Магнитное поле

Теоретическое занятие

Специальность: 18.02.09 Переработка нефти и газа

ОП.01 Электротехника и электроника

Тема 2.1 Магнитное поле

Преподаватель: Кузнецов М.Н.

2022

Магнитное поле

Под термином «магнитное поле» принято подразумевать определенное энергетическое пространство, в котором проявляются силы магнитного взаимодействия. Они влияют на: отдельные вещества: ферримагнетики (металлы, преимущественно чугуны, железо и сплавы из них) и их класс ферритов вне зависимости от состояния; движущиеся заряды электричества.

Физические тела, обладающие суммарным магнитным моментом электронов или других частиц, называют постоянными магнитами.

Источниками магнитного поля являются: постоянные магниты; подвижные заряды; изменяющееся во времени электрическое поле. Находящиеся в движении обычно обладают значительно большей энергией магнитного поля, чем постоянные магниты. Его обозначают силовыми линиями. Разберем правила их начертания для прямолинейного проводника с током I.

Магнитная силовая линия проводится в плоскости, перпендикулярной движению тока так, чтобы в каждой ее точке сила, действующая на северный полюс магнитной стрелки, направлялась по касательной к этой линии. Таким образом, создаются концентрические окружности вокруг движущегося заряда.

Направление этих сил определяется известным **правилом винта или буравчика** с правосторонней навивкой резьбы. Необходимо расположить буравчик соосно с вектором тока и вращать рукоятку так, чтобы поступательное движение буравчика совпадало с его направлением. Тогда ориентация силовых магнитных линий будет показана вращением рукоятки. В кольцевом проводнике вращательное движение рукоятки совпадает с направлением тока, а поступательное — указывает на ориентацию индукции. [1]

Магнитные силовые линии всегда выходят из северного полюса и входят в южный. Они продолжаются внутри магнита и никогда не бывают разомкнутыми.

---

[1] Белов Н.В., Волков Ю.С. Электротехника и основы электроники: учебное пособие. – СПб.: Лань. 2022.

Правила взаимодействия магнитных полей

Магнитные поля от разных источников складываются друг с другом, образуя результирующее поле.

При этом магниты с разноименными полюсами (N - S) притягиваются друг к другу, а с одноименными (N – N, S - S) — отталкиваются. Силы взаимодействия между полюсами зависят от расстояния между ними. Чем ближе сдвинуты полюса, тем большее усилие возникает.

Основные характеристики магнитного поля

К ним относят:

- вектор магнитной индукции (B);
- магнитный поток (Ф);
- потокосцепление (Ψ).

Интенсивность или силу воздействия поля оценивают величиной вектора магнитной индукции. Она определяется значением силы «F», создаваемой проходящим током «I» по проводнику длиной «l»

[2] $B = \frac{F}{I \cdot l}$

Единица измерения магнитной индукции в системе СИ — Тесла (в знак памяти об ученом физике, который исследовал эти явления и описал их математическими методами). В русской технической литературе она обозначается «Тл», а в международной документации принят символ «Т». 1Тл=1·Н/(А·м)

Направление вектора В определяется по правилу левой руки.

Если расположить ладонь левой руки в магнитном поле так, чтобы силовые линии из северного полюса входили в ладонь под прямым углом, а четыре пальца расположить по направлению тока в проводнике, то оттопыренный большой палец укажет направление действия силы на этот проводник.

В случае, когда проводник с электрическим током расположен не под прямым углом к магнитным силовым линиям, то сила, воздействующая на него,

---

[2] Белов Н.В., Волков Ю.С. Электротехника и основы электроники: учебное пособие. – СПб.: Лань. 2022.

будет пропорциональна величине протекающего тока и составляющей части проекции длины проводника с током на плоскость, расположенную в перпендикулярном направлении.

Если внутри магнитного поля во всех точках вектор B имеет одинаковое направление и величину, то такое поле считают равномерным.

Если рассматривать прохождение магнитной индукции через определенную площадь S, то ограниченная ее пределами индукция будет называться **магнитным потоком** (Ф).

Когда площадь наклонена под каким-то углом α к направлению магнитной индукции, то магнитный поток уменьшается на величину косинуса угла наклона площади. Максимальное же его значение создается при перпендикулярном расположении площади к ее пронизывающей индукции. $Ф=B \cdot S$[3]

Единицей измерения магнитного потока является 1 вебер, определяемый прохождением индукции в 1 Тл через площадь в 1 метр квадратный.

Для случая, когда один и тот же ток I проходит по обмотке катушки с числом витков n, то полный (сцепленный) магнитный поток от всех витков называют **потокосцеплением** Ψ.

$$\Psi = n \cdot Ф$$

Единицей измерения потокосцепления является 1 вебер.

Напряженность магнитного поля.

Напряженностью магнитного поля называется отношение механической силы, действующей на положительный полюс пробного магнита, к величине его магнитной массы или механическая сила, действующая на положительный полюс пробного магнита единичной массы в данной точке поля.

Напряженность изображается вектором H, имеющим направление вектора механической силы f.

---

[3] Белов Н.В., Волков Ю.С. Электротехника и основы электроники: учебное пособие. – СПб.: Лань. 2022.

Если определить напряженность во всех точках магнитного поля, то можно построить линии, направление касательных к которым в каждой точке поля будет совпадать с направлением напряженности. Такие линии называются линиями напряженности или силовыми линиями.

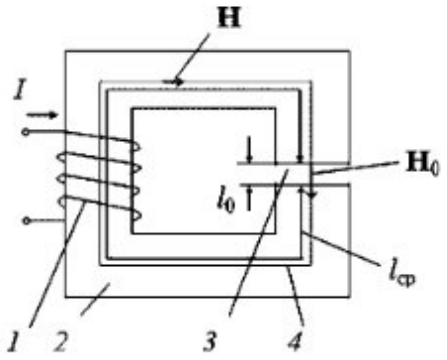


Рисунок 1. Магнитная цепь с воздушным промежутком [4]

Связь между током и напряженностью возникшего магнитного поля задается законом полного тока. Применение этого закона рассмотрено для простейшей неразветвленной магнитной цепи (рис.1). Постоянным током I в катушке 1, содержащей ω витков, создано магнитное поле. Его силовые линии параллельны друг другу и замыкаются по магнитопроводу 2 и воздушному промежутку 3. Магнитную цепь подразделяют на однородные участки (магнитопровод и воздушный промежуток). На любом из них сохраняется одна и та же напряженность поля, материал (среда) однородный, плотность сечения постоянная. Закон полного тока записывают для средней магнитной линии 4, проходящей по середине всех сечений этой цепи (рис. 1)

$$\omega I = Hl_{\text{ср}} + H_0 l_0$$

В данной магнитной цепи величина ωI, названная магнитодвижущей (намагничивающей) силой, равна сумме произведений напряженности поля на длину для всех однородных участков цепи.

Список использованной литературы

1. Белов Н.В., Волков Ю.С. Электротехника и основы электроники: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2022. – 432 с.

2. Пиралишвили Ш.А., Шалагина Е.В., Каляева Н.А., Попкова Е.А. Электричество и магнетизм: учебное пособие для СПО. – СПб.: Лань, 2022. – 164 с.