

## Практическая работа № 20

### Решение задач по теме «Работа и мощность переменного тока»

**Цель:** научиться решать задачи, используя формулы работы и мощности переменного тока.

**Место проведения:** учебная аудитория.

**Средства обучения:**

- методические рекомендации к практической работе № 20;
- калькулятор.

**Виды самостоятельной работы:**

Решение тренировочных заданий.

### Краткая теория

Мгновенное значение мощности  $p(t)$  переменного тока равно произведению мгновенных значений напряжения  $u(t) = U_0 \cos \omega t$  и силы тока  $i(t) = I_0 \cos(\omega t - \varphi)$ :

$$p(t) = U_0 \cos \omega t \cdot I_0 \cos(\omega t - 90^\circ) = I_0 U_0 \cos \omega t \cdot \cos(\omega t - 90^\circ).$$

Воспользовавшись формулой  $\cos \alpha \cdot \cos \beta = \frac{1}{2} \cos(\alpha - \beta) + \frac{1}{2} \cos(\alpha + \beta)$

получим:

$$p(t) = \frac{1}{2} U_0 I_0 \cos \varphi + \frac{1}{2} U_0 I_0 \cos(2\omega t - \varphi)$$

Практический интерес представляет среднее по времени значение мощности  $P$ . Т.к. среднее значение  $\cos(2\omega t - \varphi)$  равно нулю, то

$$P = \langle p(t) \rangle = \frac{1}{2} U_0 I_0 \cos \varphi$$

$$U_0 \cos \varphi = RI_0$$

Поэтому  $P = \langle p(t) \rangle = \frac{1}{2} R \cdot I_0^2$ . Такую же мощность развивает

постоянный ток, силой  $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ . Это значение называется действующим (или эффективным) значением силы переменного тока. Аналогично

величина  $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$  называется действующим (или эффективным) значением напряжения. С использованием действующих (или эффективных) значений тока и напряжения  $P = U_0 I_0 \cos \varphi$ . Множитель  $\cos \varphi$  называется коэффициентом мощности. Как видно из диаграммы рис. 7б, при равенстве реактивных значений сопротивлений  $X_C = X_L$  множитель  $\cos \varphi = 1$  ( $\varphi = 0$ )  $P = U_0 I_0$ , т.е. выделяющаяся в цепи мощность

имеет максимальное значение. При чисто реактивном сопротивлении цепи ( $R=0$ ) мощность, выделяемая в цепи, равна нулю. По этой причине на практике электрическую цепь переменного тока стремятся сбалансировать так чтобы значения реактивных сопротивлений  $X_C$  и  $X_L$  были как можно ближе. Для промышленных установок наименьшее допустимое значение  $\cos\varphi=0,85$ .

$$dA = I^2 R dt \text{ или } dA = I_0^2 R \sin^2 \omega t dt$$

Работа за период:

$$A = \int_0^T dA = I_0^2 R \int_0^T \sin^2 \omega t dt = I_0^2 R \int_0^T \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} dt = \frac{I_0^2 R}{2} T - \frac{I_0^2 R}{2} \int_0^T \cos 2\omega t dt = \frac{I_0^2 R T}{2}$$

Средняя мощность переменного тока  $N = \frac{A}{T} = \frac{I_0^2 R}{2}$ .

Обозначим  $\frac{I_0^2}{2} = I_{\text{эф}}^2$ , откуда эффективный (действующий) ток -

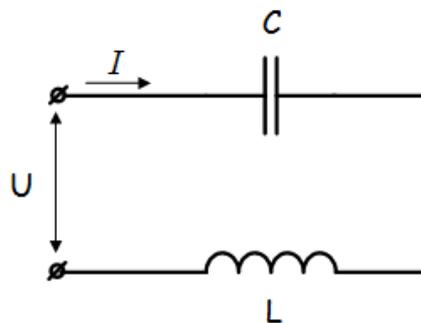
$$I_{\text{эф}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

Тогда  $N = I_{\text{эф}}^2 R$ .

Эффективная сила переменного равна силе такого постоянного тока, который имеет ту же мощность, что и данный переменный ток.

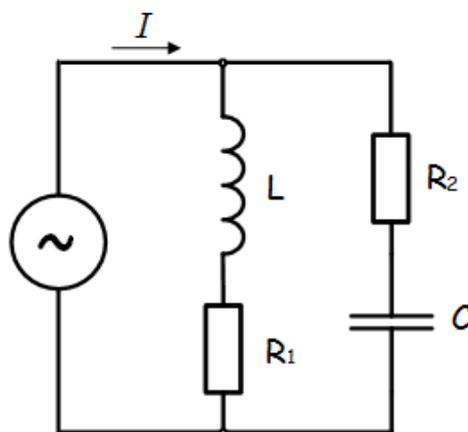
### Задания для аудиторной работы

1. В сеть переменного тока включены последовательно катушка индуктивностью 3 мГн и активным сопротивлением 20 Ом и конденсатор емкостью 30 мкФ. Напряжение  $U_C$  на конденсаторе 50 В. Определите напряжение на зажимах цепи, ток в цепи, напряжение на катушке, активную мощность.



2. В цепи как показано на схеме, подключены катушка, конденсатор и резисторы. Индуктивность катушки – 15 мГн, емкость конденсатора 20 мкФ,  $R_1=10$  Ом,  $R_2=30$  Ом. Напряжение источника 100 В, частота 100 Гц.

Определить токи в цепи, активную, реактивную и полную мощность в цепи.



### Самостоятельная работа

#### Вариант 1

#### Часть А

1. Вольтметр переменного тока, включенный в сеть, показывает напряжение 220 В. Найдите максимальное значение напряжения  $U_{\max}$  в сети.

2. Зависимость силы тока от времени в цепи имеет вид  $I = 300 \cdot \sin 100\pi t$ . Чему равна частота колебаний тока в цепи?

#### Часть В

1. Полагая, что напряжение в сети изменяется по закону синуса и начальная фаза  $\frac{\pi}{12}$ , определите мгновенное значение напряжения в момент времени  $\frac{1}{1200}$  с. Действующее напряжение 220 В, частота 50 Гц.

2. Определите количество теплоты (кДж), которое выделяется за время 10 мин в кипятильнике сопротивлением 110 Ом, включенном в сеть переменного тока, напряжение в которой изменяется по закону  $U = 311 \sin 314t$ .

#### Часть С

Рамка вращается в однородном магнитном поле. ЭДС индукции, возникающая в рамке, изменяется по закону  $\mathcal{E} = 80 \sin 100\pi t$ . Определите время одного оборота рамки.

## Вариант 2

### Часть А

1. Напряжение в цепи переменного тока изменяется по закону  $U = 200 \cdot \sin 50\pi t$ . Чему равно амплитудное значение напряжения?

2. Плоский прямоугольный проводящий виток площадью  $S$  вращается в однородном магнитном поле, совершая 5 об/с вокруг оси, перпендикулярной полю. Как изменяется ЭДС индукции в витке с течением времени, если индукция магнитного поля  $B$  Тл и в начальный момент времени плоскость витка перпендикулярна магнитному полю? Рассчитайте амплитудное значение ЭДС в витке.

### Часть В

1. Прямоугольная рамка площадью  $100 \text{ см}^2$  имеет витки в количестве 200 и вращается в однородном магнитном поле, модуль индукции которого 0,02 Тл. Ось вращения рамки перпендикулярна силовым линиям магнитного поля. Амплитудное значение ЭДС индукции, возникающей в рамке, равно 0,5 В. Определите циклическую частоту вращения рамки.

2. В начальный момент времени напряжение на клеммах генератора переменного тока равно амплитудному,  $U_0=100 \text{ В}$ . Частота переменного тока 50 Гц. Определите напряжение на клеммах генератора через  $t$  с.

### Часть С

Квадратная рамка со стороной 10 см вращается в однородном магнитном поле с угловой скоростью 300 рад/с. Модуль индукции магнитного поля 20 мТл. Сопротивление рамки 10 Ом, ось вращения рамки перпендикулярна к линиям магнитной индукции. Определите максимальную силу тока (мА) в рамке.

### Контрольные вопросы

1. Что называют мощностью переменного тока? Мгновенным значением мощности? Средним значением мощности? Коэффициентом мощности?

2. Сформулируйте определение работы переменного тока.