



Сухие силовые трансформаторы

Мощностью до 20 МВА напряжением до 36 кВ

Руководство по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию



СОДЕРЖАНИЕ

1. ВСТУПЛЕНИЕ

- 1.1. Контрольные нормы
- 1.2. Общий вид трансформатора и комплектующих
- 1.3. Дополнительная комплектация

2. ПОСТАВКА, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ НА СКЛАДЕ

- 2.1. Поставка
- 2.2. Транспортировка и перемещение
- 2.3. Хранение на складе

3. УСТАНОВКА

- 3.1. Обычные условия установки
- 3.2. Перегрев обмотки
- 3.3. Воздухообмен
- 3.4. Допустимые расстояния до обмоток трансформатора.
- 3.5. Заземление и защиты
- 3.6. Соединения Низкого и Высокого Напряжения
- 3.7. Регулирование напряжения
- 3.8. Параллельное соединение нескольких трансформаторов

4. ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРА

- 4.1. Защита от перегрева
- 4.2. Защита от перегрузок и короткого замыкания
- 4.3. Защита от перенапряжений

5. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

- 5.1. Проверка механических соединений до ввода в эксплуатацию
- 5.2. Проверка электрических устройств до ввода в эксплуатацию
- 5.3. Операции для ввода в эксплуатацию

6. ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ, ТЕХПОМОЩЬ

- 6.1. Техобслуживание
- 6.2. Внеплановый ремонт
- 6.3. Порядок выполнения регламентных работ
- 6.4. Устранение неисправностей

1. ВСТУПЛЕНИЕ.

1.1. Контрольные нормы.

Трансформатор, на который прилагается сертификат испытаний, спроектирован и сконструирован компанией TESAR при полном соответствии нормативам CEI Италии и международным нормам IEC, действующим на момент производства (за исключением иных соглашений), а также спецификациям клиента.

• Нормы CEI (итальянские)

CEI 14-8	Силовые сухие трансформаторы - Общие сведения
EN 60076-1	Силовые трансформаторы - часть 1: Общие сведения
EN 60076-2	Силовые трансформаторы - часть 2: Нагрев
EN 60076-3	Силовые трансформаторы - часть 3: Уровни и испытания изоляции
EN 60076-4	Силовые трансформаторы - часть 4: Справочник испытаний по атмосферными перенапряжениями на силовых трансформаторах и реакторах
EN 60076-5	Силовые трансформаторы - часть 5: Устойчивость при коротком замыкании
EN 60076-10	Силовые трансформаторы - часть 10: Определение уровней шума
CEI 14-7	Маркировка терминалов силовых трансформаторов
CEI 14-12	Трехфазовые распределительные сухие трансформаторы 50 Гц, от 150 до 2500 kVA с максимальным напряжением для оборудования, не выше 36 kV -часть 1: Общие защиты и требования для трансформаторов при максимальном напряжении для оборудования не выше 24 kV

• Нормы IEC (международные)

IEC 60726	Силовые сухие трансформаторы
IEC 60076-1	Силовой трансформатор– часть 1: Общие сведения
IEC 60076-2	Силовой трансформатор– часть 2: Нагрев
IEC 60076-3	Силовой трансформатор– часть 3: Уровни и испытания изоляции
IEC 60076-4	Силовой трансформатор– часть 4: Справочник испытаний атмосферным перенапряжениям на силовых трансформаторах и реакторах
IEC 60076-5	Силовой трансформатор– часть 4: Устойчивость при коротком замыкании
IEC 60076-10	Силовой трансформатор– часть 10: Определение уровней шума
IEC 60616	Маркировка терминала силовых трансформаторов
HD 538.1 S1	Трехфазовые сухие распределительные трансформаторы 50Гц, от 100 kVA до 2500 kVA с максимальным напряжением для оборудования, не выше 36 kV-часть 1 общие требования и требования для трансформаторов с максимальным напряжением для оборудования, не выше 24 kV

1.2. Общий вид трансформатора и комплектующих.



Рисунок 1. Табличка с техническими параметрами.

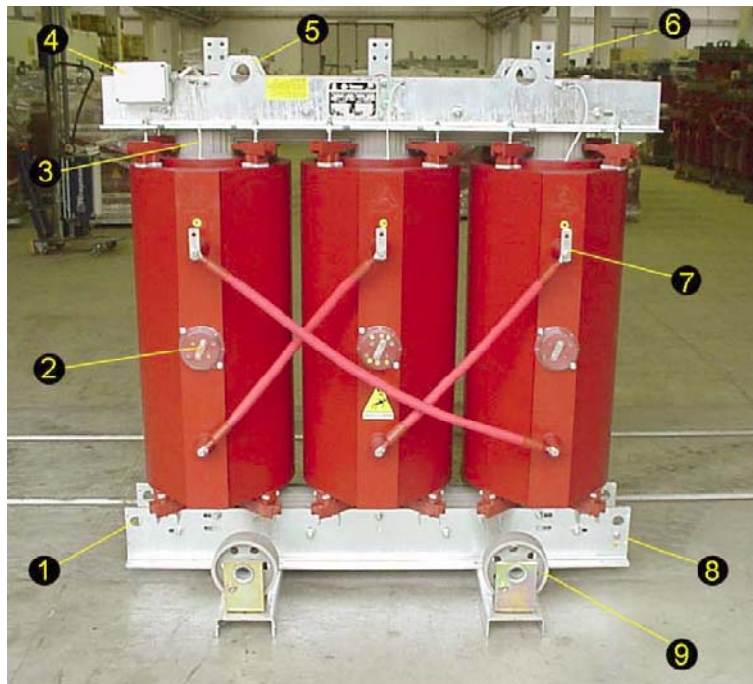


Рисунок 2. Общий вид трансформатора.

1. Проушины для буксировки
2. Пластины изменения напряжения
3. Термодатчик Pt100 в обмотке
4. Коробка с соединениями термодатчиков на корпусе.
5. Проушины для подъема
6. Вывода Низкого Напряжения
7. Вывода Высокого Напряжения
8. Зажим заземления
9. Тележка с колесами

1.3. Дополнительная комплектация.

1. Термодатчики (если отличны от комплекта из 3-х Pt 100)
2. Вентиляторы (рис. 8)
3. Заземляемый металлический экран между первичной и вторичной обмоткой.
4. Прорезиненные колеса для уменьшения вибрации.
5. Блок контроля температуры
6. Многофункциональный блок контроля температуры и электрических параметров (рис. 20)
7. Защитный кожух.
8. Соединители для присоединений высокого напряжения штыревым контактом (рис. 5).



Рисунок 3. Блок контроля температуры.

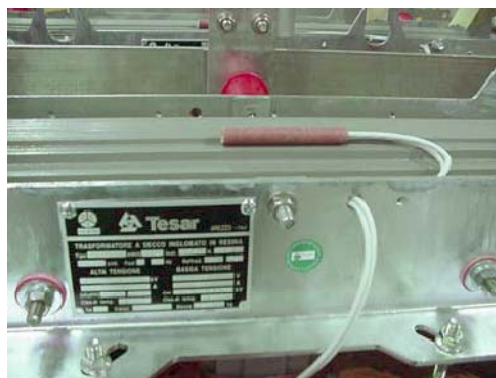


Рисунок 4. Термодатчик Pt100 в обмотке.



Рисунок 5. Соединители для присоединений высокого напряжения.



Рисунок 6. Защитная крышка.



Рисунок 7. Защитный кожух.



Рисунок 8. Вентиляторы.

2. ПОСТАВКА, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ НА СКЛАДЕ.

2.1. Поставка.

Трансформатор поставляется полностью смонтированным, готовым для соединения с линией высокого и низкого напряжения.

В соответствии с условиями контракта, трансформатор отправляется в защитной пластиковой упаковке, клетчатой таре или в специальном ящике для морских перевозок, которая используется и для защиты от дождя.

При получении трансформатора как в цехе предприятия заказчика, так и на стройплощадке необходимо выполнить следующее:

- Проверить состояние упаковки и трансформатора, отсутствие повреждений, которые могли произойти во время перевозки.
- Характеристики трансформатора, указанные на табличке, должны совпадать с указанными в транспортной документации. Данные о проведенных испытаниях, которые приложены к трансформатору.
- Проверить, чтобы каждый трансформатор был снабжен комплектующими, указанными в контракте (колесики перемещения, блок контроля температуры и т.д.).

До снятия упаковки с трансформатора, особенно в зимний период, когда наблюдается значительная разница температур в помещении и снаружи, рекомендуется выждать не менее 8÷24 часов, чтобы температура трансформатора дошла до температуры помещения для избегания образования конденсата.

ВАЖНО: При обнаружении недостатков необходимо немедленно связаться с Поставщиком. Если в течение 5 дней не будет получена информация о недостатках или дефектах, считается, что трансформатор поставлен в рабочем состоянии. При этом Поставщик не будет нести ответственности за то, что может случиться с трансформатором во время эксплуатации, а также за возможные последствия.

2.2. Транспортировка и перемещение.

При перевозке или перемещении рекомендуется использовать только специальные проушины для подъема и буксировки (рис. 9,10,11).

ВАЖНО: Трансформатор не должен перемещаться толчками в обмотки или соединения.

Для подъема верхняя арматура трансформатора оснащена проушинами для сцепления с тросами. Поднять тросы максимально под углом 60°.

Если трансформатор оснащен защитным кожухом, снять крышку для сцепления с тросами.

Примеры перемещения.

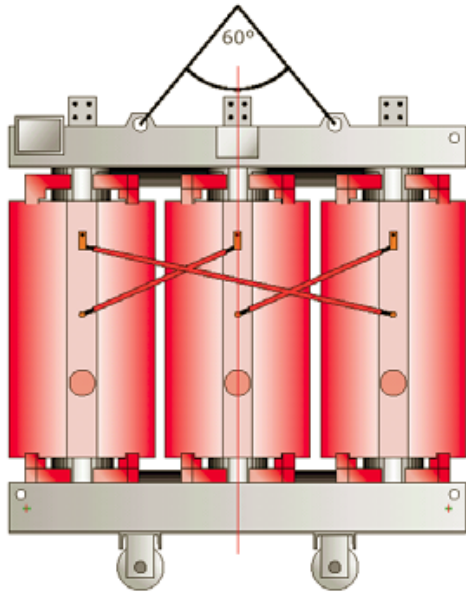


Рисунок 9. Перемещение мостовым краном

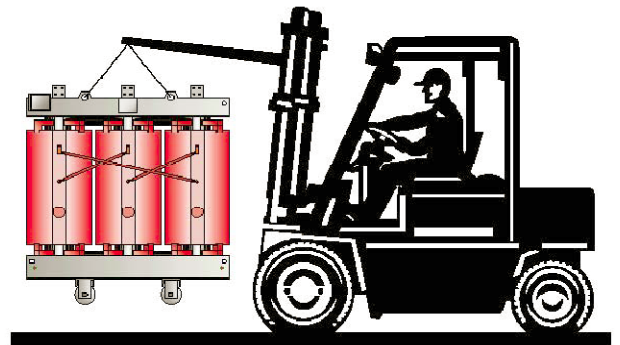


Рисунок 10. Перемещение электрокаром

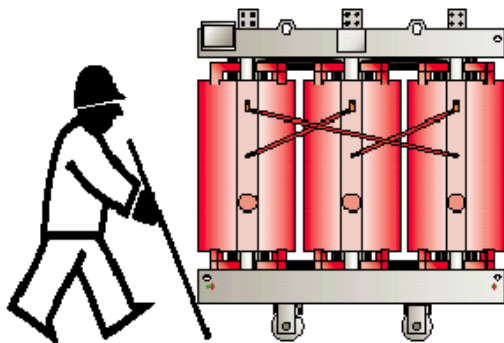


Рисунок 11. Перемещение вручную

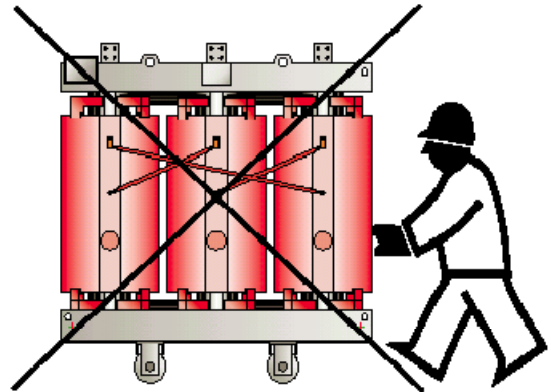


Рисунок 12. Неправильное перемещение вручную

2.3. Хранение на складе.

Трансформатор должен храниться на складе в закрытом, чистом и сухом помещении, в упаковке, сохраняемой до момента установки.

ВАЖНО: Температура при хранении на складе не должна быть ниже -25°C .

3. УСТАНОВКА.

3.1. Обычные условия установки.

Максимальная высота над уровнем моря не должна превышать 1000 м.

Температура окружающей среды внутри помещения, когда работает трансформатор, должна находиться в следующих пределах:

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

Если место установки находится выше указанной высоты над уровнем моря или значения температуры окружающей среды являются повышенными, необходимо специфицировать эти факторы уже на стадии заказа, поскольку они определяют параметры трансформатора.

3.2. Перегрев обмотки.

Электрическое напряжение, которое проходит через обмотку, и эффект магнитной индукции вызывают вихревые токи, которые трансформируются в тепло.

Трансформатор спроектирован таким образом, что естественная вентиляция поддерживает температуру трансформатора ниже максимальных значений, предусмотренных нормами.

Для избежания повышенных температур в помещении установки трансформатора необходимо оснащение соответствующей вентиляцией.

Повышенная температура обмотки трансформаторов, предназначенных для работы в обычных рабочих условиях, варьируется в зависимости от класса изоляции и не должна превышать пределы, указанные в следующей таблице:

Класс изоляции	Средняя температура обмотки °C	Максимальная температура изоляционной системы °C
B	120	130
F	140	155

Каждый трансформатор TESAR оснащен минимум 3 термодатчиками Pt 100, один на каждую обмотку низкого напряжения, соединенные в едином корпусе для соединения с защитным и контрольным реле температуры, обычно поставляемом отдельно.

Для соединения и тарирования защитного реле от перегрева см. Специальный прилагаемый сборник инструкций.

Для регулирования рекомендуется соблюдать значения, указанные в таблице:

Класс изоляции	Аварийный сигнал °C	Расцепление °C
B	100 °C	120 °C
F	120 °C	140 °C

3.3. Воздухообмен.

• Естественная вентиляция

В помещении установки трансформатора необходим воздухообмен для удаления тепла, выделяемого при работе, для гарантии соблюдения нормальных рабочих условий и предотвращения превышения допустимой температуры трансформатора.

Помещение должно иметь отверстие на нижней стенке S для обеспечения соответствующего притока свежего воздуха; и отверстием S' на противоположной стене наверху для выпуска горячего воздуха, создающего эффект камин (см. рис. 13).

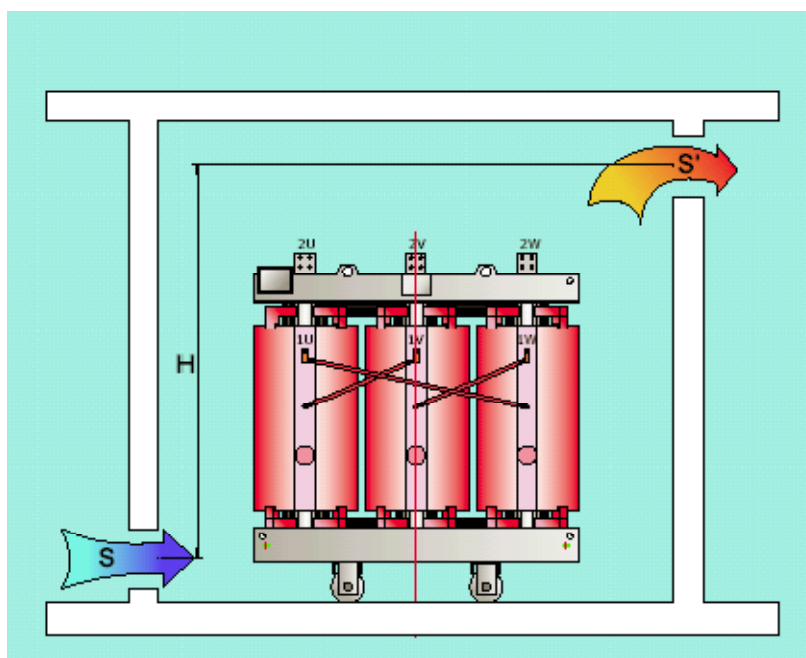


Рисунок 13. Естественная вентиляция

• Принудительная вентиляция

Принудительная вентиляция необходима в следующих случаях

- Частые перегрузки
- Малый объем помещения
- Плохо вентилируемое помещение
- Средняя ежедневная температура выше 30°C.

Принудительная вентиляция может быть выполнена при помощи:

- Тангенциальных вентиляторов или другой технологии. Оборудование устанавливается на стадии производства или добавляется позже, на предприятии клиента. Расчеты выполняются в соответствии с мощностью трансформатора и выделяемого тепла.

ВНИМАНИЕ: Недостаточная циркуляция воздуха помимо сокращения срока службы трансформатора может обуславливать вмешательство защитного теплового реле.

3.4. Допустимые расстояние до обмоток трансформатора.

Трансформатор, поставленный в открытом исполнении (IP00), должен быть установлен в специальном помещении при соблюдении расстояний от обмоток до стен помещения.

Трансформатор, даже если оснащен штыревым контактом со стороны высокого напряжения, должен быть защищен от прямых контактов. Необходимо помнить, что изоляция считается частично находящейся под напряжением.

Также необходимо:

- Устранить риск падения капель воды на трансформатор.
- Соблюдать минимальное расстояние до стен и обмоток в соотношении с напряжением изоляции согласно параметрам следующей таблицы

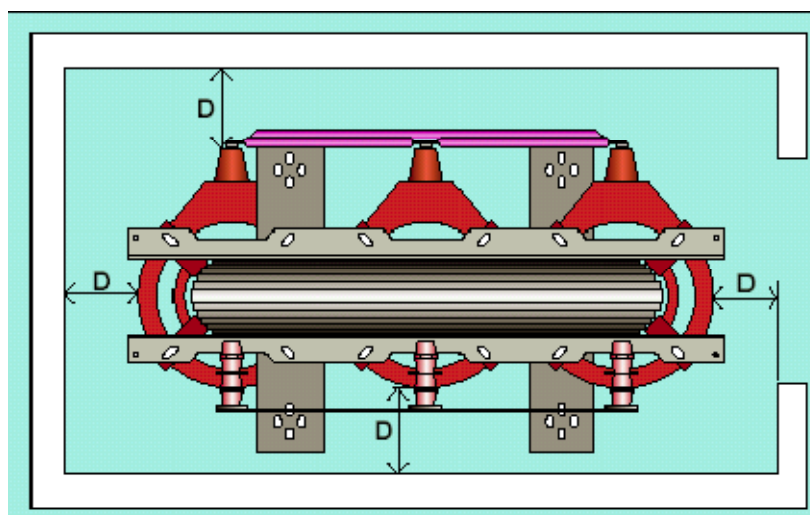


Рисунок 14. Допустимые расстояния.

Изоляция KV	Расстояние "D" мм	
	Полная стенка	Решетчатая
7,2	150	300
12	150	300
17,5	220	300
24	240	300
36	320	320

3.5. Заземление, позиции регулировочных устройств и защит.

Компания Tesar не несет ответственности за установку трансформатора. Установка должна выполняться в соответствии с действующими нормами, правилами и данными инструкциями.

При установке необходимо принимать во внимание следующие положения:

- Соединить заземляющие провода со специальными болтами, предусмотренными на всех металлических частях, не находящихся под напряжением.
- Соединить нейтральный вывод низкого напряжения с заземлителем.
- Соединить тепловую защиту с контрольной системой согласно схеме, указанной в инструкциях по защитному тепловому реле.
- Убедиться, что болтовые соединения первичной обмотки надежно затянуты.
- Убедиться, что пластины регулировочных устройств напряжения надежно затянуты.

При необходимости, изменить позицию пластины регулировочных устройств в соответствии с питающим напряжением (см. рис. 19).

3.6. Соединения Низкого и Высокого Напряжения.

• Открытое исполнение (IP00)

Провода, которые соединяются с трансформатором, должны быть соответствующим образом закреплены, чтобы избежать механических нагрузок на присоединения Низкого и Высокого напряжения трансформатора.

Соединения могут быть проложены как снизу, так и сверху, но при этом необходимо соблюдать конфигурацию, указанную на чертеже. При проведении снизу необходимо соблюдать необходимые минимальные радиусы изгиба проводов.

• **Исполнение с защитным кожухом (IP31)**

Провода, которые соединяются с трансформатором, должны входить в кожух только через проходы, предусмотренные на предприятии на стадии оформления заказа.

В любом случае, провода должны быть соответствующим образом закреплены снаружи кожуха для избегания механических нагрузок на присоединения Низкого и Высокого напряжения трансформатора. После установки необходимо контролировать поддержания в должном состоянии степени защиты IP31 в зонах прохождения проводов.

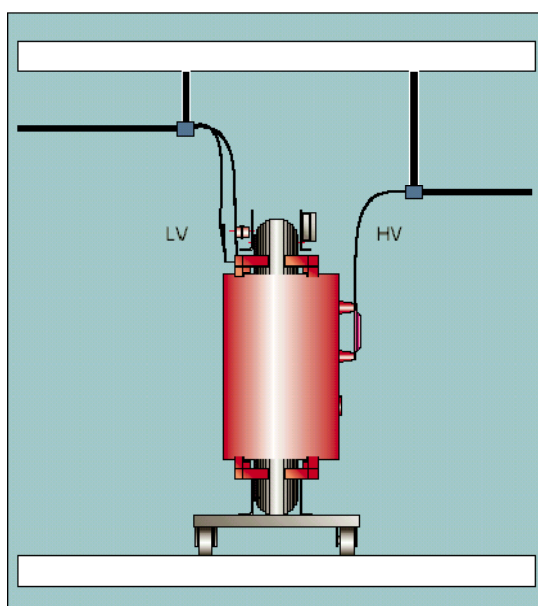


Рисунок 15. Прокладка проводов сверху

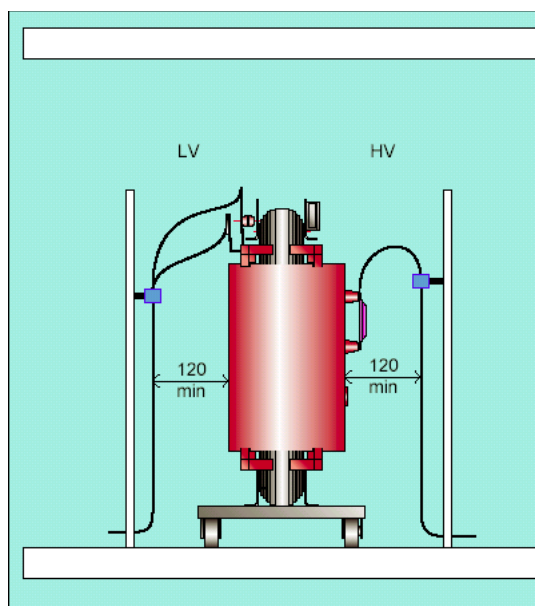


Рисунок 16. Прокладка проводов снизу.

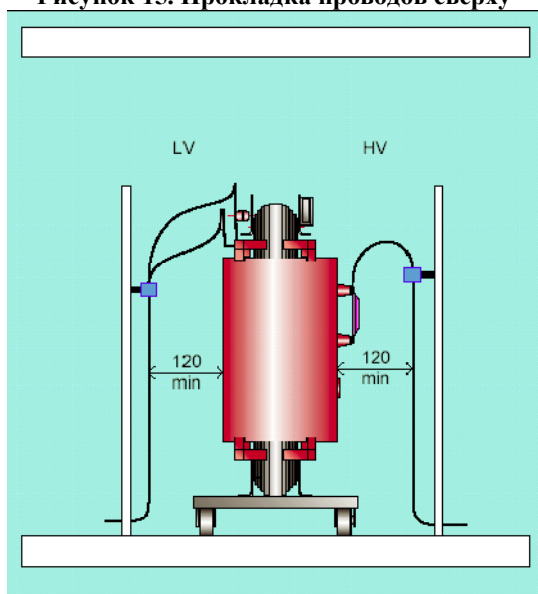


Рисунок 17. Подсоединение проводов.

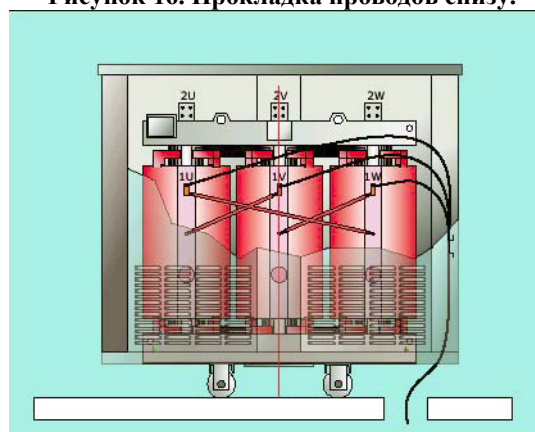


Рисунок 18. Подсоединение проводов в кожухе.

3.7. Регулирование напряжения (рис. 19).

Изменение напряжения по отношению к номинальному достигается при изменении положения пластины регулировочного устройства, расположенного на передней стороне каждой обмотки высокого напряжения.

Обычно трансформатор отправляется с пластиной каждой обмотки, уже соединенной на центральном разъемном соединителе. Если первичное напряжение системы не совпадает с напряжением, относящимся к центральному разъемному соединителю, необходимо изменить позицию самого соединителя, поставив его на один из других соединителей, чтобы получить на вторичном напряжении холостого хода, указанное на табличке трансформатора.



Рисунок 19. Регулировочное устройство.

Примечание: при отправке трансформатора пластина регулировочного устройства установлена на нейтральном соединителе (4-7).

3.8. Параллельное соединение нескольких трансформаторов.

Если трансформатор должен быть установлен в работе параллельно с другими трансформаторами, необходима полная совместимость соотношения напряжения и условий, установленных нормами ИЕС 60076-1, в частности:

- Идентичное соотношение напряжения
- Идентичная частота
- Идентичная векторная группа
- Идентичное напряжение короткого замыкания (Допуск $\pm 10\%$)

4. ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРА.

4.1. Защита от перегрева с многофункциональным блоком контроля температуры.

Каждый трансформатор TESAR оснащен минимум 3 термодатчиками PT100, расположенными внутри каждой обмотки Низкого Напряжения и выведенными в коробку на корпусе для соединения с реле защиты и блока контроля температуры, обычно поставляемым отдельно.

Для соединения и тарирования защитного реле см. прилагаемый специальный сборник инструкций.

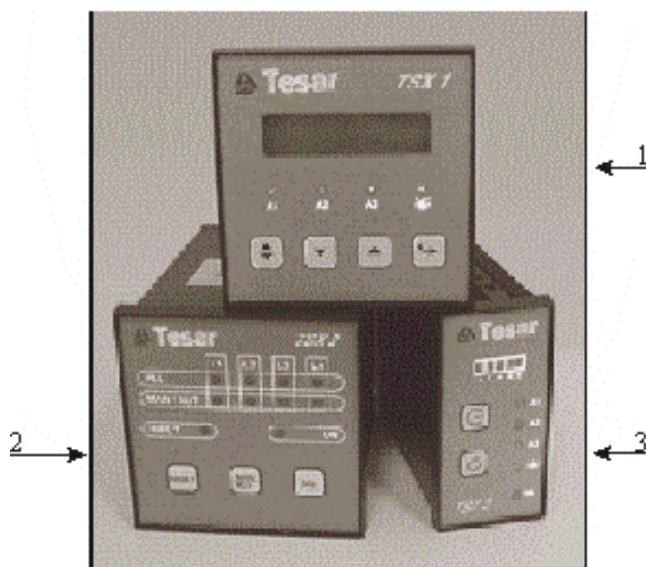


Рисунок 20.

- 1 - Блок контроля температуры.
- 2 - Многофункциональный блок контроля температуры и электрических параметров.
- 3 - Блок управления вентиляторами.

4.2. Защита от перегрузок и короткого замыкания.

Согласно контрольных норм, указанных в п. 1.1., трансформатор спроектирован и сконструирован в расчете на выдерживание ограниченных перегрузок, повышенного напряжения и короткого замыкания во вторичной обмотке. Трансформатор должен быть защищен от тепловых и динамических нагрузок, вызванных продолжительными перегрузками и вторичным коротким замыканием.

С этой целью необходимо предусмотреть автоматический выключатель или соответствующие плавкие предохранители, которые должны быть выбраны таким образом, чтобы отключить трансформатор в случае прохождения тока, параметры которого выше параметров данной защиты.

Тарирование защит и/или выбор плавких предохранителей стороны высокого и низкого напряжения должны быть выполнены с учетом номинального тока, первичного и вторичного, указанные на табличке трансформатора, а также принимая во внимание тот факт, что при включении трансформатора может появиться достаточно большой ток примерно в 10 раз выше номинального тока (в самых неблагоприятных условиях включения, зависящих от времени соединения цепи питания, от электрических характеристик сети питания, от значений реактанса и сопротивления схемы сеть-трансформатор, ток включения может достигнуть даже значения, в 20 раз выше номинального тока), даже если автоматический выключатель, расположенный во вторичной цепи отключен и, следовательно, это условие отсутствия нагрузки.

Поэтому необходимо соответственным образом регулировать реле максимального тока стороны высокого напряжения, на значение тока и времени, вводя незначительную

задержку (порядка нескольких десятых мс), чтобы не сработало защитное реле. Также рекомендуется ограничить число включений и отключений трансформатора в сети.

4.3. Защиты от перенапряжений.

Для защиты трансформатора от перенапряжений атмосферного происхождения должны быть использованы разрядные устройства. Характеристики разрядных устройств зависят от уровня изоляции трансформатора и от характеристик распределительной сети.

Рекомендуется устанавливать разрядники, когда трансформатор соединен напрямую или при помощи провода незначительной длины с воздушными линиями.

5. ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

5.1. Проверка механических соединений до ввода в эксплуатацию.

Выполнить следующие виды контроля:

- Проверить заземление металлических частей, не находящихся под напряжением
- Проверить допустимые расстояния от обмоток трансформатора, как указано в параграфе 3.4
- Проверить затяжку болтовых соединений низкого и высокого напряжения и регулировочных устройств, используя следующие значения момента затяжки

Соединения терминалов высокого напряжения и регулировочных устройств

Болты	M6	8	10	12	14	16
Момент N/m	5	11	22	35	60	85

Соединения низкого напряжения

Стержни	M6	8	10	12	14	16
Момент N/m	5	14	27	45	70	100

Механические части ярма

Болты	M12	14	16	18	20	22
Момент N/m	95	150	235	320	455	615

При помощи динамометрических ключей, тарированных в кгм, разделить значения на 10

5.2. Проверка электрических устройств до ввода в эксплуатацию.

Выполнить следующие виды проверок:

- Проверить, чтобы позиция пластин регулировочных устройств изменения напряжения была одинаковой на всех трах фазах, как указано на табличке. В случае трансформатора с несколькими параметрами напряжения необходимо также проконтролировать, чтобы позиция соответствовала напряжению установки, от которой трансформатор будет получать питание.
- Проверить правильное функционирование выключателей, расположенных для защиты трансформатора стороны высокого напряжения и стороны низкого напряжения
- Проверить правильное тарирование и функционирование реле защиты от перегрузки и короткого замыкания
- Проверить правильное тарирование и функционирование реле защиты от повышенной температуры (блок контроля температуры) и термодатчиков.
- Проверить функционирование вентиляторов и соответствующей схемы управления, если они предусмотрены на трансформаторе.
- Измерить сопротивления изоляции обмоток высокого напряжения и низкого напряжения при помощи мегомметра с выходным напряжением 2500 V.

Замер сопротивления изоляции обмоток высокого и низкого напряжения должен быть выполнен до подключения трансформатора к электросети.

Значения замеренного сопротивления должны быть следующими

- Зажимы высокого напряжения / корпус $\geq 20 \text{ M}\Omega$
- Зажимы низкого напряжения / корпус $\geq 10 \text{ M}\Omega$
- Зажимы высокого и низкого напряжения / корпус $\geq 10 \text{ M}\Omega$

ВНИМАНИЕ: В случае, если трансформатор вводится в действие после определенного периода нахождения на складе или после периода бездействия, необходимо выполнить очистку обмотки высокого/низкого напряжения от отложений пыли, конденсата или загрязнений струей сухого сжатого воздуха под низким давлением и сухими тряпками.

В заключении рекомендуется выполнить визуальный осмотр трансформатора для обнаружения возможных инородных предметов на поверхности и внутри каналов охлаждения.

5.3. Операции для ввода в эксплуатацию.

Включение выключателя стороны высокого напряжения.

При включении выключателя трансформатор издает резкий звук, который за несколько мс снижается до нормального.

Контроль вторичного напряжения.

До включения выключателя низкого напряжения или выполнения других видов контроля необходимо при помощи вольтметра проверить значения фазных и линейных напряжений.

Если значения совпадают с показателями таблички, можно перейти к завершению ввода в действие **или выполнить контроль для параллельного включения.**

Параллельное включение с другим трансформатором.

При необходимости параллельного включения с другим, уже работающим трансформатором также необходимо:

- Проверить соответствие технических данных по табличкам трансформаторов
- При помощи вольтметра проверить совпадение фаз, измеряя напряжение между «первой» фазой уже работающего трансформатора и «первой» фазой трансформатора, подключаемого параллельно. **Значение должно быть нулевым.** Далее действовать аналогично для фазы 2 и фазы 3.

Завершить ввод в эксплуатацию трансформатора, включив выключатель низкого напряжения.

ВАЖНО: Следует помнить, что операции по вводу в действие и работы при подаче напряжения должны выполняться специализированным техническим персоналом. Также во время измерения напряжения и фазировки на верхних выводах выключателя низкого напряжения рекомендуется использовать соответствующие приборы и инструменты и пользоваться специальными защитными изолирующими перчатками

6. ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ.

6.1 Техобслуживание.

Тщательный контроль трансформатора во время его работы позволяет предотвратить неисправности, а также продлить средний срок службы.

В обычных рабочих условиях достаточно выполнять не реже раза в год следующие операции:

- Очистка обмотки Среднего /Низкого Напряжения от возможных отложений пыли, конденсата и загрязнений струей сухого сжатого воздуха под низким давлением и сухими тряпками
- Очистка каналов охлаждения и вентиляции между обмотками для предотвращения перегрева во время работы.
- Проверка затяжки соединения высокого и низкого напряжения и пластин регулировочных устройств напряжения, затяжки болтов ярма.
- Контроль правильного функционирования тепловых защит (термодатчики и блок контроля температуры), а также правильное вмешательство защит от перегрузок и короткого замыкания, а также отключения соответствующего автоматического выключателя. Контроль должен выполняться, предпочтительно, при помощи специальных устройств, которые позволяют имитировать реальную неисправность.

6.2. Внеплановый ремонт.

Если трансформатор стоял на складе, до ввода в эксплуатацию, и после долгих периодов простоя во время работы необходимо выполнять все виды проверок, предшествующие вводу в действие, перечисленные в главе 5.

6.3 Порядок регламентных работ.

В таблице указаны виды работ, которые выполняются на трансформаторе, частота выполнения, применяемые устройства и инструмент и необходимый результат.

Поз.	Виды работ	Периодичность	Инструмент/ Устройство	Результат
1	Очистка от пыли, отложений загрязнений, возможных инородных предметов на обмотке	Ежегодно и /или после аварийного отключения	Сухой сжатый воздух при низком давлении и тряпки	Общая очистка
2	Затяжка болтов электрических соединений, первичных и вторичных		Динамометрический ключ	Момент затяжки см. Параграф 5.1.
3	Затяжка болтов механических частей и фиксация трансформатора к полу		Динамометрический ключ	Момент затяжки см. Параграф 5.1.
4	Затяжка пластин регулировочных устройств		Динамометрический ключ	Момент затяжки см. Параграф 5.1.
5	Проверка функциональности блока контроля температуры, термодатчиков		Фен горячего воздуха для нагрева, имитирование срабатывания термодатчиков	Включение sireны аварийного уровня температуры, отключение выключателя.
6	Проверка функциональности реле	Ежемесячно и после аварийного	Генератор для имитирования	Отключение выключателя при

	защиты от перегрузки и короткого замыкания	отключения	неисправности	достижении заданного порога
7	Конденсат, отложившийся на обмотке	После долгого простоя трансформатора	Сухой горячий воздух и тряпки	Поверхности обмоток и внутренних каналов полностью сухие
8	Контроль изоляции обмотки между собой к корпусу		Мегомметр с напряжением не менее 2500 V	Минимальные значения указаны в параграфе 5.2

6.4 Устранение неисправностей.

В таблице указаны меры, выполняемые для устранения неисправностей, которые могут произойти во время нормальной работы трансформатора.

№ п/п	Обнаруженная неисправность	Возможная причина	Выполняемые меры
1	Срабатывание блока контроля температуры из-за аварийных сигналов в обмотке (термодатчики РТ-100 в каждой обмотке)	Избыточная нагрузка по сравнению с номинальной мощностью трансформатора	Контролировать специальным прибором ток трансформатора, и сравнить его с указанным на табличке. Понизить мощность, доводя ее до значения, которое ниже мощности трансформатора
2		Неравномерное распределение нагрузки по трем фазам	Контролировать специальным прибором ток, на каждой фазе трансформатора и, при необходимости, перераспределить нагрузки на трех фазах
3		Запуск асинхронных двигателей при повышенном пусковом токе	Ограничить число одновременно запускаемых асинхронных двигателей
4		Присутствие гармоник в распределительной системе	Установить фильтры на участке перед оборудованием, которое дает гармоники
5		Недостаточная вентиляция помещения, в котором установлен трансформатор	Проверить, чтобы вентиляционные отверстия защитного кожуха не были закрыты или засорены. Восстановить циркуляцию воздуха в помещении.
6	Срабатывание контроля температуры из-за аварийного сигнала на сердечнике (4 термодатчиков РТ-100 на сердечнике, если предусмотрен)	Повышенный перегрев сердечника, вызванный возможным повреждением изоляции анкерных болтов и ослаблением затяжных болтов сердечника	Восстановить изоляцию анкерных болтов и затянуть систему болтов сердечника, как указано в пар. 5.1.
7	Повышенный уровень шума.	Слишком высокое напряжение питания	Установить пластины регулировочных устройств напряжения в наиболее оптимальном соотношении

