

СИЛОВОЙ ТРАНСФОРМАТОР

СИЛОВОЙ ТРАНСФОРМАТОР

- ▣ **Силовой трансформатор** — стационарный прибор с двумя или более обмотками, который посредством электромагнитной индукции преобразует систему переменного напряжения и тока в другую систему переменного напряжения и тока, как правило, различных значений при той же частоте в целях передачи электроэнергии без изменения её передаваемой мощности.



Силовой
трансформатор
ESE на 110кВ

КОМПОНЕНТЫ ТРАНСФОРМАТОРА

Клеммы

- Клеммы в сухих трансформаторах могут быть выведены на клеммную колодку в виде болтовых контактов или соединителей с плоскими контактами. Клеммы могут размещаться внутри корпуса. В герметичных масляных или жидкостных трансформаторах обеспечивается перемещение электрических соединений с внутренней стороны бака наружу:
 1. **Проходные изоляторы** - клеммный блок в форме проходного изолятора переносит соединения из внутренней изоляционной среды трансформатора во внешнюю изоляционную среду, бывают:
 1. Низковольтные проходные изоляторы
 2. Конденсаторные проходные изоляторы
 3. Сильноточные проходные изоляторы
 2. **Кабельные соединения**
 3. **Соединения с элегазовыми устройствами SF₆**

Охладители

- Охлаждающее оборудование забирает горячее масло в верхней части бака и возвращает охлаждённое масло в нижнюю боковую часть. Холодильный агрегат имеет вид двух масляных контуров с непрямым взаимодействием, один внутренний и один внешний контур. Внутренний контур переносит энергию от нагревающих поверхностей к маслу. Во внешнем контуре масло переносит тепло к вторичной охлаждающей среде. Трансформаторы обычно охлаждаются атмосферным воздухом.
- Виды охладителей:
 1. **Радиаторы**, бывают разных типов. В основном они представляют собой множество плоских каналов в пластинах с торцевым сварным швом, которые соединяют верхний и нижний коллекторы.
 2. **Гофрированный бак** является одновременно и баком и охлаждающей поверхностью для распределительных трансформаторов малой и средней мощности. Такой бак имеет крышку, гофрированные стенки бака и нижнюю коробку.
 3. **Вентиляторы**. Для больших узлов возможно использование подвесных вентиляторов под радиаторами или сбоку от них для обеспечения принудительного движения воздуха и естественного масляного и принудительного воздушного (ONAF) охлаждения. Это может увеличить нагрузочную способность трансформаторов примерно на 25%.

-
- ▣ **Теплообменники с принудительной циркуляцией масла, воздуха.** В больших трансформаторах отведение тепла при помощи естественной циркуляции через радиаторы требует много места. Потребность в пространстве для компактных охладителей намного ниже, чем для простых радиаторных батарей. С точки зрения экономии места может оказаться выгодным использовать компактные охладители со значительным аэродинамическим сопротивлением, что требует применения принудительной циркуляции масла с помощью насоса и мощных вентиляторов для нагнетания воздуха. **Масляно-водяные охладители**, как правило, представляют собой цилиндрические трубчатые теплообменники со съёмными трубками. Такие теплообменники очень распространены и представляют собой классическую технологию. Они имеют разнообразное применение в промышленности. Более современные конструкции, например, плоские теплообменники мембранного типа, ещё не вошли в практику. **Масляные насосы.** Циркуляционные насосы для масляного охлаждающего оборудования – это специальные компактные, полностью герметичные конструкции. Двигатель погружён в трансформаторное масло; сальниковые коробки отсутствуют.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

- Большинство трансформаторов оборудовано некоторыми приспособлениями для настройки коэффициента трансформации путём добавления или отключения числа витков.
- Настройка может производиться с помощью переключателя числа витков трансформатора под нагрузкой либо путём выбора положения болтового соединения при обесточенном и заземлённом трансформаторе. Это применяется для незначительного изменения коэффициента трансформации.
- Бывают:
 1. Переключатели числа витков без нагрузки
 2. Переключатели числа витков под нагрузкой

НАВЕСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

□ Газовое реле

- Газовое реле обычно находится в соединительной трубке между баком и расширительным баком.
- Действие газовой защиты основано на том, что всякие, даже незначительные, повреждения, а также повышенные нагревы внутри бака трансформатора (автотрансформатора) вызывают разложение масла и органической изоляции, что сопровождается выделением газа. Интенсивность газообразования и химический состав газа зависят от характера и размеров повреждения. Поэтому защита выполняется так, чтобы при медленном газообразовании подавался предупредительный сигнал, а при бурном газообразовании, что имеет место при коротких замыканиях, происходило отключение поврежденного трансформатора (автотрансформатора). Кроме того, газовая защита действует на сигнал и на отключение или только на сигнал при опасном понижении уровня масла в баке трансформатора или автотрансформатора.

Индикация температуры

- Термометры обычно устанавливают для измерения температуры масла в верхнем слое и для индикации точек опасного перегрева в обмотке.ап

Встроенные трансформаторы тока

- Трансформаторы тока могут располагаться внутри трансформатора, часто вблизи заземленного рукава на стороне масла проходных изоляторов, а также на низковольтных шинах. В данном вопросе роль играют цена, компактность и безопасность. При таком решении отпадает необходимость иметь несколько отдельных трансформаторов тока на сортировочной станции с внешней и внутренней изоляцией, рассчитанной на высокое напряжение.

Поглотители влаги

- Необходимо удалить влагу из воздушного пространства над уровнем масла в расширительном баке, чтобы обеспечить отсутствие воды в масле трансформатора.

Системы защиты масла

- Самой обычной системой защиты масла является открытый расширительный бак, в котором воздух над уровнем масла вентилируется через влагопоглощающее устройство.
- Расширительный бак трансформатора может быть снабжён надувной подушкой. Надувная подушка из синтетического каучука располагается над маслом. Внутренне пространство подушки соединено с атмосферой, поэтому она может вдыхать воздух, когда трансформатор охлаждается и объём масла сжимается, и выдыхать воздух, когда трансформатор нагревается.
- Другим решением является расширительный бак, который разделён в горизонтальной плоскости мембраной или диафрагмой, которая позволяет маслу расширяться или сжиматься без прямого контакта с наружным воздухом.
- Пространство над маслом в расширительном баке можно заполнить азотом. Это можно делать из баллона со сжатым газом через редукторный клапан. Когда трансформатор вдыхает, редукторный клапан выпускает азот из баллона. Когда объём увеличивается, азот уходит в атмосферу через вентиляционный клапан.
- Для того, чтобы сэкономить потребление азота, можно задать некий шаг давления между наполнением азотом и выпуском азота.
- Трансформаторы могут иметь герметическое исполнение. В маленьких маслonaполненных распределительных трансформаторах упругий гофрированный бак может компенсировать расширение масла. В ином случае необходимо обеспечить пространство над маслом внутри трансформаторного бака, заполненное сухим воздухом или азотом, чтобы они выполняли роль подушки при расширении или сжатии масла.
- Можно использовать сочетание различных решений. Трансформаторный бак может быть полностью заполнен маслом, и при этом иметь большой расширительный бак достаточного объёма для расширения масла и необходимой газовой подушки. Эта газовая подушка может иметь продолжение в следующем дополнительном баке, возможно на уровне земли. Для ограничения объёма газовой подушки можно открыть сообщение с наружной атмосферой при заданных верхнем и нижнем пределах внутреннего давления.

Указатели уровня масла

- Указатели уровня масла применяются для определения уровня масла в расширительном баке, как правило, это приборы с циферблатом, либо стеклянная трубка, работающая по принципу соединённых сосудов, установленные прямо на расширительном баке. Индикация уровня масла находится на торцевой стороне расширительного бака.

Устройства сброса давления

- Дуговой разряд или короткое замыкание, которые возникают в маслонаполненном трансформаторе, обычно сопровождаются возникновением сверхдавления в баке из-за газа, образующегося при разложении и испарении масла. Устройство сброса давления предназначено для снижения уровня сверхдавления вследствие внутреннего короткого замыкания и, таким образом, уменьшения риска разрыва бака и неконтролируемой утечки масла, которое может также осложниться возгоранием вследствие короткого замыкания. Малый вес тарелки клапана и низкая пружинная жёсткость закрывающих пружин обеспечивает быстрое и широкое открывание. Клапан вновь возвращается в нормальное закрытое состояние, когда сверхдавление спущено.

- **Устройства защиты от внезапного повышения давления**

- Реле внезапного повышения давления предназначено для срабатывания при возникновении упругой масляной волны в баке трансформатора при серьёзных замыканиях. Это устройство способно различать быстрое и медленное нарастание давления и автоматически отключает выключатель, если давление растёт быстрее, чем задано.

- **Устройства защиты от перенапряжений**

- Устройствами защиты силовых трансформаторов являются элементы РЗиА, на трансформаторах 6/10кВ чаще используются плавкие предохранители.

- **Колеса/полозья для транспортировки**

- Крупные агрегаты на практике редко доставляются с помощью крана на своё место установки на фундаменте. Их необходимо каким-то способом перемещать от транспортного средства до основания. Если от места разгрузки с транспортного средства до места конечного монтажа агрегата проложены литые рельсы, то агрегат может быть оборудован колёсами для качения. Поворот на 90 градусов в транспортных целях обеспечивают колёса, работающие в двух направлениях. Агрегат поднимают подъёмником и поворачивают колёса. Когда агрегат установлен на месте, то застопоренные колёса могут быть на нём или сняты и заменены опорными блоками. Можно также опустить агрегат прямо на фундамент.
- Если такая рельсовая система не предусмотрена, то используют обычные плоские направляющие. Агрегат толкают по смазанной направляющей прямо на место установки, или используют гусеничную цепь.
- Агрегат можно приварить к фундаменту, на котором он установлен. Агрегат можно также поставить на вибрационное основание для уменьшения передачи шума через фундамент.

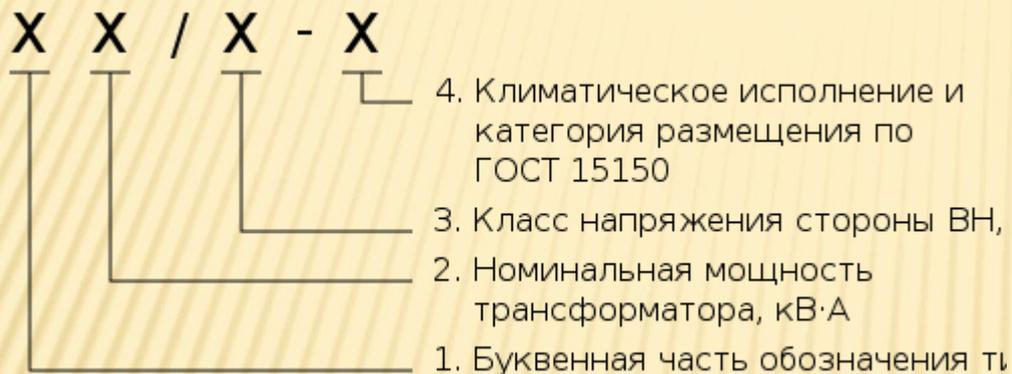
Детектор горючих газов

- Детектор горючих газов указывает на присутствие водорода в масле. Водород отлавливается через диалитическую мембрану. Эта система даёт раннюю индикацию медленного процесса газогенерации ещё до того, как свободный газ начнёт барботировать в направлении газонакопительного реле.

Расходомер

- Для контроля вытекания масла из насосов в трансформаторах с принудительным охлаждением устанавливаются масляные расходомеры. Работа расходомера обычно основана на измерении разницы давления по обе стороны от препятствия в потоке масла. Расходомеры также применяются для измерения расхода воды в водоохлаждаемых трансформаторах.
- Обычно расходомеры оборудованы аварийной сигнализацией. Они также могут иметь циферблатный индикатор.

УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ



- Буквенная часть условного обозначения должна содержать обозначения в следующем порядке:
- Назначению трансформатора (может отсутствовать) **А** — автотрансформатор **Э** — электропечной
- Количество фаз **О** — однофазный трансформатор **Т** — трехфазный трансформатор
- Расщепление обмоток (может отсутствовать) **Р** — расщепленная обмотка НН;
- Система охлаждения
 - Сухие трансформаторы **С** — естественное воздушное при открытом исполнении **СЗ** — естественное воздушное при защищенном исполнении **СГ** — естественное воздушное при герметичном исполнении **СД** — воздушное с дутьем
 - Масляные трансформаторы **М** — естественное масляное **МЗ** — с естественным масляным охлаждением с защитой при помощи азотной подушки без расширителя **Д** — масляное с дутьем и естественной циркуляцией масла **ДЦ** — масляное с дутьем и принудительной циркуляцией масла **Ц** — масляно-водяное с принудительной циркуляцией масла
 - С негорючим жидким диэлектриком **Н** — естественное охлаждение негорючим жидким диэлектриком **НД** — охлаждение негорючим жидким диэлектриком с дутьем
- Особенность трансформатора (может отсутствовать) **Л** — исполнение трансформатора с литой изоляцией; **Т** — трехобмоточный трансформатор (Для двухобмоточных трансформаторов не указывают); **Н** — трансформатор с РПН;
- Назначение (может отсутствовать) **С** — исполнение трансформатора для собственных нужд электростанций **П** — для линий передачи постоянного тока