**ПГУПС**

Лабораторная работа № 21

«Исследование индуктивной катушки  
без сердечника»

Выполнил Круглов В.А.

Проверил Костроминов А.А.

Санкт-Петербург

2009

# Оглавление

[Оглавление 1](#_Toc249247181)

[Перечень условных обозначений: 2](#_Toc249247182)

[Введение: 3](#_Toc249247183)

[Цель работы: 3](#_Toc249247184)

[Теоретическая часть: 3](#_Toc249247185)

[Программа работы: 3](#_Toc249247186)

[Таблица измерительных приборов: 5](#_Toc249247187)

[Таблицы экспериментальных результатов 6](#_Toc249247188)

[Теоретический расчет 7](#_Toc249247189)

[Расчетные формулы: 7](#_Toc249247190)

[Пример расчета (Опыт №1, 3я строка): 7](#_Toc249247191)

[Графики зависимостей для первого опыта: 8](#_Toc249247192)

[Графики зависимостей для второго опыта: 9](#_Toc249247193)

[Графики зависимостей для третьего опыта: 10](#_Toc249247194)

[Выводы: 11](#_Toc249247195)

# Перечень условных обозначений:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | |  | Узел соединения |
| |  | | --- | |  | |  | Сопротивление |
| |  | | --- | |  | |  | Источник ЭДС |
| |  | | --- | |  | |  | Источник тока |
| |  | | --- | |  | |  | Вольтметр |
| |  | | --- | |  | |  | Направление тока |
| |  | | --- | |  | |  | Обход контура (направление) |

Электрическое напряжение —

Электрическое сопротивление —

Электрический ток —

Электрический потенциал —

Электродвижущая сила —

Источник тока —

Электрическая проводимость —

# Введение:

## Цель работы:

Исследование индуктивной катушки без сердечника при синусоидальном воздействии.

## Теоретическая часть:

Одним из основных элементов, применяемых в электрических цепях, является индуктивная катушка — элемент электрической цепи, предназначенный для использования его индуктивности.

Индуктивность (коэффициент самоиндукции) катушки равна её потокосцеплению самоиндукции , приходящемуся на единицу тока , протекающему по катушке, то есть

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Если считать, что весь магнитный поток замыкается внутри катушки и магнитная индукция во всех точках одинакова, а это наиболее справедливо для тороидальных и длинных цилиндрических (отношение длины к диаметру равно 20 и более) катушек, то имеем

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

где — число витков индуктивной катушки; — площадь её поперечного сеченая; — магнитная проницаемость магнитной цепи, при наличии ферромагнитного сердечника зависящая от индукции; — напряженность магнитного поля (равенство записано на основании закона полного тока с учетом вышеприведенных допущений); — средняя длина магнитной линии. Таким образом, индуктивность катушки

|  |  |
| --- | --- |
|  | (3) |

где — магнитное сопротивление катушки.

Для цилиндрических катушек без сердечника и

В системе СИ индуктивность измеряется в генри (Гн).

## Программа работы:

1. Опытное исследование зависимостей величин , , , , , , , , индуктивной катушки от напряжения при на частоте .

Собирают схему, изображенную на рис. 3, и подключают ее к зажимам сети ().

Индуктивная катушка состоит из нескольких секций, расположенных на одном немагнитном каркасе, начало и конец которых обозначены цифрами 1, 2, 3 и т.д. Секции соединяют последовательно.

Напряжение регулируют автотрансформатором АТ и измеряют вольтметром. В интервале 30-150 В снимают 6-8 точек. Показания вольтметра, амперметра и ваттметра заносят в таблицу 1.

Для каждого значения напряжения вычисляют указанные в таблице величины по формулам, приведенным в пункте расчетные формулы. При этом сопротивление , , проводимость , , , добротность и фазовый сдвиг остаются постоянными; ток расчет пропорционально напряжению, а мощность - пропорционально квадрату напряжения.

Определив среднее значение каждой величины, строят треугольники сопротивлений, проводимостей, напряжений, токов и мощностей для схем, изображенных на рис. 1 и рис. 2.

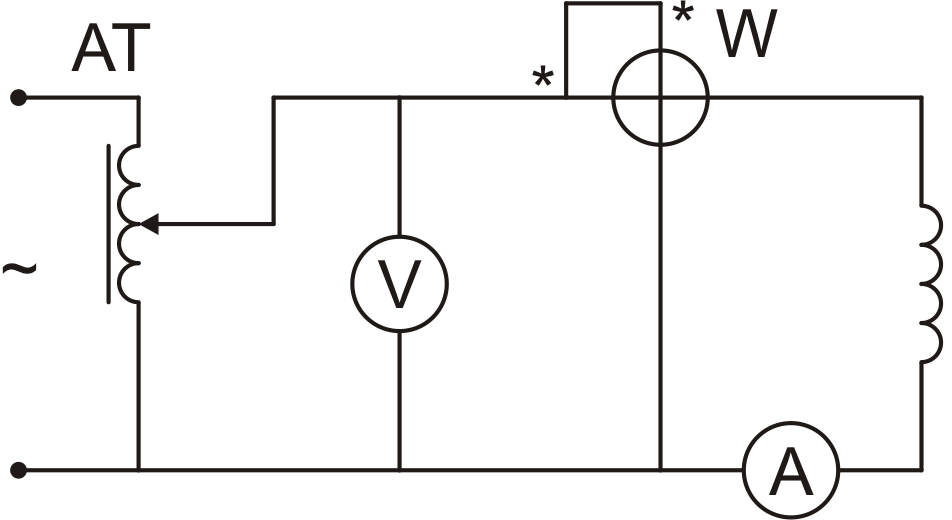
|  |  |
| --- | --- |
| pic | pic |
| *рис. 1* | *рис. 2* |

1. Опытное исследование зависимостей тех же величин от числа витков индуктивной катушки при и .

Исследование индуктивной катушки производят при (величина тока указывается преподавателем). Число витков катушки изменяют переключением количества секций обмотки. Постоянную величину тока поддерживают с помощью АТ. Показания приборов заносят в таблицу 2 и вычисляют указанные в таблице величины по формулам. Активное сопротивление катушки очевидно пропорционально числу включенных последовательно витков. Индуктивность , а следовательно, и индуктивное сопротивление увеличиваются пропорционально квадрату числа витков; соответственно увеличиваются полное сопротивление , добротность и сдвиг фаз . При постоянной величине тока напряжение растет пропорционально полному сопротивлению , а мощность - пропорционально числу витков.

1. Опытное исследование зависимостей тех же величин от частоты при .

Схему изображенную на рисунке 3, подключают к зажимам источника с регулируемой частотой. Напряжение поддерживают неизменным (величина его указывается преподавателем). Диапазон изменения частоты указан на рабочем месте. Показания приборов заносят в таблицу 3 и вычисляют указанные в ней величины по формулам. При увеличении частоты активное сопротивление катушки и ее индуктивность остаются практически постоянными, реактивное сопротивление и добротность растут по линейному закону, полное сопротивление - по гиперболе, поэтому с ростом частоты ток и мощность убывают, а разность фаз увеличивается.



*Рис.3 – Рабочая схема*

# Таблица измерительных приборов:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | название | система прибора | заводской номер | класс точности прибора | предел измерения | цена деления |
| 1 | Амперметр | магнито-электрическая | 518 | 0.5 | 1 (А) | 0.01 (A) |
| 2 | Вольтметр | магнито-электрическая | 6771 | 0.5 | 150 (В) | 1 (В) |
| 2 | Ваттметр | магнито-электрическая | 60318 | 0.5 | 75 (В) | 0.5 (В) |

# Таблицы экспериментальных результатов

*Таблица 1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Опыт | Наблюдают | | | | | Вычисляют | | | | | | | | | |
| f, Гц | w | U, В | I, A | P, Вт | Z, Ом | R, Ом | X, Ом | Y, Ом | G, Ом | B, Ом | L, Гн | Q | фи, град | cos фи |
| 1 | 50 | 2500 | 30 | 0,17 | 0,50 | 176,47 | 17,30 | 175,62 | 0,00567 | 0,00056 | 0,00564 | 0,55902 | 10,15 | 84,37 | 0,09804 |
| 50 | 2500 | 40 | 0,23 | 1,50 | 173,91 | 28,36 | 171,59 | 0,00575 | 0,00094 | 0,00567 | 0,54617 | 6,05 | 80,62 | 0,16304 |
| 50 | 2500 | 50 | 0,29 | 2,50 | 172,41 | 29,73 | 169,83 | 0,00580 | 0,00100 | 0,00571 | 0,54059 | 5,71 | 80,07 | 0,17241 |
| 50 | 2500 | 60 | 0,35 | 3,50 | 171,43 | 28,57 | 169,03 | 0,00583 | 0,00097 | 0,00575 | 0,53804 | 5,92 | 80,41 | 0,16667 |
| 50 | 2500 | 70 | 0,40 | 5,00 | 175,00 | 31,25 | 172,19 | 0,00571 | 0,00102 | 0,00562 | 0,54809 | 5,51 | 79,71 | 0,17857 |
| 50 | 2500 | 80 | 0,46 | 6,50 | 173,91 | 30,72 | 171,18 | 0,00575 | 0,00102 | 0,00566 | 0,54488 | 5,57 | 79,83 | 0,17663 |
| 50 | 2500 | 90 | 0,51 | 8,00 | 176,47 | 30,76 | 173,77 | 0,00567 | 0,00099 | 0,00558 | 0,55313 | 5,65 | 79,96 | 0,17429 |
| 50 | 2500 | 100 | 0,57 | 10,00 | 175,44 | 30,78 | 172,72 | 0,00570 | 0,00100 | 0,00561 | 0,54978 | 5,61 | 79,90 | 0,17544 |
| Среднее значение | | | | | 174,38 | 28,43 | 171,99 | 0,00574 | 0,00094 | 0,00566 | 0,54746 | 6,27 | 80,61 |  |
| 2 | 50 | 2500 | 35 | 0,20 | 1,00 | 175,00 | 25,00 | 173,21 | 0,00571 | 0,00082 | 0,00566 | 0,55133 | 6,93 | 81,79 | 0,14286 |
| 50 | 2100 | 26 | 0,20 | 0,50 | 130,00 | 12,50 | 129,40 | 0,00769 | 0,00074 | 0,00766 | 0,41189 | 10,35 | 84,48 | 0,09615 |
| 50 | 1700 | 18 | 0,20 | 0,50 | 90,00 | 12,50 | 89,13 | 0,01111 | 0,00154 | 0,01100 | 0,28370 | 7,13 | 82,02 | 0,13889 |
| 50 | 1300 | 12 | 0,20 | 0,25 | 60,00 | 6,25 | 59,67 | 0,01667 | 0,00174 | 0,01658 | 0,18995 | 9,55 | 84,02 | 0,10417 |
| Среднее значение | | | | | 113,75 | 14,06 | 112,85 | 0,01030 | 0,00121 | 0,01022 | 0,35922 | 8,49 | 83,08 |  |
| 3 | 50 | 2500 | 60 | 0,35 | 3,50 | 171,43 | 28,57 | 169,03 | 0,00583 | 0,00097 | 0,00575 | 0,53804 | 5,92 | 80,41 | 0,16667 |
| 55 | 2500 | 60 | 0,31 | 3,00 | 193,55 | 31,22 | 191,01 | 0,00517 | 0,00083 | 0,00510 | 0,55274 | 6,12 | 80,72 | 0,16129 |
| 60 | 2500 | 60 | 0,29 | 2,50 | 206,90 | 29,73 | 204,75 | 0,00483 | 0,00069 | 0,00478 | 0,54312 | 6,89 | 81,74 | 0,14368 |
| 65 | 2500 | 60 | 0,27 | 2,00 | 222,22 | 27,43 | 220,52 | 0,00450 | 0,00056 | 0,00447 | 0,53996 | 8,04 | 82,91 | 0,12346 |
| 70 | 2500 | 60 | 0,25 | 1,50 | 240,00 | 24,00 | 238,80 | 0,00417 | 0,00042 | 0,00415 | 0,54294 | 9,95 | 84,26 | 0,10000 |
| 75 | 2500 | 60 | 0,23 | 1,50 | 260,87 | 28,36 | 259,32 | 0,00383 | 0,00042 | 0,00381 | 0,55030 | 9,15 | 83,76 | 0,10870 |
| 80 | 2500 | 60 | 0,22 | 1,50 | 272,73 | 30,99 | 270,96 | 0,00367 | 0,00042 | 0,00364 | 0,53906 | 8,74 | 83,48 | 0,11364 |
| Среднее значение | | | | | 223,96 | 28,61 | 222,06 | 0,00457 | 0,00062 | 0,00453 | 0,54374 | 7,83 | 82,47 |  |

# Теоретический расчет

## Расчетные формулы:

- полное сопротивление индуктивной катушки

- активное сопротивление индуктивной катушки

- индуктивное сопротивление индуктивной катушки

- индуктивность индуктивной катушки

- отношение активной мощности к полной мощности

- полная проводимость индуктивной катушки

- добротность индуктивной катушки

- активная проводимость индуктивной катушки

- реактивная (индуктивная) проводимость индуктивной катушки

## Пример расчета (Опыт №1, 3я строка):

## Графики зависимостей для первого опыта:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

## Графики зависимостей для второго опыта:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

## Графики зависимостей для третьего опыта:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

# Выводы:

В проведенной лабораторной работе было предложено произвести опытное исследование зависимостей величин друг от друга при различных видах опытов.

В результате при построении графиков по расчитанным величинам становилось ясно, что графики соответствуют не только данным экспериментальным величинам, но и ко всем другим, т.е. зависимость проявляется во всех величинах при таких же условиях. И следовательно это закон. Значит мною в ходе эксперимента была проведена проверка некоторых законов, в чем я убедился после того как посмотрел на график, т.е. проглядывалась зависимость одной величины от другой.