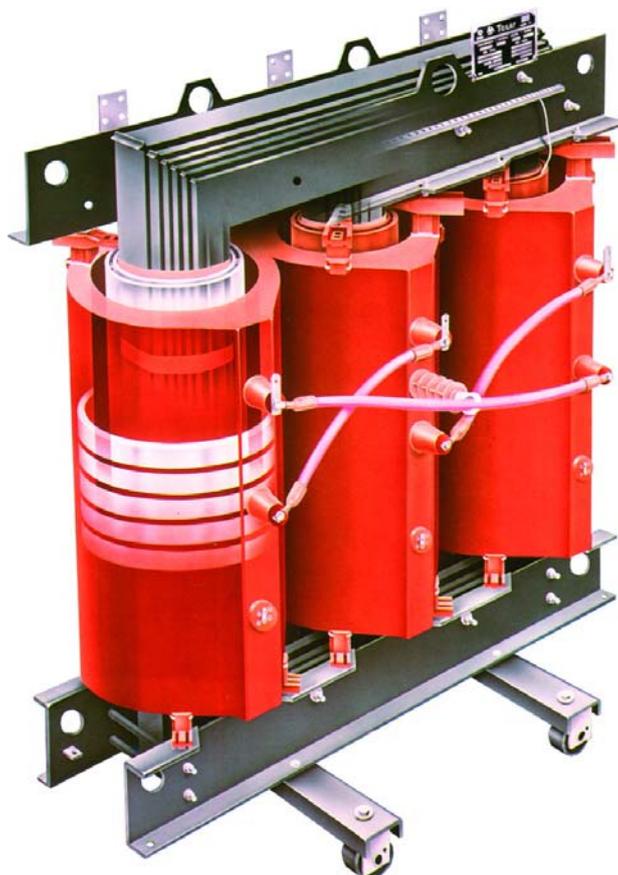


РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Установка, эксплуатация и техническое обслуживание трансформаторов с эпоксидной изоляцией



1. ВВЕДЕНИЕ

- 1.1. Соответствие международным стандартам
- 1.2. Основные части трансформаторов и вспомогательное оборудование

2. ПРИЕМ, ТРАНСПОРТИРОВКА, ХРАНЕНИЕ

- 2.1. Прием
- 2.2. Перевозка и транспортировка
- 2.3. Хранение

3. УСТАНОВКА

- 3.1. Стандартные условия для установки
- 3.2. Температурный режим обмоток
- 3.3. Определение параметров устройств, обеспечивающих циркуляцию воздуха
- 3.4. Изолирующие расстояния
- 3.5. Заземляющие соединения, терминал регулирования напряжения, система тепловой защиты
- 3.6. Высоковольтное и низковольтное подсоединение
- 3.7. Регулирование коэффициента трансформации
- 3.8. Параллельное соединение нескольких трансформаторов

4. ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРА

- 4.1. Система температурного контроля
- 4.2. Защита от перегрузок и короткого замыкания
- 4.3. Защита от перенапряжения

5. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

- 5.1. Механические проверки перед вводом в эксплуатацию
- 5.2. Электрические проверки перед вводом в эксплуатацию
- 5.3. Порядок действий при запуске трансформатора

6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

- 6.1. Стандартное обслуживание
- 6.2. Нестандартное обслуживание
- 6.3. Таблица периодических проверок
- 6.4. Устранение неисправностей

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1. Соответствие нормам и стандартам

Трансформатор с литым резиновым покрытием, описанный в прилагаемом протоколе испытаний, разработан и производится компанией TESAR с целью соответствия действующим на момент его производства итальянским стандартам CEI и стандартам Международной электротехнической комиссии (IEC) (до согласования с другими условиями), а также выполнения требований клиента.

• Стандарты CEI (итальянские стандарты)

- CEI 14-8 - Сухие силовые трансформаторы: общая информация
- CEI EN 60076-1 - Силовой трансформатор – часть 1 : Общая информация
- CEI EN60076-2 - Силовой трансформатор – часть 2 : Превышение температуры
- CEI EN 60076-3 - Силовой трансформатор – часть 3 : Уровни изоляции, испытание изоляции на пробой и внешние воздушные изоляционные промежутки
- CEI EN 60076-4 - Силовой трансформатор – часть 4 : Руководство к испытанию грозовым импульсом и коммутационным импульсом – силовые трансформаторы и реакторы
- CEI EN 60076-5 - Силовой трансформатор – часть 5 : Устойчивость к короткому замыканию
- CEI EN 60076-10 - Силовой трансформатор – часть 10. Определение звуковых уровней
- CEI 14-7 - Маркировка вводов/выводов силовых трансформаторов
- CEI 14-12 - Трехфазный сухой распределительный трансформатор частотой 50Гц, мощностью от 100 кВА до 2500 кВА с максимальным уровнем напряжения для оборудования, не превышающим 36 кВ - часть 1 – общие требования и требования для трансформаторов с максимальным уровнем напряжения для оборудования, не превышающим 24 кВ

• Стандарты IEC

- IEC 60726 -Сухие силовые трансформаторы: общая информация
- IEC 60076-1 - Силовой трансформатор – часть 1 : Общая информация
- IEC 60076-2 - Силовой трансформатор – часть 2 : Превышение температуры
- IEC 60076-3 - Силовой трансформатор – часть 3 : Уровни изоляции, испытание изоляции на пробой и внешние воздушные изолирующие промежутки
- IEC 60076-4 - Силовой трансформатор – часть 4 : Руководство к тестированию грозового импульса и коммутационного импульса – силовые трансформаторы и реакторы

- IEC 60076-5 - Силовой трансформатор – часть 4 : Устойчивость к короткому замыканию
- IEC 60076-10 - Силовой трансформатор – часть 10. Определение звуковых уровней
- IEC 60616 - Маркировка вводов/выводов силовых трансформаторов
- HD 538.1 S1 - Трехфазный сухой распределительный трансформатор частотой 50Гц, мощностью от 100 кВА до 2500 кВА с максимальным уровнем напряжения для оборудования, не превышающим 36 кВ - часть 1 – общие требования и требования для трансформаторов с максимальным уровнем напряжения для оборудования, не превышающим 24 кВ

Электромагнитная совместимость

Интенсивность низкочастотного магнитного поля, создаваемого обмотками, имеет ограниченную величину, которая, однако, равняется или ниже величин поля, создаваемого соединениями и низковольтными шинами.

Его величина быстро уменьшается при увеличении расстояния от трансформатора. Интенсивность магнитного поля значительно уменьшается при помещении трансформатора в металлический кожух.

Регулятор температуры или другие вспомогательные соединения, в том числе для термостойкости, для защиты от электромагнитных колебаний, соответствуют стандартам CEI EN 50081-2 (IEC 50081-2) и CEI EN 50082-2 (IEC 50082-2).

Маркировка CE («электромагнитная совместимость»)

На трансформаторах компании TESAR отсутствует маркировка CE, как предусмотрено параграфом 5.4.2 “Руководства по применению Директивы 89/336/ЕЕС”, исключая из области применения Директивы:

- Высоковольтные катушки индуктивности
- Трансформаторы с высоким напряжением

• **Стандарты Украины**

- ГОСТ 11677-85 - трансформаторы силовые. Общие технические условия.
- ГОСТ 1516.3-96 - Электрооборудование переменного тока для напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции.

Предписания при монтаже и установке.

Монтаж и установку трансформаторов производить строго в соответствии с настоящим руководством пользователя.

Изготовитель гарантирует нормальное функционирование трансформаторов при соблюдении условий монтажа, эксплуатации, транспортировки и хранения.

1.2. Основные части трансформаторов и вспомогательное оборудование



Рис. 1. Табличка с техническими данными



Рис. 2. Трансформатор, оснащенный стандартными комплектующими

Стандартные компоненты и комплектующие

1. Ролики для продольного или поперечного перемещения
2. Приспособление для буксировки
3. Подъемные проушины
4. Высоковольтные выводы
5. Низковольтные выводы
6. Пластины терминалов для регулирования напряжения
7. Вывод заземления трансформатора
8. Зонды термоконтроля Pt100 в низковольтных обмотках
9. Вспомогательная клеммная коробка цепей термоконтроля

Детали и вспомогательное оборудование, не входящие в стандартный комплект

- 1 Термосопротивление Pt100 на сердечнике
- 2 Двойное термосопротивление Pt100 на обмотках
- 3 Терморезисторы на обмотках/сердечнике
- 4 Тангенциальные вентиляторы для увеличения мощности
- 5 Заземленный металлический экран между первичной и вторичной обмотками
- 6 Обрезиненные колеса
- 7 Блок термоконтроля
- 8 Многофункциональное электронное устройство для контроля температуры и электрических параметров
- 9 Кожух
- 10 Проходные изоляторы для высоковольтных выводов
- 11 Защита для регулировочного терминала коэффициента трансформации



Рис. 3. Блок термоконтроля



Рис. 4. Дублирующее термосопротивление Pt100 на сердечнике



Рис. 5. Проходные изоляторы для высоковольтных вводов



Рис. 6. Крышка для регулировочного терминала



Рис. 7. Кожух



Рис. 8. Тангенциальные вентиляторы

2. ПРИЕМ, ТРАНСПОРТИРОВКА, ХРАНЕНИЕ

2.1. Прием трансформатора

Поставляемые трансформаторы обычно полностью укомплектованы и готовы для подсоединения к линии среднего и низкого напряжения.

Согласно спецификации, трансформатор поставляется запакованный в полиэтиленовую пленку или в деревянный ящик, для его защиты от пыли или незначительных ударных нагрузок. Трансформатор может также быть упакован в деревянный ящик для морских перевозок.

При получении трансформатора, как на заводе клиентом, так и на объекте, необходимо провести следующие проверки:

- Проверка на отсутствие признаков повреждений трансформатора, которые могут быть получены во время транспортировки.
- Характеристики на табличке с техническими данными должны соответствовать характеристикам, перечисленным в погрузочных документах и в протоколе испытаний, прилагаемом к трансформатору.
- Каждый трансформатор укомплектован вспомогательным оборудованием, предусмотренным договором (колеса, блок термоконтроля и т.д.).

Перед распаковкой трансформатора, особенно в зимний период, когда разность температур внутри помещения и снаружи особенно значительна, необходимо подождать от 8 до 24 часов, чтобы температура трансформатора по истечении необходимого времени сравнялась с температурой помещения, с целью избегания конденсации влаги на поверхности обмоток.

ВНИМАНИЕ: В случае нахождения несоответствий, пожалуйста, немедленно свяжитесь с представителем компании. Если в течение 5 дней не поступает уведомление о несоответствиях или дефектах, можно считать, что доставлен трансформатор без дефектов. Таким образом, представитель компании не может считаться ответственным за возможные последствия технического обслуживания или непредвиденных обстоятельств.

2.2. Транспортировка

Во время перевозки или транспортировки рекомендуется использовать только специальные подъемные проушины и буксировочные приспособления.

ВНИМАНИЕ: Трансформатор нельзя перемещать, толкая катушки и выводы высокого и низкого напряжения.

Для перемещения трансформатора в назначенное место используйте только соответствующий рычаг (лом) в специально предусмотренных местах на нижней раме, но не на магнитном сердечнике и/или обмотках.

Для подъема верхняя рама трансформатора оснащена 4 подъемными проушинами для строп (если не заданы другие условия). Максимальный угол натяжения строп при подъеме - 60° .

Если трансформатор находится в защитном кожухе, снимите крышку кожуха и закрепите стропы.

Примеры транспортировок

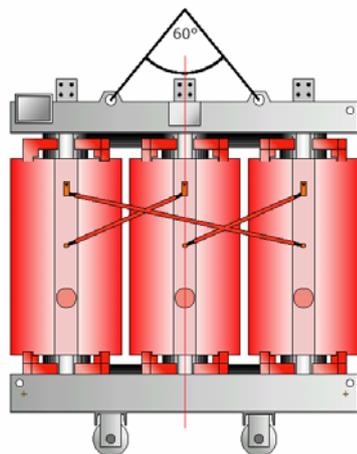


Рис. 9. Транспортировка мостовым краном

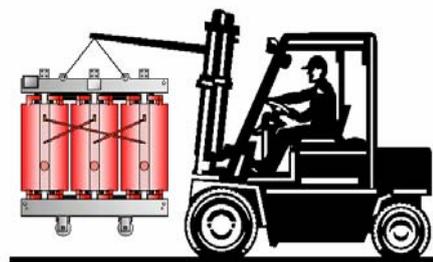


Рис. . Транспортировка вилочным погрузчиком

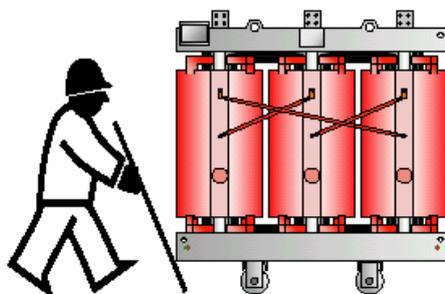


Рис. 11. Ручная транспортировка

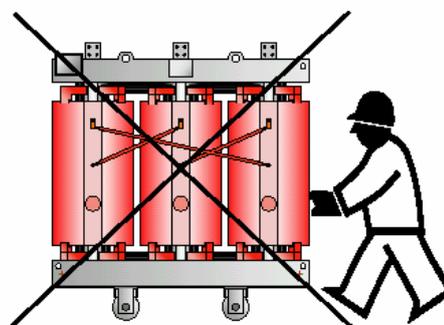


Рис. 12. Неправильная ручная транспортировка

2.3. Хранение

Трансформатор должен храниться в крытом помещении, в чистой и сухой окружающей среде с сохранением упаковки до установки.

ВНИМАНИЕ: Температура хранения не должна быть ниже, чем -25°C .

УСТАНОВКА

3.1. Стандартные условия установки

Максимальная высота для установки не должна превышать 1000 м над уровнем моря.

В процессе работы трансформатора температура окружающей среды в помещении не должна выходить за нижеуказанные пределы:

- Минимальная температура: -25°C
- Максимальная температура: $+40^{\circ}\text{C}$

Если высота места установки и/или температура окружающей среды выходят за вышеуказанные пределы, необходимо указать эту информацию во время заказа продукции, так как определенные размеры трансформатора зависят от этих величин.

3.2. Температурный режим обмоток

Электрический ток, проходящий через обмотки, и эффект намагничивающего тока в сердечнике приводят к потерям электроэнергии, в результате чего происходит локализованный нагрев сердечника и обмоток.

Трансформатор спроектирован таким образом, чтобы благодаря естественному охлаждению температура трансформатора поддерживалась ниже максимальных величин, предусмотренных стандартами.

Для предотвращения аккумуляции тепла в помещении, в котором устанавливается трансформатор, необходимо обеспечить соответствующую вентиляцию.

Стандартная (с максимальной температурой окружающей среды 40°C) температура обмоток трансформаторов, спроектированных для работы в стандартных условиях, как предусмотрено в параграфе 3.1., изменяется в зависимости от класса изоляции и не должна превышать пределы, указанные ниже в таблице:

Класс изоляции	Средняя температура изоляции обмоток $^{\circ}\text{C}$	Максимальная температура изоляции обмоток $^{\circ}\text{C}$
B	120	130
F	140	155

Каждый трансформатор производства компании TESAR укомплектован как минимум тремя термосопротивлениями PT100 (если на заданы другие условия), по одному для каждой низковольтной обмотки, и подключенными при помощи проводов к распределительной коробке для подсоединения к блоку термоконтроля, который обычно поставляется отдельно.

Для подсоединения и настройки блока термоконтроля с целью предотвращения перегрева трансформатора, пожалуйста, ознакомьтесь с соответствующим руководством, прилагаемым к данному документу.

Для контроля состояния трансформатора в работе мы предлагаем величины, приведенные ниже в таблице:

Класс изоляции	Температура предупреждающего сигнала	Температура отключения трансформатора
B	100°C	120 °C
F	120°C	140°C

3.3. Определение параметров устройств, обеспечивающих циркуляцию воздуха

- **Естественное охлаждение**

В помещении, в котором находится трансформатор, должны быть предусмотрены вентиляционные решетки, способные рассеивать нагретый воздух во время работы трансформатора, для поддержания стандартных условий работы и предупреждения перегрева трансформатора.

Таким образом, в помещении должна быть установлена вентиляционная решетка S в нижней части стены, для обеспечения необходимого потока свежего воздуха, а также вентиляционная решетка S' в верхней части противоположной стены, для выхода нагретого воздуха в результате образования тяги (Рис. 13).

Для правильного определения размеров вентиляционных решеток помещения используйте нижеследующую формулу, позволяющую вычислить площадь вентиляционных решеток входящего и выходящего воздуха, для номинальной рабочей температуры окружающей среды 20°C.

$$S \cong 0.188 \cdot \frac{P}{\sqrt{H}} \quad S' \cong 1.10 \cdot S \quad \text{где:}$$

P = Сумма потерь холостого хода и нагрузочных потерь трансформатора при температуре 120°C в кВт.

S = Поверхность решетки для поступающего воздуха в м²

S' = Поверхность решетки для выходящего воздуха в м²

H = Высота между двумя решетками в метрах

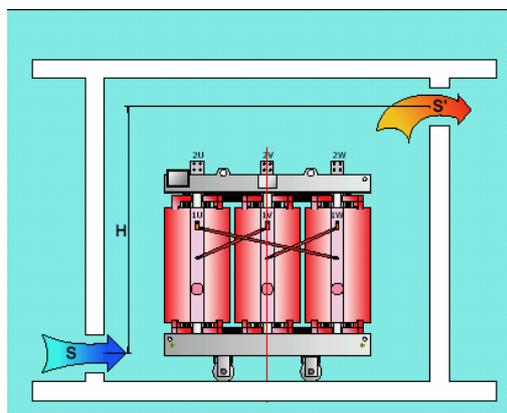


Рис. 13. Естественное охлаждение трансформатора

- **Принудительное охлаждение**

Принудительное охлаждение требуется в следующих случаях:

- Частая перегрузка
- Небольшие размеры помещения для установки трансформатора
- В помещении плохая вентиляция
- Ежедневная средняя температура выше 30°C.

Принудительное охлаждение можно обеспечить нижеследующими способами:

- Тангенциальные вентиляторы или другие приспособления, которые устанавливаются в процессе производства трансформаторов или позже на объекте, выполняющие функцию отбора тепловой энергии трансформатора и рассеивания нагретого воздуха.
- Установка вытяжного вентилятора в верхней части помещения (или кожуха), контролируемого соответствующим термореле или непосредственно реле тепловой защиты трансформатора, рекомендуемый поток воздуха – приблизительно 3,5÷4 м³/мин. на каждый кВт потерь при 120 °С.

ВНИМАНИЕ: недостаточная циркуляция воздуха, помимо сокращения номинального срока службы трансформатора, становится причиной перегрева, который может привести к вмешательству реле тепловой защиты.

3.4. Изолирующие расстояния

Трансформатор, поставляемый для работы без кожуха (IP00), должен устанавливаться в соответствующем помещении, где соблюдаются изолирующие расстояния к , указанные ниже.

Трансформатор должен быть защищен от прямого контакта с какими-либо поверхностями. Необходимо помнить, что резиновые высоковольтные обмотки находятся под напряжением.

Кроме того, необходимо выполнить следующие действия:

- Устранить риск попадания сверху влаги на трансформатор.
- Обеспечить необходимые расстояния от стен и заземленных конструкций для изолирования напряжения согласно нижеследующей таблице.

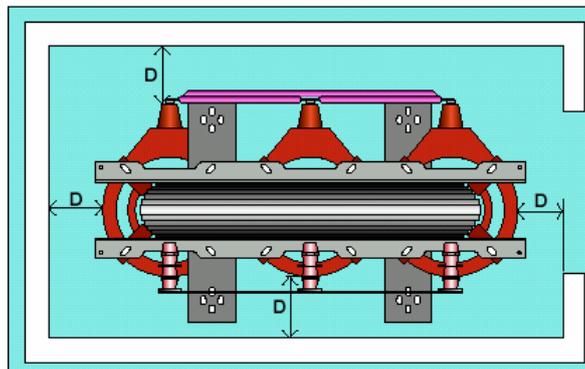


Рис. 14. Изолирующие расстояния

Изоляция кВ	Расстояние "D" мм	
	Бетонная стена	Ограждающая решетка/сетка
7,2	150	300
12	150	300
17,5	220	300
24	240	300
36	320	320

3.5. Заземляющие соединения, терминал регулирования напряжения, система тепловой защиты

Компания Tesar не несет ответственность за установку трансформатора. Установка должна выполняться согласно действующим стандартам, применяемым нормам и инструкциям.

При установке трансформатора необходимо выполнить следующие действия:

- Соединить заземляющие проводники с соответствующими точками заземления на металлических частях трансформатора и кожуха.
- При необходимости заземлить нейтраль низкого напряжения трансформатора или, если требуется, при помощи защитной системы замкнуть на землю.
- Соединить тепловую защиту с системой контроля согласно схеме в руководстве по реле тепловой защиты (блок термоконтроля).
- Проверить надежность крепления болтами подсоединений к первичным обмоткам.
- Проверить надежность крепления болтами пластин, регулирующих напряжение, при необходимости изменить позицию, чтобы отрегулировать выходное напряжение.

Примечание: Во время перевозки трансформатора, пластины терминала регулирования напряжения установлены в центральном положении.

- В случае трансформатора с двойным коэффициентом трансформации, пожалуйста, проверьте правильность положения регулирующих напряжение пластин и входящего напряжения трансформатора.

Примечание: Во время перевозки трансформатора пластина терминала регулирования напряжения установлена в позицию, соответствующую номинальному напряжению.

3.6. Низковольтное и высоковольтное подсоединение

• Подключение трансформатора без защитного кожуха (IP00)

Кабели и шины, подсоединяемые к трансформатору, должны быть закреплены соответствующим образом, с целью избегания механических воздействий на низковольтные и высоковольтные выводы трансформатора.

Возможно как верхнее, так и нижнее подсоединение кабелем, при условии, что учитывается конфигурация, показанная на рисунках. В случае подключения

снизу, пожалуйста, проверьте наличие достаточного пространства для обеспечения минимального радиуса изгиба кабелей.

- **Подключение трансформатора с защитным кожухом**

Кабели и шины, подсоединяющиеся к трансформатору, должны заводиться в кожух только через соответствующие отверстия, указанные во время заказа трансформатора.

В любом случае, кабели и/или шины должны быть закреплены соответствующим образом с наружной части кожуха, с целью избегания механических воздействий на низковольтные и высоковольтные выводы трансформатора. После установки, пожалуйста, проверьте, чтобы в местах ввода кабелей и шин соблюдался необходимый уровень защиты.

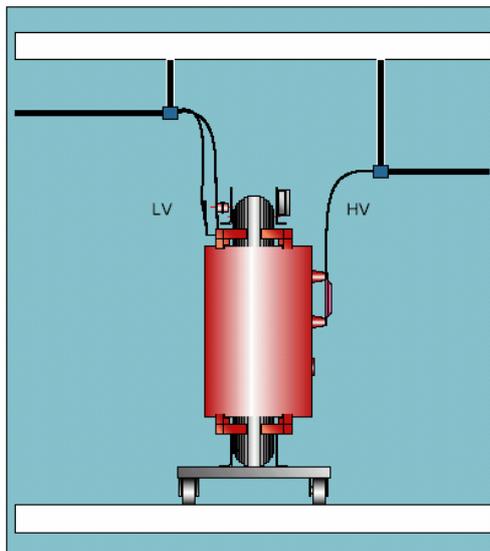


Рис. 15. Верхнее подсоединение кабелем

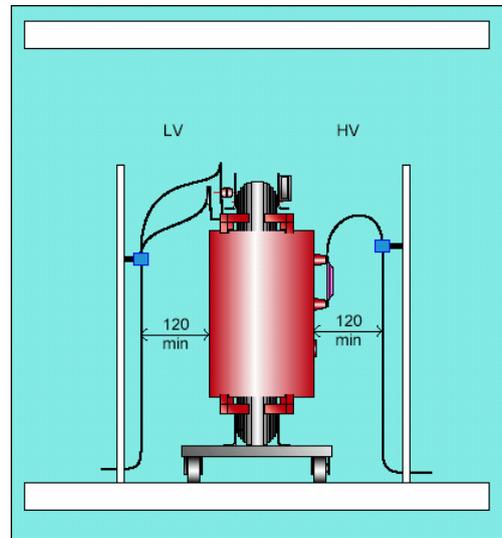


Рис. 16. Нижнее подсоединение кабелем

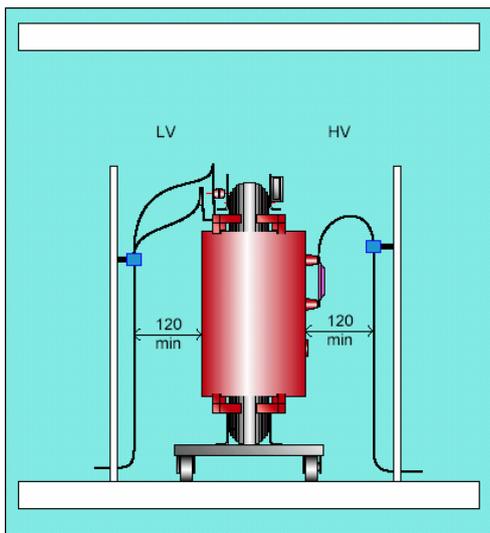


Рис. 17. Фиксация кабелей

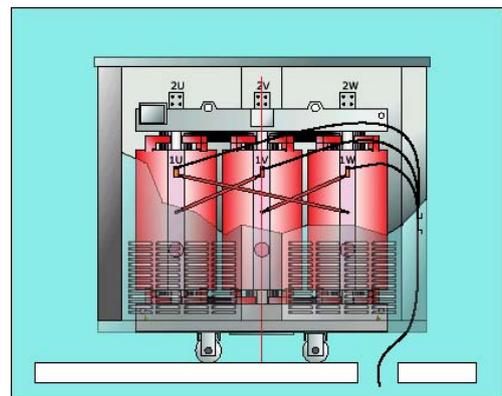


Рис. 18. Фиксация кабелей в кожухе

3.7. Регулирование коэффициента трансформации

Первичное напряжение можно изменять, меняя положение пластины регулировочного терминала, расположенного на каждой высоковольтной катушке.

Обычно трансформатор поставляется с регулировочной пластиной каждой колонны, расположенной в центральном положении. В случае отсутствия четкого соответствия между первичным напряжением системы и центральным положением пластины необходимо изменить позицию пластины на регулировочном терминале, переместив её в направлении других контактов, чтобы полученное вторичное напряжение являлось напряжением холостого хода, указанного на табличке с техническими данными.



Рис. 19. Регулировочный терминал коэффициента трансформации

Внимание:

- А) В случае трансформатора с двойным коэффициентом трансформации, пожалуйста, удостоверьтесь в правильности установки регулировочной пластины, соответствующей питающему трансформатор напряжению.
- В) Если позицию регулировочной пластины необходимо поменять в первый раз после запуска трансформатора, рекомендуется выключить трансформатор и заземлить низковольтные и высоковольтные цепи перед тем, как приблизиться к трансформатору.

3.8. Параллельное соединение нескольких трансформаторов

Если трансформатор нужно соединить параллельно с другими трансформаторами, пожалуйста, проверьте общее соответствие коэффициента трансформации по напряжению и условий, изложенных в стандартах IEC 60076-1, в первую очередь:

- Идентичный коэффициент трансформации по напряжению
- Идентичная рабочая частота
- Идентичная группа соединений обмоток
- Идентичное напряжение короткого замыкания (Допустимое отклонение $\pm 10\%$)

4. ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРА

4.1. Защита от перегрева при помощи блока термоконтроля

Каждый трансформатор компании TESAR укомплектован как минимум тремя термосопротивлениями Pt 100 (если на заданы другие условия), расположенными внутри каждой низковольтной обмотки и подключенными к вспомогательной клеммной коробке, а также с блоком термоконтроля, обычно поставляемым отдельно.

Информация о подсоединении и настройке блока термоконтроля находится в соответствующем руководстве, прилагаемом к данному документу.



Рис. 20. Блоки термоконтроля и контроля вентиляторов

4.2. Защита от перегрузки и короткого замыкания

Согласно параметрам стандартов, указанных в п. 1.1., трансформатор спроектирован и производится с учетом защиты от ограниченных нестандартных ситуаций с перенапряжением, перегрузкой и коротким замыканием на вторичных обмотках. Таким образом, трансформатор должен быть защищен от термических и динамических последствий длительной перегрузки и коротких замыканий во вторичных цепях благодаря автоматическому выключателю или соответствующих плавких предохранителей, способных отсоединить трансформатор в случае, когда электрический ток выше уровня тока, установленного в системе защиты.

Установка систем защиты и/или выбор высоковольтных или низковольтных предохранителей должны выполняться с учетом первичных и вторичных номинальных токов, указанных на табличке с техническими данными. Также необходимо принимать во внимание то, что при подаче питания на первичной обмотке трансформатора образуется высокий ток намагничивания благодаря переменной, в 10 раз превышающей номинальный ток (в худших случаях при подаче питания влияние момента замыкания питающей сети, электрических характеристик питающей сети, показателей реактивности и сопротивления цепи сетевого трансформатора, входной ток может в 20 раз превышать номинальный), даже при открытом положении автоматического выключателя, расположенного на вторичной обмотке, т.е. при отсутствии нагрузки.

Поэтому необходимо соответствующим образом настроить реле по максимальной величине высокого напряжения, величины тока и времени, введя небольшую временную задержку (приблизительно несколько десятков мс) для предотвращения срабатывания реле защиты. Кроме того, рекомендуется ограничить количество включений трансформатор в сеть и его выключения из сети.

4.3. Защита от перенапряжения

Чтобы защитить трансформатор от перенапряжения в результате работы при промышленной частоте или в результате причин атмосферного происхождения, рекомендуется использовать разрядники для защиты от атмосферных перенапряжений с переменным сопротивлением. Характеристики разрядников

зависят от уровня изоляции трансформатора и от характеристик распределительной системы.

Рекомендуется устанавливать разрядники, когда трансформатор подсоединен, напрямую или при помощи короткого кабеля, к основным сетям.

5. ВВОД В ДЕЙСТВИЕ

5.1. Механические проверки перед вводом в действие

Пожалуйста, выполните следующие проверки:

- Проверьте заземления
- Проверьте изолирующее расстояние от частей трансформатора, находящихся под напряжением, до «земли», как показано в параграфе 3.4
- Проверьте затяжку высоковольтных и низковольтных выводов и регулировочных пластин, используя следующие величины крутящего момента затяжки.

Соединение высоковольтных выводов и пластины регулировочного терминала

Болты	M6	8	10	12	14	16
Крутящий момент Н/м	5	11	22	35	60	85

Соединение низковольтных выводов

Болты	M6	8	10	12	14	16
Крутящий момент Н/м	5	14	27	45	70	100

Механические части сердечника и рамы

Болты	M12	14	16	18	20	22
Крутящий момент Н/м	95	150	235	320	455	615

При использовании гаечного ключа с ограничением по крутящему моменту, в кгм, разделите величины на коэффициент 10.

5.2. Электрические проверки перед вводом в действие

Пожалуйста, проведите следующие проверки:

- Проверьте, чтобы позиция пластины регулировочного терминала была одинаковой на всех трех фазах, как показано на схеме соединений. В случае двух первичных напряжений, пожалуйста, проверьте, чтобы питание трансформатора соответствовало позиции пластин.
- Проверьте правильность функционирования переключателей, расположенных в качестве защиты трансформатора на высоковольтной и низковольтной стороне.
- Проверьте правильность настройки и функционирования реле защиты от перегрузки и короткого замыкания.
- Проверьте правильность настройки и функционирования реле защиты от перегрева (блока термоконтроля) и соответствующих соединений.
- Проверьте правильность функционирования вентиляторов и соответствующей схемы управления, если они установлены на трансформаторе или на кожухе
- Проверьте общие условия для работы трансформатора и измерьте сопротивление изоляции обмоток и изолированных стягивающих шпилек по отношению к земле при помощи мегомметра, работающего при 2500 В.

Данные измерения должны проводиться при отсоединенных высоковольтных и низковольтных выводах, т.е. до подсоединения кабелей и/или шин.

Величины измеряемого сопротивления должны быть приблизительно следующими:

- Заземленные высоковольтные выводы /низковольтные выводы $\geq 20 \text{ M}\Omega$
- Заземленные низковольтные выводы / высоковольтные выводы $\geq 10 \text{ M}\Omega$
- Высоковольтные выводы - низковольтные выводы / «земля» $\geq 10 \text{ M}\Omega$

Если величины, полученные в результате измерений, будут значительно ниже, трансформатор необходимо высушить и, при необходимости, связаться с нашей службой поддержки.

ВНИМАНИЕ: В случае запуска трансформатора после длительного периода хранения или после длительного обесточивания/отключения напряжения необходимо очистить высоковольтные/низковольтные обмотки от накопившейся пыли, конденсата и грязи при помощи струи сухого сжатого воздуха и сухой ткани.

После этого рекомендуется осмотреть трансформатор, чтобы на поверхности и внутри вентиляционных каналов не осталось пропущенных участков.

5.3. Порядок действий при запуске трансформатора

Замыкание выключателя высокого напряжения

При замыкании выключателя трансформатор издает резкий звук, который уменьшается в течение нескольких мс. до полной стабилизации.

Проверка вторичного напряжения

Перед замыканием выключателя низкого напряжения или проведением дополнительных проверок для обеспечения параллельной работы других трансформаторов необходимо:

- Проверить при помощи вольтметра соответствующую величину между каждыми двумя фазами и величину напряжения соединения тройной звездой.
- Проверьте правильность сдвига фаз и векторной группы.

Если величины соответствуют величинам, указанным на табличке с техническими параметрами, можно продолжать ввод трансформатора в действие или проводить проверки для параллельной работы с другими трансформаторами.

Запуск трансформатора в работу параллельно с другим трансформатором

В случаях, когда трансформатор должен работать параллельно с другим трансформатором, также необходимо:

- Проверить соответствие показателей табличек с техническими параметрами обоих трансформаторов
- Проверить соответствие фаз, измерив напряжение между фазой "один" уже работающего трансформатора и фазой "один" трансформатора, который должен соединяться параллельно, при помощи вольтметра. **Величина этого результата должна равняться нулю.** Подобную проверку нужно провести для фазы 2 и фазы 3.

Завершите этап ввода трансформатора в действие, замыкая выключатель низкого напряжения и контролируя распределительную аппаратуру.

ВНИМАНИЕ

Мы напоминаем вам о том, что следить за работой трансформатора, вводить его в действие и подключать напряжение должен квалифицированный технический персонал. Кроме того, во время измерения напряжения и проверок соответствия фаз на верхних выводах низковольтных выключателей рекомендуется использовать соответствующие инструменты и перчатки с крагами.

6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

6.1 Стандартное техническое обслуживание

Внимательная проверка трансформатора во время его функционирования предотвратит возникновение неисправностей и продлит срок его службы.

Согласно стандартным условиям работы достаточно выполнять, по крайней мере, раз в год, следующие операции:

- Очистка высоковольтных/низковольтных обмоток от пыли, конденсата и грязи при помощи струи сухого, сжатого воздуха и сухой ткани
- Очистка каналов системы охлаждения и вентиляционных каналов между катушками с целью предупреждения перегрева во время работы трансформатора
- Проверка затяжки болтов высоковольтных и низковольтных соединений, соединений терминала регулирования напряжения, болтов станины и стягивающей сердечник рамы
- Проверка исправности функционирования термозащиты (термосопротивления и блок термоконтроля), а также работы защиты от перегрузки, короткого замыкания и расцепления соответствующего автоматического выключателя. Желательно, чтобы эта проверка проводилась с использованием соответствующего оборудования, позволяющего имитировать аварийную ситуацию.

6.2 Нестандартное техническое обслуживание

В случае, когда трансформатор работает с остановками, перед вводом в действие, особенно после длительного перерыва в работе, необходимо провести полные проверки, перечисленные в параграфе 5.

Если трансформатор во время работы испытал нестандартные нагрузки, к примеру: короткие замыкания, атмосферные или рабочие перенапряжения, другие нестандартные ситуации, перед подачей напряжения вам нужно позвонить в нашу службу.

В этом случае возможно заключение соглашения о продлении и/или обновлении гарантийного периода.

6.3 Таблица периодических проверок

В нижеследующей таблице перечислены основные периодические проверки трансформатора, которые должны выполняться, интервалы между проверками, необходимое оборудование и результаты, которые должны быть получены.

№	Проверка, которую необходимо провести	Интервал между проверками	Инструмент /Оборудование	Результаты	
1	Очистка обмоток от пыли, и загрязнений	Ежегодно и/или в особых случаях	Сухой сжатый воздух и ткань	Общая очистка	
2	Затяжка болтов основных и вторичных электрических соединений		Гаечный ключ с ограничением по крутящему моменту	Крутящий момент затяжки, см. параграф 5.1.	
3	Затяжка болтов механических частей и крепления трансформатора к земле		Гаечный ключ с ограничением по крутящему моменту	Крутящий момент затяжки, см. параграф 5.1	
4	Затяжка пластины регулировочных терминалов		Гаечный ключ с ограничением по крутящему моменту	Крутящий момент затяжки, см. параграф 5.1	
5	Функциональная проверка блока термоконтроля и термосопротивлений		Промышленный фен для имитации нагрева	Вмешательство в работу сирены уровня сигнализации, открытие уровня переключения и отключения	
6	Функциональная проверка реле защиты от перегрузки и короткого замыкания		Силовой генератор для имитации опасных условий	Размыкание переключателя при достижении подстроечного порога.	
7	Конденсат на обмотках		После длительного пребывания трансформатора в отключенном состоянии	Горячий сухой воздух и ткань	Полное отсутствие влаги на поверхности и внутренних каналах
8	Проверка изоляции обмоток – между обмотками и между землей			Меггер с напряжением не менее 2500 В	Минимальные величины, указанные в п. 5.2

6.4 Устранение неисправностей

Ниже перечислены ситуации, когда функционирование трансформатора прерывается в результате нестандартных ситуаций, возникающих в процессе работы:

№	Проблема	Возможная причина	Действия
1	Вмешательство терморегулятора в результате срабатывания сигнализации от зондов на обмотках (термосопротивления RT100 на каждой обмотке низкого напряжения)	Перегрузка относительно номинальной мощности трансформатора.	Проверить при помощи соответствующего оборудования ток, выдаваемый трансформатором, и сравнить эту величину с величиной тока, указанной на табличке с техническими данными. Уменьшить нагрузку трансформатора, приведя ее в соответствие номинальной.
2		Неправильное распределение нагрузки на трех фазах.	Проверить при помощи соответствующего оборудования ток, каждой фазы вторичного напряжения трансформатора, и затем, при несоответствии значений, привести в равновесие однофазные нагрузки на трех фазах.
3		Прямой запуск асинхронных двигателей с высокими пусковыми токами.	Ограничить количество последовательных прямых запусков асинхронных двигателей.
4		Наличие гармоник в распределительной системе.	Установить дроссели или фильтры перед оборудованием, генерирующим гармоники, чтобы предотвратить их перемещение по сети и в трансформаторе.
5		Недостаток вентиляции в помещении, где установлен трансформатор	Проверить, чтобы вентиляционные решетки подстанций или защитного кожуха не были закупорены. Восстановить циркуляцию воздуха.
6	Вмешательство терморегулятора в результате срабатывания сигнализации от зонда на сердечнике (четвертое термосопротивление RT100 на сердечнике, если предусмотрено)	Высокие вихревые токи на сердечнике в связи с возможным нарушением изоляции анкерных болтов и ослаблением затяжки крепежных болтов на сердечнике.	Восстановить изоляцию анкерных болтов и затянуть болты сердечника при помощи соответствующего крутящего момента затяжки, как описано в п. 5.1
7	Повышенный шум при работе трансформатора.	Слишком высокое напряжение питания.	Переставить пластину регулировочного терминала в наиболее подходящую позицию
		Жесткая конструкция шинного моста, подключенного ко вторичным обмоткам.	Предусмотреть гибкие токоведущие вставки между шинным мостом и терминалами низкого напряжения трансформатора.
		Передача вибраций на пол.	Предусмотреть антивибрационные подставки под колеса.