

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тольяттинский государственный  
университет» Институт химии и энергетики  
Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №3

«Исследование нелинейной индуктивности и феррорезонанса»

Студент: Синдицкий.П.А

Группа: ЭЭТБ-2107а

Преподаватель: Шаврина.Н.В

Отметка о допуске \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Отметка о  
выполнении \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Отметка о защите \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

**Цель работы** – изучение экспериментальных и расчётных методов определения параметров схемы замещения нелинейной индуктивности и исследование резонансных режимов в нелинейных цепях.

### Программа работы

- 1) Выполнить индивидуальную расчётную часть .
- 2) Снять вольтамперные характеристики катушки с ферромагнитным сердечником и последовательной резонансной цепи с этой катушкой.
- 3) Рассчитать вольтамперные характеристики последовательной резонансной цепи и сравнить её с экспериментальной.
- 4) Построить по результатам измерений вольтамперную характеристику для цепи с параллельным соединением катушки с ферромагнитным сердечником и линейной ёмкостью.

### Описание лабораторной установки

В работе исследуется катушка с ферромагнитным сердечником в цепи переменного тока. В качестве нелинейной катушки используется одна катушка 200 витков миниблока «Магнитная цепь»

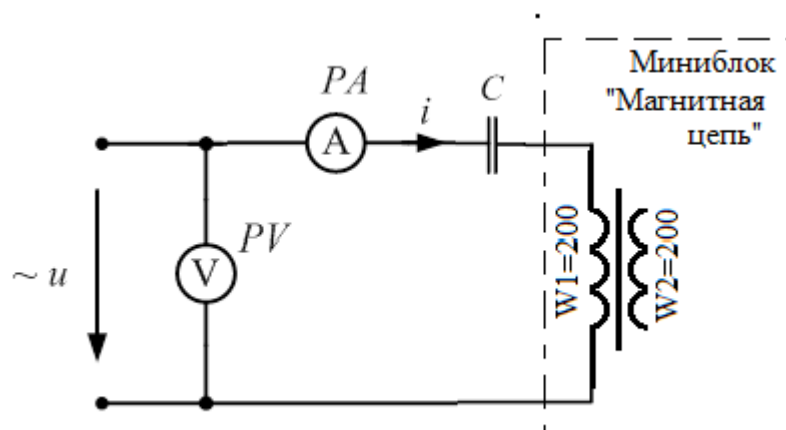


Рисунок 3.6 –Электрическая схема с последовательным соединением катушки с ферромагнитным сердечником и линейной ёмкости

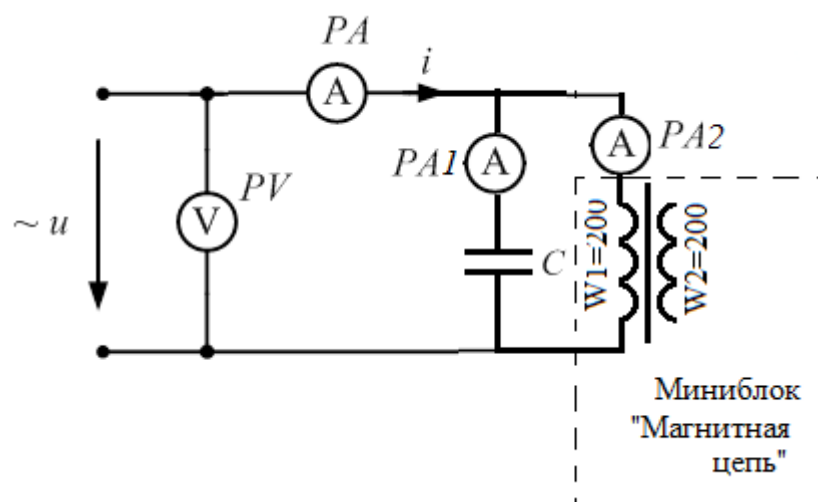


Рисунок 3.7 - Электрическая схема с параллельным соединением катушки с ферромагнитным сердечником и линейной емкости

Источником синусоидальной ЭДС служит блок генераторов напряжений. Синусоидальное напряжение на выходе генератора задается переключателем «ФОРМА». Амплитуда выходного напряжения устанавливается ручкой «АМПЛИТУДА» в диапазоне 0-12 В, а частота ручкой энкодера-потенциометра.

Для измерения величин  $I$  и  $U$  в исследуемых цепях используют блоки мультиметров.

Таблица – Исходные данные исследуемой электрической цепи

| Вариант   | 1   | 2    | 3   | 4    | 5   | 6    | 7   | 8    |
|-----------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| $C$ , мкФ | 4,4 | 4,87 | 5,4 | 5,87 | 4,4 | 4,87 | 5,4 | 5,87 |
| $I$ , мА  | 50  | 50   | 70  | 70   | 60  | 60   | 80  | 80   |
| $U$ , В   | 6,5 | 6,5  | 7   | 7    | 7,5 | 7,5  | 8   | 8    |

### Порядок выполнения экспериментальной части

1. Соберите электрическую цепь, соответствующую схеме на рис. 3.6. Исключите немагнитный зазор в катушке, если он имеется.

2. К катушке и конденсатору подключите мультиметры в режиме измерения переменного тока и напряжения. Следует помнить, что напряжение на конденсаторе и катушке индуктивности может превышать входное напряжение. Величину емкости конденсатора  $C$  возьмите согласно своему варианту (табл. 3.1).

Собранную схему покажите преподавателю или учебному мастеру.

3. Включите генератор, установите частоту  $f_1 = 400$  Гц.

4. Плавно уменьшая и увеличивая напряжение генератора, убедитесь, что в цепи происходят скачки тока. При необходимости подрегулируйте частоту генератора так, чтобы ток после скачка составлял 60...80мА. Плавно увеличивая напряжение от 0, снимите участок 0а вольт-амперной характеристики (см. рис. 3.4, в). Увеличьте напряжение несколько выше точки в и уменьшая его снимите участок характеристики вб. Результаты измерений занесите в табл. 3.2

Таблица 3.2 – Исследование последовательного соединения нелинейной катушки и конденсатора

|       | Участок 0а |      |      |      | $U > U_2$ |      | Участок вб |      |      |      |
|-------|------------|------|------|------|-----------|------|------------|------|------|------|
| U, В  | 0          | 0,47 | 1,29 | 2,09 | 2,7       | 1,48 | 1,15       | 0,92 | 1,86 | 0,88 |
| I, мА | 0          | 5,4  | 11,3 | 17,7 | 82,3      | 70,8 | 65,7       | 60,3 | 75,7 | 58   |

5. Постройте графики снятых участков характеристики и соедините их между собой пунктирной линией.

6. Для снятия вольт-амперной характеристики катушки индуктивности удалите из схемы конденсатор. Собранный схему покажите преподавателю или учебному мастеру. Исключите немагнитный зазор, если он имеется.

7. Включите генератор, установите частоту  $f_1 = f$  полученную в процессе эксперимента. Увеличивая напряжение на катушке и контролируя ток от нуля до 150мА с шагом 10мА, внесите в табл. 3.3 значения напряжения на катушке и тока.

Таблица 3.3 – Экспериментальная ВАХ нелинейной катушки

| Экспериментальные данные |             | Расчетные данные |          |          |                |       |
|--------------------------|-------------|------------------|----------|----------|----------------|-------|
| I, мА                    | $U_{RL}, В$ | $U_R, В$         | $U_L, В$ | $U_C, В$ | $U_L - U_C, В$ | U, В  |
| 10,4                     | 2,32        | 0,029            | 2,326    | 1,03     | 1,296          | 1,65  |
| 20,3                     | 3,89        | 0,057            | 3,89     | 2,02     | 1,87           | 2,75  |
| 29,5                     | 4,41        | 0,083            | 4,4      | 2,94     | 1,46           | 3,28  |
| 39,8                     | 4,65        | 0,11             | 4,64     | 3,96     | 0,68           | 4,02  |
| 50,3                     | 4,78        | 0,14             | 4,77     | 5        | -0,23          | 5     |
| 61,9                     | 4,89        | 0,17             | 4,88     | 6,16     | -1,28          | 6,28  |
| 71                       | 4,95        | 0,2              | 4,94     | 7,07     | -2,13          | 7,38  |
| 80,3                     | 5,01        | 0,22             | 5        | 7,99     | -2,99          | 8,53  |
| 90,7                     | 5,06        | 0,25             | 5,05     | 9,03     | -3,98          | 9,87  |
| 100,9                    | 5,1         | 0,28             | 5,09     | 10,04    | -4,95          | 11,19 |
| 110                      | 5,12        | 0,31             | 5,11     | 10,9     | -5,79          | 12,34 |
| 126                      | 5,21        | 0,35             | 5,19     | 12,54    | -7,35          | 14,53 |
| 140                      | 0           | 0,39             | -        | 13,93    | -              | -     |

8. Измерьте омметром величину активного сопротивления катушки и вычислите емкостное сопротивление конденсатора:

$$R_K = 2,8 \text{ Ом} \quad X_C = \frac{1}{2\pi f C} = 99,52 \text{ Ом}$$

9. Рассчитайте и запишите в табл. 3.3 значения:

$$U_R = R_K I, \quad U_L = \sqrt{U_{RL}^2 - U_R^2}, \quad U_C = X_C I, \quad U = \sqrt{(U_L - U_C)^2 + U_R^2}.$$

10. Постройте график U(I) и сравните его с экспериментальным графиком. Объясните расхождение результатов.

11. Постройте, используя расчётные данные (табл.3.3) две векторные диаграммы для режимов до и после резонанса, считая конденсатор чисто реактивным элементом, а ток и напряжение эквивалентными синусоидами

12. Соберите схему (рис. 3.7), установите ту же величину емкости. Плавно изменяя напряжение в пределах от 0 до 6В, определите напряжение, при котором ток

в цепи будет минимальным. Увеличивая напряжение и контролируя ток в цепи снимите показания приборов с шагом по напряжению 0.5 В. Результаты измерений запишите в табл. 3.4.

Таблица 3.4 – Исследование параллельного соединения нелинейной катушки и конденсатора

| U, В | I, мА | $I_L$ , мА | $I_C$ , мА |
|------|-------|------------|------------|
| 0,5  | 3,6   | 2,7        | 6,6        |
| 1    | 9,1   | 5,1        | 14,4       |
| 1,5  | 13,3  | 6,9        | 21         |
| 2    | 17,7  | 8,4        | 26,3       |
| 2,5  | 24,2  | 11,1       | 35,6       |
| 3    | 28,3  | 13,3       | 41,8       |
| 3,5  | 32    | 16,2       | 48,6       |
| 4    | 35,2  | 21,6       | 57,1       |
| 4,5  | 36,2  | 26,8       | 63,2       |
| 5    | 35,1  | 43,6       | 70,5       |
| 5,5  | 37,8  | 30,4       | 77,3       |
| 6    | 41,2  | 31,9       | 84,7       |

13. Постройте по результатам измерений зависимости общего тока, тока в катушке и тока емкости от приложенного напряжения. Объясните, почему при проведении опыта не было ни скачков тока, ни скачков напряжения

14. Сделайте выводы по результатам экспериментов.

Вывод: В ходе лабораторной работы были изучены экспериментальные и расчетные методы определения параметров схемы замещения нелинейной индуктивности и исследовали резонансные режимы в нелинейных цепях и построили графики зависимостей.