

Автотрансформаторы - устройство, принцип действия, достоинства и недостатки

Назначение, устройство и принцип действия автотрансформаторов

В некоторых случаях бывает необходимо изменять напряжение в небольших пределах. Это проще всего сделать не двухобмоточными трансформаторами, а однообмоточными, называемыми автотрансформаторами. Если коэффициент трансформации мало отличается от единицы, то разница между величиной токов в первичной и во вторичной обмотках будет невелика. Что же произойдет, если объединить обе обмотки? Получится схема автотрансформатора (рис. 1).

Автотрансформаторы относят к трансформаторам специального назначения.

Автотрансформаторы отличаются от трансформаторов тем, что у них обмотка низшего напряжения является частью обмотки высшего напряжения, т. е. цепи этих обмоток имеют не только магнитную, но и гальваническую связь.

В зависимости от включения обмоток автотрансформатора можно получить повышение или понижение напряжения.

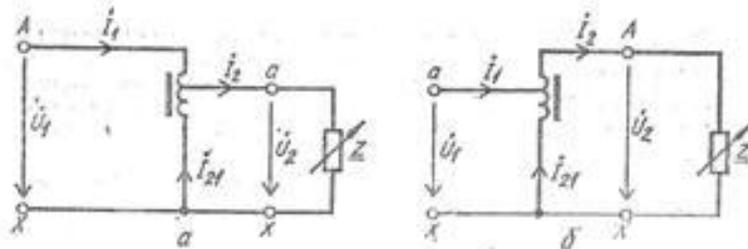


Рис. 1 Схемы однофазных автотрансформаторов: а - понижающего, б - повышающего.

Если присоединить источник переменного напряжения к точкам А и Х, то в сердечнике возникнет переменный магнитный поток. В каждом из витков обмотки будет индуцироваться ЭДС одной и той же величины. Очевидно, между точками а и Х возникнет ЭДС, равная ЭДС одного витка, умноженной на число витков, заключенных между точками а и Х.

Если присоединить к обмотке в точках а и Х какую-нибудь нагрузку, то вторичный ток I_2 будет проходить по части обмотки и именно между точками а и Х. Но так как по этим же виткам проходит и первичный ток I_1 , то оба тока геометрически сложатся, и по участку аХ будет протекать очень небольшой по величине ток, определяемый разностью этих токов. Это позволяет часть обмотки сделать из провода малого сечения, чтобы сэкономить медь. Если принять во внимание, что этот участок составляет большую часть всех витков, то и экономия меди получается весьма ощутимой.

Таким образом, автотрансформаторы целесообразно использовать для незначительного понижения или повышения напряжения, когда в части обмотки, являющейся общей для обеих цепей автотрансформатора, устанавливается уменьшенный ток что позволяет выполнить ее более тонким проводом и сэкономить цветной металл. Одновременно с этим уменьшается расход стали на изготовление магнитопровода, сечение которого получается меньше, чем у трансформатора.

В электромагнитных преобразователях энергии - трансформаторах - передача энергии из одной обмотки в другую осуществляется магнитным полем, энергия которого сосредоточена в магнитопроводе. В автотрансформаторах передача энергии осуществляется как магнитным полем, так и за счет электрической связи между первичной и вторичной обмотками.



Трансформатор и автотрансформатор

Автотрансформаторы успешно конкурируют с двухобмоточными трансформаторами, когда их коэффициент трансформации - мало отличается от единицы и но более 1,5 - 2. При коэффициенте трансформации свыше 3 автотрансформаторы себя не оправдывают.

В конструктивном отношении автотрансформаторы практически не отличаются от трансформаторов. На стержнях магнитопровода располагаются две обмотки. Выводы берутся от двух обмоток и общей точки. Большинство деталей автотрансформатора в конструктивном отношении не отличаются от деталей трансформатора.

Лабораторные автотрансформаторы (ЛАТРы)

Автотрансформаторы применяются также в низковольтных сетях в качестве лабораторных регуляторов напряжения небольшой мощности (ЛАТР). В таких автотрансформаторах регулирование напряжения осуществляется при перемещении скользящего контакта по виткам обмотки.

Лабораторные регулируемые однофазные автотрансформаторы состоят из кольцеобразного ферромагнитного магнитопровода, обмотанного одним слоем изолированного медного провода (рис. 2).

От этой обмотки сделано несколько постоянных ответвлений, что позволяет использовать эти устройства как понижающие или повышающие автотрансформаторы с определенным постоянным коэффициентом трансформации. Кроме того, на поверхности обмотки, очищенной от изоляции, имеется узкая дорожка, по которой перемещают щеточный или роликовый контакт для получения плавно регулируемого вторичного напряжения в пределах от нуля до 250 В.

При замыкании соседних витков в ЛАТР не происходит витковых замыканий, так как токи сети и нагрузки в совмещенной обмотке автотрансформатора близки друг к другу и направлены встречно.

Лабораторные автотрансформаторы изготавливают номинальной мощностью 0,5; 1; 2; 5; 7,5 кВА.

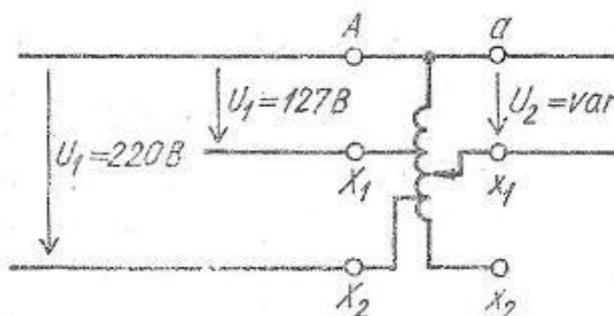


Схема лабораторного регулируемого однофазного автотрансформатора



Лабораторный автотрансформатор (ЛАТР)

Трехфазные автотрансформаторы

Наряду с однофазными двухобмоточными автотрансформаторами часто применяются трехфазные двухобмоточные и трехфазные трехобмоточные автотрансформаторы.

В трехфазных автотрансформаторах фазы обычно соединяют звездой с выведенной нейтральной точкой (рис. 3). При необходимости понижения напряжения электрическую энергию подводят к зажимам А, В, С и отводят от зажимов а, b, с, а при повышении напряжения - наоборот. Их применяют в качестве устройств для снижения напряжения при пуске мощных двигателей, а также для ступенчатого регулирования напряжения на зажимах нагревательных элементов электрических печей.

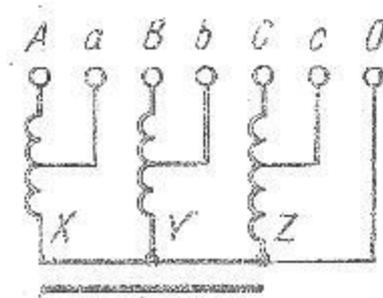


Рис. 3. Схема трехфазного автотрансформатора с соединением фаз обмотки звездой с выведенной нейтральной точкой.

Трехфазные высоковольтные трехобмоточные трансформаторы используются также в высоковольтных электрических сетях.

Трехфазные автотрансформаторы, как правило, на стороне высшего напряжения соединяются в звезду с нулевым проводом. Соединение в звезду обеспечивает снижение напряжения, на которое рассчитывается изоляция автотрансформатора.

Применение автотрансформаторов улучшает КПД энергосистем, обеспечивает снижение стоимости передачи энергии, но приводит к увеличению токов короткого замыкания.

Недостатки автотрансформаторов

Недостатком автотрансформатора является необходимость выполнения изоляции обеих обмоток на большее напряжение, так как обмотки имеют электрическую связь.

Существенный недостаток автотрансформаторов - гальваническая связь между первичной и вторичной цепями, что не позволяет использовать их в качестве силовых в сетях 6 - 10 кВ при понижении напряжения до 0,38 кВ, так как напряжение 380 В подводится к оборудованию, на котором работают люди.

При авариях из-за наличия электрической связи между обмотками в автотрансформаторе высшее напряжение может оказаться приложенным к обмотке низшего. При этом все части эксплуатируемой установки окажутся соединенными с высоковольтной частью, что не допускается по условиям

безопасности обслуживания и из-за возможности пробоя изоляции токопроводящих частей присоединенного электрооборудования.



Высоковольтные автотрансформаторы