

Работа 343

Измерение э.д.с индукции в проводящей рамке, движущейся в магнитном поле

Решаемые задачи

Изучение зависимости э.д.с. индукции в проводящем контуре, помещенном в постоянное магнитное поле:

- от относительной скорости движения индукционной рамки,
- от ширины индукционной рамки,
- от относительной индукции магнитного поля.

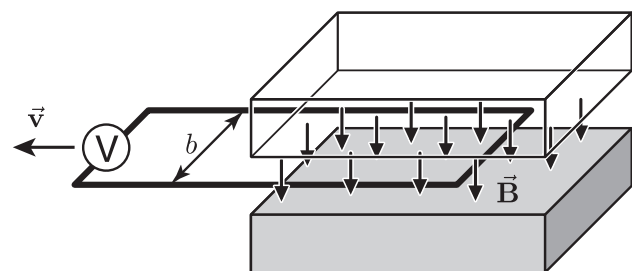
Если проводящую рамку (контур) поместить в магнитное поле, так, чтобы плоскость рамки была перпендикулярна силовым линиям магнитного поля, то её будет пронизывать магнитный поток Φ , равный

$$\Phi = B \cdot S, \quad (1)$$

где B — модуль индукции магнитного поля, S — площадь рамки, охватываемая контуром.

При перемещении контура из поля площадь контура, находящегося в магнитном поле, убывает. Если прямоугольная рамка с шириной b смещается на расстояние dx площадь уменьшается на значение $dS = -b \cdot dx$, а магнитный поток через рамку, следовательно, уменьшается на $d\Phi = B \cdot S \cdot dx$. Таким образом, изменение магнитного потока за время dt , будет равно

$$\frac{d\Phi}{dt} = -B \cdot S \cdot \frac{dx}{dt}. \quad (2)$$



Во время движения рамки на заряды, находящиеся в рамке, в частности электроны проводимости, будет действовать сила Лоренца. Если контур не замкнут, то под действием этой силы произойдет перераспределение электронов, такое что возникшее в результате электрическое поле будет её компенсировать. Другими словами, в рамке индуцируется э.д.с. индукции \mathcal{E} , пропорциональная скорости изменения магнитного потока:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}. \quad (3)$$

Если рамка движется с постоянной скоростью $v = dx/dt$ то из выражений (2) и (3) следует, что

$$\mathcal{E} = B \cdot b \cdot v. \quad (4)$$

Оборудование

Прибор для изучения индукции	1 шт.	51640
Пара цилиндрических магнитов с отверстиями	6 шт.	51048
Экспериментальный двигатель, 60 Вт	1 шт.	34735
Блок управления двигателем	1 шт.	34736
Mobile-CASSY	1 шт.	524009
Измеритель микровольтного напряжения	1 шт.	524040

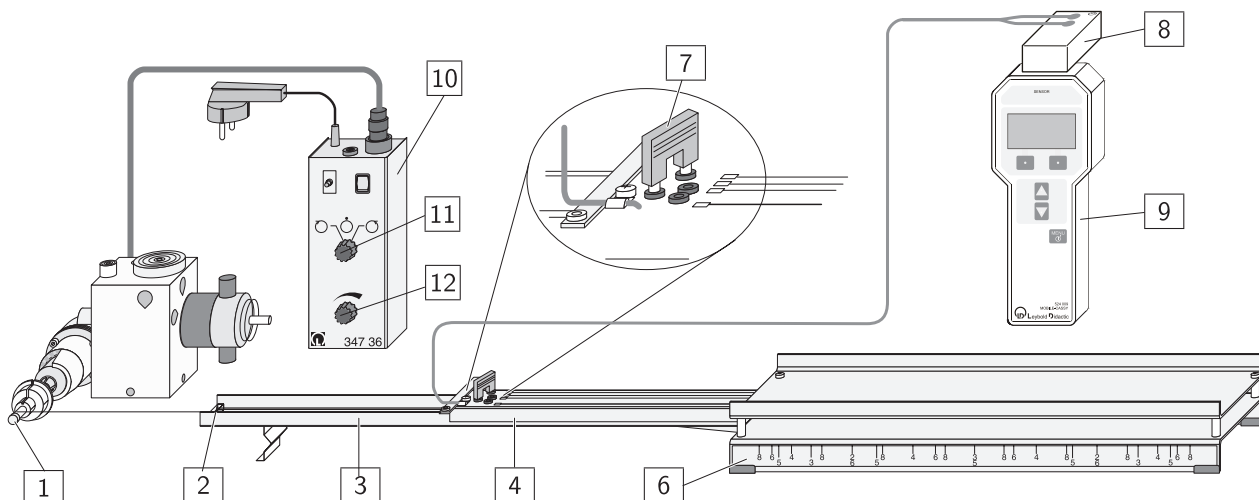


Рис.1. Экспериментальная установка для изучения кривой намагничивания ферромагнетика: 1) трансформатор; 2) Power-CASSY; 3) Sensor-CASSY 2.

В экспериментальной установке на подвижной каретке (4, рис.1) смонтированы три индукционных контура различной ширины b (4 см, 2,8 см и 2 см). Скольжение каретки с индукционными петлями осуществляется с помощью экспериментального электродвигателя (1). Можно изменять скорость движения, осуществляя обмотку нити вокруг сцепления со ступенчатой осью мотора во время работы двигателя с постоянной скоростью. В этом эксперименте значение скорости движения каретки v_0 во время работы двигателя с постоянной скоростью не измеряется, но известно, что отношение скоростей скольжения перевозки во время работы двигателя с постоянной скоростью при обмотке нити на оси с различными диаметрами имеют отношение 1:2:4.

Магнитное поле генерируется с использованием нескольких пар цилиндрических постоянных магнитов, помещенных между двумя большими параллельными железными пластинами (6). Для того, чтобы магнитное поле было достаточно однородным, магниты должны быть распределены равномерно по всей длине пластин. Напряженность магнитного поля можно менять путем изменения числа установленных постоянных магнитов. В случае, когда используются n пар магнитов ($n = 2, 3, 4, 5, 6, 8$), убедитесь, что каждый из них находится на позиции, отмеченной « n » на устройстве для изучения индукции (6). Магнитное поле тем однороднее, чем больше пар магнитов используется.

Порядок выполнения работы

Измерение э.д.с. индукции как функции скорости перемещения индукционной петли в магнитном поле

- Поместите 8 пар магнитов между двумя большими параллельными пластинами железа на позиции, отмеченные «8».
- Проверьте смещение показаний микровольтметра в начале каждого эксперимента.
- Подключите индукционную петлю с шириной $b = 4$ см с помощью переключкм.
- Выберите ось сцепления с наименьшим диаметром, включите двигатель эксперимента и установите такую скорость, чтобы микровольтметр показывал напряжение индукции около 50 мкВ. Выключите двигатель эксперимента. Нажимая на микровыключатель скользящей перевозки (см. рис. 2) верните ее обратно в исходную точку. Затем запишите точное значение э.д.с. индукции (усредненное значение, снятое за время движения рамки).
- Выберите ось сцепления со средним диаметром, включите двигатель эксперимента и измерьте и запишите значение ЭДС индукции.
- Повторите измерение с большим диаметром оси.

Измерение э.д.с. индукции как функции ширины индукционной петли в магнитном поле

- Подключите индукционную петлю трапециевидной формы изменяя положение мостовой переключки.
- Используйте ось сцепления с большим диаметром и включите двигатель эксперимента, затем измерьте и запишите значение ЭДС индукции.
- Подключите индукционную петлю прямоугольной формы с шириной $b = 2$ см, изменяя положение мостовой переключки, и повторите измерения.

Измерение э.д.с. индукции как функции плотности магнитного потока

- Подключите индукционную петлю с шириной $b = 4$ см с помощью переключки, как показано на рис. 1.
- Удалите две пары магнитов из устройства э.д.с. индукции и разместите оставшиеся шесть пар магнитов на позициях, отмеченных «6».
- Используйте ось сцепления с большим диаметром и включите двигатель эксперимента, затем измерьте и запишите значение ЭДС индукции.
- Повторите измерения для $n = 6, 5, 4, 3$ и 2 пар магнитов; убедитесь, что магниты находятся на соответствующих позициях!

Обработка результатов

Представьте в виде таблиц и графиков данные ваших измерений: $\mathcal{E}(v/v_0)$, $\mathcal{E}(b)$ и $\mathcal{E}(n)$.
Проанализируйте полученные результаты и сделайте вывод.