Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

им. В.И. Ульянова (Ленина)»

кафедра физики

**ОТЧЕТ**

**по лабораторной работе № 18**

**«Исследование намагничивания ферромагнетика баллистическим методом»**

Выполнила : Усачева Дарья Владимировна

Группа № : 1384

Преподаватель: Альтмарк Александр Моисеевич

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вопросы | | Задачи ИДЗ | | Даты коллоквиума | Итог |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|
|
|
|

Санкт-Петербург, 2022

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 18**

**«ИССЛЕДОВАНИЕ НАМАГНИЧИВАНИЯ ФЕРРОМАГНЕТИКА**

**БАЛЛИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ»**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** исследование намагничивания трансформаторной стали, построение основной кривой намагничивания, а также зависимостей магнитной проницаемости и интенсивности намагничивания от напряженности магнитного поля с использованием измерителя заряда на операционном усилителе.

**ИССЛЕДУЕМЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ:**

Ферромагнитными веществами (ферромагнетиками) называются такие вещества, которые могут обладать спонтанной намагниченностью, т.е. быть намагниченными в отсутствии магнитного поля.

Характерной особенностью ферромагнетиков является нелинейная зависимость между вектором намагниченности J и напряженностью Н магнитного поля, а , следовательно, между вектором магнитной индукции В и напряженностью Н. Ход зависимости магнитной индукции *В(Н)* предварительно размагниченно ферромагнетика при первом его намагничивании называют *основной кривой намагничивания*. При циклическом изменении напряженности магнитного поля процесс протекает по одному из двух ее S – образных отрезков. Эти отрезки ограничивают некоторую площадь на графике зависимости *В(Н)* , образуя *петлю гистерезиса*.

Впервые полное экспериментальное исследование зависимости *В(Н)* было проведено профессором Московского университета А. Г. Столетовым . Он разрешил важный вопрос о том, как от исследования магнитных свойств образца данной формы перейти к магнитным характеристикам вещества, из которого выполнен образец. Заметим здесь, что значение напряженности магнитного поля внутри образца не всегда совпадает со значением напряженности внешнего магнитного поля, в которое помещен исследуемый образец. Требуемое совпадение, как указал Столетов, имеет место в случае тороидального образца, намагничиваемого круговой обмоткой, намотанной на него. В этом случае линии магнитного поля не пересекают поверхности образца и образуют систему концентрических окружностей вокруг общего с ферромагнитным тором центра. Именно такой образец используется в настоящей работе.

Ввиду нелинейности *В(Н)* для ферромагнетика невозможно определить магнитную проницаемость µ как некую постоянную характеристику данного вещества. Если считать, что

µ = *В/(µ0Н),* (15.1)

то µ надо рассматривать как функцию напряженности поля *Н*, причем конечные значения µ принимает только для основной кривой намагничивания. Действительно, для петли гистерезиса данное определение µ не имеет смысла, т.к. на оси ординат, где *Н =* 0 , µ бесконечно велико, тогда как в точках пересечения петли с осью абсцисс µ = 0.

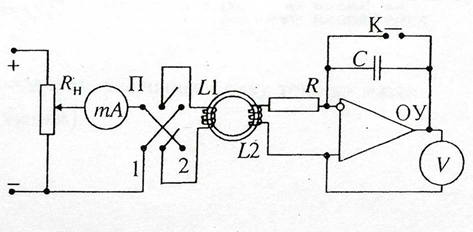
Кроме магнитной проницаемости, определенной ранее (*статическая магнитная проницаемость*), для ферромагнетика вводится *дифференциальная магнитная проницаемость*

µd = (1/ µ0 )(*dB/dH*) (15.2)

Вычислив значения *Н* для исследуемого материала при различных токах намагничивания и получив из опыта соответствующие значения магнитной индукции *В*, можно для данного ферромагнетика определить магнитные проницаемости µ и µd , а также интенсивность намагничивания

*J = (B/µ0) – H* (15.3)

**ЭСКИЗ ИЛИ СХЕМА УСТАНОВКИ:**

****

Установка для исследования намагничивания ферромагнетика (см. рисунок) содержит исследуемый образец, выполненный в виде тороида с площадью сечения магнитопровода S ; операционный усилитель, включенный по схеме интегратора; миллиамперметр (mA) и вольтметр (V); переключатель П, служащий для коммутации тока в намагничивающей обмотке L1; потенциометр RH , с помощью которого устанавливается намагничивающий ток. Измерительная обмотка L2 подключена к входу ОУ. Намагничивающая обмотка, наложенная на тороид из исследуемого ферромагнетика, намотана равномерно по всей длине тороида. Обмотка содержит n витков на единицу длины средней линии тороида.

**ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ:**

1. Напряженность магнитного поля *Н* внутри тороида находится расчетным путем:

*Н = nI ,*

где *I* – сила тока в намагничивающей обмотке.

1. Магнитный поток (поток вектора индукции) через измерительную обмотку при заданном значении силы тока *I* в намагничивающей обмотке равен

*Ф = SB*.

где *S* – площадь сечения магнитного провода тороида.

1. ЭДС индукции

*│Е│ = N(dФ/dt)*

1. Интенсивность намагничивания можно вычислить из полученных ранее значений В и Н:



1. Статическая магнитная проницаемость  определяется по формуле: 
2. Дифференциальную магнитную проницаемость для ферромагнетика вычисляем по формуле:



**ПРОТОКОЛ НАБЛЮДЕНИЙ**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16**

**«ИЗМЕРЕНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ»**

Выполнила: Усачева Дарья Владимировна

Факультет КТИ

Группа № 1384

“16 ”апреля 2022

Преподаватель: Альтмарк Александр Моисеевич