

*Буренкова Светлана Егоровна*

*Государственное бюджетное профессиональное*

*образовательное учреждение города Москвы*

*«Образовательный комплекс градостроительства «Столица»*

## КОНСПЕКТ УРОКА

### «ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С АКТИВНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ, ИНДУКТИВНОСТЬЮ И ЕМКОСТЬЮ»

Дисциплина: «Электротехника»

Специальность: 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация  
электрооборудования промышленных и гражданских зданий

Электротехника является одним из основных общепрофессиональных дисциплин, реализующих подготовку специалистов – электриков по специальности 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

Цепи переменного тока с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью и их расчет лежит в основе определения токов короткого замыкания в МДК 02.02 «Внутреннее электроснабжение промышленных и гражданских зданий», МДК 03.01 «Внешнее электроснабжение промышленных и гражданских зданий», используется в курсовом и дипломном проектировании. На основе этих понятий выполняются расчеты в электрических сетях, делается проверка на потери напряжения.

В процессе урока рассматриваются способы применения основных законов электротехники к расчетам электрических сетей, рассматриваются понятия сопротивления, проводимости, мощности и коэффициента мощности.



Навыки, приобретаемые для расчетов, пригодятся студентам при изучении специальных предметов, выполнении практических работ и курсовых проектов.

Цели занятия:

Образовательные: обобщить знания по изучаемой теме, научить студентов применять эти знания для решения задач. На основе приобретенных знаний развивать умение анализировать, сравнивать.

Развивающие: развитие интереса к предмету, логического мышления, самостоятельности суждений, развитие умения применять знания в новой ситуации, развитие внимания.

Воспитательные: воспитание творческой инициативы, формирование нравственных качеств личности, формирование совместной работы в группах.

В результате занятия студенты согласно ФГОС по специальности среднего профессионального образования 08.02.09 Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий должны:

знать:

-методы расчета цепей постоянного, переменного однофазного и трехфазного токов;

-схемы включения приборов для измерения тока, напряжения, энергии, частоты, сопротивления изоляции, мощности;

уметь:

-выполнять расчеты электрических цепей;

-выполнять измерения параметров цепей постоянного и переменного

ТОКОВ.



Активизация опорных знаний студента

Фронтальный опрос:

1. Что называется периодом?
2. Что такое амплитуда?
3. Что называется частотой переменного тока?
4. Какой частоты вырабатывается переменный ток?
5. Какой зависимостью связаны период и частота?
6. В каких единицах измеряется напряжение?
7. Уравнение гармонических колебаний силы тока.
8. Формула связи частоты (или периода) с циклической частотой

колебаний.

9. Какой ток называется переменным?
10. Дайте определение действующего значения переменного тока.
11. Формула, по которой можно вычислить амплитудное значение

ЕДС

12. Какими буквами обозначаются частота и период?
13. Единица измерения частоты переменного тока.
14. Что такое вектор и как определяется его положение?
15. Действующее значение напряжения в цепи переменного тока

100 В. Чему равно его амплитудное значение?

16. Амплитудное значение силы тока в цепи переменного тока

2 А. Чему равно его действующее значение?

17. Изменение силы тока в зависимости от времени задано (в единицах

СИ) уравнением  $i = 20 \sin(100 \pi t)$ . Определите: амплитуду тока и угловую частоту.

18. Как определить действующее значение тока в предыдущей задаче?



19. Схема RL- цепи, законы изменения тока и напряжения, треугольники мощностей и сопротивлений, определение основных величин: тока, напряжения, сопротивлений, угла сдвига фаз, мощности.

20. Схема RC- цепи, законы изменения тока и напряжения, треугольники мощностей и сопротивлений, определение основных величин: тока, напряжения, сопротивлений, угла сдвига фаз, мощности.

Решение задач по карточкам:

Задание №1-1

В сеть напряжением 220В и частотой 50Гц включена катушка с индуктивностью 50мГн и активным сопротивлением 12 Ом. Определить ток в цепи, напряжения на отдельных участках цепи. Построить векторную диаграмму.

Задание №1-2

В сеть напряжением 220В и частотой 50Гц включена катушка с индуктивностью 50мГн и активным сопротивлением 12 Ом. Определить показания амперметра и трех вольтметров.

Задание №1-3

Оценить решение задач 1-1 и 1-2. Подготовить информацию по плану:

1) Справились ли студенты с порученным заданием?  
2) Какое значение тока получилось у ... при решении задачи обычным вычислением.

3) Какое значение тока получилось у ... при определении тока с помощью амперметра.

4) Сделать вывод.

- токи совпадают, задачи в обоих случаях решены верно;

- токи не совпадают, причина

(ошибка у одного из студентов – у кого?)



- правильно ли выполнена векторная диаграмма?

Задание №2-1

В сеть переменного тока напряжением 220В и частотой 50Гц включены последовательно активное сопротивление 12 Ом и конденсатор 50мкФ. Определить ток в цепи, напряжение на участках цепи. Построить векторную диаграмму.

Задание №2-2

В сеть переменного тока напряжением 220В и частотой 50Гц включены последовательно активное сопротивление 12 Ом и конденсатор 50мкФ. Определить показания амперметра и трех вольтметров.

Задание №2-3

Оценить решение задач 1-1 и 1-2. Подготовить информацию по плану:

1) Справились ли студенты с порученным заданием?  
2) Какое значение тока получилось у ... при решении задачи обычным вычислением.

3) Какое значение тока получилось у ... при определении тока с помощью амперметра.

4) Сделать вывод.

- токи совпадают, задачи в обоих случаях решены верно;

- токи не совпадают, причина (ошибка у одного из студентов – у кого?)

- правильно ли выполнена векторная диаграмма?

Объяснение нового материала

а) с записью студентами основных понятий

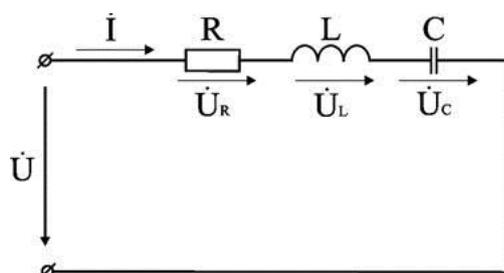
В цепях постоянного тока напряжение на концах цепи равно сумме напряжений на отдельных последовательно соединенных участках цепи. Однако, если измерить результирующее напряжение на контуре и напряжения на отдельных элементах цепи, окажется, что напряжение на контуре



(действующее значение) не равно сумме напряжений на отдельных элементах. Почему это так? Дело в том, что гармонические колебания напряжения на различных участках цепи сдвинуты по фазе друг относительно друга.

Действительно, ток в любой момент времени одинаков во всех участках цепи. Это значит, что одинаковы амплитуды и фазы токов, протекающих по участкам с емкостным, индуктивным и активным сопротивлениями. Однако только на активном сопротивлении колебания напряжения и тока совпадают по фазе. На конденсаторе колебания напряжения отстают по фазе от колебаний тока на  $90^{\circ}$ , а на катушке индуктивности колебания напряжения опережают колебания тока на  $90^{\circ}$ .

Под действием переменного напряжения в этой цепи протекает переменный ток.



Реактивные сопротивления элементов  $L$  и  $C$  :

$$X_L = \omega L, X_C = 1 / \omega C, = 2\pi f.$$

Полное сопротивление цепи

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2},$$

угол сдвига фаз равен

$$\varphi = \arctg((X_L - X_C) / R),$$

Ток в цепи по закону Ома:

$$I = U / Z, \psi_i = \psi_u + \varphi.$$

Фазы тока и напряжения отличаются на угол  $\varphi$ .

Напряжения на элементах



$$U_R = I R, \psi_u R = \psi_i ;$$

$$U_L = I X_L, \psi_u L = \psi_i + 90^\circ ;$$

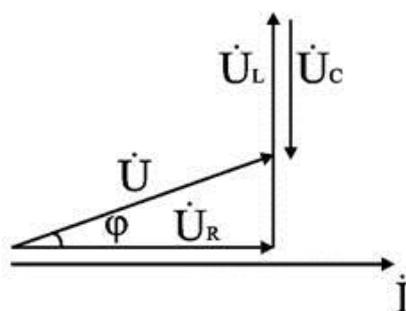
$$U_C = I X_C, \psi_u C = \psi_i - 90^\circ .$$

Для напряжений выполняется второй закон Кирхгофа в векторной форме.

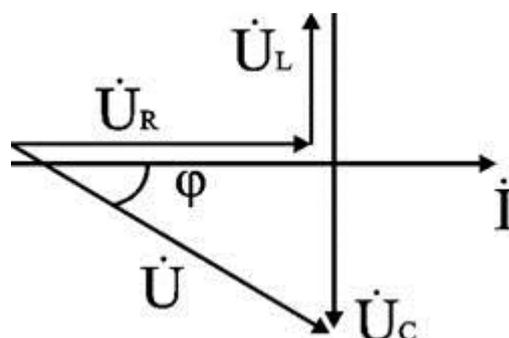
$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L + \dot{U}_C .$$

В зависимости от величин  $L$  и  $C$  в формуле возможны следующие варианты:  $X_L > X_C$ ;  $X_L < X_C$ ;  $X_L = X_C$ .

Для варианта  $X_L > X_C$  угол  $\varphi > 0$ ,  $U_L > U_C$ . Ток отстает от напряжения на угол  $\varphi$ . Цепь имеет активно-индуктивный характер. Векторная диаграмма напряжений имеет вид

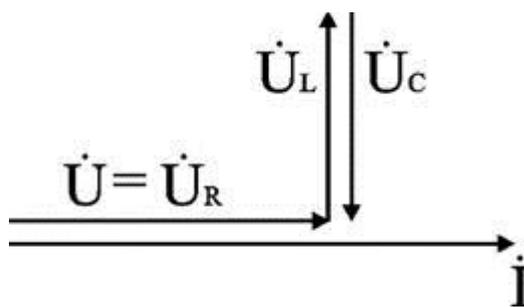


Для варианта  $X_L < X_C$  угол  $\varphi < 0$ ,  $U_L < U_C$ . Ток опережает напряжение на угол  $\varphi$ . Цепь имеет активно-емкостный характер. Векторная диаграмма напряжений имеет вид



Для варианта  $X_L = X_C$  угол  $\varphi = 0$ ,  $U_L = U_C$ . Ток совпадает с напряжением. Цепь имеет активный характер. Полное сопротивление  $z=R$  наименьшее из всех возможных значений  $X_L$  и  $X_C$ . Векторная диаграмма напряжений имеет вид





Этот режим называется резонанс напряжений ( $U_L = U_C$ ). Напряжения на элементах  $U_L$  и  $U_C$  могут значительно превышать входное напряжение.

б) Беседа со студентами по новому материалу

1. Как связаны ток и напряжение в цепи с активным сопротивлением?
2. Как связаны ток и напряжение в цепи с идеальной катушкой?
3. Как связаны ток и напряжение в цепи с реальной катушкой?
4. Как связаны ток и напряжение в цепи с конденсатором?
5. Как связаны ток и напряжение в цепи с активным сопротивлением и конденсатором?
6. Как связаны ток и напряжение в цепи с активным сопротивлением, катушкой индуктивности и конденсатором?
7. В каком случае угол  $\varphi$  больше нуля?
8. В каком случае угол  $\varphi$  меньше нуля?
9. В каком случае угол  $\varphi$  равен нулю?
10. Возможен ли резонанс токов в цепи с последовательным соединением активного сопротивления, катушки индуктивности и конденсатора?

в) Решение задач по новой теме

Задание 3-1

Последовательная цепь, состоящая из активного сопротивления  $R=50\text{Ом}$ , индуктивности  $L=400\text{мГн}$  и емкости  $C=40\text{мкФ}$  подключена к источнику напряжением  $220\text{В}$  и частотой  $50\text{Гц}$ . Определить показания амперметра и четырех вольтметров.



### Задание 3-2

Последовательная цепь, состоящая из активного сопротивления  $R=50\text{Ом}$ , индуктивности  $L=400\text{мГн}$  и емкости  $C=40\text{мкФ}$  подключена к источнику напряжением  $220\text{В}$  и частотой  $50\text{Гц}$ . Определить ток в цепи, реактивные сопротивления, напряжения на отдельных участках и построить векторную диаграмму.

Дополнительно:

- построить треугольники сопротивлений;
- определить активную, реактивную, полную мощность и построить треугольники мощностей.

Закрепление материала

Тест

1. Как связаны ток и напряжение в цепи с активным сопротивлением?
2. Как связаны ток и напряжение в цепи с идеальной катушкой?
3. Как связаны ток и напряжение в цепи с реальной катушкой?
4. Как связаны ток и напряжение в цепи с конденсатором?
2. Как связаны ток и напряжение в цепи с активным сопротивлением и конденсатором?
3. Как связаны ток и напряжение в цепи с активным сопротивлением, катушкой индуктивности и конденсатором?
7. В каком случае угол  $\varphi$  больше нуля?
8. В каком случае угол  $\varphi$  меньше нуля?
9. В каком случае угол  $\varphi$  равен нулю?
10. Возможен ли резонанс токов в цепи с последовательным соединением активного сопротивления, катушки индуктивности и конденсатора?



Задание на дом.

Обмотки имеют активное сопротивление и создают магнитное поле, изолированные витки обмотки обладают емкостным сопротивлением, поэтому такой приемник можно представить в виде трех сопротивлений.

1. Начертить цепь, содержащую активное, индуктивное и емкостное сопротивления, соединенные последовательно (значения задать произвольно).

2. Построить векторную диаграмму цепи.

Подведение итогов урока.

Рефлексия.

1. Что интересного запомнилось Вам на уроке?

4. Что оказалось для Вас полезным?

5. Что представляло наибольшую трудность?

6. Как Вы оцениваете полученные сегодня знания (глубокие, осознанные; предстоит осознать; неосознанные)?

7. Как вы оцениваете свою работу на уроке? Ваших одноклассников?

Преподаватель подводит итоги урока, отмечает лучшую работу студентов; сообщает оценки.

