



**ЭЛЕКТРОЦИТ  
САМАРА**

ОКП 34 1110  
ОКП 34 1120



Утвержден  
ОРТ.142.043 РЭ - ЛУ

**ТРАНСФОРМАТОРЫ СУХИЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ  
ТИПА ТЛС И ТЛСЗ  
МОЩНОСТЬЮ ОТ 25 ДО 100 КВА  
КЛАССА НАПРЯЖЕНИЯ 6, 10 КВ**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

ОРТ.142.043 РЭ

Настоящее руководство по эксплуатации является основным руководящим эксплуатационным документом и распространяется на трансформаторы сухие распределительные типа ТЛС и ТЛСЗ мощностью от 25 до 100 кВА, класса напряжения 6, 10 кВ (далее - трансформатор).

Руководство по эксплуатации содержит описание конструкции трансформатора, его компонентов, использования по назначению, технического обслуживания, текущего ремонта, хранения, транспортирования и утилизации.

Трансформатор соответствует требованиям ТУ 3411-105-72210708-2008 «Трансформаторы распределительные сухие с литой изоляцией ТЛС и ТЛСЗ мощностью от 25 до 100 кВА, класса напряжения 6-10 кВ».

Дополнительная информация по трансформатору или компонентам предоставляется по запросу Заказчика.

Монтаж и эксплуатация трансформатора должны осуществляться квалифицированным персоналом.

При монтаже, использовании и техническом обслуживании трансформатора дополнительно необходимо пользоваться «Правилами устройства электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», нормативной документацией по охране труда и пожарной безопасности, а также другими локальными и национальными нормативными документами.

**ВНИМАНИЕ! При несоблюдении требований данного руководства гарантия на трансформатор может быть снята производителем.**

**ВНИМАНИЕ! Высокая опасность поражения электрическим током!**

В данном руководстве приняты следующие сокращенные обозначения:

ВН – высшее напряжение;

НН – низшее напряжение;

ПБВ – переключение без возбуждения.

## Содержание

1	Описание и работа .....	4
1.1	Назначение изделия .....	4
1.2	Технические характеристики .....	5
1.3	Состав .....	9
1.4	Устройство и работа .....	9
1.5	Маркировка и пломбирование .....	14
1.6	Упаковка .....	16
1.7	Особенности установки трансформатора .....	17
2	Использование по назначению .....	21
2.1	Эксплуатационные ограничения .....	21
2.2	Подготовка к использованию .....	21
2.2.1	Меры безопасности при подготовке .....	21
2.2.2	Объем и последовательность внешнего осмотра трансформатора .....	21
2.2.3	Подготовка к работе и перед включением .....	22
2.2.4	Проведение необходимых измерений на трансформаторе .....	24
2.2.5	Указания по включению и опробованию работы .....	25
2.2.6	Перечень возможных неисправностей в процессе его подготовки и рекомендации по действиям при их возникновении .....	26
2.3	Использование изделия .....	26
2.4	Действия в экстремальных условиях .....	27
3	Техническое обслуживание .....	28
3.1	Техническое обслуживание трансформатора .....	28
3.2	Меры безопасности .....	29
3.3	Послепродажное обслуживание .....	29
4	Текущий ремонт .....	30
5	Хранение .....	31
6	Транспортирование .....	31
6.1	Условия транспортирования .....	31
6.2	Требования к транспортированию .....	32
6.3	Разгрузка и перемещение .....	33
6.4	Осмотр после прибытия .....	34
7	Утилизация .....	35
7.1	Показатели утилизации .....	35
7.2	Сведения по подготовке и отправке трансформатора на утилизацию .....	35
7.3	Перечень утилизируемых составных частей и методы утилизации .....	35
	Приложение А .....	36

# 1 Описание и работа

## 1.1 Назначение изделия

1.1.1 Трансформатор – статическое электромагнитное устройство, имеющее две индуктивно связанных обмотки и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной системы переменного тока в другую систему переменного тока.

1.1.2 Трансформатор предназначен для преобразования электрической энергии в электрических сетях и в установках, предназначенных для приема и использования электрической энергии с номинальной частотой, указанной в паспорте трансформатора.

1.1.3 Режим работы трансформатора - длительный. Трансформатор не предназначен для работы в условиях тряски, вибраций, ударов, во взрывоопасной и агрессивной среде.

1.1.4 Трансформатор предназначен для эксплуатации при высоте установки над уровнем моря не более 1000 м.

1.1.5 Категория размещения трансформатора при эксплуатации – 3 по ГОСТ 15150. Категория размещения указана в паспорте трансформатора.

1.1.6 Трансформатор предназначен для эксплуатации в климатических исполнениях У по ГОСТ 15150.

1.1.7 Трансформатор предназначен для эксплуатации при рабочих значениях влажности воздуха по ГОСТ 15150.

1.1.8 Отклонение питающего трансформатор напряжения от номинального, а также форма кривой напряжения, несимметрия фаз, отклонение частоты от номинальной должны соответствовать требованиям ГОСТ 32144 .

1.1.9 Трансформатор предназначен для эксплуатации в атмосфере типов I и II по ГОСТ 15150.

1.1.10 Трансформатор предназначен для эксплуатации при интенсивности землетрясения указанной в паспорте трансформатора.

1.1.11 Условное обозначение трансформатора трехфазного, сухого, литого, с естественной циркуляцией воздуха, со степенью защиты IP21, мощностью 40 кВА, класса напряжения ВН – 10 кВ, исполнения -01, климатического исполнения У, категорией размещения 3, с номинальным напряжением ВН - 10,00 кВ, НН - 0,4 кВ, схемой и группой соединения обмоток ВН/НН соответственно - D/Y<sub>n</sub>-11, при записи изделия в документации и/или при заказе:

«Трансформатор ТЛСЗ-СЭЩ-40/10-01-У3; 10/0,4; D/Y<sub>n</sub> – 11; ТУ 3411-105-72210708 -2008»

1.1.12 По требованию заказчика изготавливаются следующие конструктивные исполнения трансформатора (рисунок 3):

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

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

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

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

-04 – исполнение трансформатора без регулирования напряжения и без температурных датчиков \*, схема соединения Y/Y<sub>n</sub>-0;

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

1.1.14 Для исполнений с ПБВ обмотки ВН (-01; -03 исполнение трансформатора) – диапазон регулирования напряжения относительно номинального  $\pm 2 \times 2.5\%$ .

Трансформатор мощностью 25 кВА изготавливается только в исполнении -00, -02 (без ПБВ), -04 и -05.

Трансформаторы со схемой соединения Y/Y<sub>n</sub>-0 изготавливаются только в исполнении -04 и -05 (без ПБВ).

**ВНИМАНИЕ! Любые работы с ПБВ должны выполняться только на отключенном и заземленном трансформаторе!**

## 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Технические характеристики трансформатора указаны в паспорте трансформатора и паспортной табличке.

1.2.2 Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформатора указаны на рисунках 1а, 1б, 1в.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры, масса трансформаторов (исп.-04, -05) со схемой соединения Y/Y<sub>n</sub>-0 соответствуют указанным на рисунках 1а, 1б, 1в.

Габаритные, установочные и присоединительные размеры, масса трансформатора в кожухе приведены на рисунке 2.

1.2.3 Допустимые значения скорректированного уровня звуковой мощности трансформаторов не превышают 70 дБ.

1.2.4 Трансформаторы выдерживают перегрузки.

1.2.4.1 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;

1.2.4.2 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 течении 3 часов.

1.2.4.3 В случае горизонтального расположения трансформатора в пространстве трансформаторы допускают аварийные перегрузки в соответствии с п. 1.2.4.2, за номинальный ток принимается ток соответствующий ограниченной мощности трансформатора (см. п. 1.7.8).

1.2.5 Допустимые систематические нагрузки и аварийные перегрузки соответствуют ГОСТ Р 54419.

1.2.6 Электрическая прочность изоляции трансформатора соответствует ГОСТ 1516.3.

1.2.7 Трансформатор допускает продолжительную работу при превышении напряжения на любом ответвлении любой обмотки на 10 % более номинального напряжения данного ответвления.

1.2.8 Стойкость трансформатора при коротких замыканиях соответствует требованиям ГОСТ Р 52719.

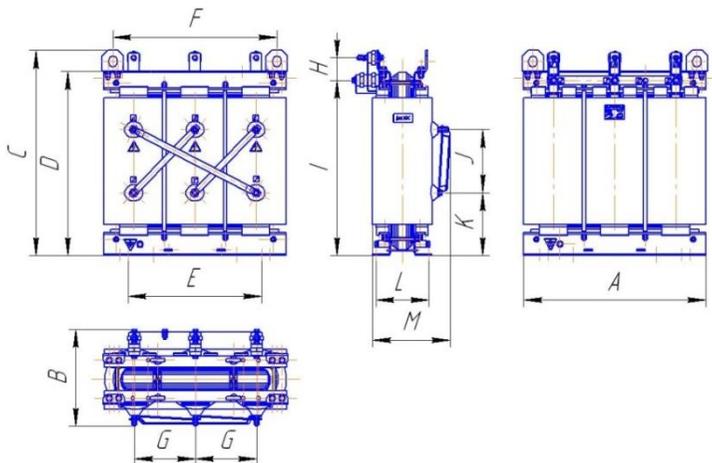


Рисунок 1а – Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформатора

Таблица 1 - Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформатора

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

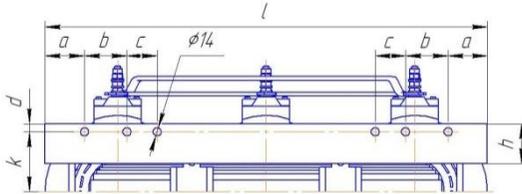


Рисунок 1б – Установочные размеры трансформатора (вид снизу).

Таблица 2 - Установочные размеры трансформатора

Мощность	Размеры, мм						
	a	b	c	d	k	l	h
25	58	30	90	12	93	655	65
40	58	30	90	12	95	655	65
63	135	30	-	13	96	730	65
100	188	30	-	48	99	836	100

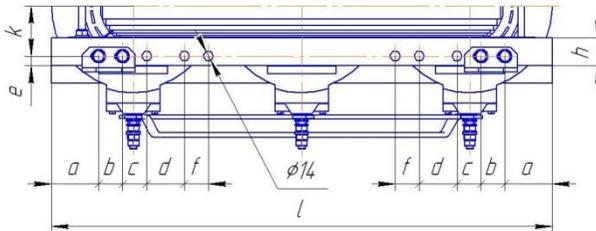


Рисунок 1в – Присоединительные размеры трансформатора (вид сверху).

Таблица 3 - Присоединительные размеры трансформатора

Мощность	Размеры, мм								
	1	b	c	d	f	e	k	l	h
25	32	35	35	55	35	14	66	655	40
40	32	35	35	55	35	14	68	655	40
63	69	35	35	55	35	14	70	730	40
100	15	28	35	55	35	14	72	836	40

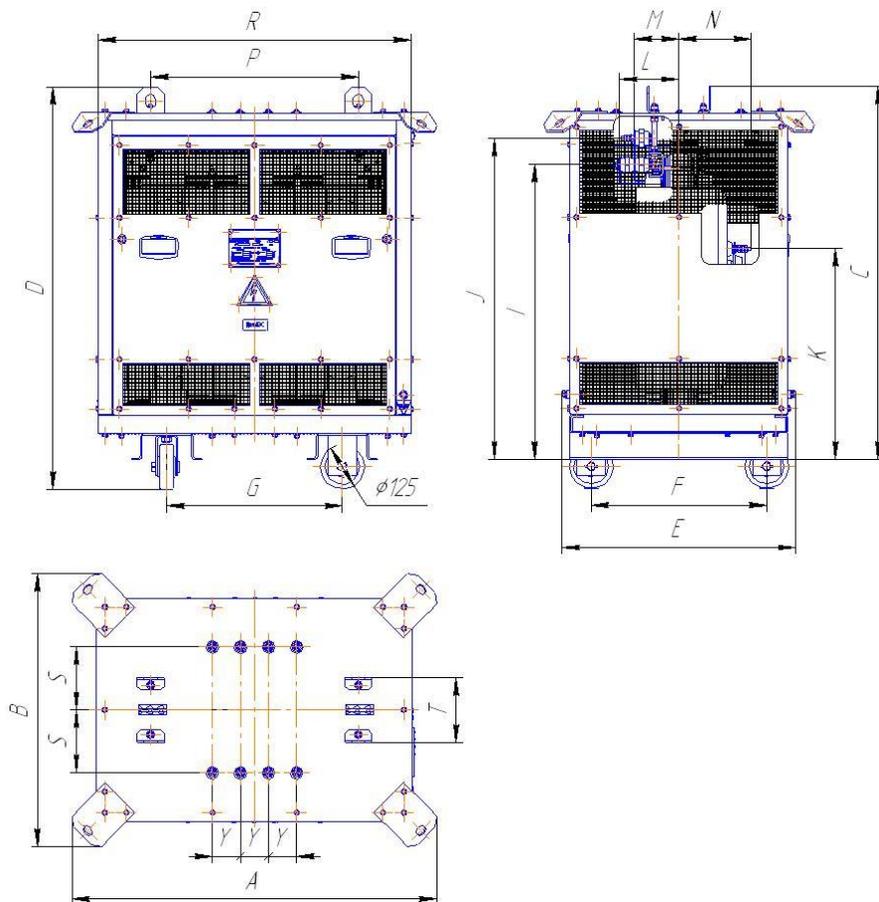


Рисунок 2 - Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформатора со степенью защиты IP21 (в кожухе).

Таблица 4 - Габаритные, установочные и присоединительные размеры трансформатора со степенью защиты IP21 (в кожухе)

Мощность, кВА	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

### 1.3 Состав

1.3.1 Трансформатор ТЛСЗ (в кожухе) состоит из следующих сборочных единиц:

- трансформатор ТЛС (без кожуха);
- защитный кожух;
- контрольно-измерительные устройства (в зависимости от модификации трансформатора);
- катки (в зависимости от модификации трансформатора).

1.3.2 Трансформатор ТЛС состоит из следующих сборочных единиц:

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

Конструкция трансформатора ТЛС представлена на рисунке 3, конструкция трансформатора ТЛСЗ представлена на рисунке 5.

**Примечание – В зависимости от модификации трансформатора, по требованию потребителя, состав может отличаться от указанного.**

### 1.4 Устройство и работа

1.4.1 Магнитопровод – единая конструкция, включающая в собранном виде магнитную систему со всеми деталями, служащими для ее соединения и для крепления обмоток.

Магнитная система - комплект пластин или других элементов из электротехнической стали или другого ферромагнитного материала, собранных в определенной геометрической форме, предназначенный для локализации в нем основного магнитного поля трансформатора. Магнитная система имеет приблизительно круглое сечение в стержне и ярме и состоит из холоднокатаных высоколегированных листов стали с направлением проката вдоль магнитного потока. Эти листы применяют со специальным термостойким покрытием, режут особой формой и собирают впереплет на стыках (шихтованная система). Торцевые поверхности листов стержня склеиваются относительно друг друга цианокрилатным клеем. Листы ярма скрепляют ярмовыми прессующими балками посредством шпилечного соединения.

Магнитопровод покрывается атмосферостойким покрытием светло-серого цвета.

1.4.2 Обмотка - совокупность витков, образующих электрическую цепь, в которой суммируются электродвижущие силы, наведенные в витках, с целью получения высшего и низшего напряжения трансформатора.

**Примечание - В трехфазном трансформаторе под «обмоткой» подразумевается совокупность соединяемых между собой обмоток одного напряжения всех фаз.**

Обмотка ВН - основная обмотка трансформатора, имеющая наибольшее номинальное напряжение по сравнению с другими его основными обмотками.

Обмотка НН - основная обмотка трансформатора, имеющая наименьшее номинальное напряжение по сравнению с другими его основными обмотками.

Обмотка ВН и НН – многослойные, концентрические, изготовленные в виде цилиндров и концентрически расположенные на стержне магнитной системы.

Обмотки НН выполняются из медной ленты прямоугольного сечения и межслоевой изоляции, с последующей пропиткой смолой для получения монолитной конструкции.

Обмотки ВН выполняются из медного провода круглого сечения и межслоевой изоляции, с последующей пропиткой компаундом для получения монолитной конструкции.

1.4.3 Трансформаторы (исп. -04, -05) со схемой соединения  $Y/Y_n-0$  дополнительно комплектуются компенсационной обмоткой.

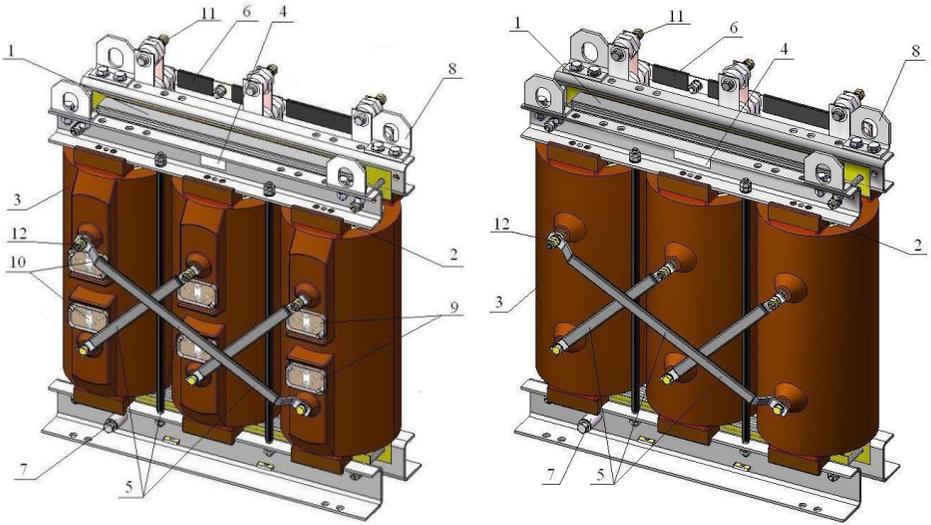
Компенсационная обмотка - слоевая, расположена на внешней поверхности обмоток ВН трех фаз. Компенсационная обмотка выполняется из алюминиевого провода прямоугольного сечения и внешней изоляции обмотки. Компенсационная обмотка устанавливается на кронштейны, закрепленные на вертикальных шпильках.

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

1.4.4 Отводы - представляют собой промежуточные токоведущие шины прямоугольного сечения из меди или алюминия, обеспечивающие соединение обмоток в электрическую схему.

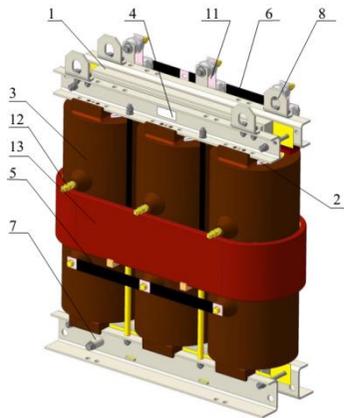
Отводы обмоток ВН соединяются в электрическую схему соединения треугольник или звезда, отводы обмоток НН – звезда с нейтралью.

1.4.5 Сборочные единицы и детали изоляции - совокупность изоляционных деталей, исключая замыкание металлических частей трансформатора, находящихся во время его работы под напряжением, с заземленными частями, а также частей, находящихся под разными потенциалами, между собой.



Исполнения -01, -03

Исполнения -00, -02



Исполнения -04; -05

Рисунок 3 - Конструкция трансформатора.

1 – магнитная система, 2 – обмотка НН, 3 – обмотка ВН, 4 – информационная табличка, 5 – шины соединения стороны ВН, 6 – шина соединения стороны НН, 7 – бобышка заземления, 8 – строповочные уши; 9 – панель регулирования; 10 – пластина переключения, 11 – отвод НН; 12 – отводы ВН; 13 – компенсационная обмотка.

1.4.6 Кожух трансформатора представляет собой металлическую сборную конструкцию прямоугольной формы, внутри кожуха размещается трансформатор ТЛС. Кожух состоит (см. рисунок 5) из дна, опорных швеллеров, боковых панелей, верхних и съемных панелей и 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 светло-серого цвета.

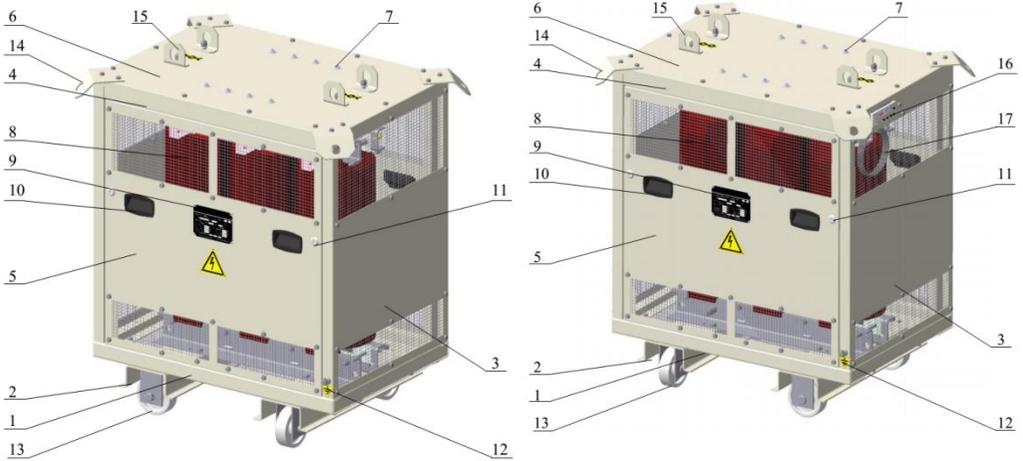
#### 1.4.7 Контрольно-измерительные устройства.

1.4.7.1 По требованию заказчика трансформатор может быть укомплектован тремя датчиками температуры (исполнения -02, -03, -05), которые позволяют произвести замер температуры поверхности обмотки ВН. Датчики установлены на поверхности обмоток ВН всех трех фаз трансформатора и закреплены на верхнем яре трансформатора.

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



Рисунок 4 – Внешний вид температурного датчика



Исполнения -00, -01, -04

Исполнения -02, -03, -05

Рисунок 5 - Конструкция трансформатора ТЛСЗ

- 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-температурный датчик.

1.4.7.2 По требованию заказчика трансформатор 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 5).

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

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.

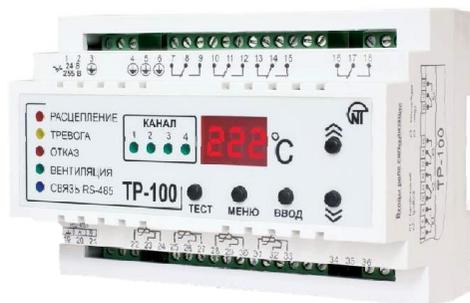


Рисунок 6 – внешний вид цифрового защитного реле типа TP-100

1.4.8 Катки – элементы, предназначенные для перекачивания трансформатора при установке его на фундамент.

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

При поставке трансформатора катки закреплены в упаковке.



Рисунок 7 – Внешний вид катка

## 1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Расположение маркировочных табличек на трансформаторе типа ТЛС (см. рисунок 8):

- паспортная табличка расположена на поверхности обмотки ВН со стороны НН;
- табличка «положение переключки» расположена на верхнем ярме трансформатора на стороне ВН (для исполнения трансформатора с регулированием напряжения);
- обозначение фаз выполнено у выводов ВН и НН;

- знак «высокое напряжение» на поверхности обмотки ВН;
- знак «Для АЭС» (по требованию заказчика);
- обозначение мест заземления на нижнем яре трансформатора;
- знак строповки «цепь» расположен в месте крепления строповочных ушей.

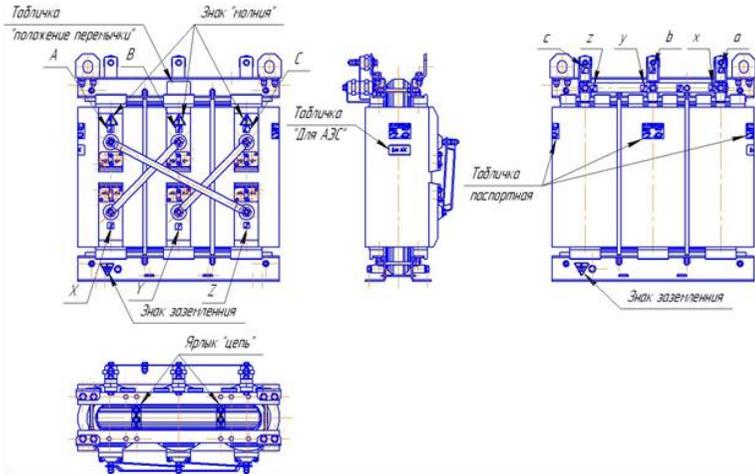


Рисунок 8 – Расположение маркировочных табличек на трансформаторе ТЛС.

1.5.2 Расположение маркировочных табличек на трансформаторе типа ТЛСЗ (см. рисунок 9):

- паспортные таблички, знаки «высокое напряжение», знаки «Для АЭС» (по требованию заказчика) расположены в центральной части на внешней поверхности съемной панели кожуха со стороны ВН и НН трансформатора;
- обозначение мест заземления в нижней части торцевой поверхности боковой панели кожуха со стороны ВН и НН трансформатора;
- знаки строповки «цепь» расположены в месте крепления строповочных ушей на крыше кожуха трансформатора.

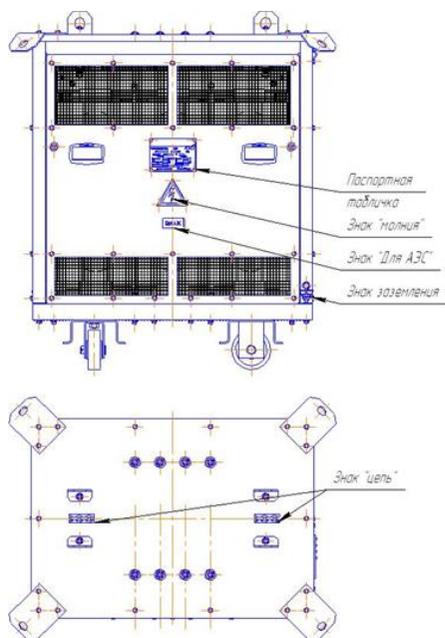


Рисунок 9 – Расположение маркировочных табличек на трансформаторе ТЛСЗ

## 1.6 Упаковка

1.6.1 Трансформатор отправляют потребителю полностью смонтированным, готовым для соединения с линией высокого и низкого напряжения.

1.6.2 Трансформатор поставляется в закрытой упаковке.

Категория упаковки трансформатора КУ-4 по ГОСТ 23216.

Тип внутренней упаковки – ВУIV (чехол из пленки, с осушителем) по ГОСТ 23216.

Тип транспортной тары – ТФ-0 (ящик из деревянного каркаса обшитый ДВП или фанерой) по ГОСТ 23216.

Внутри упаковки вложены эксплуатационные документы, упакованные в плотный полиэтиленовый пакет, обеспечивающий сохранность в процессе транспортирования и хранения.

1.6.3 По требованию заказчика на время транспортирования потребителям трансформатор может иметь временное защитное покрытие (консервацию).

Консервации подлежат:

- выступающие наружу токоведущие части;
- заземляющие болты и шайбы.

Детали, подлежащие консервации, предварительно проверяются на отсутствие коррозии, очищаются от загрязнений.

Консервацию производят на предприятии-изготовителе смазкой в соответствии с требованиями ГОСТ 23216, толщина покрытия в пределах 0,5-1,5 мм.

Срок годности консервации 12 месяцев. Консервации подлежат трансформаторы, предназначенные для длительного хранения (более 3 месяцев).

1.6.4 При обнаружении недостатков или дефектов, не позволяющих эксплуатировать трансформатор, и принятии решения о необходимости возврата трансформатора производителю, необходимо упаковать трансформатор в заводскую закрытую упаковку (п. 1.6.2) во избежание загрязнения и повреждения элементов конструкции трансформатора.

## 1.7 Особенности установки трансформатора

**Требования раздела распространяются также и на трансформаторы, устанавливаемые в КРУ.**

1.7.1 Трансформаторы предназначены для внутренней установки, в чистом и сухом помещении, без опасности попадания воды.

1.7.2 Номинальное рабочее расположение трансформатора в пространстве вертикальное, допускается работа трансформатора расположенного горизонтально с ограничениями в соответствии с п. 1.7.8.

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

1.7.3 При размещении трансформатора в помещении необходимо проверить соответствуют ли помещению требованиям п.п. 1.1.3 – 1.1.10 руководства, а также ниже следующих пунктов.

1.7.4 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.

**ВНИМАНИЕ! Необходимо помнить, что трансформатор со степенью защиты IP00 не защищен от прямого прикосновения к частям, находящимся под напряжением.**

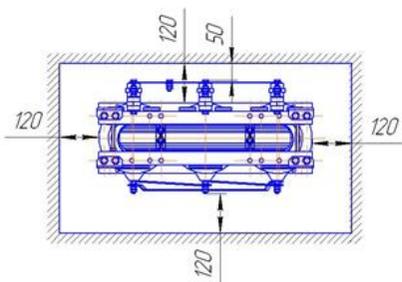
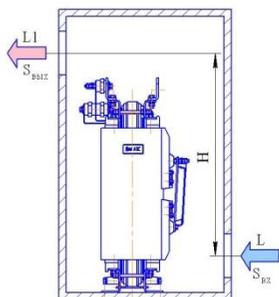


Рисунок 10 - Рекомендуемые минимальные расстояния от поверхности трансформатора до заземленных конструкций (вид сверху).

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



При этом  $S_{\text{вх}} = 1,1 S_{\text{вых}}$  ;  
 $S_{\text{вх}} = 0,18P/H^{1/2}$ , где  
 $P$  - суммарные потери трансформатора, (кВт),  
 $S_{\text{вх}}$  - площадь отверстия впуска воздуха ( $\text{м}^2$ ),  
 $S_{\text{вых}}$  - площадь выпускного отверстия ( $\text{м}^2$ ),  
 $H$  - высота расположения выпускного отверстия по отношению к впускному (м).

Рисунок 11 – Естественная циркуляция воздуха в трансформаторном помещении.

1.7.6 Если в помещении недостаточен естественный воздухообмен, необходимо предусмотреть 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 вентиляторов. Оборудование устанавливается заказчиком (не входит в комплект трансформатора).

Вентилятор может быть установлен в верхней части помещения и управляться термостатом.

Рекомендуемая производительность вентилятора, м<sup>3</sup>/с,  $L_1=0,1 \cdot P$ , где P - суммарные потери трансформатора, кВт.

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

1.7.7 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.

1.7.8 Трансформаторы 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 кВА в горизонтальном положении необходимо провести тепловые испытания с определением ограничения по мощности от номинальной и согласовать с производителем.

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

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

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

1.7.12 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 0,1 с, где  $I_n$  – номинальный ток трансформатора, А;

- Токовая защита должна отключать трансформатор при превышении перегрузок и длительностей данных перегрузок выше, чем указано в п. 1.2.4.2, 1.2.4.3 данного руководства;

- Токовая защита должна соответствовать механическим и климатическим условиям эксплуатации.

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

1.7.14 Работа трансформатора возможна при наличии автоматических выключателей на каждой фазе, либо общего выключателя. Но при наличии автоматов на каждой фазе – при отключении на одной из фаз должны срабатывать выключатели на остальных фазах.

1.7.15 При параллельной работе необходимо соблюсти следующие условия:

- соответствие фазировки двух трансформаторов;
- группы соединений обмоток должны быть идентичны;
- коэффициенты трансформации должны быть одинаковы;
- напряжения короткого замыкания должны быть одинаковы;
- соотношение мощностей трансформаторов должны быть не более 1:3.

Отклонения по коэффициенту трансформации, напряжению короткого замыкания в соответствии с требованиями ГОСТ 52719.

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

Эксплуатация трансформаторов должна производиться в соответствии с «Правилами устройства электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», нормативной документацией по охране труда и пожарной безопасности, а также другими локальными и национальными нормативными документами, при выполнении условий указанных в разделах 1.1 , 1.2 и 1,7 настоящего руководства по эксплуатации.

### 2.2 Подготовка к использованию

#### 2.2.1 Меры безопасности при подготовке

При подготовке к использованию трансформатора дополнительно необходимо пользоваться «Правилами устройства электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», нормативной документацией по охране труда и пожарной безопасности, а также другими локальными и национальными нормативными документами.

**ВНИМАНИЕ!** Запрещается проводить любые работы на не отключенном и не заземленном трансформаторе!

**ВНИМАНИЕ!** Трансформатор необходимо поднимать только за специально предназначенные для этой цели строповые устройства со знаком «место строповки».

**ВНИМАНИЕ!** Запрещается монтаж и эксплуатация трансформатора с повреждениями!

#### 2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра трансформатора

2.2.2.1 При подготовке трансформатора к использованию должен быть проведен внешний осмотр трансформатора и его компонентов.

2.2.2.2 Перед проведением внешнего осмотра необходимо демонтировать защитные кожуха и съемные панели (при их наличии).

Убедиться в отсутствии:

- на обмотках: отсутствие сколов и трещин, посторонних предметов в каналах;
- на элементах подключения, шинах НН, ВН: отсутствие повреждений и деформаций;
- на поверхности трансформатора влаги (см. п. 2.2.3.8).

Проверить комплектацию трансформатора.

2.2.2.3 При обнаружении повреждения трансформатора необходимо составить акт и связаться с изготовителем для получения указаний по восстановлению повреждения.

2.2.2.4 При обнаружении поврежденных или утерянных компонентов, необходимо составить акт и связаться с изготовителем для организации допоставки.

2.2.2.5 Перед началом выполнения монтажных работ должен быть определен объем и последовательность работ по монтажу, составлен план-график проведения монтажа.

2.2.2.6 Перед началом выполнения монтажа необходимо подготовить специальную площадку или оборудование. До установки трансформатора на площадку или в оборудование, последние должны быть приняты под монтаж в соответствии с нормативными документами.

### **2.2.3 Подготовка к работе и перед включением**

2.2.3.1 Изучить сопроводительную документацию.

Внимательно изучить документацию (руководство, паспорт, паспорт на комплектующие и др.) трансформатора. Удостоверится в соответствии технических характеристик трансформатора с требуемыми.

2.2.3.2 Перед подготовкой трансформатора к работе необходимо убедиться что выполнены все требования по условиям установки трансформатора (см. п.1.7).

2.2.3.2 Произвести внешний осмотр трансформатора, снять консервирующую смазку (при наличии), тщательно продуть трансформатор чистым воздухом и протереть, обратив особое внимание на чистоту поверхности обмоток в районе мест подключения.

2.2.3.3 Осмотреть трансформатор для обнаружения возможных инородных предметов на поверхности и внутри каналов охлаждения. При обнаружении следует аккуратно удалить инородный предмет, не нарушив изоляцию.

**ВНИМАНИЕ! Запрещается эксплуатация трансформатора с посторонними предметами в каналах охлаждения.**

2.2.3.4 Заземлить трансформатор, путем соединения шины заземления со специально предусмотренным местом заземления на трансформаторе (см. рисунок. 8, 9).

2.2.3.5 Пластины ПБВ необходимо установить в необходимое положение в соответствии с табличкой переключения, см. рисунок 8.

При наличии ПБВ трансформаторы имеют следующий диапазон регулирования: - 5%, - 2,5%, 0%, + 2,5%, + 5% .

Правильность выбранного положения указывают цифры, расположенные рядом с контактами регулировочных отпаек обмоток ВН.

**ВНИМАНИЕ! Установка пластин переключения должна быть одинаковой на всех трех обмотках ВН, чтобы предотвратить циркуляцию токов, которые могут привести к необратимым повреждениям трансформатора.**

2.2.3.6 Проверить момент затяжки резьбовых соединений. Момент затяжки резьбовых соединений приведен в таблице 5.

Таблица 5 - Момент затяжки резьбовых соединений вводов

Болт - Гайка	Момент затяжки, Н·м	
	Латунь	Металл
M6	5±1,0	10±1,0
M8	10±1,0	15±1,0
M10	20±1,5	25±1,5
M12	30,0±2,0	45,0±2,0

**ВНИМАНИЕ! Для предотвращения проворачивания шпилек, контактов при затяжке резьбовых соединений необходимо удерживать нижнюю гайку крепления проводника ключом. Проворачивание может привести к замыканию и потере работоспособности.**

2.2.3.7 Катки, при необходимости, закрепить в отверстиях на опорных швеллерах, см. рисунок 5.

2.2.3.8 После продолжительного хранения или периода бездействия, обнаружения влаги внутри упаковки, на трансформаторе и в случае несоответствия паспортным данным сопротивления изоляции необходимо просушить трансформатор.

Способы сушки трансформатора:

а) 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, 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.

## 2.2.4 Проведение необходимых измерений на трансформаторе

### 2.2.4.1 Измерить сопротивления:

- сопротивления обмоток постоянному току;
- сопротивление изоляции НН - земля;
- сопротивление изоляции ВН - земля;
- сопротивление изоляции ВН-НН.

Измерение сопротивления обмоток постоянному току проводится по ГОСТ 3484.1.

Измерение сопротивления изоляции проводится по ГОСТ 3484.3.

Измерение производить при температуре изоляции не ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ . Если температура изоляции ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ , то для измерения характеристик изоляции трансформатор должен быть нагрет методом короткого замыкания при номинальных токах по методике, изложенной в п. 2.2.3.8.

Величина сопротивления обмоток постоянному току не должна отличаться более чем на 2% от величин сопротивления, полученных на таком же ответвлении других фаз, если в паспорте на трансформатор не указано иное значение.

Для трансформатора с ПБВ необходимо произвести замер сопротивления обмоток ВН во всех положениях переключки.

**ВНИМАНИЕ!** Сопротивление изоляции НН-земля, ВН-земля, ВН-НН должно быть не меньше 500 МОм.

**ВНИМАНИЕ!** В случае несоответствующего паспортным данным сопротивления изоляции необходимо просушить трансформатор по методике, изложенной в п. 2.2.3.8.

### 2.2.4.2 Проверка коэффициента трансформации;

Для трансформатора с ПБВ необходимо произвести замер коэффициента трансформации обмоток ВН во всех положениях переключки.

Проверка коэффициента трансформации проводится по ГОСТ 3484.1.

Коэффициент трансформации не должен отличаться более чем на 2% от значений, измеренных на соответствующих ответвлениях других фаз, и от исходных значений указанных в паспорте трансформатора.

### 2.2.4.3 Измерение тока и потерь холостого хода.

Измерение потерь холостого хода проводится по ГОСТ 3484.1.

Замеренные значения необходимо сравнить с паспортными.

**ВНИМАНИЕ!** В случае не соответствия заявленных технических данных указанных в паспорте и руководстве данным замера необходимо составить акт по форме заказчика и сообщить поставщику трансформатора.

#### 2.2.4.4 Фазировка трансформаторов.

Должно иметь место совпадение по фазам.

#### 2.2.4.5 Испытание повышенным напряжением промышленной частоты.

Испытательные напряжения при испытании повышенным напряжением промышленной частоты в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 - Испытательные напряжения при испытании повышенным напряжением промышленной частоты.

Класс напряжения обмотки, кВ	Испытательное напряжение по отношению к корпусу и другим обмоткам, кВ, для облегченной изоляции
6	15,4
10	21,6

### 2.2.5 Указания по включению и опробованию работы

2.2.5.1 При соответствии результатов испытаний трансформатора и компонентов требованиям настоящего руководства по эксплуатации трансформатор может быть введен в эксплуатацию.

**ВНИМАНИЕ! Если после последней проверки и измерений характеристик прошло более 3 месяцев, перед включением и опробованием трансформатора необходимо повторно выполнить указания в подразделе 2.2.3, 2.2.4.**

2.2.5.2 Шинопроводы подключенные на трансформатор, должны быть закреплены, чтобы избежать механических нагрузок на присоединения НН и ВН трансформатора.

2.2.5.3 Проверить места подвода шинопроводов на соответствие степени защитного исполнения (IP).

2.2.5.4 Перед включением двух трансформаторов в параллельную работу проверить выполнение требований п. 1.7.14.

2.2.5.3 Перед включением под напряжение произвести проверку действия всех предусмотренных проектом защит, блокировок, цепей сигнализации.

2.2.5.4 Перед включением под напряжение проверить отсутствие посторонних предметов на трансформаторе, заземление согласно проекту.

2.2.5.5 Приложить толчком номинальное напряжение к трансформатору без подачи нагрузки. В процессе 3 – 5 - кратного включения трансформатора на номинальное напряжение не должны иметь место явления, указывающие на неудовлетворительное состояние трансформатора. Наблюдать за состоянием трансформатора не менее 30 мин.

2.2.5.6 При удовлетворительных результатах пробного включения трансформатор может быть включен под нагрузку.

Включение трансформатора на номинальную нагрузку в зимнее время допускается при любой отрицательной температуре воздуха.

2.2.5.7 Результаты испытаний пуско-наладочных работ оформить актом по форме заказчика.

2.2.5.8 При обнаружении недостатков, не позволяющих эксплуатировать трансформатор, и принятии решения о необходимости возврата трансформатора производителю, необходимо упаковать трансформатор в заводскую упаковку в соответствии с требованиями п.1.6.

Производителю необходимо будет предоставить акт пуско-наладочных работ и причины отбраковки трансформатора.

2.2.5.9 Подготовку трансформатора к включению в процессе текущей эксплуатации производить согласно требованиям, изложенным выше, с выполнением мероприятий местной инструкции.

2.2.5.10 Включение трансформатора производить без проведения подготовки компонентов и измерений, если его предшествующее отключение не было связано с проведением ремонтных работ и действием защит от внутренних повреждений.

Включение трансформатора в работу после проведения ремонтных работ производить только после проведения подготовки компонентов и измерений, наиболее четко выявляющих дефект, который мог быть допущен при выполнении работ.

## **2.2.6 Перечень возможных неисправностей в процессе его подготовки и рекомендации по действиям при их возникновении**

Рекомендации по действиям при возникновении неисправностей трансформатора в процессе его подготовки предоставляется по запросу потребителя.

## **2.3 Использование изделия**

2.3.1 Порядок действия обслуживающего персонала при выполнении задач применения трансформатора проводится в соответствии с местными инструкциями.

2.3.2 Перечень возможных неисправностей в процессе использования по назначению и рекомендации по действиям при их возникновении

Рекомендации по действиям при возникновении неисправностей в процессе использования трансформатора по назначению предоставляется по запросу потребителя.

### 2.3.3 Меры безопасности при использовании по назначению

При использовании трансформатора необходимо пользоваться «Правилами устройства электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», нормативной документацией по охране труда и пожарной безопасности, настоящим руководством по эксплуатации, а также другими локальными и национальными нормативными документами.

### 2.4 Действия в экстремальных условиях

При обнаружении явных признаков повреждения трансформатора, пожаре, отказах систем способных привести к возникновению опасных аварийных ситуаций, попадания трансформатора в аварийные условия эксплуатации необходимо немедленно отключить трансформатор.

## 3 Техническое обслуживание

### 3.1 Техническое обслуживание трансформатора

3.1.1 Трансформатор, находящийся в эксплуатации, должен систематически подвергаться текущему контролю работы при нагрузке и профилактическим, периодическим и внеочередным осмотрам.

3.1.2 В процессе эксплуатации необходимо контролировать величины тока нагрузки, напряжения и температуру обмоток.

3.1.3 Профилактические осмотры необходимо проводить согласно «Правилам устройства электроустановок», «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей», нормативной документацией по охране труда и пожарной безопасности, а также другим локальным и национальным нормативным документам.

3.1.4 Периодические осмотры необходимо проводить согласно «Правилам устройства электроустановок», «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей», нормативной документацией по охране труда и пожарной безопасности, а также другим локальным и национальным нормативным документам.

3.1.5 Внеочередные осмотры необходимо проводить при ненормальных режимах работы, резком изменении температуры окружающего воздуха, а также при появлении сигналов о неисправности трансформатора.

3.1.6 Проведение капитального ремонта на протяжении всего срока службы трансформатора не требуется.

3.1.7 При нормальных условиях эксплуатации техническое обслуживание необходимо производить не реже 1 раза в год. Частота обслуживания зависит от условий среды, в которой эксплуатируется трансформатор.

3.1.8 Перечень технического обслуживания приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень технического обслуживания

Наименование объекта технического обслуживания	Контроль состояния
Крепежные соединения	момента затяжки (см. таблицу 5)
Обмотки ВН и НН	поверхности, удалить загрязнения. мест подключения.
	Не допускается наличие повреждений, деформаций, трещин
Магнитопровод	поверхности, удалить загрязнения. лакокрасочного покрытия. заземления.
	Не допускается наличие повреждений и деформаций

## Продолжение таблицы 7

Шины подключения	токоведущих поверхностей изоляции
	Отсутствие деформаций и повреждений
Защитный кожух (при наличии)	лакокрасочного покрытия. заземления.
	Не допускается наличие повреждений, деформаций, трещин
Температурные датчики (при наличии)	чувствительного элемента кабеля датчика
	Отсутствие деформаций и повреждений
Температурное реле (при наличии)	корпуса реле и функционирования сигнальных ламп.
	Отсутствие деформаций и повреждений

### 3.2 Меры безопасности

3.2.1 При проведении технического обслуживания трансформатора дополнительно необходимо пользоваться «Правилами устройства электроустановок», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», нормативной документацией по охране труда и пожарной безопасности, а также другими локальными и национальными нормативными документами.

**Внимание! Высокая опасность поражения электрическим током!  
Внимание! Запрещается проводить любые работы на не отключенном и не заземленном трансформаторе!**

3.2.2 Ненормальные режимы работы трансформатора.

При обнаружении явных признаков повреждения (потрескивание, шелчки и другие признаки повреждения внутри обмоток) необходимо немедленно отключить трансформатор. Произвести внешний осмотр и проверку трансформатора (см. п. 2.2.3.3, 2.2.4.1) для выяснения причин повреждения.

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

### 3.3 Послепродажное обслуживание

3.3.1 Для получения любой информации или проведения замены комплектующих деталей конструкции при обращении в сервисный отдел следует указать сведения из заводской таблички трансформатора (фото), приложить паспорт изделия.

3.3.2 В случае выхода из строя трансформатора для проведения расследования аварии на энергетическом объекте требуется представить сопроводительное письмо с указанием ниже перечисленной информации и приложить документы:

- копию паспорта трансформатора или фото паспортной таблички;
- погодные условия работы на момент выхода из строя (в течении 3 суток), географическое описание места установки;
- в каком оборудовании установлен трансформатор, его категория размещения;
- главная схема объекта, указать подключённые к трансформатору объекты (указать назначение трансформатора);
- указать используемые защиты трансформатора и уставки защит;
- документ, подтверждающий отработку защит в момент аварии;
- регистрограмму (нагрузки, токи и напряжения в момент аварии) в универсальном формате cometrade (.cfg) или signw;
- акт и протокол выхода из строя трансформатора, подтверждающий неисправность;
- акты и протоколы пусконаладочных работ;
- акт ввода в эксплуатацию;
- цветные фото с места аварии (место установки, трансформатор, дефект);
- выдержки из оперативного журнала;
- анализ причин аварии проведенный заказчиком (в соответствии с постановлением правительства №846 «Правила расследования причин аварий в электроэнергетике»);
- наработка в часах до аварии;
- совместно с трансформатором, вышедшее из строя оборудование (нагрузка, защиты) в ходе аварии.

Перечисленные документы должны быть актуальными для объекта, на котором установлен трансформатор. Также документы должны быть с подписями и датами для облегчения процесса анализа.

В случае отказа от предоставления информации, предоставления заведомо ложной информации, сокрытия данных, отсутствия информации или не полной информации определение причин аварии может оказаться невозможным.

## 4 Текущий ремонт

4.1 Текущий ремонт необходимо проводить в сроки, установленные местным инструкциями.

4.2 Текущий ремонт необходимо проводить в объеме, приведенном в таблице 7.

**Внимание! Запрещается проводить любые работы на не отключенном и не заземленном трансформаторе!**

4.3 Обмотки трансформатора ремонту не подлежат

## 5 Хранение

5.1 Условия хранения трансформатора - по группе условий хранения 2 по ГОСТ 15150, упаковка в соответствии с п. 1.6.

5.2 Началом хранения считается дата отгрузки трансформатора от изготовителя.

5.3 Необходимо принять меры по сокращению до минимума времени нахождения трансформатора в транспортном состоянии и не допускать его хранения более 3 месяцев.

5.4 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 °С.**

5.5 При хранении трансформатора более 3 месяцев необходимо обеспечить регулярный контроль за состоянием трансформатора и составных частей в соответствии с таблицей 7.

5.6 При хранении трансформатора более 12 месяцев необходимо произвести консервацию трансформатора и составных частей в соответствии с п.1.6.3.

5.7 При хранении трансформатора в составе КРУ, подстанции требования раздела 5 должны выполняться в полном объеме

## 6 Транспортирование

### 6.1 Условия транспортирования

6.1.1 Трансформатор должен транспортироваться в упаковке. Требования к упаковке см. п. 1.6.

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

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

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

6.1.3 Трансформатор перевозят автомобильным, воздушным, железнодорожным или транспортом другого вида в соответствии с правилами перевозки грузов или НД, действующими на транспорте данного вида.

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

## 6.2 Требования к транспортированию

6.2.1 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.

6.2.2 Крепление трансформатора на транспортных средствах осуществляется в соответствии с правилами, действующими на транспорте соответствующего вида. Настил платформ автомобильного и железнодорожного транспорта должен быть деревянным для обеспечения возможности закрепления изделия.

6.2.3 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.

**ВНИМАНИЕ! Запрещается кантовать трансформатор!**

**ВНИМАНИЕ! Запрещается при перевозке железнодорожным транспортом спускать с горки!**

6.2.4 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.

### 6.3 Разгрузка и перемещение

6.3.1.1 Погрузочно-разгрузочные работы необходимо выполнять с соблюдением действующих правил техники безопасности и с соблюдением мер, обеспечивающих сохранность составных частей.

6.3.1.2 Разгрузку трансформатора производить подъёмным краном соответствующей грузоподъёмности.

6.3.1.3 Стропить трансформатор согласно схеме строповки за специально обозначенные строповочные уши (см. рисунок 12). Места строповки обозначенные соответствующим знаком.

6.3.1.4 Длина подъёмных тросов не менее 700 мм, угол раствора тросов максимум  $60^{\circ}$ .

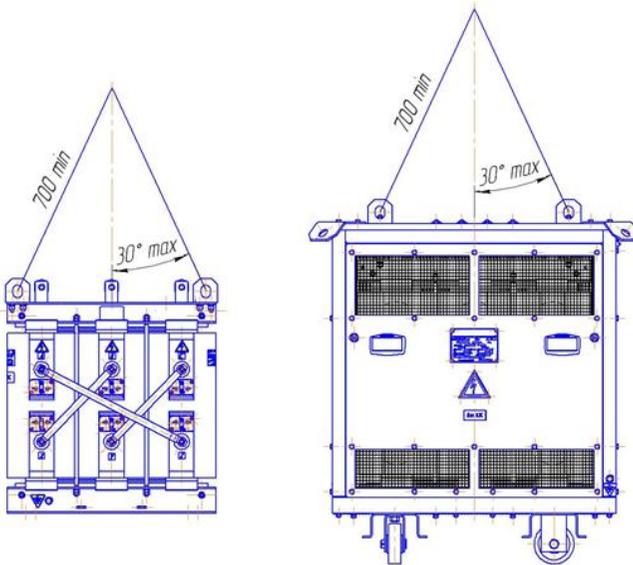


Рисунок 12 – Схема строповки трансформатора

### 6.3.2. Перемещение

6.3.2.1 При перевозке и перемещении рекомендуется поднимать только за строповочные уши, специально обозначенные табличкой (см. рисунок 3 поз. 8, рисунок 5 поз. 15).

**ВНИМАНИЕ! ЗАПРЕЩАЕТСЯ перемещать трансформатор, воздействуя на обмотки или его соединения.**

## 6.4 Осмотр после прибытия

6.4.1 После прибытия трансформатора к месту разгрузки необходимо провести его осмотр совместно с представителем транспортирующей организации, обратить внимание на следующее:

- проверить состояние упаковки, отсутствие повреждений, которые могли произойти во время перевозки;
- характеристики трансформатора, указанные на табличке, должны соответствовать указанным в упаковочном листе;

6.4.2 После прибытия трансформатора к месту монтажа необходимо провести его осмотр, обратить внимание на следующее:

- проверить состояние упаковки трансформатора, отсутствие повреждений, которые могли произойти во время перевозки;
- характеристики трансформатора, указанные на табличке, должны соответствовать указанным в упаковочном листе;

6.4.3 До снятия упаковки с трансформатора, особенно в зимний период, когда наблюдается значительная разница температур в помещении и снаружи, рекомендуется выждать не менее 8 – 24 часов, чтобы температура трансформатора сравнялась с температурой помещения, во избежание образования конденсата.

**ВНИМАНИЕ! При обнаружении недостатков или дефектов необходимо составить акт по форме заказчика и сообщить поставщику трансформатора.**

6.4.4 Если информация о недостатках, дефектах не будет получена, считается, что трансформатор поставлен в рабочем состоянии. При этом поставщик не будет нести ответственности за то, что может случиться с трансформатором во время эксплуатации, а также за возможные последствия.

6.4.5 После демонтажа упаковки необходимо провести осмотр трансформатора в соответствии п. 2.2.2 руководства.

## 7 Утилизация

### 7.1 Показатели утилизации

7.1.1 Трансформатор необходимо утилизировать после длительной эксплуатации, в том случае если капитальный ремонт нецелесообразен.

7.1.2 Компоненты необходимо утилизировать в процессе эксплуатации при их повреждении, в период снятия с гарантии, либо по результатам текущего ремонта.

7.1.3 Утилизация трансформатора и компонентов осуществляется согласно национальным законам по охране окружающей среды.

7.1.4 Утилизация выполняется специализированными компаниями, занимающимися утилизацией трансформаторов и их компонентов без нанесения вреда окружающей среде.

### 7.2 Сведения по подготовке и отправке трансформатора на утилизацию

7.2.1 При подготовке трансформатора на утилизацию необходимо от трансформатора отключить шину заземления, проводники линии электропередачи.

**Внимание! Запрещается проводить любые работы на не отключенном и не заземленном трансформаторе!**

### 7.3 Перечень утилизируемых составных частей и методы утилизации

7.3.1 Металлоконструкции и обмотки трансформатора должны быть утилизированы без нанесения вреда окружающей среде согласно национальным положениям об утилизации.

7.3.2 Другие компоненты и материалы должны быть утилизированы без нанесения вреда окружающей среде согласно национальным положениям об утилизации.

## Приложение А (справочное)

### Ссылочные нормативные документы

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, в котором дана ссылка
ГОСТ 32144 -2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»	1
ГОСТ 15150 «Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды	1
ГОСТ 1516.3-96 «Электрооборудование переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции»	1
ГОСТ 3484.1-88 «Трансформаторы силовые. Методы электромагнитных испытаний»	2
ГОСТ 3484.3-88 «Трансформаторы силовые. Методы измерений диэлектрических параметров изоляции»	2
ГОСТ 23216-78 «Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний»	1
ГОСТ Р 52719-2007 «Трансформаторы силовые. Общие технические условия»	1
ГОСТ Р 54419 Трансформаторы силовые. Часть 12. Руководство по нагрузке сухого трансформатора.	1
Правилам устройства электроустановок. ПУЭ. Издание 6	1, 2, 3
Правилам устройства электроустановок. ПУЭ. Издание 7	1, 2, 3
Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей	1, 2, 3
Постановление Правительства РФ от 28 октября 2009 г. N 846 "Об утверждении Правил расследования причин аварий в электроэнергетике"	3