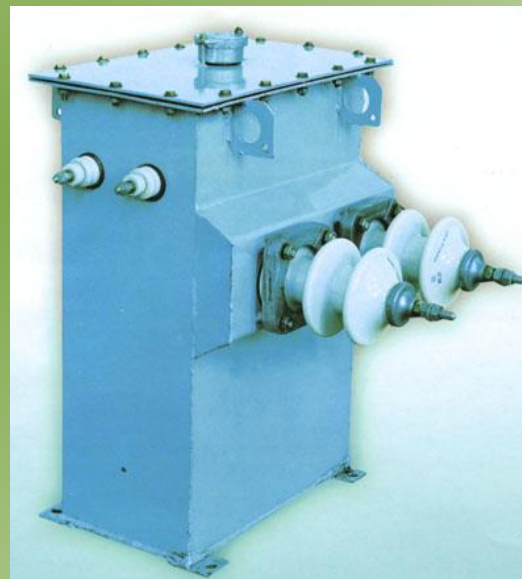


Устройство, техническое обслуживание и ремонт трансформаторов



**Электромонтер по ремонту и
обслуживанию
электрооборудования**

Трансформаторы

Трансформатором называется статическое устройство, имеющее две или более число индуктивно связанных обмоток и предназначенное для преобразования по средствам электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одно или несколько других систем переменного тока.

Трансформаторы бывают:

по назначению

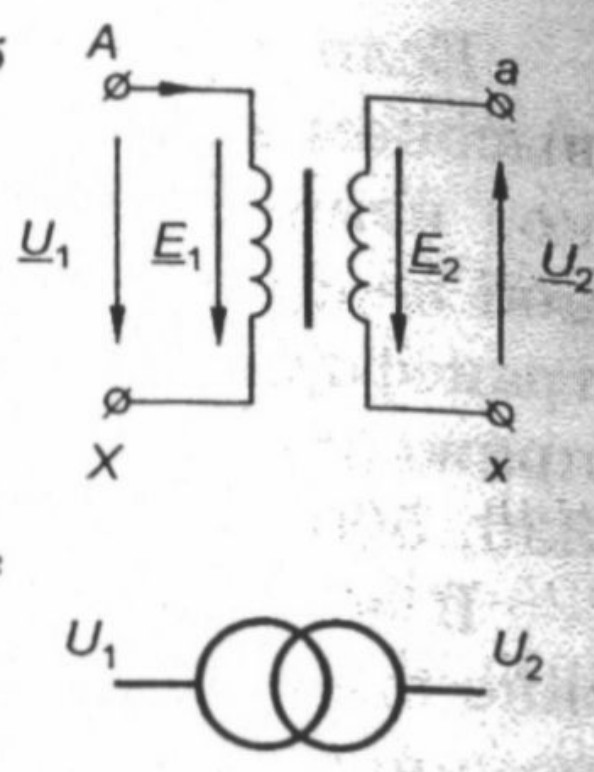
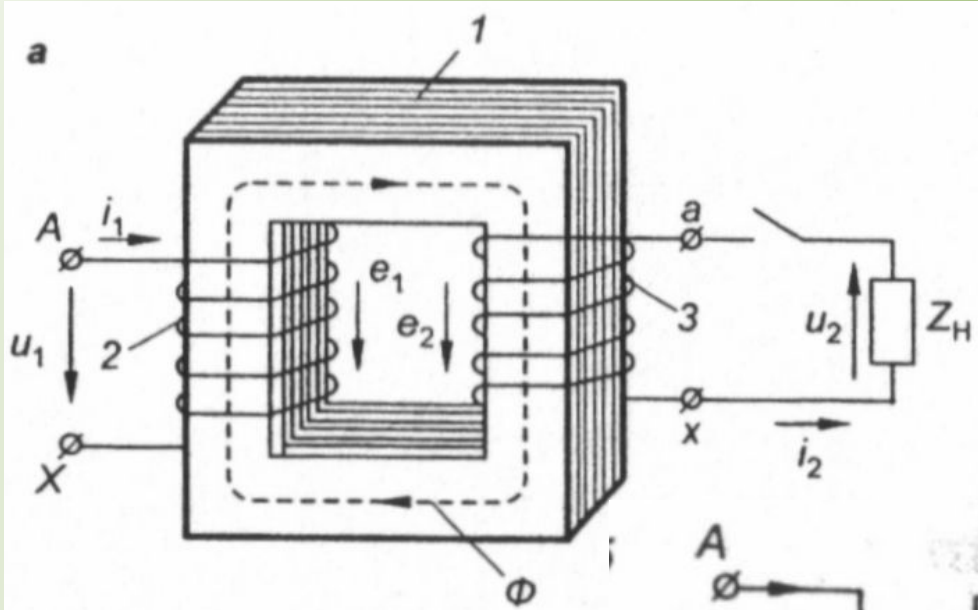
- **СИЛОВЫЕ** — для питания электродвигателей и осветительных сетей;
- **СПЕЦИАЛЬНЫЕ** — для питания сварочных аппаратов, электропечей и др.;
- **ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ** — для подключения измерительных приборов;
- **РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ** — маломощные трансформаторы и трансформаторы, работающие на повышенной частоте.

по исполнению

- **ОТ ЧИСЛА ОБМОТОК** — одно-, двух- и многообмоточные;
- **ОТ ЧИСЛА ФАЗ** — однофазные и многофазные.



Устройство трансформатора



Магнитопровод

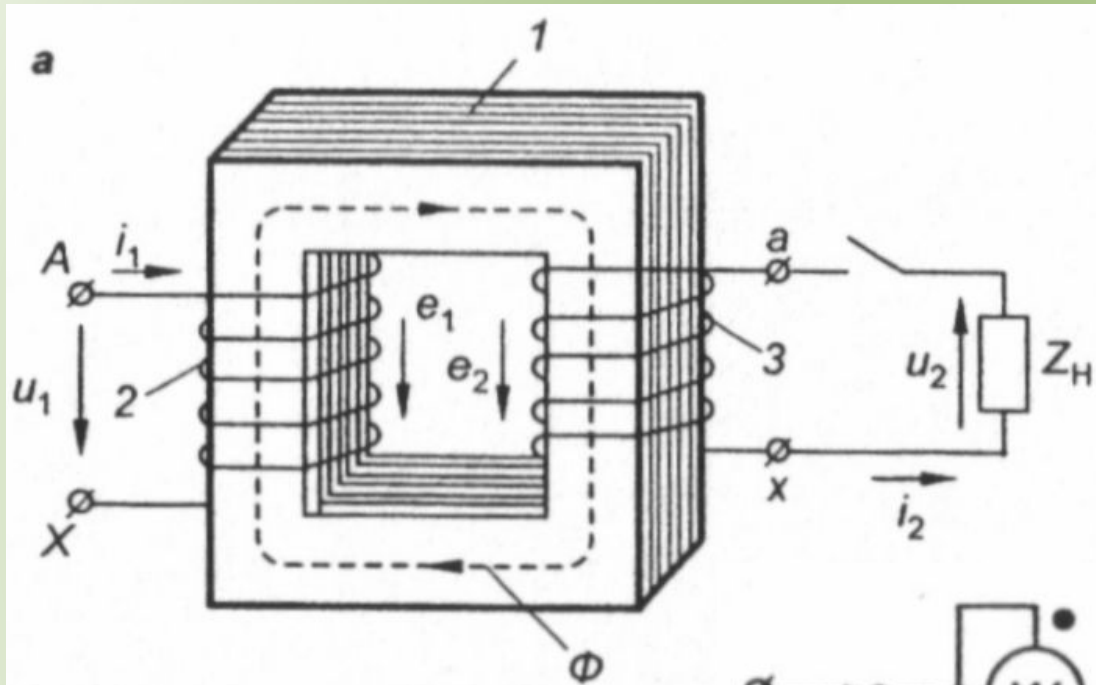
Две или несколько обмоток

**Охлаждение:
воздушное (сухие)
или масляное**



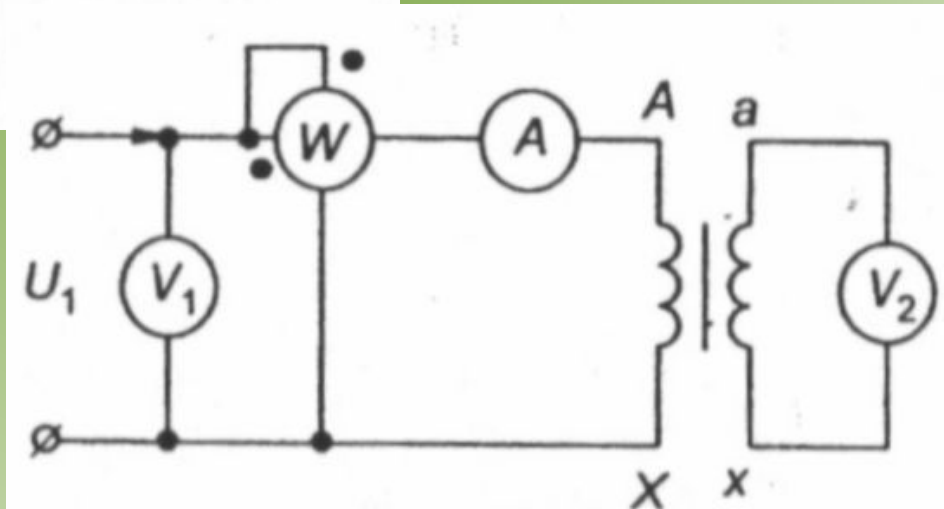
Холостой ход трансформатора

Холостым ходом трансформатора называют режим, когда вторичная обмотка разомкнута, ток в ней равен нулю.



$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

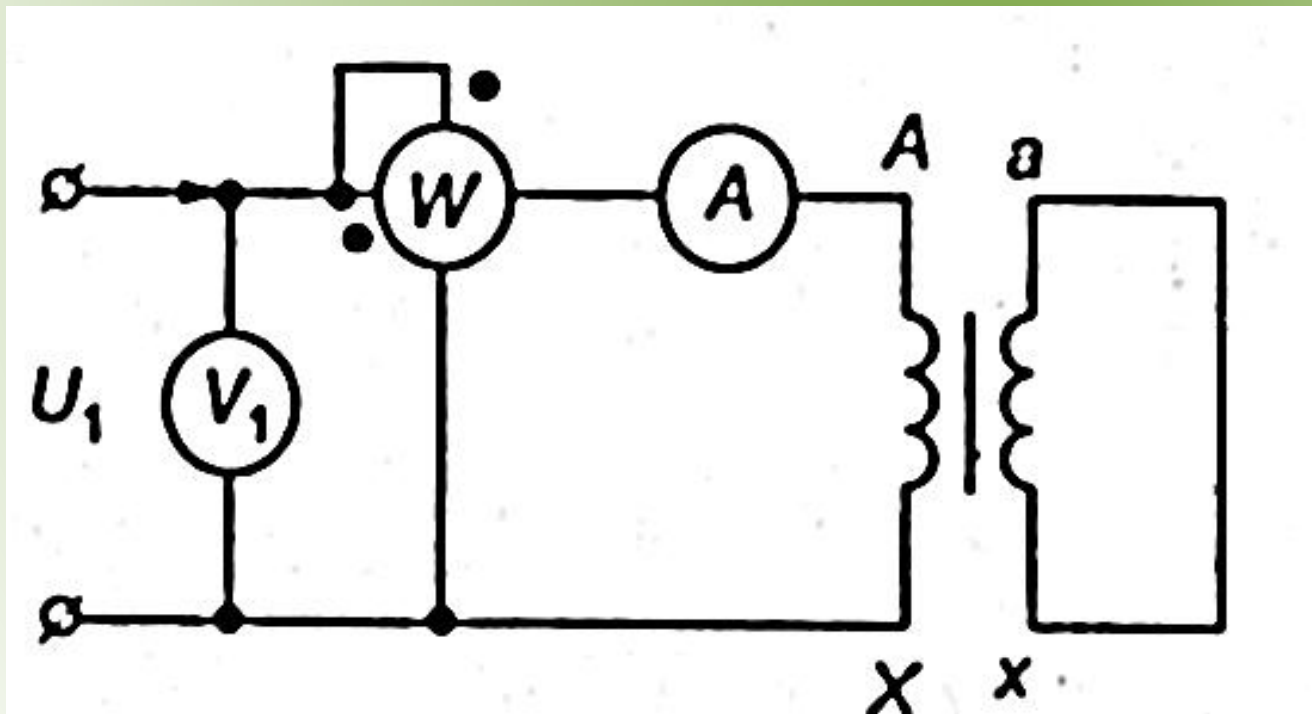
$$U_1 = E_1$$
$$U_2 = E_2$$



Короткое замыкание трансформатора

Режимом короткого замыкания – режим, при котором выводы вторичной обмотки замкнуты токопроводом с сопротивлением, равным нулю.

$U_{\text{к.з.}}$, при котором $I = I_{1 \text{ ном}}$



защита при
коротком
замыкании

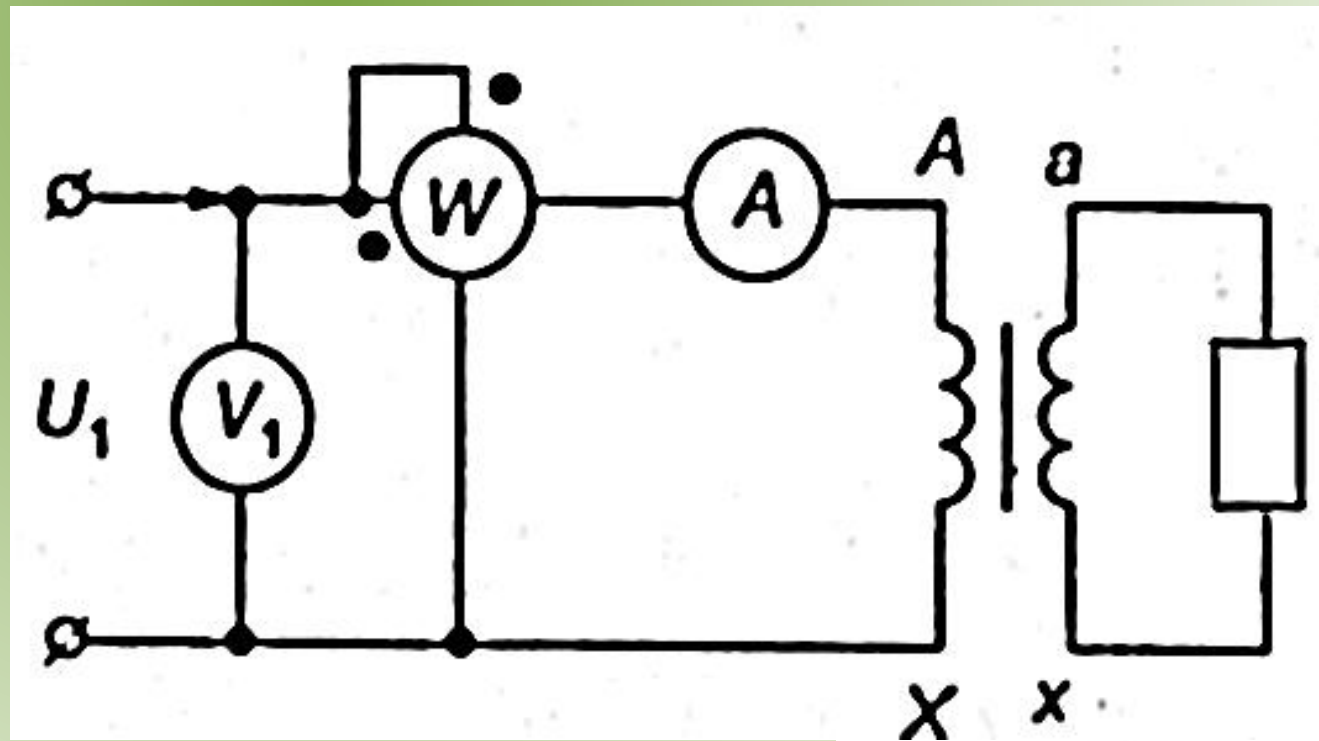
$$U_{\text{к.з.}} \% = \frac{U_{\text{к}}}{U_{\text{ном.}}} 100 \%$$

3-7 %

Работа трансформатора под нагрузкой

Рабочий режим трансформатора - режим, при котором к вторичной обмотке подключена какая-либо нагрузка.

Первичная обмотка включается в сеть и работает в режиме потребления, а вторичная обмотка работает в режиме генератора.



Величины характеризующие трансформаторы

$U_{1 \text{ ном.}}$ $U_{2 \text{ ном.}}$ — напряжение первичной и вторичной обмоток,

$I_{1 \text{ ном.}}$ $I_{2 \text{ ном.}}$ — ток первичной и вторичной обмоток,

ω_1 ω_2 — число витков первичной и вторичной обмоток,

K — коэффициент трансформации,

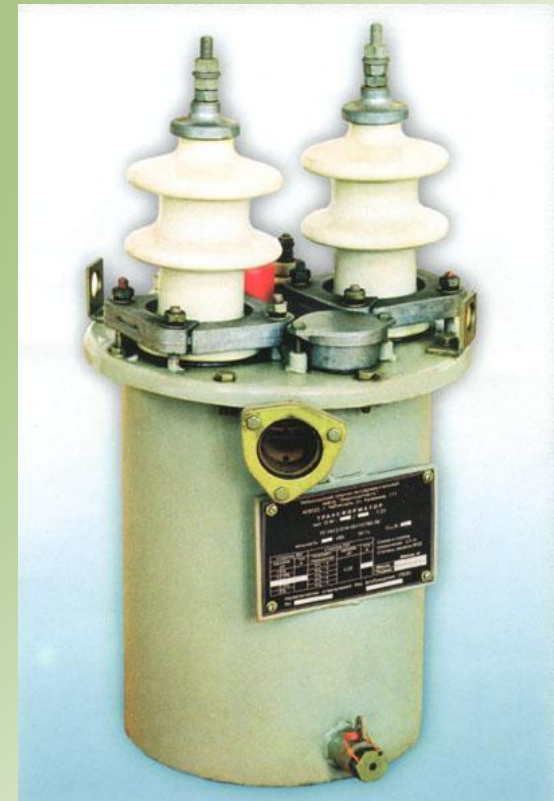
$$E_1 = 4,44f \omega_1 \Phi; E_2 = 4,44f \omega_2 \Phi$$

$S_{\text{ном.}}$ — полная мощность,

$U_{\text{к.з.}}$ — напряжение короткого замыкания,

$I_{\text{хх}}$ — ток холостого хода,

$f_{\text{ном.}}$ — частота.



Группа и схема соединений обмоток

Двухобмоточные трансформаторы

«звезда» - «звезда» с выведенной нейтралью

$Y/Y_n - 12,$

«звезда» - «треугольник»

$Y/\Delta - 11,$

«звезда» с выведенной нейтралью - «треугольник»

$Y_n/\Delta - 11.$

Трехобмоточные трансформаторы

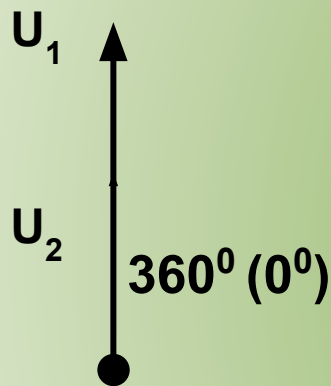
«звезда» - «звезда» с выведенной нейтралью -

«треугольник» $Y/Y_n/\Delta - 11, 12$

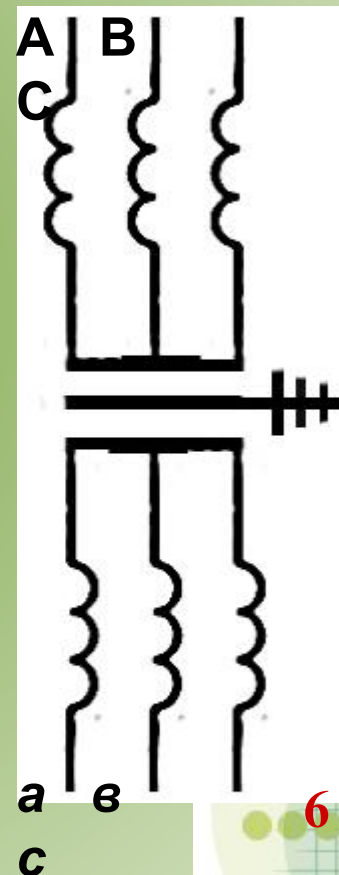
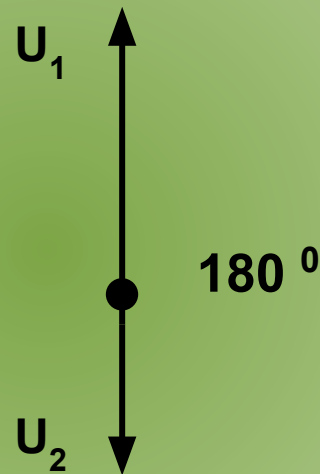
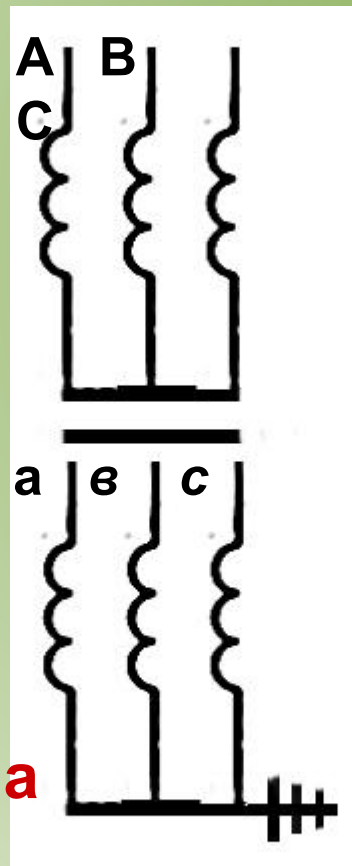


Группа и схема соединений обмоток

Группы соединений показывает угловое смещение между вектором U_1 и U_2 .

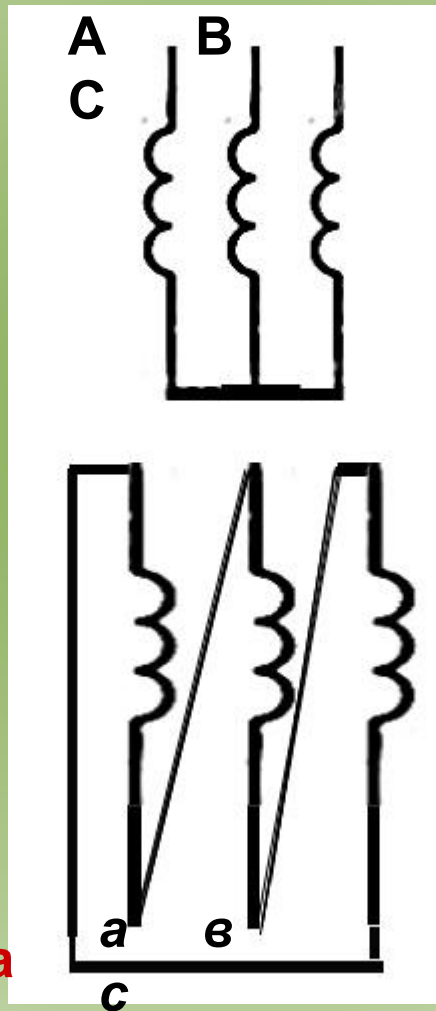
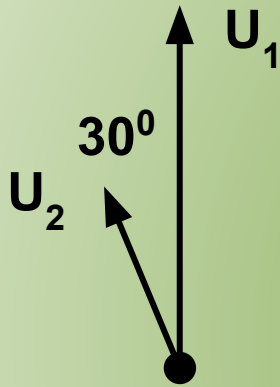


12 группа



6 группа

Группы и схемы соединения обмоток



11 группа



Маркировка трансформаторов

Первые буквы:

О – однофазный, Т – трехфазный,

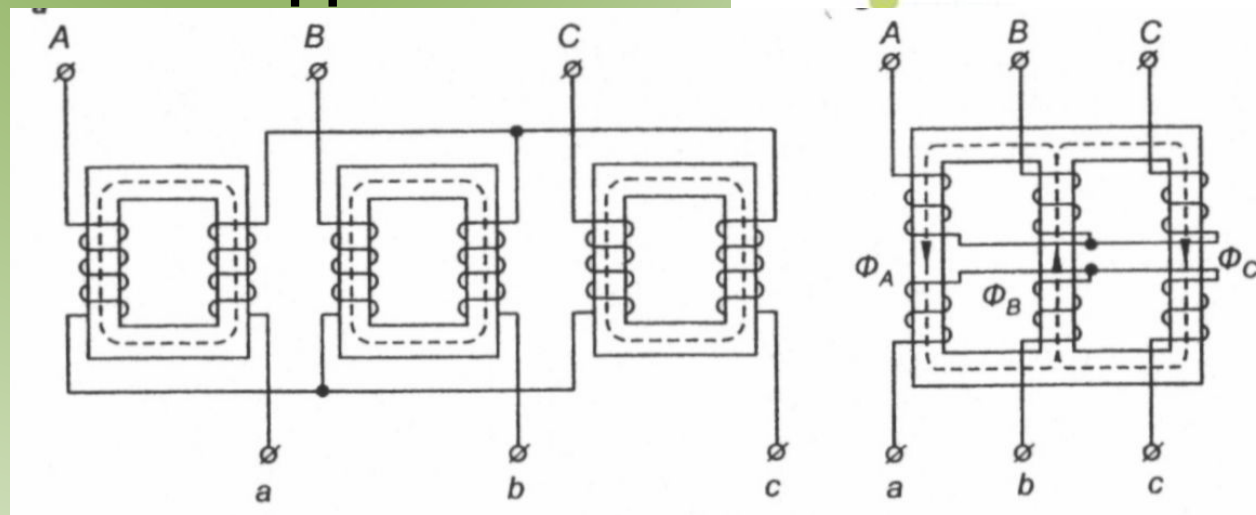
Последние буквы:

Н - выполнение одной обмотки с устройством

регулирования напряжения под нагрузкой;

Т – трехобмоточный трансформатор;

М, Д, ДЦ, С – система охлаждения трансформаторов.



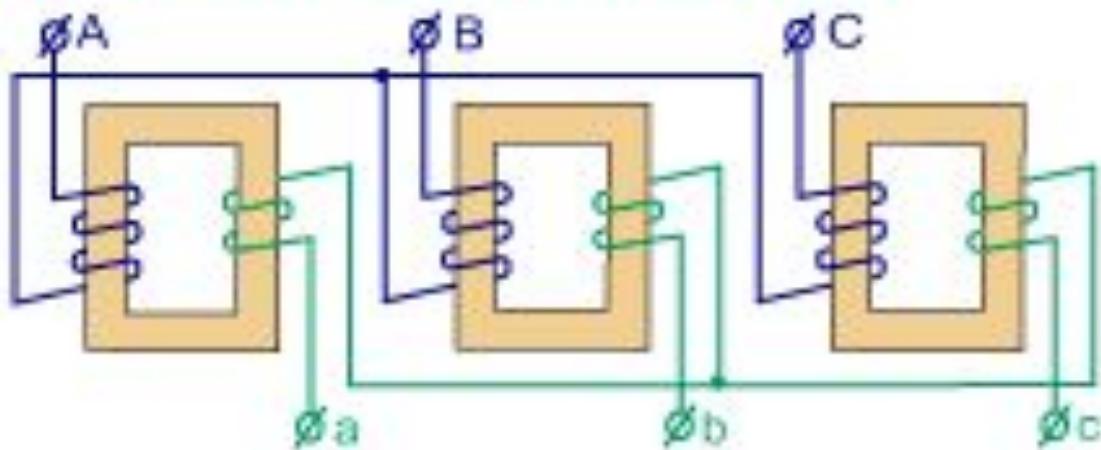
Параллельная работа трансформаторов

Для включения трансформаторов параллельно, должны соблюдаться следующие условия:

1. равенство коэффициентов трансформации (+ 0,5 %);
2. напряжение короткого замыкания должны быть равны (+ 10 % от среднего значения);
3. Группы соединения должны быть одинаковыми;
4. По мощности отклонение 1 : 3.



Трехфазные трансформаторы



Трансформатор с несвязанной магнитной цепью

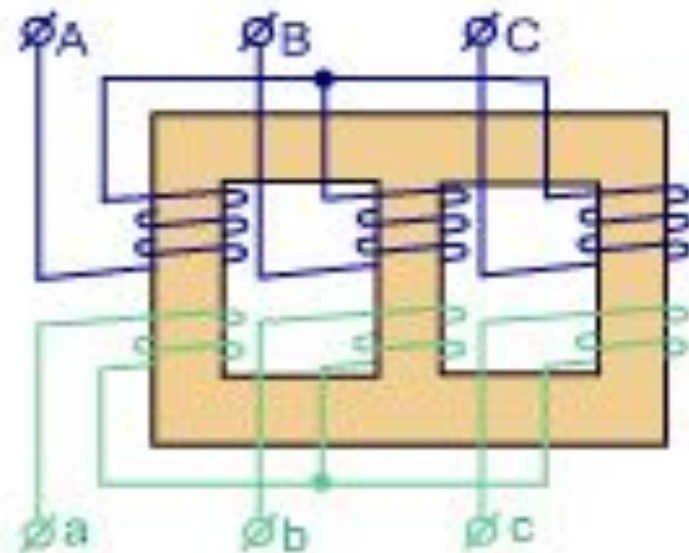
Схемы соединения обмоток

Y/Y_0 , Y/Δ , Δ/Y , Δ/Δ

Коэффициенты трансформации

$$K \cdot K_{\Phi} = \frac{U_{1\Phi}}{U_{2\Phi}} = \frac{\omega_1}{\omega_2}, \quad K_L = \frac{U_{1Л}}{U_{2Л}}$$

При схеме Y/Y , Δ/Δ $K_{\Phi} = K_L$

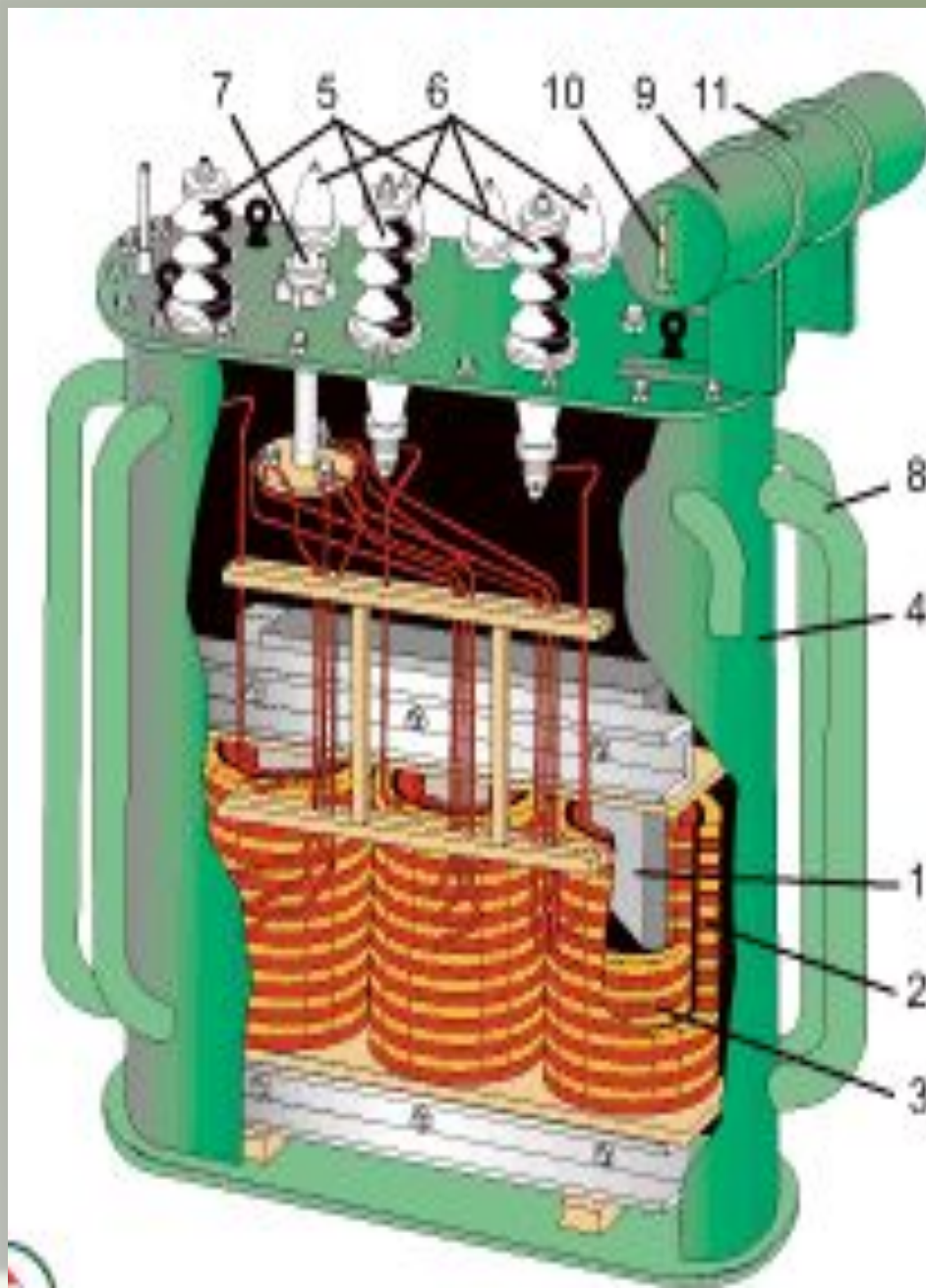


Трансформатор со связанной магнитной цепью

Группа соединения обмоток - сдвиг по фазе между линейными на первичной и вторичной стороне, отсчитанному по часовой стрелке и деленному на 30.

Согласно ГОСТ допускается 0(12) и 11 группы соединения.

Устройство трехфазных трансформаторов



Силовой трехфазный трансформатор.

- 1- магнитопровод;
- 2- обмотка высокого напряжения;
- 3- обмотка низкого напряжения;
- 4- стальной бак с трансформаторным маслом;
- 5,6- изоляторы;
- 7- переключатель;
- 8- охлаждающие трубы;
- 9- расширительный бачок;
- 10- измеритель уровня масла;
- 11- заливное отверстие.

Ремонт силовых трансформаторов

- При текущем ремонте** трансформаторов производят
- наружный осмотр трансформатора и всей арматуры;
 - спуск грязи из расширителя; доливку масла (в случае необходимости);
 - проверку маслоуказательных устройств, спускного крана и уплотнений;
 - проверку пробивных предохранителей у трансформаторов с незаземленным нулем с **низкой** стороны;
 - проверку рабочего и защитного заземления;
 - измеряют сопротивления изоляции обмоток;
 - испытание трансформаторного масла;
 - проверку газовой защиты.



Ремонт силовых трансформаторов

При капитальном ремонте трансформаторов производят

- вскрытие трансформатора;
- подъем сердечника и осмотр его;
- ремонт выемной части (стали, обмотки, переключателей, отводов);
- ремонт крышки расширителя, кранов, изоляторов, охлаждающих и маслоочистительных устройств;
- чистку и в случае необходимости окраску кожуха;
- проверку контрольно-измерительных приборов, сигнальных и защитных устройств;
- очистку или замену масла;
- сушку изоляции;
- сборку трансформатора, проведение установленных измерений и испытаний трансформатора.



Ремонт силовых трансформаторов

Условия вскрытия и ревизии. Изоляцию трансформатора, выведенного в ремонт, предварительно испытывают мегаомметром для определения необходимости сушки. Чтобы избежать увлажнения изоляции в процессе ремонта, активную часть трансформатора можно держать вне масла; при температуре окружающего воздуха 0°C или при относительной влажности выше 75% - 12 ч, при влажности 65—75% — 16 ч и при влажности до 65% — 24 ч. Трансформатор вскрывают для ревизии при температуре активной части, равной или выше температуры окружающей среды. При температуре окружающего воздуха ниже нуля трансформатор с маслом подогревают до 20°C . У сухих трансформаторов температура, измеренная на ярме, должна быть не ниже 10°C . Время нахождения активной части вне масла при ремонте может быть увеличено вдвое по сравнению с указанными выше нормами при температуре окружающего воздуха выше 0°C , влажности ниже 75% и температуре активной части не менее чем на 10 C выше температуры окружающего воздуха. Влажность воздуха измеряют психрометром или двумя термометрами, один из которых увлажняют смоченной ватой. По разности показаний сухого и увлажненного термометров определяют влажность воздуха в процентах, пользуясь психрометрической таблицей.

Ремонт силовых трансформаторов

Осмотр и дефектация.

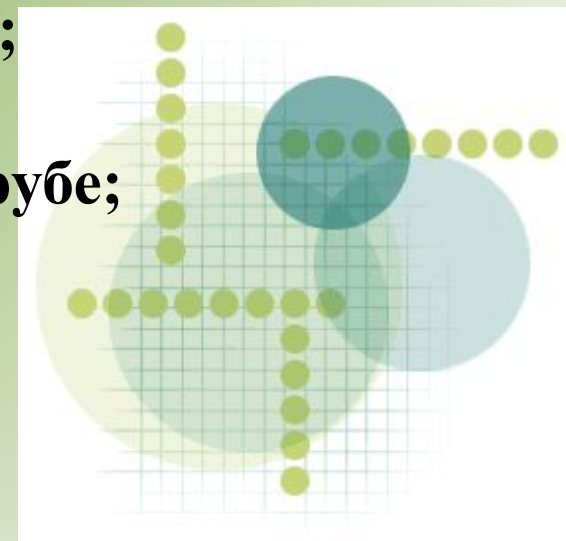
При наличии технической документации дефектация сводится к осмотру и определению состояния и комплектности трансформатора, уточнению условий и возможностей организации ремонта на месте.

При отсутствии технической документации осмотр и дефектацию производят в полном объеме с выполнением необходимых замеров и испытаний. Результаты осмотра и дефектации заносят в специальную ведомость дефектов.



Неисправности трансформаторов

1. Сколы, трещины изоляторов – замена;
2. Ремонт и замена прокладок под изоляторами;
3. Повреждение термометра – замена;
4. Проверка и чистка регулятора напряжения;
5. Ремонт и замена прокладки между верхней крышкой и баком;
6. Чистка и слив отстоя из расширительного бака;
7. Подтяжка ошиновки;
8. Замена указателя уровня масла или долив масла в трансформатор;
9. Чистка дыхательной трубки, замена силикагеля;
10. Замена силикагеля в термосифонном фильтре;
11. Заварка или чеканка корпуса при течи масла;
12. Замена стеклянной мембраны в выхлопной трубе;
13. Проверка сопротивления изоляции обмоток;
14. Проверка работы газового реле;
15. Проверка коэффициента трансформации;



Неисправности трансформаторов

16. Следить за соблюдением температурных и нагрузочных режимов, уровнем напряжений,

I перегрузки, %	30	45	60	75	100
t, мин	120	80	45	20	10

17. Проверка групп соединений

	AB	BC	CA
ав	+	-	+
вс	-	+	+
са	+	+	+

12 (0) группа

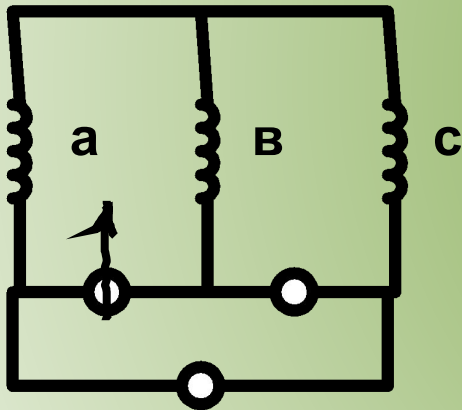
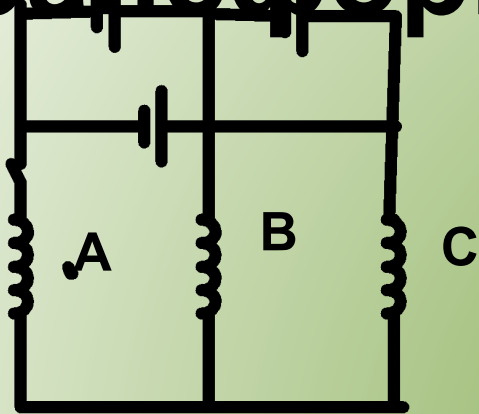
	A	B	C
	B	C	A
ав	-	+	-
вс	+	-	-
са	-	-	-

6 группа

	AB	BC	CA
ав	+	-	0
вс	0	+	+
са	+	0	+

11 группа

Неисправности трансформаторов



18. Проверка полярности выводов обмотки;
19. Измерение тока холостого хода;
20. Измерение изоляции шпилек магнитопровода.



Правила технической эксплуатации трансформаторов

- 1. Трансформаторы (реакторы), оборудованные устройствами газовой защиты, должны устанавливаться так, чтобы крышка имела подъем по направлению к газовому реле не менее 1 %. При этом маслопровод к расширителю должен иметь уклон не менее 2 %.**
- 2. Обслуживающий персонал должен следить за уровнем масла в расширителе и за температурой верхних слоев масла по термосигнализаторам и термометрам, при повышении давления в баке выше 50 кПа нагрузка должна быть снижена.**
- 3. Трансформатор выводят из работы при обнаружении:**
 - потрескивания внутри трансформатора и неравномерного шума;**
 - ненормального и постоянно возрастающего нагрева трансформатора при нормальной нагрузке и охлаждении;**
 - выброса масла из расширителя или разрыва диафрагм выхлопной трубы;**
 - течи масла с понижением уровня его ниже уровня масломерного стекла;**
 - при необходимости немедленной замены масла.**



Правила технической эксплуатации трансформаторов

4. Гравийная засыпка маслоприемника должна содержаться в чистом состоянии.
5. На баках трехфазного трансформатора наружной установки должны быть указаны подстанционные номера.
6. Включение в сеть трансформатора должно осуществляться толчком на полное напряжение.
7. При автоматическом отключении трансформатора действием защиты его можно включать в работу после осмотра, испытания, анализа газа и масла и т.д.
8. При срабатывании газового реле на сигнал должен быть произведен наружный осмотр трансформатора и отбор газа из реле для анализа.
9. Масло в расширители должно быть защищено от соприкосновения с воздухом.
10. Допускается параллельная работа трансформаторов. Для масляных трансформаторов допускается продолжительная нагрузка любой обмотки током, превышающим на 5% номинальный ток.

