

---

Руководство по  
установке

---

CAST RESIN TRANSFORMERS

**TMC**<sup>®</sup>

TMC ITALY GROUP

---

Инструкции, меры  
предосторожности,  
установка и эксплуатация  
литых трансформаторов  
с соблюдением всех норм  
безопасности.

---



# Оглавление

1. Общие данные	2
1.1 Нормы соответствия	3
2. Транспортировка, разгрузка и хранение на складе	4
2.1 Получение и разгрузка	4
2.2 Транспортирование	4
2.3 Подъем	5
2.4 Хранение на складе	5
2.5 Высота над уровнем моря	5
2.6 Температура окружающей среды	5
3. Установка	6
3.1 Размещение в трансформаторной будке	7
3.2 Правила монтажа блоков управления и зондов ПТ100	8-9
4. Защита трансформатора	10
4.1 Защита от перенапряжения	10
4.2 Защита от перегрузок	10
4.3 Крепление и подключение к сети	10
5. Охлаждение трансформатора	12
6. Пуск	14
6.1 Заземление трансформатора	14
6.2 Подсоединение	14
6.3 Чистка	15
6.4 Регулировка напряжения входа	15
6.5 Пуск под напряжением	15
6.6 Работа в параллели	16
7. Обслуживание	17
8. Карта доступа	18
9. Неполадки в работе и первое обслуживание	19
10. Протокол проверки корректной установки трансформатора	20-21

# 1. Общие характеристики

Настоящий документ предназначен для предоставления необходимой информации по установке и эксплуатации с соблюдением всех норм безопасности сухих трансформаторов, имеющих изоляцию обмотки в виде синтетической смолы, предназначенных для использования на промышленных, коммерческих и других установках, во избежание неправильного использования.

Сухие трансформаторы с литой изоляцией, при правильной эксплуатации, имеют следующие достоинства:

- Пожароустойчивость и, при устранении причины возгорания, самотушение.
- Короткое время и минимальная стоимость обслуживания.
- Умеренные габариты
- Отличная сопротивляемость динамическим нагрузкам при коротком замыкании.



## 1.1 Нормы соответствия

Нормы IEC EN 60076-11 - IEC EN 60076-1

трансформаторы мощности - часть 11: трансформаторы сухого типа

любой другой стандарт, который требуется по спецификации заказчика

## 2. Транспортировка, разгрузка и хранение на складе

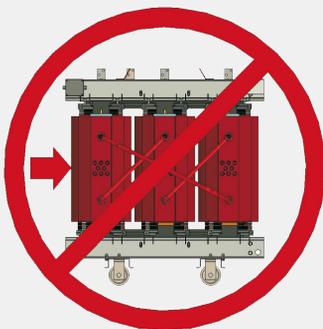
### 2.1 Получение и разгрузка

Трансформатор поставляется полностью собранным и готовым к подключению как со стороны ВН, так и со стороны НН.

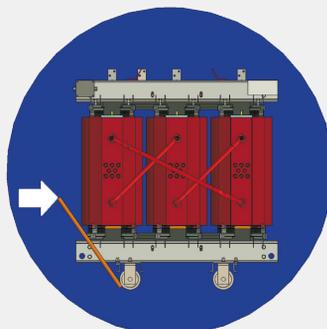
По прибытии на место назначения рекомендуется внимательно осмотреть машину на предмет обнаружения возможных повреждений, полученных во время транспортировки и, при обнаружении таковых, немедленно их зафиксировать в транспортных документах. Для того, чтобы изготовитель или транспортировщик смогли ответить незамедлительно, о возможных неполадках должно быть заявлено в акте приемки. Удостовериться, что характеристики, указанные в табличке соответствуют указанным в прилагаемом протоколе тестирования и, указанным в заказе характеристикам. Кроме того, удостовериться, что трансформатор снабжен всеми необходимыми принадлежностями (нр. колесики для передвижения, терморезисторы, приборы контроля температуры и т.д.)

### 2.2 Передвижение

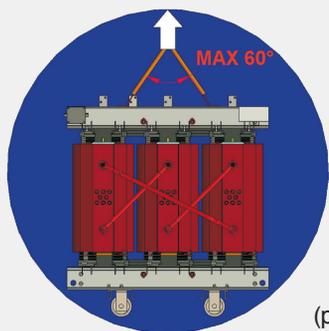
во время передвижения нельзя оказывать давление на бобины и на соединения (рис.1). Чтобы переместить трансформатор вручную необходимо установить колесики, для чего можно использовать домкрат, установив деревянную прокладку между ним и металлической арматурой (рис.2). Избегать установления домкрата на поверхность бобин или сердечник.



(рис. 1)



(рис. 2)



(рис. 3)

## 2.3 Поднятие

поднятие машины должно осуществляться при помощи подъемных ушек на верхней арматуре, должны использоваться канаты подходящей длины, чтобы максимальный угол между ними был  $60^\circ$ . (рис. 3)

## 2.4 Хранение на складе

данные трансформаторы предназначены для установки внутри помещения, следовательно, они не могут храниться снаружи. Советуем, если машина не устанавливается сразу, не доставать ее из упаковки, чтобы не накапливалась пыль.

## 2.5 Высота

трансформатор может устанавливаться на высоте до 1000 м. над уровнем моря, что соответствует обычным нормативам. Заказ может предусматривать другое исполнение.

## 2.6 Температура окружающей среды

предусмотренная температура окружающей среды соответствует нормам IEC и определяется:

максимальная температура воздуха охлаждения  $40^\circ$

среднесуточная: максимум  $30^\circ\text{C}$

среднегодовая: максимум  $20^\circ\text{C}$

температура хранения на складе и транспортировки до  $-25^\circ\text{C}$

## 3. Установка

Сухие трансформаторы с литой изоляцией пригодны для установки внутри помещения, в случае, если предусмотрена степень защиты IP00, они должны устанавливаться в сухой, изолированной камере, исключающей попадание воды.

При установке принимать во внимание следующее:

- подсоединять к массе все металлические части не под напряжением, с помощью заземлителя.
- Соединить нейтральный провод с землей, если это предусмотрено по требованию системы защиты.
- Удостовериться в правильном соединении кабелей, а также в том, что кабель правильно провешен и находится на достаточном расстоянии от обмотки трансформатора, согласно таблице А.
- Убедиться в надежной фиксации машины на фундаментальной поверхности, не допускать нахождения вблизи машины металлических частей, которые могут вибрировать в магнитном поле при работе трансформатора.
- Если трансформатор имеет несколько первичных или вторичных обмоток, убедиться в правильности соединения и соответствии напряжения на входе и на выходе.
- Убедиться, что клемная панель регулировки установлена на показатель, соответствующий характеристике сети, если нужно изменить показатель, следовать инструкциям в табличке и параграфу 6 ЗАПУСК В РАБОТУ – Регулировка напряжения на входе, стр. 12.
- Установить систему термической защиты, следуя прилагаемой схеме.
- Проверить отсутствие инородных тел (металлические элементы, винтики и т.д. ...) около трансформатора или на нем.
- Проверить, что катушки высокого и низкого напряжения полностью концентричны и что резиновые плитки точно центрированы и зафиксированы.

### 3.1 Размещение в трансформаторной будке

Запрещается касаться всех частей трансформатора во время его работы, т.к. все они находятся под напряжением. Поэтому трансформатор должен находиться в изолированном помещении, доступ в которое осуществляется через запираемую дверь, оснащенную выключателем самого трансформатора, чтобы гарантировать обесточивание машины при ее обслуживании. Трансформатор должен быть размещен таким образом, чтобы обеспечить необходимое расстояние, указанное в таблицах А и В, до стен, земли и проводов ВН и НН. Необходимо также удостовериться в том, что любые металлические предметы (арматура и пр.) находятся на достаточном удалении от частей трансформатора, чтобы обеспечить предписанный класс изоляции. Как указано выше, необходимое расстояние зависит от максимального напряжения изоляции ( $U_m$ ) машины, и от типологии стен. Вся поверхность бобин должна рассматриваться как поверхность под напряжением.

#### СОБЛЮДАТЬ БЕЗОПАСНУЮ ДИСТАНЦИЮ

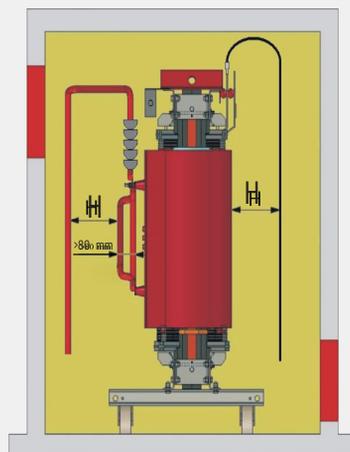


таблица А	$U_m$ (кВ)	12	17,5	24	36
	H (mm)	120	220	220	320

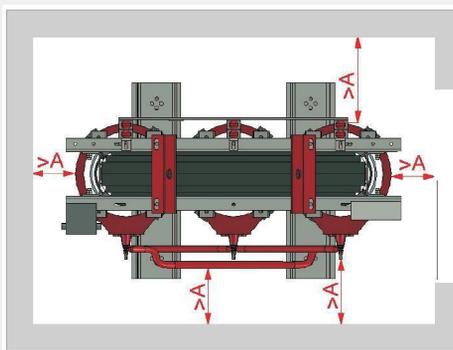


таблица В		
$U_m$ (кВ)	A (mm) СТЕНА	A (mm) СЕТКА
12	120	300
17,5	220	300
24	220	300
36	320	320

## **3.2. Правила установки реле контроля температуры и зондов ПТ100**

Чтобы гарантировать корректную и надежную работу системы контроля температуры трансформатора, необходимо придерживаться следующих указаний по установке реле и зондов ПТ100.

### **Питание**

Напряжение питания реле должно соответствовать значению, указанному в паспорте реле.

Реле, запитанное от вторичной обмотки трансформатора, на который устанавливается защита, подвергается опасности перегорания в случае повышенных перенапряжений. В этом случае рекомендуется использовать линейный разрядник или разделительный трансформатор.

### **Подключение сенсоров ПТ100**

Для правильного подключения сенсоров ПТ100 необходимо скрупулёзно придерживаться следующих правил:

1. Каждый ПТ100 должен подключаться трёхжильным проводом с сечением минимум  $0,35 \text{ мм}^2$  и максимум  $1 \text{ мм}^2$ .
2. Удлинительный провод должен быть экранирован медной оплеткой с перекрытием 80%.
3. Провода должны быть кручеными.
4. Экран провода должен быть заземлен только с одного конца, предпочтительно со стороны реле.
5. Сигнальный провод зонда не должен проходить рядом с силовыми кабелями, как высокого, так и низкого напряжения.
6. Сигнальный провод ПТ100 должен прокладываться прямолинейно без каких-либо витков.

7. Винты клемм должны быть хорошо затянуты для предотвращения плохих контактов, которые вызывают ошибочное считывание температуры.
8. При наличии наконечников на проводах, убедитесь в их надежном обжатии во избежание плохого контакта.
9. Реле не должно устанавливаться вблизи конвертеров AC/DC или DC/AC.

За другой информацией, не приведенной в данном параграфе, обратитесь к соответствующим руководствам реле и зондов.

# 4. Защита трансформатора

## 4.1 Защита от перенапряжения

Для защиты трансформатора от перенапряжения рекомендуется использовать разгрузчики, которые замкнут на землю при пиковом напряжении сети. Выбор типа разгрузчика должен осуществляться на основе характеристик установки и данных, указанных на табличке трансформатора.

## 4.2 Защита от перегрузок

Другой необходимой защитой является защита машины от термических и динамических эффектов, появляющихся вследствие короткого замыкания.

С этой целью используются автоматический выключатель и плавкие ограничители тока, которые отключают трансформатор при перегрузках.

## 4.3 Крепление и подключение к сети / назначение креплений

как электро, так и механическое подключение, должны производиться в соответствии с нижеследующими таблицами.

\*внимание:  $1 \text{ Нм} \approx 0,1 \text{ кгм}$

## ЭЛЕКТРОСОЕДИНЕНИЕ

ТИП ВИНТОВ	МОМЕНТЫ ЗАТЯЖКИ [Нм]*
М 6	5
М 8	11
М 10	25
М 12	40
М 14	60
М 16	85

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

ВИНТЫ	МОМЕНТЫ ЗАТЯЖКИ [Нм]*
М 12	95
М 14	150
М 16	235
М 18	320
М 20	455
М 22	615
М 24	790
Коэффициент трения	0,14

## 5. Охлаждение трансформатора

Чтобы трансформатор не пострадал от перегрева необходимо, чтобы тепловая энергия, появляющаяся в результате побочных эффектов при работе машины была полностью рассеяна.

Это может быть затруднительно, когда трансформатор установлен в тесном помещении, или в помещении с недостаточной вентиляцией по сравнению с необходимой, или трансформатор размещен в неправильной позиции.

В этих случаях необходимо улучшить воздухообмен системой принудительной вентиляции при помощи вентиляторов или вытяжек в верхней части кабины и обеспечив вход потока воздуха в ее глубину.

Чтобы не препятствовать естественной циркуляции воздуха, важно, чтобы вентиляционное отверстие входа было расположено снизу с максимальной высотой вплоть до начала обмотки ВН, так, чтобы создать эффект дымохода и обеспечить прохождение воздуха в канале между бобиной ВН и НН. В тех случаях, когда сняты поддерживающие колесики, необходимо, чтобы машина была приподнята над полом, так, чтобы

свободно проходил воздух. При выборе местоположения вентиляционных отверстий, важно, чтобы вход воздуха находился ниже машины, или по всему нижнему периметру трансформатора. Верхнее отверстие в норме должно иметь сечение на 10-15 % больше, чем нижнее, чтобы избежать накопления горячего воздуха.



## ОБЪЕМ ВОЗДУХА И СЕЧЕНИЕ ВХОДА

Предусмотрено, что:

**Pt** общие потери поглощения в KW.

**ΔO** градиент температуры в °C между воздухом входа и выхода

**Q** обмен воздуха в м³/s

**H** расстояние в м. между средней осью трансформатора и средней осью верхнего отверстия камеры

**S** полезная поверхность, выраженная в м²(исключая решетку) нижнего отверстия

Необходимый объем для правильного охлаждения может быть подсчитан следующим образом

$$Q = Pt / ( 1,15 * \Delta O ) [ \text{м}^3 / \text{секунда} ]$$

Площадь нижнего отверстия может быть подсчитано следующим образом:

$$S = 10,752 * ( Pt / (\sqrt{H * \Delta O^3}) ) [ \text{м}^2 ]$$

Избегать:

- Температура охлаждающего воздуха, не соответствующая требованиям, указанным в нормативах или предусмотренным проектом.
- Установка трансформаторов в местах малого размера со стенами под прямыми солнечными лучами.
- Установка трансформаторов в местах, где есть установки, вырабатывающие тепло.
- Установка в плохо или недостаточно проветриваемых помещениях (в этом случае необходимо установить систему принудительной вентиляции).
- Установка в периферической позиции по отношению к потоку воздуха, идущего от входа к выходу, который должен всегда проходить через трансформатор снизу вверх, проходя по средней линии.

# 6. ПУСК

## 6.1 Заземление трансформатора

Удостовериться, что заземление трансформатора произведено через арматуру с подходящей оплеткой массы, соответствующей нормам.

## 6.2 Подсоединение

Проверить, чтобы бобины не имели повреждений, не допускается смещение узлов и агрегатов устройства.

Кроме того, проверить соединение и крепление соединительных болтов как кабелей среднего напряжения, так и низкого напряжения, и что последние корректно закреплены. Удостовериться, чтобы никакие участки кабеля или соединения заземления не проходили вблизи частей под напряжением, или поверхностей бобин (о минимальной дистанции смотрите таблицу А - стр.7). В случае, если предусмотрены системы контроля температуры (термометры, электронный блок контроля), удостовериться, чтобы они были калиброваны правильно на температуру срабатывания тревоги и отсоединения, а также в том, что все функционирует верно.

КЛАСС ИЗОЛЯЦИИ	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
B	ОТ -25°до 120°C
F	ОТ -25°до140°C

КЛАСС ИЗОЛЯЦИИ	ТРЕВОГА	ОТСОЕДИНЕНИЕ
B	110°C	120°C
F	130°C	140°C

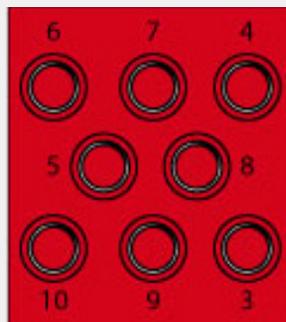
## 6.3 Чистка

Если трансформатор долгое время хранился на складе в пыльном помещении, произвести генеральную чистку. Чтобы удалить пыль из бобин и возможные следы грязи или конденсации, использовать потоки воздуха под низким давлением и сухие тряпки

## 6.4 Регулировка напряжения входа

Производить при выключенном трансформаторе.

Поставщиком допускается вариабельность напряжения питания в пределах  $\pm 5\%$ , входное напряжение может быть скорректировано с помощью разъемов регулировки, которых обычно пять, т.е.  $\pm 2 \times 2,5 \%$ . В случае, если показания среднего напряжения на входе отличается от номинального показателя, советуем следовать рекомендациям соединения, указанным на табличке, с целью достичь наиболее близкого показателя к напряжению поставщика электроэнергии. Рекомендуется установить все регулировки в одинаковой позиции.



## 6.5 Пуск под напряжением

что никакие посторонние предметы не находятся внутри машины ( между бобиной ВН и НН или между бобиной НН и сердечником, между различными частями соединения) соединить выключатель со стороны ВН с машиной вхолостую, затем подсоединить нагрузку на сторону НН посредством соответствующего выключателя.

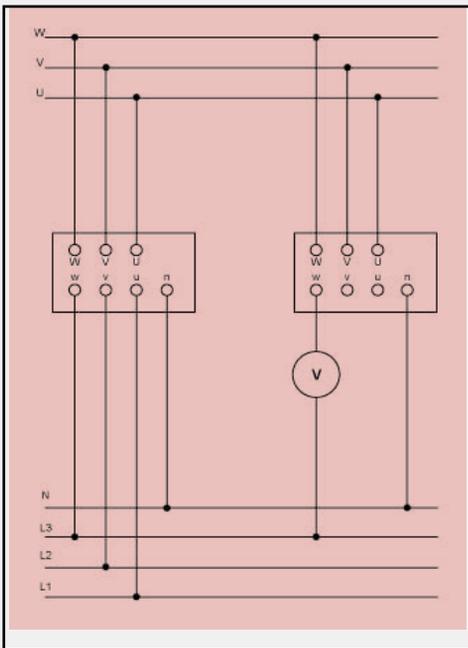
## 6.6 Работа в параллели

Для корректной работы в параллели должны соблюдаться следующие условия:

- соотношение витков во всех позициях обмена напряжения должно быть одинаковым для всех машин, которые требуется запараллелить.
- одинаковая векторная группа
- одинаковые показатели напряжения короткого замыкания в условии допусков, разрешенных нормами IEC.

Нормативы советуют запараллеливать трансформаторы с соотношением мощностей не превышающим 1 / 2, и этот факт следует принимать во внимание при выборе машины.

Однажды установив параллельную связь, прежде, чем закрыть ее, удостовериться, что кабели ВН и НН соединены на всех машинах на тех же фазах, и что все регулировочные переключки установлены во все клеммные панели в одинаковых положениях, так, чтобы на всех фазах и на всех машинах было одинаковое напряжение на выходе и одинаковое



соотношение напряжения (соответствующее предусмотренному).

Чтобы получить это, необходимо создать между вторичными обмотками трансформатора металлические переключки, которые облегчат сравнение напряжений фаз. Когда существует нейтраль, имеет смысл установить электрическое соединение.

С использованием вольтметра нужно проверить показания разности потенциалов между  $wL3$ ,  $vL2$ ,  $uL1$ . Если эти показатели постоянно равны нулю, это значит, что все условия запараллеливания удовлетворительны и что могут быть закрыты выключатели низкого напряжения.

## 7. ОБСЛУЖИВАНИЕ

Сухой трансформатор с обмоткой, залитой смолой нуждается в минимальном обслуживании. Однако необходимо производить серию проверок, частота которых связана с условиями обстановки и функционирования.

В помещениях, достаточно чистых, сухих и в нормальных условиях функционирования, контроль можно осуществлять с достаточно длительными интервалами. Во всяком случае, советуем проводить контроль по крайней мере один раз в год. В случае установки в особенно грязных помещениях и/или пыльных, или в условиях нагрузки с переменной интенсивностью и с пиками, необходимо сократить этот интервал. Бобины нужно чистить и протирать от пыли сжатым воздухом и сухими тряпками, необходимо удостовериться, что частицы грязи не закупорили каналы охлаждения между бобинами ВН и НН и между НН и сердечником. Нужно удостовериться также в корректной затяжке кабелей на подсоединении и перемычек изменения напряжения, а также в правильном закреплении блоков фиксации бобин. Все эти болты могут быть ослаблены как из-за эффекта мгновенного перенапряжения, так и из-за вибраций сердечника работающей машины. В случае увлажнения трансформатора по различным причинам, перед его запуском произвести сушку с последующим контролем показателя сопротивления изоляции. Средние значения сопротивления изоляции должны быть измерены с помощью Мегаомметра. Контроль осуществляется между каждой фазой НН и землей, между ВН и НН и между ВН и землей.

## 8. СХЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ

НЕОБХОДИМЫЙ КОНТРОЛЬ	ПЕРИОДИЧНОСТЬ	РЕЗУЛЬТАТ, КОТОРОГО НЕОБХОДИМО ДОСТИЧЬ
Проверка терморезисторов	Годовой контроль и контроль после ремонта	Электронепрерывность оценка тестером
Проверка функционирования приспособления защиты от короткого замыкания	Периодичное обслуживание	Следование инструкции
Чистка от грязи и пыли, посторонних предметов на обмотке	Полугодовой контроль в случае возможных остановок	Чистка сжатым воздухом и тряпкой
Болтовые крепления треуголка, звезды и терминалов ВН/НН	Годичный контроль после ремонта	Моменты затяжки болтовых соединений (см. Таблицу 4.3) Динамометрический ключ
Болтовые соединения крепления к полу трансформатора	Годичный контроль после ремонта	Моменты затяжки болтовых соединений (см Таблицу 4.3) Динамометрический ключ
Контроль изоляции обмотки между собой и к массой	После длительной остановки трансформатора	ВН к НН на массу < 1000MΩ НН к ВН на массу < 20MΩ мегаомметр (типа меггер) с напряжением превышающим В 1000 и ниже класса изоляции НН
Контроль фиксации опорных изоляторов и фаз	Годовой контроль и контроль после ремонта	Момент затяжки болтовых соединений мин 10 Нм - макс 15 Нм, используя динамометрический ключ

## 9. НЕПОЛАДКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

ОБНАРУЖЕННАЯ НЕПОЛАДКА	НЕИСПРАВНЫЕ ЧАСТИ/ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ	УСТРАНЕНИЕ
Низкое сопротивление изоляции	Наличие грязи Увлажнение диэлектрика	Почистить сухим воздухом, высушить вентилированием
	Неисправность или устаревание диэлектрика	Связаться с производителем
Срабатывание автоматического выключателя	Бобина ВН, проблема изоляции	Связаться с производителем
	Регулировка напряжения. Значение первичного напряжения не соответствует напряжению регулировки.	Удостовериться, что положение регулировочных клемм соответствует напряжению линии.
	Реле защиты неправильно отрегулировано по периоду и силе тока	Пересмотреть выдержку времени и силу тока
Показания напряжения	Первичное напряжение отличается от номинального/отсутствие напряжения	Связаться с поставщиком электроэнергии
	Клеммы регулировки напряжения установлены неправильно	Изменить положение

# 10. Протокол проверки корректной установки трансформатора

Регистрационный номер трансформатора: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

## Операции, которые должны быть выполнены

## Результат

• Проверить отсутствие на трансформаторе посторонних предметов (металлические опилки, винты и т.п.)	<input type="checkbox"/> ОК <input type="checkbox"/> Неуд. (См. примечания)
• Проверить корректность изоляционных дистанций между частями под напряжением и питающими кабелями/наружными металлическими частями. (Катушки из смолы рассматриваются как части под напряжением)	<input type="checkbox"/> ОК <input type="checkbox"/> Неуд. (См. примечания)
• Проверить крепление проводов и шин и убедиться в отсутствии каких-либо усилий, отягощающих шины/изоляторы подключения трансформатора	<input type="checkbox"/> ОК <input type="checkbox"/> Неуд. (См. примечания)
• Проверить корректность установки и функционирования вспомогательных цепей/защитных устройств и вентиляции	<input type="checkbox"/> ОК <input type="checkbox"/> Неуд. (См. примечания)
• Проверить моменты затяжки резьбовых соединений	<input type="checkbox"/> ОК <input type="checkbox"/> Неуд. (См. примечания)
• Проверить соединение на массу трансформатора и кожуха	<input type="checkbox"/> ОК <input type="checkbox"/> Неуд. (См. примечания)
• Проверить оптимальность вентиляции трансформатора	<input type="checkbox"/> ОК <input type="checkbox"/> Неуд. (См. примечания)
• Проверить корректное положение регулирующих переключателей без нагрузки	<input type="checkbox"/> ОК <input type="checkbox"/> Неуд. (См. примечания)
• В случае параллельной работы проверить согласованность фаз, отношение напряжений, векторную группу и напряжение короткого замыкания	<input type="checkbox"/> ОК <input type="checkbox"/> Неуд. (См. примечания)



[www.tmctransformers.com](http://www.tmctransformers.com)  
[tmcitalia@tmctransformers.com](mailto:tmcitalia@tmctransformers.com)

**MIRUS 14.07**