**Тема:** «Электрические цепи переменного тока с активным, индуктивным и ёмкостным сопротивлением».

**Цели:**

* **образовательные:**
  1. Проконтролировать степень усвоения материала: переменный ток, нагрузка в цепях переменного тока, расчет электрических цепей переменного тока, содержащих активное, индуктивное или емкостное сопротивление.
  2. Обобщить и закрепить полученные знания.
* **воспитательные:**

1. Воспитание коллективизма, отзывчивости, работоспособности.
2. Формирование заинтересованности в изучении дисциплины.
3. Продолжить формирование умения работать в группе.

**- развивающие:**

1. Умение выделять главное, сравнивать, обобщать.
2. Формирование навыков самоконтроля.
3. Развитие памяти.
4. Развитие творческого подхода к делу.

**Методы:** репродуктивный, проблемно – поисковый, групповой.

**Организационная часть:**

Большинство потребителей электрической энергии работает на переменном токе. В настоящее время почти вся электрическая энергия вырабатывается в виде энергии переменного тока. Это объясняется преимуществом производства и распределения этой энергии. Переменный ток получают на электростанциях, преобразуя с помощью генераторов механическую энергию в электрическую. Основное преимущество переменного тока по сравнению с постоянным заключается в возможности с помощью трансформаторов повышать или понижать напряжение, с минимальными потерями передавать электрическую энергию на большие расстояния, в трехфазных источниках питания получать сразу два напряжения: линейное и фазное. Кроме того, генераторы и двигатели переменного тока более просты по устройству, надежней в работе и проще в эксплуатации по сравнению с машинами постоянного тока.

Какова стандартная частота тока? Почему именно такая?

(Частота – число периодов в секунду - 50 Гц. Такая частота обеспечивает возможность применения переменного тока для освещения. Раскаленный волосок электрической лампочки не успевает сильно остыть за то время, в течение которого сила тока равна или почти равна нулю. Кроме того, и наш глаз не может подметить быстро следующих колебаний освещенности.)

Почему нельзя прибор, в паспорте которого указано, что он предназначен для переменного тока, включать в сеть постоянного тока?

(Выйдет из строя, произойдет перегорание проводящих частей.)

Почему нельзя заряжать аккумулятор переменным током?

(Зарядка не возможна, так как химическая реакция будет протекать, изменяя направление с частотой тока и перераспределение зарядов не произойдет)

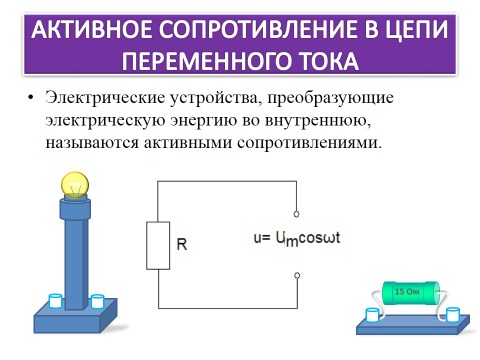
Вчера пришла домой после работы. Включила свет, компьютер. Как вдруг лампочки замигали. Чуть не погасли и тут же компьютер и котел отключились… Такое часто бывает. Почему?

В осветительную сеть был включен потребитель с большой мощностью, например, сварочный аппарат, что привело к резкому падению напряжения

И сегодня мы рассмотрим, как ведут себя различные потребители (сопротивления) в цепях переменного тока. Потребители могут обладать сопротивлением: активным (нити ламп накаливания, спирали электронагревательных приборов и реостатов, резисторы), индуктивным (катушки индуктивности, обмотки трансформаторов, двигателей, различных типов реле, дроссели (для ограничения тока в электрических цепях)) и ёмкостным. Простейший конденсатор – это два проводника, разделенных слоем изоляции. Поэтому многожильные провода, кабели, обмотки электродвигателей и т. д. имеют емкостное сопротивление. (конденсатор, длинные линии электропередачи, электрические кабели). Активным сопротивлением может обладать линии электропередач, соединительные провода, обмотки трансформатора или электродвигателя.

Запишем тему урока

«Электрические цепи переменного тока с активным, индуктивным и ёмкостным сопротивлением».



Резистор - единственный элемент, для которого ток и напряжение совпадают по фазе. Для того чтобы показать разность фаз между током и напряжением в общем случае, используют векторную диаграмму, на которой вектор, изображающий амплитудное напряжение (Umax), расположен под углом к *оси токов.* Угол, который вектор Umax образует с осью токов, показывает, насколько фаза напряжения опережает фазу тока.

Цепь с резистором R и соответствующая ей векторная диаграмма представлены на рис. 1.

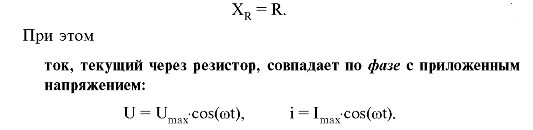
Рисунок1 – Цепь переменного тока с резистором и ее векторная диаграмма

Поскольку ток и напряжение изменяются в *одинаковой* фазе, векторы Umax и Imax отложены по одной прямой в одном направлении.

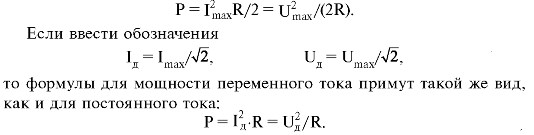
В принципе любому переменному току сопутствует электромагнитное излучение. Однако для частот переменного тока, используемых в промышленности, интенсивность такого излучения ничтожно мала, и потерями энергии на электромагнитное излучение пренебрегают. Поэтому работа переменного тока, протекающего через резистор, *полностью превращается в его внутреннюю энергию.* В связи с этим сопротивление резистора называют *активным.*

Для всех частот переменного тока, который используется в технике, сопротивление резистора (XR) остается постоянным и совпадает с его сопротивлением в цепи постоянного тока:

При этом ток, текущий через резистор, совпадает по фазе с приложенным напряжением:



Расчеты показывают, что средняя мощность, выделяемая в резисторе при протекании переменного (гармонического) тока, вычисляется по формулам



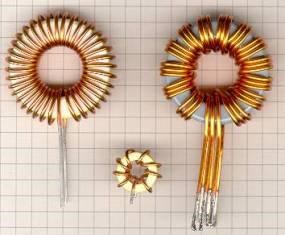
Значения переменного тока и напряжения, определяемые последней формулой, называются *действующими.* Существует договоренность о том, что по умолчанию для цепи переменного тока указывают именно действующие значения. Например, напряжение в бытовой сети переменного тока равно 220 В. Указанное значение 220 В является *действующим* значением напряжения.

**2.**

**2.**



 Катушка индуктивности в цепи переменного тока

Рассмотрим цепь, содержащую в себе катушку индуктивности. и предположим, что активное сопротивление цепи, включая провод катушки, настолько мало, что им можно пренебречь. В этом случае подключение катушки к источнику постоянного тока вызвало бы его короткое замыкание, при котором, как известно, сила тока в цепи оказалась бы очень большой.

Иначе обстоит дело, когда катушка присоединена к источнику переменного тока. Короткого замыкания в этом случае не происходит. Это говорит о том. что катушка индуктивности оказывает сопротивление проходящему по ней переменному току. Ток в цепи

 ,

где XL – индуктивное сопротивление цепи, равное

,



где L – индуктивность (Гн) – параметр, характеризующий свойства обмоток катушек электрических аппаратов и машин.

В такой цепи, также в соответствии с формой напряжения приложенной к цепи и в различное время (участки 0 – 1, 1 – 2), идет вначале потребление электрической энергии, которая накапливается в виде энергии магнитного поля, после чего она возвращается в сеть. Поэтому, Р=0. При этом, наибольшее значение мощности называется *реактивной мощностью индуктивности*.

 .

Векторная диаграмма и схема цепи представлена на рис. 2.

Рисунок 2 –Цепь переменного тока с индуктивностью и ее векторная диаграмма

Здесь, напряжение на индуктивном сопротивлении равно

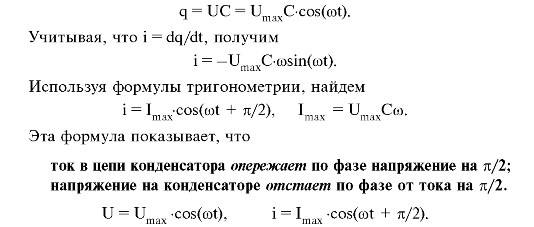
 .

Как видно из векторной диаграммы вектор тока отстает от вектора напряжения на угол φ=90°. Теперь, под записью φ=90° - отстающий – надо понимать то, что вектор тока отстает от вектора напряжения на угол φ=90°.

**3.**



Включим в цепь переменного напряжения конденсатор емкостью С. Вместе с изменением напряжения будет меняться и заряд конденсатора, а в подводящих проводах возникнет ток. Заряд конденсатора связан с напряжением в цепи соотношением



Сопротивление конденсатора в цепи переменного тока называют *емкостным сопротивлением.* Его величина:

Цепь с конденсатором и соответствующая ей векторная диаграмма представлены на рис. 3.

Рисунок 3 –Цепь переменного тока с конденсатором и ее векторная диаграмма

Поскольку напряжение *отстает* по фазе от тока на π/2, вектор Umax повернут относительно оси токов *по часовой* стрелке (в математике это направление считают *отрицательным).*

Ф.И.О.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Активное сопротивление обозначается:

а) Х;

б) Z;

в) R.

1. Индуктивность определяется формулой:

а) С =1/2  f Хс;

б) L= Х L/2  f;

в) Р = I2\* R

1. Действующее значение тока определятся формулой:

а) I = I m/  ;

б) i= I m/  ;

в) I m = U m / R

1. Определить период переменного тока, если его частота 5 Гц.а) 0,2;

б) 0,005;

в) 0,5.

1. Величина, которая имеет числовое значение и направление:

а) фаза;

б) начальная фаза;

в) вектор.

**В- 2**

Ф.И.О.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Индуктивное сопротивление обозначается:

а) ХL;

б) Z;

в) R.

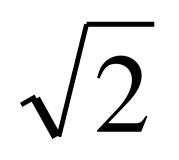
1. Ёмкость определяется формулой:

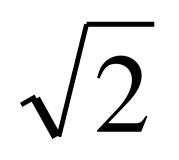
а) С =1/2  f Хс;

б) Q= I2\* Х;

в) L= Х L/2  f

1. Как найти амплитудное значение напряжения переменного тока:

а) Um = U\*  ;

б) Um = U /  ;

в) Um = U.

1. Определить частоту переменного тока, имеющего период 0,04 с.а) 10;

б) 20;

в) 25.

1. Найти активное сопротивление электрической лампы накаливания, включённой в цепь переменного тока, с действующим напряжением 220 В, в которой выделяется мощность 100 Вт.

а) 484 Ом;

б) 548 Ом;

в) 4840 Ом

**В-3**

Ф.И.О.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Емкостное сопротивление обозначается:

а) ХС;

б) Z;

в) R.

1. Активное сопротивление определяется формулой:

а) С =1/2  f Хс;

б) R= U/I;

в) L= Х L/2  f

1. Мгновенное значение силы тока в цепи переменного тока определяется по формуле:

а) i = U/  ;

б) i = I m  ;

в) I = I m/ 

1. Чему равно сопротивление конденсатора ёмкостью 5 мкФ при частоте 400 Гц?а) 89,5 Ом;

б) 60 Ом;

в) 79,6 Ом

1. Сколько периодов переменного тока изображено на графике: а) 1

б) 2

в) 4

**В-4**



Ф.И.О.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. В каких единицах в системе СИ измеряется период переменного тока: а) герц;

б) секунда;

в) вебер.

1. Индуктивноcть определяется формулой:

а) Х L = 2  f L;

б) L= Х L/2  f;

в) Х L = 2  f/ Х L

1. Действующее значение напряжения определятся формулой:

а) i= U I m /  ;

б) U = U m /  ;

в) U m = I m \* R

1. Найти активное сопротивление электрической лампы накаливания, включённой в цепь переменного тока, с действующим напряжением 220 В, в которой выделяется мощность 200 Вт.

а) 242 Ом;

б) 548 Ом;

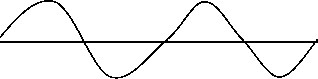
в) 4840 Ом

1. Сколько периодов переменного тока изображено на графике: а) 1

б) 2

в) 4

**В-5**



Ф.И.О.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. В каких единицах в системе СИ измеряется частота переменного тока?а) секунда;

б) герц;

в) тесла.

1. Индуктивное сопротивление определяется формулой:

а) Х L = 2  f L;

б) L= Х L/2  f;

в) Х L = 2  f/ Х L

1. Мгновенное значение тока определятся формулой:

а) I m = I \*  ;

б) i = Im  ;

в) I = U/ R

1. Чему равно сопротивление конденсатора ёмкостью 10 мкФ при частоте 200 Гц?а) 79,6 Ом;

б) 60 Ом;

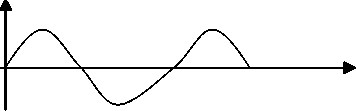
в) 80,5 Ом

1. Сколько периодов переменного тока изображено на графике: а) 1,5;

б) 3;

в) 2,5.

**В-6**



Ф.И.О.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Каким образом обозначается циклическая частота: а) ω;

б) f;

в) Т.

1. Ёмкостное сопротивление определяется формулой:

а) С =1/2  f;

б) С =1/2  f Хс;

в) Хс = 1/2  fС

1. В цепи переменного тока, содержащей индуктивность колебания силы тока:

а) опережают колебания напряжения на  ;

б) отстают от колебания напряжения на  ;

в) совпадают по фазе

1. Найти активное сопротивление электрической лампы накаливания, включённой в цепь переменного тока, с действующим напряжением 220 В, в которой выделяется мощность 400 Вт.

а) 121 Ом;

б) 248 Ом;

в) 4840 Ом

1. Какое сопротивление непрерывно потребляет энергию:

а) реактивное индуктивное;

б) реактивное емкостное;

в) активное.

**В-7**

Ф.И.О.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Значение тока в любой момент времени называется:

а) мгновенным;

б) амплитудным;

в) максимальным.

1. В цепи переменного тока, содержащей активное сопротивление колебания силы тока и напряжения:

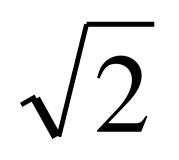
а) совпадают по фазе;

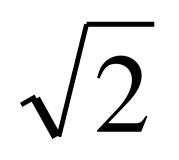
б) сдвинуты на  ;

в) сдвинуты на 

1. Чему равно действующее значение ЭДС:

а) Е = Em;

б) Е = Еm/  ;

в) Е = Еm \*  .

1. Укажите правильную формулу угловой частоты:

а) ω = 2 π f;

б) ω = 1/Т;

в) ω = 1/ f.

1. Мгновенное значение ЭДС переменного тока для фазы 60° равно 120 В. Какова амплитуда ЭДС?

а) 100,6 В;

б) 128,2 В;

в) 138,6 В.

**Приложение 3**

**Блок заданий предприятия 1:**

1. Определить частоту переменного тока, имеющего период 0,02 с.а) 50;

б) 20;

в) 45.

1. Чему равно сопротивление конденсатора ёмкостью 25 мкФ при частоте 100 Гц?а) 63,7 Ом;

б) 60 Ом;

в) 79,5 Ом

1. Изменение силы тока в зависимости от времени задано уравнением i=5 Найти значение частоту, период, амплитуду силы тока, а также значение силы тока при фазе 

а) 10 Гц; 0,01с; 5 А; 1,5А;

б) 100 Гц; 0,1с; 5 А; 0,5 А;

в) 100 Гц; 10-2с; 5 А; 2,5А

1. Лампа накаливания мощностью 200 Вт включена в сеть переменного тока напряжением 220 В. Действующее значение силы тока и амплитуды силы тока соответственно равны:

а) 1,9 А; 13 А;

б) 1,3 А; 0,9 А;

в) 0,9 А; 1,3 А

1. Электрическая плитка мощностью 1000 Вт включена в сеть с напряжением, которое изменяется по закону Определить действующее значения тока и напряжения, которые совпадают по фазе:

а) 2,74 А; 219 В;

б) 6,41 А; 156 В;

в) 3,74 А; 210 В

**Блок заданий предприятия 2:**

1. Определить частоту переменного тока, имеющего период 0,05 с.а) 50;

б) 20;

в) 45.

1. Чему равно сопротивление конденсатора ёмкостью 40 мкФ при частоте 150 Гц?а) 63,7 Ом;

б) 60 Ом;

в) 26,5 Ом

1. Изменение силы тока в зависимости от времени задано уравнением i=10 Найти значение частоту, период, амплитуду силы тока, а также значение силы тока при фазе 

а) 50 Гц; 0,02с; 10 А; 5А;

б) 100 Гц; 0,2с; 10 А; 0,5 А;

в) 100 Гц; 10-2с; 10 А; 2,5А

1. Лампа накаливания мощностью 100 Вт включена в сеть переменного тока напряжением 220 В. Действующее значение силы тока и амплитуды силы тока соответственно равны:

а) 1,9 А; 13 А;

б) 0,64 А; 0,45 А;

в) 0,45 А; 0,64 А

1. Электрическая плитка мощностью 800 Вт включена в сеть с напряжением, которое изменяется по закону Определить действующее значения тока и напряжения, которые совпадают по фазе:

а) 5,74 А; 119 В;

б) 7 А; 113,5 В;

в) 3,74 А; 110 В

**Блок заданий предприятия 3:**

1. Определить частоту переменного тока, имеющего период 0,025 с.а) 50;

б) 20;

в) 40.

1. Чему равно сопротивление конденсатора ёмкостью 50 мкФ при частоте 200 Гц?а) 63,7 Ом;

б) 60 Ом;

в) 15,9 Ом

1. Изменение силы тока в зависимости от времени задано уравнением i=20 Найти значение частоту, период, амплитуду силы тока, а также значение силы тока при фазе 

а) 20 Гц; 0,05с; 10 А; 1,5А;

б) 200 Гц; 0,005с; 20 А; 10 А;

в) 200 Гц; 10-2с; 20 А; 5А

1. Лампа накаливания мощностью 300 Вт включена в сеть переменного тока напряжением 220 В. Действующее значение силы тока и амплитуды силы тока соответственно равны:

а) 1,9 А; 13 А;

б) 1,4 А; 1,9 А;

в) 1,9 А; 1,4 А

1. Электрическая плитка мощностью 1200 Вт включена в сеть с напряжением, которое изменяется по закону Определить действующее значения тока и напряжения, которые совпадают по фазе:

а) 2,74 А; 319 В;

б) 4 А; 320 В;

в) 3,5 А; 340 В