

Презентация по дисциплине
«Электрические машины»
преподаватель
Хохлова Т.Б.

Автотрансформаторы



Содержание:

1. Понятие автотрансформатора
2. Устройство автотрансформатора
3. Работа понижающего автотрансформатора
4. Проходная и расчётная мощности
5. Преимущества автотрансформаторов
6. Недостатки автотрансформаторов
7. Область применения автотрансформаторов
8. Автотрансформатор с переменным коэффициентом трансформации

1. Понятие автотрансформатора



Автотрансформатор – это такой трансформатор, в котором помимо магнитной связи между обмотками имеется ещё и электрическая связь.

Обмотки обычного трансформатора можно включить по схеме автотрансформатора, для чего выход X обмотки w_{ax} соединяют с выводом a обмотки w_{ax} (рис 1).



2. Устройство автотрансформатора



Если выводы Ax подключить к сети, а к выводам aX подключить нагрузку Z_H , то получим *понижающий* автотрансформатор.

Если же выводы aX подключить к сети, а к выводам Ax подключить нагрузку Z_H , то получим *повышающий* автотрансформатор.



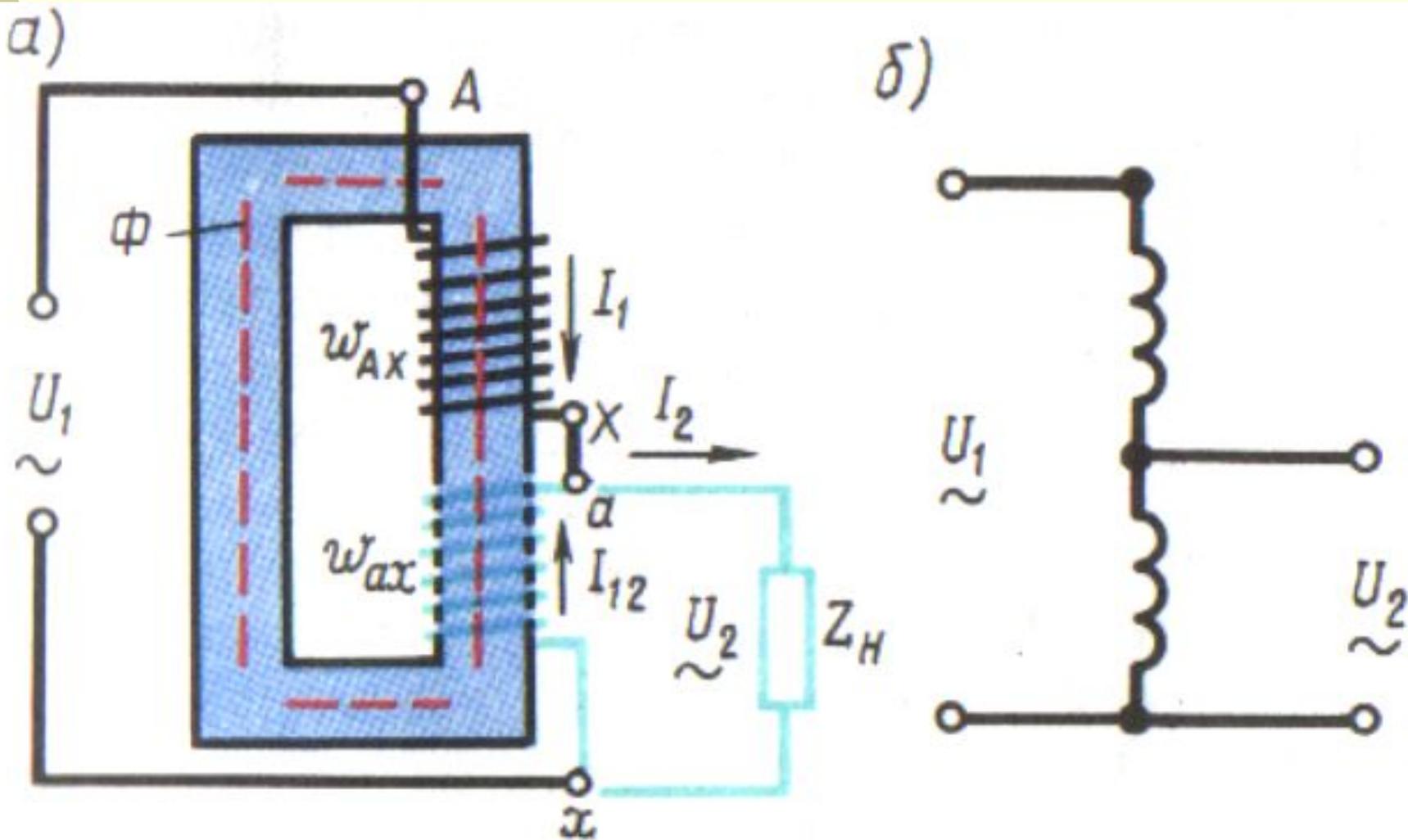


Рис.1 Электромагнитная (а) и принципиальная (б) схемы однофазного понижающего автотрансформатора



3. Работа понижающего автотрансформатора



Рассмотрим подробнее работу понижающего автотрансформатора.

Обмотка w_{ax} одновременно являются частью первичной обмотки и вторичной обмотки. В этой обмотке проходит ток I_{12} . Для точки a запишем уравнение токов:

$$I_2 = I_1 + I_{12} \quad (1)$$

или

$$I_{12} = I_2 - I_1 \quad (2)$$

т.е. по виткам w_{ax} проходит ток I_{12} , равный разности вторичного I_2 и первичного I_1 токов.



Если коэффициент трансформации автотрансформатора $k_A = w_{Ax}/w_{ax}$ немногим больше единицы, то токи I_1 и I_2 мало отличаются друг от друга, а их разность составляет небольшую величину.

Это позволяет выполнить витки w_{ax} проводом уменьшенного сечения.



4. Проходная и расчётная мощности



Проходной мощностью автотрансформатора называется передаваемая мощность из первичной цепи во вторичную.

$$S_{\text{пр}} = U_2 I_2 \quad (3)$$

Расчётная мощность $S_{\text{расч}}$, - это мощность, передаваемая из первичной во вторичную цепь магнитным полем.



Расчётной мощностью называют мощность, при которой размеры и вес трансформатора зависят от величины этой мощности.

В трансформаторе вся проходящая мощность является расчётной, так как между обмотками трансформатора существует лишь магнитная связь. В автотрансформаторе между первичной и вторичной цепями помимо магнитной связи существует ещё и электрическая.



Поэтому расчётная мощность составляет лишь часть проходной мощности, другая её часть ~~передаётся между цепями без участия магнитного поля.~~

Разложим проходную мощность автотрансформатора $S_{\text{пр}} = I_2 U_2$ на составляющие.

Воспользуемся для этого выражением (1).
Поставив это выражение в формулу проходной мощности, получим

$$S_{\text{пр}} = U_2 I_2 = U_2 (I_1 + I_{12}) = U_2 I_1 + U_2 I_{12} = S_{\text{э}} + S_{\text{расч}} \quad (4)$$



Где $S_{\Sigma} = U_2 I_2$ – мощность, передаваемая из первичной цепи автотрансформатора во вторичную благодаря электрической связи между этими цепями.

Таким образом, расчётная мощность в автотрансформаторе $S_{\text{расч}} = U_2 I_2$ составляет лишь часть проходной. Это даёт возможность для изготовления автотрансформатора использовать магнитопровод меньшего сечения, чем в трансформаторе равной мощности.



Средняя длина витка обмотки также становится меньше; следовательно, уменьшается расход меди на выполнение обмотки автотрансформатора. Одновременно уменьшаются магнитные и электрические потери, а КПД автотрансформатора повышается.



5. Преимущества автотрансформаторов



1. меньший расход активных материалов (медь и электротехническая сталь),
2. более высокий КПД,
3. маленькие размеры,
4. дешевле.

У автотрансформаторов большой мощности КПД достигает 99,7%.



Указанным преимуществами автотрансформатора тем значительнее, чем больше мощность S_{Σ} , а следовательно, чем меньше расчётная часть проходной мощности.



Мощность $S_{\text{э}}$, передаваемая из первичной во вторичную цепь благодаря электрической связи между этими цепями, определяется выражением

$$S_{\text{э}} = U_2 I_1 = U_2 I_2 / k_A = S_{\text{пр}} / k_A \quad (5)$$

т.е. значением мощности $S_{\text{э}}$ обратно пропорционально коэффициенту трансформации автотрансформатора k_A .



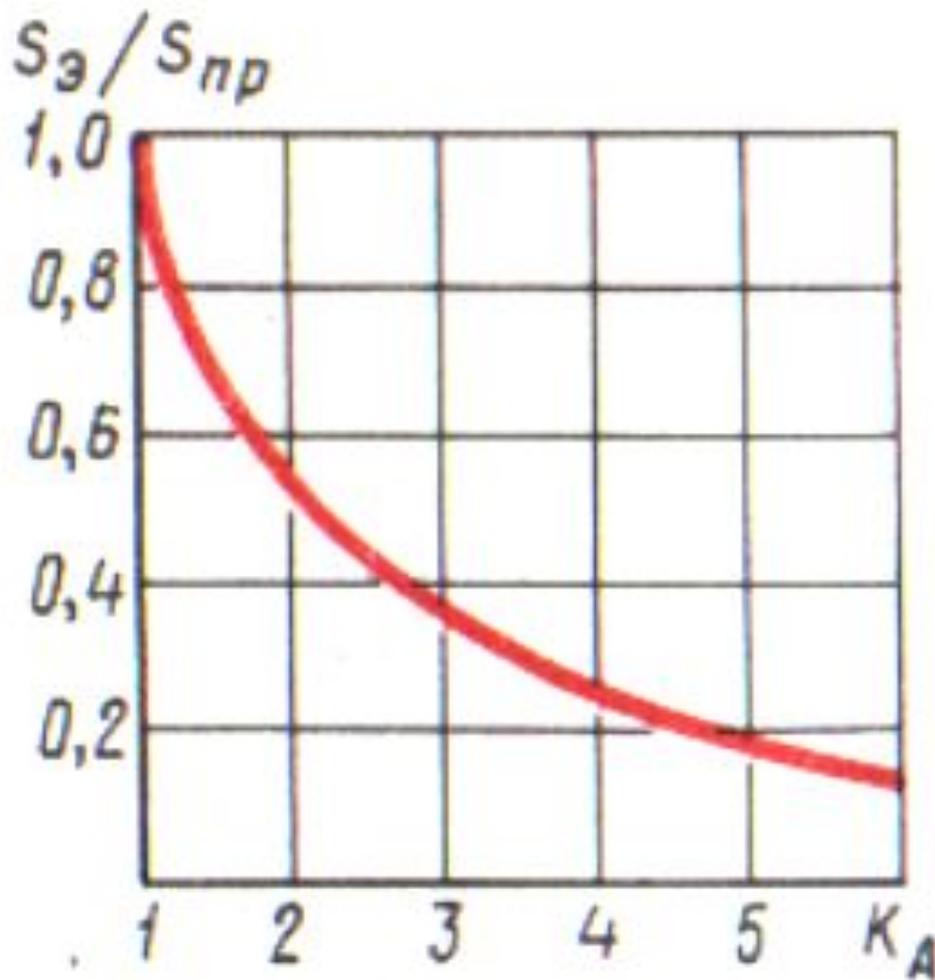


Рис.2 Зависимость $S_{\text{э}}/S_{\text{пр}}$ от коэффициента трансформации автотрансформатора



Из графика (рис. 2.) видно, что применение автотрансформатора даёт заметные преимущества по сравнению с двухобмоточным трансформатором лишь при небольших значениях коэффициента трансформации.



Например, при $k_A = 1$ вся мощность автотрансформатора передаётся во вторичную цепь за счёт электрической связи между цепями ($S_{\text{э}}/S_{\text{пр}} = 1$).

Наиболее целесообразно применение автотрансформаторов с коэффициентом трансформации $k_A \leq 2$.



6. Недостатки автотрансформаторов



При большом значении коэффициента трансформации преобладающее значение имеют недостатки автотрансформатора, состоящие в следующем:



1. Большие токи к.з. в случаях понижающего автотрансформатора: при замыкании точек a и x напряжение U_1 подводится лишь к небольшой части витков Aa , которые обладают очень малым сопротивлением к.з.



В этом случае автотрансформаторы не могут защитить сами себя от разрушающего действия токов к.з., поэтому токи к.з. должны ограничиваться сопротивлением других элементов электрической установки, включаемых в цепь автотрансформатора.



2. Электрическая связь стороны ВН со стороной НН; это требует усиленной электрической изоляции всей обмотки.



3. При использовании автотрансформаторов в схемах понижения напряжения между проводами сети НН и землей возникает напряжение, приблизительно равное напряжению между проводом и землей на стороне ВН.

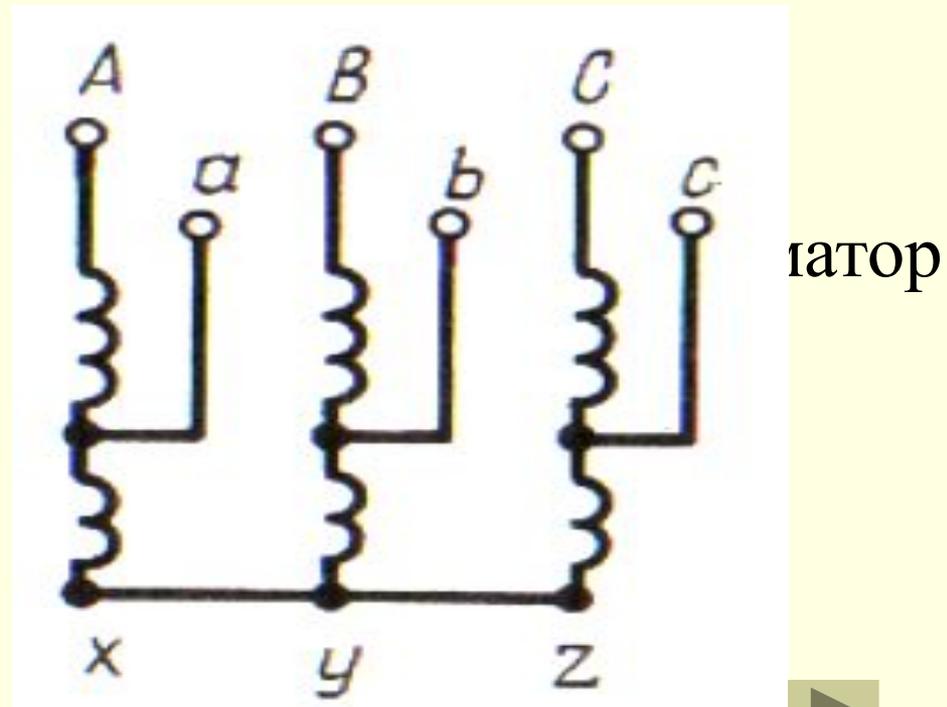


4. В целях обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала нельзя применять автотрансформаторы для понижения напряжения сетей ВН до значений НН, подводимого непосредственно к потребителям.



Силовые автотрансформаторы широко применяют в линиях передачи и распределения электроэнергии для связи сетей смежных напряжений, например 110 и 220, 220 и 500 кВ и другие. Такие автотрансформаторы обычно соединяют в звезду (рис. 3.)

Рис.3. Трёхфазный



7. Область применения автотрансформаторов



Автотрансформаторы применяют в электроприводе переменного тока для уменьшения пусковых токов двигателей значительной мощности, а также для регулировки режимов работы электрометаллургических печей.

Автотрансформаторы малой мощности применяют в устройствах радиосвязи и автоматики.



Так же широко распространены
*автотрансформаторы с переменным
коэффициентом трансформации.*



8. Автотрансформатор с переменным коэффициентом трансформации



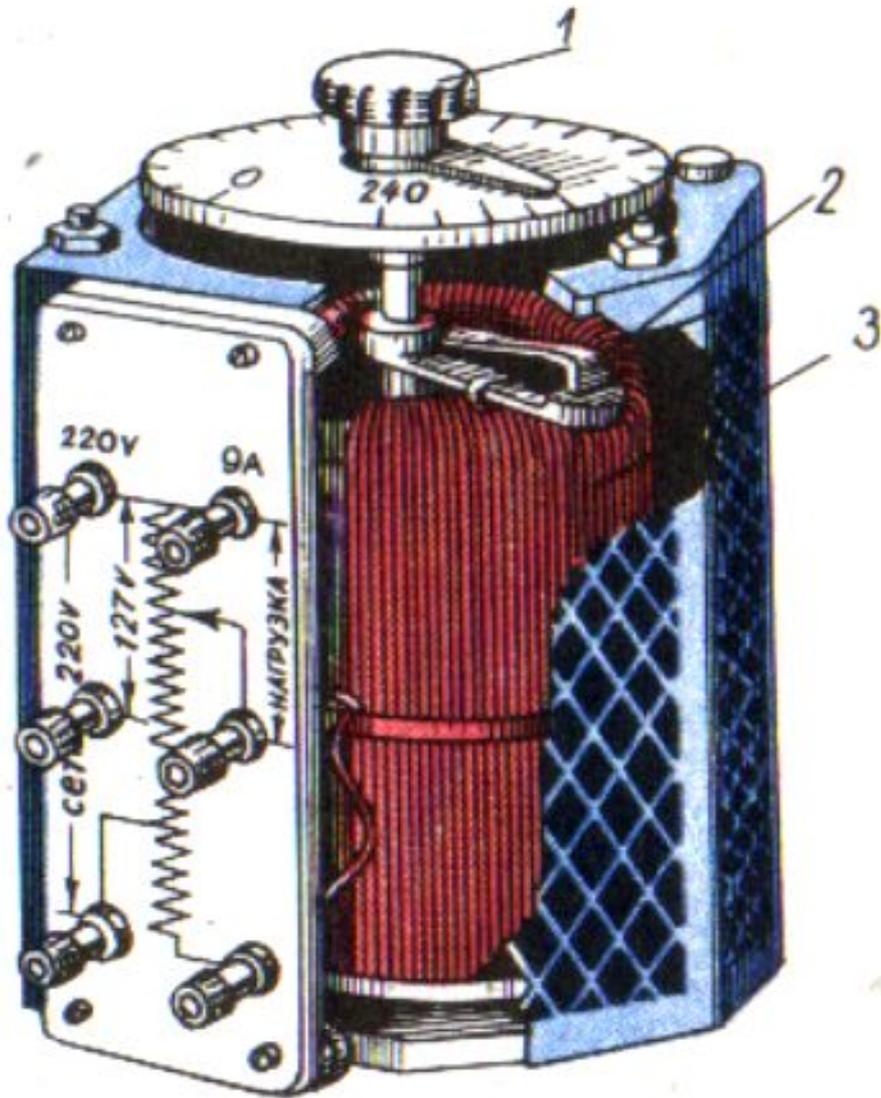
В этом случае автотрансформатор снабжают устройством, позволяющим регулировать значение вторичного напряжения путём изменения числа ВИТКОВ *Wax*.

Это осуществляется путём переключения, либо с помощью скользящего контакта (щётки), перемещаемого непосредственно по защищенным от изоляции витками обмотки.



Такие автотрансформаторы, называемые регуляторами напряжения, могут быть однофазными (рис. 4.) и трёхфазными.





-
- 1- ручка для перемещения;
 - 2 – щёткодержатель;
 - 3 – обмотка.

Рис. 4. Регулировочный однофазный

автотрансформатор



***Спасибо за
внимание!!!***

Преподаватель Хохлова Т.Б.