

Гр 42 электротехника от 10.11

Выполнить конспект темы в тетради, разобрать примеры решения задач. Работа будет проверена на очном занятии.

ТЕМА «Магнитные свойства вещества».

Теоретический материал для самостоятельного изучения.

Все вещества в окружающей нас природе в какой - то мере обладают магнитными свойствами. Ещё с глубокой древности была известна способность некоторых минералов притягивать железные предметы. Среди многих приборов навигации, необходимых для прокладывания курса кораблей или самолётов, обязательно должен быть и магнитный компас. Во многих измерительных приборах основными деталями служат постоянные магниты. Что же происходит с веществом, помещённом в магнитное поле? Вспомним, как магнитные свойства катушки, по которой течёт ток, усиливаются, если в катушку вставлен железный сердечник. Железный сердечник намного увеличивает магнитное поле в катушке с током. Мы знаем, что вокруг катушки с электрическим током возникает магнитное поле, а железный сердечник, создаёт своё магнитное поле и, согласно принципу суперпозиции полей, векторы этих двух полей складываются. Таким образом, мы наблюдаем усиление магнитного поля. Магнитную индукцию, создаваемую электрическим током, обозначим через (B_0). Магнитную индукцию поля в веществе обозначим через (B). При введении железного сердечника, появляется магнитная индукция поля, возникающая благодаря намагничиванию вещества (B_1). Эти поля складываются по принципу суперпозиции полей. В итоге мы наблюдаем, что вещество может усилить или, возможно ослабить магнитное поле. Магнитная индукция поля, создаваемого этими токами в вакууме, будет меньше, чем магнитная индукция поля в веществе.

Магнитной проницаемостью вещества называется физическая скалярная величина показывающая, во сколько раз индукция магнитного поля в данном веществе отличается от индукции магнитного поля в вакууме.

$$\mu = \frac{B}{B_0}$$

Французский физик Андре Мари Ампер сравнивал магнитные поля, создаваемые полосовым магнитом и проводниками с током. В итоге, Ампер выдвинул гипотезу, что внутри молекул и атомов циркулируют элементарные электрические токи. Круговые электрические токи – это токи, обусловленные орбитальными движениями электронов вокруг ядра.

Английский физик Майкл Фарадей исследовал влияние вещества на магнитное поле. В итоге, он определил, что все вещества изменяют магнитное поле, если их поместить во внешнее магнитное поле. Получается если вещество поместить во внешнее магнитное поле, оно становится источником своего магнитного поля. Это явление называют намагничиванием. Таким образом, Майкл Фарадей обнаружил, что вещества делятся на три группы - **диа-, пара-, и ферромагнетики**.

Диамагнетики – это вещества, у которых магнитная проницаемость чуть меньше единицы. К таким веществам относятся золото, серебро, углерод, висмут. Магнитная проницаемость висмута равна 0,9998. Значит, магнитное поле ослабляется, когда в него помещают это вещество $B < B_0$. Это означает, что вектор магнитной индукции поля, создаваемого веществом направлен противоположно вектору магнитной индукции поля, создаваемого током.

Парамагнетики – вещества, у которых магнитная проницаемость чуть больше единицы. Это алюминий, вольфрам, щелочные металлы, магний, платина. Эти вещества намагничиваются очень слабо, намагничиваются вдоль намагничивающего поля. Вектор магнитной индукции поля, создаваемого веществом, направлен в ту же сторону, что и вектор магнитной индукции поля, создаваемого током.

Ферромагнетики – это вещества, у которых магнитная проницаемость во много раз больше единицы. Это такие вещества как железо, кобальт, никель и сплавы металлов. Для железа магнитная проницаемость равна одна тысяча (1000).

Магнитные поля создаются ферромагнетиками не только вследствие обращения электронов вокруг ядер, но и вследствие

их собственного вращения. Собственный вращательный момент (момент импульса) электрона называется **спином**. Согласно простейшим представлениям, электроны вращаясь вокруг собственной оси обладая зарядом, имеют, магнитное поле наряду с полем, появляющимся за счёт их орбитального движения вокруг ядер. В ферромагнетиках существуют области с параллельными ориентациями спинов, называемыми **доменами**; размеры доменов порядка 0.5 мкм. Параллельная ориентация спинов обеспечивает доменам минимум потенциальной энергии. Если ферромагнетик не намагничен, то ориентация доменов хаотична и суммарное магнитное поле, создаваемой доменами, равно нулю. При включении внешнего магнитного поля домены ориентируются вдоль линий магнитной индукции этого поля, и индукция магнитного поля в ферромагнетиках увеличивается, становясь в тысячи и даже миллионы раз больше индукции внешнего поля

Ферромагнитные свойства у веществ существуют только в определённой области температуры. Температура, при которой ферромагнитные материалы теряют свои ферромагнитные свойства, называют **точкой Кюри** по имени открывшего данное явление французского учёного Пьера Кюри. Если сильно нагреть намагниченный образец, то он потеряет способность притягивать железные предметы. Точка Кюри для железа 753 градусов по Цельсию, для кобальта 1000 градусов по Цельсию. Существуют ферромагнитные сплавы, у которых точка Кюри менее 100 градусов. Первые детальные исследования магнитных свойств ферромагнетиков были выполнены выдающимся русским физиком А.Г. Столетовым.

Большое применение получили ферромагнитные материалы, не проводящие электрического тока – **ферриты**. Это химические соединения оксидов железа с оксидами других веществ. К их числу относится и магнитный железняк.

Стальной или железный сердечник в катушке усиливает создаваемое ею магнитное поле, не увеличивая силу тока в катушке. Это экономит электроэнергию. Сердечники трансформаторов, генераторов, электродвигателей и т. д. изготавливают из ферромагнетиков. При выключении внешнего магнитного поля ферромагнетик остаётся намагниченным, таким образом создаёт магнитное поле в окружающем пространстве.

Это объясняется тем, что домены не возвращаются в прежнее положение и их ориентация частично сохраняется. Благодаря этому существуют постоянные магниты. Постоянные магниты широко применяются в электроизмерительных приборах, громкоговорителях и телефонах, звукозаписывающих аппаратах, магнитных компасах и т.д. Электроизмерительный прибор является необходимым устройством в связи, промышленности, на транспорте, в медицине и в научных исследованиях.

Примеры и разбор решения заданий:

1. Для каких целей применяют ферромагнитные материалы? Выберите один правильный ответ.

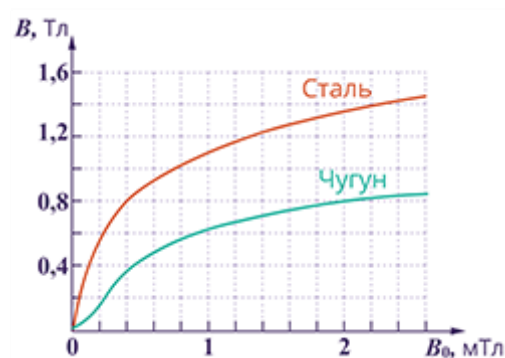
Варианты ответов:

- 1) для усиления силы тока;
- 2) для ослабления магнитного поля;
- 3) для усиления магнитного поля;
- 4) для ослабления силы тока.

Пояснение: ферромагнетики и ферромагнитные материалы это вещества, которые создают наиболее сильные магнитные поля.

Правильный ответ: 3) для усиления магнитного поля.

2. По графику определите магнитную проницаемость стали при индукции B_0 намагничивающего поля 1) 0,4 мТл, 2) 1,2 мТл.



Дано:

- 1) $B_0 = 0.4$ мТл

$$2) B_0 = 1,2 \text{ мТл}$$

$$\mu_1 - ? \quad \mu_2 - ?$$

Решение:

По определению магнитная проницаемость μ показывает, во сколько раз индукция магнитного поля B в веществе превышает индукцию намагничивающего поля B_0 в вакууме: $\mu = \frac{B}{B_0}$

1. При $B_0 = 0,4 \text{ мТл}$ по графику находим что $B = 0,8 \text{ Тл}$, следовательно:

$$\mu_1 = \frac{B}{B_0} = \frac{0,8 \text{ Тл}}{4 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}} = 2000$$

2) При $B_0 = 1,2 \text{ мТл}$, по графику $B = 1,2 \text{ Тл}$

Следовательно:

$$\mu_2 = \frac{B}{B_0} = \frac{1,2 \text{ Тл}}{1,2 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}} = 1000$$

Ответ: $\mu_1 = 2000$; $\mu_2 = 1000$

Глоссарий по теме (знать наизусть):

Магнитная проницаемость – это физическая скалярная величина, показывающая, во сколько раз индукция магнитного поля в данном веществе отличается от индукции магнитного поля в вакууме.

Диамагнетики – вещества, у которых магнитная проницаемость чуть меньше единицы. К таким веществам относятся золото, серебро, углерод, висмут.

Парамагнетики – вещества, у которых магнитная проницаемость чуть больше единицы. Это алюминий, вольфрам, щелочные металлы, магний, платина.

Ферромагнетики – вещества у которых магнитная проницаемость много больше единицы. Это железо, никель, кобальт, и сплавы металлов.

Точка Кюри – температура, при которой ферромагнетики теряют ферромагнитные свойства.

Ферриты – ферромагнитные материалы, не проводящие электрического тока.