|  |  |
| --- | --- |
| **Университет ИТМО**  **Физико-технический мегафакультет**  **Физический факультет** | **Изображение выглядит как Шрифт, логотип, Графика, текст  Автоматически созданное описание** |

|  |  |
| --- | --- |
| Группа З220 | К работе допущен |
| Студент Гафурова Фарангиз Фуркатовна | Работа выполнена |
| Преподаватель Терещенко Георгий Викторович | Отчет принят |

**Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе 3.07**

**Изучение свойств ферромагнетика**

**1. Цель работы:**

1. Измерение зависимости магнитной индукции в ферромагнетике от напряженности магнитного поля
2. Определение по предельной петле гистерезиса индукции насыщения, остаточной индукции и коэрцитивной силы;
3. Получение зависимости магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля и оценка максимального значения величины магнитной проницаемости;
4. Расчет мощности потерь энергии в ферромагнетике в процессе его перемагничивания.

**2. Задачи, решаемые при выполнении работы:**

* Настройка прибора;
* Подсчет вспомогательных коэффициентах ;
* Оценка погрешностей величин.

**3. Объект исследования:**

Сердечник (магнитопровод) трансформатора как образец для изучения магнитных свойств ферромагнитного материала.

**4. Метод экспериментального исследования:**

Лабораторный (многократные измерения величин).

**5. Рабочие формулы и исходные данные:**

Исходные данные:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование | Величина | Значение |
| Число витков намагниченной обмотки |  |  |
| Число витков измерительной обмотки |  |  |
| Средняя длина ферромагнетика |  |  |
| Резистор 1 |  |  |
| Резистор 2 |  |  |
| Конденсатор |  |  |
| Площадь поперечного ферромагнетика |  |  |
| Магнитная проницаемость вакуума |  |  |
| Соответственно статичные коэффициенты: | | |
| Коэффициент |  |  |
| Коэффициент |  |  |

1. **Измерительные приборы:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование | Тип прибора | Используемый диапазон | Погрешность прибора |
| 1 | Запоминающий осциллограф | Цифровой |  |  |

1. **Схема установки:**

Изображение выглядит как электроника, Электронная техника, машина, кабель

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

Рисунок 1. Общий вид лабораторной установки

Изображение выглядит как электроника, машина, панель управления, Электронная техника

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

Рисунок 2. Лицевая панель генератора сигналов АКИП-3409/2

Изображение выглядит как электроника, Электронное устройство, машина, панель управления

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

Рисунок 3. Панель управления осциллографа GDS-71102 B

1. **Результат прямых измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов):**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Таблица 1 | | | |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 2 | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица 3 | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |  |
| 19 |  |  |  |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |

1. **Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов):**

Представим, что мы выполняем работу в настоящий момент, тогда в соответствии с методическими указаниями:

1. Занесем в бланк протокола значения параметров, указанных на стенде: см. пункт 5, исходные данные. Они будут необходимы нам для нахождения коэффициентов .
2. Соберем лабораторную установку.
3. Зафиксируем входную частоту генератора начальную амплитуду выходного сигнала генератора для режима

Изображение выглядит как электроника, машина, Электронная техника, панель управления

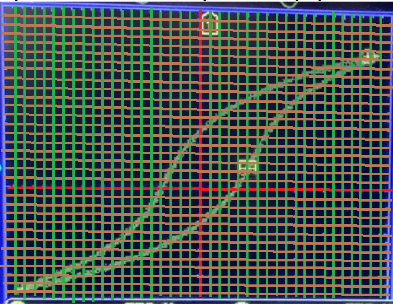
Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

1. Продолжаем настраивать прибор.
2. Подберем значения так, что картина петли будет занимать существенную часть экрана:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, дисплей, компьютер

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

1. После регулировки получаем п.7.
2. Приняв и за координаты пересечения графика петли с осями координат, получим: см. Таблица 1.
3. Отметим координаты вершины петли гистерезиса: и . Найдем соответствующие им , а также определим значение магнитной проницаемости , соответствующее состоянию насыщения. см. Таблица 2.
4. Приняв деление за 1см, разметим график петли (красные – оси координат):

Изображение выглядит как шаблон, искусство, снимок экрана, Прямоугольник

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

Значит, площадь полученной петли: .

Определим коэффициент и среднюю мощность , расходуем на перемагничивание образца:

1. С шагом будем устанавливать меньшие амплитуды напряжения генератора (получим 16 значений). Вместе с тем будем выбирать необходимые коэффициенты , при которых петля будет занимать максимальную площадь экрана. Запишем полученные значения с соответствующими ими значениями . (см. Таблица 3).
2. По полученным данным построим кривую начального намагничивания и график зависимости магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля (см. График 1, График 2). Аппроксимируем их.
3. Графически найдем напряженность поля , соответствующую максимуму магнитной проницаемости материала:

Тогда найдем магнитную проницаемость для данной мощности по формуле:

1. **Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений):**

Для коэффициента

Для коэффициента :

Для коэффициента (по аналогии), полагая :

Для величины средней мощности, расходуемой на перемагничивание образца, полагая :

Для величины полагая

Для величины , полагая

Для величины магнитной проницаемости :

Для коэрцитивной силы – по аналогии с .

Для остаточной индукции – по аналогии с

Также по аналогии с нахождением погрешностей для , найдем погрешности для соответствующих величин, соответствующих состоянию насыщения: ; : ; : ;

1. **Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).**

График 1

Изображение выглядит как линия, График, число, снимок экрана

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

График 2

Изображение выглядит как текст, График, линия, число

Контент, сгенерированный ИИ, может содержать ошибки.

1. **Выводы и анализ результатов работы:**

*Окончательный результат:*

* ***Получены значения исследуемого образца:***

- коэрцитивной силы: ;

- остаточной индукции:

* ***Получены значения в состоянии насыщения:***

- Индукции ;

- Напряженности ;

- Магнитной проницаемости ;

* ***Получена мощность потерь на перемагничивание ферромагнетика (с оценкой величины её погрешности):***

- ;

* ***Графически получено максимальное значение проницаемости и напряженности поля, на которой она наблюдается:***

-

- .

***Графики:***

* График зависимости магнитной индукции от напряженности:

- – cм. График 1.

* График зависимости магнитной проницаемости от напряженности:

- – см. График 2.

1. **Вывод:**

В ходе лабораторной работы посредством работы с устройством ЦЗО, способом отображать зависимость магнитной индукции от напряженности магнитного поля в ферромагнетике (петля гистерезиса), были определены значения индукции насыщения, остаточной индукции, коэрцитивной силы. Таким образом, можно определить максимальную индукцию для данного магнитного материала, магнитную индукцию, остающуюся в намагниченном материале после того, как намагничивающее поле убирает, а также можно определить характеристику способности ферромагнетика сохранять намагниченное состояние. Аппроксимация графиков показала стабильность зависимостей.