



# Трансформатор

- Трансформатор это устройство, которое преобразовывает (повышает или понижает) напряжение переменного тока. Состоит трансформатор из нескольких обмоток, которые намотаны на общий ферромагнитный сердечник. Если трансформатор состоит только из одной обмотки, то он называется автотрансформатором. Современные трансформаторы тока бывают: броневыми, стержневыми и тороидальными.
-

- Изобретателем трансформатора является русский ученый П.Н.Яблочков. В 1876г. Яблочков использовал индукционную катушку с двумя обмотками в качестве трансформатора для питания изобретенных им электрических свечей. Трансформатор Яблочкова имел незамкнутый сердечник. Трансформаторы с замкнутым сердечником, подобные применяемым в настоящее время, появились значительно позднее, в 1884г. С изобретением трансформатора возник технический интерес к переменному току, который до этого времени не применялся.
-

- Трансформатор это устройство, которое преобразовывает (повышает или понижает) напряжение переменного тока. Состоит трансформатор из нескольких обмоток , которые намотаны на общий ферромагнитный сердечник. Если трансформатор состоит только из одной обмотки, то он называется автотрансформатором. Современные трансформаторы тока бывают: броневыми, стержневыми и тороидальными.
-

- Обмотки трансформатора стержневого типа расположены горизонтально, в то время как это расположение в броневом трансформаторе может быть как вертикальным, так и горизонтальным. Сердечник броневое трансформатора скрывает в себе практически всю обмотку. В трансформаторах стержневого типа обмотка намотана на сердечник, а в трансформаторах стержневого типа обмотка включается в сердечник. В трансформаторе стержневого типа обмотки хорошо видны, а из сердечника видна только нижняя и верхняя часть. Независимо от типа трансформатора, в его состав входят такие три функциональные части: магнитная система трансформатора (магнитопровод), обмотки, а также система охлаждения.
  - Цель работы – изучить устройство, принцип работы и применение трансформатора
-

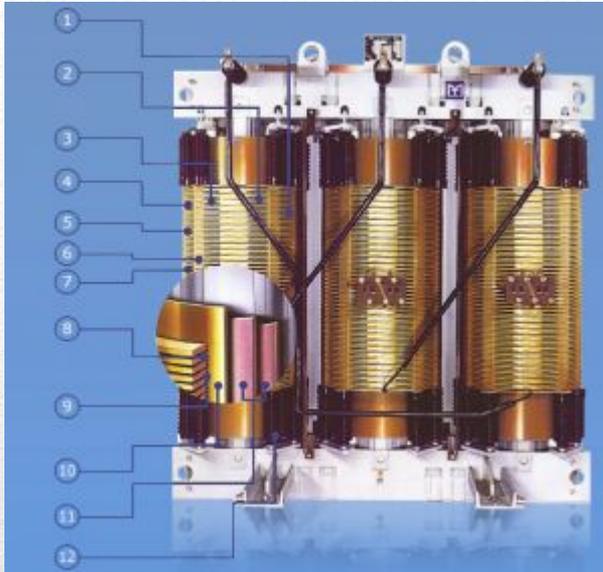
- В устройстве трансформаторов выделяют первичную и вторичную обмотку. К первичной обмотке напряжение подводится, а от вторичной отводится.
  - Первичная обмотка получает запитку от внешнего источника, а с вторичной обмотки напряжение снимается. Переменный ток первичной обмотки создает в магнитопроводе переменное магнитное поле, которое, в свою очередь, создает ток во вторичной обмотке
-

- Существуют такие три режима работы трансформатора: холостой ход, режим короткого замыкания, рабочий режим. В режиме короткого замыкания выводы вторичной обмотки соединены между собой накоротко, а на первичную обмотку подают небольшое напряжение, с таким расчетом, чтобы ток короткого замыкания был равен номинальному току трансформатора. Величину потерь (мощность) можно посчитать, если напряжение во вторичной обмотке умножить на ток короткого замыкания. Такой режим трансформатора находит свое техническое применение в измерительных трансформаторах. Трансформатор «на холостом ходу», когда выводы от вторичных обмоток никуда не подключены. Если сердечник трансформатора изготовлен из магнитомягкого материала, тогда ток холостого хода показывает, какие в трансформаторе происходят потери на перемагничивание сердечника и вихревые токи.
-

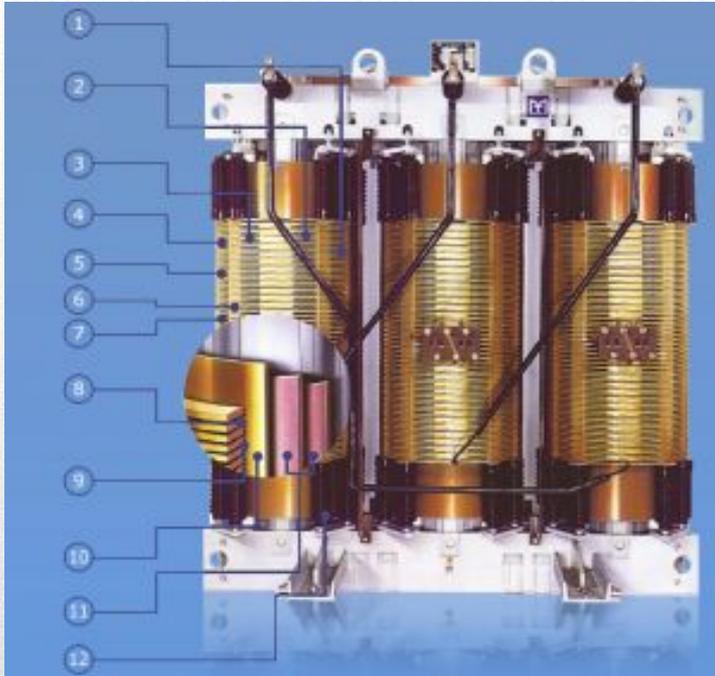
- Магнитопровод представляет собой пластины из электротехнической стали, которые концентрируют в себе магнитное поле трансформатора. Полностью собранная система с деталями, скрепляющими трансформатор в единое целое – это остов трансформатора. Та часть магнитопровода, на которой крепятся обмотки, называется стержнем трансформатора. Часть магнитопровода, которая не несет на себе обмотку и замыкает магнитную цепь, называется ярмом.
- В трансформаторе стержни могут располагаться по-разному, поэтому выделяют такие четыре типа магнитопроводов (магнитных систем): плоская магнитная система, пространственная магнитная система, несимметричная магнитная система, симметричная магнитная система.

- Основная часть обмотки – виток, который однократно обхватывает магнитопровод и в котором индуцируется магнитное поле. Под обмоткой понимают сумму витков, ЭДС всей обмотки равна сумме ЭДС в каждом витке.
  - В силовых трансформаторах обмотка обычно состоит из проводников, имеющих квадратное сечение. Такой проводник по-другому еще называется жилой. Проводник квадратного сечения используется для того, чтобы более эффективно использовать пространство внутри сердечника. В качестве изоляции каждой жилы может использоваться либо бумага, либо эмалевый лак. Две жилы могут быть соединены между собой, и иметь одну изоляцию – такая конструкция называется кабелем.
  - Обмотки бывают следующих типов: регулирующие, основные и вспомогательные. Основной называется обмотка, к которой подводится или от которой отводится ток (первичная и вторичная обмотка)
-

- Из курса школьной физики известно, что потери мощности в проводах прямо пропорциональны квадрату силы тока. Поэтому для передачи тока на большие расстояния напряжение повышают, а перед подачей потребителю наоборот, понижают. В первом случае нужны повышающие трансформаторы, а во втором – понижающие. Это основное применение трансформаторов.
  - Трансформаторы применяются также в схемах питания бытовых приборов. Например, в телевизорах применяют трансформаторы, имеющие несколько обмоток (для питания схем, транзисторов, кинескопа, и т.д.).
-



1. Изоляция трансформатора на основе безматричной вакуумной пропитки и работает в среде с высокой влажностью воздуха и в химически агрессивной атмосфере.
  2. Минимальное выделение энергии горения (например, 43 кг для трансформатора 1600 кВА соответствуют 1,1% веса). Другие изоляционные материалы являются практически негорючими, самозатухающими и не содержат каких-либо токсичных добавок.
  3. Устойчивость трансформатора к загрязнениям благодаря конвекционным самоочищающимся дискам обмотки.
  4. Большая длина утечки по поверхности дисков обмотки, которые создают эффект изоляционных барьеров.
  5. Устойчивость трансформатора к температурной ударной нагрузке даже при крайне низких температурах ( $-50^{\circ}\text{C}$ ).
  6. Керамические блоки прокладки (без возможности возгорания) между дисками обмотки.
-



7. Изоляция проводников стекло-шелк.
8. Безопасность эксплуатации трансформатора благодаря специальной структуре обмотки  
Воздействие напряжения на изоляцию никогда не превышает напряжение изоляции (не более 10 В). Частичные разряды в изоляции физически невозможны.
9. Охлаждение трансформатора обеспечивается вертикальными и горизонтальным каналам охлаждения, а минимальная толщина изоляции обеспечивают возможность работы трансформатора при больших кратковременных перегрузках в защитном корпусе IP 45 без принудительного охлаждения.
10. Изоляционный цилиндр сделан и практически негорючего и самозатухающего материала, армированного стекловолокном.
11. Обмотка низкого напряжения из стандартного провода или фольги; в качестве материала обмотки используется медь.
12. Динамическая устойчивость трансформатора к коротким замыканиям обеспечивается керамическими изоляторами.

- Особо важными задачами являются повышение качества трансформаторов, использование прогрессивной технологии их производства, экономия материалов при их изготовлении и возможно низкие потери энергии при их работе в сети. Экономия материалов и снижение потерь особенно важны в распределительных трансформаторах, в которых расходуется значительная часть материалов и возникает существенная часть потерь энергии всего трансформаторного парка.
-

- **Список литературы**
  - Физика 10. В. А. Касьянов. дрофа 2003
  - Физика 10-11. Электродинамика. Г. Я. Мякишев. дрофа 2010
  - *Физика 9. Перышкин. А. В.* дрофа 2006
  - Электрические машины, А. И. Вольдек, Л. Энергия 1978
  - Конструирование трансформаторов. А. В. Сапожников. Госэнергоиздат 1959
  - <https://ru.wikipedia.org>
  - <https://www.yaklass.ru/p/fizika>
-