

Задание:

1. Записать тему «Резонанс напряжений.
Резонанс токов»
2. Решить задачи
3. Сделать фотографию проделанной работы
и прикрепить в Дневник.ру

3.6. Резонанс напряжений

Электрический резонанс – совпадение частоты собственных электрических колебаний в замкнутом контуре с частотой колебаний электрического тока, передаваемого внешним источником энергии.

Резонансом напряжений называется режим, при котором в цепи с последовательным соединением индуктивного и емкостного сопротивлений напряжение на входе совпадает по фазе с током. Условие резонанса напряжений следующее:

$$L\omega = \frac{1}{C\omega} \quad \text{или} \quad x_L = x_C$$

При резонансе напряжений векторная диаграмма представлена на рис. 21, а, а график изменения тока от изменения емкости конденсатора (или индуктивности катушки) может иметь вид (рис. 21, б):

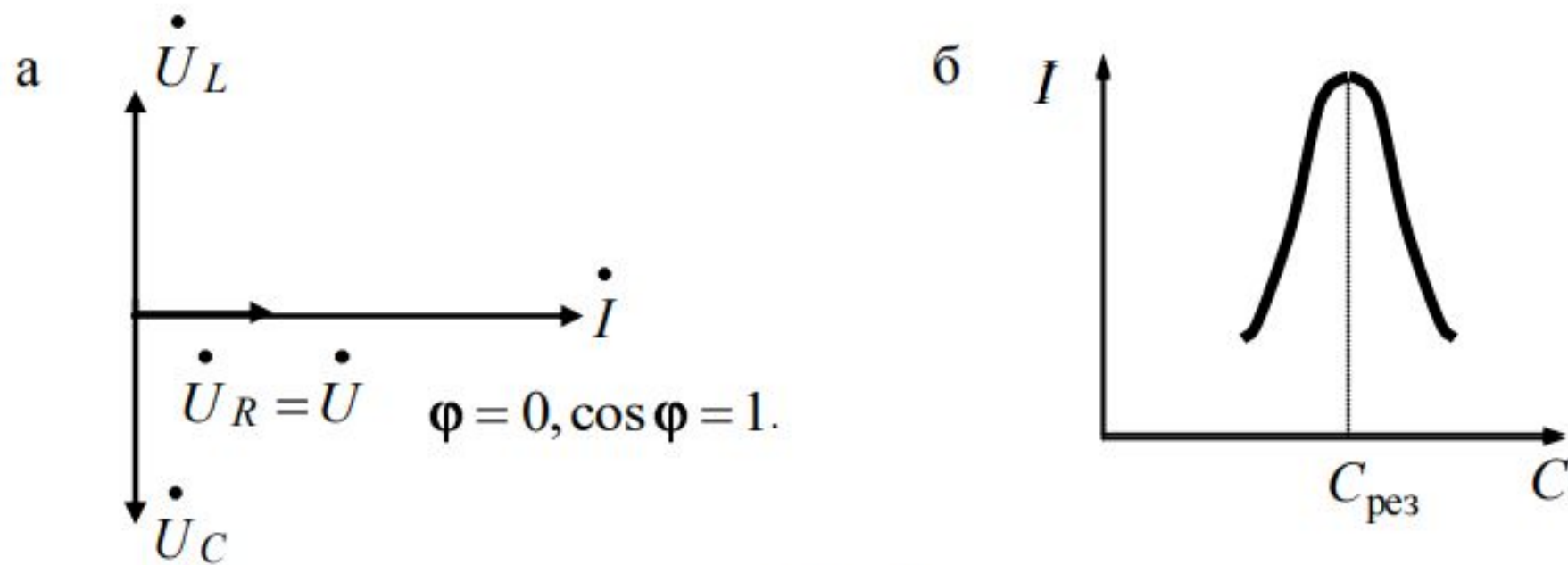


Рис. 21

Как следствие из условия резонанса напряжений, можно отметить следующее:

- ток в цепи в точке резонанса – максимальный;
- угол сдвига фаз $\varphi = 0$, т. е. цепь ведет себя как цепь, имеющая только активное сопротивление;
- $\cos \varphi = 1$;
- напряжения на отдельных участках цепи переменного тока с последовательным соединением L - и C -элементов могут значительно превышать напряжение на входе (что невозможно в цепях постоянного тока), так как напряжения на L - и C -элементах находятся в противофазе ($\psi_{U_C} = \psi_{U_L} + \pi$) и их сумма меньше каждого в отдельности.

В электроэнергетических устройствах в большинстве случаев резонанс напряжений – явление нежелательное именно потому, что входные напряжения установок могут в несколько раз превышать их рабочие напряжения; однако в радиотехнике и автоматике резонанс напряжений часто применяется для настройки цепей на заданную частоту.

3.8. Резонанс токов

Явление резонанса токов наступает в цепи с параллельным соединением R -, L - и C -элементов при условии равенства индуктивной и емкостной проводимостей

$$b_L = b_C.$$

Векторная диаграмма при резонансе токов представлена на рис. 24, а, а график изменения тока в цепи от изменения емкости конденсатора (или индуктивности катушки) может иметь вид, представленный на рис. 24, б.

При этом цепь ведёт себя как цепь, имеющая только активное сопротивление. При резонансе токов обмен реактивной энергией происходит только между катушкой индуктивности и конденсатором, а от генератора в цепь поступает лишь одна активная энергия, поглощаемая активным сопротивлением.

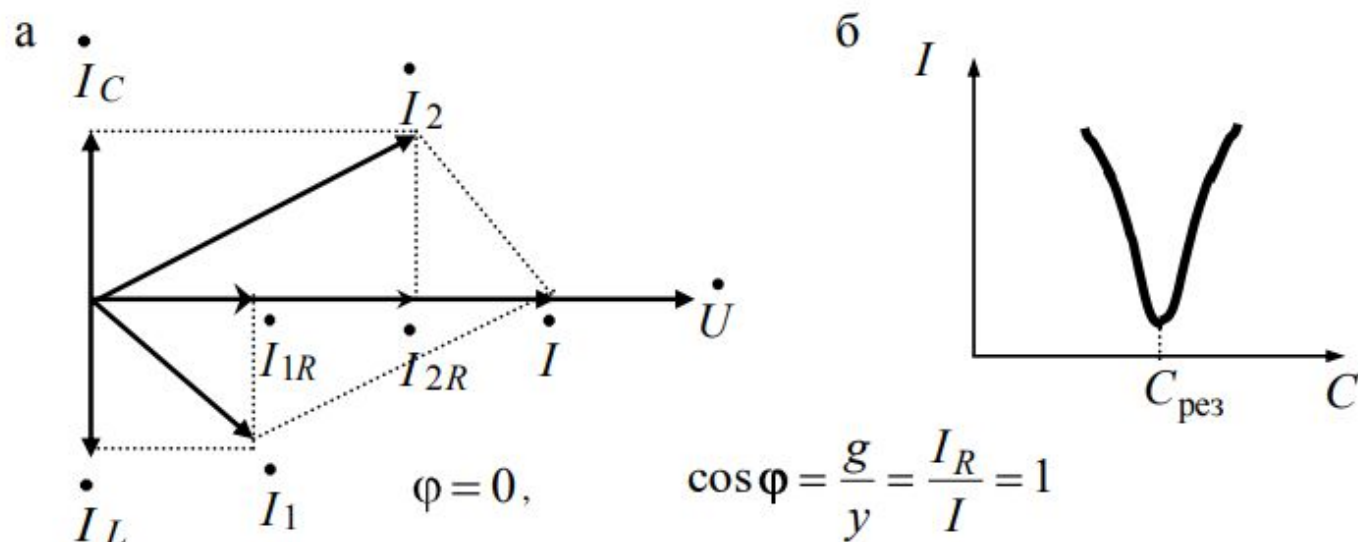


Рис. 24

Как следствие из условия резонанса токов можно отметить следующее:

– ток в цепи при резонансе минимальный

$$I = U \sqrt{g^2 + b_L - b_C}, \text{ а так как } b_L = b_C, \text{ то } I = U g;$$

– угол сдвига фаз между полным током и напряжением в цепи равен нулю ($\varphi = 0$), следовательно, $\cos \varphi = 1$;

– ток неразветвлённого участка цепи может быть значительно меньше токов ветвей, так как реактивные составляющие токов находятся в противофазе и их сумма может быть меньше каждого тока в отдельности.

Резонанс токов в отличие от резонанса напряжений – явление безопасное для электроэнергетических установок. Резонанс токов широко применяется для повышения коэффициента мощности предприятий, а также находит применение в радиотехнических устройствах.

3.9. Мощность в цепи однофазного переменного тока

Активная мощность P определяет энергетический режим пассивного двухполюсника, т. е. среднюю скорость необратимого преобразования электрической энергии в другие виды энергии во всех резистивных элементах приемника. Измеряется в ваттах (Вт).

$$P = UI \cos \varphi; \quad P = I^2 R = U^2 g.$$

Реактивная мощность Q характеризует интенсивность обмена энергией между источником и совокупностью индуктивных и емкостных элементов приемника. Измеряется в единицах – вар (вольт-ампер реактивный).

$$Q = UI \sin \varphi; \quad Q = I^2 x = U^2 b.$$

Треугольник мощностей можно получить из треугольника напряжений (см. рис. 20, б), мысленно умножив его стороны на ток, или из треугольника токов (см. рис. 23), умножив его стороны на напряжение. На рис. 25 представлен треугольник мощностей на комплексной плоскости.

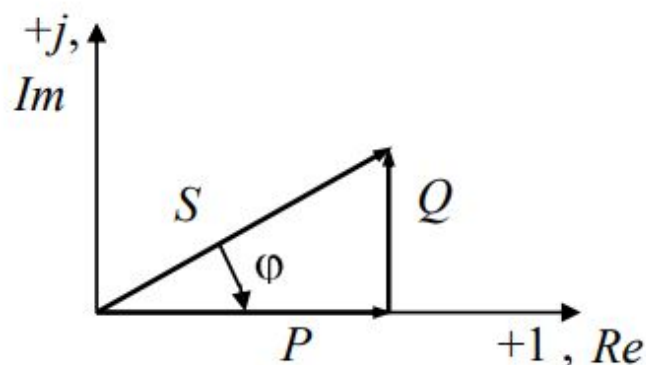


Рис. 25

Здесь полная мощность

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2};$$

активная мощность

$$P = S \cos \varphi;$$

реактивная мощность

$$Q = S \sin \varphi;$$

коэффициент мощности

$$\cos \varphi = P / S.$$

Коэффициент мощности ($\cos \varphi = P/S$) является важным эксплуатационным параметром, который показывает, какая доля электрической энергии может быть преобразована в другие виды энергии (тепловую, световую, механическую, химическую, лучистую и т. д.).

Решить задачи:

5.1. Укажите единицы измерения в системе СИ.

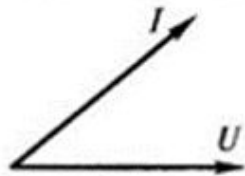
Период переменного тока T _____

Частота переменного тока f _____

Угловая частота переменного тока ω _____

5.19. Определите ток в обмотке электромагнита, включенного в сеть напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Индуктивность обмотки 0,2 Гн (активным сопротивлением можно пренебречь).

5.21. Какие элементы содержит электрическая цепь, характеризуемая векторной диаграммой, изображенной на рис. 5.7?



- а) конденсатор;
- б) катушку индуктивности;
- в) резистор и катушку индуктивности;
- г) резистор и конденсатор.

5.22. Определите напряжение, которое необходимо приложить к зажимам катушки, чтобы в ней протекал ток 2 А, если активное сопротивление катушки $R = 6$ Ом, а индуктивное сопротивление $X_L = 8$ Ом. Постройте векторную диаграмму напряжений.