



ТРАНСФОРМАТОРЫ СИЛОВЫЕ ТРЕХФАЗНЫЕ СУХИЕ С ЛИТОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ

ISOCAST-R РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



ИЗГОТОВЛЕНО В РОССИИ ПО ГОСТ Р 54827-2011



СОДЕРЖАНИЕ

BB	ВЕДЕНИЕ	3
СТ	РУКТУРА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ	4
ME	РЫ БЕЗОПАСНОСТИ	5
1	ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	6
2	ОПИСАНИЕ ТРАНСФОРМАТОРА	8
3	ОТГРУЗКА И ПРИЕМКА	12
4	ТРАНСПОРТИРОВКА, ХРАНЕНИЕ И УПАКОВКА	13
5	РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОНТАЖУ	17
6	ВНЕШНИЕ ПРИСОЕДИНЕНИЯ	18
7	ЗАЩИТНЫЙ КОЖУХ	19
8	МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ РЕЛЕ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ	20
9	ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ	21
10	ПЕРЕГРУЗКИ	22
11	ИЗМЕНЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ	25
12	ПУСК В ЭКСПЛУАТАЦИЮ	25
13	ЕСТЕСТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ	29
14	КОНТРОЛЬ ЗАТЯЖКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ	30
15	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	30
16	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	32



Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее – «руководство») составлено на трансформаторы трехфазные силовые сухие с литой изоляцией в кожухе и без кожуха, с естественной и принудительной циркуляцией воздуха, климатических исполнений УЗ и УХЛЗ (нижние значения температур окружающей среды минус 45°С и минус 60°С соответственно), в дальнейшем именуемые «трансформаторы». Техническое описание предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, конструкцией и работой трансформаторов.

Руководство также содержит сведения о порядке установки, эксплуатации и обслуживания трансформаторов.

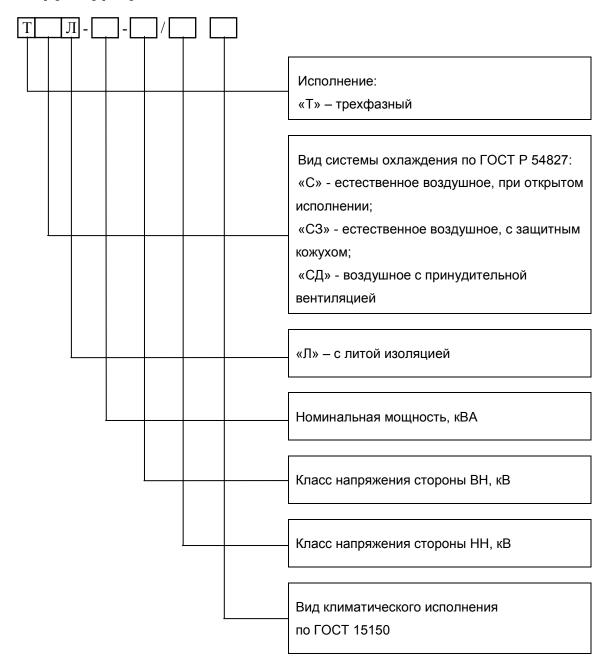
В связи с постоянным совершенствованием конструкции и технологии изготовления изделий в руководстве могут иметь место отдельные расхождения между описанием и изделием, не влияющие на работоспособность, технические характеристики и установочные размеры изделия.

Вся продукция проходит проверки в рамках внутренней системы менеджмента качества ООО «БЭМП».

По темам, не описанным в настоящем руководстве, и по любым вопросам эксплуатации трансформатора следует обращаться в технический отдел ООО «БЭМП», указав заводской номер трансформатора.



Структура условного обозначения



Пример условного обозначения трансформатора трехфазного с литой изоляцией, с естественной воздушной системой вентиляции в защищенном исполнении, номинальной мощностью 2500 кВА, класса напряжения стороны ВН 10 кВ, класса напряжения стороны НН 0,4 кВ, с видом климатического исполнения У3:

ТСЗЛ-2500-10/0,4 УЗ



Меры безопасности

- Любые операции с трансформатором должны осуществляться квалифицированным персоналом, при отсутствии напряжения, в строгом соответствии с требованиями следующих документов:
 - «Правила устройств электроустановок (ПУЭ)» все действующие разделы шестого и седьмого изданий с последними изменениями и дополнениями;
 - «Объём и нормы испытаний электрооборудования» РД 34.45-51.300-97;
 - «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ»:
 - «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТЭУ;
 - «Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий».
- Изоляция сухого литого трансформатора не гарантирует безопасность при контакте, поэтому категорически запрещается прикасаться к литой обмотке, когда трансформатор находится под напряжением.
- Запрещается эксплуатация трансформатора при параметрах, выходящих за пределы указанных в настоящем руководстве и маркировочной табличке трансформатора.
- Запрещается входить в рабочую зону трансформатора и удалять предохранительные средства в то время, как трансформатор находится под напряжением.
- Запрещается эксплуатация незаземленного трансформатора.



1 Основные параметры

В комплекте с трансформатором поставляется паспорт, в котором, указаны полные технические данные и характеристики трансформатора в соответствии с ГОСТ Р 54827.

Таблица 1. Основные технические параметры

Заводской номер			Год изготовления		
Номинальная мощность, кВА			Номинальная частота, Гц		
Номинальное напряжение обмотки ВН, кВ			Номинальное напряжение обмотки НН, кВ		
Напряжение короткого замыкания, %			Ток холостого хода, %		
Диапазон регулирования напряжения			Схема и группа соединения обмоток		
Способ охлаждения			Степень защиты оболочки (IP) по ГОСТ 14254		
Класс стойкости к воздействиям окружающей среды		E2	Класс климатических условий	C2	
Класс воспламеняемости		F1	Класс нагревостойкости изоляции по ГОСТ 8865	F	
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	Да	Нет	ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	Да	Нет
Термодатчик РТ100 (3 шт.)			Вентиляторы		
Электронный блок			Тип		
Тип			Блок для вентиляторов		
Соединительная коробка			Тип		
Колеса			Защитный кожух		
			Тип		



Эксплуатационные характеристики трансформаторов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Эксплуатационные характеристики трансформаторов

Мощность		Потери,	Вт	lo	Uк.з	Длина ¹	Ширина	Высота	Колес- ная база	Вес, не более	Уровен	ь шума
кВА	X.x.	К.з. при 120° С	К.з. при 75° С	%	%	А, мм	В, мм	С, мм	D, мм	КГ	LpA (dB)	LwA (dB)
63	450	1 800	1 610	2,0	5,5	1 100	670	940	520	480	48	59
100	500	3 300	2 950	2,0	5,5	1 100	670	1 205	520	495	49	60
160	600	2 800	2 460	1,9	6	1 150	670	1 120	520	680	49	61
250	730	4 300	3 700	1.5	6	1 250	670	1 160	520	930	51	64
315	860	5 100	4 400	1,4	6	1 250	820	1 180	670	1 050	52	65
400	1 000	5 600	4 900	1,3	6	1 300	820	1 340	670	1 240	53	66
500	1 150	7 000	6 100	1,2	6	1 400	820	1 360	670	1 400	54	67
630	1 400	8 100	7 100	1,2	6	1 400	850	1 520	670	1 700	56	70
800	1 800	10 400	9 100	1,1	6	1 550	850	1 580	670	2 050	57	71
1 000	1 950	11 300	10 000	1,0	6	1 550	1 000	1 790	820	2 400	58	72
1 250	2 300	14 800	13 100	1,0	6	1 650	1 000	1 940	820	2 850	59	74
1 600	2 750	16 100	14 300	0.9	6	1 700	1 000	2 060	820	3 450	60	75
2 000	3 200	19 200	17 000	0,9	6	1 800	1 300	2 180	1 070	4 100	62	77
2 500	4 200	23 400	21 000	0,8	6	1 950	1 300	2 240	1 070	5 100	63	78
3 150	4 900	26 000	23 200	0,7	6	2 000	1 300	2 320	1 070	5 700	64	79
4 000	6 000	31 500	28 200	0,7	6	2 250	1 540	2 420	1 300	7 400	66	82

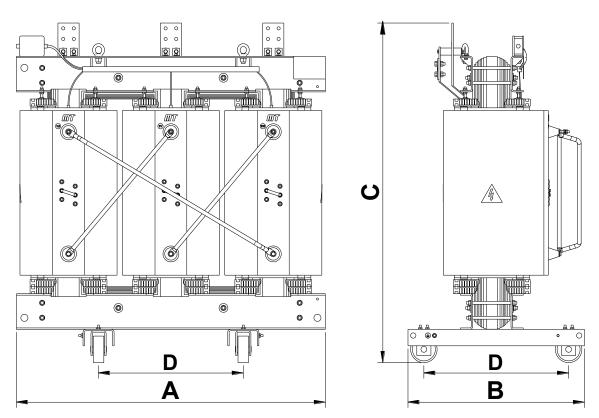


Рис.1. Габаритные размеры трансформаторов

¹ Линейные размеры в соответствии с рисунком 1.



Соответствие обозначений фаз трансформатора согласно европейских и российских стандартов представлено в таблице 3.

Таблица 3. Соответствие обозначений фаз трансформатора

	по ГОСТ Р 52719-2007 (совместимый с европейскими стандартами EN)	по ГОСТ 11677-85
	1U	А
По стороне ВН	1V	В
	1W	С
	2U	а
Es annous IIII	2V	b
По стороне НН	2W	С
	2N	0

2 Описание трансформатора

В стандартном исполнении трансформаторы производятся для внутренней установки в неотапливаемых помещениях (наружная установка выполняется на заказ) с учетом функционирования в условиях номинальной мощности при следующих нормальных условиях:

- высота установки над уровнем моря не более 1000 м¹;
- температура окружающей среды для работающего трансформатора согласно МЭК 14-8 и МЭК 726 должна соответствовать следующим значениям:
 - максимальная плюс 40°С;

 $^{^{1}}$ Если высота установки над уровнем моря более 1000 м, то необходимо указать это при заказе.



- среднесуточная не более плюс 30°C;
- среднегодовая не более плюс 20°C.

Минимальная температура окружающей среды до минус 45°C (до минус 60°C в климатическом исполнении УХЛ3);

Более высокие значения температур должны быть либо согласованы при заказе, либо трансформатор должен быть использован при сниженных нагрузках (см. табл. 6).

Устройство трансформатора показано на рисунке 2.

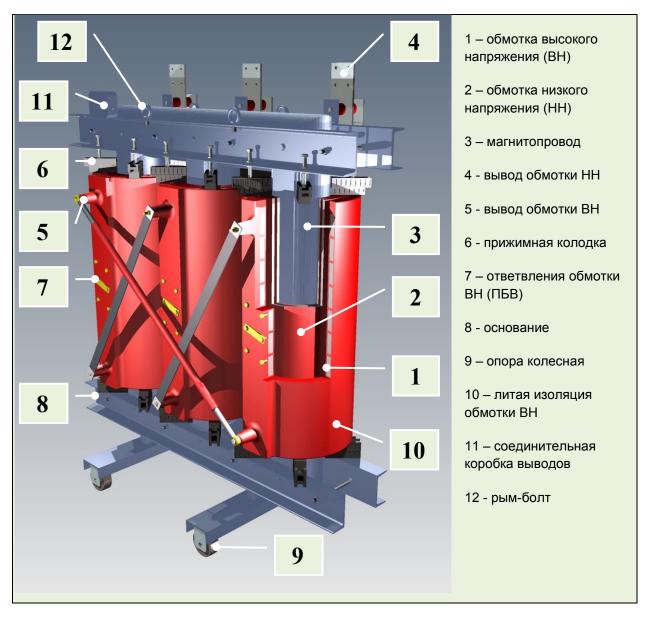


Рис.2. Устройство трансформатора



Магнитопровод трансформатора (3) производится по наиболее совершенной технологии шихтовки «Step Lap» из листов кремнийсодержащей стали с ориентированной структурой, что обеспечивает минимальные потери и ток холостого хода, а также существенное снижение уровня шума.

Для перемещения к месту постоянной установки активная часть трансформатора устанавливается на колесные опоры (9), которые можно переставить на продольный или поперечный ход. Ширина колеи и размеры колес приведены на рисунке 3.

b	d	Тип		Pa	змеры н	олес (м	м)	
		колеса	а	b	С	d	е	f
		1	26	60	40	60	118	100
	e	2	42,5	64	40	60	150	125
a		3	47	76	50	80	188	160
c	f	4	65	100	70	120	235	200

Рис. 3. Параметры ходовой части трансформатора

Обмотки НН (2) выполнены из алюминиевой ленты (производства Германии) высотой, равной высоте обмотки, что позволяет снизить до минимума осевые усилия, возникающие от токов короткого замыкания. При этом листовая форма обмотки улучшает теплопередачу и способствует снижению температуры наиболее нагретых точек. Для дополнительной защиты обмотки НН пропитываются электроизоляционным лаком и покрываются эпоксидной смолой.

Обмотки ВН (1) выполнены из алюминиевых лент (медные – по заказу) и залиты под вакуумом эпоксидной смолой со специальными добавками, что позволяет обеспечить минимальную температуру окружающей среды трансформатора до минус 60°С. Ответвления обмотки ВН (7) позволяют переключать номинальное напряжение трансформатора в диапазоне ± 2 х 2,5% (другие значения по заказу) с помощью изменения положения соединительных элементов.



Основные конструктивные исполнения трансформаторов по расположению выводов:

- без защитного кожуха (IP 00) с направленными вверх выводами обмоток ВН и НН (рис. 4);
- в металлическом кожухе (до IP 54):
- а) левое: вводы ВН слева по отношению к лицевой стороне трансформатора¹, выводы НН справа;
- б) правое: вводы ВН справа по отношению к лицевой стороне трансформатора, выводы НН слева;
 - в) вверх: вводы ВН и НН на крыше трансформатора;

Возможны другие исполнения по требованию заказчика.

Напряжение ВН и НН может быть любое, по согласованию с заказчиком.

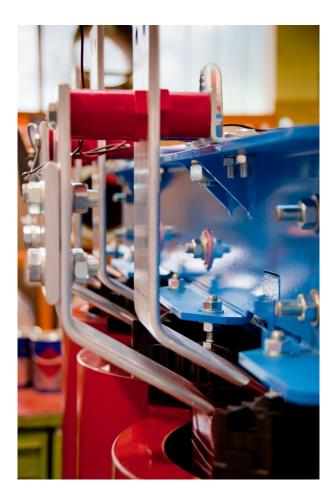




Рис. 4. Расположение выводов НН трансформатора

¹ Лицевой считается сторона, к которой прикреплена табличка с техническими данными трансформатора.



Комплектация трансформатора приведена в таблице 4.

Таблица 4. Комплектация трансформаторов

Наименование оборудования	Кол-во, шт.				
базовая комплектация					
микропроцессорное реле тепловой защиты	1				
температурный датчик	3				
соединительная (клеммная) коробка	1				
поворотное колесо	4				
строповочный рым-болт	4				
узел присоединения заземления	1				
перемычка для переключения отводов обмотки ВН (ПБВ)	3				
табличка с техническими данными трансформатора	1				
паспорт на трансформатор	1				
руководство по эксплуатации трансформатора	1				
руководство по эксплуатации микропроцессорного реле тепловой защиты	1				
заводская упаковка	1				
дополнительная комплектация ¹					
защитный кожух (до IP 54)	1				
комплект радиальных вентиляторов принудительного охлаждения с блоком управления	1				
дополнительные температурные датчики	1				
комплект виброгасителей	1				

3 Отгрузка и приемка

Трансформатор отгружается в состоянии готовности к пуску в эксплуатацию.

Во избежание повреждения необходимо проследить, чтобы при закреплении трансформатора в транспортном средстве не были пережаты обмотки и выводы среднего и низкого напряжения.

По прибытии на место эксплуатации необходимо убедиться, что трансформатор не пострадал в процессе перевозки и что он укомплектован в соответствии со спецификацией на заказ. В противном случае необходимо сообщить в отдел продаж ООО «БЭМП», сообщив заводской номер трансформатора.

_

¹ По запросу Заказчика возможна поставка некоторых других дополнительных устройств.



4 Транспортировка, хранение и упаковка

4.1 Транспортное положение

Трансформатор необходимо перевозить строго в вертикальном положении. Во избежание повреждения трансформатора во время перевозки следует установить трансформатор на транспортировочный поддон и закрепить его ремнями или тросами, используя предусмотренные для этого крюки. При этом проследить, чтобы не были задеты выводы среднего напряжения (резьбовые латунные стержни) и соединительные шины низкого напряжения (алюминиевые или медные шины, расположенные вверху, на уровне выводов низкого напряжения, см. рис. 5).

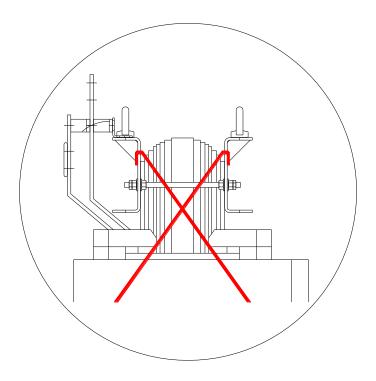


Рис. 5. Недопустимое положение ремней крепления

При транспортировании нескольких трансформаторов в одном транспортном средстве необходимо обеспечить расстояние в свету между ними не менее 300 мм (см. рис. 6).



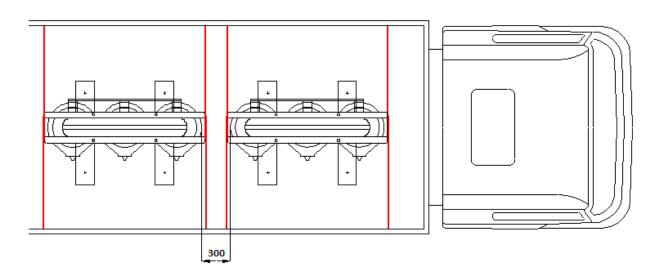


Рис. 6. Схема размещения трансформаторов при транспортировке

4.2 Подъем

Для подъема трансформатора необходимо использовать четыре подъемных рым-болта, расположенных на верхней раме (рис. 7); выбирать тросы, способные выдержать поднимаемый вес (указанный на паспортной табличке трансформатора) и при этом достаточно длинные, чтобы максимальный угол наклона не превышал 60°.

ВНИМАНИЕ! НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ погрузчик для подъема трансформатора снизу (рис.8), поскольку сердечник, выступающий внизу, делает трансформатор неустойчивым, что может привести к его падению. При этом могут возникнуть неустранимые повреждения трансформатора

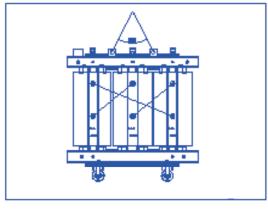


Рис. 7

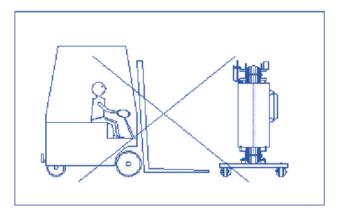


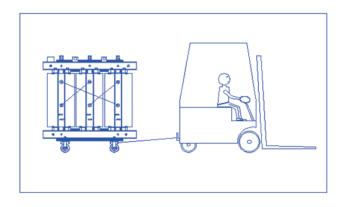
Рис. 8 (ЗАПРЕЩЕНО)



ВНИМАНИЕ! При перемещении и погрузке-разгрузке трансформатора, оснащенного защитным кожухом, **СОВЕРШЕННО НЕОБХОДИМО** снять крышку кожуха и закрепить трансформатор на крюках, предусмотренных на верхних рамах. **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** выполнять погрузку-разгрузку трансформатора, зацепляя его за крюки кожуха

4.3 Перемещение

Перемещение трансформатора необходимо выполнять с установленными колесными опорами и с использованием строповочных устройств, соответствующих весу трансформатора, прикрепленных к тележке (рис. 9), или вручную, с применением рычага, как показано ниже (рис. 10).



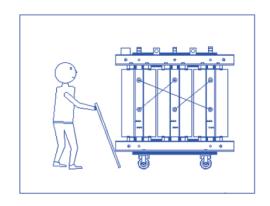
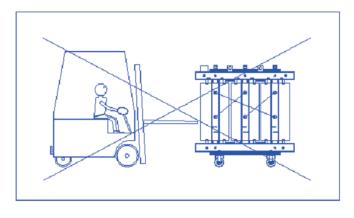


Рис. 9

ВНИМАНИЕ! КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ выполнять ручное или механизированное перемещение трансформатора с опорой непосредственно на обмотку (рис. 11, 12)



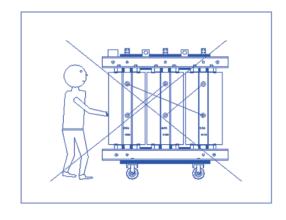


Рис. 11 (ЗАПРЕЩЕНО) Рис. 12 (ЗАПРЕЩЕНО)



Строповочные устройства должны крепиться к корпусу трансформатора только за специально предусмотренные отверстия на его основании (см. рис. 13). Расстояние перемещения трансформатора на колесах не должно превышать десяти метров.

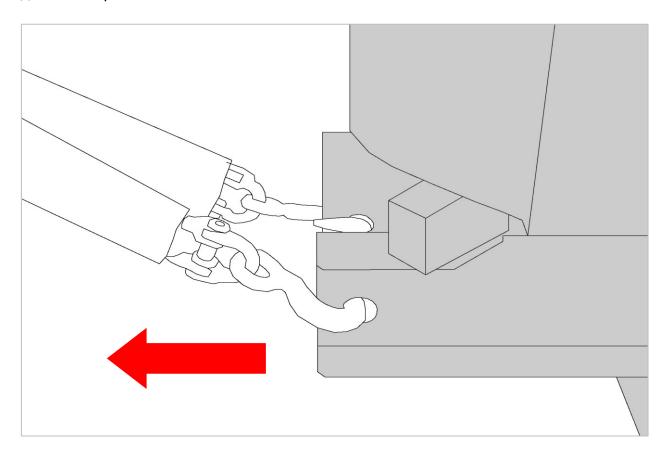


Рис. 13. Схема строповки при горизонтальном перемещении

4.4 Хранение

Условия хранения по ГОСТ 15150 - группа 3 (Ж3).

При хранении трансформаторы должны быть защищены от воздействия влаги и пыли. Для хранения пригодны неотапливаемые, сухие и чистые складские помещения. Температура в помещении, где хранится трансформатор, должна быть не ниже минус 45°C (не ниже минус 60°C в климатическом исполнении УХЛ3).

После осмотра трансформатора на предмет отсутствия повреждений, упаковку необходимо восстановить на весь период хранения, для защиты трансформатора от влаги, капель и мелких посторонних предметов.



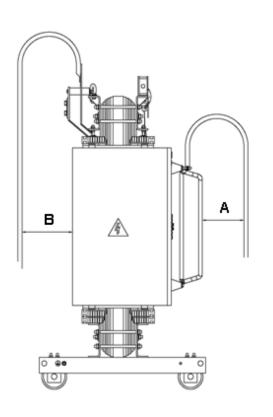
4.5 Упаковка

Тип упаковки трансформатора выбирается в зависимости от способа транспортировки, от требований к защите трансформатора, от воздействия климатических условий, а также с учетом конструктивных особенностей изделия.

5 Рекомендации по монтажу

Как правило, трансформатор поставляется в исполнении IP00 для монтажа внутри помещений, имеющих постоянную циркуляцию воздуха, достаточную для нормальной работы трансформатора.

Минимальные рекомендуемые расстояния для размещения трансформатора показаны на рис. 14 и приведены в таблице 5.



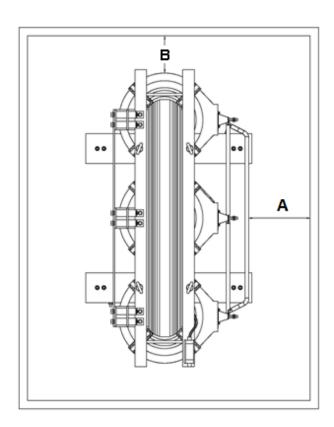


Рис. 14. Рекомендуемые параметры установки трансформатора



Таблица 5. Рекомендуемые расстояния (см. рис. 5)

Номинальное напряжение, кВ	6 (10)	20	35
Минимальное расстояние до кабеля ВН (А, рис. 14), мм	110	210	280
Минимальное расстояние до кабеля НН (В, рис. 14), мм	70	120	200
Минимальное расстояние между двумя трансформаторами, установленными в одном помещении, мм		1000	

ВНИМАНИЕ! Соединительные кабели **НИКОГДА** не должны закрепляться на активной стороне трансформатора

Особое внимание необходимо обратить на вентиляцию помещения: если циркуляция воздуха недостаточная, трансформатор будет нагреваться слишком сильно. Необходимый объем циркуляции воздуха составляет около 4 ÷ 5 м³/мин на каждый киловатт потерь. Если в помещении (трансформаторном отсеке) не обеспечивается надлежащее охлаждение, следует предусмотреть вытяжной вентилятор в верхней части помещения, напротив нижнего воздухозаборного устройства помещения.

6 Внешние присоединения

На рисунках 15 и 16 показаны некоторые примеры выполнения присоединений к выводам трансформатора с использованием кабелей или шин с вводом сверху и снизу. Перед пуском трансформатора в эксплуатацию рекомендуется всегда проверять расположение кабелей, во избежание механических нагрузок, могущих повредить выводы обмоток.



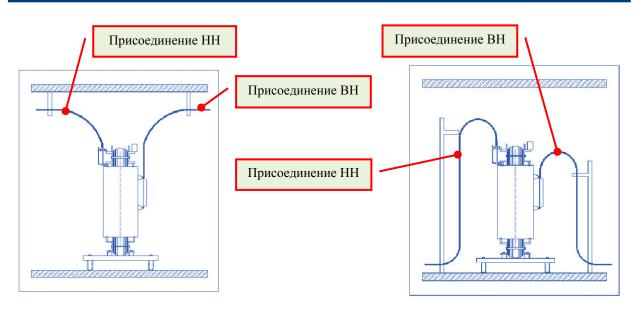


Рис. 15

ВНИМАНИЕ!

- Кабели никогда не должны лежать на обмотках ВН и НН
- Кабели никогда не должны пересекать обмоток ВН и НН
- Рекомендуется для кабелей соблюдать минимальные изоляционные расстояния, указанные в п. 5

7 Защитный кожух

По запросу заказчика трансформатор поставляется в комплекте с защитным кожухом самонесущего типа, который устанавливается на колесную каретку и крепится к ней болтами. Кожух обеспечивает необходимую степень защиты трансформатора, которая обозначается кодом IP, согласно ГОСТ 14254-96.

В базовом исполнении кожух имеет степень защиты IP 31 (см. рисунок 17). Иные исполнения кожуха по степени защиты до IP 54 изготавливаются по согласованию с заказчиком.





Рис. 17. Трансформатор в защитном кожухе

Защитный кожух состоит из простых в монтаже модульных панелей с антикоррозийной защитой и предназначен исключительно для защиты трансформатора от внешних воздействий.

Подключение К выводам обмоток BH HH трансформатора И осуществляется через отверстия в кожухе, закрытые съемными крышками. Необходимую степень ІР мест подключений обеспечивает заказчик. Доступ к трансформатора отводам ДЛЯ переключения номинального напряжения осуществляется с помощью съемной панели на стороне ВН.

ВНИМАНИЕ! Категорически **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** создавать нагрузки на защитный кожух или устанавливать на него грузы

8 Микропроцессорное реле тепловой защиты

Для контроля нагрева трансформатора применяется микропроцессорное реле тепловой защиты производства Tecsystem, простое в программировании, с цифровым дисплеем для отображения измеряемых величин. Серийный блок предусматривает три или четыре входа для датчиков РТ 100, с двумя ступенями аварийного сигнала. На выходе реле имеются следующие сигналы:

- аварийный сигнал;
- сигнал расцепления;
- отказ (неполадка) термодатчиков;



• вентилятор (контроль включения-отключения вентиляторов).

Информацию по программированию блока и калибровке датчиков можно найти в прилагаемой к прибору документации.

Рекомендуемая калибровка параметров выдачи сигналов для реле мониторинга температуры приведена в таблице 6.

Таблица 6. Рекомендуемые параметры температур выдачи сигналов

Класс трансформатора	Тревога	Расцепление	Вентилятор включен	Вентилятор отключен
F	140°C	150°C	100°C	90°C

9 Принудительная вентиляция

По запросу заказчика трансформатор может оснащаться радиальными вентиляторами, которые устанавливаются по обеим сторонам трансформатора.

Принудительная вентиляция такого типа позволяет повысить номинальную мощность трансформатора на величину до 40 %; при соблюдении следующих условий:

- помещение, в котором установлен трансформатор, должно обеспечивать свободную циркуляцию окружающего воздуха;
- вентиляторы должны работать при номинальном напряжении и номинальной частоте;
- вентиляторы должны быть позиционированы таким образом, чтобы поток охлаждающего воздуха проходил через вентиляционные каналы трансформатора;
- входные и выходные отверстия вентиляторов должны быть чистыми и свободными от посторонних предметов;
- должен быть обеспечен контроль работы вентиляторов.



Для управления вентиляторами применяется отдельный электронный блок, помимо первого, предусмотренного для управления тепловыми датчиками РТ 100.

Информацию по программированию блока и калибровке датчиков можно найти в прилагаемой к прибору документации.

10 Перегрузки

Трансформаторы спроектированы для работы с номинальной мощностью при указанных в п. 2 условиях окружающей среды.

Допускаются перегрузки, не влияющие на срок службы трансформатора при условии, что они компенсируются более низкой обычной нагрузкой (ниже номинальной мощности). Кроме того, допустимые перегрузки зависят от средневзвешенного значения температуры окружающей среды.

На рисунке 18 показана зависимость постоянной допустимой нагрузки, не нарушающей нормальный срок службы трансформатора, в зависимости от средней температуры.



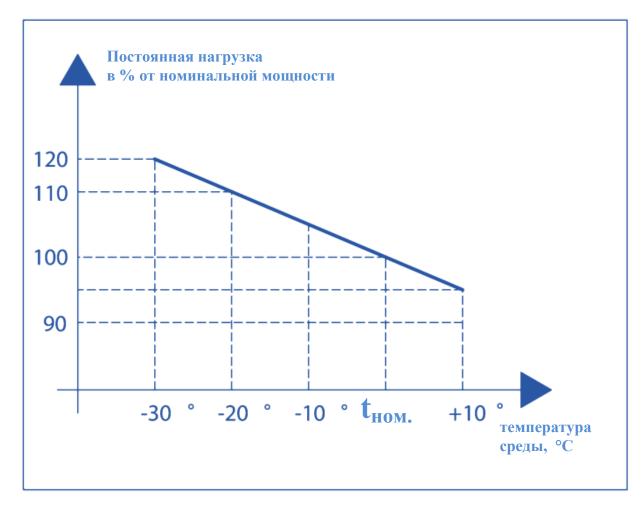


Рис. 18. Допустимая нагрузка трансформатора

Временные допустимые перегрузки при циклической дневной работе показаны на рисунке 19.

Трансформатор, рассчитанный на работу при максимальной температуре окружающей среды плюс 40°C, можно эксплуатировать при более высоких температурах с уменьшенной мощностью, указанной в таблице 7.

Таблица 7. Допустимая мощность трансформатора

Максимальная температура среды, °С	40	45	50	55
Допустимая мощность, в % от номинального значения	100	97	94	90

Вентиляция помещения, где установлен трансформатор, должна быть рассчитана и подобрана так, чтобы тепло рассеивалось равномерно по всему объему помещения.



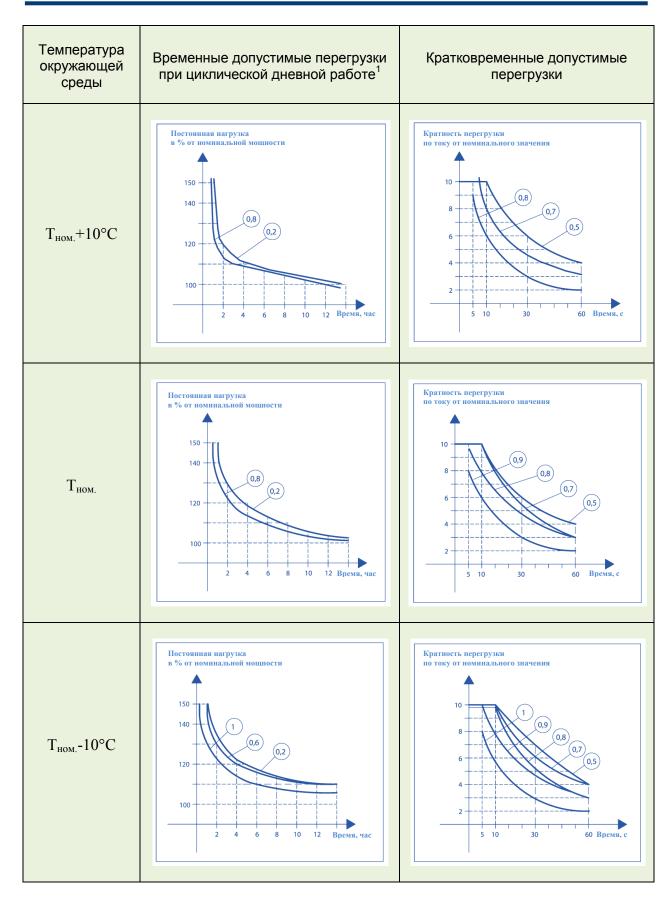


Рис. 19. Допустимые перегрузки трансформатора

¹ Цифры в кружках указывают отношение текущей мощности к номинальной.



11 Изменение напряжения

Поддержание номинальных параметров выходной сети низкого напряжения в допустимых пределах может быть достигнуто путем регулирования напряжения на обмотке высокого напряжения.

Трансформаторы стандартной серии поставляются с отпайками напряжения «-5%», «-2,5%», «0», «+2.5%», «+5%». Если отсутствуют специальные указания, пластины расположены на позиции регулирования «0».

параметры регулирования напряжения, отличающиеся от стандартных, указываются в маркировочной табличке трансформатора.

ВНИМАНИЕ! Регулирование напряжения осуществляется только при полностью снятом напряжении!

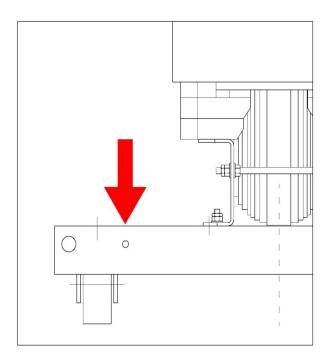
12 Пуск в эксплуатацию

Перед пуском трансформатора в эксплуатацию необходимо выполнить следующие операции:

- проверить трансформатор на отсутствие на нем каких-либо посторонних предметов и засорений между обмотками; при необходимости очистить наружные поверхности при помощи пылесоса;
- проверить состояние индикатора удара (при наличии), установленного на верхней балке корпуса, со стороны маркировочной таблички. При окрашивании индикатора в красный цвет сообщить об этом представителю завода-изготовителя для принятия решения о допуске трансформатора к эксплуатации;
- проконтролировать правильное питание (проверить схему соединений);
- проверить точное расположение соединительных пластин;
- если трансформатор должен работать в параллель с другими, прежде чем замкнуть параллель, необходимо проверить точное соответствие фаз между трансформаторами (свериться с данными на табличке);



- проконтролировать подсоединение блока управления с термодатчиками;
- проверить цепи дополнительных приспособлений и вспомогательных устройств, при их наличии (например реле, аварийные сигнализаторы, вентиляторы и т.д.);
- проверить наличие присоединенной шинки цепи заземления (см. рис. 20);



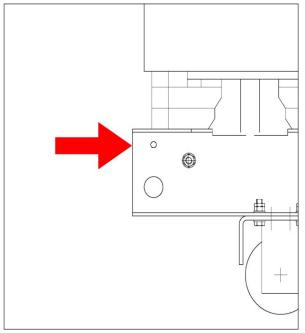


Рис. 20. Место присоединения цепи заземления

- измерить электрические сопротивления изоляции обмоток ВН и НН при помощи мегаомметра. Измерение сопротивления обмоток ВН выполняется при напряжении 2500 В, а обмоток НН при напряжении 500 В; измеренные значения должны быть:
 - для обмоток НН не менее 100 МОм;
 - для обмоток ВН не менее 500 МОм.



Сушка обмоток

Сушка обмоток необходима для восстановления электроизоляционных свойств трансформатора после длительного (более 30 суток) его нахождения в нерабочем состоянии. Сушка обмоток может выполняться одним из двух описанных ниже способов.

- а) сушка в режиме короткого замыкания
- выводы обмоток НН закоротить; шина, которой выполняется закорачивание обмоток НН, должна иметь сечение не меньше 80% от шин НН трансформатора; При этом, в цепи каждой фазы обмоток НН необходимо установить устройства контроля протекаемого тока с пределами измерений не ниже номинального тока НН трансформатора;
- подключить выводы обмотки ВН к источнику трехфазного переменного тока с номинальным напряжением 380 В, с возможностью регулирования выходного напряжения в пределах 10 ÷ 100% от номинального значения 1. Источник энергии должен иметь достаточную мощность для обеспечения длительной работы трансформатора в таком режиме;
- плавно подавать напряжение на выводы ВН, пока токи в обмотках НН не достигнут номинальных значений. В течение этого времени периодически, не реже одного раза в 0,5 часа, контролировать температуру наружных поверхностей обмоток при помощи пирометра, а также, при помощи термодатчиков (при наличии). После достижения температуры обмоток значения 100° С выдержать трансформатор в таком режиме не меньше 12 часов. При превышении температуры обмоток свыше максимально допустимой температуры изоляционного класса (155° С для класса F и 180° С для класса Н) необходимо уменьшить напряжение, подаваемое на выводы обмоток ВН, не прекращая при этом процесс сушки;
- после окончания сушки произвести внешний осмотр трансформатора и обмоток и вновь замерить сопротивление изоляции. При необходимости повторить сушку;

_

¹ Допускается использование однофазного источника переменного тока номинальным напряжением 220 В при его подключении одновременно к трем фазным обмоткам ВН трансформатора, соединенных последовательно.



- б) сушка при помощи тепловентилятора
- установить тепловентиляторы в непосредственной близости от трансформатора и направить потоки теплого воздуха на поверхности обмоток;
- довести температуру обмоток до 100⁰ С и выдержать трансформатор в таком режиме в течение 12 часов; контроль температуры обмоток выполнять аналогично описанному в режиме «а». При необходимости регулировать мощность тепловентиляторов или их расположение с целью недопущения нагрева поверхностей обмоток выше максимально допустимой температуры;
- произвести внешний осмотр и измерение сопротивлений обмоток аналогично описанному в режиме «а». При необходимости повторить сушку.

Холодный пуск трансформатора

При пуске трансформатора, находившегося длительное время (не менее 6 часов) в условиях низких температур (ниже минус 30^{0} C) необходимо выполнить следующие действия:

- установить в помещении, где находится трансформатор, температуру окружающего воздуха не ниже минус 30⁰ С и выдержать трансформатор в течение 5 дней;
- запустить трансформатор в режиме холостого хода в течение не менее 15 часов;
- подключить нагрузку в соответствии с регламентом эксплуатирующей организации.



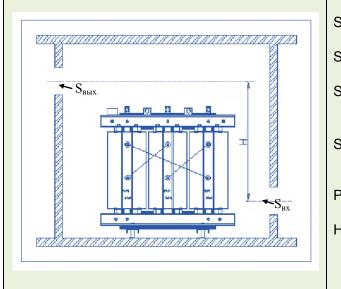
13 Естественная вентиляция

Во избежание чрезмерного перегрева, который может нарушить нормальную работу, необходимо, чтобы тепловая энергия (тепло), производимая трансформатором в процессе работы, эффективно рассеивалась в окружающую среду.

Эта проблема особенно сильно проявляется, когда трансформаторы устанавливают в помещения малых размеров. В таких случаях рекомендуется устанавливать решетки в нижней части помещения (для притока свежего воздуха) и в верхней ее части (для выхода нагретого воздуха из помещения).

В расчетной формуле для рассеяния тепла, производимого за счет потерь, Р (кВт), учитывается общая площадь входных ($S_{\text{вх.}}$) и выходных ($S_{\text{вых.}}$) проемов и разность высот Н (в расчете принимается 1 кВт = 0,86 ккал в час).

Пример расчета показан на рисунке 21.



 $S_{BX} = P \times 0.188 / \sqrt{H}$;

 $S_{BHX} = 1,10 \times S_{BX};$

 $S_{\text{вых.}}$ = площадь верхнего проема в м² (кроме поверхности решетки);

 $S_{BX.}$ = площадь нижнего проема в м² (кроме поверхности решетки);

Р = общие потери трансформатора в кВт;

Н = расстояние между средними линиями верхнего и нижнего проемов в метрах

Рис. 21. Пример теплового расчета трансформатора



14 Контроль затяжки резьбовых соединений

Проверку затяжки болтов (винтов) механических и электрических соединений необходимо проводить согласно значениям, указанным в таблице 8.

Таблица 8. Допустимые моменты затяжки резьбовых соединений, Н*м

Dogwon nool file	Материал крепежных элементов				
Размер резьбы	Сталь	Латунь			
M6	16,0±1,0	10,5±1,0			
M8	35,0±1,5	22,0±1,5			
M10	45,0±1,5	30,0±1,5			
M12	60,0±2,0	40,0±2,0			
M14	75,0±2,0	50,0±2,0			
M16	90,0±3,0	60,0±3,0			

15 Техническое обслуживание

ВНИМАНИЕ! Любая операция должна выполняться после отключения трансформатора от сети питания, литая изоляция обмоток не обеспечивает защиту при прямых прикосновениях и из соображений безопасности считается токоведущей

Объем и периодичность проверок при техническом обслуживании трансформатора приведен в таблице 9.



Таблица 9. Объем технического обслуживания

Проверяемый параметр или действие	Периодичность	Используемое оборудование и материалы	Требуемый результат	
Работа термодатчиков	Один раз в год или по необходимости	Мультиметр	Непрерывность электрической цепи	
Чистка пыли, грязных отложений, посторонних предметов на обмотках	Один раз в год или в случае складирования	Сухой сжатый воздух давлением не более 300 КПа и сухая безворсовая бязь	Отсутствие грязи и пыли между обмотками	
Осаждение конденсата на обмотках	·		Отсутствие конденсата на всех частях трансформатора	
Болтовое соединение	Один раз в год или в случае вибрации и шумности	Динамометри- ческий ключ	См. таблицу 8	
Проверка изоляции обмоток между самими обмотками и по отношению к заземлению	После простоя трансформатора	Мегомметр с напряжением 2500 В	не менее 20 МОм	
После Проверка центровки обмоток на иагнитопроводе перемещения		Метр	Геометрическое центрирование обмоток (выполняется только под контролем представителя завода-изготовителя)	



16 Гарантийные обязательства

Срок службы трансформатора – 25 лет.

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие трансформатора требованиям технических условий при соблюдении потребителем условий эксплуатации и хранения.

Гарантийный срок эксплуатации трансформатора устанавливается два года со дня продажи. В течение гарантийного срока предприятие-изготовитель безвозмездно ремонтирует или заменяет вышедший из строя трансформатор при соблюдении потребителем руководства по эксплуатации.

ВНИМАНИЕ! Предприятием-изготовителем не принимаются претензии по техническому состоянию трансформаторов, вышедших из строя по вине потребителя