Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов cCobra SMARTsense



Физика

Электричество и магнетизм

Магнетизм и магнитное поле



тяжелый

This content can also be found online at:

QQ Кол-во учеников



45+ Минут

С Время выполнения

45+ Минут

ПЫЙ

http://localhost:1337/c/6672827862eb6c0002a57190



PHYWE

Общая информация

Описание

Ферромагнитный гистерезис имеет множество применений, например, в компьютерных науках. Там наиболее ярким примером является процесс, позволяющий хранить данные на обычном жестком диске.

На более общем уровне применения принципы ферромагнитного гистерезиса объясняют, какие характеристики металла следует использовать для постоянного магнита по сравнению с электромагнитом.





Robert-Bosch-Breite 10 37079 Göttingen Tel.: 0551 604 - 0 Fax: 0551 604 - 107

Дополнительная информация (1/2)

PHYWE



В дополнение к стандартным знаниям по электромагнетизму, перед выполнением этого эксперимента ознакомьтесь со следующими принципами: петля гистерезиса, коэрцитивная сила / коэрцитивная сила, сохранение магнетизма / ретенция / реманентность / остаточный магнетизм, точка насыщения, гистерезисные потери, Предварительные магнитные домены.

знания

Знание этих вопросов является необходимым условием для понимания того, что, например, для постоянных магнитов требуется материал с высокой упругостью и высокой коэрцитивностью, а для электромагнитов - материал с низкой упругостью и



Научный

принцип

Магнитное поле создается в железном сердечнике в форме кольца под действием постоянного регулируемого тока, подаваемого на две катушки. Напряженность поля Н и плотность потока В измеряются и регистрируется гистерезис. Сравниваются реманентность и напряженность коэрцитивного поля для двух различных железных

Дополнительная информация (2/2)

PHYWE



Цель этого эксперимента - изучить длительное воздействие магнитного поля на железо.

Цель

обучения



1. Запишите кривую гистерезиса как для массивного железного сердечника, так и для слоистого.



PHYWE

Теория

PHYWE

Напряженность поля рассчитывается по формуле $H = I \cdot n/L$ где H - напряженность магнитного поля, n - число витков в катушке (600 витков), L - средняя длина линии поля в сердечнике. (Цельный сердечник: L_{sc} = 232 мм, ламинированный сердечник: L_{lc} = 244 мм)

Коэффициент n/L изменяется из-за разных размеров двух железных сердечников следующим образом:Цельный железный сердечник: n/L=2586в1/mЛаминированный железный сердечник: n/L=2459в1/m

Расчет напряженности поля сочетается с изменением оси х в визуализации. Коэффициент в математической формуле зависит от используемого железного сердечника и равен n/L.

Теперь из гистерезиса можно извлечь эффективную напряженность поля и реманентность. Поэтому используйте функцию масштабирования в области пересечения осей и получите точки пересечения осей х и у с помощью курсорных линий, которые можно свободно перемещать и сдвигать. Сравнение рис. 3 и 4 показывает, что реманентность и эффективная напряженность поля значительно больше в цельном железном сердечнике, чем в ламинированном.



Материал

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	РНҮWE Функциональный генератор, USB	13654-99	1
2	Катушка, 600 витков	06514-01	2
3	Железный сердечник, U-образный, цельный	06491-00	1
4	Железный сердечник, цельный	06490-00	1
5	Железный сердечник, U-образный, пластинчатый	06501-00	1
6	Железный сердечник, короткий, пластинчатый	06500-00	1
7	Переключатель-коммутатор	06006-00	1
8	Цилиндрическая опора expert	02004-00	1
9	Прямоугольный зажим	02054-00	1
10	Штативный стержень, нерж. ст., I=250 мм, d = 10 mm	02031-00	2
11	Cobra SMARTsense High Current - Датчик для измерения электрического тока ± 10 A (Bluetooth + USB)	12925-00	1
12	Cobra SMARTsense 3-Axis Magnetic field - Датчик для измерения магнитного поля по 3 осям ±130mT / ±5 mT (Bluetooth + USB)	12947-00	1
13	Держатель для датчиков	12960-00	1
14	USB зарядное устройство	07938-99	2
15	Соединительный проводник, 250 мм, красный	07360-01	2
16	Соединительный проводник, 250 мм, синий	07360-04	2
17	Соединительный проводник, 500 мм, красный	07361-01	1
18	Соединительный проводник, 500 мм, синий	07361-04	1
19	Программное обеспечение "measureLAB"	14580-61	1
20	Адаптер для датчика магнитного поля	12947-01	1



PHYWE

Подготовка и выполнение работы

Подготовка (1/4)

PHYWE

Для проведения эксперимента необходимы датчики Cobra SMARTsense Magnetic Field и High Current, а также приложение MeasureAPP. Приложение можно бесплатно загрузить из App Store - QR-коды для планшетов, смартфонов и компьютеров с Windows см. ниже. Для этого эксперимента используйте USB-соединение, а не Bluetooth.



measureAPP для операционных систем Android



measureAPP для операционных систем iOS



measureAPP для планшетов / ПК c Windows 10



6/11

Подготовка (2/4)

PHYWE

Экспериментальная установка показана на рис. 1а. Расположите установку с катушкой вдали от компьютера и 3-осевого датчика магнитного поля (MFS) Cobra SMARTsense, чтобы избежать влияния магнитных полей на оборудование и датчики. Подключите MFS и датчик Cobra SMARTsense High Current к компьютеру.

Подключите коммутатор, как показано на рис. 1b, к цифровому функциональному генератору, катушке и датчику Cobra SMARTsense High Current.



Рис. 1а

Подготовка (3/4)

Плотность потока B_0 измеряется Датчиком MFS, и регистрируется ток ${\boldsymbol I}$ через катушки.

Откройте программу measureAPP на компьютере. Убедитесь, что скорость записи установлена на максимум. 5 *Hz*. Для измерения гистерезиса измеряются ток I и плотность магнитного потока *B*.

Плотность магнитного поля H рассчитывается отдельно по формуле ${\rm H}=2459\cdot{\rm I}$



PHYWE

PHYWE

Подготовка (4/4)

PHYWE

Выберите следующие настройки для цифрового функционального генератора:

- Сигнал: Треугольник
- Напряжение p-p: 8V
- \circ Частота: 1Hz



Настройка программного обеспечения и анализ данных

PHYWE



Левое изображение: В MeasureAPP активируйте два датчика - 3-осевого магнитного поля (MFS) и силы токаCobra SMARTsense High Current. Убедитесь, что оба датчика подключены к компьютеру через интерфейс USB, а не по беспроводной связи Bluetooth. Для MFS активируйте только канал измерения Bz. Для этого датчика диапазон измерений устанавливается в пределах -130...+130 мTл. Установите частоту 100 Гц.

Правое изображение:

Теперь выберите Current I А для оси Х,

нажав на символ в правом нижнем углу

X-Axis	5
Close	Save
X-axis	Current I [A]
Axis scaling	Fixed
Logarithmic X-Axis	



www.phywe.de

8/11

Настройка программного обеспечения и анализ данных РНУМЕ

Выполните измерение в течении 2 секунд

Типичный график измерения с помощью MeasureAPP вы видите на рисунке.

Если кривая гистерезиса имеет другую ориентацию, несмотря на использование тех же кабелей, что описаны в настройке выше, измените положение переключателя комутатора



Настройка программного обеспечения и анализ данных

PHYWE



Полезные функции в measureAPP:

1: Кнопка встраивания над окном измерения: нажмите несколько раз во время измерения, чтобы обновить отображение всего измерения.

2: Сохранить данные - кнопка под окном измерения. После завершения измерения вы можете сохранить его в папке Manage программы measureAPP.

3: В папке Manage (Управление) выберите измерение, которое вы хотите просмотреть или экспортировать. С помощью кнопки "Экспорт" вы можете сохранить данные в формате CSV, который можно открыть в программах электронных таблиц, таких как Microsoft Excel, для проведения анализа данных.



PHYWE

Выполнение работы

PHYWE

Осторожно: Не меняйте положение переключателя при подаче напряжения и не выключайте его быстро. В противном случае наведенный ток/напряжение может повредить оборудование. Кроме того, ограничьте ток до 5 А.

Если в железном сердечнике присутствует остаточный магнетизм, он размагничивается: Установите переключатель коммутатора таким образом, чтобы возникло противоположное поле. Слегка повышайте напряжение, пока плотность потока не изменит знак. Повторяйте, пока плотность потока не станет равной нулю. Возможно, MFS имеет смещение. Вы можете проверить наличие остаточной намагниченности, подняв верхний железный стержень. В качестве альтернативы в measureAPP можно установить все значения на ноль.

Нажав на пиктограмму в центре внизу, медленно и неуклонно увеличивайте напряжение от нуля вверх и снова уменьшайте его до нуля. С помощью переключателя коммутатора измените полярность напряжения. Снова увеличьте, а затем уменьшите напряжение таким же образом. Снова измените полярность напряжения с помощью коммутационного переключателя и увеличьте напряжение. Снова нажмите на иконку, чтобы закончить измерение и сбросить напряжение до 0 В (рис. 2, 3). На рис. 2 показана плотность потока В как функция времени, на рис. 3 - как функция тока.

Повторите эксперимент с набором ламинированных катушек.



Оценка

www.phywe.de

Задание (часть 1)

PHYWE

Типичные значен эксперименталы составляют:	ия для эт юй устано	ой Эвки	
железный сердечник:	цельный	ламинированны	й
Эффективная напряженность поля :	436 А/м	80 A/m	
реманентность:	143 мТ	41 мТ	



Рис. 2: Пример кривой для измерения плотности потока.

Задание (часть 2)

PHYWE

Примечания

После импорта данных в программу электронных таблиц необходимо преобразовать текущие значения *I* в значения плотности магнитного поля *H*. Используйте коэффициенты n/L для преобразования, как описано выше.





11/11