

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В электротехнике переменный ток применяется более широко, чем постоянный. Это связано с возможностью легко преобразовать его для передачи на расстояние и потребления в народном хозяйстве.

Переменным током называют ток, который изменяется во времени по величине и направлению. Чаще всего переменный ток в электротехнике может быть однофазным и трёхфазным.

Переменный однофазный синусоидальный ток В технике широко используются процессы, изменяющиеся по периодическому закону. Однофазный синусоидальный ток представляет собой переменный ток, изменяющийся во времени по периодическому закону, каковым является синусоидальный закон (его называют ещё гармонический закон). График его представлен в виде колебательного процесса на рис. 3.1.

В таком процессе мгновенные значения тока повторяются через равные промежутки времени T . В этом случае закон изменения синусоидального тока выражается функцией вида

$$i = I_m \sin(t + kT)$$

где i – мгновенное значение тока, т. е. значение тока в данный момент времени; I_m – максимальное значение тока, называемое амплитудой; T – период колебания тока, т. е. интервал времени в секундах (с), за которое совершается одно полное колебание; k – любое целое число.

На основе понятия периода T вводится понятие частоты f , $\frac{1}{c}$

$$f = \frac{1}{T} \quad (3.1)$$

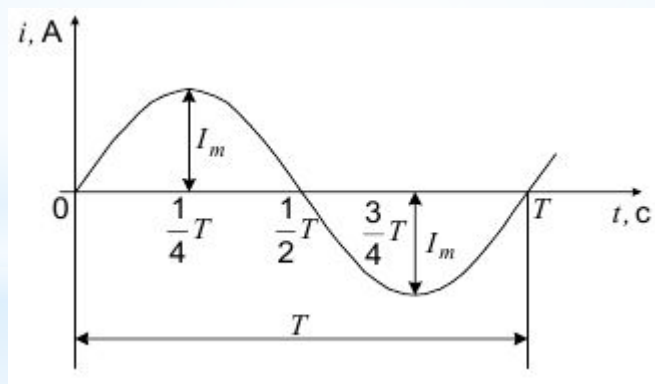


Рис. 3.1. Волновая диаграмма однофазного синусоидального тока

Частота – это число периодов колебаний какого либо процесса (тока, напряжение и др.) за одну секунду. Измеряется частота в герцах (Гц). И так $1 \text{ Гц} = 1/\text{с}$.

В теории электротехники ось времени (ось аргумента) часто представляют не в секундах (единица времени), а в углах. Для их измерения используют безразмерную радианную величину.

В результате введения понятия круговой частоты ω график синусоидального тока в виде волновой диаграммы (см. рис. 3.3) можно изобразить через радианное измерение (рис. 3.3).

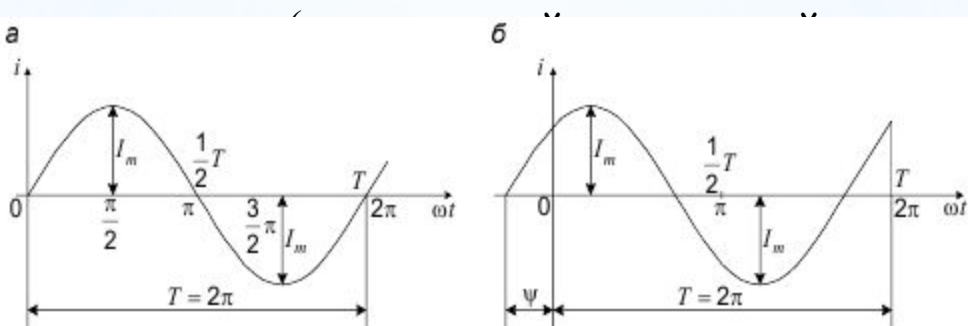


Рис. 3.3. График синусоидального тока в виде волновой диаграммы

В этом случае закон изменения синусоидального тока выражается функцией вида:

$$i = I_m \sin \omega t \quad \text{— для рис. 3.3, а } (\psi = 0);$$

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi) \quad \text{— для рис. 3.3, б } (\psi \neq 0).$$

Анализируя выражения представленных на рис. 3.3 а и б функций, вводим понятия:

1) фаза или аргумент синуса – величина $(\omega t + \psi)$. Фаза характеризует состояние колебания, т. е. она даёт возможность определить численное значение величины колебания процесса в данный момент времени t ;

2) значение фазы при $t = 0$, когда $\omega t + \psi = \omega \cdot 0 + \psi = \psi$, называется начальной фазой и обозначается ψ .

При радианном измерении аргумента синуса ωt в течение времени T фаза тока увеличивается на 2π . Поэтому круговая частота ω показывает на сколько радиан изменится фаза тока за 1 с.

Таким образом, любая синусоидально изменяющаяся функция определяется тремя величинами: амплитудой, угловой частотой и начальной фазой.

Характеристики синусоидальных величин

Действующее значение синусоидально изменяющейся величины переменного тока и напряжения

Кроме понятий мгновенного и максимального значений тока и напряжения, существует понятие их действующего значения.

Например, действующее значение I синусоидального тока $i = I_m \sin \omega t$ численно равно значению такого постоянного тока, который за время, равное периоду синусоидального тока, выделяет на сопротивлении R такое же количество теплоты, что и синусоидальный ток.

Действующее значение тока ещё называют эффективным или среднеквадратичным. Его определяют из выражения

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_m^2 \sin^2 \omega t d\omega t} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m.$$

Аналогично определяют действующее значение напряжения

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,707 U_m$$

Среднее значение синусоидально изменяющейся величины переменного тока и напряжения

Под средним значением синусоидального переменного тока понимают среднее его значение за полпериода и определяют из выражения

$$I_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} i dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t d\omega t = \frac{2}{\pi} I_m = 0,638 I_m$$

Аналогично определяется среднее значение переменного напряжения

$$U_{cp} = \frac{2}{\pi} U_m = 0,638 U_m$$

Коэффициент амплитуды и формы

Коэффициент амплитуды представляет собой отношение амплитуды периодически изменяющейся функции к её действующему значению.

Так, для синусоидального тока

$$K_a = \frac{I_m}{I} = \sqrt{2} = 1,41$$

Коэффициент формы – это отношение действующего значения периодически изменяющейся функции к её среднему значению за полпериода.

Так, для синусоидального тока

$$K_f = \frac{I}{I_{cp}} = \frac{I_m}{\frac{2I_m}{\pi}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1,11$$

Коэффициенты амплитуды K_a и формы K_f для несинусоидальных периодических токов и напряжений будут не равны своим значениям для синусоидальной функции, т.е. $K_a \neq 1,41$ и $K_f \neq 1,11$. Отличие K_a от 1,41 и K_f от 1,11 позволяет судить о том, насколько несинусоидальный ток или напряжение отличается (искажается) от синусоидального.