

Индуктивный элемент позволяет учитывать явление наведения ЭДС, изменяющимся во времени магнитным потоком, и явление накопления энергии в магнитном поле реальных элементов электрической цепи. Его характеризуют зависимостью потокосцепления Ψ от тока i (вебер-амперной характеристикой) или индуктивностью L . На электрических схемах индуктивный элемент изображают, как показано на рис. 3.6, а. На схеме замещения реальную индуктивную катушку можно представить в виде последовательно соединенных индуктивного и резистивного элементов.

Выделим индуктивный элемент (рис. 3.6, а). Положительные направления тока i через него, ЭДС самоиндукции e_L и напряжение на нем u_L указаны на рис. 3.6, а. Если b то a . Определим разность потенциалов между точками a и b . При перемещении от точки b к точке a идем встречно ЭДС e_L поэтому $u_{ab} = u_L = u = -e_L$.

$$u_{ab} = u_L = u = -e_L.$$

u Дальнейшем напряжение на индуктивном элементе будем обозначать u или, просто, и без индекса

$$u = \omega L I_m \sin(\omega t + 90^\circ) = U_m \sin(\omega t + 90^\circ);$$

$$U_m = \omega L I_m.$$

Произведение ωL обозначается X_L , называется индуктивным сопротивлением и измеряется в омах (Ом):

$$X_L = \omega L.$$

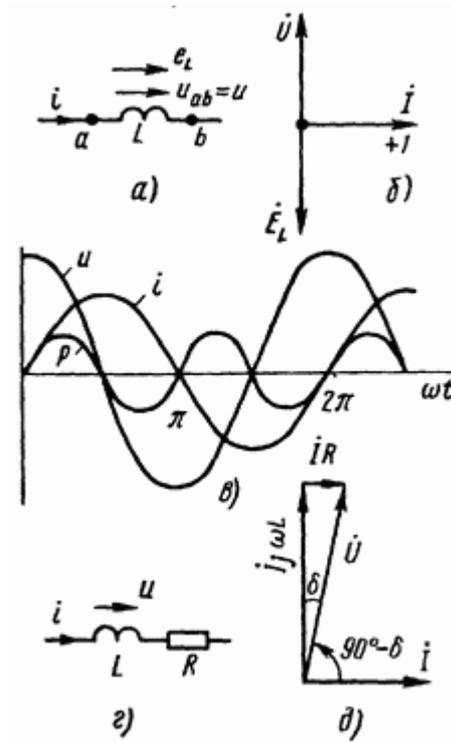


Рис. 3.6

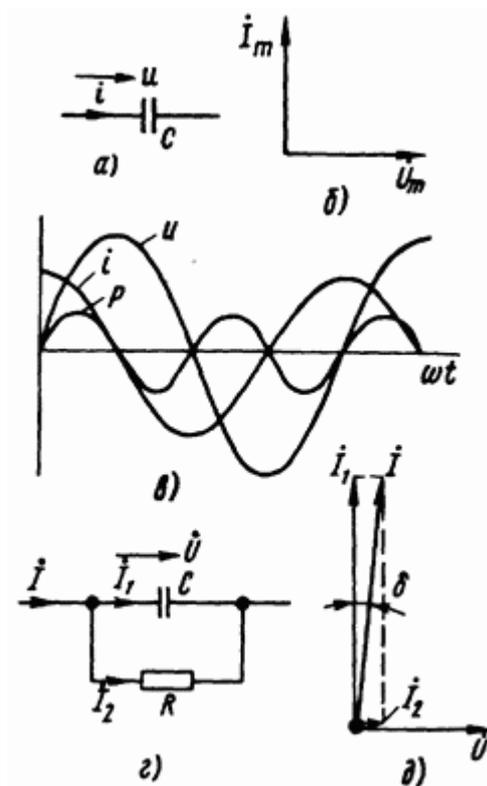


Рис. 3.7

Таким образом, индуктивный элемент (индуктивная катушка, у которой ^[14] при синусоидальном токе обладает сопротивлением, модуль которого ^[15] прямо пропорционален частоте ^[16] [см. (3.16)] — на рис. 3.6, б вектор напряжений U

опережает вектор тока [17] на 90° . Комплекс ЭДС самоиндукции [18] находится в противофазе с комплексом напряжений [19]

Графики мгновенных значений [20] изображены на рис. 3.6,в.

Мгновенная мощность

$$p = ui = U_m \cos \omega t I_m \sin \omega t = \frac{U_m I_m}{2} \sin 2\omega t$$

проходит через нулевое значение, когда через нуль проходит либо [21], либо [22]. За первую четверть периода, когда [23] положительны, [24] также положительна. Площадь, ограниченная кривой [25] и осью абсцисс за это время, представляет собой энергию, которая взята от источника питания на создание энергии магнитного поля в индуктивной катушке. Во вторую четверть периода, когда ток в цепи уменьшается от максимума до нуля, энергия магнитного поля отдается обратно источнику питания, при этом мгновенная мощность отрицательна. За третью четверть периода у источника снова забирается энергия, за четвертую отдается и т. д. Следовательно, энергия периодически то забирается индуктивной катушкой от источника, то отдается ему обратно.

Падение напряжения на реальной индуктивной катушке равно сумме напряжений на L и на R (рис. 3.6, (9)). Как видно из этого рисунка, угол между напряжением U на катушке и током [26] равен [27], причем [28] где [29] — добротность реальной индуктивной катушки. Чем больше [30], тем меньше [31].