


Группа E64

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор
ЗАО «Шнейдер Электрик»

В.А.Саженов

2008 г.



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
РЭ 3411-001-45857235-2008
(Введены впервые)

Дата введения:

2008 г.

Оглавление

Введение	3
1.Описание и работа	4
1.1. Описание и работа изделия	4
1.1.1. Назначение изделия	4
1.1.2. Технические характеристики	6
1.1.3. Состав изделия	8
1.1.4. Устройство и работа	9
1.1.5. Средства измерения, инструмент и принадлежности	13
1.1.6. Маркировка и пломбирование	13
1.1.7. Упаковка	14
1.2. Описание и работа составных частей изделия	15
1.2.1. Устройство тепловой защиты на базе Z-преобразователя.	15
1.2.2. Устройство тепловой защиты на базе Т-преобразователя.	17
1.2.3. Вентиляция.....	20
1.2.3.1. Принудительная вентиляция трансформатора.....	20
1.2.3.2. Естественная вентиляция в подстанции.....	21
1.2.3.3. Принудительная вентиляция в подстанции.	22
2. Использование по назначению.....	24
2.1. Эксплуатационные ограничения.....	24
2.2. Подготовка изделия к использованию	25
2.3. Использование изделия	26
3. Техническое обслуживание	30
3.1. Техническое обслуживание изделия	30
3.1.1. Общие указания.....	30
3.1.2. Меры безопасности	30
3.1.3. Порядок технического обслуживания изделия	30
3.1.4. Проверка работоспособности изделия.....	32
3.2. Техническое обслуживание составных частей изделия.....	34
3.2.1. Обслуживание	34
3.2.2. Монтаж.....	34
3.2.3. Испытание	42
4. Текущий ремонт	45
4.1. Текущий ремонт изделия.....	45
4.1.1. Общие указания.....	45
4.1.2. Меры безопасности	45
4.2. Текущий ремонт составных частей изделия.....	46
5. Хранение	47
6. Транспортирование	48
7. Утилизация	52
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Габаритные размеры и масса сухих трансформаторов с литой изоляцией серии Trihal.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Размеры контактных площадок НН и ВН.....	55
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Графики нагрузки трансформаторов	56

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения технических характеристик, устройства, конструктивных особенностей и правил эксплуатации сухих трансформаторов с литой изоляцией серии Trihal производимых французской фирмой Шнейдер Электрик.

Руководство по эксплуатации содержит технические характеристики сухих трансформаторов с литой изоляцией серии Trihal, условия применения, типов исполнения, сведения об устройстве и принципе работы, указания мер безопасности, правила подготовки к работе и техническое обслуживание, а также сведения о консервации, транспортировании, хранении и утилизации.

Руководство по эксплуатации рассчитано на обслуживающий персонал, прошедший соответствующую подготовку и проверку знаний по «Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей» и «Межотраслевым правилам по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок».

Руководство по эксплуатации распространяется на все типоразмеры трансформаторов серии Trihal номинальной мощностью от 100 до 3150 кВА, с номинальным напряжением 6, 10, 20 кВ предназначенных для эксплуатации в условиях согласно требований п.п. 1.1.1.3-1.1.1.5 настоящего РЭ.

Руководство по эксплуатации может служить информационным материалом для ознакомления с изделием проектных, монтажных и эксплуатационных организаций.

Внимание!

В данном РЭ описывается стандартная конфигурация сухого трансформатора с литой изоляцией, указанного в каталоге компании Шнейдер Электрик. Для специальных исполнений трансформаторов, т.е. для трансформаторов, выполненных по специальным проектам или специальным заказам потребителей, рекомендации и инструкции, представленные в данном РЭ, могут быть неприменимы (особенно, в разделе, касающемся трансформаторов защищенного исполнения, присоединений ВН и НН, тепловой защиты и т.д.) В случае возникновения каких-либо трудностей при работе с трансформаторами, обращайтесь в компанию Шнейдер Электрик.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1. Описание и работа

1.1. Описание и работа изделия

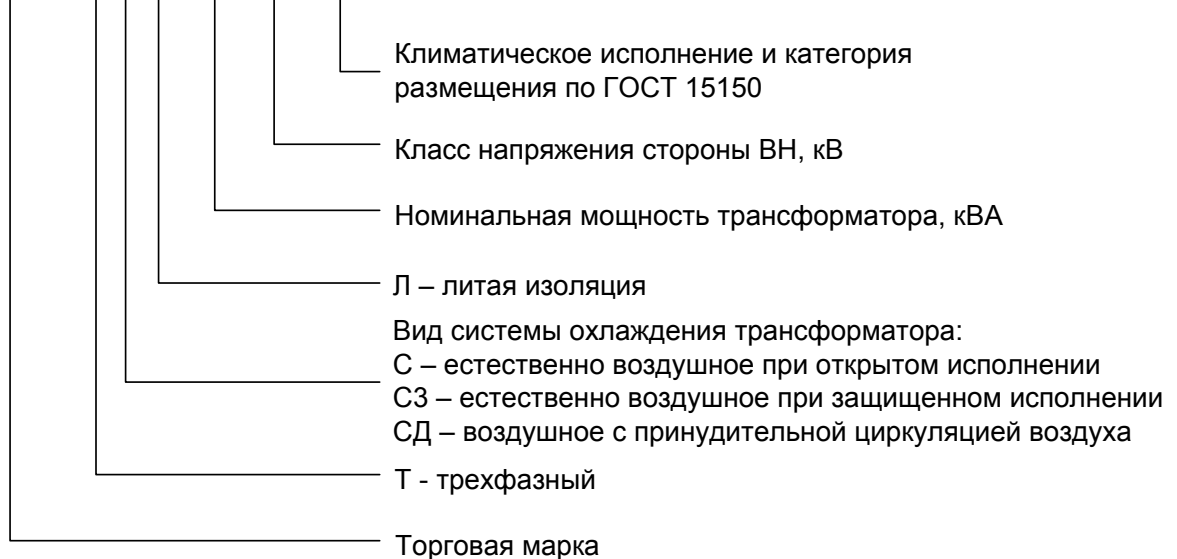
1.1.1. Назначение изделия

1.1.1.1. Сухой трансформатор с литой изоляцией серии Trihal предназначен для эксплуатации в распределительных сетях трехфазного переменного тока частотой 50 Гц на номинальное напряжение 6, 10 и 20 кВ.

Трансформаторы могут быть размещены как в отдельных помещениях, так и общих оболочках с другим оборудованием (например, в КТП).

1.1.1.2. Структура условного обозначения (указывается при заказе) типоразмера трансформатора серии Trihal:

Trihal – X X X – X / X – Y3



Пример записи обозначения сухого трансформатора серии Trihal трехфазного, с естественным воздушным охлаждением при защищенном исполнении, с литой изоляцией, мощностью 250 кВА, класса напряжения 10 кВ, климатического исполнения У, категории размещения 3:

Trihal-ТСЗЛ-250/10-У3.

Пример записи обозначения сухого трансформатора серии Trihal трехфазного, с естественным воздушным охлаждением при открытом исполнении, с литой изоляцией, мощностью 160 кВА, класса напряжения 10 кВ, климатического исполнения У, категории размещения 3:

Trihal-ТСЛ-160/10-У3.

1.1.1.3. Вид климатического исполнения и категория размещения сухого трансформатора серии Trihal соответствует исполнению У3 по ГОСТ 15150-69.

1.1.1.4. Окружающая среда невзрывоопасная, не содержит газов и испарений, химических отложений, токопроводящей пыли в концентрациях, которые ухудшали бы параметры сухого трансформатора серии Trihal в недопустимых пределах.

1.1.1.5. Номинальные значения климатических факторов:

- высота над уровнем моря не более 1000 м. Допускается эксплуатация трансформатора серии Trihal на высоте над уровнем моря более 1000 м, при этом следует руководствоваться указаниями ГОСТ 15150, ГОСТ 8024, ГОСТ 1516.1, ГОСТ 1516.3 и ГОСТ 12434;

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 4
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- относительная влажность не более 80% при температуре 15°C и верхнее значение 98% при 25°C, и при более низких температурах без конденсации влаги.
- температура воздуха окружающей среды для исполнения УЗ: от минус 25°C до плюс 40°C.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1.1.2. Технические характеристики

1.1.2.1. Основные технические характеристики трансформатора серии Tg1a1 представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование параметра		Значение параметра																			
1.1.Номинальная мощность, кВт		100	160	250	315	315	400	400	400	500	500	500	630	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
2.Номинальное напряжение обмотки ВН, кВ		6; 10; 20																			
3.Уровень изоляции		Облегченная изоляция по ГОСТ 1516.3																			
4.Частота, Гц		50																			
5.Макс. температура окружающей среды, °С		40																			
6.Напряжение холостого хода обмотки НН, В		400																			
7.Способ и диапазон регулирования (без возбуждения)		ПБВ; ±2×2,5%																			
8.Схема и группа соединения обмоток		Δ/Υn -11 или Δ/Υn -5 (треугольник/звезда с выведенной нейтралью), группа соединения обмоток 5 или 11																			
9.Потери холостого хода, Вт		440	610	820	950	820	1150	1000	1300	1200	1500	1370	1700	2000	2500	2800	3500	4300	5500		
10.Потери при нагрузке при 75 °С		1700	2300	3100	3600	4100	4300	4500	5200	5700	6400	6700	7700	8800	10500	12300	14900	18300	21800		
11.Потери при нагрузке при 120 °С		2000	2700	3500	4100	4700	4900	5200	6000	6500	7300	7600	8800	10000	12000	14000	17000	21000	25000		
12.Напряжение к.з. (%)		4	4	4	4	6	4	6	4	6	4	6	6	6	6	6	6	6	6		
13.Ток холостого хода (%)			2,3	2,0			1,5				1,3			1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0		
14.Ток включения: I _φ /I _n (мгн. значение)			13,5	13,0			13,0				12,0			9,0	9,0	9,0	9,5	8,5	8,5		
- постоянная времени			0,13	0,18			0,25				0,26			0,34	0,35	0,42	0,4	0,5	0,6		
15.Уровень шума, дБ: -акустическая мощность;		59	62	65	67	67	68	68	69	69	70	70	72	73	75	76	77	81	81		
-акустическое давление на раст. 1 м		47	50	53	55	55	55	56	56	56	57	57	59	59	61	61	61	61	59		
16.Габаритные размеры, мм		В соответствии с Приложением А																			
17. Масса, кг		В соответствии с Приложением А																			

1.1.2.2. Графики нагрузки трансформаторов серии Trihal приведены в Приложении В настоящего РЭ.

1.2.2.3. Уровень частичных разрядов, определяющий диэлектрические свойства, срок службы и надежность работы трансформатора – не более 10 ПКл.

1.1.2.4. Классификация трансформатора серии Trihal.

1.1.2.4.1. По условиям работы – нормальные условия работы.

1.1.2.4.2. По видам – трехфазные, двухобмоточные, с естественным воздушным охлаждением или принудительной циркуляцией воздуха.

1.1.2.4.3. По мощности – номинальные значения мощности указаны в таблице 1.1.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1.1.3. Состав изделия

1.1.3.1. Сухой трансформатор с литой изоляцией серии Trihal состоит из следующих составных частей: магнитопровода; обмотки высокого напряжения; обмотки низкого напряжения; контактные выводы; системы контроля температуры обмоток и магнитопровода; катки для перемещения трансформатора.

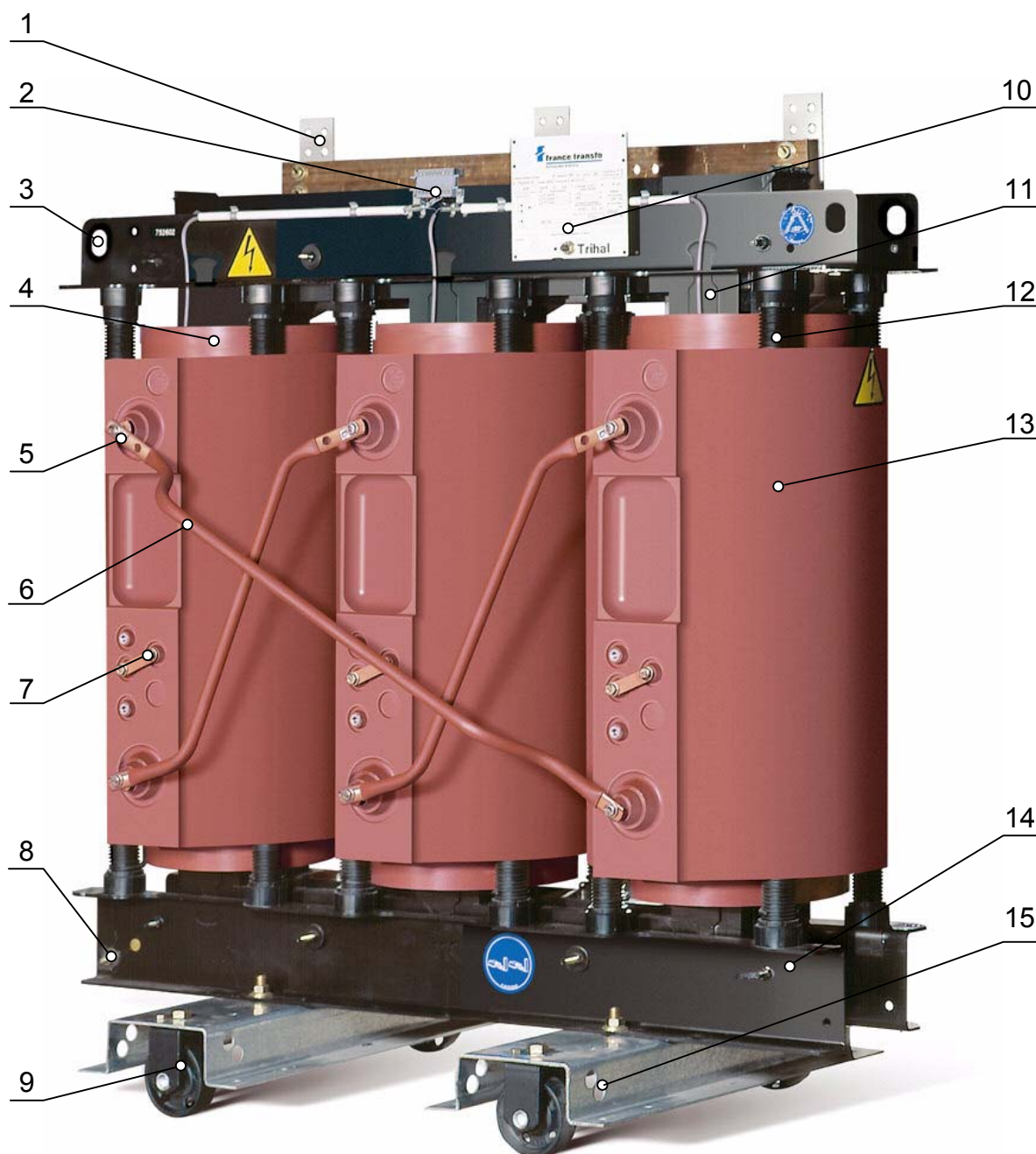


Рис.1.1. Внешний вид сухого трансформатора с литой изоляцией серии Trihal.

1 – контактный вывод низкого напряжения; 2 – устройство тепловой защиты; 3 – строповочные отверстия; 4 – обмотка низкого напряжения; 5 – контактный вывод высокого напряжения; 6 – соединительная шина; 7 – отпайки РБВ; 8 – контактная площадка заземления; 9 – транспортные колеса; 10 – табличка электрических характеристик трансформатора; 11 – магнитопровод; 12 – распорные клинья; 13 – обмотка высокого напряжения; 14 – нижняя ярмовая балка; 15 – проушины для продольного и горизонтального перемещения.

1.1.4. Устройство и работа

1.1.4.1. Сухие трансформаторы с литой изоляцией серии Trihal производятся двух исполнений:

- открытого исполнения (без защитного кожуха, степень защиты IP00, см. рис.1.2);
- защищенного исполнения (в металлическом кожухе, степень защиты IP31, см. рис.1.3).

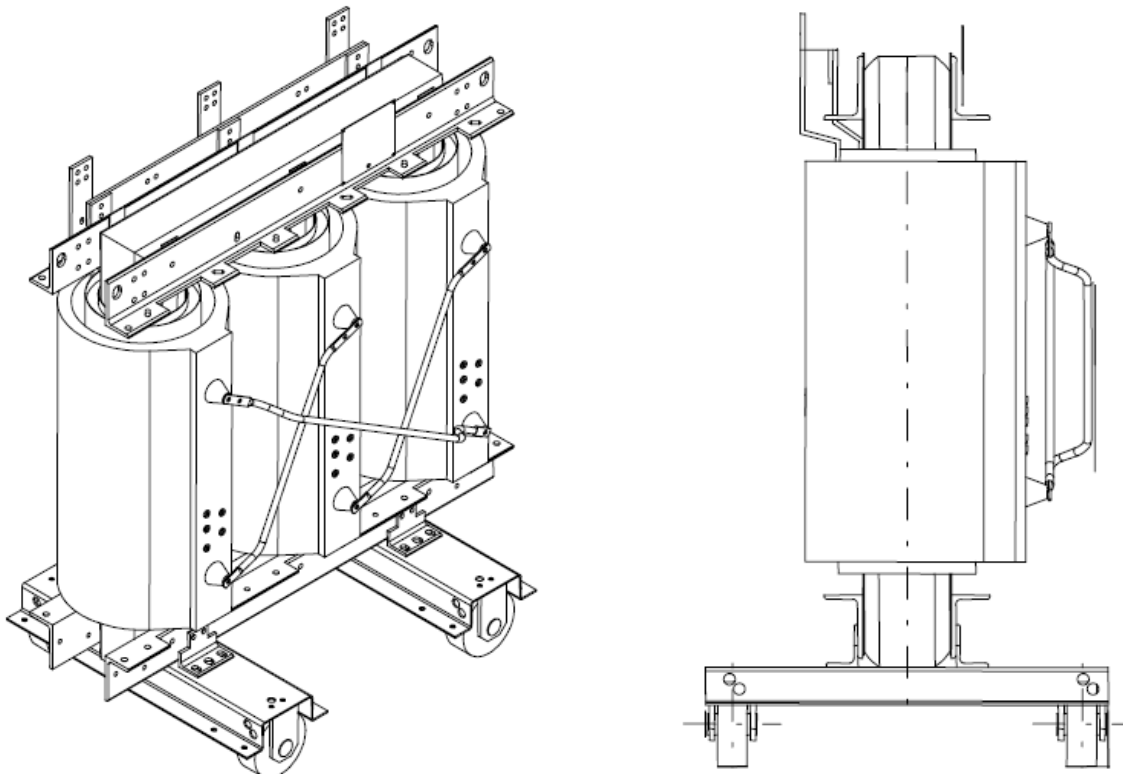


Рис.1.2. Внешний вид сухого трансформатора с литой изоляцией серии Trihal открытого исполнения.

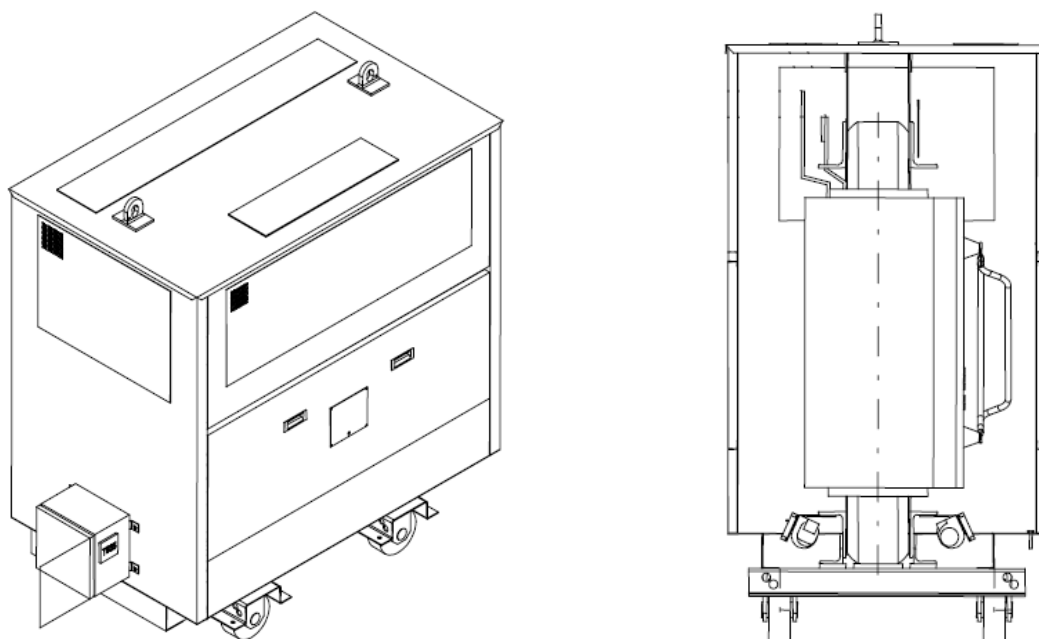


Рис.1.3. Внешний вид сухого трансформатора с литой изоляцией серии Trihal защищенного исполнения.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

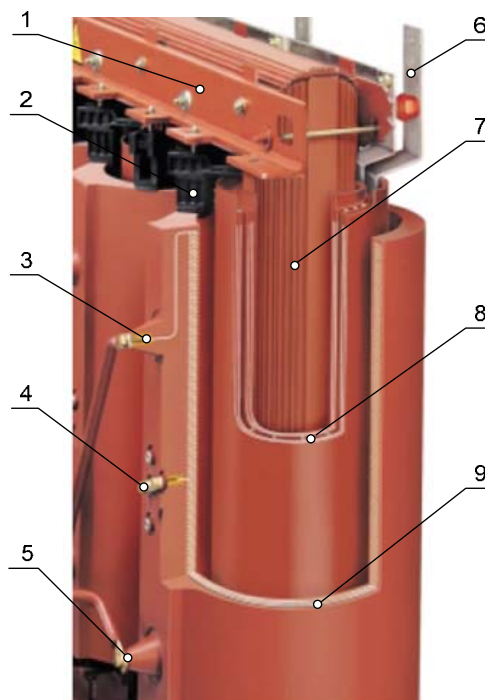


Рис.1.4. Внешний вид катушки трансформатора в разрезе.

1 – верхняя ярмовая балка; 2 – регулируемые клинья; 3 – вывод обмотки высокого напряжения; 4 - отпайки РБВ; 5 - контактный вывод высокого напряжения; 6 – вывод низкого напряжения; 7 - магнитопровод; 8 – обмотка низкого напряжения; 9 – обмотка высокого напряжения.

1.1.4.1. Магнитопровод (Рис.1.4, поз.7; рис.1.5) трансформатора производится по технологии Step Lap из листов кремнийсодержащей стали с ориентированной структурой, изолированных минеральными окислами. Для повышения стойкости к агрессивным промышленным средам и тяжелым условиям эксплуатации магнитопровод покрыт слоем алкидной смолы.



Рис.1.5. Магнитопровод.

1.1.4.2. Обмотка низкого напряжения (Рис.1.4, поз.8) изготавливается из алюминиевой или медной ленты (фольги), что гарантирует механическую прочность обмоток при температурных деформациях и аварийных токах короткого замыкания, многократно превышающих номинальный рабочий ток трансформатора. Это позволяет на порядок снизить потери на вихревые токи по сравнению с обычными обмотками. Такая технология упрощает конструкцию катушек, сокращает их общий объем и повышает коэффициент заполнения окна магнитной системы. При этом листовая форма обмотки улучшает теплопередачу и способствует снижению температуры наиболее нагретых точек. Класс нагревостойкости изоляции обмоток низкого напряжения – F (ГОСТ 8865-93).

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 10
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1.1.4.3. Обмотка высокого напряжения (Рис.1.4, поз.9) выполняется из эмалированного алюминиевого или медного провода. Специально разработанная и защищенная патентом технология намотки обеспечивает низкий уровень напряжения между соседними проводниками благодаря линейному градиенту напряжения, направленному сверху вниз по обмотке. Это увеличивает последовательную емкость в обмотке и соответственно улучшает распределение импульсной волны. Незначительная разность потенциалов между соседними витками позволяет отказаться от межслойной изоляции, повышая тем самым качество изоляционной заливки трансформатора и снижая его массу и габариты.

1.1.4.4. Литая изоляция обмотки высокого напряжения содержит следующие компоненты:

- эпоксидная смола на основе бифенола с вязкостью, обеспечивающей превосходную пропитку обмоток;
- ангидридный наполнитель, придающий изоляции упругость и полностью предотвращающий растрескивание;
- активный порошковый наполнитель, состоящий из кремнезема и тригидрата алюминия. Именно тригидрат алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$, от которого и исходит название марки Trihal, обеспечивает уникальные противопожарные свойства изоляции, благодаря химической реакции, протекающей в изоляции под воздействием тепловой энергии:



При воздействии на трансформатор открытого пламени (Рис.1.6) на поверхности обмоток образуется отражающий огнеупорный экран из глинозема (окись алюминия), выделяется влага, образующая преграду из водяного пара. Кроме того, протекающая химическая реакция разложения тригидрата алюминия сопровождается активным поглощением энергии, поэтому температура обмоток поддерживается гораздо ниже точки воспламенения. В результате сочетания этих трех факторов происходит немедленное самогашение трансформатора.



Рис.1.6. Процесс самогашения.

1.1.4.5. В стержнях и ярмах магнитопровода для улучшения охлаждения могут быть выполнены охлаждающие воздушные каналы. Стяжка ярм производится ярмовыми балками посредством распорных клиньев 12 (см. рис.1.1), изолированных от активной стали магнитопровода. Магнитопровод электрически соединен с ярмовыми балками при помощи медных проводников. Ярмовые балки имеют электрическое соединение с заземляющими зажимами,

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

расположенными в нижней части трансформатора.

1.1.4.6. Трансформатор имеет гладкие переставные катки 9 (см.рис.1.1) для его перемещения в продольном и поперечном направлениях. Для перемещения трансформатора ролики должны быть сориентированы в направлении движения.

1.1.4.7. На верхних ярмовых балках трансформатора предусмотрены отверстия или проушины для его подъема 3 (см. рис.1.1).

1.1.4.8. Прессовка обмоток трансформатора осуществляется при помощи эластичных распорок.

1.1.4.9. Контактные выводы выполнены из медных или алюмининиевых с покрытием шин и закреплены на остоле трансформатора при помощи угольников, скоб, изоляционных планок, опорных изоляторов.

1.1.4.10. Кожух трансформатора, изготовленного в защищенном исполнении, выполнен из стального каркаса, к которому крепятся стенки, крыша и дно. Стенки кожуха имеют вентиляционные отверстия.

1.1.4.11. Кожух трансформатора выполнен со съемными панелями для технического обслуживания трансформатора.

1.1.4.12. На стороне высокого напряжения фазы обмоток высокого напряжения имеют регулировочные ответвления 7 (см.рис.1.1), соединения которых в соответствии с напряжением сети осуществляется при снятом напряжении. По заказу возможна поставка трансформатора с устройством РПН.

1.1.4.13. Трансформатор имеет устройство контроля температуры с температурными датчиками. Оно представляет собой защитное устройство трехуровневого действия с по-фазным контролем и функцией автоматического управления вентиляторами.

1.1.4.14. Устройство контроля температуры, при превышении номинальной температуры, подает сигнал на включение вентилятора, сигнал тревоги или сигнал на выключение трансформатора, в соответствии с уставками устройства. К устройству подключаются три температурных датчика, цепи, которых непрерывно контролируются на отсутствие обрыва и короткого замыкания, предотвращая, таким образом, ошибочное срабатывание.

Руководство по эксплуатации и паспорт устройства контроля температуры входят в комплект документации поставляемой с трансформатором.

1.1.4.15. Для повышения мощности трансформатора при кратковременных перегрузках трансформатор по заказу комплектуется вентиляторами поперечно-проточного охлаждения, которые монтируются с обеих сторон трансформатора в нижней части обмоток трансформатора (см. рис.1.13).

1.1.4.16. Вентиляторы автоматически управляются устройством для контроля температуры и не предназначены для длительного режима работы.

1.1.4.17. По заказу, для защиты обмотки низкого напряжения от попадания на нее потенциала обмотки высокого напряжения может устанавливаться пробивной предохранитель. В случае срабатывания, предохранитель должен быть заменен.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1.1.5. Средства измерения, инструмент и принадлежности

1. Испытательная система для релейной защиты «Реле-томограф» РЕТОМ-41М.
2. Компьютер для РЕТОМ-41М.
4. Мегаомметр U=1000-2500В.
5. Микроомметр для проверки сопротивления контура главных цепей и цепей вторичной коммутации.
6. Омметр для проверки отсутствия разрывов в цепи.
7. Инструмент с токоизолированными ручками для работ по подключению к проверяемым цепям (отвертки, пассатижи).
8. Слесарный инструмент:
 - а). Отвертки плоские ГОСТ 2839-80: 7810-0921; 7810-0924; 7810-1053; 7810-0944; 7810-0947;
 - б). Ключ рожковый ГОСТ 2839-80: 7811-0454; 7811-0003; 7811-0004; 7811-00027; 7811-00023; 7811-0024; 7811-0026;
 - в). Плоскогубцы ГОСТ 7236-93: 7814-0082;
 - г). Ключ динамометрический с крутящим моментом - 60 Нм.

1.1.6. Маркировка и пломбирование

1.1.6.1. Маркировка трансформаторов должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 52519-2007.

1.1.6.2. Каждый трансформатор должен иметь табличку с указанием заводского номера.

1.1.6.3. На каждый трансформатор устанавливается табличка, содержащая следующие данные:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- словное обозначение;
- заводской номер;
- условное обозначение типа;
- обозначение НД на трансформатор;
- дату изготовления;
- условное обозначение схемы и группы соединения обмоток;
- номинальную частоту в герцах;
- номинальный режим;
- номинальную мощность в киловольт-амперах;
- номинальные напряжения трансформатора на основном ответвлении в вольтах или киловольтах;
- пределы регулирования напряжения по обмоткам (диапазоны и ступени регулирования РПН и ПБВ);
- номинальные токи обмоток на основном ответвлении в амперах;
- напряжение короткого замыкания на основном ответвлении в процентах;
- уровень изоляции обмотки;
- класс нагревостойкости изоляции;
- полную массу трансформатора в килограммах или тоннах.

1.1.6.4. Провода вспомогательных цепей имеют маркировку согласно монтажным схемам.

1.1.6.5. Транспортная маркировка - по ГОСТ 14192.

При этом на ящиках, кроме основных и дополнительных надписей, должны быть нанесены:

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 13
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

-информационные надписи: масса и габаритные размеры;
-манипуляционные знаки: «Место строповки», «Верх», «Хрупкое. Осторожно», «Центр тяжести».

1.1.6.6. Способ маркировки - по технологии предприятия-изготовителя.

1.1.6.7. Все наружные контактные поверхности, не имеющие антикоррозийных покрытий, на время транспортирования предохраняются от коррозии при помощи консервирующей смазки К-17.

1.1.6.8. На трансформаторе имеются предупреждающие знаки «Осторожно! Электрическое напряжение». Места заземления трансформатора обозначены знаками «Заземление» в соответствии с ГОСТ 21130.

1.1.6.9. На упаковке трансформатора нанесена транспортная маркировка в соответствии с ГОСТ 14192. Способ нанесения маркировки - окраска по трафарету.

1.1.7. Упаковка

1.1.7.1. Трансформаторы транспортируются по отдельности. ЗИП транспортируются в индивидуальной упаковке отдельно от трансформаторов.

1.1.7.2. Упаковка и маркировка трансформаторов и ЗИП обеспечивает их сохранность при погрузо-разгрузочных работах и во время транспортирования. Существует один вид упаковки трансформаторов для транспортировки:

- установленные и завернутые в непромокаемый полиэтиленовый пакет;

1.1.7.3. На упаковочных местах наносятся надписи в соответствии с технической документацией.

1.1.7.4. Сопроводительная техническая документация, завернутая во влагонепроницаемую бумагу, вкладывается в упаковочное место № 1 или отправляется заказчику почтой.

В комплект сопроводительной технической документации входят:

- паспорт на каждый трансформатор;

- руководство по эксплуатации РЭ;

- ведомость ЗИП.

1.1.7.5. Таблички технических данных, контактные части выводов, надписные таблички, зажимы заземления подвергнуты консервации (покрыты консервационной смазкой).

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 14
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1.2. Описание и работа составных частей изделия

1.2.1. Устройство тепловой защиты на базе Z-преобразователя.

1.2.1.1. Сухой трансформатор с литой изоляцией серии Trihal может быть защищен от перегрева с помощью устройства, позволяющего контролировать температуру обмоток с помощью различных цепей датчиков.

1.2.1.2. Стандартная версия такого устройства для трансформатора с естественным охлаждением (С или С3) включает в себя:

- два комплекта соединенных последовательно РТС-датчиков (термисторов);

- клеммник для подключения датчиков к электронному Z-преобразователю. Клеммник расположен сверху трансформатора и снабжен штыревым разъёмом; датчики подключены на предприятии-изготовителе;

- электронный преобразователь Z. Электронный преобразователь Z содержит три независимых канала, два из которых контролируют сопротивления первой и второй цепи термисторов.

Отличительной особенностью РТС датчиков является резко нелинейное увеличение сопротивления (см. рис.1.7) при достижении заданной на заводе пороговой температуры. Каждая фаза содержит два датчика, имеющих различные уровни срабатывания (сигнал «1» - 140°C, сигнал «2» - 150°C). Термисторы монтируются в трубках, что позволяет в случае необходимости осуществлять их лёгкую замену.

При увеличении температуры выше порогового значения срабатывает одно из двух независимых выходных реле, состояние которых отображается светодиодными индикаторами. Третий канал зашунтирован сопротивлением R (снаружи клеммника), вместо которого можно подключить дополнительный комплект термисторов (сигнал «0» - 130°C) для управления вентиляторами обдува либо контроля температуры конструктивных элементов.

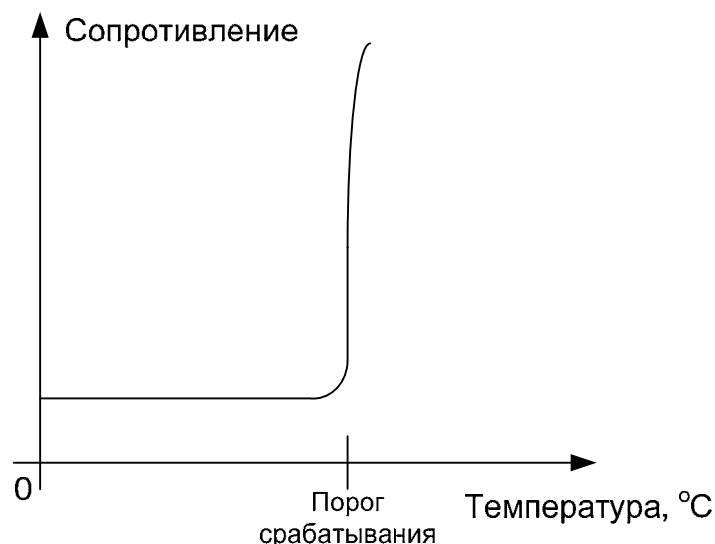


Рис.1.7. Графическая характеристика датчика РТС.

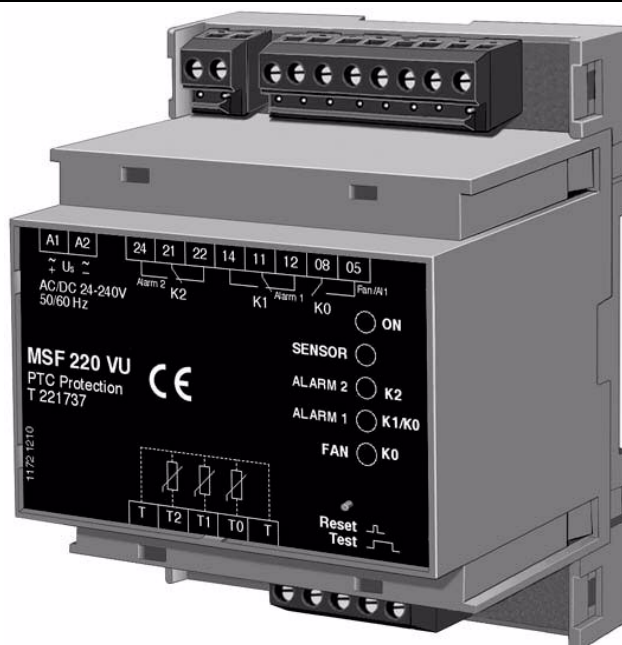


Рис.1.8. PTC датчик.

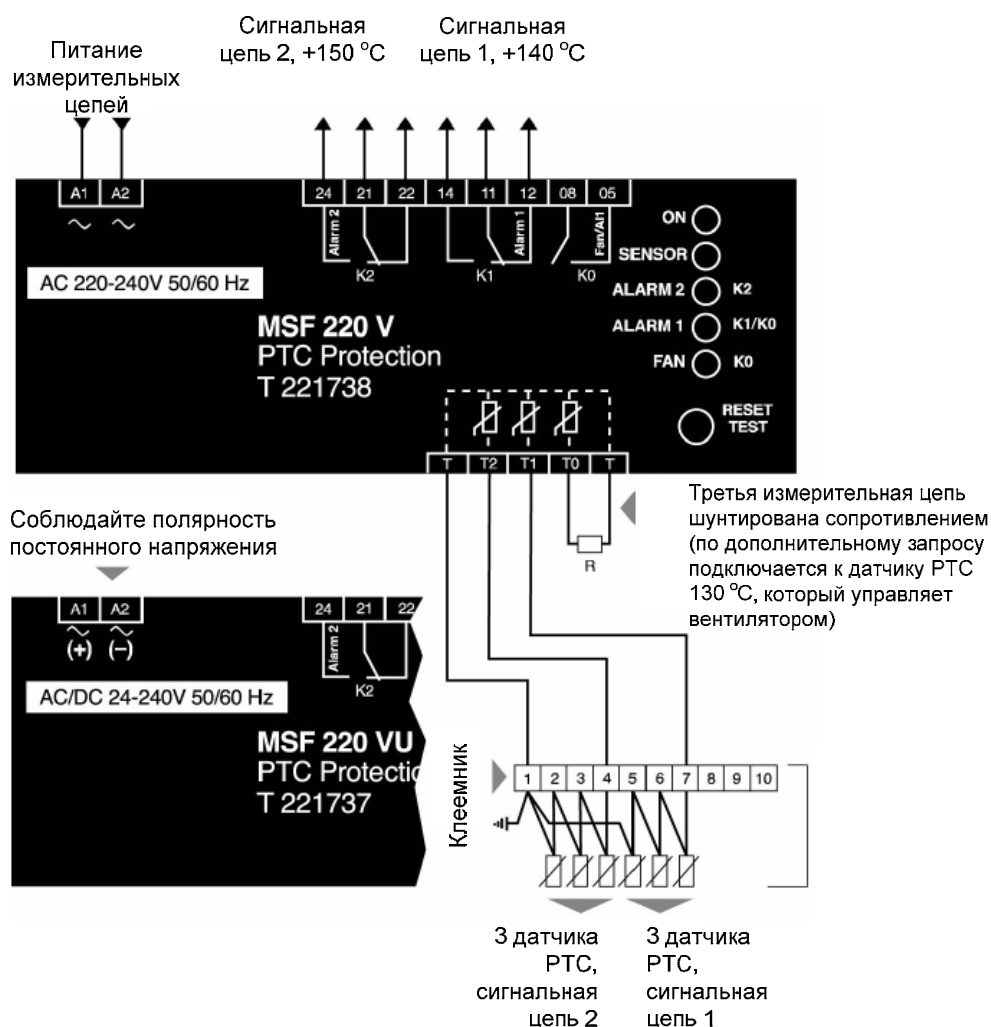


Рис.1.9. Принципиальная схема Z-преобразователя.

1.2.1.3. Сигнальные цепи (см. рис.1.9) контролируют изменение сопротивления датчиков PTC. При резком возрастании температуры, сигнал из цепи 1 (или цепи 2) выдаётся на 2 независимых выходных реле с перекидными контактами; о срабатывании этих реле сигнализируют 2 светодиода. Третья измерительная цепь шунтирована сопротивлением R, установленным снаружи

					РЭ 3411-001-45857235-2008		Лист
							16
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

клеммника. Данная цепь, при удалении резистора, может контролировать третью цепь датчиков РТС В этом случае (при заказе опции принудительной вентиляции) информация от датчика FAN (вентилятор) выдаётся на третье независимое реле, с замыкающимся контактом. О срабатывании данного реле будет сигнализировать светодиод FAN.

В случае отказа, какой либо из этих трёх цепей (обрыв цепи или к.з.), светодиод SENSOR, будет мигать одновременно со светодиодом отказавшей цепи. Светодиод ON сигнализирует о наличии напряжения на клеммнике.

1.2.1.4. Основные технические характеристики Z-преобразователя представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

	Наименование параметра	Значение
Измерительные цепи	Напряжение питания, В	230
	Отклонение напряжения, %	-15; +10
	Частота, Гц	48÷62
	Потребляемая мощность, Вт	<5
	Суммарное сопротивление цепи датчиков РТС для несрабатывания	≤1500
Сигнальные цепи 1 и 2	Максимальное коммутируемое напряжение, В	415
	Максимальный коммутируемый ток, А	5
	Максимальная коммутируемая мощность, Вт	2000
	Номинальный длительный ток, А	2
	Номинальный рабочий ток, А	2
	Ток срабатывания плавких предохранителей, А	4
	Ресурс контактов: - механический - электрический (при макс. мощности)	3×10 ⁷ 10 ⁵
	Коэффициент снижения нагрузки контактов при cosφ=0,3	≤0,5
Электронный Z-преобразователь	Допустимый диапазон температуры окружающей среды, °С	от 0 до +55
	Габаритные размеры, мм: - высота; - ширина; - глубина	90 105 60
	Масса, г	250
	Степень защиты оболочки: - клеммник - корпус	IP20 IP20
	Максимальное сечение проводов, присоединяемых к клеммнику, мм ²	2,5
	Крепление	DIN-рейка шириной 35 мм или 3 винта М4

1.2.2. Устройство тепловой защиты на базе Т-преобразователя.

1.2.2.1. Устройство осуществляет цифровую индикацию температуры обмоток и содержит:

- датчики типа РТ100. Данный тип датчика позволяет измерять температуру обмотки в диапазоне 0...200°С с точностью ± 0,5%.

Индикация и контроль температуры осуществляются цифровым термометром. Датчики установлены в трубках, по одному на каждой обмотке;

- клеммник для подключения датчиков к цифровому термометру Т. Клеммник расположен сверху трансформатора и снабжён штыревым разъёмом;

датчики подключены на предприятии-изготовителе.

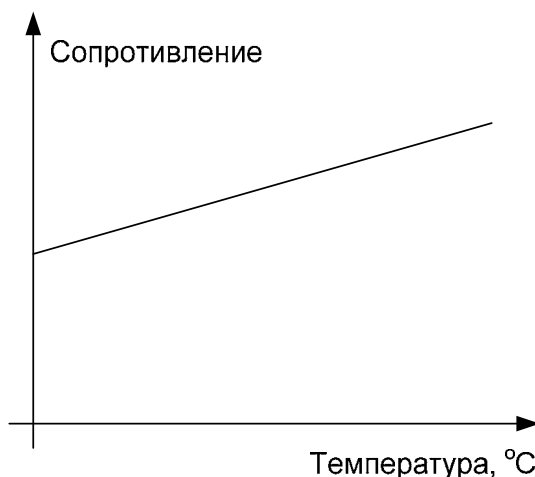


Рис.1.10. Графическая характеристика датчика PT100.

1.2.2.2. Цифровой термометр Т с тремя независимыми каналами, два из которых следят за температурой, измеряемой датчиками PT100. При достижении температуры 140°C (сигнал «1») или 150°C (сигнал «2») срабатывают выходные реле, состояние которых отображается светодиодными индикаторами. Третья цепь сигнализирует об исправности датчиков и наличии питания.

Выход «FAN» предназначен для управления вентиляторами обдува (трансформаторы исполнения СД). Возможна установка выхода управления дополнительным вентилятором («FAN2»).

Дополнительный вход «CH4» зарезервирован для подключения внешнего датчика температуры помещения (не входит в комплект).

Имеются цифровой (RS 232/485) и аналоговый (4/20 мА) выходы для подключения к системе управления.

Внимание!

Трансформатор имеет изоляцию класса «F». Перед вводом в эксплуатацию необходимо установить соответствующие уровни срабатывания цифрового термометра:

- 140°C для сигнала «1»
- 150°C для сигнала «2»

Невыполнение данного требования ведёт к снятию гарантии.



Рис.1.11.

1.2.2.3. Выход FAN предназначен для управления пуском тангенциальных вентиляторов, устанавливаемых на трансформатор в случае заказа опции принудительной вентиляции трансформатора (СД). Дополнительный вход (CH4) предназначен для подключения датчика, измеряющего температуру воздуха в

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

подстанции, устанавливаемого на внешней стороне трансформатора (поставляется по отдельному заказу).

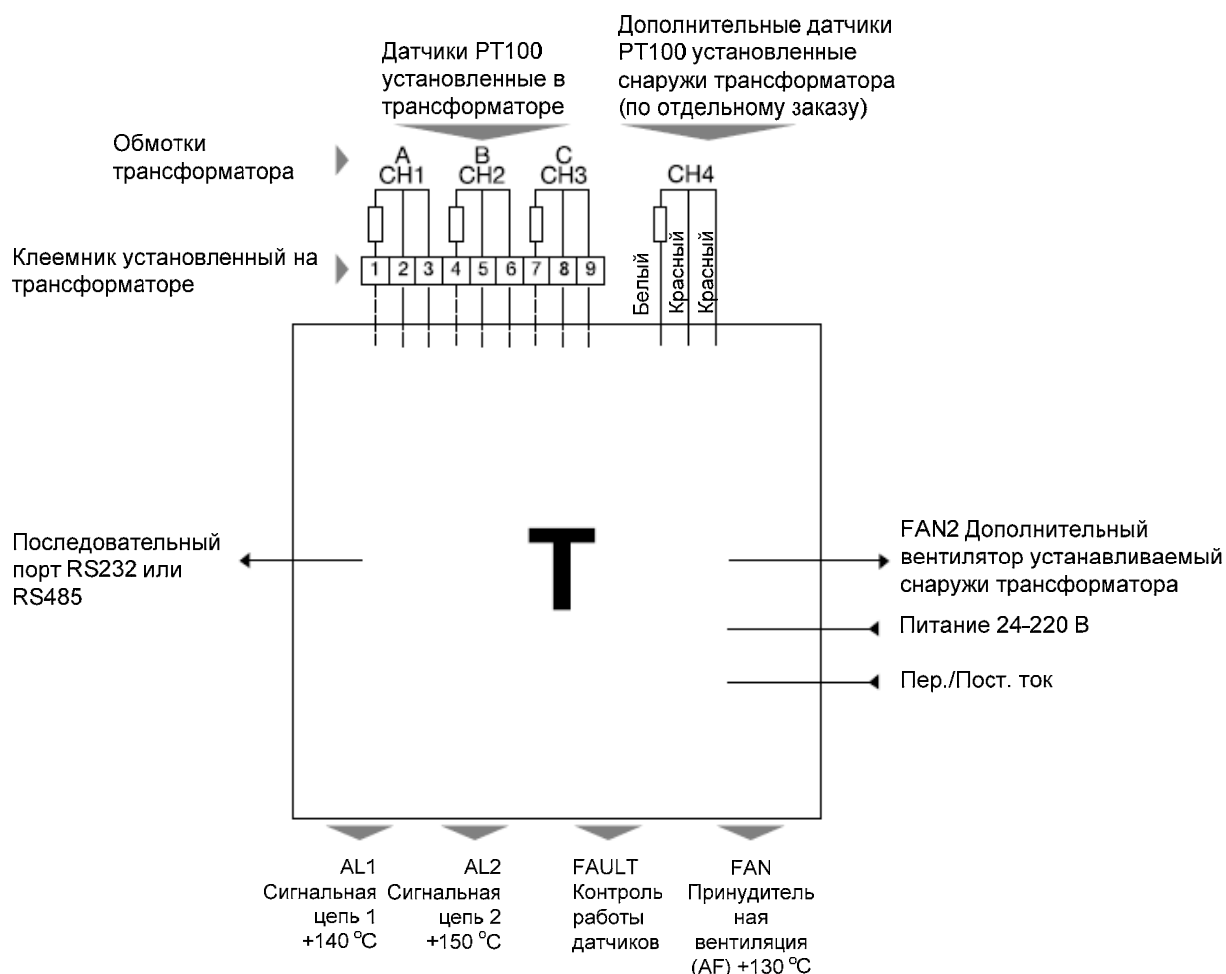


Рис.1.12. Принципиальная схема Т-преобразователя.

1.2.2.4. Последовательные порты RS232 или RS485 предназначены для подключения программируемого логического контроллера или компьютера.

1.2.2.5. Т-преобразователь доступен в исполнениях:

- вариант с выходом FAN2, предназначенным для управления пуском дополнительного вентилятора;
- варианте выходами RS232 или RS485 для подключения программируемого логического контроллера. Цифровой Т- преобразователь поставляется вместе с инструкцией по установке.

Предупреждение: так как изоляция обмоток трансформатора относится к классу F, потребитель имеет возможность настроить цифровой Т- термометр на максимальную температуру 140 °C для сигнальной цепи 1 и 150 °C для сигнальной цепи 2. В случае несоответствия температуры данным максимальным значениям компания Шнейдер Электрик снимает с себя ответственность за возможное повреждение трансформатора.

1.2.2.6. Технические характеристики Т-преобразователя представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3

	Наименование параметра	Значение
Измерительные цепи	Напряжение питания, В - переменный - постоянный	240 24-220
	Частота, Гц	50-60
	Потребляемая мощность, Вт	10
Сигнальные цепи 1 и 2	Максимальное коммутируемое напряжение, В	250
	Максимальный коммутируемый ток, А	5
	Номинальный длительный ток, А	2
	Номинальный рабочий ток, А	2
	Ток срабатывания плавких предохранителей, А	4
	Ресурс контактов: - механический - электрический, ч	20 000 000 50 000
	Коэффициент снижения нагрузки контактов при $\cos\varphi=0,3$	$\leq 0,5$
Электронный Z-конвертер	Допустимый диапазон температуры окружающей среды, °С	от -20 до +60
	Габаритные размеры, мм: - высота; - ширина; - глубина	96 96 130
	Масса, г	520
	Степень защиты оболочки: - клеммник - корпус	IP54 IP20
	Максимальное сечение проводов, присоединяемых к клеммнику, мм ²	2,5
	Крепление	92x92 мм, «заподлицо», изнутри с помощью двух крючков

1.2.3. Вентиляция.

1.2.3.1. Принудительная вентиляция трансформатора.

1.2.3.1.1. Во избежание временных перегрузок из-за перегрева обмоток существует возможность установки принудительной вентиляции.



Рис. 1.13. Внешний вид трансформатора с принудительной вентиляцией.

Для трансформаторов открытого исполнения со степенью защиты IP00 и мощностью более 630 кВА данная опция позволяет достичь временного увеличения мощности на 25 %, без специальной модификации.

Данная опция (увеличение мощности на 25%, а в некоторых случаях даже до 40%) поставляется по отдельному заказу при обращении в компанию Шнейдер Электрик.

1.2.3.1.2. Однако, если требуется увеличение мощности, то необходимо учесть его влияние на следующее:

- сечение силовых кабелей и шин;
- номинальная мощность защищающего трансформатор выключателя;
- размеры вентиляционных отверстий в подстанции;
- срок службы вентиляторов, который обычно меньше срока службы трансформатора (3,5 года/30 лет).

1.2.3.1.3. Данная опция включает в себя:

- 2 тангенциальных вентилятора, подключённых к двум питающим разъёмам (по одному разъёму на вентилятор);
- Z- или T-преобразователь.

В случае заказа Z-преобразователя, к стандартной версии тепловой защиты добавляется третья измерительная цепь датчиков РТС, которая подключается к Z-преобразователю вместо шунтирующего резистора (см. схему Z-преобразователя на рис.1.9).

В случае заказа T-преобразователя, цифровой преобразователь имеет выход FAN для запуска тангенциальных вентиляторов (см. схему T-преобразователя на рис.1.12).

1.2.3.1.4. Также данная опция включает в себя одно из следующих устройств:

- короб проводов низкого напряжения, установленный на внешней стороне защитного кожуха, к которому подключаются датчики и питающие провода вентиляторов на клеммнике;
- щиток управления, поставляемый отдельно от трансформатора (исполнение IP00), либо устанавливаемый на защитном кожухе, включающий в себя:
 - плавкие предохранители для защиты двигателя;
 - пусковые контакторы;
 - устройство тепловой защиты.

В случае заказа защитного исполнения IP31 щиток управления подключен к температурным датчикам и вентиляторам. В остальных случаях данные подключения производятся на месте монтажной организацией.

1.2.3.2. Естественная вентиляция в подстанции.

1.2.3.2.1. В общем случае для трансформатора с естественным охлаждением (С или С3), вентиляция подстанции или кожуха должна, путём естественной конвекции, полностью рассеивать тепло, образуемое суммарными потерями трансформатора при работе. Недостаточная вентиляция снижает мощность трансформатора.

1.2.3.2.2. Вентиляционная система должна состоять из отверстия площадью S для притока холодного воздуха в нижней части подстанции, и отверстия площадью S' для отвода воздуха в верхней части противоположной стены на высоте H от центра нижнего отверстия.

$$S = \frac{0,18P}{\sqrt{H}} \text{ и } S' = 1,10 \times S,$$

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 21
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

где,

P - сумма потерь холостого хода и нагрузочных потерь трансформатора при температуре $120\text{ }^{\circ}\text{C}$, выраженная в кВт, а также потерь всего остального оборудования, находящегося в подстанции.

S - площадь нижнего воздухозаборного отверстия (за вычетом площади решётки), в м^2 .

S' - площадь верхнего вытяжного отверстия (за вычетом площади решётки), в м^2 .

H - разница высот между центрами отверстий, в м.

1.2.3.2.3. Данная формула справедлива для расчёта системы вентиляции при среднегодовой температуре воздуха $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и максимальной высоте установки до 1000 м над уровнем моря.

Пример расчёта:

- трансформатор мощностью 1000 кВА;

- $P_0 = 2300\text{ Вт}$, $P_{\text{ср}}$ при $120\text{ }^{\circ}\text{C} = 11000\text{ Вт}$, т.е. $P = 13,3\text{ кВт}$. Если расстояние между двумя отверстиями = 2 м, то площадь решётки $S = 1,7\text{ м}^2$. Если принять, что решётка сокращает воздушный приток на 30%, то требуемый размер нижней решётки - 1,5 x 1,5 м, а верхней решётки - 1,5 x 1,6 м.

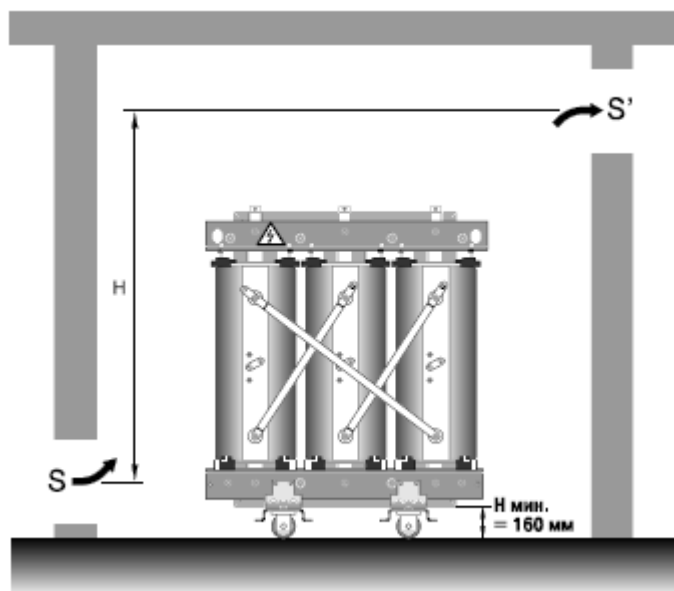


Рис.1.14. Естественная вентиляция подстанции.

1.2.3.3. Принудительная вентиляция в подстанции.

1.2.3.3.1. Применяется в небольших, либо плохо вентилируемых подстанциях, со среднегодовой температурой выше $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, либо в случае частых перегрузок трансформатора. В этом случае после выполнения всех требований предыдущего пункта, в верхней части вытяжного отверстия устанавливается вытяжной вентилятор с управлением от термостата. Рекомендуемый расход воздуха вентилятора ($\text{м}^3/\text{с}$) при $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ равен $0,10 P$, где P - суммарные потери всего установленного оборудования в кВт.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 22
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

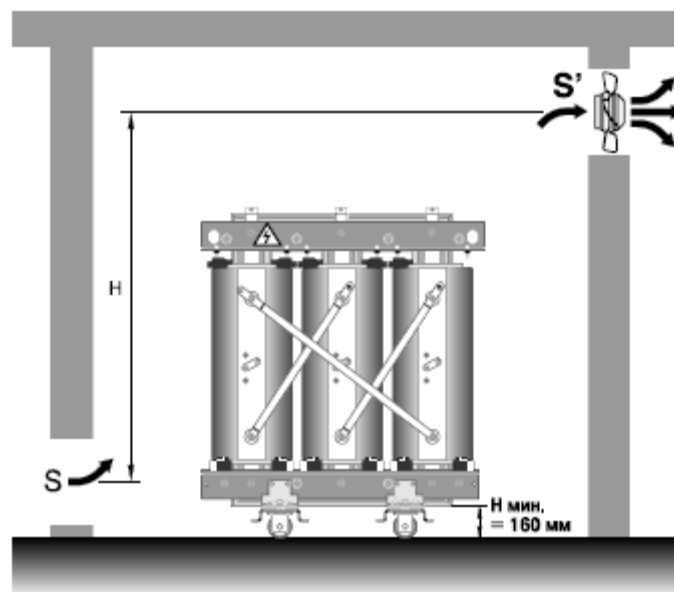


Рис.1.15.Принудительная вентиляция подстанции.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 23
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

2. Использование по назначению

2.1. Эксплуатационные ограничения

2.1.1. Трансформатор нельзя бросать.

2.1.2. Условия хранения трансформатора должны соответствовать:

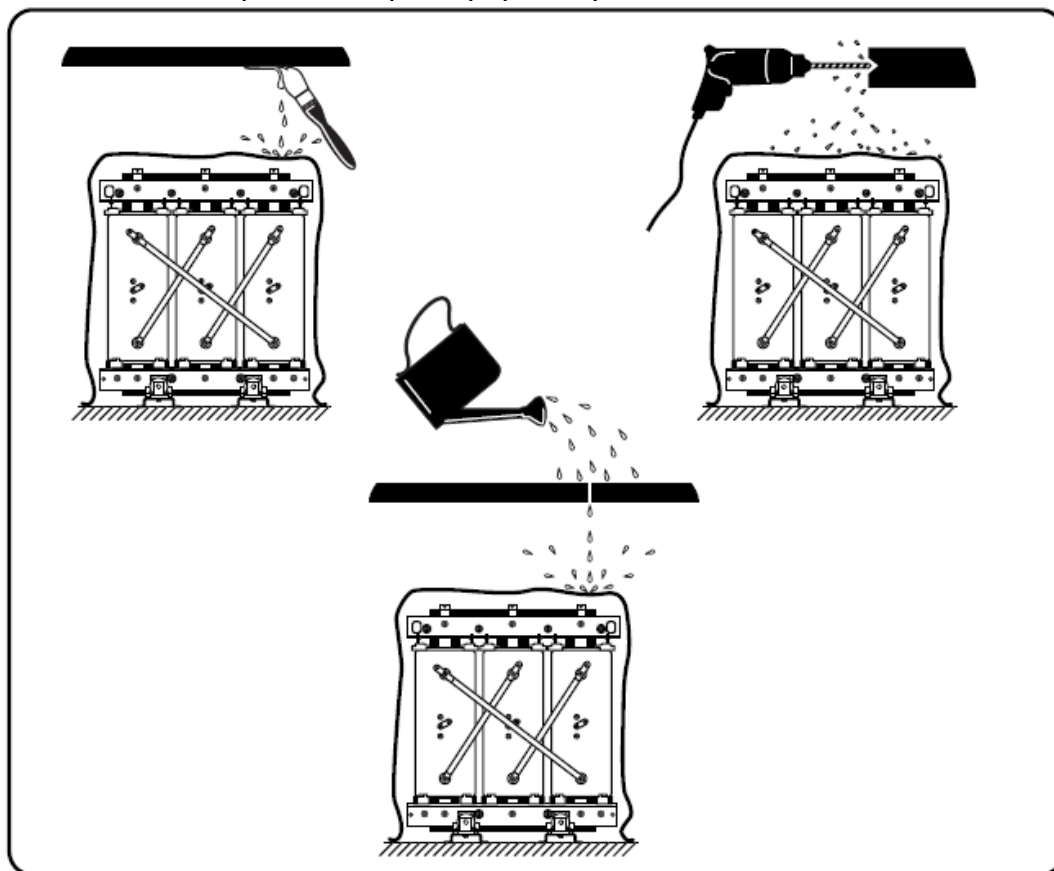


Рис.2.1. Условия хранения трансформатора.

2.2. Подготовка изделия к использованию

2.2.1. При приёмке трансформатора убедитесь в отсутствии повреждений (состояние шины НН и ВН, изоляторов, наличие влаги на поверхности трансформатора, отсутствие повреждений кожуха, наличие посторонних предметов внутри трансформатора и т.д.) и проверьте комплектацию (катки, электронный конвертер и т.д.). В случае обнаружения каких-либо повреждений:

- оформите поставку с замечаниями, о которых поставьте в известность перевозчика официальным письмом в течение трёх дней;
- немедленно направьте письмо поставщику (в компанию Schneider Electric или местному коммерческому представителю).

2.2.2. Сдачу-приемку в эксплуатацию смонтированного трансформатора необходимо производить согласно требованиям «Электрические устройства. Правила организации и производства работ», «Прием в эксплуатацию» и других руководящих материалов, утвержденных в установленном порядке.

Результаты испытаний должны быть оформлены соответствующими протоколами согласно «Правила технической эксплуатации».

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

2.3. Использование изделия

2.3.1. Помещение должно быть сухим, чистым, закрытым, и должна быть исключена возможность попадания воды. Трансформаторы серии Trihal не следует устанавливать в местах, потенциально подверженных затоплению. Помещение должно иметь вентиляцию, достаточную для отвода тепла всего установленного оборудования (см. п. 1.2.3).

2.3.2. Проверка состояния трансформатора после хранения на складе.

Если трансформатор после хранения на складе покрыт слоем пыли, его необходимо тщательно пропылесосить, затем продуть сжатым, сухим (без масла) воздухом или азотом и аккуратно протереть изоляторы.

2.3.3. Трансформаторы, поставляемые в пластиковом чехле.

Для того чтобы избежать попадания посторонних предметов (болтов, гаек, шайб и т.д.) в рабочую часть трансформатора, чехол должен оставаться на месте во время всех операций по установке и подключению трансформатора: чтобы получить доступ к низковольтным и высоковольтным выводам, необходимо вскрыть чехол только около них. Чехол следует удалить лишь непосредственно перед началом эксплуатации.

2.3.4. Трансформатор защищенного исполнения.

На кожух нельзя устанавливать никакие устройства, оказывающие на него механическую нагрузку, кроме питающих трансформатор кабелей ВН. Сверление верхних и нижних съёмных алюминиевых (немагнитных) крышек, предназначенных для ввода подходящих кабелей, необходимо выполнять после их снятия и за пределами кожуха, чтобы избежать попадания стружек в обмотки.

Установка внутри кожуха любого оборудования и аксессуаров, кроме установленных в соответствии с нашими инструкциями, а также присоединительных элементов, категорически запрещается и приводит к утрате гарантийных обязательств компании. По вопросам любых модификаций и установки комплектующих, не входящих в номенклатуру изделий Шнейдер Электрик, просим обращаться в отдел сервисного обслуживания компании.

2.3.5. Подключаемые кабели ВН и НН.

Места крепления различных устройств и кабелей не должны находиться на активной части трансформатора. Расстояние между кабелями ВН, кабелями или шинами НН и поверхностью высоковольтных обмоток трансформатора должно быть не менее 120 мм, за исключением плоской передней поверхности, где минимальное расстояние определяется контактными площадками ВН (см. стр. 3).

2.3.6. Подсоединение к выводам ВН

Моменты затяжки болтовых соединений контактных площадок ВН и перемычек к выводам регулировки напряжения (латунные болты с плоскими контактными шайбами) представлены в таблице 2.1:

Таблица 2.1

Болт-гайка	M8	M10	M12	M14
Момент затяжки, Н м	1,0	2,0	3,0	5,0

Максимальное усилие на выводах ВН = 500 Н

2.3.7. Подсоединение к выводам НН.

Моменты затяжки болтовых присоединений к шинам НН (стальной крепёж класса 6.8) представлены в таблице 2.2:

Таблица 2.2

Болт-гайка	M8	M10	M12	M14	M16
Момент затяжки, Н м	1,3	2,5	4,4	6,8	9,8

2.3.8. Вторичные цепи.

Провода вторичных цепей, идущие от трансформатора (от клеммника температурных датчиков и т.д.), должны укладываться на жёсткие опоры (без провисания) на достаточном расстоянии от активных частей трансформатора. Минимальная величина зазора определяется уровнем изоляции, указанным в заводской табличке трансформатора. При этом места их крепления нельзя выбирать на активных частях трансформатора.

2.3.9. Параллельная работа трансформаторов.

Проверьте ВН и НН, а также соответствие характеристик трансформаторов и, в особенности, группу и схему соединений обмоток и напряжение короткого замыкания. Убедитесь, что у трансформаторов, включаемых параллельно, выбраны одинаковые отводы для регулирования напряжения.

2.3.10. Возможные неисправности, причины и способы их устранения представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3.

Характер неисправности	Локализация неисправности	Возможные причины и способы устранения
1	2	3
Отключение трансформатора от действия внешних защит.	Перегрузка сверх допустимой.	Снизить нагрузку до номинальной.
	Внешнее короткое замыкание.	Устранить внешнее короткое замыкание.
	Повреждение изоляции.	Осмотреть трансформатор, выявить повреждения, обратиться на завод-изготовитель.
Появление повышенного неравномерного шума.	Нарушение режима питания и на грузки.	Восстановить нормальный режим работы трансформатора.
	Ослаблены крепления отдельных деталей остова, кожуха.	Проверить затяжку всех болтовых соединений, а также крепление деталей защитного кожуха.
Повышенный уровень шума при включении трансформатора.	У трансформаторов после включения на холостой ход, может наблюдаться повышенный уровень шума, который снижается через некоторое время до нормального значения. Это связано с процессами насыщения магнитопровода. Особенно это относится к трансформаторам, имеющим пониженные потери холостого хода.	Для оценки окончательного уровня шума, следует оставить трансформатор на холостом ходу на 2-3 часа.
Устройство контроля температуры показывает значения температуры обмоток в пределах 100-120 °С на холостом ходу.	Это нормальное явление. Температурные датчики располагаются между магнитопроводом и обмоткой низкого напряжения на внутренней стороне обмотки. На холостом ходу на показания датчиков влияет температура магнитопровода. Когда температура обмотки превышает температуру магнитопровода, на устройстве контроля температуры отображаются реальные показания.	Нет

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
Устройство контроля температуры выдает сигнал «Предупреждение».	Один или несколько температурных датчиков неисправны.	Заменить датчик/датчики температуры.
	Устройство контроля температуры неисправно.	Заменить устройство контроля температуры.
	Система управления вентиляторами неправильно настроена или неисправна.	Правильно установить температурные значения в устройстве контроля температуры. Заменить устройство.
	Неисправны вентиляторы	Заменить вентиляторы
	Нагрузка трансформатора превышает номинальную, или температура окружающей среды не обеспечивает достаточные условия для охлаждения трансформатора.	Снизить нагрузку. Снизить температуру окружающей среды. Улучшить вентиляцию места установки трансформатора. По возможности установить вентиляторы принудительного охлаждения трансформатора.
Устройство контроля температуры выдает сигнал на отключение трансформатора.	Один или несколько температурных датчиков неисправны.	Заменить датчик/датчики температуры.
	Устройство контроля температуры неисправно.	Заменить устройство контроля температуры.
	Система управления вентиляторами неправильно настроена или неисправна.	Правильно установить температурные значения в устройстве контроля температуры. Заменить устройство.
	Неисправны вентиляторы.	Заменить вентиляторы
	Нагрузка трансформатора превышает номинальную, или температура окружающей среды не обеспечивает достаточные условия для охлаждения трансформатора.	Снизить нагрузку. Снизить температуру окружающей среды. Улучшить вентиляцию места установки трансформатора. По возможности установить вентиляторы принудительного охлаждения трансформатора.
Скапливание пыли на определенных участках поверхности обмоток, например в середине обмотки.	В связи с наличием электрического поля, поверхность обмотки может иметь электростатический заряд. Это может привести к скапливанию пыли на определенных участках обмотки.	Регулярная чистка трансформатора.
Образование белого налета на определенных четко выраженных участках поверхности	При неблагоприятных окружающих условиях в сочетании с загрязнениями, которые в сухом состоянии не являются токопроводящими, однако становятся таковыми во	Регулярная чистка трансформатора. После консультаций с Шнейдер Электрик в ряде случаев возможно нанесение водоотталкивающего состава

обмотки.	влажном состоянии, может произойти образование коронных разрядов на поверхности обмотки.	на поверхность обмотки.
----------	---	-------------------------

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
Пробой пробивного предохранителя.	Попадание высокого напряжения на обмотку низкого напряжения.	Осмотреть трансформатор, Измерить сопротивление изоляции обмоток трансформатора по п.3.1.4.8. Заменить предохранитель. В случае неудовлетворительных результатов измерений, обратиться на завод изготовитель.

Примечание: Порядок и способы устранения неисправностей, не указанных в таблице 2.3, определяются и устраняются эксплуатирующей организацией по согласованию с предприятием - изготовителем.

3. Техническое обслуживание

3.1. Техническое обслуживание изделия

3.1.1. Общие указания

3.1.1.1. При нормальных условиях эксплуатации требуется проверять один раз в год затяжку подключений и регулировочных перемычек, а также удалять пыль с помощью пылесоса, при необходимости продуть труднодоступные места сухим сжатым воздухом или азотом.

3.1.1.2. Частота уборки зависит от условий среды, в которой эксплуатируется трансформатор.

3.1.1.3. В случае быстрого накопления пыли, увеличьте частоту уборок и, при необходимости, установите воздушный фильтр на вентиляционных отверстиях.

В случае жирной грязи, используйте только чистящие средства для изделий из эпоксидной смолы.

3.1.1.4. Для получения любой информации или проведения замены деталей при обращении в сервисный отдел следует указывать сведения из заводской таблички и, особенно, серийный номер трансформатора.

3.1.2. Меры безопасности

3.1.2.1. При выполнении работ по техническому обслуживанию трансформатора следует руководствоваться требованиями действующих «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0.03.150-00), настоящего технического описания, а так же других действующих местных норм и правил.

3.1.2.2. Персонал, проводящий техническое обслуживание трансформатора, должен отчетливо представлять назначение отдельных частей, их взаимодействие и состояние во время работы.

3.1.3. Порядок технического обслуживания изделия

3.1.3.1. При выполнении работ по техническому обслуживанию трансформатора следует руководствоваться требованиями действующих «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0.03.150-00), настоящего руководства по эксплуатации, а так же других действующих местных норм и правил, учитывающих специфику конкретного объекта, климатической зоны, характер потребителей и другие факторы. Местные инструкции должны соответствовать требованиям действующих «Правил устройства электроустановок».

3.1.3.2. По измерительным приборам следует контролировать режим работы трансформатора, измерять ток и напряжение. В нормальных условиях эксплуатации ток нагрузки должен быть не более номинального. Превышение напряжения питающей сети с учетом колебаний должно составлять не более 5% напряжения, указанного на табличке технических данных для данного ответвления при мощности не выше номинальной.

3.1.3.3. Трансформатор должен выдерживать нагрузки в соответствии с

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

графиками нагрузки, приведенными в Приложении В.

3.1.3.4. Трансформатор, находящийся в эксплуатации, необходимо подвергать периодическим осмотрам. Осмотры без отключения трансформатора, должны проводиться в сроки установленные местными инструкциями, но не реже одного раза в месяц. При осмотре должно быть обращено внимание на состояние кожуха (если он имеется), выводов, ошиновки, кабелей, заземления, исправность пробивных предохранителей, состояние устройства контроля температуры, характер шума работающего трансформатора.

3.1.3.5. Трансформатор, находящийся в эксплуатации должен подвергаться текущим (предупредительным) ремонтам.

3.1.3.6. Текущие ремонты трансформаторов выполняются в сроки определенные местными инструкциями, но не реже одного раза в четыре года.

3.1.3.7. Рекомендуемые операции по техническому обслуживанию приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Необходимая проверка	Периодичность	Инструмент	Результат
Функционирование датчиков температуры. РТ100/РТС	Ежегодно / по мере надобности	Тестер	Электрическая непрерывность
Устройство мониторинга температуры	Ежемесячно / после исключительных случаев		Функциональная проверка согласно инструкциям производителя
Очистка обмоток от грязи, пыли, возможных инородных материалов	Каждые 6 месяцев / после отключения трансформатора	Чистый сухой воздух под давлением макс. 3 бар. Чистая ветошь.	Вентиляционные каналы между обмотками должны быть чистыми полностью открытыми
Влага на обмотках	После периода отключения (без приложенного напряжения)	Метод нагрева малыми токами КЗ	Сушка при 80°C
Протяжка болтов соединений треугольник/звезда (ВН /НН)	Ежегодно / по необходимости	Динамометрический ключ	
Изоляция между обмотками и землей	После периода отключения (без приложенного напряжения)	Мегаомметр с напряжением 2500 В	Значения сопротивления изоляции согласно п.3.1.4.8. При значениях ниже указанных, обращайтесь в компанию Шнейдер Электрик
Правильное расположение магнитного сердечника,	После транспортировки, удара или короткого	Рулетка	Геометрически правильное расположение обмоток

обмоток НН и ВН	замыкания		
Правильное расположение / протяжка присоединений к ВН и НН	Ежемесячно / после исключительных случаев	Динамометрический ключ	Момент затяжки согласно табл. 2.1, 2.2

3.1.4. Проверка работоспособности изделия

3.1.4.1. Перед включением трансформатора в работу должны быть выполнены все организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию трансформатора в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

3.1.4.2. До включения трансформатора под нагрузку проверить настройку и исправность всех защитных устройств, устройства тепловой защиты (в соответствии с инструкцией по эксплуатации на устройство), а так же надежность заземления

3.1.4.3. Убедиться, что положение перемычек на регулировочных ответвлениях обмоток высокого напряжения соответствует напряжению питающей сети.

Переключение напряжения осуществляется путем переподключения перемычек на первичных обмотках всех трех фаз трансформатора. Таблица значений напряжений для каждого ответвления, приведена в паспорте и на табличке трансформатора.

3.1.4.4. В случае если трансформатор оборудован вентиляторами принудительного охлаждения, необходимо убедиться, что вентиляторы исправны и подключены к источнику питания и к схеме управления.

3.1.4.5. Убедиться, что все инструменты и материалы, использовавшиеся при подготовке трансформатора к работе, удалены из трансформатора.

3.1.4.6. Включение трансформатора производится толчком на полное напряжение.

3.1.4.7. Во время работы трансформатор должен издавать равномерный гудящий звук без резкого шума и треска. Уровень шума может меняться с изменением режима нагрузки.

3.1.4.8. Проверка перед вводом в эксплуатацию.

- снимите защитный чехол и проверьте все соединения (конфигурацию, расстояния, моменты затяжки);

- проверьте кабельные и шинные вводы через алюминиевые (немагнитные) крышки, если трансформатор укомплектован кожухом, на соответствие защитному исполнению IP, указанному в спецификации;

- также, в случае наличия кожуха, проверьте наличие заземления после установки на место частей кожуха, снятых для проведения работ;

- проверьте одинаковое положение регулировочных перемычек на всех трёх фазах по: схемам, приведённым на заводской табличке; проверьте чистоту трансформатора и затем измерьте сопротивление изоляции мегаомметром на 2500 В, между обмотками ВН, НН и «землей».

Значения сопротивлений изоляции должны быть не менее:

- обмотка ВН / «земля» = 250 МОм;

- обмотка НН / «земля» = 50 МОм;

- обмотка ВН / обмотка НН = 250 МОм.

В том случае, если измеренные значения явно меньше указанных, убедитесь в отсутствии влаги на трансформаторе. При обнаружении влаги, протрите трансформатор ветошью и повторите проверку. При повторном несовпадении просим связаться с сервисным отделом компании Шнейдер Электрик.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 32
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3.1.4.9.Проверка перед включением в работу.

Операции до подключения кабелей и шин.

Проверьте данные заводской таблички на соответствие вашему заказу (мощность, напряжение и т.д.).

Убедитесь, что помещение чистое, сухое, и нет опасности затопления.

Проверьте систему вентиляции:

- вентиляционные отверстия открыты и имеют соответствующий размер;
- проверьте расстояние от стен до трансформатора;
- проверьте расстояние до пола (трансформатор стоит на катках).

Проверьте чистоту и общее состояние трансформатора.

Измерьте сопротивление изоляции с помощью мегаомметра на 2500 В:

- ВН/ «земля» МОм

- НН/ «земля» МОм

- ВН/НН МОм

Переключки для регулировки напряжения со стороны ВН:

- установите их в положение, соответствующее необходимому напряжению сети;

- проверьте, что положение переключек одинаковое на всех трёх обмотках (см. заводскую табличку);

- проверьте моменты затяжки.

3.1.4.10.Операции до подачи напряжения.

Снимите полиэтиленовый чехол.

Убедитесь, что на трансформаторе нет посторонних предметов (стружки, крепежа и т.д.), при необходимости очистите пылесосом.

Проверьте расстояние между кабелями и активными частями трансформатора (не менее 120 мм). Литые обмотки считаются активными частями.

Закрепите кабели и шинопроводы. Не должно быть механических напряжений на контактных площадках выводов ВН и НН.

Проверьте вторичные цепи защиты и управления вентиляцией:

- изоляционные промежутки и крепление;
- функционирование.

Проверьте моменты затяжки подключений кабелей и переключек регулирования напряжений.

Проверьте заземление частей трансформатора, его кожуха и экранов подходящих кабелей.

Проверьте места подвода кабелей на соответствие защитному исполнению (IP).

Проверьте, что вентиляционные решётки не загорожены.

Перед включением трансформаторов на параллельную работу проверьте напряжение короткого замыкания, идентичность группы соединения; соответствие фаз и напряжений.

Проверьте настройки устройства релейной защиты и автоматики: неправильные настройки могут привести к повреждению трансформатора.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 33
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3.2. Техническое обслуживание составных частей изделия

3.2.1. Обслуживание

3.2.1.1. При нормальных условиях эксплуатации требуется проверять один раз в год затяжку подключений и регулировочных перемычек, а также удалять пыль с помощью пылесоса, при необходимости продувать труднодоступные места сухим сжатым воздухом или азотом.

3.2.1.2. Частота уборки зависит от условий среды, в которой эксплуатируется трансформатор.

3.2.1.3. В случае быстрого накопления пыли, увеличьте частоту уборок и, при необходимости, установите воздушный фильтр на вентиляционных отверстиях.

3.2.1.4. В случае жирной грязи, используйте только чистящие средства для изделий из эпоксидной смолы.

3.2.2. Монтаж

3.2.2.1. Использование в конструкции трансформатора твёрдого диэлектрика позволяет избежать его утечки или возгорания, а функция самогашения трансформатора позволяет отказаться от специальных мер противопожарной безопасности.

Внимание: Запрещается устанавливать трансформатор в зоне, подверженной опасности затопления.

3.2.2.2. Запрещается устанавливать трансформатор на высоте более 1000 метров над уровнем моря, если иное не было оговорено при заказе.

3.2.2.3. Трансформатор спроектирован для работы на номинальную мощность при нижеуказанной температуре окружающей среды, без учёта влияния, вызванного установкой защитного кожуха.

3.2.2.4. Монтаж трансформатора должен производиться в соответствии с рекомендациями МЭК 71 -1, 2 и 3, а также с требованиями ГОСТ, касающимися координации изоляции.

Примечание. Во всех случаях необходимо устанавливать трансформатор на катки или на возвышение такой же высоты, чтобы не ухудшить условия вентиляции трансформатора.

3.2.2.5. При монтаже трансформатора открытого исполнения должна быть исключена возможность от прямых прикосновений. Кроме того:

- следует предотвратить возможность попадания на трансформатор водяных капель;

- необходимо соблюдать минимальные расстояния до стен или других препятствий в соответствии с таблицей 3.2 и рисунком 3.1, при этом предусмотреть возможность доступа к отводам для регулировки высокого напряжения:

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 34
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

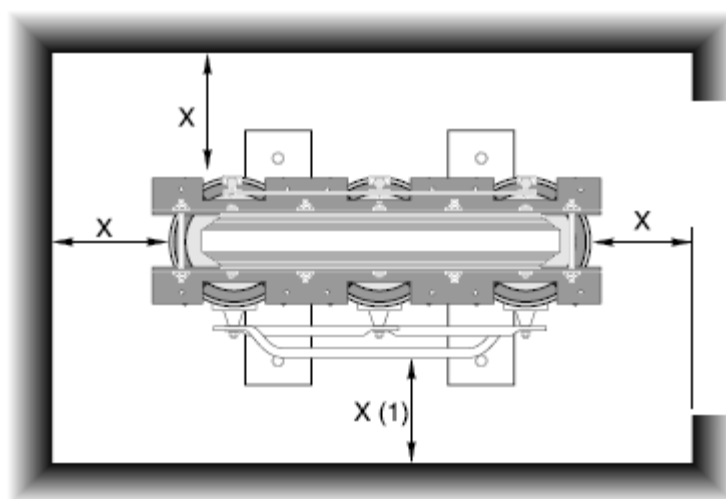


Рис.3.1. Минимальные требуемые расстояния между трансформатором Trihal открытого исполнения и стен.
(1) – без учета доступа к отпайкам для регулирования на стороне ВН.

Таблица 3.2

Номинальное напряжение, кВ	Размеры X до сплошной стены, мм	Размеры X до ограждения из сетки, мм
6	90	300
10	120	300
20	220	300

3.2.2.6. При монтаже трансформатора защищенного исполнения необходимо соблюдать минимальные расстояния до стен или других препятствий в соответствии с рисунком 3.2.

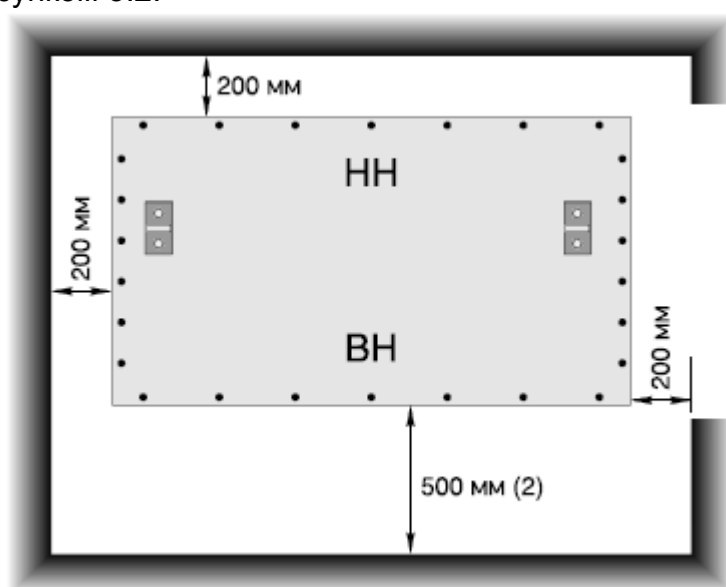


Рис.3.2. Минимальные требуемые расстояния между трансформатором Trihal защищенного исполнения и стен.
(2) – 500 мм для доступа к отпайкам для регулирования на стороне ВН, но не менее 200 мм.

Для обеспечения правильного охлаждения необходимо соблюдать минимальное расстояние 200 мм между внешней стороной трансформатора и

стенами помещения.

3.2.2.7. Во всех случаях, должно быть обеспечено соответствующее крепление кабелей и шин для предотвращения возникновения механических напряжений в контактных площадках ВН и НН и в низковольтных разъемах. Высоковольтные присоединения должны быть выполнены в верхней части соединительных шин. Низковольтные присоединения выполняются в верхней части трансформатора.

Внимание:

- расстояние между высоковольтными кабелями или шинами и поверхностью обмотки должно составлять не менее 120 мм, исключая присоединения на плоской панели высоковольтной стороны, где минимальный зазор определяется контактными площадками ВН;

- минимальное расстояние 120 мм должно также соблюдаться по отношению к внешней соединительной шине ВН;

- литое покрытие, а также наличие разъемов не обеспечивают защиту от прямых прикосновений, поэтому нельзя дотрагиваться до трансформатора под напряжением.

3.2.2.8. Установка трансформатора открытого исполнения (степень защиты IP00).

3.2.2.8.1. Степень защиты IP00 показывает, что данный трансформатор не имеет никакой защиты от прямого прикосновения к частям, находящимся под напряжением. Должна быть исключена любая возможность прикосновения к поверхности обмоток, даже в случае установки втычных разъемов для подключения кабелей. Для этого при установке трансформатора в подстанции требуется выполнить следующие меры предосторожности:

- исключить возможность попадания воды на трансформатор (например, в результате конденсации на проложенных сверху трубах)

- обеспечить минимальные расстояния от стен, в зависимости от уровня изоляции (см. таблицу 3.2), **при этом предусмотреть возможность доступа к отводам для регулировки высокого напряжения.** В случае невозможности обеспечения данных мер, пожалуйста, проконсультируйтесь в компании Шнейдер Электрик;

- убедиться, что имеющаяся в подстанции система вентиляции достаточна для рассеивания тепла, выделяемого всем установленным в ней оборудованием.

3.2.2.9. Установка трансформатора защищенного исполнения (степень защиты IP31).

3.2.2.9.1. Защитный кожух исполнения IP31 является разборным и предназначен для защиты трансформатора, устанавливаемого внутри помещения. При установке кожуха не требуется соблюдение каких-либо дополнительных инструкций, кроме тех, что уже указаны в данном документе, при условии сохранения минимального расстояния 200 мм (500 мм со стороны ВН) между стенкой кожуха и стеной подстанции, для свободного прохождения воздуха через вентиляционные решетки и обеспечения необходимого уровня охлаждения (см. рис. 3.2). При этом необходимо предусмотреть доступ к отводам для регулировки высокого напряжения. Необходимо убедиться, что выполненная система вентиляции достаточна для рассеивания тепла всего установленного оборудования.

Напоминание: запрещается устанавливать трансформатор в местах возможного затопления.

Предупреждение: стандартное исполнение металлического кожуха - IP31, за исключением дна, степень защиты которого IP21.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 36
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3.2.2.10. Присоединение кабелей ВН и НН

Внимание: расстояние между кабелями ВН и НН, с одной стороны, и частями трансформатора (шинами, нейтралью и обмотками ВН), с другой, должно быть не менее 120 мм. Исключение составляет лишь плоская лицевая поверхность, где минимальное расстояние определяется местами подключения кабелей ВН.

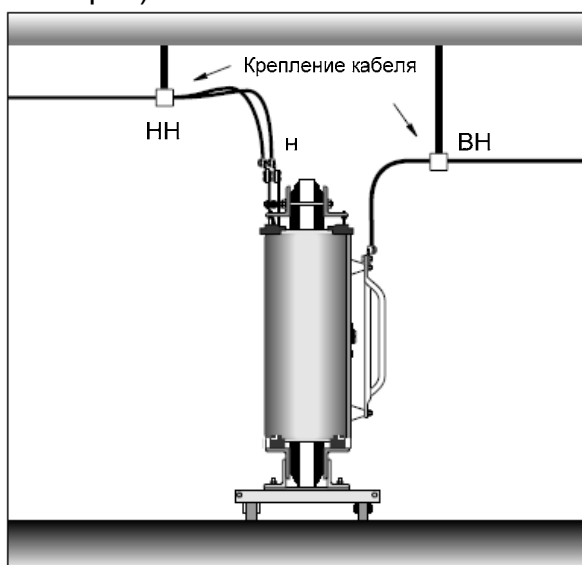
3.2.2.10.1. Трансформатор открытого исполнения (степень защиты IP00).

Предупреждение: изоляция обмоток трансформатора под напряжением не гарантирует защиту при прямом контакте.

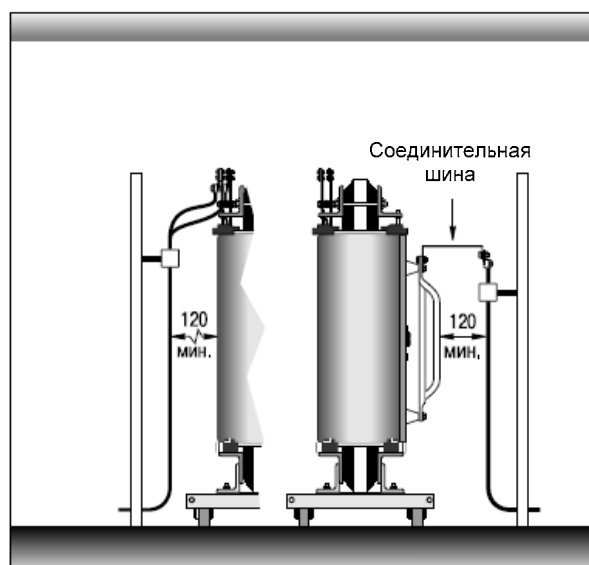
Стандартное присоединение ВН и НН (см. рис. 3.3) Во всех случаях необходимо тщательно закреплять кабели и токопроводы, во избежание механических напряжений на контактах ВН и шинах НН трансформатора.

Отходящие (или вводные) кабели НН могут присоединяться как сверху, так и снизу (см. рис. 3.3). Отходящие (или вводные) кабели ВН должны присоединяться к верхней части шин, соединяющих обмотки ВН.

Также можно подключить высоковольтные кабели, снизу, используя переходную шину (переходная шина не входит в комплект поставки Шнейдер Электрик).



Стандартное присоединение сверху



Стандартное присоединение снизу



Рис.3.3. Стандартные присоединения ВН и НН сверху трансформатора открытого исполнения.

Низковольтное подключение с помощью интерфейса комплектного шинопровода Canalis.

Подключение максимально упрощается, так как интерфейс поставляется уже установленным на трансформаторе, закреплённым на кронштейне и соединённым с контактными площадками НН при помощи гибких шин. Это позволяет при подключении трансформатора осуществлять регулировки ± 15 мм вдоль трёх осей. Интерфейс поставляется вместе с трансформатором, поэтому шинопровод со стыковочным узлом можно подсоединить сразу.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 37
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

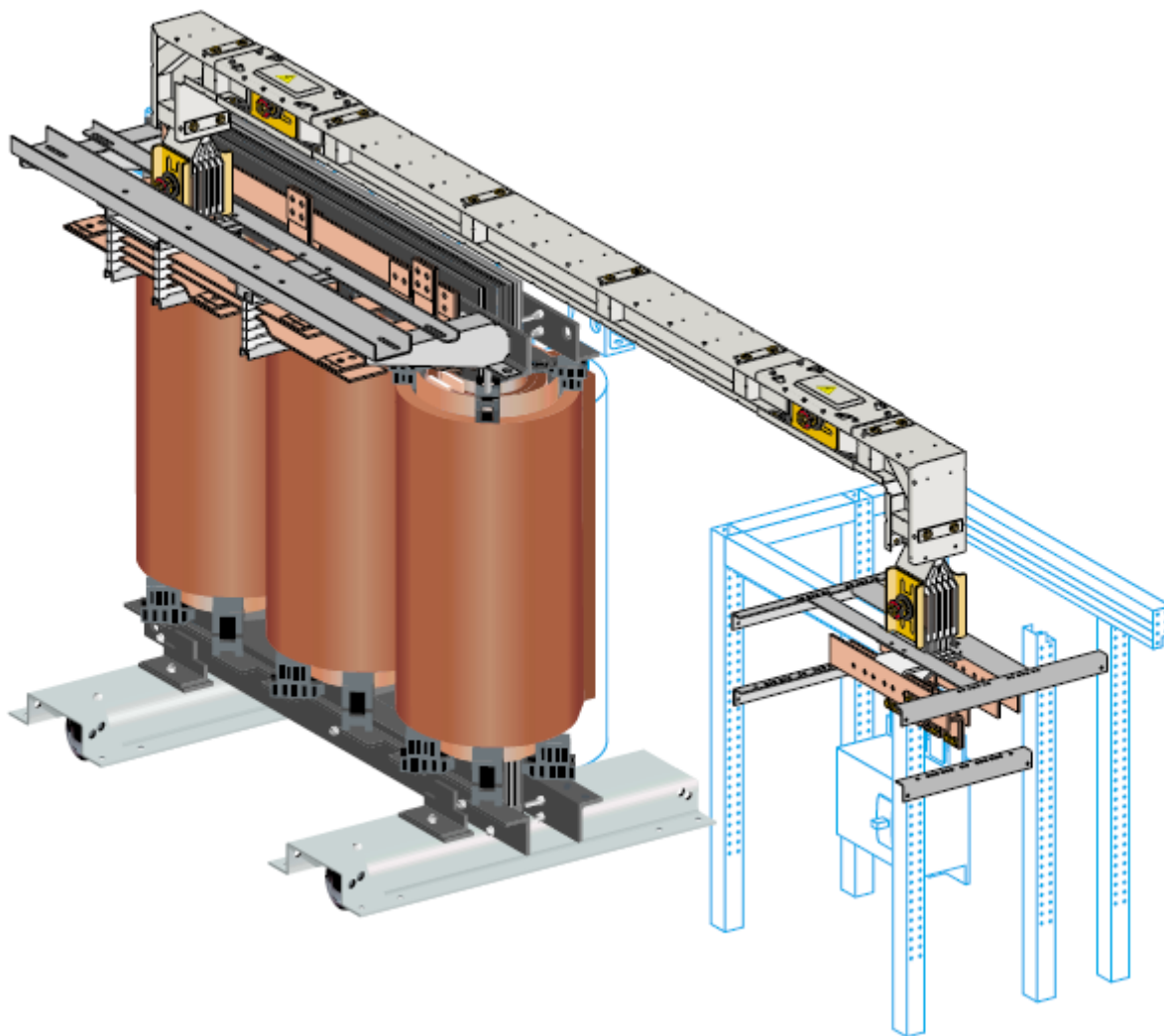


Рис. 3.4. Низковольтное подключение с помощью интерфейса комплектного шинпровода Canalis

Присоединения ВН с использованием втычных разъёмов.

В любом случае кабели или шины необходимо укрепить для исключения механических напряжений на неподвижных частях разъёмов и выходных шинах трансформатора.

Отходящие (или вводные) низковольтные присоединения могут выполняться как сверху, так и снизу (см. рис. 3.5).

Разъёмы для отходящих (или вводных) кабелей ВН крепятся в верхней части (со стороны ВН) (см. рис. 3.5).

Как опция, на креплении фиксированных частей может быть установлена блокировка съёмной кабельной части разъёма.

В данном исполнении использование втычных разъёмов не защищает при прямых контактах с токоведущими частями.

3.2.2.10.2. Трансформатор защищенного исполнения (степень защиты IP31)

Ни при каких условиях металлический кожух трансформатора исполнения IP31 не должен подвергаться никакой другой нагрузке, кроме подходящих кабелей ВН. При необходимости модификации кожуха, пожалуйста, проконсультируйтесь в компании Шнейдер Электрик.

Стандартное подключение ВН и НН (см. рис. 3.6)

Во всех случаях необходимо тщательно закреплять кабели и шины во избежание механических напряжений на выводах ВН и НН.

Отходящие (или вводные) кабели НН подключаются через верхнюю крышку

кожуха (см. рис. 3.6). **Низковольтные кабели не должны проходить между обмотками ВН и кожухом.** Отходящие (или вводные) кабели ВН должны присоединяться к верхней части шин, соединяющих обмотки ВН. Высоковольтные кабели должны проходить внутри защитного кожуха через его верхнюю крышку, однако возможен и ввод кабелей снизу (см. рис. 3.7).

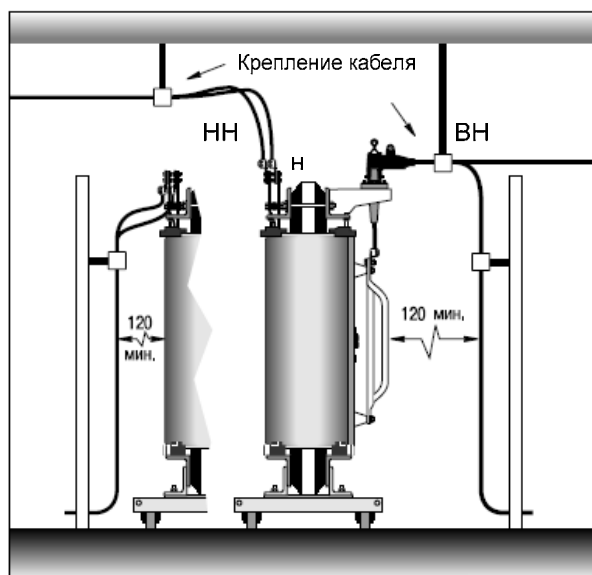


Рис.3.5. Присоединения ВН с использованием втычных разъёмов.

Подключение высоковольтных кабелей снизу (см. рис. 3.7)

Во всех случаях необходимо тщательно закреплять кабели и шины во избежание возникновения механических напряжений на контактных площадках ВН и НН. Отходящие (или вводные) кабели НН подключаются через верхнюю крышку кожуха (см. рис. 3.7). **Низковольтные кабели не должны проходить между обмотками ВН и кожухом.** Отходящие (или вводные) кабели ВН должны присоединяться к верхней части шин, соединяющих обмотки ВН.

На дне кожуха справа, со стороны ВН, имеется люк для ввода кабелей снизу. Высоковольтные кабели должны быть закреплены на боковой стенке внутри кожуха, и расстояние между ними и обмотками высокого напряжения должно быть не менее 120 мм (со стороны ВН минимальное расстояние считается от шин, соединяющих обмотки ВН). Для кабелей, прокладываемых в кабельных каналах, глубина последнего должна обеспечивать минимальный радиус изгиба подключаемых кабелей.

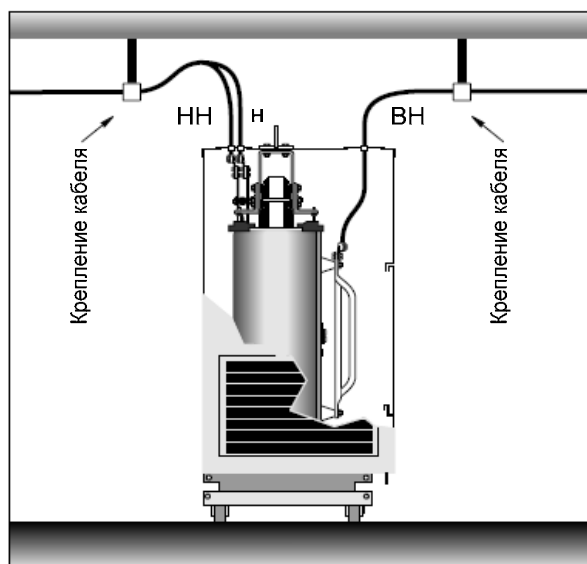


Рис.3.6. Стандартные присоединения ВН и НН сверху трансформатора защищенного исполнения.

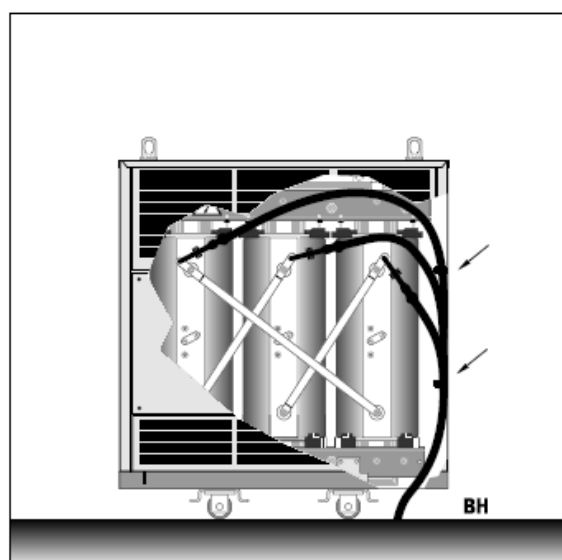


Рис.3.7. Стандартные присоединения ВН снизу трансформатора защищенного исполнения.

Низковольтное подключение с помощью интерфейса комплектного шинопровода Canalis.

Соединение максимально упрощается, так как изделия поставляются готовыми к сборке, с установленными креплениями и соединёнными с контактными площадками НН при помощи гибких шин. Это позволяет при

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 40
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

подключении трансформатора осуществлять регулировки ± 15 мм вдоль трёх осей.

На верхней части кожуха над низковольтными выводами имеется люк, закрытый съёмной алюминиевой пластиной. При установке данная пластина снимается и заменяется уплотнительным комплектом (поставляется вместе с шинопроводом), который обеспечивает степень защиты IP54.

Интерфейс поставляется вместе с трансформатором, поэтому шинопровод со стыковочным узлом можно подсоединить сразу.

Присоединения ВН с использованием втычных разъёмов.

Во всех случаях кабели или шины необходимо укрепить для снятия механических напряжений на неподвижных частях разъёмов и выводах трансформатора. Отходящие (или вводные) кабели подключаются через верхнюю крышку кожуха и прокладываются под кожухом (см. рис.3.8).

Низковольтные кабели не должны проходить между обмотками ВН и кожухом.

Разъёмы для подключения для отходящих (или вводных) кабелей ВН устанавливаются на крышке кожуха, со стороны ВН.

Как опция, на кожухе может быть установлена система блокировки разъёма.

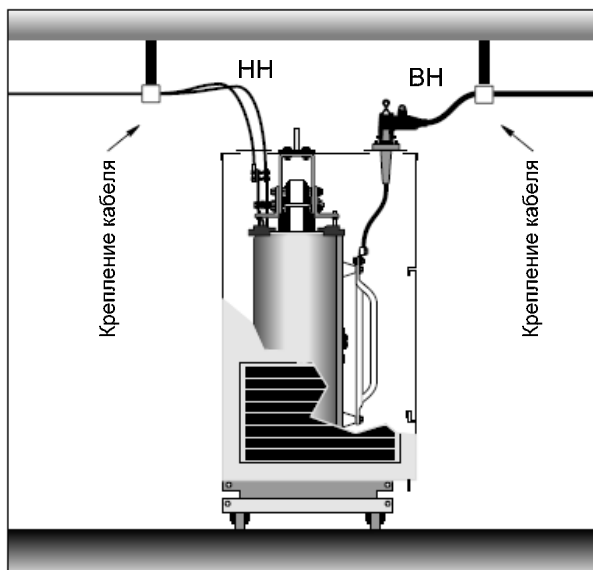


Рис. 3.8. Присоединения ВН с использованием втычных разъёмов.

Предупреждение: стандартное исполнение кожуха IP31, за исключением днища, степень защиты которого IP21.

После окончания монтажных работ и подключения кабелей ВН и НН (сверления отверстий в алюминиевых крышках) необходимо проверить соответствие исполнения кожуха степени защиты IP31.

3.2.3. Испытание

3.2.3.1. Перед включением трансформатора проводятся его испытания, измерения и проверки в объеме, предусмотренном нормативными документами.

3.2.3.2. Методика измерений диэлектрических параметров изоляции трансформатора - по ГОСТ 3484.3-88; методика проведения испытаний электрической прочности изоляции - по ГОСТ 22756-77; методика проведения электромагнитных испытаний - по ГОСТ 3484.1-88.

3.2.3.3. Перед началом измерения сопротивления изоляции обмоток испытуемая обмотка должна быть заземлена не менее чем на 2 минуты.

3.2.3.4. За температуру обмотки трансформатора, находящегося не менее чем 20 часов в помещении с неизменной температурой воздуха (с предельным отклонением $\pm 3^{\circ}\text{C}$) принимают температуру окружающего воздуха, измеренную ртутным термометром с ценой деления 1°C и верхним пределом измерения 100°C на высоте примерно полтора метра от уровня пола, на котором установлен трансформатор и на расстоянии не более пяти метров от него. Термометр должен быть погружен в сосуд с одинарными стенками, заполненный минеральным маслом. Объем сосуда примерно один дм^3 .

Если условия неизменности температуры не могут быть выдержаны, то за температуру обмотки принимают среднее арифметическое значение показаний трех термометров, установленных на поверхности наружной обмотки фазы «В» с трех сторон примерно на половине высоты обмотки.

3.2.3.5. Сопротивление изоляции следует измерять при температуре не ниже 10°C . Если температура обмотки ниже 10°C , трансформатор должен быть прогрет.

Прогрев изоляции трансформатора следует производить одним из следующих методов:

- 1) прогрев токами короткого замыкания;
- 2) методом дутья с помощью воздуходувки с применением фильтров и искрогасительных камер;

Допускается применять другие известные методы, обеспечивающие равномерный нагрев изоляции трансформатора.

При прогреве трансформатора током короткого замыкания, величина тока должна быть не более номинального.

При прогреве трансформатора за температуру изоляции условно принимают температуру обмотки, измеренную по ее активному сопротивлению.

Измерение сопротивления изоляции производить после отключения не ранее, чем через 60 минут при прогреве током и не ранее, чем через 30 минут при прогреве от внешнего источника.

3.2.3.6. Объем испытаний

3.2.3.6.1. Измерить мегаомметром класса точности не менее 1,5 с напряжением 1000 В сопротивление изоляции прессующих магнитопровод шпилек, относительно магнитопровода и ярмовых балок и сопротивление изоляции ярмовых балок относительно активной стали. Перед началом измерения отсоединить заземляющие проводники, после проведения измерений подсоединить их.

Значение сопротивления изоляции должно быть не менее 2 МОм.

3.2.3.6.2. Измерить сопротивление изоляции обмоток трансформатора мегаомметром класса точности не ниже 2,5 с пределом измерения от 0 до 100000 МОм напряжением 2500 В по схемам, указанным в паспорте трансформатора.

При измерении сопротивления изоляции обмоток низкого напряжения, защищенных пробивным предохранителем, предохранитель должен быть отсоединен.

3.2.3.6.3. Оценка результатов измерений (R_{60}) производится путем сравнения их со значениями, полученными при изготовлении, указанными в паспорте

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 42
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

трансформатора.

Для сравнения полученные значения сопротивления изоляции должны быть приведены к температуре, при которой производились измерения на заводе-изготовителе по коэффициентам в соответствии с таблицей 3.3.

Значения коэффициентов для пересчета сопротивления изоляции представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3.

Разность температур (Δt), °C	Коэффициент пересчета (K)	Разность температур (Δt), °C	Коэффициент пересчета (K)
5	1,25	20	2,4
10	1,5	25	2,9
15	1,9	-	-

Примечание: При другой разности температур воспользуйтесь методом линейной интерполяции.

Приведение значений сопротивления изоляции к одной и той же температуре производится умножением, если температура измерения выше, чем указанная в паспорте трансформатора, или делением, если температура измерения ниже, чем указанная в паспорте трансформатора, на коэффициент пересчета (K).

3.2.3.6.4. Пример приведения значения сопротивления изоляции (R_{60}) обмоток к температуре измерения на заводе изготовителе:

Пусть значение сопротивления изоляции, измеренное во время монтажа при температуре 17°C равно 7228 МОм, а значение сопротивления изоляции измеренное на заводе - изготовителе при температуре 22°C и указанное в паспорте (для той же схемы измерения), равно 5900 МОм.

Тогда разность температур измерений составит:

$$\Delta t = 22 - 17 = 5 \text{ (°C)}.$$

Коэффициент пересчета в соответствии с таблицей 3.3.

$$K = 1,25$$

Учитывая это, получим значение сопротивления изоляции, приведенное к температуре 22 °C (паспортной).

$$R_{60} = \frac{7228}{1,25} = 5782,4 \text{ (МОм)}$$

3.2.3.6.5. При сравнении результатов измерений сопротивление изоляции обмоток, измеренное при монтаже трансформатора и приведенное к температуре измерения на заводе - изготовителе, должно быть не менее 75% величины, измеренной при заводских испытаниях и приведенной в паспорте трансформатора.

3.2.3.6.6. Испытать электрическую прочность изоляции обмоток приложенным напряжением, значение которого не должно превышать 75% значения испытательного напряжения приведенного в паспорте трансформатора. Перед высоковольтными испытаниями пробивной предохранитель и штепсельный разъем блока контроля температуры должны быть отсоединены.

После испытания соединения должны быть восстановлены. Температура обмоток при испытании - не ниже 10°C.

Форма кривой испытательного напряжения должна быть практически синусоидальной.

При испытании трансформаторов класса напряжения до 10 кВ включительно допускается проводить измерение испытательного напряжения вольтметром с трансформатором напряжения или киловольтметром, подключенным к испытываемому трансформатору.

3.2.3.6.7. Проверить коэффициент трансформации на всех ответвлениях. Коэффициент трансформации должен отличаться не более чем на 2 %.

3.2.3.6.8. Измерить сопротивление обмоток трансформатора постоянному току. Измеренное значение сопротивления R_0 при температуре t_0 приводится к температуре

t_x Указанной в паспорте трансформатора по формуле:

$$R_x = R_0 \frac{T + t_x}{T + t_0}$$

где:

R_x - сопротивление, приведенное к температуре t_x , Ом;

R_0 – сопротивление, приведенное к температуре t_0 , Ом;

T – коэффициент, равный 235 для медных и 225 для алюминиевых обмоток.

3.2.3.7. Оценка результатов испытаний.

3.2.3.7.1. При значениях сопротивления изоляции обмоток ниже 75% от величины, приведенной в паспорте, произвести сушку трансформатора одним из следующих методов:

- в сушильном вакуум - шкафу с электрическим или паровым обогревом;
- в камере с электрическим или паровым обогревом с применением естественной тяги для удаления испаряющейся влаги;
- методом короткого замыкания.

Допускаются другие способы, обеспечивающие качественную сушку. Об окончании сушки судят по кривой зависимости сопротивления изоляции от времени. Сушка должна производиться до тех пор, пока сопротивление изоляции в нагретом состоянии при постоянной температуре в пределах 95 ± 5 °С не достигает постоянной величины, которая должна оставаться неизменной в течение 8 часов.

3.2.3.7.2. При удовлетворительных результатах испытаний трансформатор должен быть включен в работу не позднее 24 часов после измерения сопротивления изоляции обмоток. В случае превышения указанного промежутка времени перед включением трансформатора следует повторно произвести измерение сопротивления изоляции обмоток и оценку результатов в соответствии с настоящим подразделом.

3.2.3.7.3. Результаты испытаний оформляются протоколами электрических испытаний, который хранится вместе с паспортом трансформатора.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

4. Текущий ремонт

4.1. Текущий ремонт изделия

4.1.1. Общие указания

4.1.1.1. Операции по ремонтному техобслуживанию позволяют производить замену неисправных узлов. Операции могут проводиться самим заказчиком или специалистами сервисной службы.

4.1.1.2. После каждой операции необходимо проводить электрические испытания согласно действующим нормам.

4.1.1.3. Текущий ремонт трансформатора сводится к текущему ремонту составных частей изделия.

4.1.2. Меры безопасности

4.1.2.1. При выполнении работ по монтажу, подготовке к работе, при проведении испытаний, а так же во время эксплуатации трансформатора следует руководствоваться требованиями действующих «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» (ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0.03.150-00), настоящего технического описания, а так же других действующих местных норм и правил.

4.1.2.2. В процессе эксплуатации трансформатора необходимо обеспечить пожарную безопасность. Противопожарные мероприятия должны быть разработаны в соответствии с местными условиями

4.1.2.3. Персонал, обслуживающий трансформатор, должен отчетливо представлять назначение отдельных частей, их взаимодействие и состояние во время работы, а также должен хорошо знать и руководствоваться в эксплуатации настоящим РЭ.

4.1.2.4. Осмотр состояния трансформатора и установленного на нем оборудования необходимо проводить не реже одного раза в месяц. Текущий ремонт трансформатора проводить по мере необходимости, установленного оборудования - в сроки, установленные инструкциями на оборудование.

4.1.2.5. Во время осмотров необходимо обращать особое внимание на:

- наличие и работоспособность (по косвенным признакам) термосигнализаторов, отсутствие признаков нарушения их работоспособности;
 - состояние механического защитного кожуха.
 - полнота и достаточность мер по предотвращению хищений деталей и узлов трансформатора.
 - состояние ошиновки трансформатора (целостность, наличие и положение термоиндикаторов, отсутствие нагрева контактных соединений).
 - состояние и работоспособность вентиляторов обдува трансформатора.
- Работоспособность автоматики обдува.

4.1.2.6. Резервное оборудование должно находиться в состоянии, немедленного их подключения. Их исправность должна проверяться путем периодических осмотров и профилактических испытаний.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

4.2. Текущий ремонт составных частей изделия

4.2.1. При текущем ремонте необходимо произвести следующие работы:

- открыть двери кожуха или снять стенки кожуха, обеспечить доступ к остову и обмоткам;
- обмотки, изоляционные детали, кожух и другие доступные поверхности очистить от пыли вакуумным способом;
- продуть сжатым воздухом охлаждающие каналы магнитопровода и обмоток сухим сжатым воздухом давлением в пределах от 2х10 до 5х10 Па.
- если имеются вентиляторы произвести их чистку, проверить их работоспособность.
- произвести осмотр кожуха, магнитопровода, обмоток. Проверить состояние заземления, защитных покрытий. При необходимости, восстановить нарушенные защитные покрытия. При необходимости подтянуть ослабленные крепежные детали, неисправный крепеж заменить.
- проверить состояние контактных соединений, при необходимости подтянуть с моментами силы указанными в таблицах 2.1 и 2.2.
- проверить опрессовку обмоток и магнитопровода. При необходимости обмотки и магнитопровод подпрессовать.
- измерить мегомметром класса точности не менее 1,5 с напряжением 1000 В сопротивление изоляции прессующих магнитопровод шпилек, относительно активной стали и ярмовых балок и сопротивление изоляции ярмовых балок относительно активной стали. Перед началом измерения необходимо отсоединить заземляющие проводники, после проведения измерений подсоединить их. Измеренные значения должны быть не менее 2 МОм, а сопротивление изоляции ярмовых балок не менее 0,5 МОм.
- измерить сопротивление изоляции обмоток трансформатора между собой и по отношению к заземленным частям. Измерение производит мегомметром класса точности не ниже 2,5 с пределом измерения от 0 до 100000 МОм напряжением 2500 В.
- при измерении сопротивления изоляции обмоток низкого напряжения, защищенных пробивным предохранителем, предохранитель должен быть отсоединен. Сопротивление изоляции сухих трансформаторов при температуре обмоток 20-30°С должно быть для трансформаторов с номинальным напряжением:
 - 6 кВ включительно - не менее 300 МОм;
 - 10 кВ - не менее 500 МОм.
- проверить состояние электрических блокировок (если они имеются), пробивного предохранителя, а так же исправность устройства тепловой защиты и т.п.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист 46
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

5. Хранение

5.1. Условия хранения в части воздействия климатических факторов внешней среды:

- верхнее и нижнее значение температуры воздуха соответственно равны плюс 50°C и минус 25°C;
- среднемесячное значение относительной влажности 80% при 20°C;
- верхнее значение относительной влажности 98% при 25°C. по ГОСТ 15846-79.

5.2. Сухой трансформатор с литой изоляцией должен храниться в пыле- и влагозащищённом месте. Хранить трансформатор рекомендуется в пластиковой упаковке, в которой он поставляется потребителям. При хранении трансформатора необходимо принять меры, исключающие возможность его механического повреждения и загрязнения. Допускается хранение трансформатора под навесом в не вскрытой заводской упаковке.

5.3. Перед размещением трансформатора на хранение, необходимо произвести осмотр внутренней упаковки, консервационных покрытий и самого изделия на предмет сохранности, а так же проверить комплектность поставки. Поврежденную упаковку и консервационные покрытия необходимо восстановить.

5.4. При хранении трансформатора свыше срока сохраняемости, указанного в паспорте следует переконсервировать табличку технических данных, контактные части, подписные таблички, зажимы заземления, крепежные детали. Сделать отметку о переконсервации в паспорте трансформатора. После переконсервации упаковку восстановить.

5.5. Комплектующие приборы (реле, термометр и т. д.) должны храниться в сухом помещении на полках при температуре окружающей среды не ниже минус 20°C.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

6. Транспортирование

6.1. Трансформатор транспортируется и хранится в упаковке завода-изготовителя, в вертикальном положении.

6.2. При погрузке, транспортировании и выгрузке трансформатора необходимо соблюдать требования, изложенные в руководстве по эксплуатации.

6.3. Трансформаторы отправляются заказчику, в зависимости от габаритных размеров, полностью собранные или частично демонтированные.

6.4. Трансформатор отправляется заказчику железнодорожным или автомобильным транспортом. Допускается транспортировка трансформатора, на речных, морских судах или авиатранспортом.



Рис.6.1. Перевозка автомобильным транспортом.

6.5. Непосредственно после прибытия к месту назначения перед выгрузкой трансформатора совместно с представителем транспортной организации необходимо произвести осмотр упаковки, убедиться в отсутствии механических повреждений. При обнаружении механических повреждений, необходимо составить акт о результатах осмотра.

6.6. При погрузке, транспортировании и выгрузке трансформатора соблюдать следующие требования:

- трансформатор можно перемещать только в вертикальном положении;
- не допускать, чтобы цепи, канаты или другие приспособления для обвязки трансформатора при перемещении вызвали повреждения, особое внимание при этом, необходимо уделить обмоткам ВН и НН, вентиляторам и отводам обмоток;
- не допускать сильных вибраций, колебаний трансформатора во время транспортирования;
- транспортировка трансформатора осуществляется в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов. Масса трансформатора указана в транспортной документации и на табличке трансформатора;
- необходимо обеспечить надежное крепление трансформатора для исключения перемещений трансформатора по платформе;
- разгрузку трансформатора необходимо производить механизмами и приспособлениями, грузоподъемность которых соответствует массе изделия. Угол наклона строп от вертикали должен составлять не более шестидесяти градусов. Схема строповки указана на габаритном чертеже трансформатора.

6.7. Перемещение трансформатора вилочным погрузчиком.

6.7.1 Погрузка при помощи автопогрузчика (см. рис. 6.3) При использовании автопогрузчика необходимо снять катки и поднимать трансформатор, вставив вилочный захват автопогрузчика под нижние опорные швеллеры трансформатора (см. рис. 6.2).

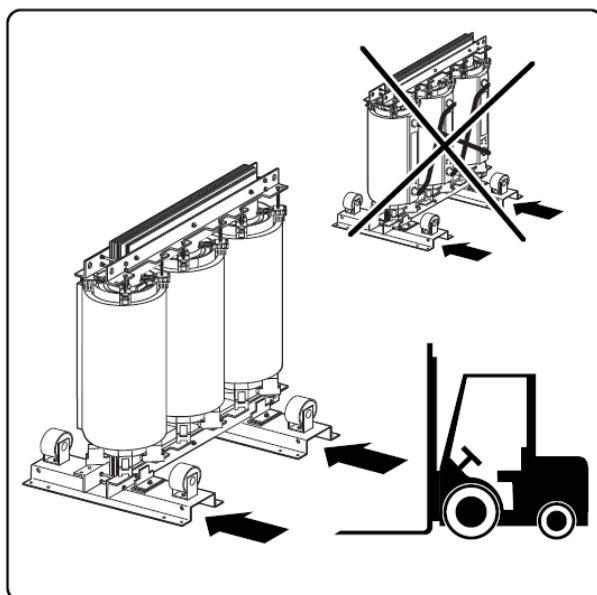


Рис.6.2. Перемещение трансформатора.

6.8. Перемещение трансформатора краном:

- строповка с помощью такелажных цепей (см. рис. 6.3) Подъём трансформатора без защитного кожуха осуществляется при помощи четырёх строповочных скоб. Подъём трансформатора с защитным кожухом осуществляется при помощи двух строповочных скоб. Угол, составляемый двумя строповочными цепями, не должен быть более 60 градусов.

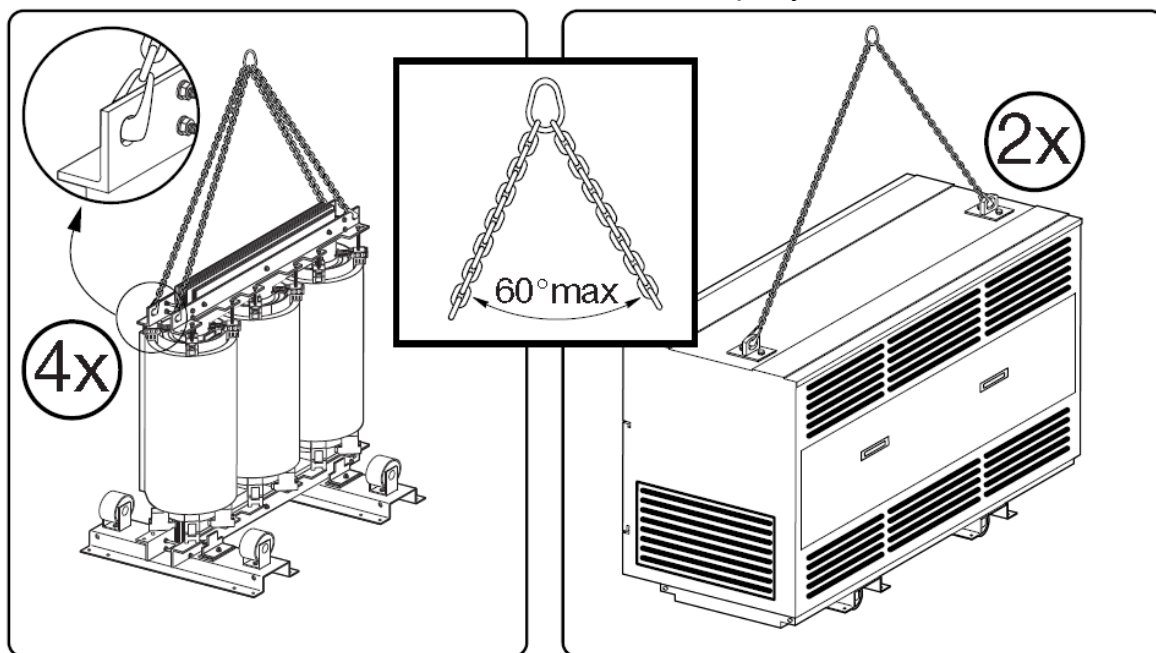


Рис.6.3. Стрповка трансформатора.

6.9. Буксировка трансформатора (как в кожухе так и без кожуха) осуществляется за нижние опорные швеллеры. Для этой цели в каждом швеллере проделаны со всех сторон специальные отверстия. Буксировка может осуществляться только в двух направлениях: параллельно и перпендикулярно осям швеллера.

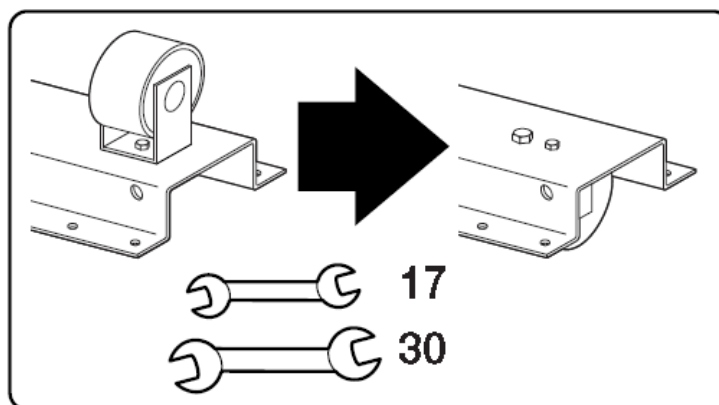


Рис.6.4.Установка катков.

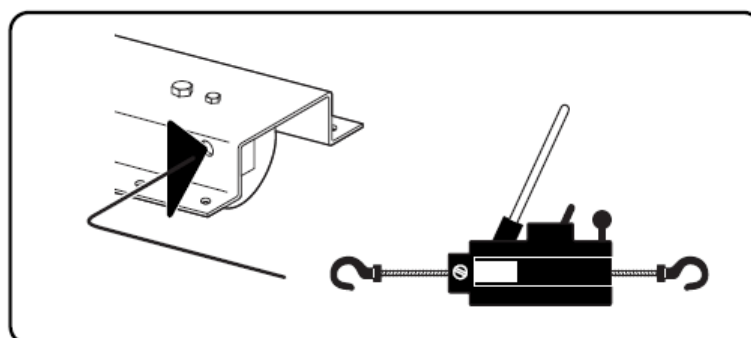


Рис.6.5. Буксировка трансформатора.

6.10. Установка катков (см.рис.6.4) производится либо при подъёме строповочными тросами (см. рис. 6.3), либо при подъёме автопогрузчиком (см. рис.6.2 и 6.6). В последнем случае вилочный захват автопогрузчика подвести под два швеллера в основании трансформатора.

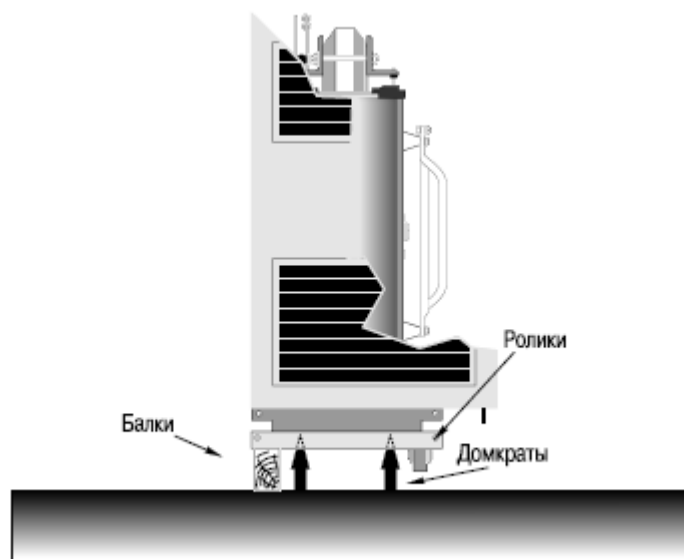


Рис.6.6. Перемещение трансформатора.

Разместите два деревянных бруска толщиной, превышающей высоту катков, под двумя швеллерами в основании трансформатора и опустите на них трансформатор. Установите домкраты под трансформатор, поднимите его и уберите деревянные бруски.

Установите катки в желаемом направлении (катки могут быть установлены в двух направлениях).

Уберите домкраты и опустите трансформатор на катки.

Примечание: при перевозке, как правило, трансформатор закрепляется деревянными брусками. Перед началом разгрузки необходимо удалить данные бруски.

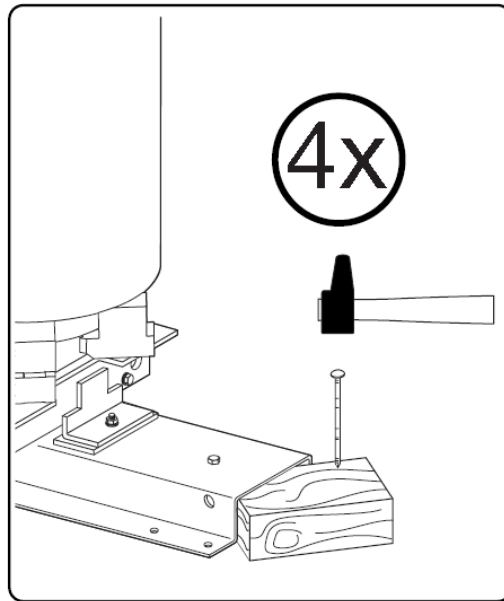


Рис.6.7. Крепление трансформатора.

6.11. Транспортирование и перемещение отдельных мест, производится в вертикальном положении (рис.6.8). Запрещается кантовать, сильно наклонять и бросать. Захват тросом должен осуществляться в обозначенных местах.

6.12. Трансформаторы должны храниться в упакованном виде в закрытых помещениях или под навесом, не допускающих попадания в них атмосферных осадков.

6.13. Распакованные трансформаторы должны храниться в сухих закрытых помещениях.

6.14. Допустимый срок сохранения трансформаторов в заводской упаковке до ввода в эксплуатацию – 3 года.



Рис.6.8. Перевозка трансформаторов.

6.15. Условия транспортирования в части воздействия механических факторов Л по ГОСТ 23216, в части воздействия климатических факторов 8 по ГОСТ15150.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

7. Утилизация

7.1. Сухие трансформаторы с литой изоляцией серии Trihal не представляют опасности для окружающей среды и здоровья людей после окончания срока службы.

7.2. Контактные выводы трансформаторов изготовлены из алюминия.

7.3. Детали и узлы изделия не выделяют вредных веществ в процессе эксплуатации и хранения.

7.4. По истечении срока службы изделие подлежит утилизации на общепринятых основаниях. Других специальных мер при утилизации трансформатора не требуется.

					РЭ 3411-001-45857235-2008	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Габаритные размеры и масса сухих трансформаторов с литой изоляцией серии Trihal

А1. Габаритные размеры и масса стандартизированных исполнений сухих трансформаторов с литой изоляцией серии Trihal защищенного исполнения в соответствии с рис.А1 приведены в таблицах А1.

Таблица А1

Наименование параметра	Значение параметра											
Мощность, кВА	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Габаритные размеры, мм												
A	1650	1650	1650	1700	1800	1800	2000	2000	2150	2330	2330	2500
B	950	950	950	1020	1020	1020	1170	1170	1170	1270	1270	1290
C	1750	1750	1750	1900	2050	2050	2400	2400	2480	2650	2650	2800
D	520	520	520	670	670	670	820	820	820	1070	1070	1070
I	527	527	527	614	614	614	685	685	685	698	698	718
Масса (не более), кг	810	910	1125	1430	1830	2280	2515	2915	3580	4400	5110	7200
Масса кожуха, кг	160	160	170	190	190	190	265	265	325	370	370	450

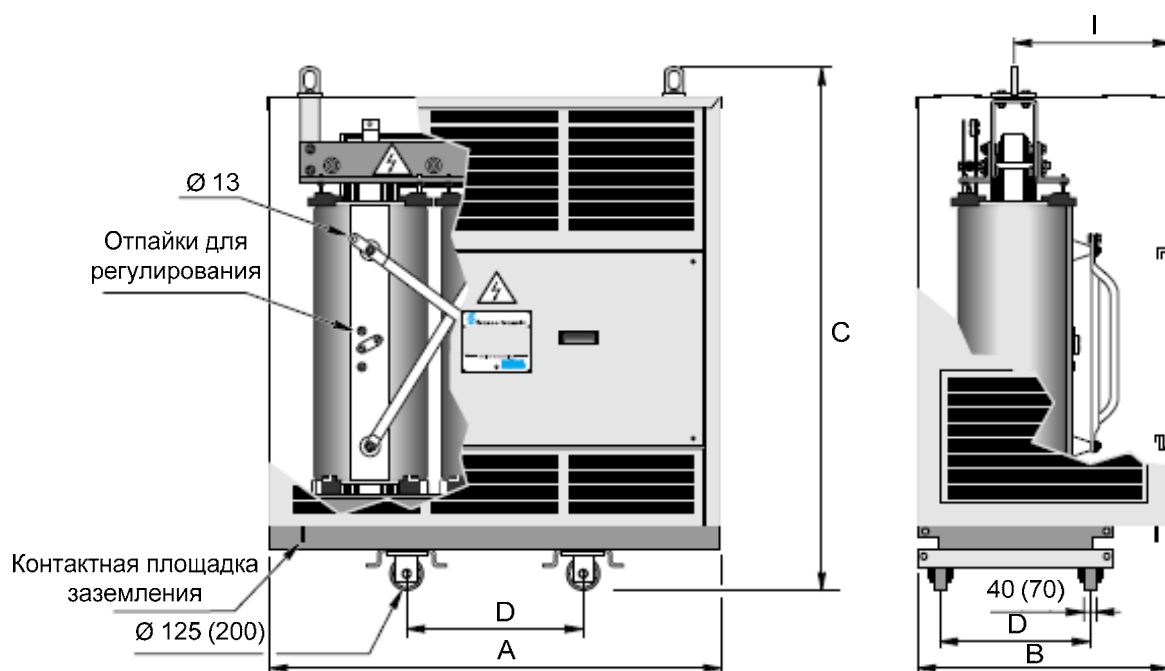


Рис.А1. Габаритные размеры сухих трансформаторов с литой изоляцией серии Trihal защищенного исполнения.

А3. Габаритные размеры и масса стандартизированных исполнений сухих трансформаторов с литой изоляцией серии Trihal открытого исполнения в соответствии с рис. А2 приведены в таблицах А3.

Таблица А3

Наименование параметра	Значение параметра											
Номинальная мощность, кВА	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Габаритные размеры, мм												
A	1050	1080	1209	1263	1494	1558	1574	1620	1680	1814	1940	2100
B	650	650	710	795	828	831	945	945	945	1195	1195	1195
C	1200	1250	1285	1437	1555	1685	1693	1883	2059	2204	2296	2446
D	520	520	520	670	670	670	820	820	820	1070	1070	1070
E	660	660	660	795	795	795	945	945	945	1195	1195	1195
H	172	170	160	205	185	185	245	240	220	280	255	220
I	320	320	388	397	430	433	447	453	466	482	507	553
J	362	330	403	421	487	494	517	530	555	587	640	736
L	160	160	170	188	211	219	223	244	243	247	263	325
M	842	860	863	1023	1053	1183	1203	1363	1508	1613	1633	1759
Масса (не более), кг	650	750	945	1225	1655	1870	2245	2650	3255	4035	4740	4740

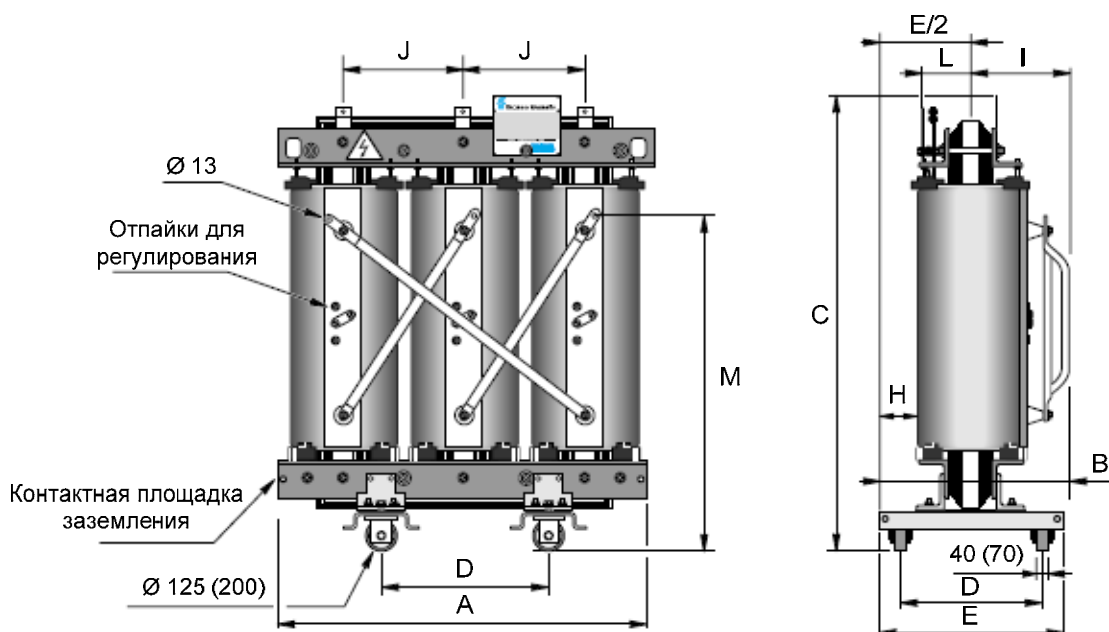
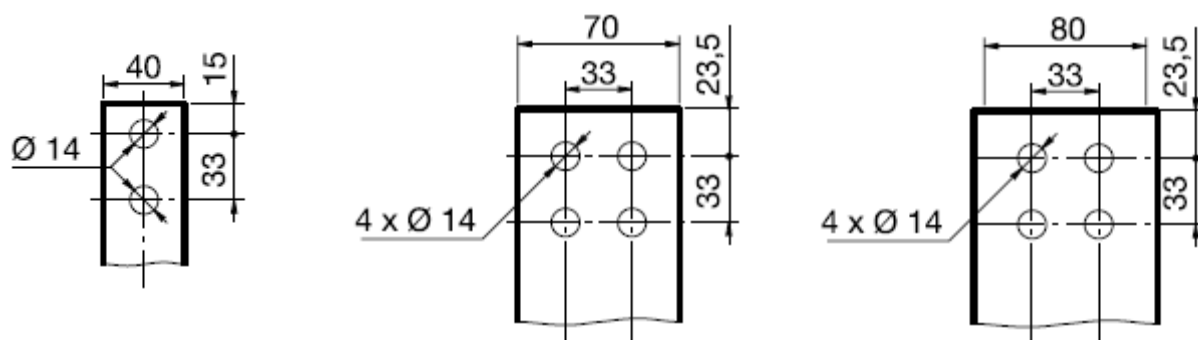


Рис.А2. Габаритные размеры сухих трансформаторов с литой изоляцией серии Trihal открытого исполнения.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Размеры контактных площадок НН и ВН

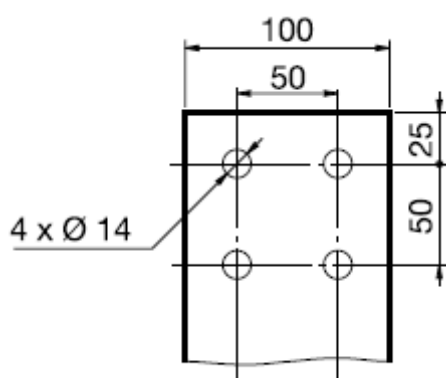
Б1. Контактные площадки НН.



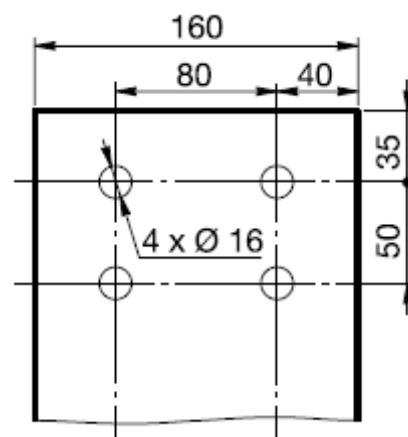
160-400 кВА, толщина
5 мм

630 кВА, толщина 6 мм

1000-1250 кВА, толщина 10
мм

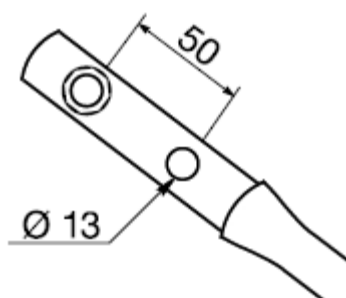


1600 кВА, толщина 12 мм



2000 кВА, толщина 10 мм

Б2. Контактные площадки ВН.

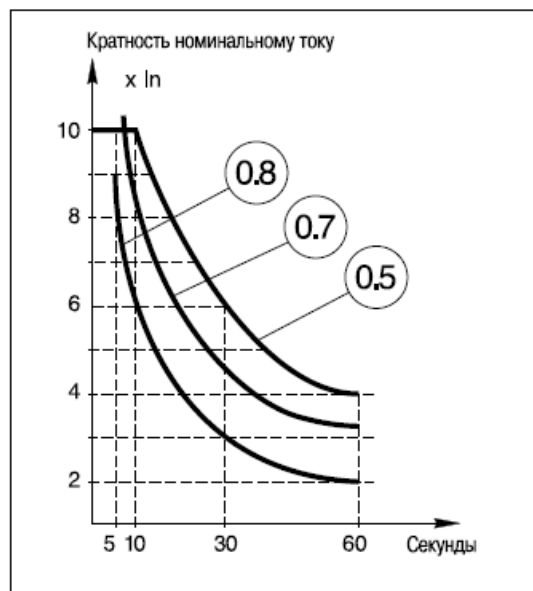
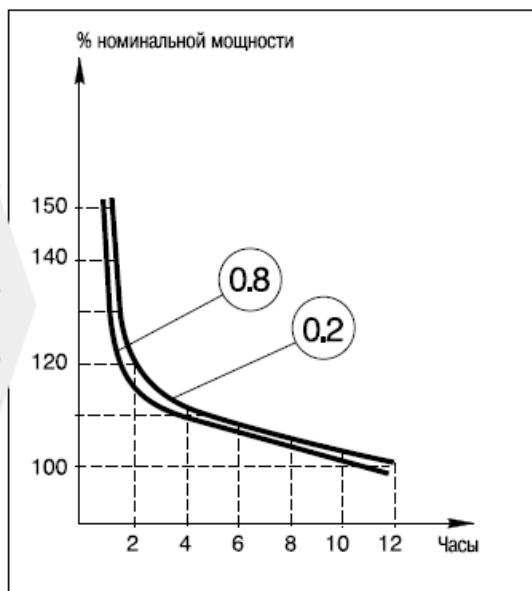


ПРИЛОЖЕНИЕ В. Графики нагрузки трансформаторов

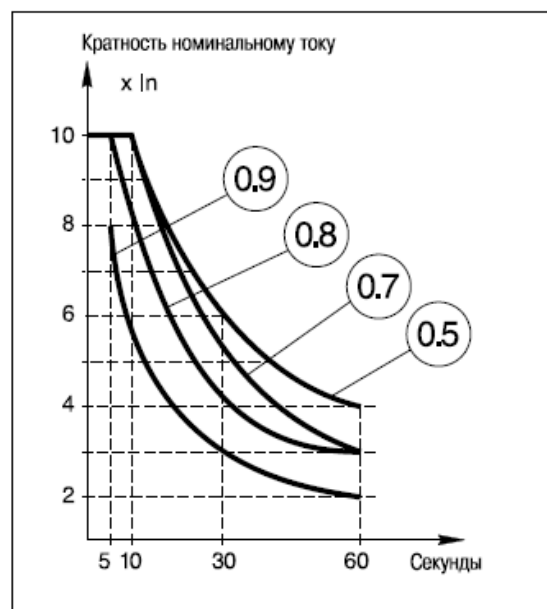
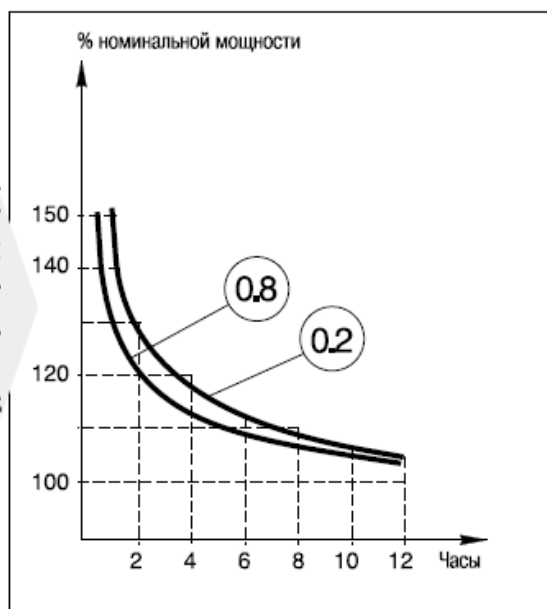
Допустимые временные перегрузки для ежедневного цикла работы

Допустимые кратковременные перегрузки

Среднегодовая температура
окр. среды ($X + 10^{\circ}\text{C}$)



Среднегодовая температура
окр. среды (X)



Среднегодовая температура
окр. среды ($X - 10^{\circ}\text{C}$)

