

Тема: Электромагнетизм. Электромагнитная индукция.

Вопрос 1. Электромагнетизм.

Магнитное и электрические поля неразрывны и образуют совместно единое электромагнитное поле.

Всякое изменение *электрического поля* приводит к появлению магнитного поля и, наоборот, всякое изменение магнитного поля сопровождается возникновением электрического поля. *Электромагнитное поле* распространяется со скоростью света, т. е. 300 000 км/с.

При прохождении тока по прямолинейному проводнику вокруг него возникает магнитное поле. Магнитные силовые линии этого поля располагаются по концентрическим окружностям, в центре которых находится проводник с током.

Направление магнитного поля вокруг проводника с током всегда находится в строгом соответствии с направлением тока, проходящего по проводнику.

Направление магнитных силовых линий можно определить по **правилу буравчика**.

Для получения сильных магнитных полей при небольших токах обычно увеличивают число проводников с током и выполняют их в виде **ряда витков**; такое устройство называют **обмоткой, или катушкой**. (рис.1.2.1 а,б)

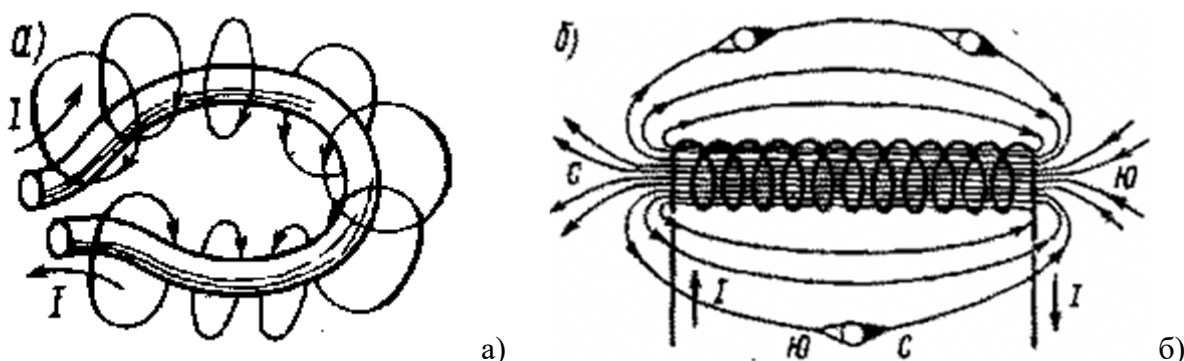


Рис.1.2.1 а -обмотка,б-катушка.

1.В природе встречаются некоторые железные руды, обладающие способностью притягивать к себе находящиеся поблизости небольшие железные предметы, например железные опилки или гвозди (Рис.1.2.1,а). Если кусок такой руды подвесить на нити, он

установится по длине в направлении с севера на юг (Рис.1.2.1,б). Куски такой руды называются естественными магнитами.

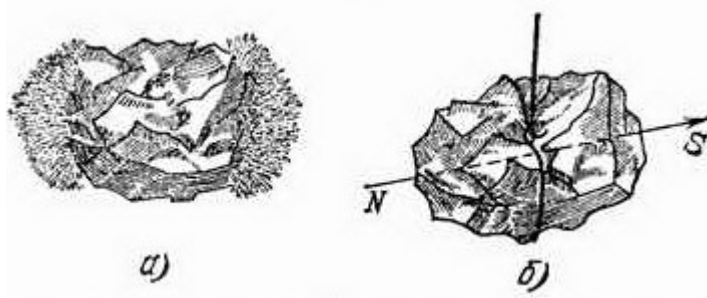


Рис.1.2.2

Рис.1.2.2. Естественный магнит:

а) магнитная руда притягивает к себе железные опилки; б) магнитная руда, подвешенная на нити, устанавливается определенным образом – с севера на юг ($N \rightarrow S$)

2. Кусок железа или стали, находящийся вблизи магнита, сам намагничивается, т. е. приобретает способность притягивать к себе другие железные предметы (Рис.1.2.3). Магнитные свойства этого куса железа или стали проявляются тем сильнее, чем ближе он находится к магниту. Особенно сильно намагничивание в том случае, когда железо притянуто к магниту вплотную.

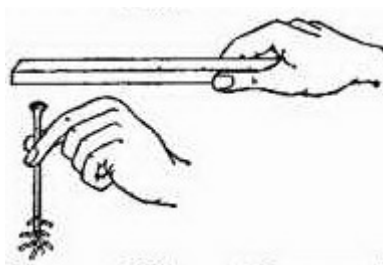


Рис.1.2.3

Рис.1.2.3. Железный гвоздь, поднесенный к магниту, сам намагничивается и притягивает к себе железные опилки

3. После удаления магнита намагнитившийся под его действием кусок железа или стали теряет значительную часть своих магнитных свойств, но все же остается в большей или меньшей мере намагниченным. Он превращается, таким образом, в искусственный магнит, обладающий всеми теми же свойствами, что и магнит естественный. В этом можно убедиться при помощи такого простого опыта. На Рис.1.2.4,а стальной брусок 1, притянутый к концу магнита, сам намагнитился настолько сильно, что удерживает груз, состоящий из нескольких таких же брусков 2-5. В свою очередь каждый из этих брусков удерживает силами магнитного притяжения все бруски, расположенные ниже его. Таким образом, вся цепочка висит, удерживаясь силами магнитного притяжения, которые уравновешивают силы тяжести, действующие на бруски. Если мы немного отодвинем магнит, придерживая пальцами верхний брусок, то цепочка рассыплется: бруски размагничиваются настолько, что каждый из них уже не в состоянии удержать нижние бруски (Рис.1.2.4,б). Однако каждый из брусков сохранил известную долю намагничивания. Достаточно внести какой-нибудь из этих брусков в железные опилки, и мы увидим, что они пристанут к его концам.

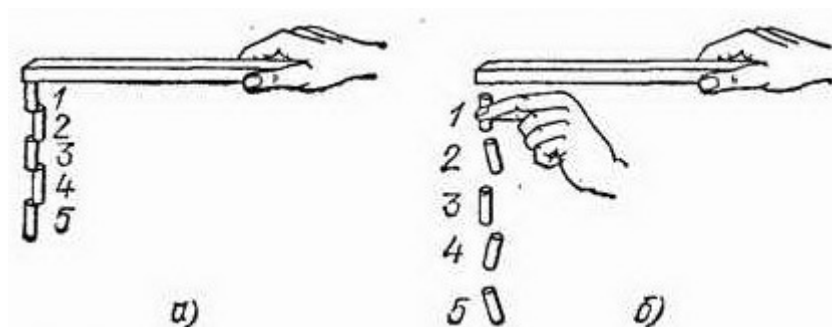


Рис.1.2.4. Намагничивание железных предметов возрастает по мере приближения их к магниту: а) брусок 1, притянутый к магниту вплотную, намагничивается настолько сильно, что удерживает всю цепочку 2-5; б) магнит отодвинут от бруска 1, намагничивание ослабло и цепочка распалась

То намагничивание, которое имело место, когда кусок железа находился вблизи магнита, называют временным намагничиванием, в отличие от постоянного, или остаточного, намагничивания, которое сохраняется и после удаления магнита.

Опыты такого рода показывают, что остаточное намагничивание, вообще говоря, значительно меньше временного; у мягкого железа оно составляет лишь небольшую долю его.

4. Как временное, так и остаточное намагничивание различны для разных сортов железа и стали. Временное намагничивание мягкого, отожженного железа значительно сильнее, чем неотожженного железа или стали. Напротив, остаточное намагничивание стали, особенно некоторых специальных сортов ее, например содержащих примесь кобальта, значительно больше, чем остаточное намагничивание мягкого железа. Таким образом, если мы возьмем два одинаковых бруска – один из мягкого железа, другой из стали – и поместим их вблизи одного и того же магнита, то железный брусок намагничивается значительно сильнее, чем стальной. Но когда мы магнит уберем, то железный брусок размагнитится почти полностью, а стальной сохранит заметную долю своего намагничивания. В результате стальной брусок превратится в значительно более сильный постоянный магнит, чем железный. Поэтому постоянные искусственные магниты всегда изготавливают из специальных сортов стали, а не из железа.

5. Искусственные магниты, получаемые путем простого размещения куска стали вблизи магнита или прикосновением его к магниту, довольно слабы. Более сильные магниты получаются, если натирать стальную полосу магнитом в одном направлении. Однако и в этом случае мы всегда получаем магнит более слабый, чем тот, при помощи которого производилось намагничивание. Всякого рода удары и встряхивание во время намагничивания благоприятствуют ему. Напротив, сотрясения готового постоянного магнита, а также резкие изменения его температуры способствуют размагничиванию.

Катушка, обтекаемая током, представляет собой **искусственный электрический магнит**. Обычно для усиления магнитного поля внутрь катушки вставляют стальной сердечник; такое устройство называется **электромагнитом**.

Электромагниты нашли чрезвычайно широкое применение в технике.

Они создают магнитное поле, необходимое для **работы электрических машин, трансформаторов** а также электродинамические усилия, требуемые для **работы различных электроизмерительных приборов и электрических аппаратов.**

При прохождении электрического тока по проводнику вокруг него образуется **магнитное поле.**

Магнитное поле представляет собой один из видов материи. Оно обладает энергией, которая проявляет себя в виде электромагнитных сил, действующих на отдельные движущиеся электрические заряды (электроны и ионы) и на их потоки, т. е. электрический ток.

Под влиянием электромагнитных сил движущиеся заряженные частицы отклоняются от своего первоначального пути в направлении, перпендикулярном полю (рис .1.2.5).

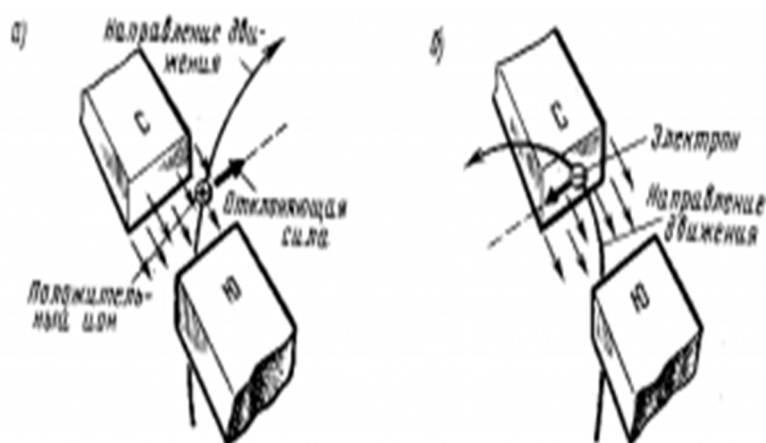


рис .1.2.5(а,б).

Магнитное поле образуется только вокруг движущихся электрических зарядов, и его действие распространяется тоже лишь на движущиеся заряды.

Все вещества — твердые, жидкие и газообразные в зависимости от магнитных свойств делят на три группы: ферромагнитные, парамагнитные и диамагнитные.

К **ферромагнитным материалам** относят железо, кобальт, никель и их сплавы. Они обладают высокой магнитной проницаемостью, в тысячи и даже десятки тысяч раз большей магнитной проницаемости неферромагнитных веществ, и хорошо притягиваются к магнитам и электромагнитам.

К **парамагнитным материалам** относят алюминий, олово, хром, марганец, платину, вольфрам, растворы солей железа и др. Относительная магнитная проницаемость у них несколько больше единицы. Парамагнитные материалы притягиваются к магнитам и электромагнитам в тысячи раз слабее, чем ферромагнитные материалы.

Диамагнитные материалы к магнитам не притягиваются, а, наоборот, отталкиваются. К ним относят медь, серебро, золото, свинец, цинк, смолу, воду, большую часть газов, воздух и пр. Относительная магнитная проницаемость у них несколько меньше единицы.

При решении электротехнических задач все вещества в магнитном отношении делятся на две группы:

- **ферромагнитные** (большая магнитная проницаемость);
- **неферромагнитные** (малая магнитная проницаемость).

Для концентрации магнитного поля и придания ему желаемой конфигурации отдельные части электротехнических устройств выполняются из ферромагнитных материалов. Эти части называют **магнитопроводами** или **сердечниками**. Магнитный поток создается токами, протекающими по обмоткам электротехнических устройств, реже — постоянными магнитами. Совокупность устройств, содержащих ферромагнитные тела и образующих замкнутую цепь, вдоль которой замыкаются линии магнитной индукции, называют **магнитной цепью**.

Магнитное поле характеризуется тремя векторными величинами, которые приведены в табл. 1.2.1.

Таблица 1.2.1. **Векторные величины, характеризующие магнитное поле**

Наименование	Обозначение	Единицы измерения	Определение
Вектор магнитной индукции		Тл (тесла)	Векторная величина, характеризующая силовое действие магнитного поля на ток по закону Ампера
Вектор намагниченности		А/м	Магнитный момент единицы объема вещества
Вектор напряженности магнитного поля		А/м	, где Гн/м- магнитная постоянная

Магнитное поле проводника с током.

При прохождении тока по прямолинейному проводнику вокруг него возникает магнитное поле (рис. 1.2.6).

Магнитные силовые линии этого поля располагаются по концентрическим окружностям, в центре которых находится проводник с током.

Направление магнитного поля вокруг проводника с током всегда находится в строгом соответствии с направлением тока, проходящего по проводнику.

Направление магнитных силовых линий можно определить по правилу буравчика. Его формулируют следующим образом. Если поступательное движение буравчика 1 (рис. 1.2.7, а) совместить с направлением тока 2 в проводнике 3, то вращение его рукоятки укажет направление силовых линий 4 магнитного поля вокруг проводника.

Например, если ток проходит по проводнику в направлении от нас за плоскость листа книги (1.2.7, б), то магнитное поле, возникающее вокруг этого проводника, направлено по часовой стрелке.

Если ток по проводнику проходит по направлению от плоскости листа книги к нам, то магнитное поле вокруг проводника направлено против часовой стрелки. Чем больше ток,

проходящий по проводнику, тем сильнее возникающее вокруг него магнитное поле. При изменении направления тока магнитное поле также изменяет свое направление.

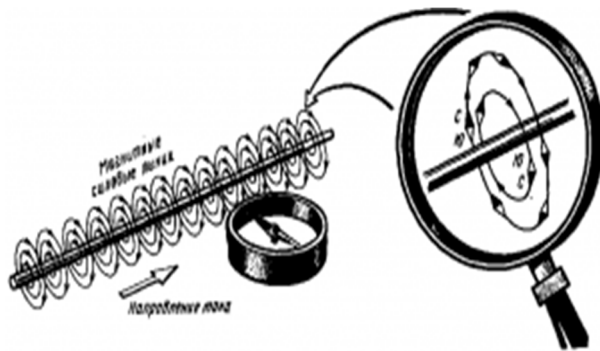


Рис.1.2 6. Магнитное поле вокруг прямолинейного проводника с током

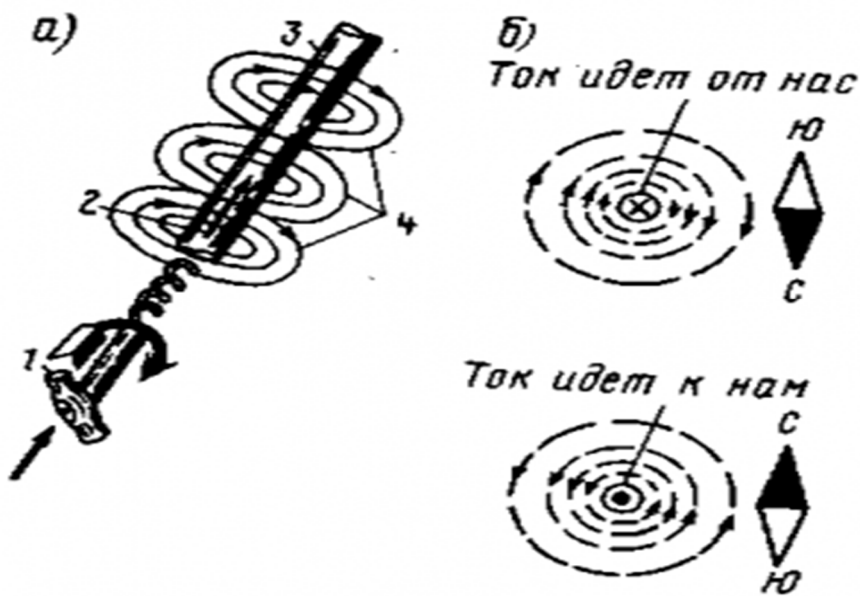


Рис 1.2. 7. Определение направления магнитного поля по правилу буравчика.

Вопрос 2. Явление электромагнитной индукции ,самоиндукции и взаимной индукции.

Электромагниты могут иметь разомкнутый или замкнутый магнитопровод.(рис 1.2.8. а,б.)

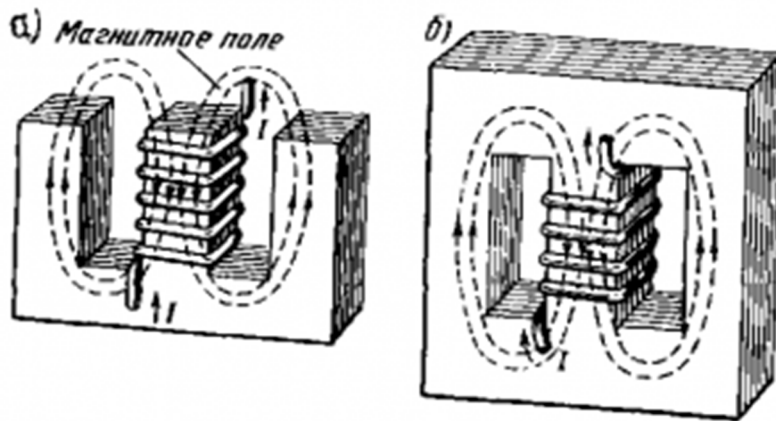


рис. 1.2.8.Магнитопровод.

При пересечении проводником силовых линий магнитного поля в нем возникает или, как говорят, индуцируется э. д. с.

Это явление называется электромагнитной индукцией.

Возникновение э.д.с. объясняется действием сил магнитного поля на находящиеся в проводниках свободные электроны. Свободные электроны под влиянием этих сил начнут двигаться вдоль проводника (рис. 1.2.9 а,б,в).

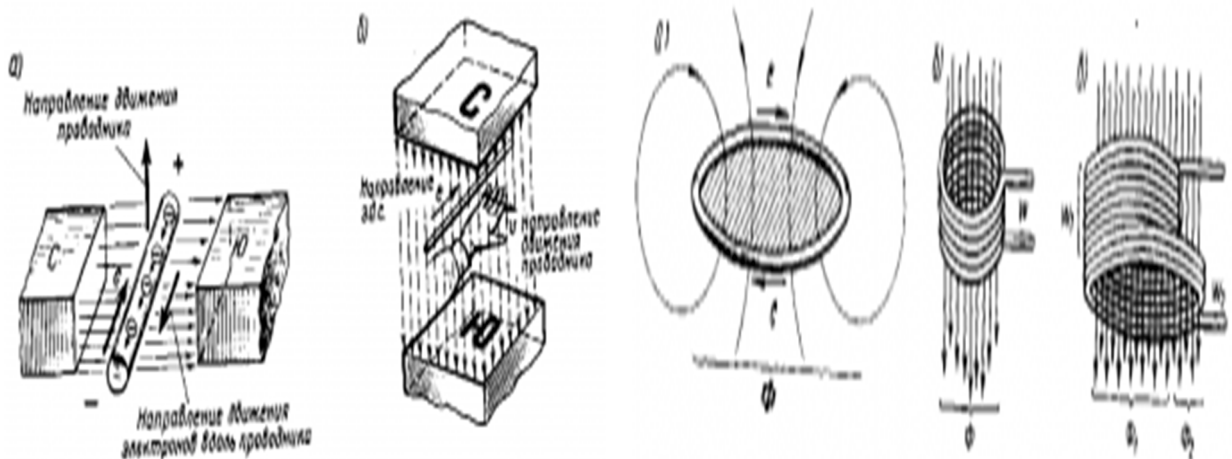


рис. 1.2.9.

Явление электромагнитной индукции широко используется в различных электрических машинах и устройствах. На этом принципе основано устройство **электрических генераторов, двигателей и трансформаторов.**

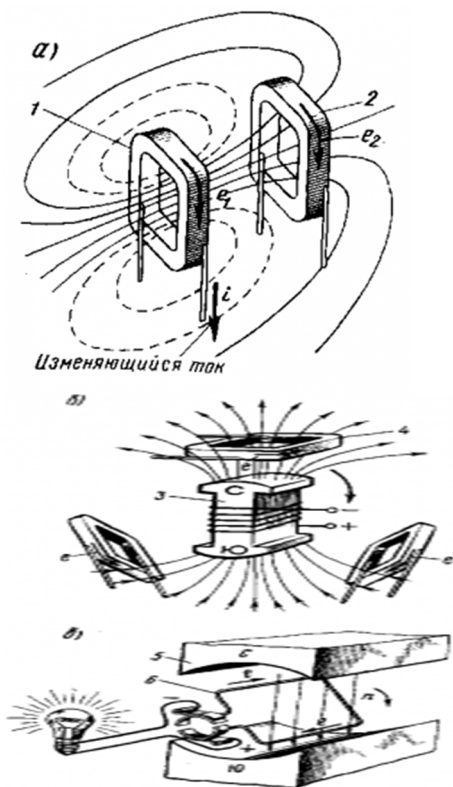


Рис.1.2.10. Индуцирование э. д. с

Для индуцирования э. д. с. в них обычно применяются три способа:

1) изменение тока в катушке 1 (Рис.1.2.10 а), в магнитном поле которой расположена вторая катушка 2.

При этом непрерывно изменяется магнитный поток, охватываемый второй катушкой, и в ней, а также и в первой катушке, будут индуцироваться электродвижущие силы e_1 и e_2 . Этот способ используют в **трансформаторах**;

2) вращение магнитного поля, созданного постоянными магнитами или электромагнитами 3, относительно неподвижных катушек 4 (Рис.1.2.10, б).

При этом непрерывно изменяется магнитный поток, пронизывающий каждую катушку, и в них индуцируются э. д. с. е. Такой способ используют в основном в **машинах переменного тока**;

3) вращение витков 6 или катушек в постоянном магнитном поле, созданном неподвижными постоянными магнитами 5 или электромагнитами (Рис.1.2.10, в).

При этом непрерывно изменяется магнитный поток, охватываемый каждым витком или катушкой, вследствие чего в них индуцируется э. д. с. е. Этот способ используют в основном в **электрических машинах постоянного тока**.