**28.10.2021 Учебная группа: 2ТЭМ**

**Преподаватель Черномордик Анна Евгеньевна**

**ОП.03 Электротехника и электроника**

Тема 3.1 Основные характеристики магнитного поля

**Лекция № 21**

**Цель занятия:** Усвоить основные понятия по изучаемой теме.

**Задачи занятия:** уметь применять полученные знания для решения ситуационные задач.

**Задание студентам:**

1.Записать в тетрадь и самостоятельно проработать лекцию несколько раз.

2. По учебнику И.А. Данилов, П.М. Иванов. Общая электротехника с основами электроники, Высшая школа, 2005 **§ 3.2-3.9 стр. 73-93** (скачать в интернете учебник, если не найдете, напишите мне - я Вам пришлю по e-mail)

**3. Ответить на карточку 3.7 стр. 89-90**

4. Фотографию конспекта и выполненное домашнее задание прислать на электронный адрес **kabinet1218@gmail.com** в срок **до 08.00 29.10.2021г.**

План:

1. Закон полного тока

2. Электромагниты и их применение

3. Магнитные цепи

4. Расчет магнитной цепи

Литература:

Основные источники:

1. И.А. Данилов, П.М. Иванов. Общая электротехника с основами электроники, Высшая школа, 1989.

2. Немцов М.В. Электротехника и электроника: учебник/ М.В. Немцов, М.Л. Немцова, – М.: Издательство Академия, 2013. – 480 с.

3. Т.Ф. Березкина Задачник по общей электротехнике с основами электроники - М.: Высшая школа, 1983.

Дополнительные источники:

1. Кацман, М.М. Сборник задач по электрическим машинам: учебное пособие/ М.М. Кацман. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 160 с.

2. Прошин, В. М. Электротехника для электротехнических профессий. Рабочая тетрадь: учебное пособие / В. М. Прошин. – Москва : Academia, 2014. – 456 c.

3. И.А. Данилов, П.М. Иванов. Общая электротехника с основами электроники, Высшая школа, 2005 - 378 с.

4. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник и практикум для СПО /С. А. Миленина ; под ред. Н. К. Миленина. — М. : Издательство Юрайт, 2015. — 399 с.

**Вопрос 1 Закон полного тока**

В электрических цепях всегда присутствует магнитное поле, которое оказывает электромагнитное взаимодействие с токами этих цепей. Данный фактор учитывается при расчѐтах цепей, а закон полного тока для магнитного поля является инструментом для подобных вычислений.

Если поднести магнитную стрелку к проводнику, по которому течѐт ток, еѐ положение изменится. Это говорит о наличии вокруг проводника кроме электрического ещѐ и магнитного поля. В результате многочисленных исследований электромагнитных явлений установлено, что существует взаимное влияние полей, имеющих электрическую и магнитную природу.

Рассмотрим упрощѐнный вариант влияния магнитной индукции на электрическое поле. Для этого представим себе два параллельных проводника, по которым циркулируют постоянные токи, например, ***I1*** и ***I2***. Вблизи этих проводников образуется поле, которое мысленно можно ограничить неким контуром ***L*** – воображаемой замкнутой фигурой, плоскость которой пересекает потоки движущихся зарядов.

В пределах плоскости, охватываемой контуром ***L***, формируется магнитное поле, напряжѐнность которого распределена в соответствии с направлениями токов. При этом циркуляция вектора магнитного поля в плоскости замкнутого контура прямо пропорциональна сумме токов, пронзающих данный контур. Полный электрический ток равен векторной сумме его составляющих.

Направления векторов ***I1*** и ***I2*** определяется по правилу буравчика.

Чтобы понять физический смысл закона полного тока – потребуется ознакомиться с графическим представлением описываемых им процессов.

Из рисунка видно, что около двух проводников с протекающими по ним токами I1 и I2 образуется поле, ограниченное контуром L. Оно вводится как мысленно представляемая замкнутая фигура, плоскость которой пронизывают проводники с движущимися зарядами. Простыми словами этот закон можно выразить так. При наличии нескольких потоков электричества через мысленное представляемую поверхность, охватываемую контуром L, в еѐ пределах формируется магнитное поле с заданным распределением напряжѐнности.

За положительное направление движения вектора в соответствии с законом для контура магнитной цепи выбирается ход часовой стрелки. Оно также является мысленно представляемым.

Такое определение создаваемого токами вихревого поля предполагает, что направление каждого из токов может быть произвольным.

Магнитное поле, создаваемое током, и ток в проводнике неразрывно связаны между собой, следовательно, и величины, характеризующие магнитное поле (магнитный поток, магнитная индукция и т.д.) также связаны с током в проводнике.



Закон полного тока и устанавливает зависимость между током в проводнике и напряженностью магнитного поля.

***Полным током*** называют алгебраическую сумму токов, пронизывающих поверхность, ограниченную контуром (ΣI– полный ток).

Если ток создает магнитное поле, направление которого совпадает с произвольно выбранным направлением обхода контура, то он берется со знаком «+», а если нет – со знаком «-»

Магнитное поле во всех точках контура будет различным и по значению и по направлению, поэтому выделим на контуре элементарный участок и допустим, что вектор напряженности в этой точке образует с участком  угол***α***. Вектор *Н* можно разложить на две составляющие, одна из которых совпадает с участком , а вторая – перпендикулярна ему



Для определения намагничивающей силы для замкнутого контура необходимо просуммировать (проинтегрировать) все магнитные напряжения, вычисленные вдоль этого контура.

Опытным путем установлено*,* что***намагничивающая сила, вычисленная вдоль замкнутого контура, равна полному току (алгебраической сумме токов, пронизывающих поверхность, ограниченную магнитной силовой линией, по которой вычислена намагничивающая сила).***



Приведѐнные выше рассуждения можно рассматривать в качестве примера изображающего упрощѐнную модель частного случая рассматриваемого закона. В действительности же, процессы взаимного влияния магнитных и электрических полей намного сложнее, и они описываются интегральными и дифференциальными уравнениями Максвелла.

В электротехнике часто приходится иметь дело с катушками разных видов и размеров. Катушка, образованная витками намотанными на сердечник тороидальной формы (в виде бублика), называется тороидом. ***Тороид представляет*** собой тонкий провод, плотно (виток к витку) намотанный на каркас в форме тора.

Важными характеристиками сердечника тора являются его радиусы — внутренний r и внешний R.

У тороида магнитное поле полностью сосредоточено внутри витков, т.е. нет рассеивания энергии магнитного поля.



**Вопрос 2 Электромагниты и их применение**

Самым интересным оказалось открытие английского инженера Стѐрджента. Он продемонстрировал следующее: учѐный взял и надел катушку на железный сердечник. Дело все в том, что, пропуская электрический ток по виткам этих катушек, магнитное поле многократно увеличивалось – и все железные предметы, которые находились вокруг, стали притягиваться к этому устройству. Это устройство получило название «электромагнит».

***Электромагнит - это устройство, которое создает магнитное поле во время прохождения электрического тока.***

Поскольку электричество может быть включено и выключено, то же самое касается и электромагнита. Он даже может быть ослаблен или усилен путем уменьшения или увеличения тока.

Простейший электромагнит нам обеспечивают протекание тока в катушке, большое количество витков и обязательно – металлический сердечник.

Что такое электромагнит? Электромагнит можно рассматривать как временный магнит, который функционирует с потоком электричества, и его полярность может быть легко изменена путем изменения направления тока. Также сила электромагнита может быть изменена путем изменения величины тока, протекающего через него. Сфера применения электромагнетизма необычайно широка.

На сегодняшний день электромагниты очень широко распространены.

Электромагниты работают практически везде и всюду. Например, если нам надо перетащить достаточно большие грузы, мы используем электромагниты. И, регулируя силу тока, мы будем, соответственно, силу либо увеличивать, либо уменьшать. Ещѐ одним примером использования электромагнитов является электрический звонок.

Открытие и закрытие дверей, а также тормоза некоторых транспортных средств (например, трамвая) тоже обеспечиваются электромагнитами.

Сила, с которой электромагнит притягивает ферромагнитные материалы, зависит от магнитного потока **Ф** или, что то же самое, от индукции **B** и площади сечения электромагнита **S**.

Сила тяги электромагнита определяется по формуле **F=4∙105B2∙S,**

где F – подъѐмная сила электромагнита, (Н); B – индукция, (Тл); S – площадь сечения электромагнита, (м2).

Силу электромагнитного поля можно регулировать путем изменения электрического тока, проходящего через провода, обернутые вокруг магнита. Если изменить направление электрического тока, полярность магнитного поля также меняется на противоположную. Этот эффект используется для создания полей в магнитной ленте или жестком диске компьютера для хранения информации, а также в громкоговорителях акустических колонок в радио, телевизоре и стереосистемах.

**Вопрос 3 Магнитные цепи**

Магнитная цепь – это совокупность ферромагнитных и неферромагнитных частей электротехнических устройств, необходимых для создания магнитных полей нужных конфигураций и интенсивности.

В зависимости от принципа действия электротехнического устройства магнитное поле может возбуждаться либо постоянным магнитом, либо катушкой с током, расположенной в той или иной части магнитной цепи. Электромагнитные процессы в магнитной цепи описываются с помощью следующих понятий: магнитодвижущая сила (МДС – *F*), магнитный поток (Ф), магнитное напряжение (*U*м) и др.

**Классификация магнитных цепей**

Магнитные цепи могут быть *неразветвленные*, в которых магнитный поток в любом сечении цепи одинаков, и *разветвленные*, в которых магнитные потоки в различных сечениях цепи различны.

Разветвленные магнитные цепи могут быть сложной конфигурации, например в электрических двигателях, генераторах и других устройствах.

Неразветвленные магнитные цепи бывают *однородные* и *неоднородные* (рис.).



*Однородная* магнитная цепь образует замкнутый магнитопровод с равномерной намагничивающей обмоткой, причем каждый виток обмотки создает линии магнитной индукции, которые, замыкаясь по магнитопроводу, сливаются в общий магнитный поток.

В такой цепи магнитные линии проходят в одной среде и напряженность магнитного поля вдоль линий не меняется. Как правило, это – кольцевые магнитопроводы (тороиды), которые используют в качестве стандартных образцов, применяемых для определения магнитных характеристик материалов.

*Неоднородная* магнитная цепь – это такая магнитная цепь, в которой магнитопровод не сплошной, а, например, с воздушным зазором, поэтому магнитный поток и напряженность магнитного поля в ферромагнитном материале и воздушном зазоре – различны.

Разветвленные магнитные цепи могут быть *симметричные* и *несимметричные*.

В *симметричных* магнитных цепях, как показано на рис., магнитный поток, создаваемый током, протекающим по обмотке, расположенной на центральном стержне магнитопровода (с магнитной проницаемостью µ), симметрично распределяется по его боковым стержням и напряженность магнитных полей одинакова.

В *несимметричных* магнитных цепях в одном из боковых стержней магнитопровода имеется воздушный зазор с магнитной проницаемостью µ0, тогда и напряженность магнитного поля ферромагнетика и воздушного зазора будут различные.

**Вопрос 4 Расчет магнитной цепи**

При расчете магнитных цепей на практике встречаются две типичные задачи:

- задача определения величины намагничивающей силы (НС), необходимой для создания заданного магнитного потока (заданной магнитной индукции) на каком-либо участке магнитопровода (задача синтезаили**“прямая“ задача**);

- задача нахождения потоков (магнитных индукций) на отдельных участках цепи по заданным значениям НС (задача анализаили **“обратная” задача**).

Следует отметить, что задачи второго типа являются обычно более сложными и трудоемкими в решении.

В общем случае в зависимости от типа решаемой задачи (“прямой” или “обратной”) решение может быть осуществлено следующими методами: регулярными; графическими; итерационными.

При этом при использовании каждого из этих методов первоначально необходимо указать на схеме направления намагничивающей силы, если известны направления токов в обмотках, или задаться их положительными направлениями, если их нужно определить. Затем задаются положительными направлениями магнитных потоков, после чего можно переходить к составлению эквивалентной схемы замещения и расчетам.

Из всего сказанного можно сделать следующие выводы:

– магнитное сопротивление всей цепи равно сумме магнитных сопротивлений ее последовательно соединенных участков;

– при постоянстве намагничивающего тока в обмотке с увеличением воздушного зазора, магнитный поток уменьшается;

– для обеспечения постоянства магнитного потока с увеличением воздушного зазора ток в обмотке необходимо увеличивать;

– для оптимального выбора материала магнитопровода надо учитывать влияние воздушного зазора.





Учитывая все вышесказанное, можно утверждать, что для анализа неразветвленных магнитных цепей с постоянной магнитодвижущей силой можно пользоваться всеми графическими и аналитическими методами расчета линейных электрических цепей постоянного тока.

Можно составить следующую таблицу соответствия магнитной и электрической цепей.



**Контрольные вопросы**

1. Сформулируйте закон полного тока

2. Что такое МДС?

3. Что такое напряженность магнитного поля?

4. Как связаны Магнитная индукция и напряженность магнитного поля?

5. Как определить магнитную индукцию поля проводника с током?

6. Что называется магнитной цепью?

7. Сформулируйте закон Ома для магнитной цепи?

8. Сформулируйте законы Кирхгофа для магнитной цепи?

9. Для чего проводят расчет магнитной цепи?