# ОП.02.ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

# 16 февраля 2022

## Лабораторная работа № 12

### Тема: Последовательное соединение катушки индуктивности и резистора.

**Цель работы:** Исследование электрической цепи переменного тока, содержащей последовательно соединенные активное и индуктивное сопротивления.

### Приборы и оборудование

1. Источник питания - сеть переменного тока напряжением 127 - 220 В.
2. Амперметр электромагнитный с пределом измерения 5 А — 1 шт.
3. Вольтметр электромагнитный с пределом измерения 150 В — 1шт.
4. Ваттметр на 150 В, 2,5 А — 1 шт.
5. Фазометр электродинамический на 150 В, 5 А — 1 шт.
6. Лабораторный автотрансформатор — 1 шт.
7. Реостат проволочный — 1 шт.
8. Катушка индуктивности с подвижным стальным сердечником — 1 шт.
9. Разъединитель двухполюсный на 220 В, 40 А — 1 шт.
10. Провода соединительные многожильные сечением 2,5 мм$^2$ — 20 шт.

### Краткие теоретические сведения и пояснения к работе

В цепи, содержащей активное сопротивление и индуктивность, вектор активного напряжения совпадает с вектором тока, вектор индуктивного напряжения опережает ток на угол 90$^0$ рис. 9.1 а).

Полное напряжение равно геометрической сумме напряжений на отдельных участках:

$$U=\sqrt{U_a^2+U_L^2};;$$

и опережает вектор тока на угол (р. Полное сопротивление цепи:

$$Z=U/I=\sqrt{R^2+X_L^2}\ ;$$

где $R = U_a \cdot I$ – активная и $X_L = U_L / I$ – индуктивная составляющие.

Полная мощность цепи:

$$S=UI=\sqrt{P^2+Q_L^2}$$

где $P = U_a \cdot I$- активная мощность, $Q_L$ - индуктивная мощность.

Применяя закон Ома, можно записать формулы для расчета мощностей:

$$S=I^2 \cdot Z=U^2/Z,$$
$$P=I^2 \cdot R=U_a^2/R,$$
$$Q_L=I^2 \cdot X_L=U_L^2/X_L$$

На основе векторной диаграммы можно построить треугольники напряжений, сопротивлений и мощностей (см. рис 9,1 б, в, г). Все эти треугольники подобны, причем в противоположность треугольникам напряжений треугольники мощностей и сопротивлений состоят из отрезков, а не из векторов, так как



сопротивления и мощности - скалярные величины. Силу тока можно определить по формуле

$$I=V/Z=U=\sqrt{R^2+X^2}$$

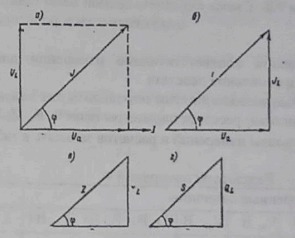

Рисунок 9.1 – Векторные диаграммы и треугольники сопротивлений и мощностей для цепи с последовательным соединением активного и индуктивного элементов.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием, необходимыми для выполнения работы. Записать их основные технические данные.

2. Собрать электрическую схему (рис. 9.2), состоящую из последовательно соединенных реостата и катушки индуктивности. Представить ее преподавателю для проверки.

3. Движок реостата установить в положение, соответствующее максимальному значению сопротивления. При полностью вставленном в катушку стальном сердечнике и минимальном воздушном зазоре замкнуть рубильник SA1. С помощью автотрансформатора установить напряжение на входе схемы в пределах 50-80 В. Выбранное напряжение должно оставаться неизменным в процессе всей дальнейшей работы.

4. Уменьшить при помощи движка сопротивление реостата и, присоединив свободные концы параллельной обмотки ваттметра, фазометра и вольтметра к участкам цепи АВ, ВС и АС, измерить ток, напряжение, мощность и коэффициент мощности (cos φ) во всей цепи и на ее участках.

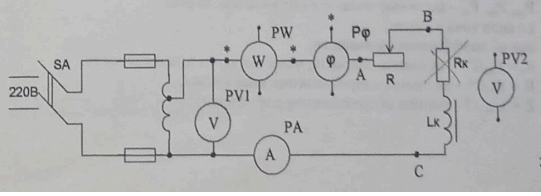

Рисунок 9.2– Схема неразветвленной цепи переменного тока с катушкой индуктивности и реостатом

5. Проделать соответствующие измерения для 4-5 различных значений активного сопротивления реостата.

6. По полученным данным определить для каждого значения сопротивления (положения движка) реостата параметры цепи R, $R_k$, Z, $X_k$, L, $S_{ac}$ и Q.

7. Результаты измерений и расчетов записать в табл. 9.1.

Таблица 9.1.1 — Результаты измерений

| Номер опыта | Измеренные величины | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $V_{ac}$, В | $V_{bc}$, В | $V_{ab}$, В | $P_{ab}$, Вт | $P_{bc}$ Вт | $P_{ac}$ ВТ | I, А | $Cos\varphi_{ab}$ | $Cos\varphi_{bc}$ | $Cos\varphi_{ac}$ |
| | | | | | | | | | | |

Таблица 9.1.2 — Результаты вычислений

| Номер опыта | Вычисленные величины | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $R_k$, Ом | R, Ом | Z, Ом | $X_k$, Ом | L, Гн | $S_{ac}$ | Q,вар |
| | | | | | | | |

где $U_{ac}$, $U_{bc}$, $U_{ab}$ - напряжения на участках схемы;
$P_{ab}$, $P_{bc}$, $P_{ac}$ - активные мощности на участках схемы;
I - сила тока в схеме;
cos φ- коэффициент мощности;
$R_k = P_{bc}/I^2$ — активное сопротивление катушки индуктивности,
$R = P_{ac}/I^2$ - активное сопротивление всей схемы;
$Z = U_{ac}/I$ - полное сопротивление всей схемы;



$X_k = \sqrt{Z^2 - R^2}$ - реактивное сопротивление катушки;
$L = X_k/\omega$ - индуктивность катушки;
$S_{ac} = U_{ac} \cdot I$ - полная мощность всей схемы;
$Q = I^2 \cdot X_k$ - реактивная мощность катушки (реактивная мощность всей схемы).

8. Собрать схему, изображенную на рис. 9.3, и представить преподавателю для проверки.

9. При полностью введенном в катушку сердечнике снять показания всех измерительных приборов.

10. Постепенно выдвигая сердечник, снять показания всех измерительных приборов для 4-5 положений сердечника.

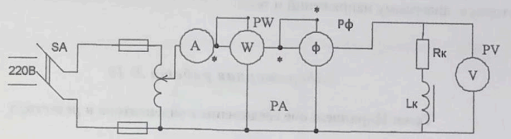


Рисунок 9.3– Цепь переменного тока с включенной катушкой индуктивности.

11. По полученным данным определить для каждого положения сердечника $R_k$, $Z_k$, $X$, $L$ $S$ и $Q_k$. Результаты измерений и вычислений записать в табл. 9.2.

12. По данным табл. 9.1 построить графики зависимостей тока /, мощностей $P_{ab}$, $P_{bb}$, $P_{ab}$, $Q$ и cos φ от активного сопротивления $R$. Для одного из положений движка реостата построить векторную диаграмму напряжений и тока.

13. По данным табл. 9.2 построить графики зависимостей тока /, мощности P, реактивной мощности Q и cos φ от реактивного сопротивления катушки $X_k$. Для одного из положения стального сердечника построить векторную диаграмму напряжений и тока.

Таблица 9.2 – Результаты измерений и вычислений

| Номер опыта | Данные | | | | | Результаты вычислений | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | U, В | P, Вт | *cos φ* | I, А | $Z_k$, Ом | $R_k$, Ом | $X_k$, Ом | L, Гн | S, В·А | Q, вар |
| | | | | | | | | | | |

14. Составить отчет о проделанной работе.



***В программе Multisim необходимо собрать электрическую схему и произвести необходимые измерения***

**Ссылка для скачивания готовой схемы:**

**https://drive.google.com/file/d/1vBhOmyVlhvT9IJh-fcwPPSkzaDXIcSvW/view?usp=sharing**

Отчет о работе прислать на следующие адреса.:

***elena.lazarenko712@gmail.com***

***https://vk.com/id16032478***