Магнитное поле

Теоретическое занятие

Специальность: 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий

ОП.03 Электротехника

Тема 2.2 Магнитное поле

Преподаватель: Кузнецов М. Н.

2023

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 (рис.1). 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]

---

[1] Бычков Ю. А., Золотницкий В. М., Соловьева Е. Б. Основы теоретической электротехники. Учебное пособие для СПО. – СПб.: Лань, 2023.

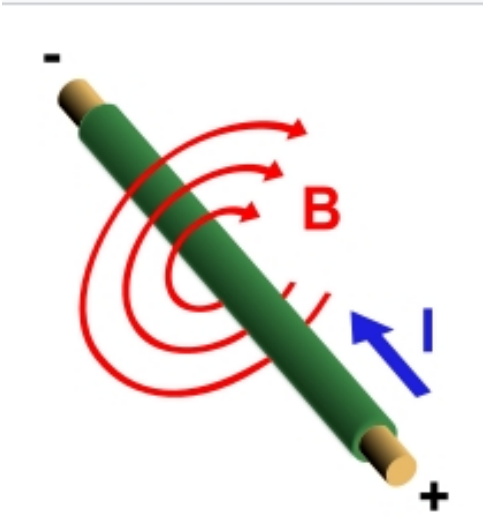


Рисунок 1.

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

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:

- 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»:

$$B = \frac{F}{I \cdot l}$$

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, 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 В 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):

$$Ф = B \cdot S$$

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.

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:

$$\Psi = n \cdot \Phi$$

Единицей измерения потокосцепления является 1 вебер.[2]

Напряженность магнитного поля

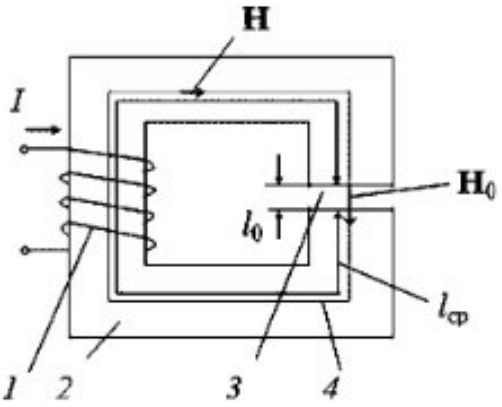
Напряженностью магнитного поля называется отношение механической силы, действующей на положительный полюс пробного магнита, к величине его магнитной массы или механическая сила, действующая на положительный полюс пробного магнита единичной массы в данной точке поля.

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

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.

[2] Гольдштейн В. Г., Мякишев В. М., Жеваев М. С. Теоретические основы электротехники. Учебно -методическое пособие. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2017.

Связь между током и напряженностью возникшего магнитного поля задается законом полного тока. Применение этого закона рассмотрено для простейшей неразветвленной магнитной цепи (рис. 2). 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. 2).

Рисунок 2. Магнитная цепь с воздушным промежутком

В данной магнитной цепи величина ωI, названная магнитодвижущей (намагничивающей) силой, равна сумме произведений напряженности поля на длину для всех однородных участков цепи:[3]

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

[3] Бычков Ю. А., Золотницкий В. М., Соловьева Е. Б. Основы теоретической электротехники. Учебное пособие для СПО. – СПб.: Лань, 2023.

Список использованной литературы

1. Бычков Ю. А., Золотницкий В. М., Соловьева Е. Б. Основы теоретической электротехники. Учебное пособие для СПО. – СПб.: Лань, 2023. – 592 с.
2. Гольдштейн В. Г., Мякишев В. М., Жеваев М. С. Теоретические основы электротехники. Учебно-методическое пособие. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2017. – 274 с.