

52 Цепь синусоидального тока с активным сопротивлением

Рассмотрим цепь с идеальным резистивным элементом R (рис. 9.2).

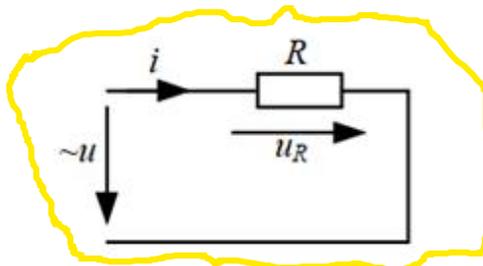


Рис. 9.2. Схема электрической цепи с активным элементом

Если к резистивному элементу R подвести синусоидальное напряжение $u = U_m \sin(\omega t + \psi_u)$, то через него пройдет ток i .

Согласно закону Ома, ток в любой момент времени, протекающий по сопротивлению R , определяется выражением

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m \sin(\omega t + \psi_u)}{R} = I_m \sin(\omega t + \psi_u), \quad (9.1)$$

где $I_m = \frac{U_m}{R}$ – амплитуда тока.

Из выражения (9.1) следует, что при синусоидальном напряжении, приложенном к активному сопротивлению, протекающий ток также синусоидальный и имеет начальную фазу, равную начальной фазе напряжения. Угол сдвига по фазе – угол между вектором тока и вектором напряжения, определяемый разностью начальных фаз напряжения и тока $\varphi = \psi_u - \psi_i$, на рассматриваемом участке равен нулю.

В цепи синусоидального тока с резистором R не только мгновенные значения напряжения, тока, но и соответственно амплитудные и действующие значения связаны между собой законом Ома:

$$u = iR; U_m = I_m R; U = IR.$$

Пользуясь величиной проводимости $g = \frac{1}{R}$, получаем

$$I_m = gU_m; I = gU.$$

Ток и напряжение совпадают по фазе

В комплексной форме соотношения между векторами записывают в следующем виде:

$$\dot{U}_m = \dot{I}_m R; \quad \dot{U} = \dot{I}R.$$

Комплекс тока \dot{I} совпадает по фазе с комплексом напряжения \dot{U} (рис. 9.4).

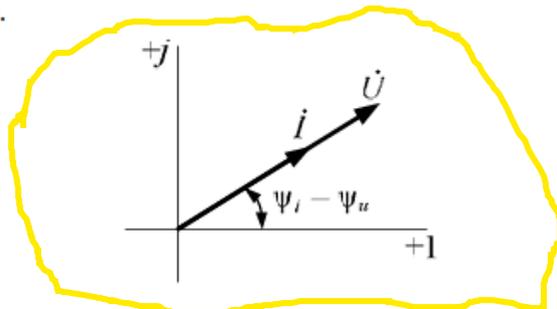
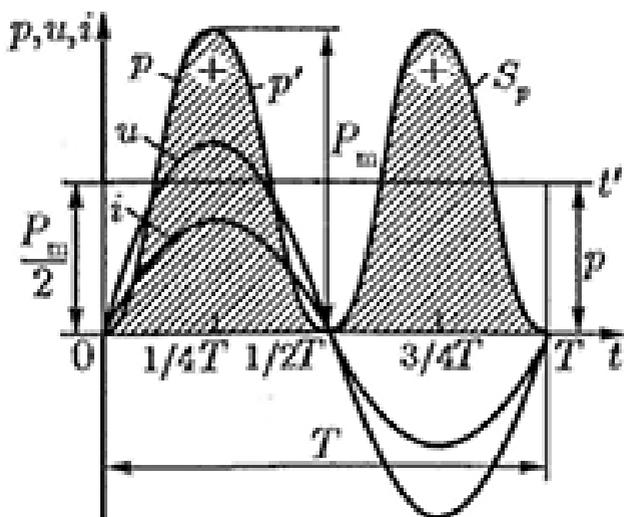


Рис. 9.4. Векторная диаграмма напряжения и тока для участка цепи с активным сопротивлением

Мгновенная мощность, поступающая в сопротивление:

$$p = ui = U_m I_m \sin^2(\omega t + \psi_u) = UI [1 - \cos(2\omega t + \psi_u)], \quad (9.2)$$

имеет постоянную составляющую UI и косинусоидальную функцию $UI \cos(2\omega t + \psi)$ с амплитудой UI и удвоенной угловой частотой.



той 2ω . Как следует из выражения (9.2), мгновенная мощность в течение полупериода изменяется от 0 до $2UI$ (см. рис. 9.3).

Среднее значение мгновенной мощности за период называют активной мощностью:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p dt = \frac{1}{T} \int_0^T [UI - \cos(2\omega t + \psi_u)] dt = UI.$$

Для участка цепи с активным сопротивлением активную мощность определяют по формуле

$$P = UI = I^2 R.$$

Активная мощность измеряется в ваттах ($1 \text{ Вт} = 1 \text{ ВА}$).

Энергия поступает в активное сопротивление волнами и полностью поглощается.