МДК 01.01 Электрические машины и аппараты.

Раздел 2. Электрические аппараты

Преподаватель Харченко Екатерина Александровна.

Почта [harchenko16102013@mail.ru](mailto:harchenko16102013@mail.ru)

**Тема:** Назначение, область применения, принцип действия, устройство и классификация трансформаторов.

**Цель:** Изучение новой темы и конспектирование в тетрадь.

**Трансформаторы** — электромагнитные статические преобразователи электрической энергии. Трансформаторами называются электромагнитные аппараты, служащие для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения при той же частоте и для передачи электрической энергии электромагнитным путем из одной цепи в другую.

"Трансформатором называется статический электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования одной — первичной — системы переменного тока в другую — вторичную той же частоты, имеющую в общем случае другие характеристики, в частности другое напряжение и другой ток" (Пиотровский Л. М. Электрические машины).

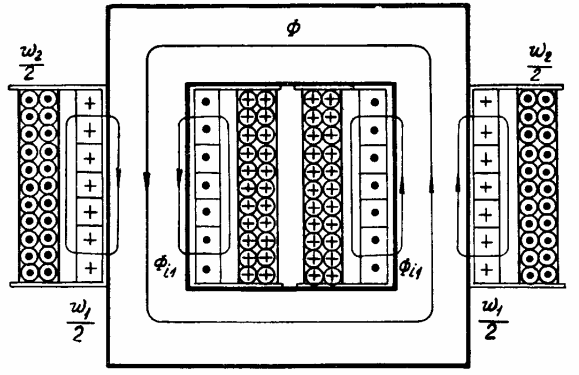
**Основное назначение трансформаторов** — изменять напряжение переменного тока. Трансформаторы применяются также для преобразования числа фаз и частоты.

**Трансформаторами тока** называются аппараты, предназначенные для преобразования тока любой величины в ток, допустимый для измерений нормальными приборами, а также для питания различных реле и обмоток электромагнитов. Число витков вторичной обмотки трансформатора тока w2 > w1.

Особенностью трансформаторов тока является их работа в режиме, близком к короткому замыканию, так как их вторичная обмотка всегда замкнута на небольшое сопротивление.

**Трансформаторами напряжения** называются аппараты, предназначенные для преобразования переменного тока высшего напряжения в переменный ток низшего напряжения и питания параллельных катушек измерительных приборов и реле. Принцип действия и устройства трансформаторов напряжения аналогичен принципу работы силовых трансформаторов. Число витков вторичной обмотки w2 < w1, так как все измерительные трансформаторы напряжения – понижающего типа.

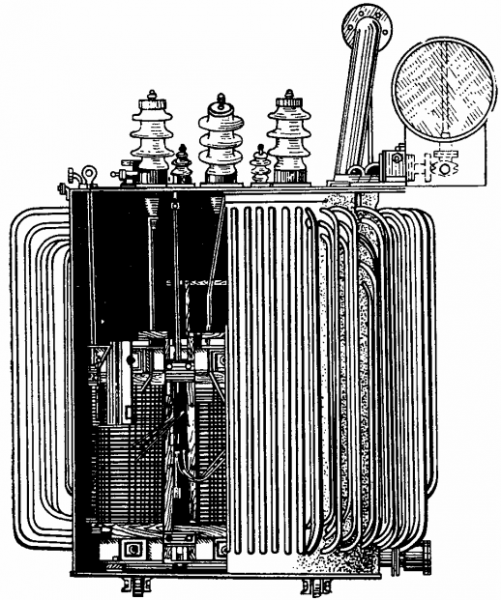
Принцип действия трансформаторов напряжения:



Особенность работы измерительного трансформатора напряжения заключается в том, что его вторичная обмотка всегда оказывается замкнутой на большое сопротивление, и трансформатор работает в режиме, близком к режиму холостого хода, так как подключаемые приборы потребляют незначительный ток.

Наибольшее распространение имеют **силовые трансформаторы напряжения**, которые выпускаются электротехнической промышленностью на мощности свыше миллиона киловольт-ампер и на напряжения до 1150 - 1500 кВ.

Конструкция силового трансформатора:

[](http://electricalschool.info/uploads/posts/2020-05/1588863269_2.png)

Для передачи и распределения электрической энергии необходимо повысить напряжение турбогенераторов и гидрогенераторов, установленных на электростанциях, с 16 - 24 кВ до напряжений 110, 150, 220, 330, 500, 750 и 1150 кВ, используемых в линиях передачи, а затем снова понизить до 35; 10; 6; 3; 0,66; 0,38 и 0,22 кВ, чтобы использовать энергию в промышленности, сельском хозяйстве и быту.

Так как в энергетических системах имеет место многократная трансформация, **мощность трансформаторов в 7 - 10 раз превышает установленную мощность генераторов на электростанциях.**

Силовые трансформаторы в выпускаются в основном на частоту 50 Гц.

**Трансформаторы малой мощности** широко используются в различных электротехнических установках, системах передачи и переработки информации, навигации и других устройствах. Диапазон частот, на которых могут работать трансформаторы, — от нескольких герц до 105 Гц.

**По числу фаз трансформаторы делятся на однофазные, двухфазные, трехфазные и многофазные.** Силовые трансформаторы выпускаются в основном в трехфазном исполнении. Для применения в однофазных сетях выпускаются [однофазные трансформаторы](http://electricalschool.info/main/457-princip-dejjstvija-i-ustrojjstvo.html).

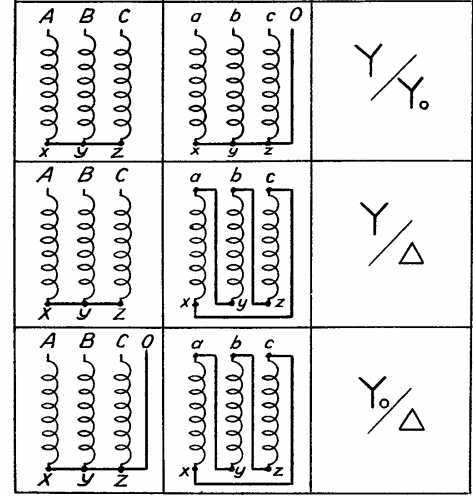
**Классификация трансформаторов по числу и схемам соединения обмоток**

Трансформаторы имеют две или несколько обмоток, индуктивно связанных друг с другом. Обмотки, потребляющие энергию из сети, называются **первичными**. Обмотки, отдающие электрическую энергию потребителю, называются **вторичными**.

[](http://electricalschool.info/)

**Многофазные трансформаторы** имеют обмотки, соединенные в многолучевую звезду или многоугольник. Трехфазные трансформаторы имеют соединение в трехлучевую звезду и треугольник.

Схемы соединения обмоток силовых трансформаторов:



**Повышающие и понижающие трансформаторы**

В зависимости от соотношения напряжений на первичной и вторичной обмотках трансформаторы делятся на **повышающие** и **понижающие**. В **повышающем трансформаторе** первичная обмотка имеет низкое напряжение, а вторичная — высокое. В **понижающем трансформаторе**, наоборот, вторичная обмотка имеет низкое напряжение, а первичная — высокое.

Трансформаторы, имеющие одну первичную и одну вторичную обмотки, называются **двухобмоточными**. Достаточно широко распространены **трехобмоточные трансформаторы**, имеющие на каждую фазу три обмотки, например две на стороне низкого напряжения, одну — на стороне высокого напряжения или наоборот. **Многофазные трансформаторы** могут иметь несколько обмоток высокого и низкого напряжения.

**Классификация трансформаторов по конструкции**

По конструкции силовые трансформаторы делят на два основных типа — **масляные** и **сухие**.

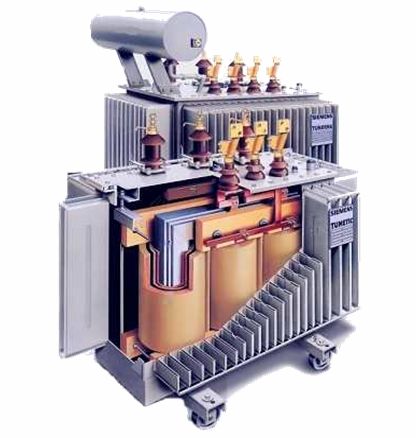
В **масляных трансформаторах** магнитопровод с обмотками находится в баке, заполненном трансформаторным маслом, которое является хорошим изолятором и охлаждающим агентом.

**Сухие трансформаторы** охлаждаются воздухом. Они применяются в жилых и промышленных помещениях, в которых эксплуатация масляного трансформатора является нежелательной. Трансформаторное масло является горючим, и при нарушении герметичности бака масло может повредить другое оборудование. Подробнее про этот вид трансформаторов читайте здесь: [Сухие трансформаторы](http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/1590-transformatory-s-sukhojj-izoljaciejj.html)

В соответствии с нормативными документами особенности конструкции трансформатора отражаются в обозначении его типа и систем охлаждения.

Тип трансформатора:

* Автотрансформатор (для однофазных О, для трехфазных Т) - А
* Расщепленная обмотка низшего напряжения - Р
* Защита жидкого диэлектрика с помощью азотной подушки без расширителя - З
* Исполнение с литой изоляцией - Л
* Трех обмоточный трансформатор - Т
* Трансформатор с РПН - Н
* Сухой трансформатор с естественным воздушным охлаждением (обычно вторая буква в обозначении типа), либо исполнение для собственных нужд электростанций (обычно последняя буква в обозначении типа) - С
* Кабельный ввод - К
* Фланцевый ввод (для комплектных ТП) - Ф



Силовой масляный трансформатор ТМ-160 (250) кВА

Системы охлаждения сухих трансформаторов:

* Естественное воздушное при открытом исполнении - С
* Естественное воздушное при защищенном исполнении - СЗ
* Естественное воздушное при герметичном исполнении - СГ
* Воздушное с принудительной циркуляцией воздуха - СД

Системы охлаждения масляных трансформаторов:

* Естественная циркуляция воздуха и масла - М
* Принудительная циркуляция воздуха и естественная циркуляция масла - Д
* Естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла с ненаправленным потоком масла - МЦ
* Естественная циркуляция воздуха и принудительная циркуляция масла с направленным потоком масла - НМЦ
* Принудительная циркуляция воздуха и масла с ненаправленным потоком масла - ДЦ
* Принудительная циркуляция воздуха и масла с направленным потоком масла - НДЦ
* Принудительная циркуляция воды и масла с ненаправленным потоком масла - Ц
* Принудительная циркуляция воды и масла с направленным потоком масла - НЦ

Системы охлаждения трансформаторов с негорючим жидким диэлектриком:

* Охлаждение жидким диэлектриком с принудительной циркуляцией воздуха - НД
* Охлаждение негорючим жидким диэлектриком с принудительной циркуляцией воздуха и с направленным потоком жидкого диэлектрика - ННД

Конец формы