

77 Диаграмма и треугольник мощностей катушки индуктивности

Энергия поступает в катушку с двойной частотой, частично запасается в магнитном поле и частично теряется в активном сопротивлении. Запас возвращается источнику. На диаграмме видно, что когда напряжение и ток совпадают по направлению, катушка потребляет энергию, когда противоположны – отдаёт.

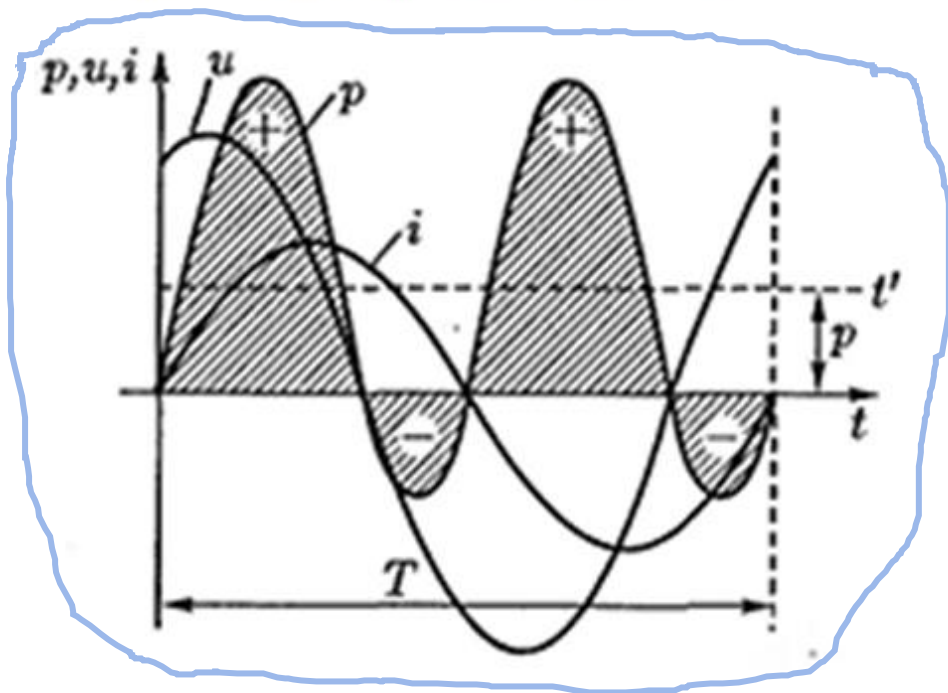
Треугольник мощностей подобен треугольникам напряжений и сопротивлений. Косинус угла между активной мощностью P и полной мощностью S – коэффициент мощности – показывает, какая её часть полной мощности идёт на совершение работы.

Рассмотрим энергетическое состояние цепи, содержащей активное сопротивление и индуктивность.

Мгновенная мощность в рассматриваемой цепи

$$p = ui = U_m \sin(\omega t + \varphi) I_m \sin \omega t = UI \cos \varphi - UI \cos(2\omega t + \varphi). \quad (9.8)$$

Очевидно, что мгновенная мощность изменяется не по синусоидальному закону с двойной частотой (рис. 9.14).



Мгновенную мощность (9.8) можно рассматривать как сумму двух составляющих: постоянной $UI \cos \varphi$ и синусоидальной изменяющейся с двойной частотой.

В определенные части периода (см. рис. 9.14), когда направления тока и напряжения совпадают, мгновенная мощность положительна. В это время энергия поступает от источника к потребителю, где преобразуется на активном элементе в тепловую энергию, и накапливается на индуктивном элементе магнитная энергия. В небольшой период времени (см. рис. 9.14) мгновенная мощность отрицательна (направления тока и напряжения противоположны). Накопленная энергия в магнитном поле возвращается обратно источнику. Таким образом, в цепи наряду с преобразованием электрической энергии в тепловую происходит обмен электроэнергией между источником питания и катушкой.

Среднее значение мгновенной мощности за период

$$P_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T [UI \cos \varphi - UI \cos (2\omega t + \varphi)] dt = UI \cos \varphi.$$

Средняя мощность равна постоянной составляющей мгновенной мощности, всегда положительна. Она характеризует интенсивность передачи энергии от источника к приемнику и преобразование в другие виды энергии, т. е. активный необратимый процесс. Поэтому среднюю мощность называют активной мощностью:

$$P = UI \cos \varphi.$$

Единица измерения – ватт (Вт).

Поскольку $U \cos \varphi = U_a = IR$, то активную мощность можно определить как $P = I^2 R$.

Обмен энергией количественно оценивается реактивной индуктивной мощностью $Q_L = U_L I$.

Так как реактивная составляющая напряжения $U_L = U \sin \varphi$, то реактивная индуктивная мощность

$$Q_L = UI \sin \varphi.$$

Реактивная мощность измеряется в варах (вар).

ВольтАмпер реактивный

Поскольку $U \sin \varphi = U_L = IX_L$, реактивную мощность можно определить $Q_L = I^2 X_L$.

Произведение действующих значений напряжения и тока называют *полной мощностью* S :

$$S = UI.$$

Единица измерения полной мощности – вольт-ампер (ВА).

Применение различных названий единиц измерения мощности позволяет определить, какая мощность рассматривается: активная, реактивная или полная.

Активная, реактивная и полная мощности графически изображаются сторонами прямоугольного треугольника мощностей (рис. 9.15).

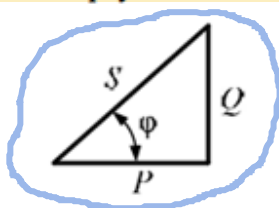


Рис. 9.15. Треугольник мощностей

Из треугольника мощностей следует, что *полная мощность*

$$S = \sqrt{P^2 + Q_L^2}.$$

Активная мощность $P = S \cos \varphi$, откуда следует, что $\cos \varphi = \frac{P}{S}$.

Отношение активной мощности к полной называют *коэффициентом мощности*. В цепях синусоидального тока он численно равен косинусу угла сдвига фаз.

Коэффициент мощности показывает, какая часть полной мощности идет на совершение работы. Коэффициент мощности имеет важное экономическое значение, о котором будет сказано ниже.