

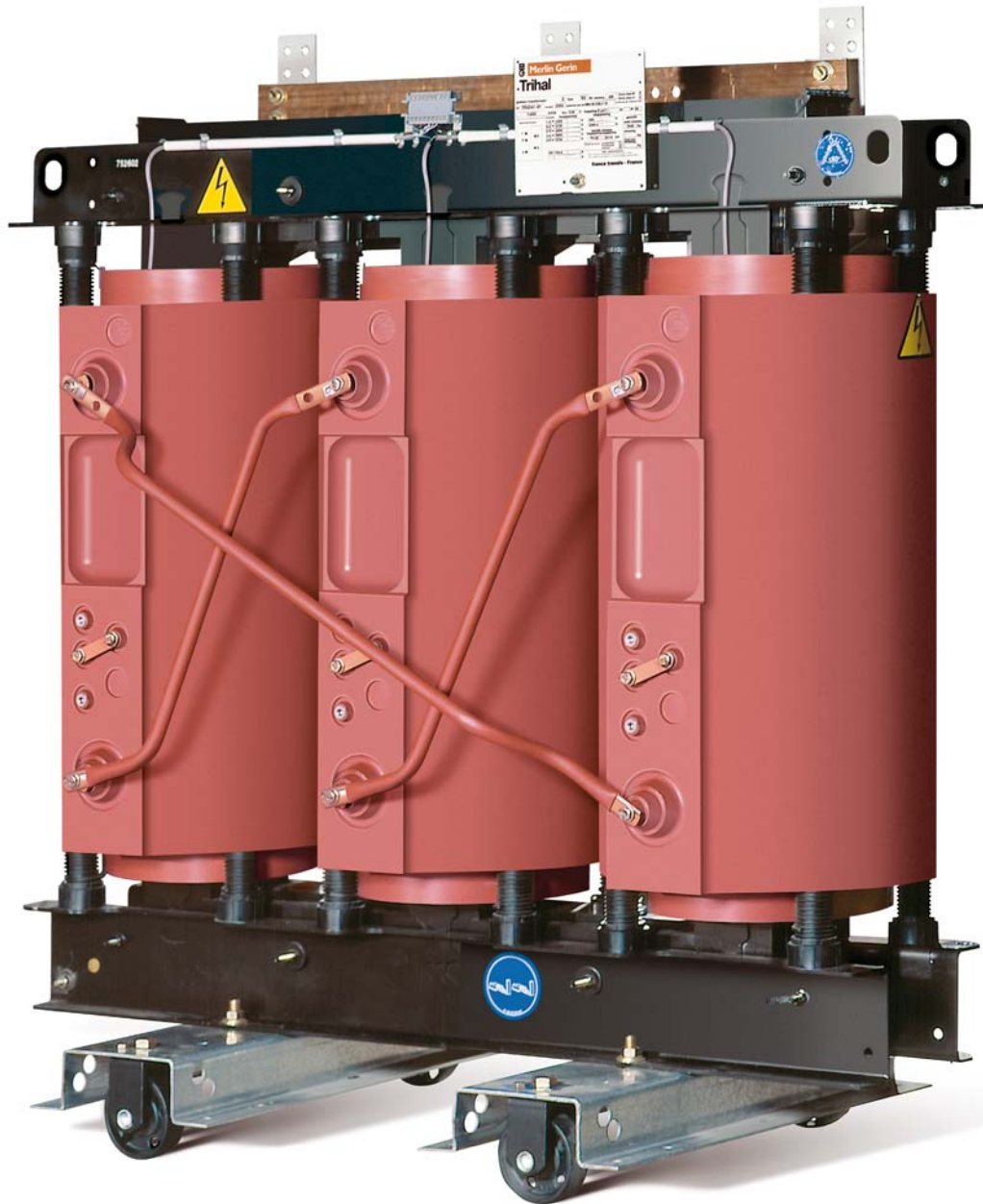
# Сухой трансформатор с литой изоляцией Trihal

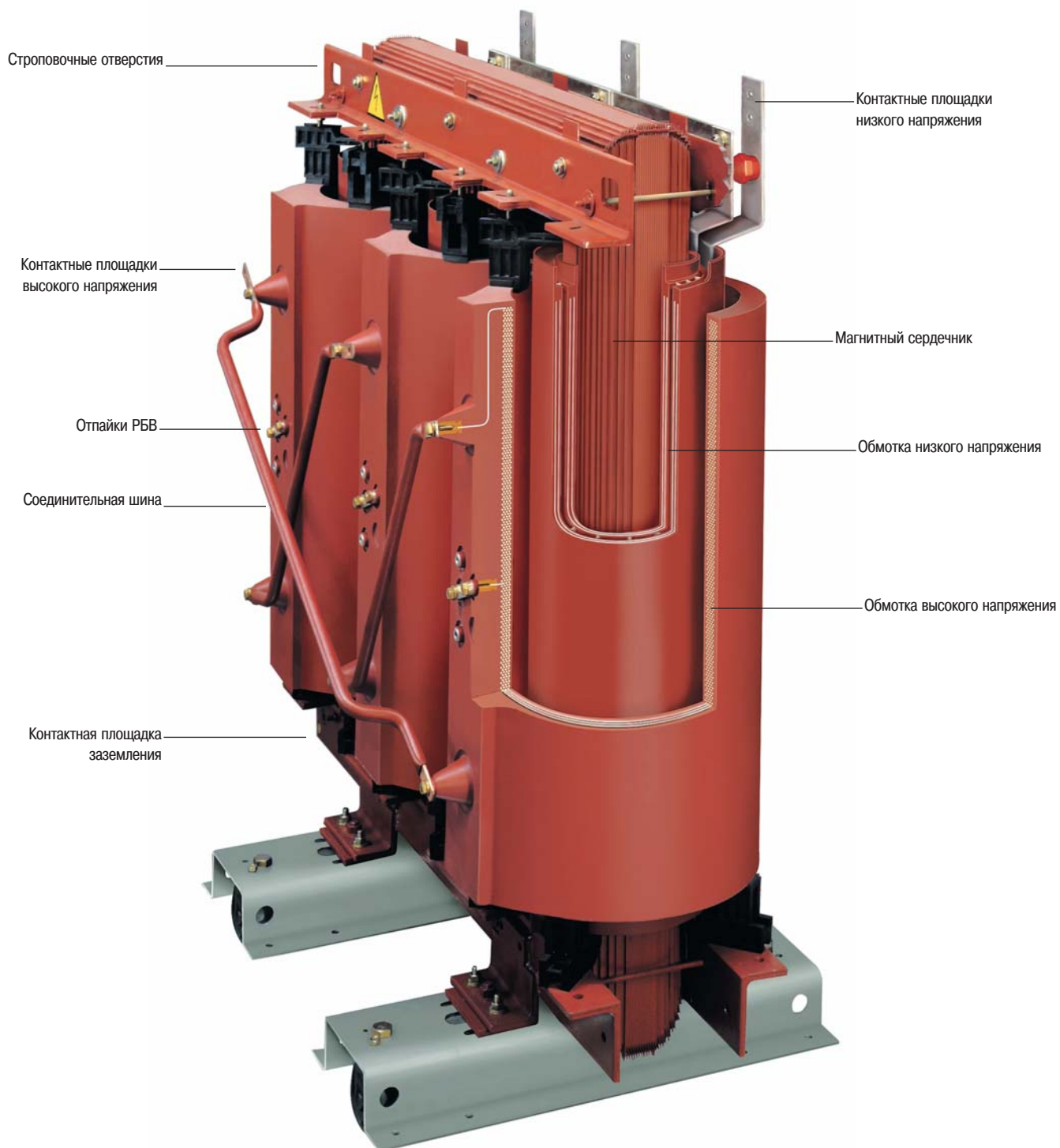


<b>Введение</b>	<b>3</b>
Тип	
Соответствие стандартам	
Серия Trihal	
Технология и производство	
<b>Технология</b>	<b>4-5</b>
Магнитный сердечник	
Обмотка низкого напряжения	
Обмотка высокого напряжения	
Литая изоляция обмотки ВН	
Процесс заливки изоляции обмотки ВН	
<b>Испытания</b>	<b>6-9</b>
Огнестойкость	
Климатические испытания	
Испытания на воздействие окружающей среды	
Электрические испытания	
Уровень шума	
<b>Установка</b>	<b>10-13</b>
Общие положения	
Вентиляция	
Присоединения	
<b>Перегрузки</b>	<b>14</b>
<b>Транспортировка и хранение</b>	<b>15</b>
<b>Ввод в эксплуатацию и обслуживание</b>	<b>16</b>
Ввод в эксплуатацию	
Техническое обслуживание	
Послепродажное обслуживание	
<b>Основные технические характеристики</b>	<b>17</b>
Электрические характеристики	
Размеры и масса	
Размеры контактных площадок НН и ВН	

Трансформатор Trihal характеризуется:

- простотой установки;
- минимальным обслуживанием;
- способностью к самогашению во время пожара;
- отсутствием вредных воздействий на окружающую среду.





*Технология, разработанная и запатентованная на заводе "Франс Трансфо".*

### Тип

Трансформатор Trihal ("Триал") представляет собой трехфазный трансформатор сухого типа с **изоляцией из эпоксидной смолы с наполнителями, которые смешиваются и заливаются в вакууме.**

Наполнитель состоит в основном из **тригидрата алюминия  $Al(OH)_3$** , обладающего огнегасительными свойствами, название которого легло в основу торговой марки **Trihal**.

Трансформатор Trihal предназначен для использования в помещении (относительно наружной установки проконсультируйтесь в Schneider Electric).

### Соответствие стандартам

Трансформатор Trihal соответствует следующим стандартам:

- МЭК 76-1 - 76-5;
- МЭК 726 (1982);
- CENELEC (Европейский комитет по стандартизации электрооборудования, ЕКСЭ): документы по унификации HD 538-1 S1: 1992 и HD 464-S1: 1988/A2: 1991/A3: 1992, относящиеся к трансформаторам сухого типа;
- ГОСТ 11677-85.

Данные трансформаторы сертифицированы в России (серт. № РОСС FR.MBO2.H.00237).

### Серия Trihal

- **Распределительные трансформаторы 100 - 3150-кВ · А, до 12 кВ.**

Относительно других значений мощности и напряжения проконсультируйтесь в Schneider Electric.

Трансформаторы Trihal имеют два типа исполнения:

- без защитного кожуха (IP00);
- в металлическом кожухе (IP31).

Трансформаторы без защитного кожуха не обеспечивают защиту при прямых прикосновениях.

- **Относительно силовых трансформаторов ВН/ВН до 15 МВ · А и 36 кВ проконсультируйтесь в Schneider Electric.**

### Технология и производство

В процессе разработки и производства трансформатора Trihal завод "Франс Трансфо" зарегистрировал два ключевых патента:

- **линейный градиент напряжения обмотки высокого напряжения, при намотке которой не используется межслойная изоляция;**

Очень незначительная разница потенциалов между соседними витками позволяет отказаться от межслойной изоляции и, тем самым, повысить качество процесса заливки изоляции.

- **литая огнестойкая изоляция;**

Данная технология запатентована "Франс Трансфо" и внедрена на заводе в Эннери, близ г. Метц (Франция).

Минимальные сроки поставки обеспечиваются высокой производительностью завода "Франс Трансфо" и наличием склада в ЗАО "Шнейдер Электрик" в г. Москве.

### Система обеспечения качества

Трансформаторы Trihal изготовлены в соответствии с **системой качества, отвечающей международному стандарту ISO 9001**, что подтверждает сертификат, выданный AFAQ (Французская Ассоциация по обеспечению качества).



Трансформаторы Trihal ВН/НН



Трансформатор Trihal ВН/ВН  
10 МВ · А - 20 кВ/6350 В



Номинальная мощность до 140 % с принудительным охлаждением (AF)



(1) Показатель степени защиты IP:

	1-я цифра	2-я цифра
<b>Определение</b>	Защита от твердых предметов	Защита от жидкостей
<b>Шкала*</b>	0-6	0-8
<b>IP 31</b>	Защита от твердых предметов > 2,5 мм	Защита от вертикально падающих водяных капель
<b>IP 21</b>	Защита от твердых предметов > 12 мм	Защита от вертикально падающих водяных капель

\* 0 = отсутствие защиты.

(2) Код IK:

Определение	Защита от механических ударов
<b>Шкала**</b>	0-10
<b>IK 17</b>	Защита от механических ударов ≤ 2 Дж

\*\* 0 = отсутствие защиты.

*Превосходная стойкость  
к импульсному напряжению.*

*Очень низкий уровень  
частичных разрядов ( $\leq 10$  нКл).*

### Магнитный сердечник



### Намотка обмотки низкого напряжения



### Сборочная линия завода в Эннери



### Магнитный сердечник

Магнитный сердечник изготовлен из листов кремнийсодержащей стали с ориентированными зернами, изолированными минеральными окислами.

Рабочие характеристики сердечника определяются маркой стали, способом нарезки листов и методом сборки.

### Обмотка низкого напряжения

Обмотка низкого напряжения обычно изготавливается из алюминиевой ленты (или из медной – на заказ). Такая технология уменьшает осевые нагрузки при коротком замыкании.

Слои обмотки изолированы при помощи материала класса F. Сердечники обмотки низкого напряжения имеют дополнительное защитное покрытие из алкидной смолы.

Такой способ защиты **гарантирует превосходную стойкость к неблагоприятной промышленной среде, а также исключительную электрическую прочность.**

### Обмотка высокого напряжения

Обмотка высокого напряжения обычно выполняется из изолированного алюминиевого провода (или из медного – на заказ) с применением **метода, разработанного и запатентованного “Франс Трансфо”.**

Использование данного метода обеспечивает очень низкий уровень механического 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 разница потенциалов между соседними проводниками позволяет исключить межслойную изоляцию и обеспечивает **высокое качество литой изоляции**, покрывающей все проводники.

Обмотка высокого напряжения заливается изоляцией класса F. Изоляция состоит из эпоксидной смолы с инертными и огнестойкими наполнителями, при этом процессы смешивания и заливки осуществляются в вакууме (см. стр. 5).

**Эта технология придает обмоткам очень высокие диэлектрические свойства с очень низким уровнем частичных разрядов (см. стр. 9).**

### Намотка обмотки высокого напряжения



### Литая изоляция обмотки ВН

Технология заливки в вакууме изоляции из смолы с огнестойкими наполнителями разработана и запатентована заводом «Франс Трансфо».

Литая изоляция класса F состоит из:

■ **эпоксидной смолы** на основе бифенола необходимой вязкости, обеспечивающей превосходное качество пропитки обмоток;

■ ангидридного **отвердителя** с добавкой для повышения гибкости. Этот тип отвердителя обеспечивает отличные термические и механические свойства. Добавка, повышающая гибкость, придает изоляции необходимую упругость для предупреждения растрескивания во время работы;

■ **активного порошкового наполнителя, состоящего из кремнезема (диоксида кремния) и тригидрата алюминия**, тщательно смешанных со смолой и отвердителем.

Кремнезем усиливает механическую прочность литой изоляции и улучшает теплоотдачу.

Тригидрат алюминия гарантирует высокие противопожарные свойства трансформатора Trihal. Тригидрат алюминия способствует проявлению трех противопожарных эффектов, возникающих в случае обгорания литой изоляции (когда трансформатор подвергается воздействию пламени):

- 1-й противопожарный эффект<sup>(1)</sup>: образование отражающего огнеупорного экрана из глинозема (окись алюминия);
- 2-й противопожарный эффект<sup>(1)</sup>: образование преграды из водяного пара;
- 3-й противопожарный эффект<sup>(1)</sup>: поддержание температуры ниже точки воспламенения.

В результате сочетания этих трех противопожарных эффектов происходит немедленное самогашение трансформатора Trihal<sup>(1)</sup>.

Итак, кроме диэлектрических свойств литая изоляция придает трансформатору Trihal превосходную огнестойкость в сочетании со способностью к самогашению, а также обеспечивает надежную защиту от неблагоприятных воздействий промышленной среды.

<sup>(1)</sup> См. стр. 6: все три противопожарных эффекта показаны на рисунках, изображающих обмотку трансформатора Trihal в разрезе.

### Процесс заливки изоляции обмотки ВН

Весь процесс, от дозирования до полимеризации, управляется компьютером.

Тригидрат алюминия и кремнезем высушиваются и дегазируются в вакууме с целью удаления влаги и воздуха, которые могут привести к снижению диэлектрических характеристик литой изоляции.

Половина вышеуказанного состава смешивается со смолой, а другая половина – с отвердителем. Эта операция осуществляется в глубоком вакууме и при контролируемой температуре до получения двух однородных смесей.

Перед окончательным перемешиванием снова производится дегазация с помощью тонкой пленки. Затем осуществляется заливка в предварительно высушенные и подогретые формы при оптимальной температуре пропитки.

Цикл полимеризации начинается с желеобразования при температуре 80 °С и заканчивается длительной полимеризацией при температуре 140 °С.

*Немедленное самогашение.  
Исключено возникновение трещин.*

Пульт управления процессом заливки



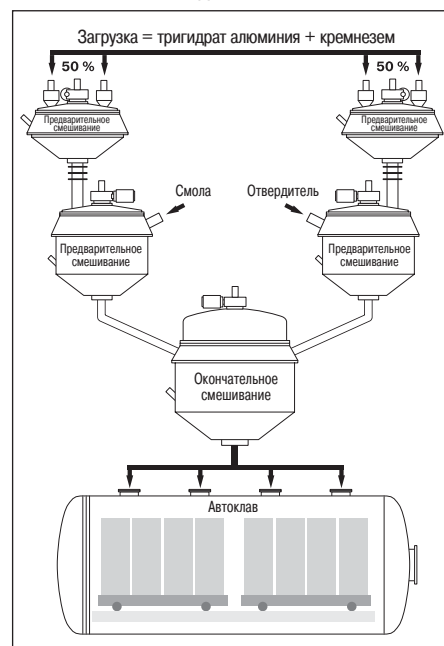
Аппарат для предварительного смешивания



Автоклав



Схема процесса вакуумной заливки



# Trihal

## Испытания

Трансформатор Trihal имеет класс огнестойкости F1 в соответствии со стандартом HD 538.1-S1\*.

### Огнестойкость

Испытание на огнестойкость литой изоляции трансформатора Trihal включает в себя испытания материалов и испытание на соответствие классу F1 по стандарту HD 464 S1.

#### ■ Испытания материалов

Испытания образцов смолы для заливки обмоток трансформатора Trihal проводились независимыми лабораториями.

#### □ Продукты разложения

Анализ и количественное определение газов, образующихся при пиролизе материала, проводятся в соответствии с положениями стандарта NF X 70.100, аналогичными UTE C 20454.

Пиролиз осуществляется при температуре 400, 600 и 800 °C на образцах массой примерно 1 грамм каждый. Данное испытание выполнялось Центральной лабораторией Префектуры Парижа (Laboratoire Central de la Préfecture de Paris).

#### □ Результаты испытания

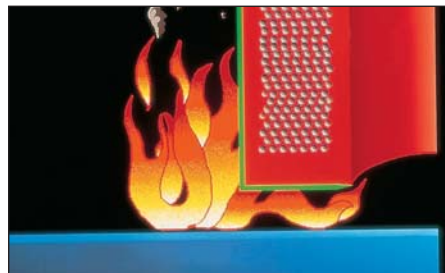
В нижеприведенной таблице указаны средние значения содержания (масса газа и масса материала, выраженные в процентном отношении), полученные по результатам трех испытаний, проводившихся при температуре 400, 600 и 800 °C. Обозначение NS означает, что данный результат слишком близок к пределу чувствительности, поэтому неточен и незначителен.

“0” означает, что газы отсутствуют, или их содержание ниже предела чувствительности измерительного инструмента.

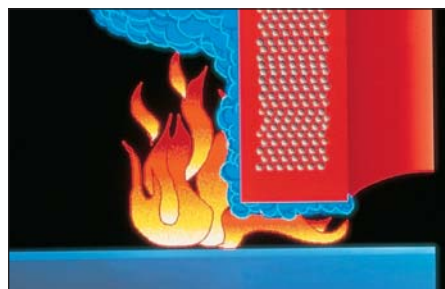
Центральная лаборатория  
Префектуры Парижа  
Сертификат испытания № 1140/86  
от 2 декабря 1986 г.

Продукты разложения: содержание газа/температура		400 °C	600 °C	800 °C
Одноокись углерода	CO	2,5%	3,7%	3,4%
Двуокись углерода	CO <sub>2</sub>	5,2%	54,0%	49,1%
Соляная кислота	HCl в виде ионов хлорида Cl <sup>-</sup>	0	NS	NS
Бромистоводородная кислота	HBr в виде ионов бромиды Br <sup>-</sup>	0	0	0
Цианистоводородная кислота	HCN в виде ионов цианида CN <sup>-</sup>	0	NS	NS
Фтористоводородная кислота	HF в виде ионов фторида F <sup>-</sup>	0	0	0
Сернистый ангидрид	SO <sub>2</sub>	0,2%	0,17%	0,19%
Одноокись азота	NO	0	NS	NS
Двуокись азота	NO <sub>2</sub>	0	NS	NS

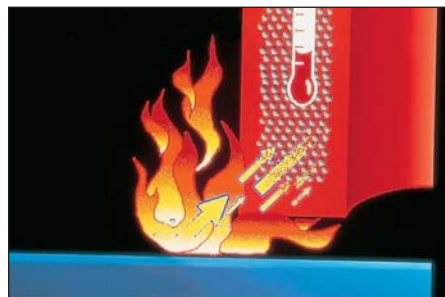
\*Документ по унификации CENELEC.



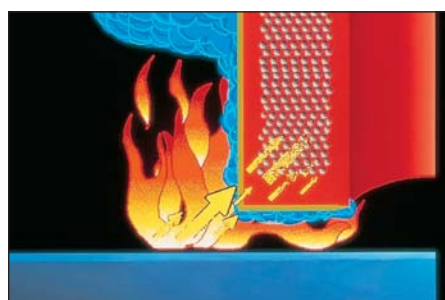
1-й противопожарный эффект: образование отражающего огнеупорного экрана из глинозема (окись алюминия)



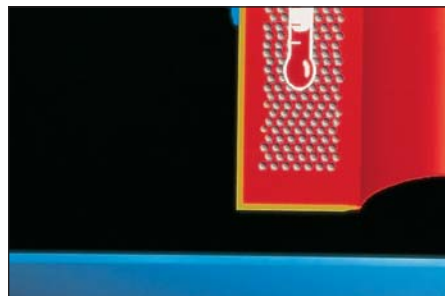
2-й противопожарный эффект: образование преграды из водяного пара



3-й противопожарный эффект: поддержание температуры ниже точки воспламенения



Сочетание трех противопожарных эффектов



Немедленное самогашение

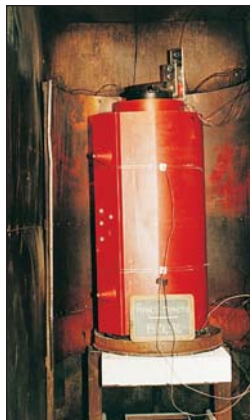


■ Испытание F1  
(в соответствии с приложением ZC.3 стандарта HD 464 S1).

Испытание на модели  
Это испытание проводилось лабораторией STELF Национального центра профилактики и защиты (Laboratoire STELF du Centre National de Prévention et de Protection CNPP).  
Протокол испытаний № PN94 4636.

**630 кВ · А № 601896.01**

□ Методика испытания  
Катушка в сборе трансформатора Trihal (обмотка ВН + обмотка НН + сердечник) была помещена в камеру, описанную в стандарте МЭК 332-3 (относительно электрических кабелей), см. рис. 1. Испытание началось с поджигания спирта в резервуаре (исходный уровень 40 мм) и включения радиатора мощностью 24 кВт.



Испытание F1 на катушке трансформатора Trihal

В соответствии со стандартом HD 538.1-S1\*



Катушка трансформатора Trihal после испытания F1

Продолжительность испытания составила 60 минут в соответствии со стандартом.

□ Оценка результатов  
Нагрев замерялся в течение всего испытания. В соответствии со стандартом температура оставалась на уровне  $\leq 420^\circ\text{C}$ .

**Через 45 мин:** температура составляла  $85^\circ\text{C}$  (ниже  $140^\circ\text{C}$ , в соответствии со стандартом), см. рис. 2;

**Через 60 мин:** температура составляла  $54^\circ\text{C}$  (ниже  $80^\circ\text{C}$ , в соответствии со стандартом), см. рис. 2.

Наличие таких компонентов, как соляная кислота (HCl), циановодородная кислота (HCN), бромоводородная кислота (HBr), фтороводородная кислота (HF), двуокись серы (SO<sub>2</sub>), формальдегид (HCHO) отмечено не было.

*Стандарт HD 464 S1\* определяет 3 испытания (климатическое, воздействие окружающей среды и огнестойкость), проводимые на одном и том же стандартном сухом трансформаторе.*

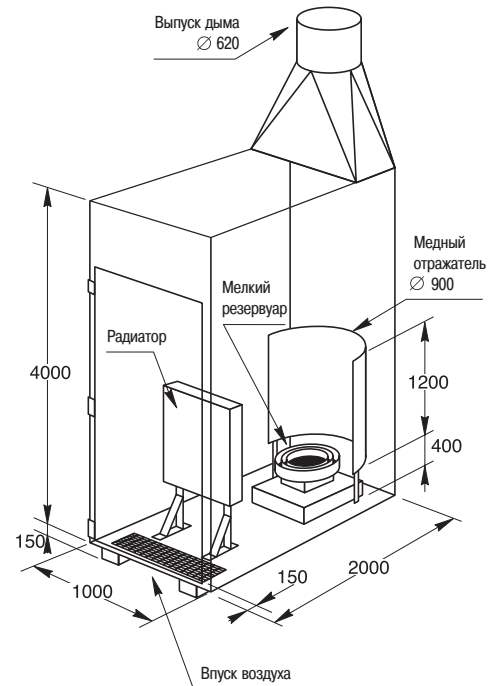
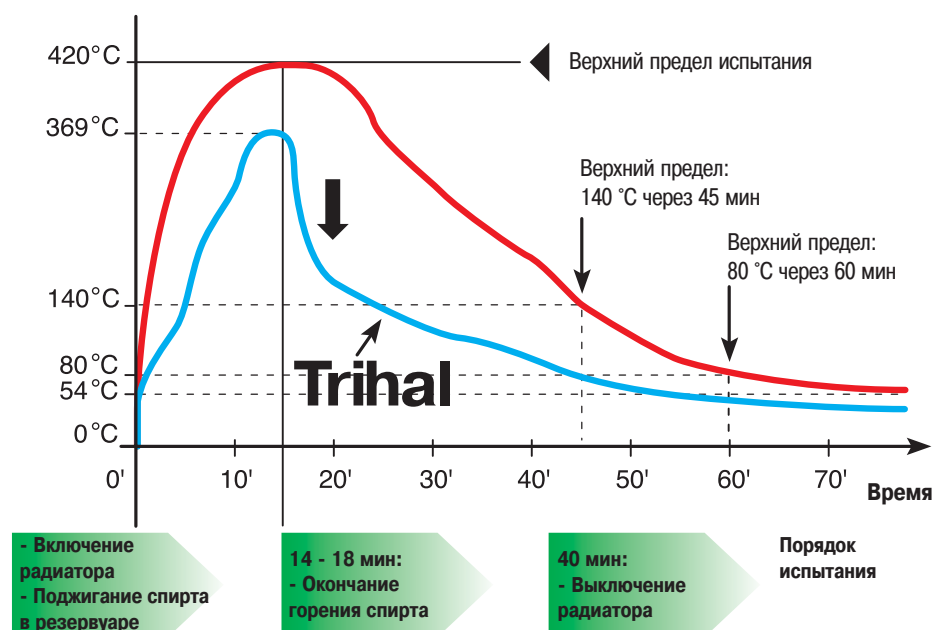


Рис. 1: Испытательная камера МЭК 332-3

Рис. 2  
Фактическая температура ( $\Delta T$ )



\* Документ по унификации CENELEC.

*Трансформатор Trihal устойчив к изменению нагрузки и к перегрузкам.*

*Трансформатор Trihal имеет классификацию C2 и E2 в соответствии со стандартом HD 464 S1\*.*



Рис. 1: C2a



Рис. 2: C2b



Рис. 3: E2a



Рис. 4: E2b

### Климатические испытания

■ Испытание C2a (в соответствии с приложением ZB.3.2.a стандарта HD 464 S1\*).

#### Тепловой удар

Лаборатория КЕМА, Голландия.  
Протокол испытаний № 31813.00-HSL 94-1258.

#### 630 кВ · А № 601896.01

□ Методика испытания

Трансформатор Trihal был помещен на 12 часов в климатическую камеру, температура воздуха в которой была первоначально доведена до  $(-25 \pm 3)^\circ\text{C}$  за 8 часов (рис. 1).

□ Оценка результатов

Трансформатор Trihal был подвергнут визуальному осмотру, затем испытаниям на диэлектрическую прочность первичным и вторичным напряжениями, равными 75% от номинальных значений, и измерениям частичных разрядов. Уровень частичных разрядов является критическим параметром, влияющим на срок службы сухого трансформатора с литой изоляцией. В соответствии со стандартом HD 538.1-S1 уровень должен быть  $\leq 20$  пКл. Для трансформатора Trihal это значение составило  $\leq 2$  пКл<sup>(1)</sup>. При испытаниях на диэлектрическую прочность пробой или перекрытия не наблюдались.

■ Дополнительное испытание C2b\*\* (в соответствии с приложением ZB.3.2.b стандарта HD 464 S1\*)

#### Тепловой удар

Лаборатория КЕМА, Голландия.  
Протокол испытаний № 31882.00-HSL 94-1259.

□ Методика испытания

Катушки трансформатора Trihal были погружены последовательно в 2 бака, один с кипящей водой при температуре  $> 96^\circ\text{C}$ , другой с ледяной водой  $< 5^\circ\text{C}$ . Данная операция была повторена 3 раза. Каждое погружение длилось 2 часа. Перемещение из одного бака в другой длилось менее 2 минут (рис. 2).

□ Оценка результатов

Трансформатор Trihal был подвергнут визуальному осмотру, затем испытаниям на диэлектрическую прочность первичным и вторичным напряжениями, равными 75% от номинальных значений, и измерениям частичных разрядов. Уровень частичных разрядов является критическим параметром для определения срока службы сухого трансформатора с литой изоляцией. В соответствии со стандартом HD 538.1-S1 уровень должен быть  $\leq 20$  пКл. Для трансформатора Trihal это значение составило  $\leq 1$  пКл<sup>(1)</sup>. При испытаниях на электрическую прочность пробой или перекрытия не наблюдались.

### Испытания на воздействие окружающей среды

■ Испытание E2a

(в соответствии с приложением ZA.2.2.a стандарта HD 464 S1\*)

#### Конденсация и влажность

Лаборатория КЕМА, Голландия.  
Протокол испытаний № 31813.00-HSL 94-1258.

#### 630 кВ · А № 601896.01

##### 1 - Конденсация

□ Методика испытания

Трансформатор Trihal находился более 6 часов в климатической камере, в которой поддерживалась температура, необходимая для образования конденсата на трансформаторе. Влажность поддерживалась на уровне  $> 93\%$  посредством постоянного распыления воды (рис. 3).

□ Оценка результатов

Через 5 минут после окончания распыления воды трансформатор Trihal, находящийся в климатической камере, был испытан вторичным напряжением, равным 1,1 номинального напряжения в течение 15 минут. Пробой или перекрытия не наблюдались.

##### 2 - Влажность

□ Методика испытания

Трансформатор находился 144 часа в климатической камере при температуре  $(50 \pm 3)^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $(90 \pm 5)\%$ .

□ Оценка результатов

По окончании этого периода трансформатор Trihal был испытан первичным и вторичным напряжениями, равными 75% от номинальных значений. Пробой или перекрытия не наблюдались.

■ Дополнительное испытание E2b\*\*

(в соответствии с приложением ZA.2.2.b стандарта HD 464 S1\*).

#### Конденсация и влажность

Лаборатория КЕМА, Голландия.  
Протокол испытаний № 31882.00-HSL 94-1259.

□ Методика испытания

Трансформатор Trihal был погружен на 24 часа в соленую воду при комнатной температуре (рис. 4).

□ Оценка результатов

Через 5 минут после извлечения из воды трансформатор Trihal был испытан вторичным напряжением, равным 1,1 номинального напряжения в течение 15 минут. Пробой или перекрытия не наблюдались. Затем, после сушки, был испытан первичным и вторичным напряжениями, равными 75% от номинальных величин. Пробой или перекрытия не наблюдались.

\* Документ по унификации CENELEC.

\*\* Два метода (а или b) по выбору производителя.

<sup>(1)</sup> Гарантированный уровень частичных разрядов трансформаторов Trihal:  $\leq 10$  пКл.

### Электрические испытания

Эти испытания проводятся с целью подтверждения заявленных электрических характеристик. Они включают в себя:

#### ■ Заводские электрические испытания

После установки эти испытания систематически проходят все трансформаторы Trihal. По результатам испытаний составляется официальный протокол, в который входят:

#### □ Измерения

- измерение сопротивления обмоток;
- измерение коэффициента трансформации и контроль группы соединения обмоток;
- измерение напряжения короткого замыкания;
- измерение потерь при нагрузке;
- измерение потерь тока холостого хода.

#### □ Испытания диэлектрической прочности

- испытания приложенным напряжением;
- испытания наведенным напряжением;
- измерение частичных разрядов при следующем критерии допустимости:

●  $\leq 10$  пКл при  $1,1 U_m^{(1)}$ ;

●  $\leq 10$  пКл гарантировано при  $1,375 U_n$ , здесь  $U_m > 1,25 U_n$

$U_n$  = номинальное напряжение;

$U_m$  = наибольшее напряжение системы.

#### ■ Типовые испытания

Эти испытания проводятся по заказу, за счет клиента.

#### □ Испытание на стойкость к грозовому импульсному напряжению

Импульсное испытательное напряжение обычно имеет отрицательную полярность. Последовательность испытания состоит из ка-либровочного импульса с уровнем между 50 и 75 % полного напряжения, за которым следуют три импульса полного напряжения. Приложенный импульс является полным стандартным грозовым импульсом (см. диаграмму).

#### □ Испытание на нагрев в соответствии со стандартом МЭК 726

Это испытание осуществляется методом моделирования нагрузки. Нагрев измеряется во время двух испытаний:

- опыт холостого хода;
- опыт короткого замыкания.

Общий нагрев рассчитывается в соответствии со стандартом МЭК-726.

#### ■ Специальные испытания

Эти испытания проводятся по заказу, за счет клиента.

#### □ Испытание на короткое замыкание

Это испытание осуществляется на специальном стенде в соответствии со стандартом МЭК 76-5. Испытание длительностью 0,5 секунды проводится для каждой фазы трансформатора. 29 февраля 1986 г. трансформатор Trihal 800 кВ · А 20 кВ/410 В успешно прошел испытания в Исследовательском центре ЭДФ в Ренардьярах, Франция.

Исследовательский центр ЭДФ в Ренардьярах  
Официальный протокол испытаний HM51/20.812  
от 4 марта 1988 г.

### Уровень шума

Измерение уровня шума является частью специальных испытаний, осуществляемых на заказ. Основной причиной шума трансформатора является магнитострикция сердечника.

Уровень шума может быть выражен двумя способами:

- через уровень акустического давления  $L_p(A)$ , получаемый путем расчета квадрата среднего результата измерений, выполненных по стандарту МЭК 551 на данном расстоянии от трансформатора под номинальным напряжением;
- через уровень акустической мощности  $L_w(A)$ , вычисляемый на основе уровня акустического давления по следующей формуле:

$$L_w(A) = L_p(A) + 10 \log S,$$

$L_w(A)$  = средний уровень акустической мощности в дБ (А);

$L_p(A)$  = средний уровень значений акустического давления, измеренных в дБ (А);

$S$  = эквивалентная площадь в  $m^2$

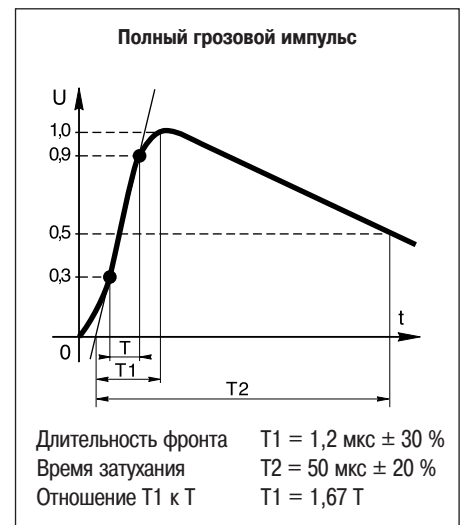
$$= 1,25 \times H \times P,$$

где  $H$  - высота трансформатора

в метрах;

$P$  - периметр контура измерений на расстоянии 1 метр.

Уровень частичных разрядов  $\leq 10$  пКл.  
Уровень изоляции 12 кВ:  
испытание импульсом 75 кВ.  
Уровень изоляции 17,5 кВ:  
испытание импульсом 95 кВ.



(1) Стандартные значения испытательного напряжения:

Высокое напряжение (кВ)	3,6	7,2	12	17,5	24
Действ., кВ, 50 гц - 1 мин	10	20	28	38	50
Имп., кВ - 1,2/50 мкс	40	60	75	95	125

Пульт управления испытательного стенда



# Trihal

## Установка

*Удобство и быстрота установки.*

Трансформаторы Trihal в металлическом кожухе IP31, установленные на металлургическом заводе



Рис. 1

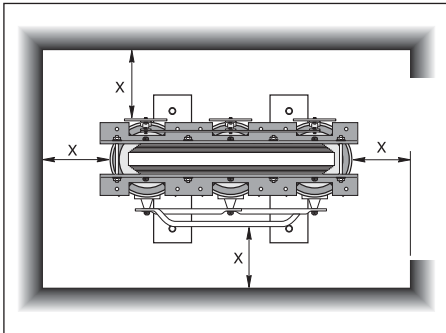
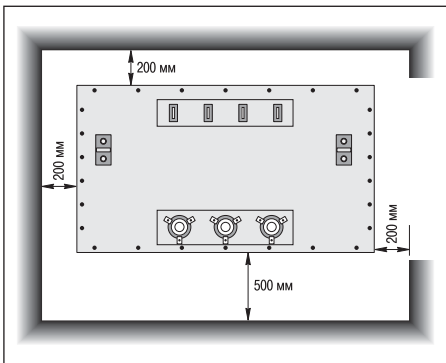


Рис. 2



С трансформатором поставляется инструкция по установке, вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию.

### Общие положения

Благодаря отсутствию жидких диэлектриков и превосходной огнестойкости трансформаторов Trihal особые меры противопожарной безопасности не требуются, при условии соблюдения следующих указаний:

- нельзя устанавливать трансформатор в зоне, где есть опасность затопления;
- высота над уровнем моря не должна превышать 1000 м, если только большая высота не была указана при заказе;
- температура окружающего воздуха в помещении, где установлен трансформатор, должна быть в следующих пределах:
  - минимальная температура: -25 °С;
  - максимальная температура: +40 °С
 (если только в заказе не содержалось особое требование к температуре, на основе которого был сделан специальный расчет трансформатора);
- Стандартный трансформатор рассчитан в соответствии со стандартом МЭК 76 для следующей температуры окружающей среды:
  - максимальная температура: 40 °С;
  - среднесуточная температура: 30 °С;
  - среднегодовая температура: 20 °С.

- местная вентиляция должна обеспечивать рассеяние суммарных потерь трансформатора;
- трансформатор, в том числе в металлическом кожухе IP31, рассчитан на внутреннюю установку (относительно наружной установки проконсультируйтесь в Schneider Electric);
- необходимо предусмотреть доступ к контактным площадкам и регулировочным отпайкам;
- по вопросу мобильной установки проконсультируйтесь в Schneider Electric.

■ Трансформатор Trihal без защитного кожуха (IP00) (рис. 1).

В этом случае должна быть предусмотрена защита от прямых прикосновений. Кроме того: □ следует предотвратить возможность попадания на трансформатор водяных капель (например, в случае конденсации влаги на вышерасположенных трубопроводах);

□ необходимо предусмотреть минимальные расстояния до стен в соответствии со следующей таблицей:

Номинальное напряжение (кВ)	Расстояние X <sup>(1)</sup> (мм)	
	до сплошной стены	до ограждения из сетки
6	90	300
10	120	300
20	220	300

В случае невозможности соблюдения какого-либо из этих расстояний, проконсультируйтесь в Schneider Electric.

■ Трансформатор Trihal в металлическом кожухе IP31 (рис. 2)

Для обеспечения правильного охлаждения необходимо предусмотреть минимальное расстояние 200 мм между внешней стороной трансформатора и стенами помещения.

(1) Доступ к отпайкам РВВ не учитывается.

Трансформаторы Trihal (IP00), установленные на Всемирной выставке ЭКСПО 92 в Севилье



### Вентиляция

■ Определение высоты расположения и сечения вентиляционных отверстий

В общем случае естественного охлаждения (АН) целью вентиляции подстанции или кожуха является рассеяние тепла посредством естественной конвекции.

Правильно организованная система вентиляции включает в себя отверстие сечением  $S$  для впуска свежего воздуха, расположенное в нижней части стены помещения, и отверстие сечением  $S'$  для выпуска воздуха, расположенное в верхней части противоположной стены на высоте  $H$  по отношению к впускному отверстию (рис. 1). Следует отметить, что ограничение циркуляции воздуха сокращает длительную и кратковременную перегрузочную мощность трансформатора.

■ Формула для расчета вентиляции

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

$P$  - сумма потерь холостого хода и нагрузочных потерь трансформатора, выраженная в кВт при 120 °С;

$S$  - площадь отверстия впуска воздуха (за вычетом площади решетки), выраженная в м<sup>2</sup>;

$S'$  - площадь отверстия выпуска воздуха (за вычетом площади решетки), выраженная в м<sup>2</sup>;

$H$  - высота расположения выпускного отверстия по отношению к впускному, выраженная в метрах.

Данная формула действительна для средней температуры окружающего воздуха 20 °С и высоты над уровнем моря 1000 м.

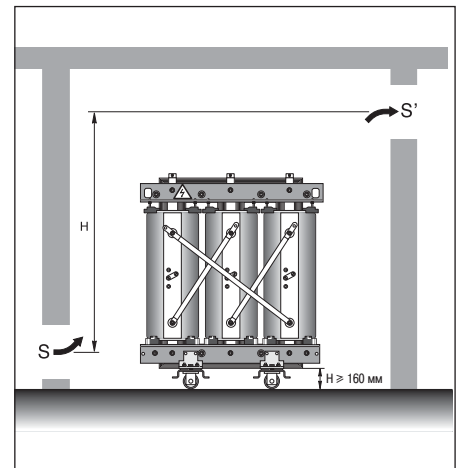
■ Принудительная вентиляция

Принудительная вентиляция подстанции необходима в случае, если температура окружающего воздуха превышает 20 °С, если помещение мало или плохо вентилируется, а также при эксплуатации с частыми перегрузками.

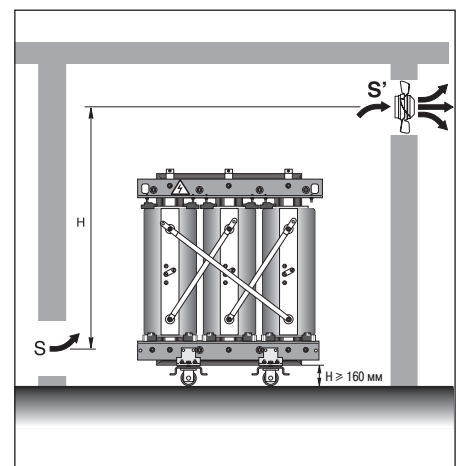
Управление вентилятором может обеспечиваться термостатом.

Рекомендуемая производительность (м<sup>3</sup>/с) при 20 °С:  $0,1 \times P$ , где  $P$  - суммарные потери в кВт.

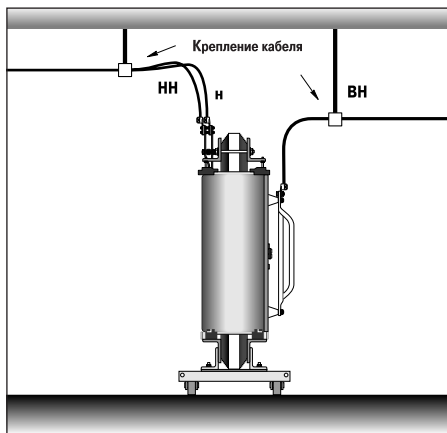
Рис. 1



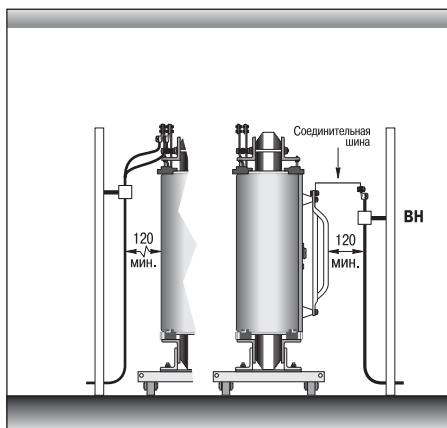
Принудительная вентиляция



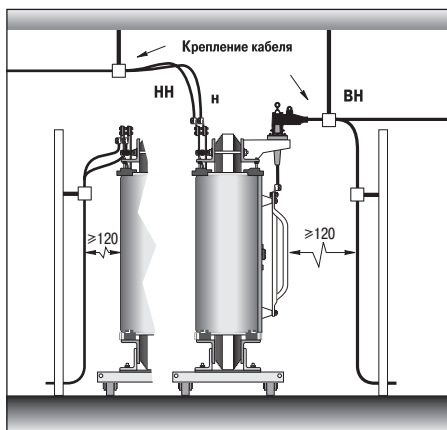
**Рис. 1: Стандартные присоединения ВН и НН сверху**



**Рис. 2: Стандартные присоединения ВН и НН снизу**



**Рис. 3: Присоединения ВН через разъемы**



### Присоединения

Во всех случаях, показанных на рисунках, 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.

### Предупреждение:

- 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.

■ Трансформатор Trihal без защитного кожуха (IP00)

### □ Стандартные присоединения ВН и НН:

- отходящие линии (или вводы) НН могут присоединяться сверху или снизу (рис. 1 и 2);
- отходящие линии (или вводы) ВН могут присоединяться сверху или снизу (рис. 1 и 2);
- в случае верхнего присоединения отходящих линий (или вводов) необходимо предусмотреть распорку (не входит в поставку "Франс Трансфо").

□ Присоединения ВН через разъемы (рис. 3).

### Стандартные присоединения ВН и НН сверху



■ Трансформатор Trihal  
в металлическом кожухе IP31

- Стандартные присоединения ВН и НН (рис. 1 и 2)
- отходящие линии или вводы НН присоединяются сверху под верхней крышкой кожуха;
  - низковольтные кабели не должны ни в коем случае проходить между обмотками ВН и кожухом;
  - отходящие линии или вводы ВН могут присоединяться сверху (рис. 1) или снизу (рис. 2).

Рис. 1: Стандартные присоединения ВН и НН сверху

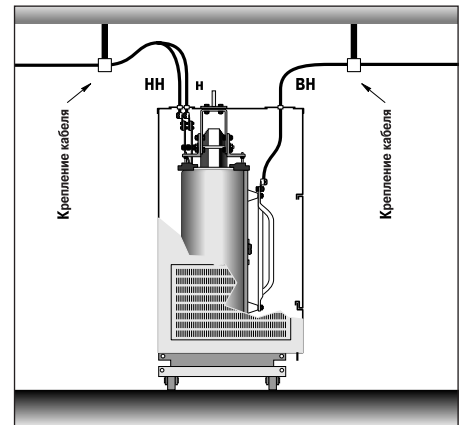


Рис. 2: Стандартное присоединение ВН снизу

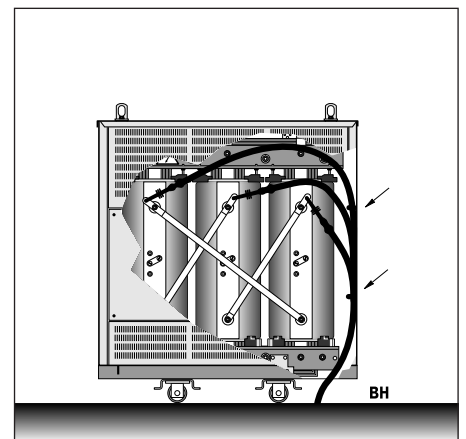
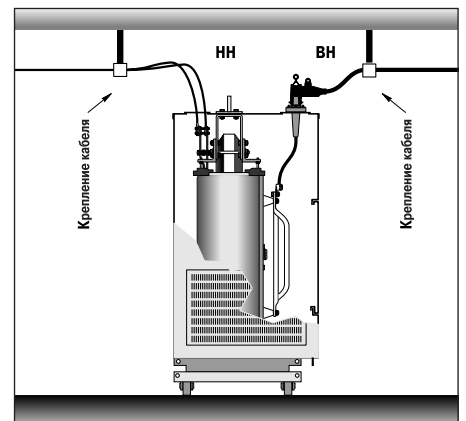


Рис. 3: Присоединения ВН через разъемы (на заказ)



Стандартные присоединения НН сверху (1)



Присоединения ВН сверху через разъемы (1)  
(на заказ)



Присоединения ВН и НН сверху



(1) При снятых панелях кожуха.

- Присоединение ВН снизу
- отходящие линии или вводы ВН могут присоединяться снизу непосредственно к контактным площадкам (рис. 2); в этом случае кабели вводятся через съемный люк, расположенный внизу справа на стороне ВН;
  - высоковольтные кабели должны быть закреплены внутри кожуха на панели со стороны ВН. Для этой цели там предусмотрены два отверстия (рис. 2) (крепежные детали не входят в поставку "Франс Трансфо").
- Следует проверить возможность этого типа присоединения, исходя из сечения и радиуса изгиба кабелей, а также из наличия свободного места внутри корпуса.

- Присоединение ВН через разъемы (рис. 3).

**Предупреждение**

После просверливания изолирующей панели под присоединения ВН, НН необходимо убедиться в соответствии степени защиты IP31.

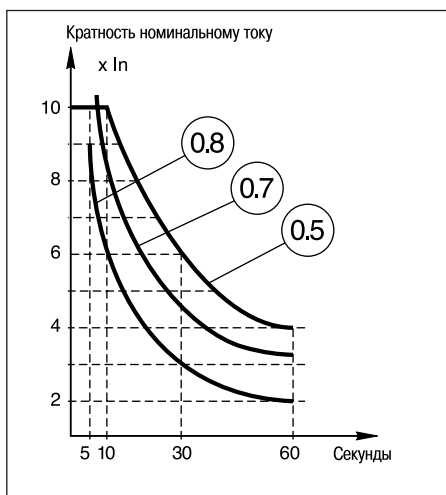
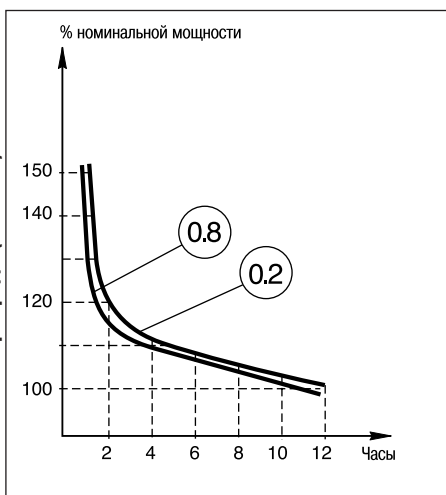
# Trihal

## Перегрузки

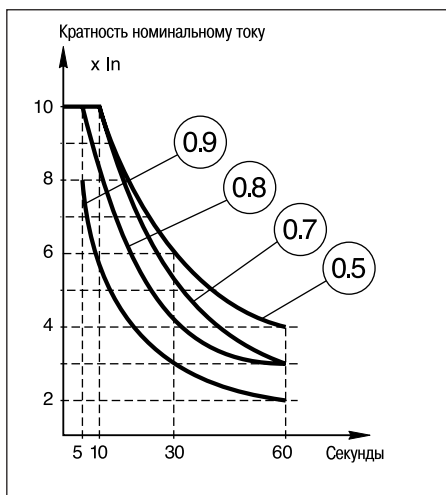
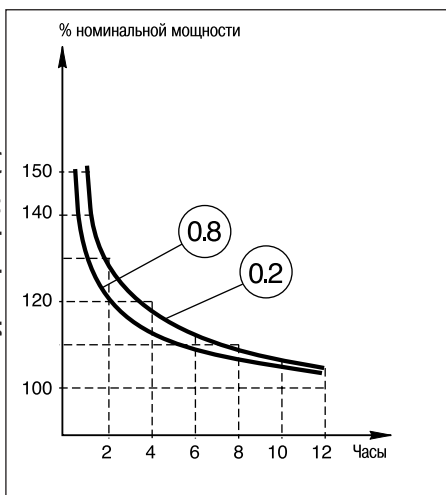
### Допустимые временные перегрузки для ежедневного цикла работы

### Допустимые кратковременные перегрузки

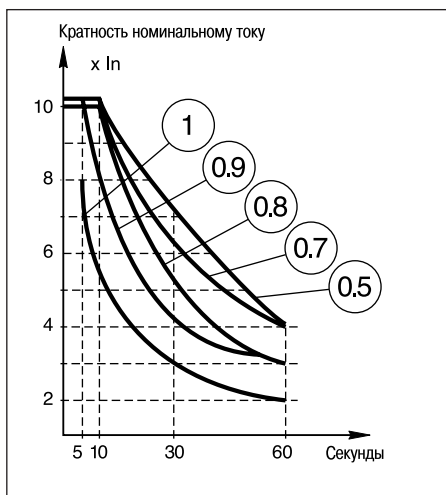
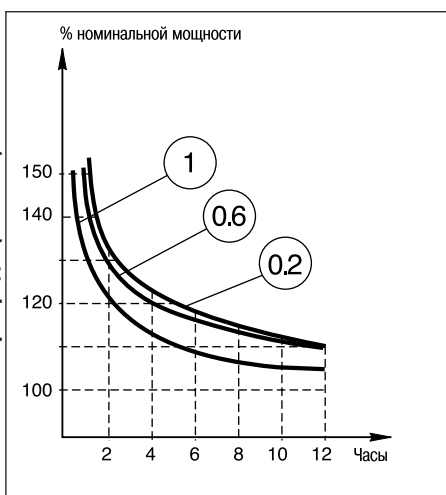
Среднегодовая температура окр. среды ( $X + 10^\circ\text{C}$ )



Среднегодовая температура окр. среды ( $X$ )



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



### Общие положения

Трансформаторы рассчитаны на работу с номинальной мощностью при температуре окружающей среды, определяемой стандартом МЭК 76:

- максимальная температура:  $40^\circ\text{C}$ ;
- среднесуточная температура:  $30^\circ\text{C}$ ;
- среднегодовая температура:  $20^\circ\text{C}$ .

Если нет особых требований, то среднегодовой температурой является  $20^\circ\text{C}$ .

■ Перегрузки без сокращения срока службы до-пускаются при условии, что они компенсируются рабочей нагрузкой, меньшей, чем номинальная мощность.

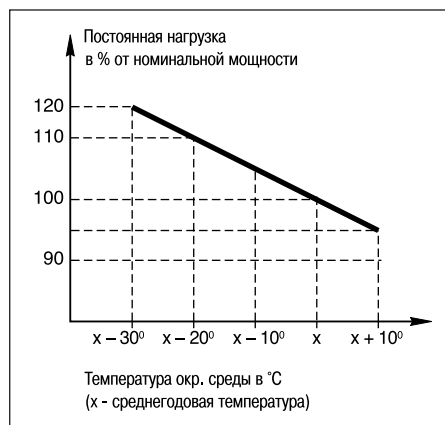
$$K = \frac{\text{нагрузка}}{\text{номинальная мощность}}$$

Допустимые перегрузки также зависят от средней температуры окружающей среды.

В 1-й колонке даны перегрузки для ежедневного цикла работы.

Во 2-й колонке указаны допустимые кратковременные перегрузки.

■ Ниже показана допустимая постоянная нагрузка в зависимости от средней температуры, соответствующей нормальному сроку службы.



■ Трансформатор, рассчитанный на работу при температуре окружающей среды  $40^\circ\text{C}$ , может использоваться при более высокой температуре с уменьшением мощности, как показано в ниже-следующей таблице.

Макс. температура окружающей среды	Допустимая нагрузка
$40^\circ\text{C}$	P
$45^\circ\text{C}$	$0,97 \times P$
$50^\circ\text{C}$	$0,94 \times P$
$55^\circ\text{C}$	$0,90 \times P$



### Погрузочно-разгрузочные и транспортные операции

Трансформаторы оснащены приспособлениями для безопасных погрузочно-разгрузочных и транспортных операций.

#### ■ Подъем посредством строп (рис. 1)

Подъем осуществляется при помощи 4 отверстий (трансформатор без кожуха) и 2 подъемных проушин (трансформатор в кожухе). Угол между стропами не должен превышать  $60^\circ$ .

#### ■ Подъем посредством автопогрузчика (рис. 1)

В первую очередь следует проверить грузоподъемность автопогрузчика. Если грузоподъемность достаточна, вилочный захват автопогрузчика вводится внутрь П-образных профилей опорной рамы после предварительного снятия роликов.

#### ■ Буксировка

Буксировка трансформатора в кожухе или без него осуществляется за опорную раму. Для этого с каждой стороны опорной рамы предусмотрено отверстие диаметром 27 мм. Буксировка может производиться в двух направлениях: вдоль оси опорной рамы и перпендикулярно этой оси.

#### ■ Установка роликов

□ при подъеме посредством строп (рис. 1);

□ или же при подъеме посредством автопогрузчика (рис. 1 и 2).

В этом случае вилочный захват автопогрузчика вводится в П-образные профили опорной рамы. Установите поперек опорной рамы балки, высота которых превышает высоту роликов, и опустите на них трансформатор.

Установите домкраты, затем уберите балки.

Установите ролики в необходимое положение (двунаправленные ролики).

Опустите трансформатор на ролики, уберите домкраты.

### Хранение

При хранении трансформатор Trihal должен быть защищен от попадания на него воды и должен располагаться в стороне от работ, являющихся источником пыли (строительные работы, пескоструйная обработка и т.д.).

Если трансформатор Trihal поставлен в пластиковом чехле, этот чехол должен оставаться на трансформаторе во время хранения.

Трансформатор Trihal может храниться при температуре до  $-25^\circ\text{C}$ .

Рис. 1

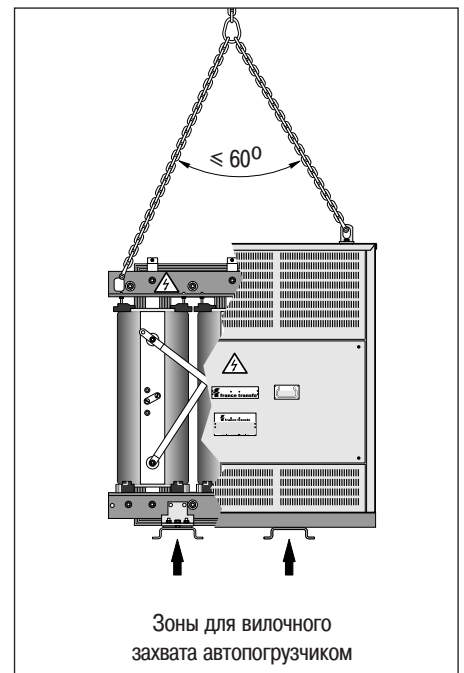
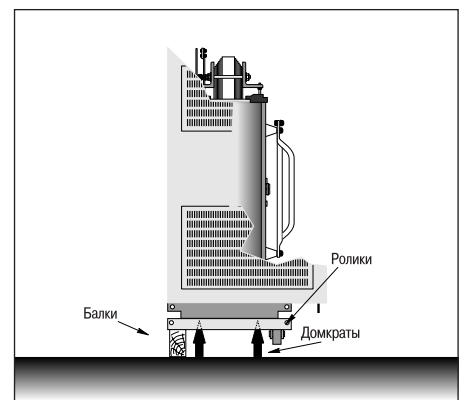


Рис. 2



### Погрузка



### Ввод в эксплуатацию<sup>(1)</sup>

#### ■ Помещение (см. стр. 12)

Помещение должно быть сухим, чистым и защищенным от возможности.

Не устанавливайте трансформатор в зоне, где есть опасность затопления.

Помещение должно иметь вентиляцию, достаточную для рассеяния тепла, выделяемого трансформатором (см. стр. 11).

#### ■ Проверка состояния трансформатора после хранения

В случае сильного запыления трансформатора Trihal очистите его при помощи пылесоса или продувкой сжатым воздухом или азотом, тщательно протрите изоляторы, используя бумажные полотенца.

#### ■ Трансформаторы Trihal, поставляемые в пластиковом чехле: трансформаторы без защитного кожуха (IP00)

Во избежание попадания посторонних предметов (винтов, гаек, шайб и т.д.) не снимайте чехол в течение всей операции подключения трансформатора: для доступа к вводам ВН и НН сделайте отверстия в чехле.

**Примечание:** перед вводом трансформатора в эксплуатацию пластиковый чехол необходимо снять.

#### ■ Трансформаторы Trihal, поставляемые в металлическом кожухе

К оболочке не должно прилагаться никаких механических усилий, кроме присоединения кабелей питания.

Размещение внутри кожуха любого оборудования или аксессуаров, не входящих в комплект поставки фирмы "Франс Трансфо", за исключением приспособлений для присоединения кабелей, установленных в соответствии с вышеперечисленными указаниями, запрещается и влечет за собой снятие гарантии фирмы. Относительно любых изменений кожуха, крепления и установки дополнительного оборудования, проконсультируйтесь в Schneider Electric.

#### ■ Соединительные кабели ВН и НН (см. стр. 13)

Точки крепления ни в коем случае не должны находиться на сердечнике или обмотках трансформатора. Расстояние между кабелями ВН, НН или низковольтными шинами и поверхностью обмотки ВН должно составлять не менее 120 мм, за исключением стороны ВН, где минимальное расстояние определяется от наиболее удаленной от центра соединительной шины.

#### ■ Присоединения ВН

Момент затяжки соединений на высоковольтных контактных площадках и регулировочных отпайках должен составлять:

Винт-гайка	M8	M10	M12	M14
Момент затяжки, кгм	1	2	4	6

#### ■ Присоединения НН

Момент затяжки соединений на контактных площадках НН должен составлять:

Винт-гайка	M8	M10	M12	M14	M16
Момент затяжки, кгм	1,25	2,5	4,5	7	10

#### ■ Цели вторичной коммутации

Проводка цепей вторичной коммутации трансформатора должна крепиться на жестких кронштейнах, без нахлеста, и проходить на достаточном расстоянии от частей под напряжением. Минимальное расстояние определяется напряжением уровня изоляции, указанным на заводской табличке с номинальными данными.

Напряжение уровня изоляции (кВ)	Минимальное расстояние (мм)
7,2	270
12	450

**Примечание:** крепление аксессуаров на сердечнике и обмотках трансформатора запрещается.

#### ■ Параллельная работа

Проверьте соответствие значений высокого и низкого напряжения, совместимость характеристик и, в особенности, групп соединения обмоток и значений напряжения короткого замыкания. Убедитесь, что перемычки регулировочных отпайек на трансформаторах, соединяемых параллельно, установлены в одинаковое положение в соответствии со стандартом HD 398.

#### ■ Перед вводом в эксплуатацию произведите следующие проверки:

- снимите защитный чехол и проверьте все соединения (расположение, зазоры, моменты затяжки);
- проверьте, после присоединения, вводы кабелей и шин и убедитесь, что степень защиты IP соответствует норме;
- убедитесь, что положение перемычек на регулировочных отпайках для каждой фазы соответствует диаграмме, изображенной на заводской табличке;
- убедитесь в общей чистоте трансформатора и измерьте изоляцию ВН/земля, НН/земля и ВН/НН при помощи мегаомметра на 2500 В.

Приблизительные значения сопротивления изоляции должны составлять:

ВН/земля = 250 МОм;  
НН/земля = 50 МОм;  
ВН/НН = 250 МОм.

Если измеренные значения значительно ниже указанных, проверьте наличие влаги на трансформаторе. Если влага присутствует, удалите ее при помощи салфетки и повторите проверку. В других случаях обращайтесь в отдел послепродажного обслуживания ЗАО "Шнейдер Электрик".

### Техническое обслуживание<sup>(1)</sup>

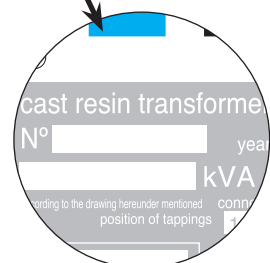
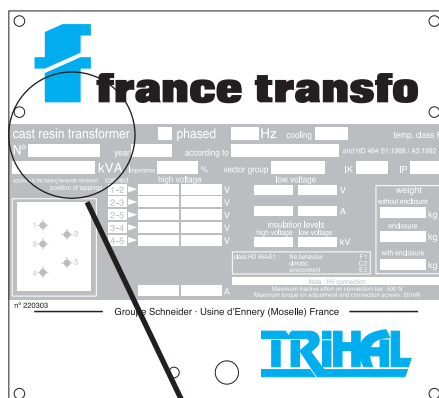
При нормальных условиях эксплуатации и окружающей среды ежегодно производите осмотр трансформатора и удаляйте грязь при помощи пылесоса или продувкой сухим сжатым воздухом. Периодичность чистки зависит от условий эксплуатации. При проведении указанных операций техобслуживания следует также проверять затяжку соединений при помощи динамометрического ключа.

При наличии отложений жирной грязи применяйте только средство для холодного обезжиривания, предназначенное для очистки поверхностей из литой смолы, например, DARTOLINE SRB 71 или HAKU SRB 71.

<sup>(1)</sup> Руководство по установке, вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию поставляется вместе с трансформатором.

### Послепродажное обслуживание

При обращении за любой информацией или заказе запасных частей необходимо указывать основные характеристики, обозначенные на заводской табличке, в том числе серийный номер трансформатора.



## Основные технические характеристики

### Электрические характеристики

Уровень изоляции: 12 и 17,5 кВ

Номинальная мощность (кВ·А) (1) (*)	160 (2)	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500	3150	
Номинальное напряжение обмотки ВН (1)	6,10 кВ										
Уровень изоляции (3)	12 кВ для 6 кВ; 17,5 кВ для 10 кВ										
Частота (1)	50 Гц										
Макс. температура окружающей среды	40 °С										
Напряжение холостого хода обмотки НН (1)	400 В между фазами, 231 В между фазой и нейтралью										
Способ и диапазон регулирования (без возбуждения) (1)	ПБВ; ± 2 x 2,5%										
Схема и группа соединения обмоток	Δ/Уп - 11 или Δ/Уп - 5 (треугольник, звезда с выведенной нейтралью)										
Потери (Вт)	потери холостого хода	610	820	1000	1370	2000	2500	2800	3500	4300	5500
	потери при нагрузке	2300	3100	4500	6700	8800	10500	12300	14900	18300	22000
	при 75 °С	2700	3500	5200	7600	10000	12000	14000	17000	21000	25000
при 120 °С											
Напряжение к.з. (%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Ток холостого хода (%)	2,3	2	1,5	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1	1	
Ток включения	le/In (мгн. значение)	13,5	13	13	12	9	9	9	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
Уровень шума дВ (А) (4)	акустическая мощность LWA	62	65	68	70	73	75	76	77	81	81
	акустическое давление LPA на раст. 1 м	50	53	56	57	59	61	61	61	65	65

(\*) Номинальная мощность дана для естественного охлаждения С (AN), при принудительной вентиляции может быть увеличена на 40 % СД (AF).

(1) Другие данные – по запросу.

(2) Нестандартные значения – по запросу.

(3) Справка – по уровням изоляции.

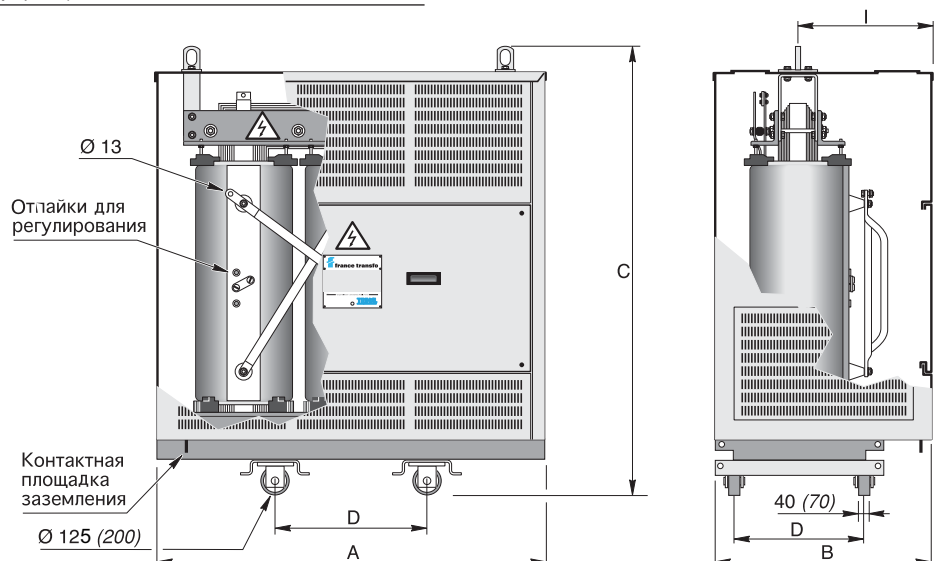
(4) В соответствии со стандартом МЭК 551.

Уровень изоляции (кВ)	3,6	7,2	12	17,5	24
кВ действ., 50 гц - 1 мин	10	20	28	38	50
кВ удар., 1,2/50 мкс	40	60	75	95	125

### Размеры и масса

Трансформаторы Trihal в металлическом кожухе (IP31) 6, 10 кВ/400 В

Размеры и масса, указанные в нижеследующей таблице, даются в качестве примера для трансформаторов на напряжение 6, 10 кВ/400 В. Они соответствуют трансформаторам с электрическими характеристиками, указанными в предыдущей таблице. Трансформаторы с другими значениями первичного напряжения и напряжения короткого замыкания и трансформаторы с расщепленной обмоткой имеют другие размеры и вес (проконсультируйтесь в "Шнейдер Электрик").



В скобках даны размеры для трансформаторов 1000 - 3150 кВ·А.

Уровень изоляции 12 и 17,5 кВ – вторичное напряжение 400 В

#### 6 кВ

Номинальная мощность (кВ·А)	160*	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500	3150*
Размеры (мм)	A	1650	1700	1700	2000	2000	2150	2330	2201	
	B	950	1020	1020	1170	1170	1170	1270	1276	
	C	1750	1900	1900	2400	2400	2480	2650	2501	
	D	520	670	670	820	820	820	1070	1070	
	I	588	612	612	685	685	685	698	681	
Масса (кг)		1115	1440	1675	2420	2720	3325	4110	5195	

#### 10 кВ

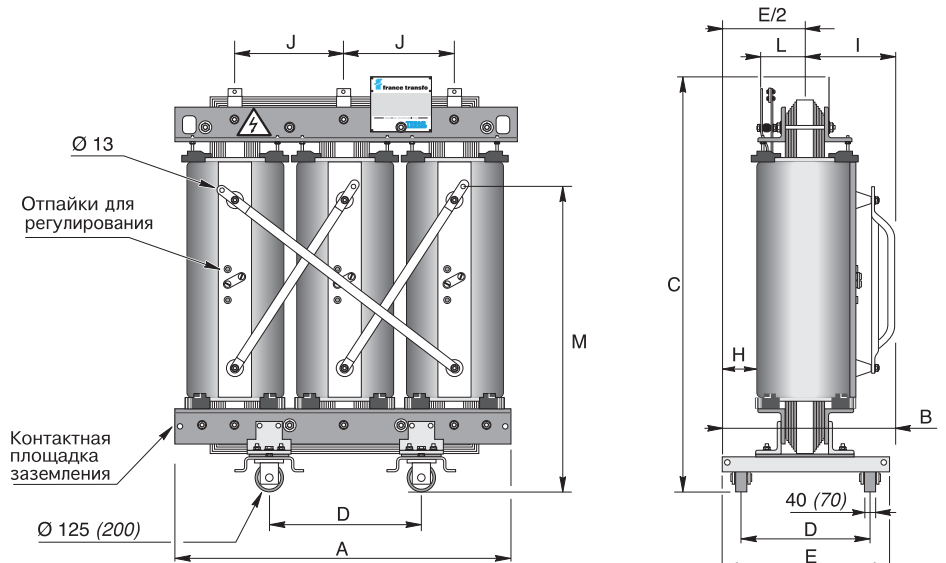
Номинальная мощность (кВ·А)	160	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Размеры (мм)	A	1650	1650	1700	1800	2000	2150	2330	2330	2510
	B	950	950	1020	1020	1170	1170	1170	1270	1300
	C	1750	1750	1900	2050	2400	2400	2480	2650	2775
	D	520	520	670	670	820	820	820	1070	1070
	I	527	588	614	614	685	685	685	698	698
Масса (кг)	910	1125	1420	1870	2515	2915	3580	4400	5110	6785

\* Размер и масса уточняются для каждого конкретного заказа. Обращайтесь в ЗАО "Шнейдер Электрик".

### Размеры и масса

Трансформаторы Trihal без защитного кожуха (IP00) 6, 10 кВ/400 В

Размеры и масса, указанные в нижеследующих таблицах, даются в качестве примера для трансформаторов на напряжение 6, 10 кВ/400 В. Они соответствуют трансформаторам с электрическими характеристиками, указанными в предыдущих таблицах. Трансформаторы с другими значениями первичного напряжения и напряжения короткого замыкания и трансформаторы с расщепленной обмоткой имеют другие размеры и массу (проконсультируйтесь в "Шнейдер Электрик").



Уровень изоляции 12 и 17,5 кВ – вторичное напряжение 400 В

В скобках даны размеры для трансформаторов 1000 - 3150 кВ·А.

#### 6 кВ

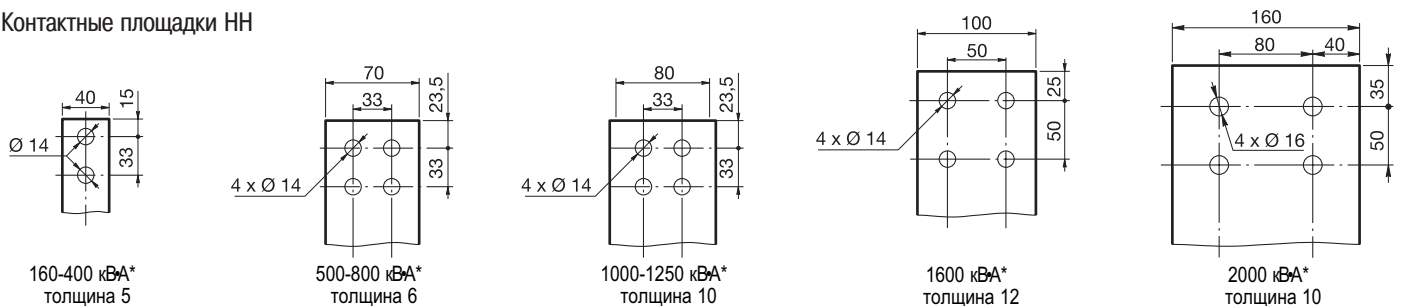
Номинальная мощность (кВ·А)		160*	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500	3150*
Размеры (мм)	A		1185	1266	1426	1554	1672	1696	1810	1960	
	B		710	798	818	945	945	945	1195	1195	
	C		1261	1421	1521	1674	1724	2035	2140	2222	
	D		520	670	670	820	820	820	1070	1070	
	E		645	795	795	935	940	935	1072	1096	
	I		387	401	420	445	457	463	484	515	
	J		395	422	458	507	531	543	585	650	
Масса (кг)	L		164	185	193	219	222	218	245	257	
	M		851	1011	1031	1191	1211	1486	1551	1571	

#### 10 кВ

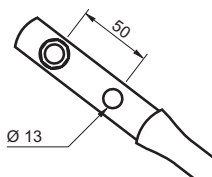
Номинальная мощность (кВ·А)		160	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Размеры (мм)	A	1080	1209	1263	1494	1547	1620	1730	1814	1940	2160
	B	650	710	795	827	945	945	945	1195	1195	1195
	C	1250	1285	1445	1555	1698	1888	2069	2214	2296	2475
	D	520	520	670	670	820	820	820	1070	1070	1070
	E	660	645	795	795	938	940	935	1066	1066	1332
	I	320	388	397	430	447	453	466	482	507	545
	J	330	403	421	487	517	530	555	587	640	720
Масса (кг)	L	160	172	173	196	213	244	238	232	263	319
	M	860	863	1023	1053	1203	1363	1508	1613	1633	1758

\* Размер и масса уточняются для каждого конкретного заказа. Обращайтесь в ЗАО "Шнейдер Электрик".

#### Контактные площадки НН



#### Контактные площадки ВН



Монтажная организация должна обеспечить соответствующее крепление кабелей и шин для предотвращения возникновения механических напряжений в выводах, шинах и проходных изоляторах трансформатора.

## Основные технические характеристики

### Сухие трансформаторы с литой изоляцией Trihal с пониженным уровнем потерь

Номинальная мощность от 160 до 3150 кВА

Уровень изоляции 12 кВ – вторичное напряжение 400 В

Номинальная мощность (кВ · А)		160	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500	3150	
Номинальное напряжение обмотки ВН		10 кВ										
Уровень изоляции		12 кВ										
Частота		50 Гц										
Макс. температура окружающей среды		40 °С										
Ном. напряжение обмотки НН		400 В										
Способ и диапазон регулирования		ПБВ; ± 2 x 2,5%										
Схема и группа соединения обмоток		$\Delta/Yn - 11$										
Потери (Вт)	потери холостого хода	440	600	880	1090	1500	1850	2100	2500	3000	4100	
	потери при нагрузке	при 75 °С	2300	3100	4300	6700	8800	10500	12300	14900	18300	21800
		при 120 °С	2700	3500	4900	7600	10000	12000	14000	17000	21000	25000
Напряжение к.з. (%)		4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	
Ток холостого хода (%)		2	1,8	1,3	1,1	1	1	1	1	0,9	0,9	
Ток включения	$I_e/I_n$ (мгн. значение)	9	11	11	9	8	8	8	8	8	8	
	постоянная времени	0,13	0,18	0,2	0,25	0,38	0,41	0,43	0,48	0,55	0,56	
Уровень шума дВ (А)	акустическая мощность LWA	54	57	60	62	65	67	68	70	71	71	
	акустическое давление LPA	42	45	47	49	51	51	51	51	51	51	
Размеры	IP00	длина, мм	1100	1180	1260	1450	1550	1600	1720	1840	2000	2070
		ширина, мм	650	650	800	815	950	950	950	1195	1195	1200
		высота, мм	1250	1290	1430	1690	1720	1880	2070	2210	2390	2610
		масса, кг	800	1000	1350	1960	2500	2950	3850	4635	5450	7380
	IP31 с кожухом	длина, мм	1650	1650	1700	1800	2000	2000	2000	2330	2245	2500
		ширина, мм	950	950	1020	1020	1170	1170	1170	1270	1270	1290
		высота, мм	1750	1750	1900	2050	2400	2400	2400	2650	2630	2800
		масса, кг	960	1180	1540	2170	2710	3215	4115	5005	5805	7780

Уровень изоляции 24 кВ – вторичное напряжение 400 В

Номинальная мощность (кВ · А)		160	250	400	630	1000	1250	1600	2000	2500	3150	
Номинальное напряжение обмотки ВН		20 кВ										
Уровень изоляции		24 кВ										
Частота		50 Гц										
Макс. температура окружающей среды		40 °С										
Ном. напряжение обмотки НН		400 В										
Способ и диапазон регулирования		ПБВ; ± 2 x 2,5%										
Схема и группа соединения обмоток		$\Delta/Yn - 11$										
Потери (Вт)	потери холостого хода	650	880	1200	1650	2300	2800	3100	4000	5000	6300	
	потери при нагрузке	при 75 °С	2350	3300	4800	6800	9600	11400	14000	17500	20000	21800
		при 120 °С	2700	3800	5500	7800	11000	13100	16000	20000	23000	25000
Напряжение к.з. (%)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Ток холостого хода (%)		2,3	2	1,5	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1	1	
Ток включения	$I_e/I_n$ (мгн. значение)	10,5	10,5	10	10	10	10	10	9,5	9,5	9,5	
	постоянная времени	0,13	0,18	0,25	0,26	0,34	0,35	0,42	0,4	0,5	0,6	
Уровень шума дВ (А)	акустическая мощность LWA	62	65	68	70	73	75	76	78	81	81	
	акустическое давление LPA	50	53	56	57	60	61	62	63	66	66	
Размеры	IP00	длина, мм	1300	1330	1410	1480	1645	1645	1735	1860	2025	2200
		ширина, мм	710	715	805	820	850	850	955	975	1000	1200
		высота, мм	1335	1345	1435	1740	1800	2070	2120	2310	2355	2410
		масса, кг	860	990	1320	1820	2560	2920	3355	4080	5080	6770
	IP31 с кожухом	длина, мм	1650	1650	1700	1800	2000	2000	2150	2330	2330	2500
		ширина, мм	950	950	1020	1020	1170	1170	1170	1240	1240	1290
		высота, мм	1750	1750	1900	2050	2400	2400	2480	2650	2650	2650
		масса, кг	1040	1170	1510	2030	2800	3160	3715	4455	5455	7170

# Trihal

Для заметок

---

## Schneider Electric в странах СНГ

### Беларусь

#### Минск

220006, ул. Белорусская, 15, офис 9  
Тел.: (37517) 226 06 74, 227 60 34, 227 60 72

### Казахстан

#### Алматы

050050, ул. Табачнозаводская, 20  
Швейцарский центр  
Тел.: (727) 244 15 05 (многоканальный)  
Факс: (727) 244 15 06, 244 15 07

#### Астана

010000, ул. Бейбитшилик, 18  
Бизнес-центр «Бейбитшилик 2002»  
Офис 402  
Тел.: (3172) 91 06 69  
Факс: (3172) 91 06 70

#### Атырау

060002, ул. Абая, 2 А  
Бизнес-центр «Сугас-С», офис 407  
Тел.: (3122) 32 31 91, 32 66 70  
Факс: (3122) 32 37 54

### Россия

#### Волгоград

400089, ул. Профсоюзная, 15, офис 12  
Тел.: (8442) 93 08 41

#### Воронеж

394026, пр-т Труда, 65, офис 227  
Тел.: (4732) 39 06 00  
Тел./факс: (4732) 39 06 01

#### Екатеринбург

620014, ул. Радищева, 28, этаж 11  
Тел.: (343) 378 47 36, 378 47 37

#### Иркутск

664047, ул. 1-я Советская, 3 Б, офис 312  
Тел./факс: (3952) 29 00 07, 29 20 43

#### Казань

420107, ул. Спартаковская, 6, этаж 7  
Тел./факс: (843) 526 55 84 / 85 / 86 / 87 / 88

#### Калининград

236040, Гвардейский пр., 15  
Тел.: (4012) 53 59 53  
Факс: (4012) 57 60 79

#### Краснодар

350063, ул. Кубанская набережная, 62 /  
ул. Комсомольская, 13, офис 224  
Тел.: (861) 278 00 49  
Тел./факс: (861) 278 01 13, 278 00 62 / 63

#### Красноярск

660021, ул. Горького, 3 А, офис 302  
Тел.: (3912) 56 80 95  
Факс: (3912) 56 80 96

#### Москва

129281, ул. Енисейская, 37, стр. 1  
Тел.: (495) 797 40 00  
Факс: (495) 797 40 02

#### Мурманск

183038, ул. Воровского, д. 5/23  
Конгресс-отель «Меридиан»  
Офис 739  
Тел.: (8152) 28 86 90  
Факс: (8152) 28 87 30

#### Нижний Новгород

603000, пер. Холодный, 10 А, этаж 8  
Тел./факс: (831) 278 97 25, 278 97 26

#### Новосибирск

630132, ул. Красноярская, 35  
Бизнес-центр «Гринвич», офис 1309  
Тел./факс: (383) 227 62 53, 227 62 54

#### Пермь

614010, Комсомольский пр-т, 98, офис 11  
Тел./факс: (342) 290 26 11 / 13 / 15

#### Ростов-на-Дону

344002, ул. Социалистическая, 74, литера А  
Тел.: (863) 200 17 22, 200 17 23  
Факс: (863) 200 17 24

#### Самара

443096, ул. Коммунистическая, 27  
Тел./факс: (846) 266 41 41, 266 41 11

#### Санкт-Петербург

198103, ул. Циолковского, 9, кор. 2 А  
Тел.: (812) 320 64 64  
Факс: (812) 320 64 63

#### Сочи

354008, ул. Виноградная, 20 А, офис 54  
Тел.: (8622) 96 06 01, 96 06 02  
Факс: (8622) 96 06 02

#### Уфа

450098, пр-т Октября, 132/3 (бизнес-центр КПД)  
Блок-секция № 3, этаж 9  
Тел.: (347) 279 98 29  
Факс: (347) 279 98 30

#### Хабаровск

680000, ул. Муравьева-Амурского, 23, этаж 4  
Тел.: (4212) 30 64 70  
Факс: (4212) 30 46 66

### Украина

#### Днепропетровск

49000, ул. Глинка, 17, этаж 4  
Тел.: (380567) 90 08 88  
Факс: (380567) 90 09 99

#### Донецк

83087, ул. Инженерная, 1 В  
Тел.: (38062) 385 48 45, 385 48 65  
Факс: (38062) 385 49 23

#### Киев

03057, ул. Смоленская, 31-33, кор. 29  
Тел.: (38044) 538 14 70  
Факс: (38044) 538 14 71

#### Львов

79015, ул. Тургенева, 72, кор. 1  
Тел./факс: (38032) 298 85 85

#### Николаев

54030, ул. Никольская, 25  
Бизнес-центр «Александровский», офис 5  
Тел./факс: (380512) 58 24 67, 58 24 68

#### Одесса

65079, ул. Куликово поле, 1, офис 213  
Тел./факс: (38048) 728 65 55, 728 65 35

#### Симферополь

95013, ул. Севастопольская, 43/2, офис 11  
Тел.: (380652) 44 38 26  
Факс: (380652) 54 81 14

#### Харьков

61070, ул. Академика Проскуры, 1  
Бизнес-центр «Telesens», офис 569  
Тел.: (38057) 719 07 79  
Факс: (38057) 719 07 49

### Центр поддержки клиентов

Тел.: 8 (800) 200 64 46 (многоканальный)  
Тел.: (495) 797 32 32, факс: (495) 797 40 04  
ru.csc@ru.schneider-electric.com  
www.schneider-electric.ru