

**Соловьев Валерий Иванович**  
преподаватель высшей категории  
Таврический колледж  
(структурное подразделение)  
ФГАОУ ВО «Крымский  
федеральный университет  
имени В. И. Вернадского»

## **Решение типовых задач по расчету электрических цепей постоянного и переменного тока**

Изучение электротехники предусматривает овладение теоретическими знаниями и приобретение определенных практических навыков. Особая роль в этом процессе, наряду с выполнением лабораторных и практических работ, отводится решению задач, которые позволяют использовать полученные теоретические сведения по конкретным разделам и темам электротехники.

Настоящее методическое пособие предназначено для закрепления теоретического материала по разделам:

- Электрическое и магнитное поле;
- Электрические цепи постоянного тока;
- Электрические цепи переменного тока.

Пособие содержит примеры решения типовых задач по электротехнике.

### **Раздел 1. Электрическое и магнитное поле**

#### **Задача №1**

В электрическом поле при перемещении заряда  $q = 2 \cdot 10^{-4} \text{ К}$  совершена работа  $A = 0,4 \text{ Дж}$ . Определить напряжение между начальной и конечной точками пути.

**Решение:**

$$U = \frac{A}{q} = \frac{0,4}{2 \cdot 10^{-4}} = 2000 \text{ В} = 2 \text{ кВ}.$$

**Ответ:** Напряжение между начальной и конечной точками пути при перемещении заряда  $q = 2 \cdot 10^{-4} \text{ К}$  равно  $2 \text{ кВ}$ .

#### **Задача №2**

Определить напряженность магнитного поля и магнитную индукцию в точках, расположенных на расстояниях  $0,2$ ;  $0,4$  и  $1$  см от оси прямолинейного провода. Радиус провода  $r = 0,4$  см; электрический ток в проводе  $I = 50$  А и магнитная проницаемость  $\mu = 1$ .

### Решение:

Точка, лежащая на расстоянии  $0,2$  см от оси провода, находится внутри провода:

$$H_1 = \frac{I \cdot r_1}{2\pi a^2} = \frac{50 \cdot 0,002}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,004^2} = 1000 \frac{\text{А}}{\text{м}};$$

$$B_1 = \mu_0 \cdot H_1 = 4\pi \cdot 10^{-3} \cdot 2000 = 25 \text{ Зс}.$$

Точка, лежащая на расстоянии  $0,4$  см от оси провода, находится на его поверхности:

$$H_2 = \frac{I}{2\pi a} = \frac{50}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,004} = 2000 \frac{\text{А}}{\text{м}};$$

$$B_2 = \mu_0 \cdot H_2 = 4\pi \cdot 10^{-3} \cdot 2000 = 25 \text{ Зс}.$$

Точка, лежащая на расстоянии  $1$  см, лежит за пределами провода:

$$H_3 = \frac{I}{2\pi r_3} = \frac{50}{2 \cdot 3,14 \cdot 10^{-2}} = 800 \frac{\text{А}}{\text{м}};$$

$$B_3 = \mu_0 \cdot H_3 = 4\pi \cdot 10^{-3} \cdot 800 = 10 \text{ Зс}.$$

**Ответ:** Напряженность магнитного поля и магнитная индукция в точках, расположенных на расстояниях  $0,2$ ;  $0,4$  и  $1$  см от оси прямолинейного провода равна

$$H_1 = 1000 \frac{\text{А}}{\text{м}};$$

$$B_1 = 25 \text{ Зс}.$$

$$H_2 = 2000 \frac{\text{А}}{\text{м}};$$

$$B_2 = 25 \text{ Зс}.$$

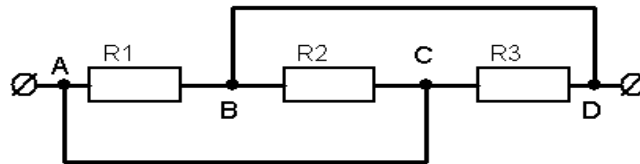
$$H_3 = 800 \frac{\text{А}}{\text{м}};$$

$$B_3 = 10 \text{ Зс}.$$

## Раздел 2. Электрические цепи постоянного тока

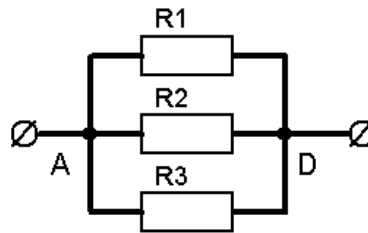
### Задача №3

Найти сопротивление между точками  $A$  и  $D$ , приведенной на рисунке электрической схемы, если каждое из трех сопротивлений равно  $1$  Ом. (Сопротивлением соединительных проводов пренебречь).



### Решение:

Так как точки  $A$  и  $C$ , а также точки  $B$  и  $D$  соединены проводниками, сопротивление которых мы не учитываем, то схему представленную в условии задачи можно заменить эквивалентной схемой.



Из нее видно, что сопротивление между точками  $A$  и  $D$  можно вычислить по формуле для параллельного соединения проводников.

$$\frac{1}{R_{AD}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{n}{R};$$

Откуда

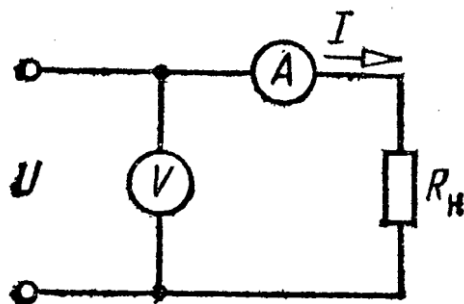
$$R_{AD} = \frac{R}{n} = \frac{1}{3} \approx 0,33 \text{ Ом.}$$

**Ответ:** Сопротивление между точками  $A$  и  $D$  равно  $R_{AD} \approx 0,33 \text{ Ом.}$

### Задача №4

Мощность, потребляемая нагрузочным сопротивлением  $R_n = 9,9 \text{ Ом}$ , измеряется с помощью вольтметра и амперметра. Вольтметр показывает  $120\text{В}$ , амперметр  $12\text{А}$ .

Считая, что показания приборов не содержат погрешностей (ошибки исключены с помощью поправок), подсчитать мощность, выделяющуюся в сопротивлении  $R_n$ . Найти погрешность измерения мощности.



### Решение:

Мощность, выделяющаяся в сопротивлении  $R_n$ , подсчитанная по показаниям приборов,

$$P_{из} = UI = 120 \cdot 12 = 1440 \text{ Вт},$$

Действительное значение этой мощности

$$P = I^2 \cdot R_n = 12^2 \cdot 9,9 = 1425,6 \text{ Вт}.$$

Абсолютная погрешность измерения

$$\Delta P = P_{из} - P = 1440 - 1425,6 = 14,4 \text{ Вт}.$$

Относительная погрешность измерения

$$\delta = \Delta P / P = 14,4 / 1425,6 = 0,0101 \approx 1\%.$$

Таким образом, проведя измерение абсолютно точными приборами, получаем значение мощности, на 1 % отличающееся от действительного. Такая погрешность, вызванная самой схемой измерения, называется систематической или методической.

Эта погрешность может быть найдена и непосредственно по известной формуле

$$\delta = R_A / R_n$$

Внутреннее сопротивление амперметра

$$R_A = \frac{U}{I} - R_n = \frac{120}{12} - 9,9 = 0,1 \text{ Ом}$$

Погрешность

$$\delta = R_A / R_n = 0,1/9,9 = 0,0101.$$

**Ответ:** Погрешность измерения мощности  $\delta = 0,0101 \approx 1\%$ .

### Задача №5

Для изготовления обмотки нагревательного прибора при напряжении 220 В и токе 2 А применяется нихромовая лента. Определить длину ленты, приняв допустимую плотность тока  $\delta = 10 \frac{a}{мм^2}$ :

$$\rho_{нихрома} = 1,1 \frac{ом \cdot мм^2}{м} - \text{удельное сопротивление нихрома.}$$

**Решение:**

$$S = \frac{I}{\delta} = \frac{2}{10} = 0,2 мм^2.$$

Сопротивление обмотки

$$r = \frac{U}{I} = \frac{220}{2} = 110 ом.$$

Определяем длину ленты

$$l = \frac{r \cdot S}{\rho} = \frac{110 \cdot 0,2}{1,1} = 20 м.$$

**Ответ:** Длина нихромовой ленты равна 20 м.

### Задача №6

Определить сопротивление медного провода линии передачи сечением  $S = 95 мм^2$ , длиной  $l = 120 км$  при температурах 0 и 20 °С.

$$\rho_{меди} = 0,0175 \frac{ом \cdot мм^2}{м} - \text{удельное сопротивление меди.}$$

$$\alpha_{меди} = 0,004 \frac{1}{^{\circ}C} - \text{температурный коэффициент меди.}$$

**Решение:**

$$r_1 = \rho \cdot \frac{l}{S};$$

так как  $\rho$  задано как раз для температуры 20° С, то, подставляя значения  $l$  и  $S$ , находим:

$$r_1 = 0,0175 \cdot \frac{120000}{95} = 21,7 ом.$$

Сопротивление провода при 0° С

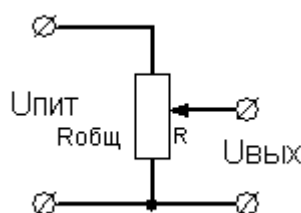
$$r_2 = r_1 \cdot \alpha \Delta \Theta = 21,7 + 21,7 \cdot 0,004 (-20 ^{\circ}C) = 20 ом.$$

**Ответ:** Сопротивление медного провода линии передачи сечением  $S = 95 \text{ мм}^2$ , длиной  $l = 120 \text{ км}$  при температурах  $0$  и  $20^\circ\text{C}$  равно  $20 \text{ ом}$ .

### Задача №7

Определить напряжение на выходе делителя напряжения, который подключен к источнику питания  $10 \text{ В}$  в следующих случаях:

- а) напряжение снимается со всего делителя напряжения;
- б) напряжения снимается с половины витков делителя напряжения;
- в) напряжение снимается с  $1/4$  витков делителя напряжения.



### Решение:

Напряжение на выходе делителя определяется по формуле:

$$U_{\text{вых}} = I \cdot R$$

С другой стороны, ток переменного резистора находится из соотношения

$$I = \frac{U_{\text{пит}}}{R_{\text{общ}}}$$

Следовательно, отношение напряжения на выходе делителя и напряжения питания пропорционально отношению сопротивлений  $R$  и  $R_{\text{общ}}$  т.е.

$$U_{\text{вых}} = \frac{R}{R_{\text{общ}}} \cdot U_{\text{пит}}$$

Отсюда находим искомые значения напряжений на выходе делителя

$$\text{а) } U_{\text{вых}} = \frac{1}{1} \cdot 10 = 10 \text{ В};$$

$$\text{б) } U_{\text{вых}} = \frac{1}{2} \cdot 10 = 5 \text{ В};$$

$$\text{в) } U_{\text{вых}} = \frac{1}{4} \cdot 10 = 2,5 \text{ В}.$$

### Ответ:

а) напряжение снимается со всего делителя напряжения

$$U_{\text{вых}} = 10 \text{ В};$$

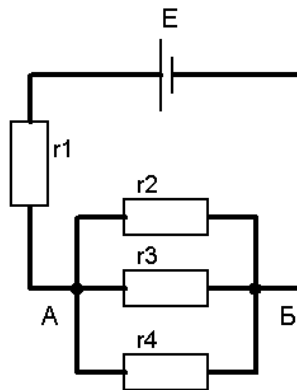
б) напряжения снимается с половины витков делителя напряжения

$$U_{\text{вых}} = 5 \text{ В};$$

в) напряжение снимается с 1/4 витков делителя напряжения  $U_{\text{вых}} = 2,5 \text{ В}$ .

### Задача №8

Определять токи и напряжения в электрической цепи, изображенной на рисунке, при следующих ее данных:  $E = 2 \text{ в}$ ;  $r_0 = 0,5 \text{ ом}$ ;  $r_1 = 3,5 \text{ ом}$ ;  $r_2 = 5 \text{ ом}$ ;  $r_3 = 100 \text{ ом}$ ;  $r_4 = 25 \text{ ом}$ .



### Решение:

Находим проводимость параллельно соединенных ветвей

$$g_{AB} = g_2 + g_3 + g_4 = \frac{1}{5} + \frac{1}{100} + \frac{1}{25} = 0,25 \frac{1}{\text{ом}},$$

откуда следует, что сопротивление этого участка

$$r_{AB} = \frac{1}{g_{AB}} = 4 \text{ ом}.$$

общее сопротивление всей цепи

$$r = r_0 + r_1 + r_{AB} = 0,5 + 3,5 + 4 = 8 \text{ ом}.$$

Ток в неразветвленной части цепи

$$I_1 = \frac{E}{r} = \frac{2}{8} = 0,25 \text{ А}.$$

Напряжение между точками АБ

$$U_{AB} = I_1 \cdot r_{AB} = 0,25 \cdot 4 = 1 \text{ В}.$$

Токи в отдельных ветвях

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{r_2} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ А};$$

$$I_3 = \frac{U_{AB}}{r_3} = \frac{1}{100} = 0,01 \text{ А};$$

$$I_4 = \frac{U_{AB}}{r_4} = \frac{1}{25} = 0,04 \text{ А}.$$

**Ответ:** токи и напряжения в электрической цепи равны:

$$U_{AB} = 1 \text{ В}.$$

$$I_1 = 0,25 \text{ A.}$$

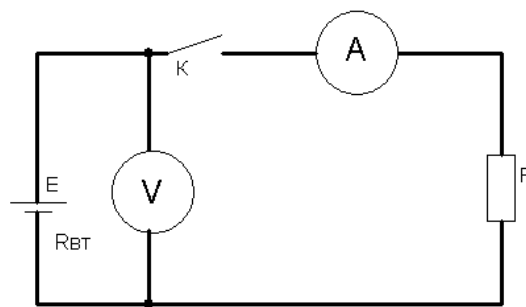
$$I_2 = 0,2 \text{ A;}$$

$$I_3 = 0,01 \text{ A;}$$

$$I_4 = 0,04 \text{ A.}$$

### Задача №9

При разомкнутом ключе К показания вольметра  $2,1 \text{ В}$ . Когда ключ замкнут, амперметр фиксирует ток  $1 \text{ А}$ . Внешнее сопротивление цепи  $R = 2 \text{ Ом}$ . Определить ЭДС источника  $E$ , внутреннее сопротивление источника  $R_{вт}$  и напряжение на зажимах источника  $U$ .



### Решение:

Когда цепь тока разорвана, вольметр, подключенный к зажимам источника, практически фиксирует значение ЭДС. Следовательно,

$$E = 2,1 \text{ В.}$$

Для определения  $R_{вт}$  необходимо воспользоваться законом Ома для всей цепи:

$$I = \frac{E}{(R_{вт} + R)},$$

Откуда

$$R_{вт} + R = \frac{E}{I} = \frac{2,1}{1} = 2,1 \text{ Ом.}$$

Так как известно, что внешнее сопротивление цепи  $R = 2 \text{ Ом}$ , то внутреннее сопротивление источника

$$R_{вт} = 2,1 - 2 = 0,1 \text{ Ом.}$$

Напряжение на зажимах источника

$$U = E - R_{вт} I$$

или

$$U = RI$$

Подставляя значения в приведенные выражения, получим

$$U = 2,1 - 0,1 \cdot 1 = 2 \text{ В};$$

$$U = 2 \cdot 1 = 2 \text{ В};$$

Применение формулы  $U = E - R_{\text{вт}} I$  предпочтительней, так как подчеркивается тот факт, что напряжение на зажимах источника меньше ЭДС, причем с увеличением тока это напряжение уменьшается.

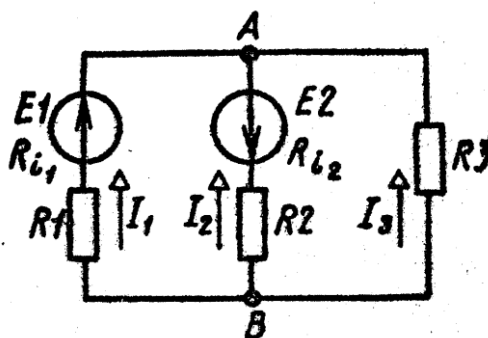
**Ответ:**  $E = 2,1 \text{ В}$ .

$R_{\text{вт}} = 0 \text{ Ом}$ .

$U = 2 \text{ В}$ ;

### Задача №10

Для электрической цепи представленной на рисунке, методом двух узлов, определить токи во всех ее ветвях. Задачу решить в общем виде, учесть, что известны следующие параметры электрической цепи:  $E_1, E_2, R_{i1}, R_{i2}, R_1, R_2, R_3$ .



**Решение:**

Решение данной задачи состоит в расчете сложной цепи переменного тока методом двух узлов. Для этого надо применительно к представленной на рисунке электрической схеме:

- 1) выбрать направления всех токов одинаковыми
- 2) найти проводимости всех ветвей, См,

$$G_1 = \frac{1}{R_1 + R_{i1}}$$

$$G_2 = \frac{1}{R_2 + R_{i2}}$$

$$G_3 = \frac{1}{R_3}$$

- 3) определить узловое напряжение  $U_{AB}$

$$U_{AB} = \frac{E_1 G_1 - E_2 G_2}{G_1 + G_2 + G_3}$$

( $E_2 G_2$  - со знаком "минус", так как  $E_2$  имеет противоположное  $I_2$  направление);

4) определить токи в ветвях;

$$I_1 = (E_1 - U_{AB})G_1$$

$$I_2 = (-E_2 - U_{AB})G_2$$

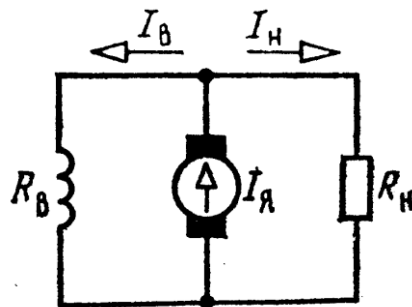
$$I_3 = (0 - U_{AB})G_3$$

5) если в результате расчетов какой – либо ток будет получен со знаком «минус», значит, его действительное направление противоположно выбранному на схеме. Действительное направление необходимо показать пунктиром на схеме.

### Задача №11

Генератор постоянного тока с параллельным возбуждением работает на нагрузку, сопротивление которой  $R_n = 5$  Ом, сопротивление обмотки якоря  $R_a = 0,2$  Ом, сопротивление обмотки возбуждения  $R_b = 230$  Ом, напряжение на зажимах генератора  $U = 230$  В.

Определить: а) ЭДС генератора; б) электромагнитную мощность; в) потери мощности в обмотках якоря и возбуждения?



**Решение:**

Токи нагрузки

$$I_n = U/R_n = 230/5 = 46A$$

возбуждения

$$I_b = U/R_b = 230/230 = 1A$$

Якоря

$$I_{\text{я}} = I_{\text{н}} + I_{\text{в}} = 46 + 1 = 47 \text{ A}$$

ЭДС генератора

$$E = U + I_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}} = 230 + 47 \cdot 0,2 = 239,4 \text{ B}$$

Электромагнитная мощность

$$P_{\text{э}} = E \cdot I_{\text{я}} = 239,4 \cdot 47 = 11251,8 \text{ Вт.}$$

Потери мощности в меди обмотки якоря

$$P_{\text{мя}} = I_{\text{я}}^2 \cdot R_{\text{я}} = 47^2 \cdot 0,2 = 441,8 \text{ Вт}$$

Потери мощности в меди обмотки возбуждения

$$P_{\text{мв}} = I_{\text{в}}^2 \cdot R_{\text{в}} = 1^2 \cdot 230 = 230 \text{ Вт}$$

Добавочные потери в соответствии ГОСТом составляют 1 % от полезной мощности генератора

$$P_{\text{доб}} = 0,01 UI_{\text{н}} = 0,01 \cdot 230 \cdot 46 = 105,8 \text{ Вт}$$

Потери в щеточных контактах

$$P_{\text{к}} = 2\Delta UI_{\text{я}} = 2 \cdot 0,5 \cdot 47 = 47 \text{ Вт}$$

**Ответ:** ЭДС генератора  $E = 239,4 \text{ B}$ ; электромагнитную мощность  $P_{\text{э}} = 11251,8 \text{ Вт}$ ; потери мощности в обмотках якоря  $P_{\text{мя}} = 441,8 \text{ Вт}$  и возбуждения  $P_{\text{мв}} = 230 \text{ Вт}$ .

## Задача №12

Чему равны одинаковые электрические токи, протекающие в двух параллельных проводах, которые расположены на расстоянии,  $a = 20 \text{ см}$  друг от друга, если на каждый метр провода действует сила  $F_0 = 100 \text{ н/м}$ ?

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} - \text{магнитная постоянная.}$$

$$\text{Для воздуха } \mu = 1$$

**Решение:**

$$I^2 = \frac{F_0 2\pi a}{\mu\mu_0} = \sqrt{\frac{100 \cdot 2\pi \cdot 0,2}{4\pi \cdot 10^{-7}}} = 10000A.$$

**Ответ:** Электрические токи, протекающие в двух параллельных проводах, которые расположены на расстоянии,  $a = 20$  см равны  $10000A$ .

### Задача №13

Три конденсатора, емкости которых  $C_1 = 20$  мкф,  $C_2 = 25$  мкф и  $C_3 = 30$  мкф, соединяются последовательно. Определить общую емкость.

**Решение:**

Записываем формулу для определения общей емкости трех последовательно соединенных конденсаторов.

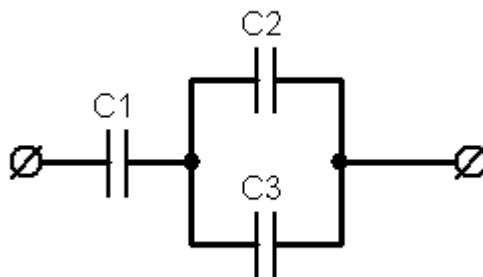
$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{20} + \frac{1}{25} + \frac{1}{30} = 0,05 + 0,04 + 0,033 = 0,123.$$

$$C_{\text{общ}} = \frac{1}{0,123} = 8,13 \text{ мкф}.$$

**Ответ:** Общая емкость трех конденсаторов, соединенных последовательно равна  $8,13$  мкф.

### Задача №14

Определите емкость батареи конденсаторов, если емкость первого конденсатора  $C_1 = 1$  мкФ, второго -  $C_2 = 2$  мкФ, третьего -  $C_3 = 4$  мкФ.



**Решение:**

Конденсаторы  $C_2$  и  $C_3$  соединены параллельно, поэтому их общая емкость

$$C_{2,3} = C_2 + C_3;$$

Конденсатор  $C_1$  соединен последовательно с  $C_{2,3}$ . По формуле последовательного соединения конденсаторов имеем:

$$\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{2,3}};$$

$$C_{\text{общ}} = \frac{C_1 \cdot C_{2,3}}{C_1 + C_{2,3}} = \frac{C_1 \cdot (C_2 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3} = \frac{1 \cdot (2 + 4)}{1 + 2 + 4} = \frac{6}{7} = 0,86 \text{ мкФ}.$$

**Ответ:**  $C_{\text{общ}} = 0,86 \text{ мкФ}.$

### Задача №15

Три одинаковых конденсатора соединены параллельно в батарею. Определите емкость батареи, если известно, что при подключении аккумулятора ( $U = 2 \text{ В}$ ) на обкладках каждого конденсатора накапливается заряд, равный  $10^{-9} \text{ Кл}$ .

#### Решение:

При параллельном соединении конденсаторов имеем:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 3 C_1$$

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

Следовательно,

$$C = 3 C_1 = 3 \frac{q_1}{U},$$

$$\text{т. к. } C_1 = \frac{q_1}{U}; \quad C = 3 \cdot \frac{10^{-9}}{2} = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}.$$

**Ответ:** Емкость батареи конденсаторов равна  $C = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}.$

### Задача №16

Три конденсатора  $C_1, C_2, C_3$  емкостью  $2 \text{ мкФ}$  каждый соединены параллельно. Определить их общую емкость.

#### Решение:

Записываем формулу для определения общей емкости трех параллельно соединенных конденсаторов. Но, так как, емкость всех трех конденсаторов одинакова то, можно воспользоваться, более простой формулой.

$$C_{\text{общ}} = 3 \cdot C_k = 3 \cdot 2 = 6 \text{ мкФ}.$$

**Ответ:** Общая емкость трех конденсаторов, соединенных параллельно равна  $6 \text{ мкФ}$ .

### Задача №17

Пространство между плоскопараллельными металлическими пластинам заполнено парафинированной бумагой. Определить допустимое и пробивное напряжения между пластинами при условии, что допустимое напряжение должно быть меньше пробивного в 2,5 раза. Расстояние между пластинами  $d = 0,1 \text{ мм}$ .

$\varepsilon_{пр} = 10^4 \frac{\text{В}}{\text{мм}}$  – пробивная напряженность парафинированной бумаги.

#### Решение:

Пробивное напряжение:

$$U_{пр} = \varepsilon_{пр} \cdot d = 10^4 \cdot 0,1 = 1000 \text{ В.}$$

Допустимое напряжение

$$U = \frac{U_{пр}}{2,5} = \frac{1000}{2,5} = 400 \text{ В.}$$

**Ответ:** Пробивное напряжение между пластинами равно  $1000 \text{ В}$ .

Допустимое напряжение по условию задачи должно быть меньше пробивного в 2,5 раза и равно  $400 \text{ В}$ .

## Раздел 3. Электрические цепи переменного тока

### Задача №18

Электротехническое устройство с потребляемой мощностью  $50 \text{ Вт}$  и напряжением питания  $110 \text{ В}$  нужно включить в сеть переменного напряжения  $220 \text{ В}$  частотой  $50 \text{ Гц}$ . Найти емкость конденсатора, который необходимо подключить последовательно данному устройству, чтобы скомпенсировать избыточное напряжение.

#### Решение:

Для решения задачи необходимо определить ток и напряжение компенсирующего конденсатора, что позволит найти его реактивное сопротивление, а следовательно, и емкость. Поэтому ток в цепи не должен превышать

$$I = \frac{P}{U_{\text{ном}}} = \frac{50}{110} = 0,455 \text{ A.}$$

Напряжение на конденсаторе должно быть равно векторной разности напряжений питания и нагрузки:

$$U_c = \sqrt{U_{\text{ном}}^2 - U_n^2} = \sqrt{220^2 - 110^2} = 191 \text{ B.}$$

Зная напряжение и ток конденсатора, находим его реактивное сопротивление:

$$X_c = \frac{U_c}{I} = \frac{191}{0,455} = 420 \text{ Ом.}$$

По известной формуле для определения емкостного сопротивления

$$X_c = \frac{1}{\omega C};$$

находим искомую емкость конденсатора

$$C = \frac{1}{\omega X_c} = \frac{1}{(2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 420)} = 7,6 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} = 7,6 \text{ мкФ.}$$

**Ответ:** Емкость конденсатора, который необходимо подключить последовательно данному устройству, чтобы скомпенсировать избыточное напряжение  $C = 7,6 \text{ мкФ}$ .

### Задача №19

В электрическую цепь переменного тока напряжением  $U = 220 \text{ В}$ , частотой

$f = 50 \text{ Гц}$  включена катушка с индуктивностью  $L = 0,0127 \text{ Гн}$  и активным сопротивлением  $R_A = 3 \text{ Ом}$ .

Определить:

- 1) реактивное сопротивление катушки;
- 2) ток в катушке;
- 3) активную мощность катушки;
- 4) реактивную мощность катушки;
- 5) энергию, запасаемую в магнитном поле катушки.

### Решение:

$$X_L = \omega L = 2\pi fL = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,0127 = 4 \text{ Ом};$$

$$Z = \sqrt{R_A^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ Ом};$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{5} = 44 \text{ А};$$

$$P = U_A \cdot I = I^2 \cdot R_A = 44^2 \cdot 3 = 1936 \cdot 3 = 5808 \text{ Вт};$$

$$\sin \varphi = \frac{X_L}{Z} = \frac{4}{5} = 0,8;$$

$$Q = UI \sin \varphi = 220 \cdot 44 \cdot 0,8 = 7744 \text{ Вар};$$

$$W_{LM} = LI^2 = 0,0127 \cdot 44^2 = 24,59 \text{ дж.}$$

**Ответ:**  $X_L = 4 \text{ Ом};$   
 $Z = 5 \text{ Ом};$   
 $I = 44 \text{ А};$   
 $P = 5808 \text{ Вт};$   
 $\sin \varphi = 0,8;$   
 $Q = 7744 \text{ Вар};$   
 $W_{LM} = 24,59 \text{ дж.}$

### Задача №20

К генератору переменного электрического тока с напряжением  $U = 240 \text{ В}$  и частотой  $f = 50 \text{ Гц}$  присоединен конденсатор с емкостью  $C = 40 \text{ мкф.}$

Определить: 1) реактивное сопротивление емкости  $X_C$ ;  
 2) ток в электрической цепи;  
 3) реактивную мощность цепи  $Q_L$ ;  
 4) максимальную энергию, запасаемую в электрическом поле конденсатора  $W_{CM}$ .

### Решение:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{10^6}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 40} \approx \frac{10^6}{12500} = 80 \text{ Ом.}$$

$$I = \frac{U}{X_C} = \frac{240}{80} = 3 \text{ А.}$$

$$Q_L = U \cdot I = 240 \cdot 3 = 720 \text{ Вар.}$$

$$W_{CM} = C \cdot U^2 = 40 \cdot 10^{-6} \cdot 240^2 = 2,7 \text{ дж.}$$

**Ответ:** Реактивное сопротивление емкости  $X_C = 80 \text{ Ом.}$

Ток в электрической цепи  $I = 3 \text{ А};$

Реактивная мощность цепи  $Q_L = 720 \text{ Вар};$

Максимальная энергия, запасаемая в электрическом поле конденсатора  $W_{CM} = 2,7 \text{ дж.}$

### Задача №21

В электрическую цепь переменного тока напряжением  $U = 220 \text{ В}$ , частотой

$f = 50 \text{ Гц}$  включена катушка с индуктивностью  $L = 25,5 \text{ мГн}$  и активным сопротивлением  $R_A = 6 \text{ Ом}$ .

Определить:  $X_L$ ;  $Z$ ;  $U_A$ ;  $U_P$ ;  $\cos\varphi$ .

**Решение:**

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,0255 = 8 \text{ Ом};$$

$$Z = \sqrt{R_A^2 + X_L^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ Ом};$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{10} = 22 \text{ А};$$

$$U_A = I R = 22 \cdot 6 = 132 \text{ В};$$

$$U_P = U_L = I \cdot X_L = 22 \cdot 8 = 176 \text{ В};$$

$$\cos \varphi = \frac{R_A}{Z} = \frac{6}{10} = 0,6.$$

**Ответ:**  $X_L = 8 \text{ Ом};$

$$Z = 10 \text{ Ом};$$

$$I = 22 \text{ А};$$

$$U_A = 132 \text{ В};$$

$$U_P = U_L = 176 \text{ В};$$

$$\cos \varphi = 0,6.$$

### Задача №22

В электрическую сеть напряжением 220В включено 16 одинаковых электрических ламп мощностью по 100Вт каждая. Определить необходимое сечение медного провода, соединяющего эти электрические лампочки.

Площадь поперечного сечения  
медного провода, мм<sup>2</sup>

0,50

0,75

1,0

Наиболее допустимый  
электрический ток, А

10

13

15

**Решение:**

Полная мощность

$$P = P_{\text{лампы}} \cdot 16 = 100 \cdot 16 = 1600 \text{ Вт}.$$

Ток в проводе

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1600}{220} = 7,273 \text{ А}.$$

По таблице, приведенной в условии задачи, выбираем сечение провода;

$$S = 0,50 \text{ мм}^2.$$

**Ответ:** Сечение медного провода, необходимое для подключения 16 одинаковых электрических ламп мощностью по 100Вт каждая в электрическую сеть напряжением 220В равно 0,50 мм<sup>2</sup>.

### Задача №23

Генератор переменного тока, используемый для получения переменной электродвижущей силы, имеет частоту вращения 2800 об/мин. Определить частоту, период и угловую частоту электрического тока, возникающего при подключении генератора к нагрузке, если число пар полюсов генератора равно 6.

#### Решение:

Частота электрического тока генератора

$$f = pn/60 = 6 \cdot 2800/60 = 280 \text{ Гц.}$$

Период

$$T = 1/f = 1/280 = 0,0036 \text{ с}$$

и угловая частота

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 280 = 1750 \text{ 1/с.}$$

**Ответ:** Частота электрического тока равна  $f = 280 \text{ Гц}$ ,  
период электрического тока равен  $T = 0,0036 \text{ с}$ ,  
угловая частота электрического тока равна  $\omega = 1750 \text{ 1/с}$ .

### Задача №24

В электрическую цепь переменного тока напряжением  $U = 220 \text{ В}$ , частотой

$f = 50 \text{ Гц}$  включена катушка с индуктивностью  $L = 25,5 \text{ мГн}$  и активным сопротивлением  $R_A = 6 \text{ Ом}$ ;  $I = 22 \text{ А}$ ;  $U_A = 132 \text{ В}$ ;  $\cos \varphi = 0,6$ .

Определить:

- 1) максимальную мощность в активном сопротивлении  $P_{Am}$ ;
- 2) активную мощность;
- 3) реактивную мощность;
- 4) полную мощность.

#### Решение:

$$P_{Am} = 2 U_A I = 2 \cdot 132 \cdot 22 = 5808 \text{ Вт.}$$
$$P = UI \cos \varphi = 220 \cdot 22 \cdot 0,6 = 2904 \text{ Вт.}$$

$$Q = UI \sin \varphi = 220 \cdot 22 \cdot 0,8 = 3872 \text{ Вар.}$$

$$S = UI = 220 \cdot 22 = 4840 \text{ ВА.}$$

**Ответ:**  $P_{\text{Ам}} = 5808 \text{ Вт.}$

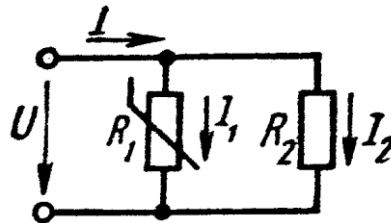
$$P = 2904 \text{ Вт.}$$

$$Q = 3872 \text{ Вар.}$$

$$S = 4840 \text{ ВА.}$$

### Задача №25

Лампа накаливания включена параллельно с линейным резистором  $R_2 = 30 \text{ Ом.}$



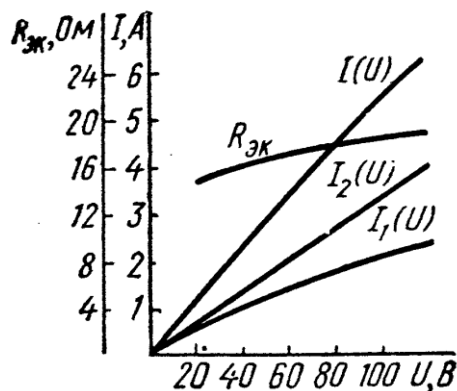
Построить зависимость эквивалентного сопротивления  $R_{\text{эк}}$  цепи от напряжения  $U$  на его зажимах.

Методом последовательных приближений определить напряжение  $U$  при токе в неразветвленной части цепи  $I = 5 \text{ А.}$  Вольт-амперная характеристика лампы задана в таблице.

|      |   |     |     |     |      |      |     |
|------|---|-----|-----|-----|------|------|-----|
| U, В | 0 | 20  | 40  | 60  | 80   | 100  | 120 |
| I, А | 0 | 0,6 | 1,1 | 1,5 | 1,85 | 2,15 | 2,4 |

### Решение:

Построим вольт-амперные характеристики элементов цепи.



На рисунке:  $I(U)$  — характеристика лампы и  $I_2(U)$  — характеристика резистора  $R_2$ . Сложив ординаты этих характеристик при различных значениях напряжения, получим вольт-амперную характеристику всей цепи, т. е. зависимость тока в неразветвленной части цепи от приложенного напряжения  $I(U)$ . Эквивалентное сопротивление схемы найдем как отношение  $R_{эк} = U/I$  для различных значений приложенного напряжения. Результаты вычислений приведены на графике представленном на рисунке.