**Лекция 1.3. Устройство трансформаторов**

***Магнитопровод. Магнитные материалы.***

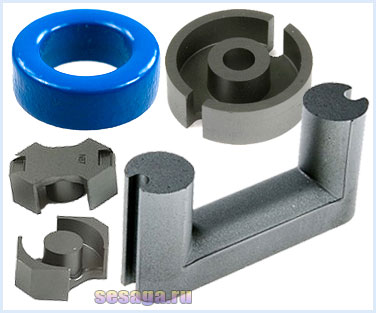
Назначение магнитопровода заключается в создании для магнитного потока замкнутого пути, обладающего минимальным магнитным сопротивлением. Поэтому магнитопроводы для трансформаторов изготавливают из материалов, обладающих высокой магнитной проницаемостью в сильных переменных магнитных полях. Материалы должны иметь малые потери на вихревые токи, чтобы не перегревать магнитопровод при достаточно больших значениях магнитной индукции, быть достаточно дешевыми и не требовать сложной механической и термической обработки. Магнитные материалы, используемые для изготовления магнитопроводов, выпускаются в виде отдельных листов, либо в виде длинных лент определенной толщины и ширины и называются **электротехническими сталями.**

***Листовые стали (ГОСТ 802-58) изготавливаются методом горячей и холодной прокатки, ленточные текстурованные стали (ГОСТ 9925-61) только методом холодной прокатки.***

Также применяют железноникелевые сплавы с высокой магнитной проницаемостью, например, пермаллой, перминдюр и др. (ГОСТ 10160-62), и низкочастотные магнитомягкие ферриты.



Для изготовления разнообразных относительно недорогих трансформаторов широко применяются **электротехнические стали,** имеющие небольшую стоимость и позволяющие трансформатору работать как при постоянном подмагничивании магнитопровода, так и без него. Наибольшее применение нашли холоднокатаные стали, имеющие лучшие характеристики по сравнению со сталями горячей прокатки. **Сплавы с высокой магнитной проницаемостью** применяют для изготовления импульсных трансформаторов и трансформаторов, предназначенных для работы при повышенных и высоких частотах 50 – 100 кГц. **Недостатком** таких сплавов является их высокая стоимость. Так, например, стоимость пермаллоя в 10 – 20 раз выше стоимости электротехнической стали, а пермендюра – в 150 раз. Однако в ряде случаев их применение позволяет существенно снизить массу, объем и даже общую стоимость трансформатора. **Другим их недостатком** является сильное влияние на магнитную проницаемость постоянного подмагничивания, переменных магнитных полей, а также низкая стойкость к механическим воздействиям – удар, давление и т.п. **Из магнитомягких низкочастотных ферритов** с высокой начальной проницаемостью изготавливают прессованные магнитопроводы, которые применяют для изготовления импульсных трансформаторов и трансформаторов, работающих на высоких частотах от 50 – 100 кГц. Достоинством ферритов является невысокая стоимость, а недостатком является низкая индукция насыщения (0,4 – 0,5 Т) и сильная температурная и амплитудная нестабильность магнитной проницаемости. Поэтому их применяют лишь при слабых полях.



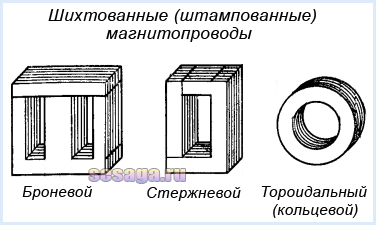
**Магнитопроводы из магнитомягких прессованных ферритов**

Выбор магнитных материалов производится исходя из электромагнитных характеристик с учетом условий работы и назначения трансформатора.

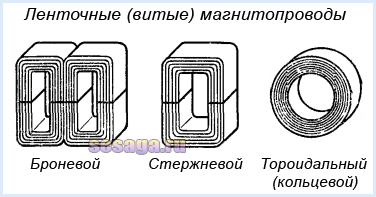
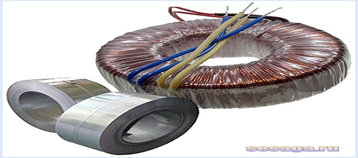
***Типы магнитопроводов.***

Магнитопроводы трансформаторов разделяются на **шихтованные** (штампованные) и **ленточные** (витые), изготавливаемые из листовых материалов и прессованные из ферритов.

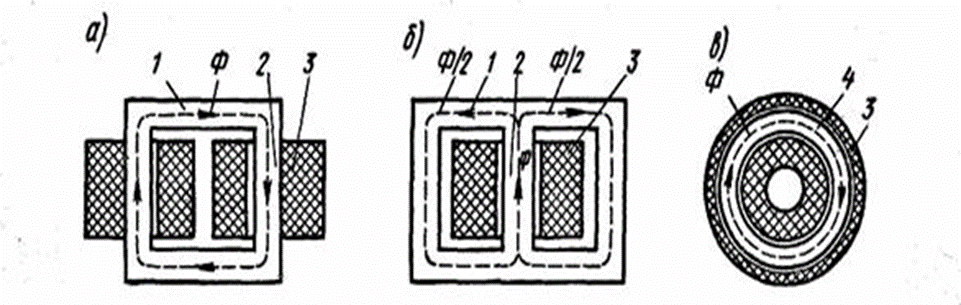
**Шихтованные магнитопроводы** набираются из плоских штампованных пластин соответствующей формы. Причем пластины могут быть изготовлены практически из любых, даже очень хрупких материалов, что является достоинством этих магнитопроводов.



**Ленточные магнитопроводы** изготавливаются из тонкой ленты, намотанной в виде спирали, витки которой прочно соединены между собой. Достоинством ленточных магнитопроводов является полное использование свойств магнитных материалов, что позволяет уменьшить массу, размеры и стоимость трансформатора.

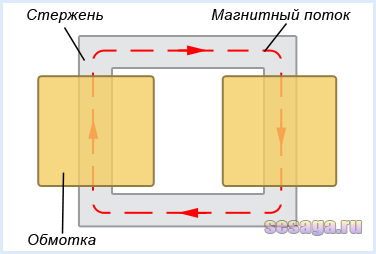
******

***Магнитная система.*** В зависимости от конфигурации магнитной системы, трансформаторы подразделяют на: - стержневые (рис. 1.3, а), - броневые (рис.1.3, б) - тороидальные (рис. 1.3, в). ***Стержнем называют*** часть магнитопровода, на которой размещают обмотки (рис. 1.3; 2). Часть магнитопровода, на которой обмотки отсутствуют, ***называют ярмом***(рис. 1.3; 1).



**Стержневые.**

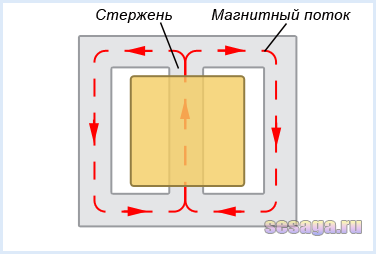
В магнитопроводах **стержневого типа** обмотки располагается на двух стержнях. Это усложняет конструкцию трансформатора, но уменьшает толщину намотки, что способствует снижению индуктивности рассеяния, расхода проволоки и увеличивает поверхность охлаждения.



***Трансформаторы большой и средней мощности*** *обычно выполняют* ***стержневыми.*** Они имеют лучшие условия охлаждения и меньшую массу, чем броневые.

**Броневые.**

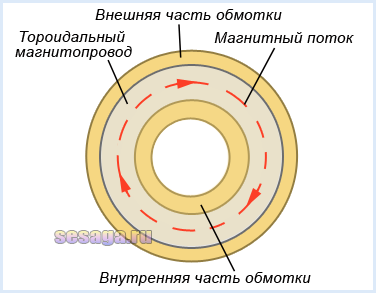
В магнитопроводе броневого типа обмотка располагается на центральном стержне. Это упрощает конструкцию трансформатора, позволяет получить более полное использование окна обмоткой, а также создает некоторую механическую защиту обмотки. Поэтому такие магнитопроводы получили наибольшее применение.



Некоторым **недостатком броневых магнитопроводов** является их повышенная чувствительность к воздействию магнитных полей низкой частоты, что делает их малопригодными к использованию в качестве выходных трансформаторов с малым уровнем помех. Чаще всего броневыми выполняются трансформаторы средней мощности и микротрансформаторы.

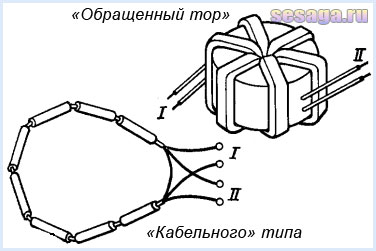
**Тороидальные.**

**Тороидальные или кольцевые трансформаторы** позволяют полнее использовать магнитные свойства материала, имеют малые потоки рассеивания и создают очень слабое внешнее магнитное поле, что особенно важно в высокочастотных и импульсных трансформаторах. Но из-за сложности изготовления обмоток не получили широкого применения. Чаще всего их делают из феррита.



Для уменьшения потерь на вихревые токи шихтованные магнитопроводы набираются из штампованных пластин толщиной 0,35 – 0,5 мм, которые с одной стороны покрывают слоем лака толщиной 0,01 мм или оксидной пленкой. Лента для ленточных магнитопроводов имеет толщину от нескольких сотых до 0,35 мм и также покрывается электроизолирующей и одновременно склеивающейся суспензией или оксидной пленкой. И чем тоньше слой изоляции, тем плотнее происходит заполнение сечения магнитопровода магнитным материалом, тем меньше габаритные размеры трансформатора.

За последнее время наряду с рассмотренными «традиционными» типами магнитопроводов находят применение новые формы, к числу которых следует отнести магнитопроводы «кабельного» типа, «обращенный тор», катушечный и др.



**Новые формы магнитопроводов**

**Задание.**

1. Внимательно прочитать и проанализировать текст лекции. Составить краткий конспект.
2. Используя материалы предыдущих лекций дать ответы на контрольные вопросы:
   1. **Из чего состоит трансформатор?**
   2. **Как осуществляется передача энергии из одной обмотки в другую?**
   3. **Что такое коэффициент трансформации?**
   4. **Какой трансформатор называется понижающим? Повышающим?**
   5. **Какая обмотка трансформатора называется обмоткой высшего напряжения (ВН)?**
   6. **Какие трансформаторы называются «сухими»?» «Масляными»?**

**Ответы дать письменно в лекционной тетради по форме:**

Вопрос:

Ответ: