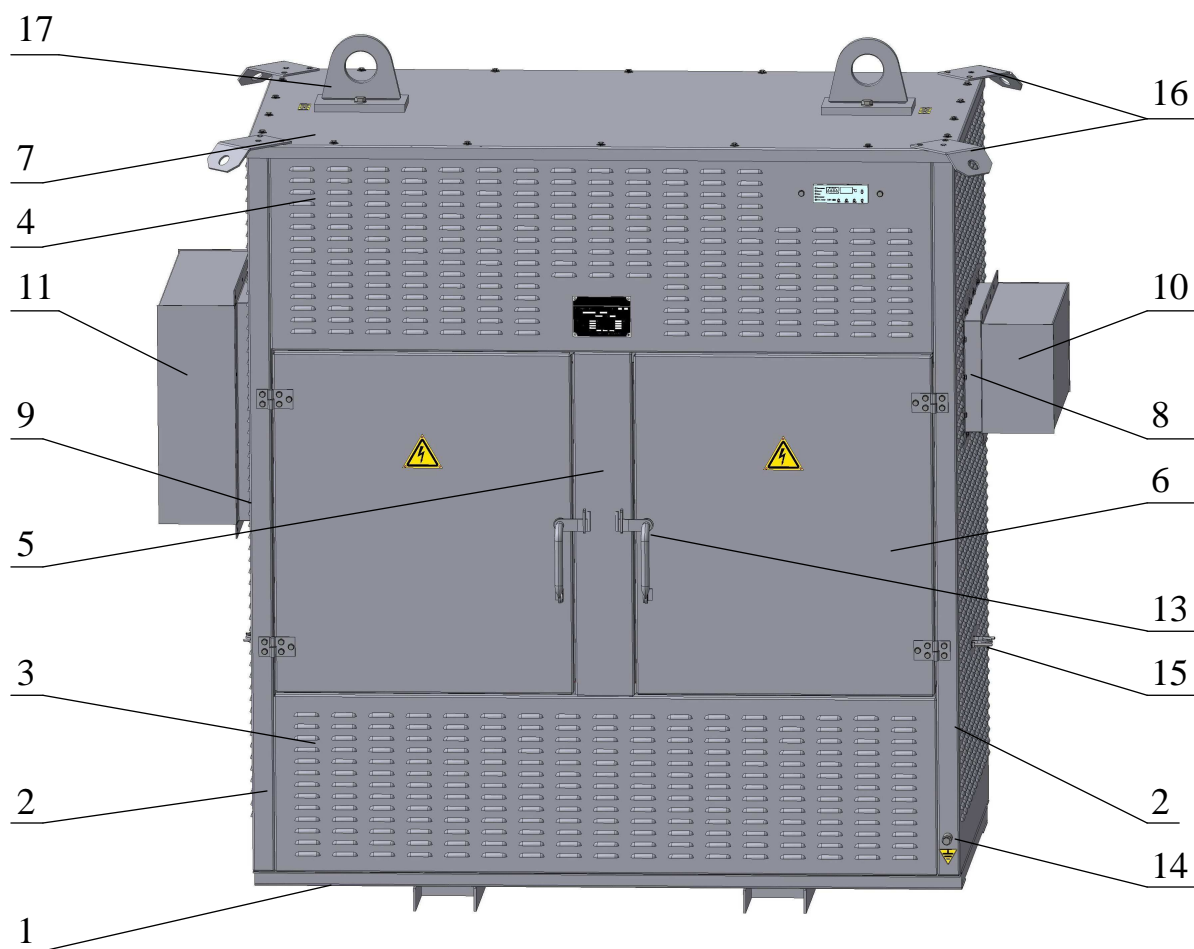


Рисунок 4 – Трансформатор серии ТСЛЗ 250-1000

1 - дно; 2 - боковая панель; 3 - нижняя панель; 4 - верхняя панель; 5 - промежуточная панель; 6 - дверь; 7 - крыша; 8 - фланец НН; 9 - фланец ВН; 10 - защитный кожух НН; 11 - защитный кожух ВН; 13 - ручка; 14 - бобышка заземления; 15 – скоба; 16 - строповое ухо; 17 - подъемное ухо.

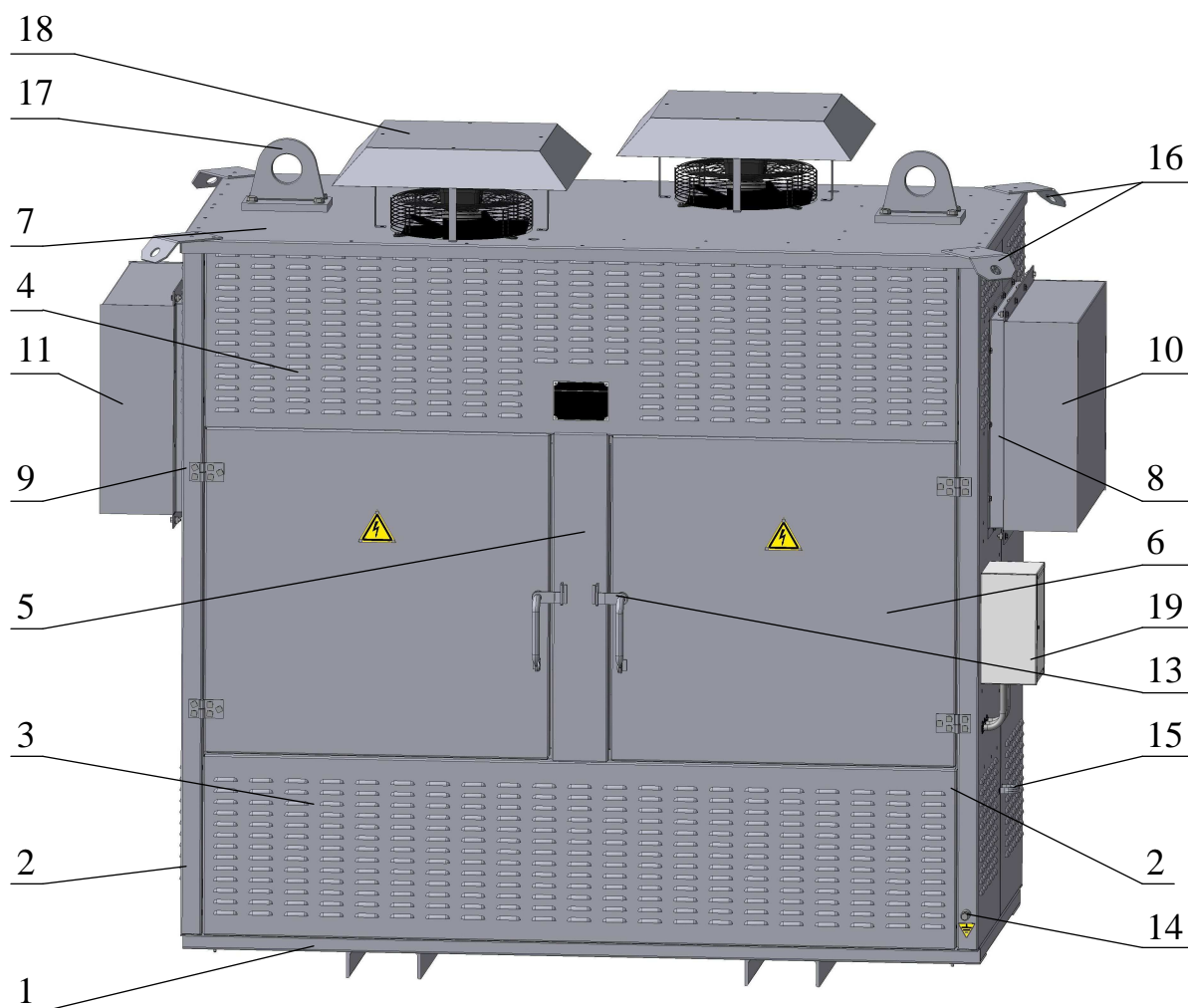


Рисунок 5 – Трансформатор ТСЛЗ - 1600, ТСЛЗ - 2500

1 - дно; 2 - боковая панель; 3 - нижняя панель; 4 - верхняя панель; 5 - промежуточная панель; 6 - дверь; 7 - крыша; 8 - фланец НН; 9 - фланец ВН; 10 - защитный кожух НН; 11 - защитный кожух ВН; 13 - ручка; 14 - бобышка заземления; 15 – скоба; 16 - строповое ухо; 17 - подъемное ухо; 18 - зонт; 19 - щит.

2.3 СОЕДИНЕНИЯ ВЫСОКОГО И НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ СЕРИИ ТСЛЗ

Соединения отводов обмоток НН с выводами НН кожуха выполнены из алюминиевой шины прямоугольного сечения.

Соединения отводов обмоток ВН с выводами ВН кожуха выполняются медными прутками круглого сечения, защищенными изоляционными трубками.

Отводы трансформатора серии ТСЛЗ выполнены:

- по стороне НН из алюминиевой шины прямоугольного сечения (рисунок 6а). Присоединительные размеры к контактным площадкам отводов НН трансформатора серии ТСЛЗ представлены в Приложении Г.

- по стороне ВН - присоединение к фазам обмотки ВН осуществляется посредством латунного шпилечного соединения с резьбой М12 (см. рисунок 6б, Приложение Д).

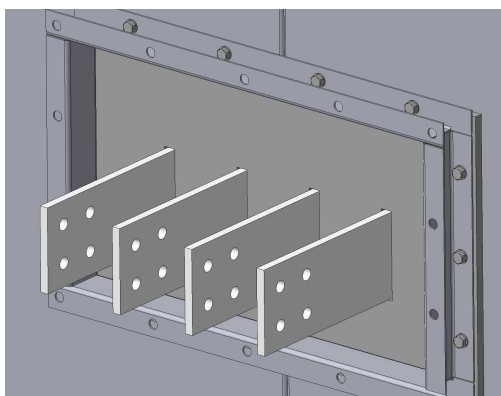


Рисунок 6а - Отводы НН трансформатора серии ТСЛЗ

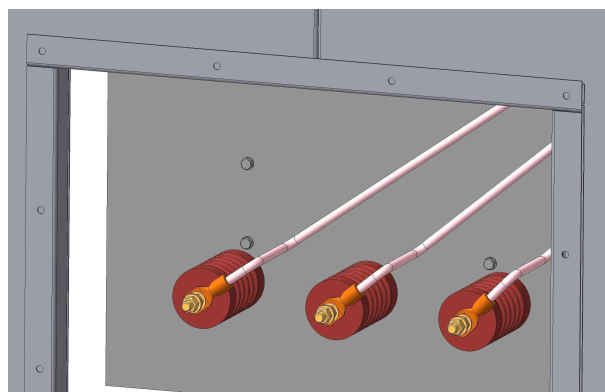


Рисунок 6б - Отводы ВН трансформатора серии ТСЛЗ

2.4 КОНТРОЛЬНО - ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

На верхнем ярме трансформаторов серии ТСЛ устанавливается цифровое защитное реле типа ТР-100 (см. рисунок 7а). На трансформаторе серии ТСЛЗ цифровое защитное реле типа ТР-100 вынесено на верхнюю панель защитного кожуха (см. рисунок 7б) или расположено в щитке на боковой панели кожуха.

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

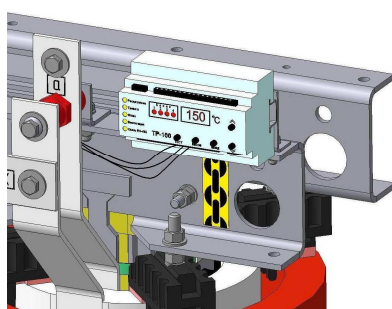


Рисунок 7а - Установка ТР-100 на трансформаторе серии ТСЛ

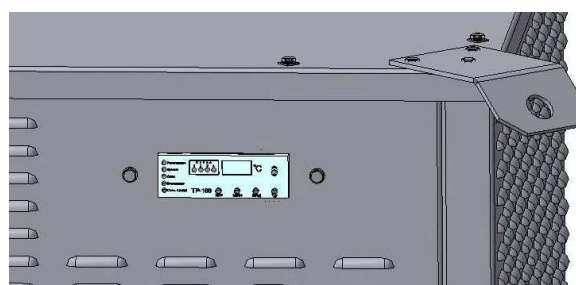


Рисунок 7б - Установка ТР-100 на трансформаторе серии ТСЛЗ

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

Датчик установлен в канале охлаждения обмоток НН.

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 260 В переменного и постоянного тока, подключаемым по двух или трех проводной схеме.

2.5 ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА

Трансформаторы серии ТСЛ комплектуются четырьмя колесами. При поставке трансформатора колеса закреплены со стороны НН на пластине на опорном швеллере (см. рисунок 8а). Колеса устанавливаются в опорных швеллерах в штатные отверстия трансформатора.

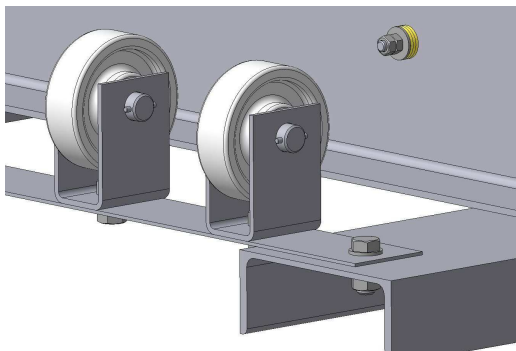


Рисунок 8а - Размещение колес на трансформаторе при поставке

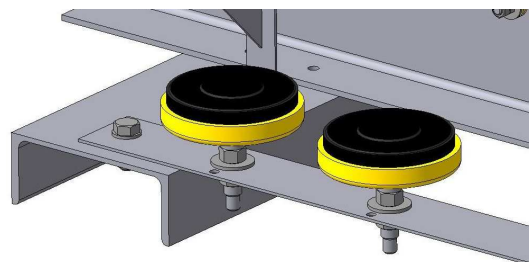


Рисунок 8б - Размещение виброопор на трансформаторе при поставке

Трансформаторы серии ТСЛ и ТСЛЗ могут быть укомплектованы по запросу заказчика четырьмя виброопорами. При поставке трансформатора виброопоры закреплены со стороны ВН на пластине на опорном швеллере (см. рисунок 8б). Виброопоры устанавливаются в штатные отверстия на опорных швеллерах трансформатора.

Внешний вид и тип виброопор может быть изменен без согласования с заказчиком.

На трансформаторах серии ТСЗ мощностью 1600 кВА устанавливаются вентиляторы ВО 4D-350. Вентиляторы ВО 4D-350 служат для отвода нагретого воздуха из верхней части кожуха в окружающее пространство.

Вентиляторы устанавливаются на крыше кожуха трансформатора, во избежание попадания посторонних предметов над вентилятором устанавливается зонт (рис. 5 поз. 18, рис. 9а).

Включением вентиляторов управляет аппаратура, установленная в щите, расположенном на боковой панели со стороны вывода отводов НН. При повышении температуры воздуха в канале обмоток трансформатора подается сигнал на температурное реле ТР-100, которое включает вентиляторы. При снижении температуры воздуха в канале обмоток трансформатора подается сигнал на температурное реле ТР-100, которое выключает вентиляторы.

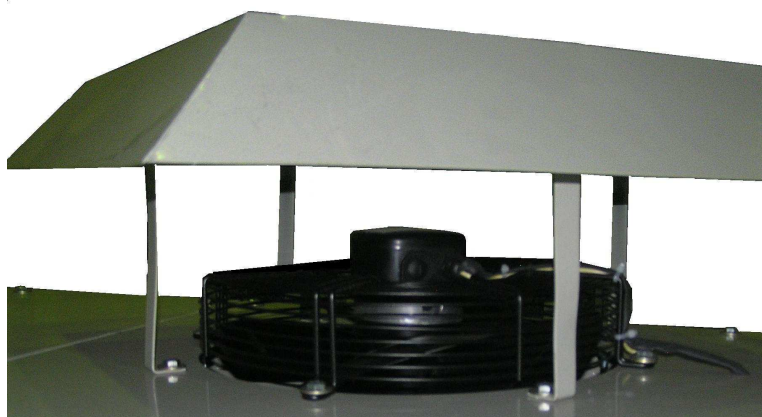


Рисунок 9а - Размещение на кожухе трансформатора вентилятора



Рисунок 9б - Размещение на кожухе щитка с аппаратурой.

3 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

3.1 Условия транспортирования в части механических воздействий по группе «С» (средние) ГОСТ 23216, в части воздействия климатических факторов – по группе условий хранения 7 ГОСТ 15150.

Перевозка трансформатора автомобильным транспортом производится с общим числом перегрузок не более четырех:

По дорогам с асфальтовым и бетонным покрытием (дороги 1-ой категории) на расстояние от 200 до 1000 км;

По булыжным (дороги 2 и 3-й категории) и грунтовым дорогам на расстояние от 50 до 250 км со скоростью до 40 км/ч.

ВНИМАНИЕ! Необходимо оберегать от механических воздействий обмотки трансформатора.

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

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

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

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.

3.5 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.

4 ХРАНЕНИЕ

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

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°C .

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

5 УСТАНОВКА

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

5.1 Трансформаторы серии ТСЛ, ТСЛЗ предназначены для внутренней установки, в чистом и сухом помещении, без опасности попадания воды.

Максимальная высота над уровнем моря не должна превышать 1000 м.

Температура окружающей среды при установке внутри помещения должна быть от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

5.2 Трансформатор, поставленный в открытом исполнении (IP00), должен быть установлен в специальном помещении при соблюдении расстояний от обмоток до стен помещения.

Рекомендуемые минимальные расстояния от поверхности трансформатора до заземленных конструкций приведены на рисунке 10.

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

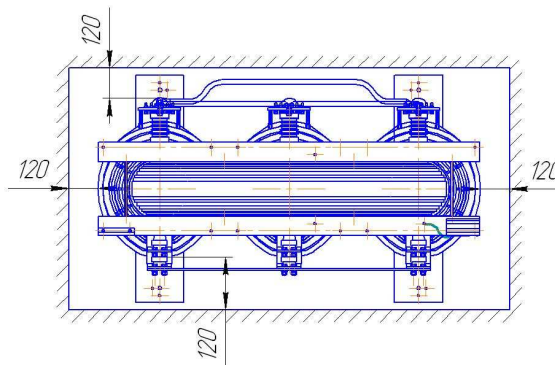
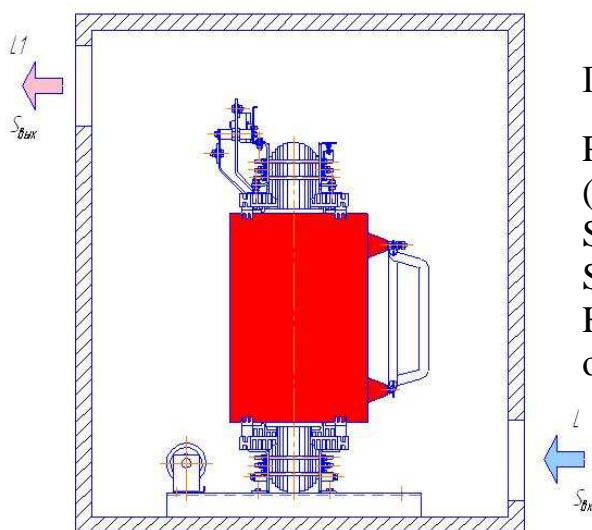


Рисунок 10 - Рекомендуемые минимальные расстояния от поверхности трансформатора до заземленных конструкций.

5.3 Трансформаторы серии ТСЛ спроектированы таким образом, что естественная вентиляция поддерживает температуру трансформатора ниже максимального значения, предусмотренного классом нагревостойкости трансформатора.

5.4 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 - $S_{\text{вх}}$) для обеспечения соответствующего притока свежего воздуха и на противоположной верхней стенке (с проходным сечением - $S_{\text{вых}}$), для выпуска горячего воздуха, создающего эффект камина (см. рисунок 11).



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

P - суммарные потери трансформатора, (кВт),

$S_{\text{вх}}$ - площадь отверстия впуска воздуха (м²),

$S_{\text{вых}}$ - площадь выпускного отверстия (м²),

H - высота расположения выпускного отверстия по отношению к впускному (м).

Рисунок 11 – 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 ($L1$) (3,5 – 4 м³ свежего воздуха в минуту на один киловатт потерь трансформатора).

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

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

5.6 При установке необходимо произвести заземление трансформатора, для этого соединить шинопровод заземления с бобышкой заземления трансформатора. Бобышки заземления располагаются со сторон НН и ВН на нижнем ярме трансформатора или на боковых панелях кожуха трансформатора.

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

Способы сушки трансформатора:

- 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 менее 80% от шин НН трансформатора. Источник энергии должен иметь достаточную мощность для обеспечения длительной работы трансформатора в таком режиме. Трансформатор сушить не менее 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.

- Тепловыми пушками при температуре воздуха вблизи трансформатора не выше 155 °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.

5.8 При установке трансформаторов серии ТС(З) в КТП (КРУ) необходимо обеспечивать следующие виды защит трансформатора:

- защиту от перегрузки током со стороны НН. Обеспечивается «вводным» автоматическим выключателем;

- селективную защиту от перегрузки током со стороны ВН, при аварийном не срабатывании защиты от перегрузки током со стороны НН. Обеспечивается предохранителями с плавкими вставками на напряжение 6 (10) кВ;

- защиту от перенапряжения со стороны ВН. Обеспечивается ОПН.

Так же необходимо обеспечить нормальные условия работы трансформатора (температура, влажность, вентиляцию помещения и пр.).

При не выполнении технических требований по защите трансформатора приведенных выше производство «Русский трансформатор» не несет ответственности за работу трансформатора в КТП (КРУ).

6 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСФОРМАТОРА

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

6.2 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;

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 течении 3 часов.

ВНИМАНИЕ! В случае если трансформатор подвергается перенапряжениям свыше допустимых, необходимо защитить его с помощью соответствующих ограничителей перенапряжения, согласно классу изоляции трансформатора (см. п. 6.8).

ВНИМАНИЕ! Изменение положения перемычек регулировочных отпаек производить только на отключенном от сети со стороны ВН и НН трансформаторе.

6.3 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

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ СУХИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ
СЕРИИ ТСЛ(З) КЛАССА НАПРЯЖЕНИЯ 10 и 6 КВ

Таблица 2 - Основные технические данные сухих распределительных трансформаторов серии ТСЛ(З) класса напряжения 10 и 6 кВ

Обозначение трансформатора	Номинальная мощность, кВА	Схема и группа соединения обмоток	Потери холостого хода, Вт	Потери короткого замыкания, Вт	Напряжение короткого замыкания, %	Ток холостого хода, %
ТСЛ(З)-СЭЩ-250	250	D/Y _H -11	730	3700	6.0	1.9
ТСЛ(З)-СЭЩ-400	400	D/Y _H -11	1000	4900	6.0	1.8
ТСЛ(З)-СЭЩ-630	630	D/Y _H -11	1400	7100	6.0	1.6
ТСЛ(З)-СЭЩ-1000	1000	D/Y _H -11	1950	10000	6.0	1.2
ТСЛ(З)-СЭЩ-1600	1600	D/Y _H -11	2750	14300	6.0	1.0
ТСЛ(З)-СЭЩ-2500	2500	D/Y _H -11	4200	21000	6.0	0.8

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

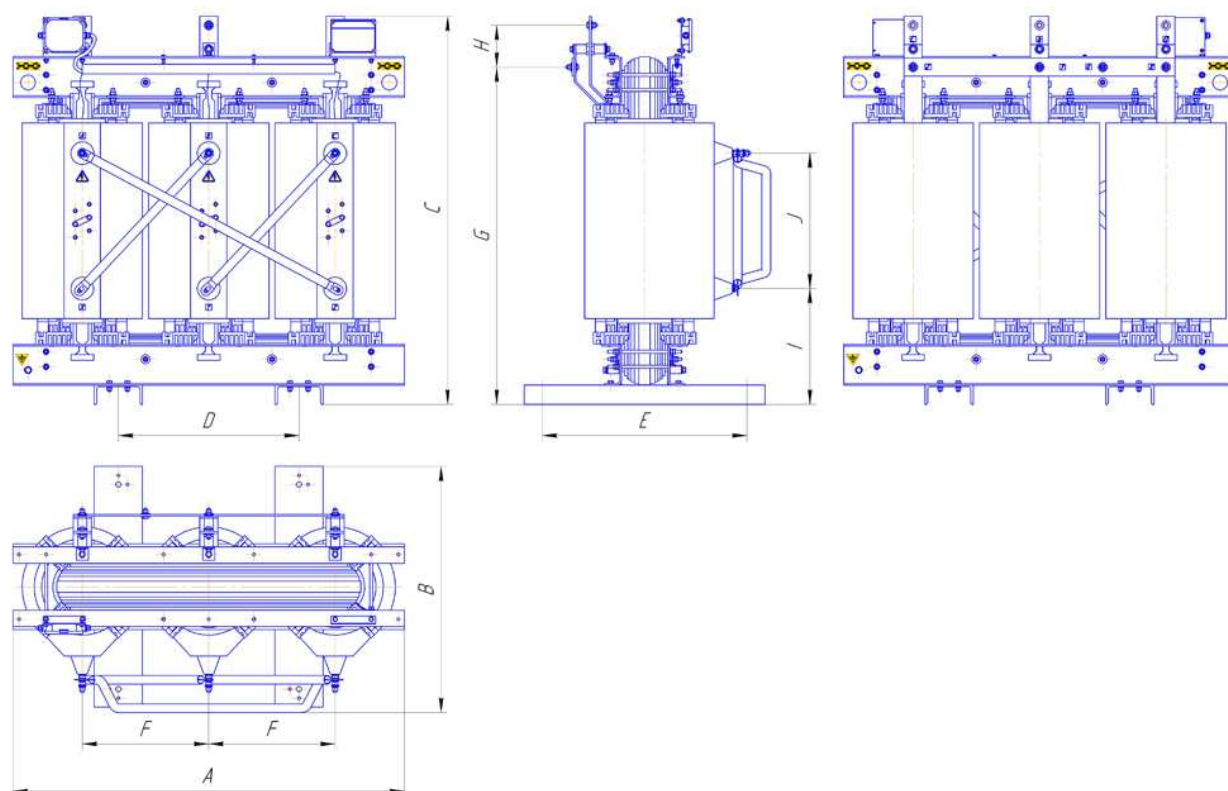


Рисунок 12 - Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформаторов типа ТСЛ классов напряжения 10 и 6 кВ.

Таблица 3 - Основные размеры сухих распределительных трансформаторов класса напряжения 10 и 6 кВ (без защитного кожуха).

Номинальная мощность, кВА	Размеры, мм										Масса, кг
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
250	1250	730	1130	720	520	400	974	110	355	370	1370
400	1300	820	1300	840	670	420	1108	152	394	450	1870
630	1400	825	1449	840	670	460	1267	152	419	550	2500
1000	1550	940	1695	1070	820	500	1481	160	457	690	3520
1600	1700	940	1956	1070	820	550	1708	188	497	850	5073
2500	1950	1190	2170	1070	1070	640	1910	200	571	930	7350

ПРИЛОЖЕНИЕ В

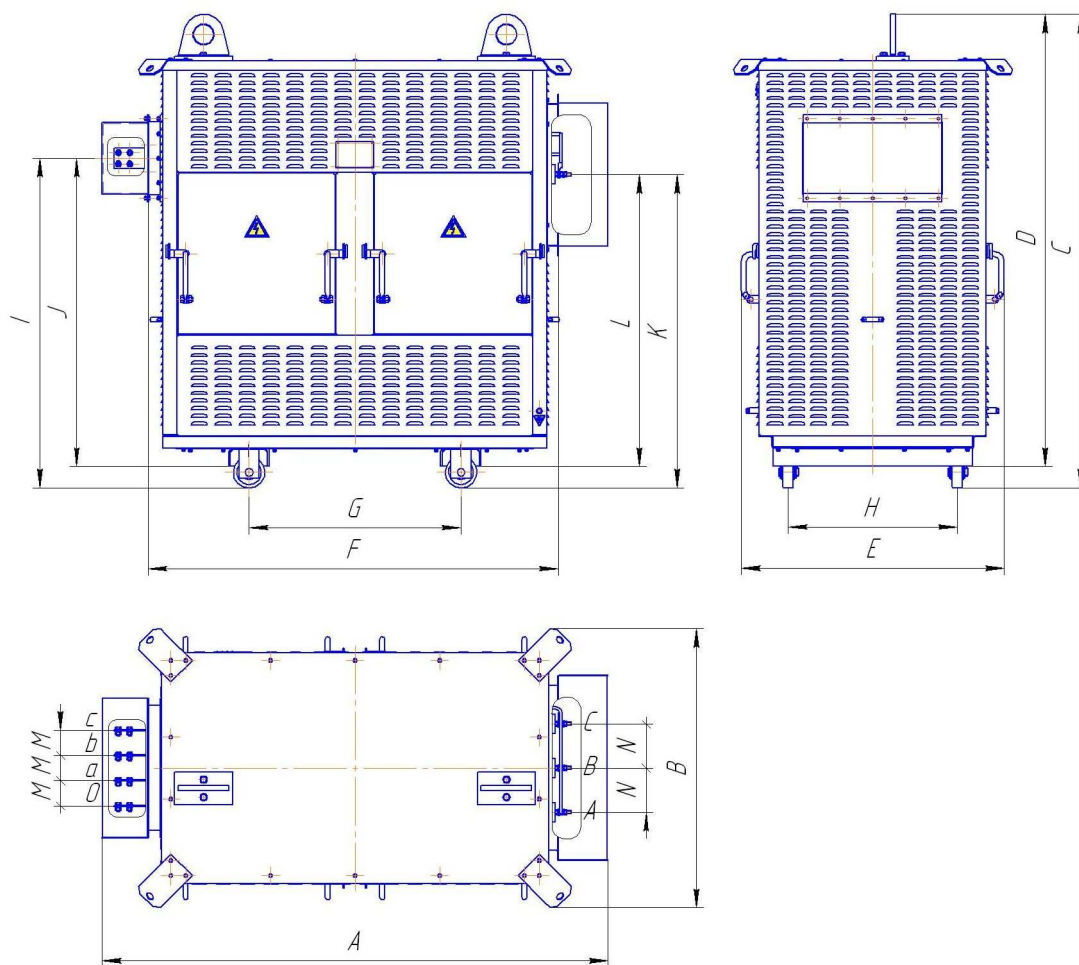


Рисунок 13 - Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформаторов типа ТСЛЗ классов напряжения 10 и 6 кВ

Таблица 4 - Основные размеры сухих распределительных трансформаторов класса напряжения 10 и 6 кВ (с защитным кожухом).

Номинальная мощность, кВА	Значение, мм														Масса, кг
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
250	1895	1005	1595	1510	942	1515	720	520	1120	1035	995	910	100	175	1650
400	2005	1110	1880	1795	1045	1625	840	670	1305	1220	1240	1155	100	175	2140
630	2025	1110	2055	1970	1040	1695	840	670	1450	1365	1355	1270	100	175	2780
1000	2235	1185	2320	2190	1125	1855	1070	820	1475	1345	1435	1305	100	175	3890

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

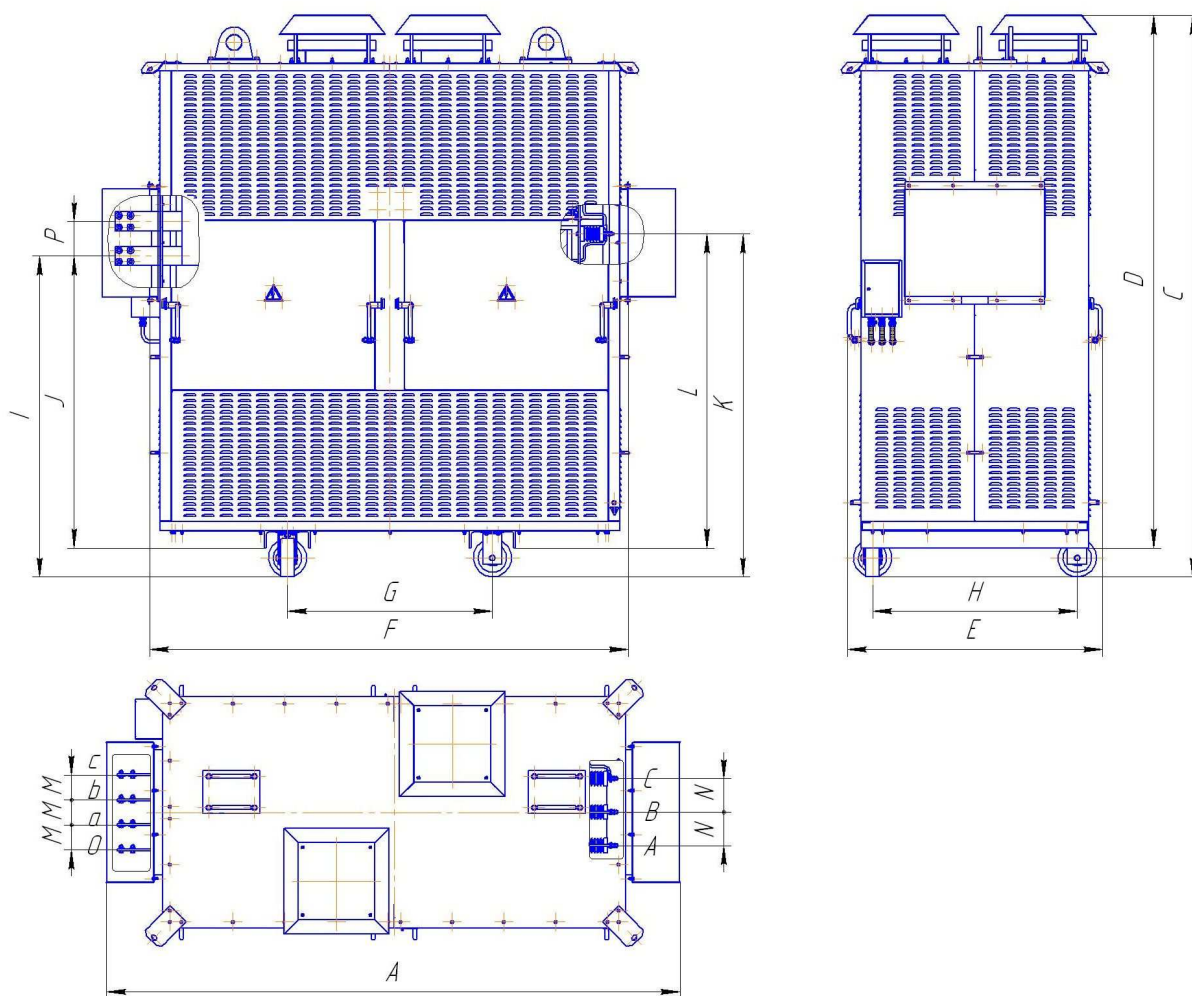


Рисунок 13 – Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформаторов типа ТСЛЗ классов напряжения 10 и 6 кВ

Таблица 5 - Основные размеры сухих распределительных трансформаторов класса напряжения 10 и 6 кВ (с защитным кожухом).

Номинальная мощность, кВА	Значение, мм															Масса, кг
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	P	
1600	2535	1305	2745	2580	1245	2140	1070	820	1855	1690	1650	1485	130	175	-	5670
2500	2995	1400	2935	2785	1335	2500	1070	1070	1680	1525	1795	1640	130	175	180	8000

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

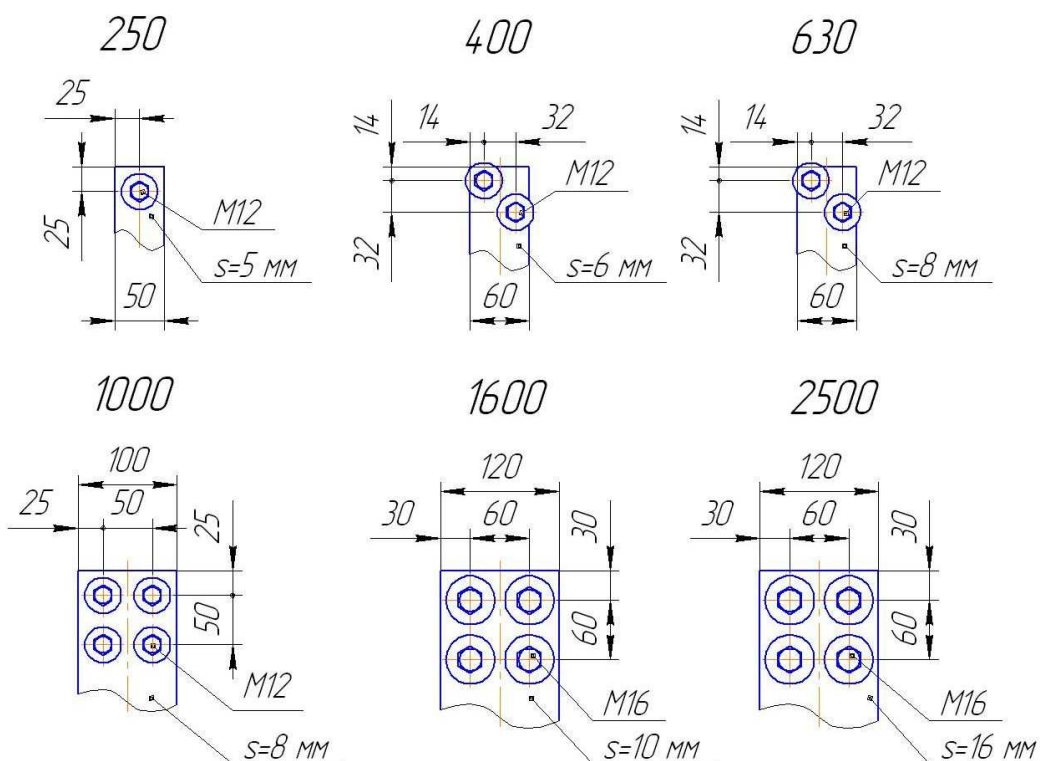


Рисунок 14 - Присоединительные размеры к контактным площадкам отводов НН трансформатора серии ТСЛ 250 - 2500 кВА

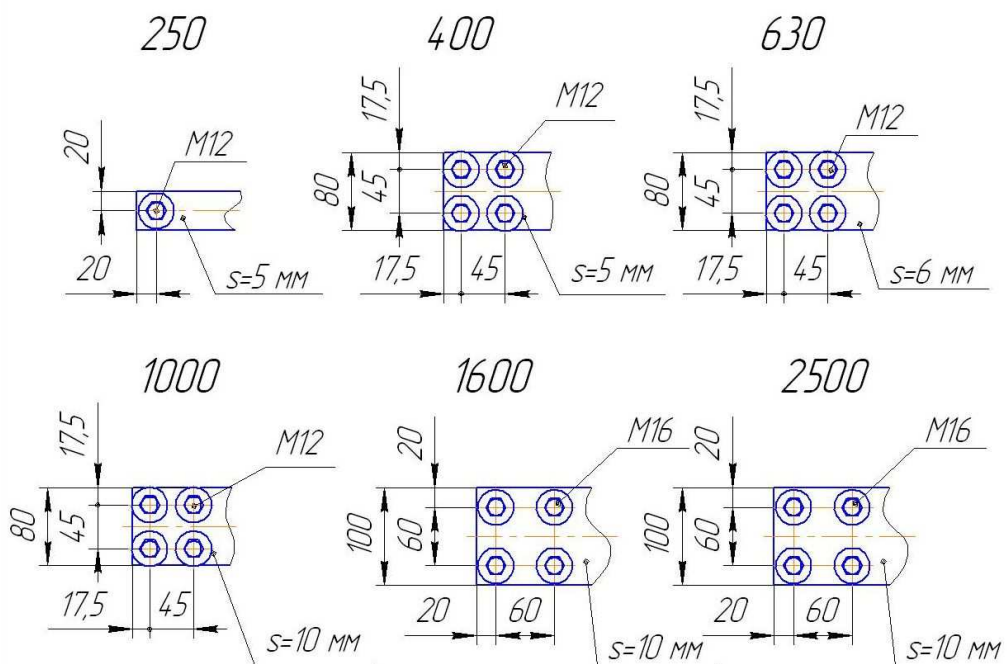


Рисунок 15 - Присоединительные размеры к контактным площадкам отводов НН трансформатора серии ТСЛ3 250-1600 кВА

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

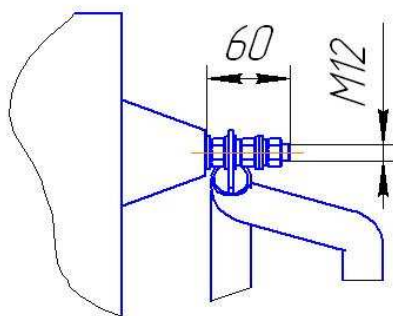


Рисунок 16 - Присоединительные размеры к контактным площадкам отводов ВН трансформатора серии ТСЛ 250-2500 кВА

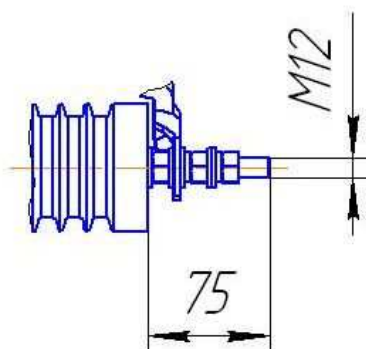


Рисунок 17 - Присоединительные размеры к контактной поверхности отводов ВН трансформатора серии ТСЛ3 250-2500 кВА