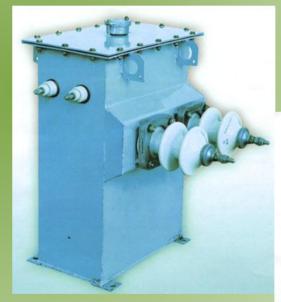
Устройство, техническое обслуживание и ремонт трансформаторов



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:

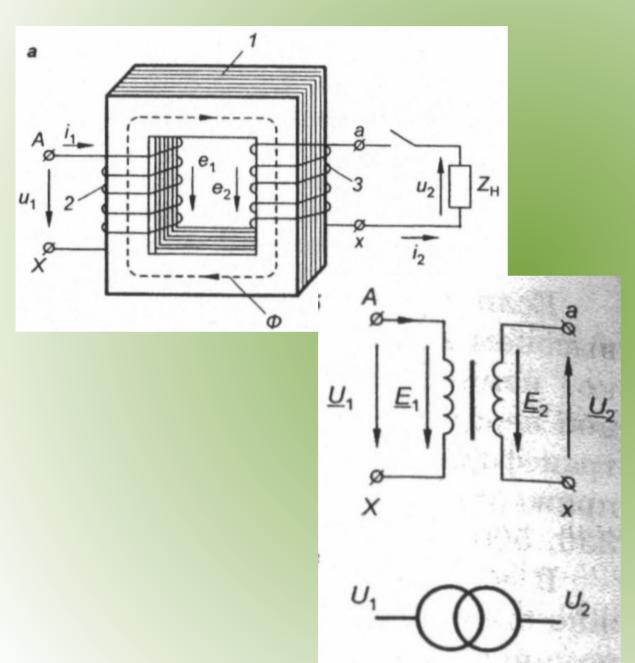
по назначению

- 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.

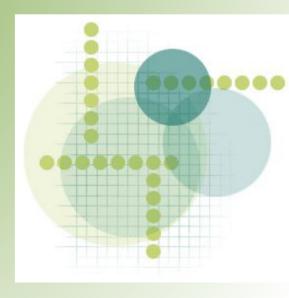
Устройство трансформатора



Магнитопровод

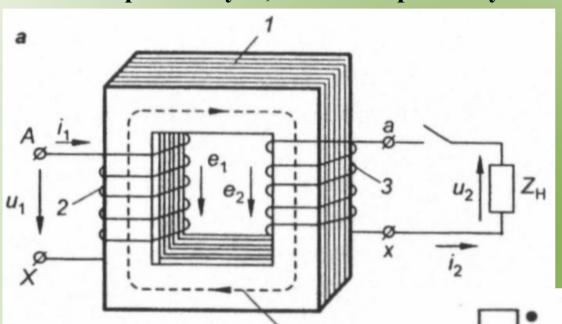
Две или несколько обмоток

Охлаждение: воздушное (сухие) или масляное



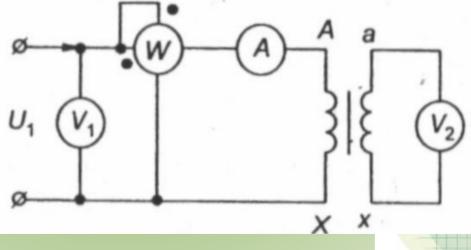
Холостой ход трансформатора

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



$$\mathbf{K} = \frac{\mathbf{U}_1}{\mathbf{U}_2} = \frac{\mathbf{I}_2}{\mathbf{I}_1} = \frac{\mathbf{\omega}_1}{\mathbf{\omega}_2} = \frac{\mathbf{E}_1}{\mathbf{E}_2}$$

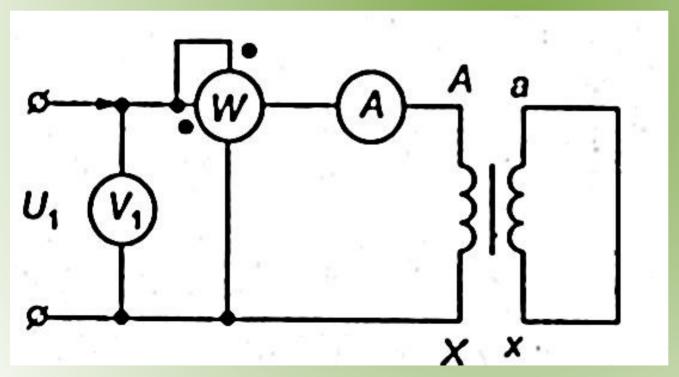
$$U_1 = E_1$$
$$U_2 = E_2$$



Короткое замыкание трансформатора

Режимом короткого замыкания — режим, при котором выводы вторичной обмотки замкнуты токопроводом с соп-ротивлением, равным нулю.

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

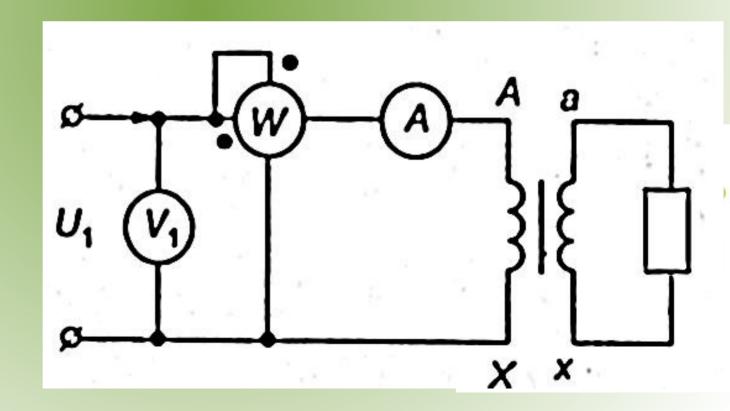




Работа трансформатора под нагрузкой

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

```
\omega_{1} \omega_{2} — число витков первичной и вторичной обмоток,
К — коэффициент трансформации,
E_1 = 4,44f \omega_1 \Phi; E_2 = 4,44f \omega_2 \Phi
S<sub>ном.</sub> — полная мощность,
U<sub>к.з.</sub> - напряжение короткого замыкания,
хх - ток холостого хода,
  ном. - частота.
```



Группа и схема соединений обмоток

Двухобмоточные трансформаторы

«звезда» - «звезда» с выведенной нейтралью

 $Y/Y_{H} - 12,$

«Звезда» - «треугольник»

 $Y/\Delta - 11$,

«звезда» с выведенной нейтралью - «треугольник»

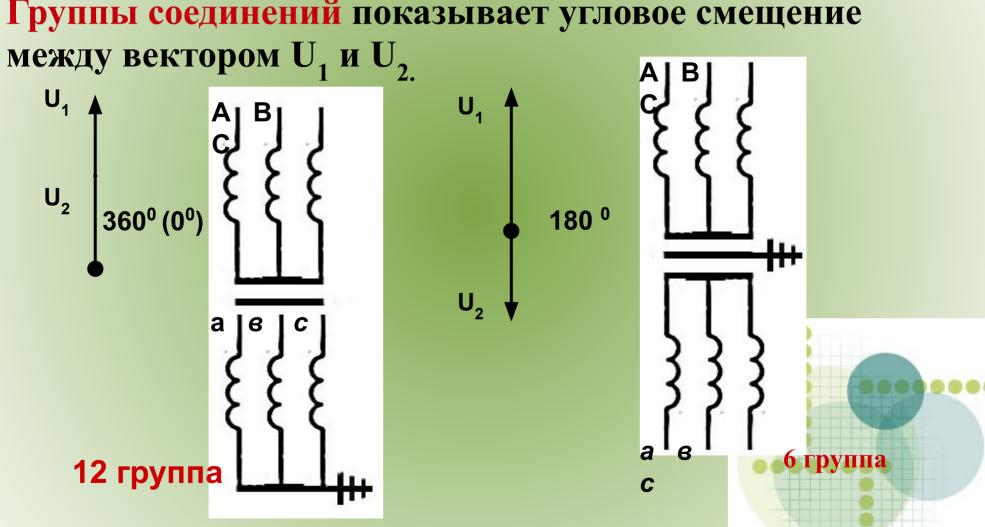
 $Y_H/\Delta - 11.$

Трехобмоточные трансформаторы

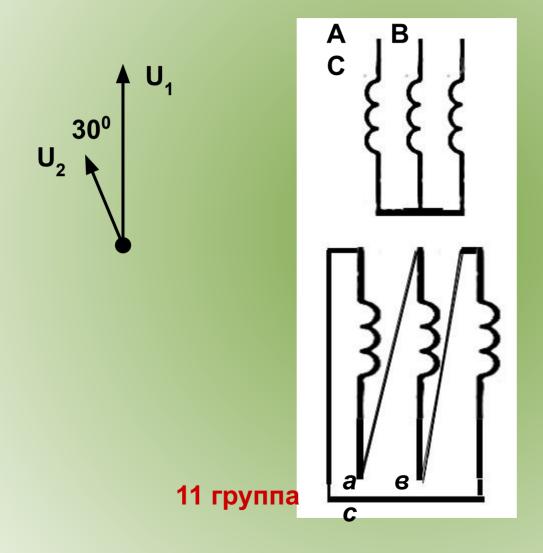
«звезда» - «звезда» с выведенной нейтралью - «треугольник» Y/ Yн /∆ - 11, 12

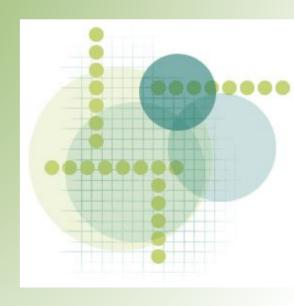
Группа и схема соединений обмоток

Группы соединений показывает угловое смещение



Группы и схемы соединения обмоток





Маркировка трансформаторов

Первые буквы:

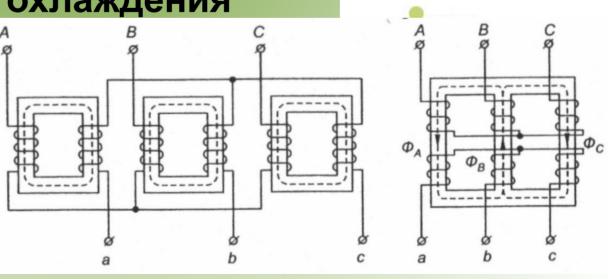
О – однофазный, Т – трехфазный, Последние буквы:

H - выполнение одной обмотки с устройством регулирования напряжения под нагрузкой;

Т – трехобмоточный трансформатор;

М, Д, ДЦ, С – система охлаждения

трансформаторов.

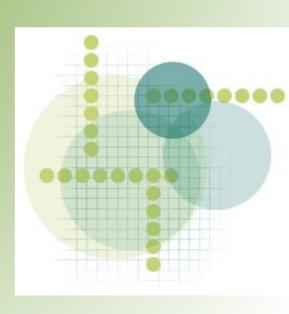


Параллельная работа трансформаторов

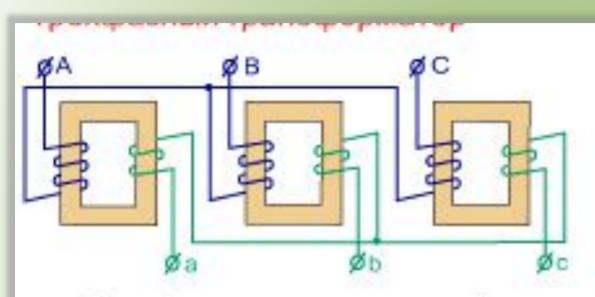
Для включения трансформаторов параллельно, должны соблюдаться следующие условия:

- 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

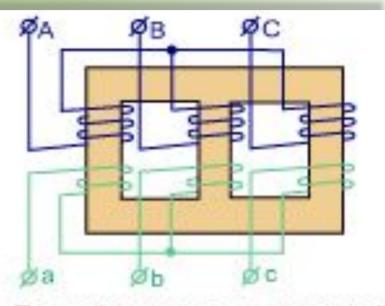
Схемы соединения обмоток

$$Y/Y_0$$
, Y_0/Δ , ΔY , Δ /Δ

Коэффициенты трансформации

$$K \cdot K_{\Phi} = \frac{U_{I\Phi}}{U_{2\Phi}} = \frac{\omega_{I}}{\omega_{2}}$$
, $K_{II} = \frac{U_{III}}{U_{2II}}$

При схеме Y/Y, Δ/Δ $K_{\Phi} = K_{\Pi}$

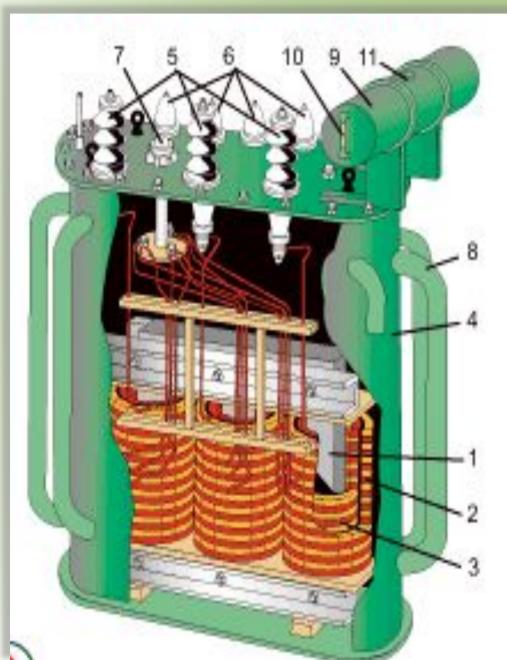


Трансформатор со связанной магнитной цепью

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;
- заливное отверстие.

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.

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.

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°С 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°С, влажности ниже 75% и температуре активной части не менее чем на 10 С 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.

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	-	+	+
ca	+	+	+

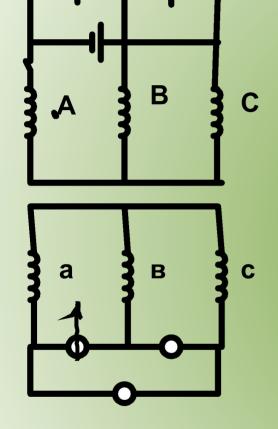
12 (0) группа

	A	В	C
	В	C	A
ав	ı	+	ı
вс	+	-	ı
ca	-	-	-
			W

	AB	BC	CA
ав	+	-	0
вс	0	toos	+
ca	+8	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.