



# Трансформаторы

# Содержание

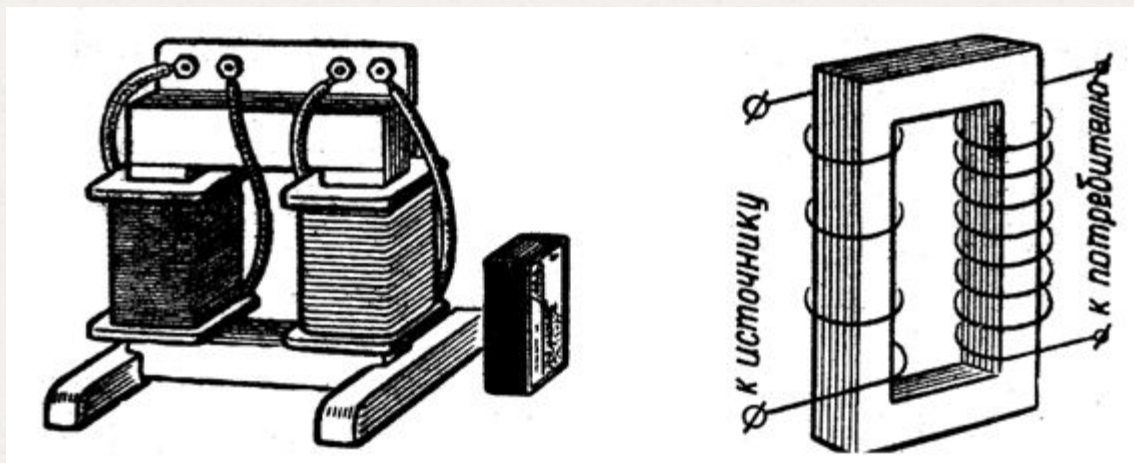
- 0 Основные понятия
- 0 Устройство трансформатора
- 0 Применение трансформаторов
- 0 Виды неисправностей
- 0 Организации ремонта

# Основные понятия

**0** Трансформатор - статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанных обмоток и предназначенное для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одну или несколько других систем переменного тока.

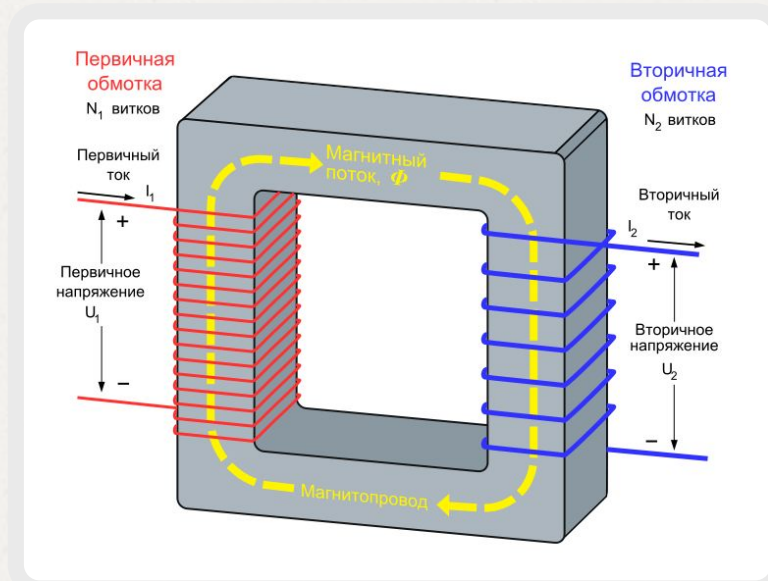


- 0 Первый трансформатор был изобретен в 1878 году русским ученым П.Н. Яблочковым и усовершенствован в 1882 году другим русским ученым И.Ф. Усагиным.



# Устройство трансформатора

- Трансформатор состоит из замкнутого стального сердечника (магнитопровода), собранного из пластин электротехнической стали, на который надеты две катушки с проволочными обмотками.
- Одна из обмоток, называется первичной, подключается к источнику переменного напряжения. Вторая обмотка, к которой присоединяют «нагрузку», т.е. приборы и устройства, потребляющие электроэнергию, называется вторичной.



# Применение трансформаторов

- Поскольку потери на нагревание провода пропорциональны квадрату тока, проходящего через провод, при передаче электроэнергии на большое расстояние выгодно использовать очень большие напряжения и небольшие токи. Из соображений безопасности и для уменьшения массы изоляции в быту желательно использовать не столь большие напряжения. Поэтому для наиболее выгодной транспортировки электроэнергии в электросети многократно применяют трансформаторы: сначала для повышения напряжения генераторов на электростанциях перед транспортировкой электроэнергии, а затем для понижения напряжения линии электропередач до приемлемого для потребителей уровня.
- Поскольку в электрической сети три фазы, для преобразования напряжения применяют трёхфазные трансформаторы, или группу из трёх однофазных трансформаторов, соединённых в схему звезды или треугольника. У трёхфазного трансформатора сердечник для всех трёх фаз общий.

# Виды трансформаторов

```
graph TD; A[Виды трансформаторов] --> B[Силовой трансформатор]; A --> C[Трансформатор тока]; A --> D[Трансформатор напряжения]; A --> E[Импульсный трансформатор];
```

**Силовой трансформатор**

**Трансформатор тока**

**Трансформатор напряжения**

**Импульсный трансформатор**

# Виды неисправностей

1. «Старение» межлистовой изоляции магнитопровода, отдельные местные повреждения ее, замыкание отдельных листов. Признаки повреждения — увеличение тока и потерь холостого хода, быстрое ухудшение состояния масла, понижение его температуры вспышки, повышение кислотности масла и понижение пробивного напряжения.

2. «Пожар» стали, повреждение изоляции стяжных болтов, замыкание листов магнитопровода, касание в двух местах магнитопровода каких-нибудь металлических частей, в результате чего образуются замкнутые контуры для вихревых потоков. Признаки повреждения — повышение температуры трансформатора, появление газа черного или бурого цвета в газовом реле, воспламеняющегося при поджоге, Масло меняет цвет, становится темным и имеет резкий специфический запах вследствие разложения (крекинг-процесс).

3. Ослабление прессовки магнитопровода, свободное колебание крепящих деталей, колебание крайних листов магнитопровода. Признаки повреждения — ненормальное гудение, дребезжание, жужжание. Эти же признаки могут быть и следствием повышения против нормального первичного напряжения.



**4. «Старение» и износ изоляции.** Износ изоляции может произойти из-за длительной эксплуатации трансформатора, однако наблюдается и преждевременный износ, который является результатом частых перегрузок или недостаточно интенсивного охлаждения при номинальной нагрузке. Ухудшение условий охлаждения может произойти из-за осадков шлама на обмотки, загрязнения междуобмоточных промежутков и при «старении» масла.

**5. Витковое замыкание в обмотках.** Такое замыкание возникает при разрушении изоляции обмотки вследствие ее износа, деформация обмоток при КЗ, толчка нагрузки, различного рода перенапряжениях в аварийных режимах, снижениях уровня масла до обнажения обмоток и в других случаях. Признаки повреждения — работа газовой защиты на отключение трансформатора с выделением горючего газа бело-серого или синеватого цвета; не- нормальный нагрев трансформатора с характерным бульканьем, неодинаковое сопротивление обмоток фаз при измерении их постоянным током. При значительных витковых замыканиях приводится в действие максимальная защита.

**б. Обрыв обмотки, возникающий при сгорании выходных концов** вследствие термического действия и электромеханических усилий токов короткого замыкания, плохой пайки проводников, выгорании части витков при витковых замыканиях. Признаки повреждения — работа газовой защиты вследствие образования дуги в месте обрыва.

**7. Пробой и перекрытие внутренней и внешней изоляции трансформатора.** Причинами перекрытия могут являться значительный износ изоляции, появление в ней трещин, в которые попадает грязь и сырость, а также атмосферные и коммутационные перенапряжения.

# Организация ремонта

Виды и причины ремонта

```
graph TD; A[Виды и причины ремонта] --> B[текущий]; A --> C[средний]; A --> D[капитальный]
```

текущий

средний

капитальный

# Текущий ремонт

Текущий ремонт выполняется на месте установки трансформатора, без его вскрытия и демонтажа ошиновки, подсоединяющей его к внешней электросети, является чисто профилактическим ремонтом. Его выполняет ремонтный персонал службы эксплуатации электроустановки.

В объем текущего ремонта входят:

наружный осмотр;

выявление и устранение мелких дефектов в арматуре, системе охлаждения, навесных устройствах; подтяжка креплений, устранение течей масла и доливка масла;

замена сорбента в термосифонном фильтре; протирка наружных поверхностей от загрязнений;

измерение сопротивления изоляции обмоток и другие мелкие работы.

Продолжительность такого ремонта в зависимости от мощности трансформатора составляет от нескольких часов до 1—2 суток

# Средний ремонт

Средний ремонт кроме работ, входящих в текущий ремонт, включает вскрытие трансформатора с подъемом активной части (или съемной части бака, если бак имеет нижний разъем), мелкий ремонт или замену (при необходимости) вводов, отводов, переключающих устройств, охладителей, маслозапорной арматуры, масляных насосов, вентиляторов и т. д. Его выполняют с отключением и доставкой трансформатора на ремонтную площадку.

# Капитальный ремонт

Капитальный ремонт кроме работ, выполняемых при среднем ремонте, включает ремонт активной части с ее разборкой и восстановлением или заменой обмоток и главной изоляции,, иногда ремонт магнитной системы с переизолировкой пластин. Капитальные ремонты вызваны в отдельных случаях повреждением остова, обмоток и изоляции в результате аварий, износом изоляции. Вместе с тем в энергетическом хозяйстве имеется еще сравнительно много отечественных и зарубежных трансформаторов устаревших конструкций, которые подлежат капитальному ремонту и реконструкции для повышения их надежности и приведения параметров в соответствие с новыми стандартами. Для определения технического состояния и предупреждения аварий «Правила технической эксплуатации» (ПТЭ) Министерства энергетики и электрификации предусматривают для трансформаторов, питающих наиболее ответственных потребителей, планово-предупредительный ремонт. По традиции в ПТЭ этот вид ремонта называют капитальным. Планово-предупредительному ремонту подлежат трансформаторы напряжением 110 кВ и выше и мощностью 80 мВ-А и более и основные трансформаторы собственных нужд первый раз через 12 лет после включения в эксплуатацию, а в дальнейшем — по мере необходимости в зависимости от состояния трансформаторов и результатов испытаний, проводимых во время текущих ремонтов. Все остальные трансформаторы выводят в ремонт в зависимости от их технического состояния и результатов испытания. В объем планово-предупредительного ремонта входит вскрытие трансформатора, осмотр и мелкий ремонт активной части и отдельных его устройств, в основном: подтяжка креплений, проверка изоляции отдельных частей остова, замена при необходимости уплотняющих прокладок, протирка, чистка.