

Тема 4.2.1. Переменный ток.

Переменным называется любой электрический ток, изменяющийся с течением времени. Однако, в промышленности наибольшее распространение получил ток, периодически изменяющийся по гармоническому закону. Именно его обычно переменным.

Рассмотрим работу генератора переменного тока. Простейший генератор представляет собой плоскую проволочную рамку (ротор), вращающуюся в магнитном поле постоянного магнита (статора) с постоянной угловой скоростью ω .

Магнитный поток, проходящий через поверхность, ограниченную рамкой

$$\Phi = BS \cos \alpha; \quad \alpha = \omega t + \varphi_0$$

$\Phi_m = BS$ – максимальное значение магнитного потока.

$$\Phi = \Phi_m \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$$

Магнитный поток изменяется по гармоническому закону.

Из закона электромагнитной индукции

$$\mathcal{E}_i = -\Phi'(t) = -\left(\Phi_m \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)t\right)' = -\Phi_m (-\sin(\omega t + \varphi_0)) \cdot \omega = \omega \Phi_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_0);$$

$$\omega \Phi_m = \mathcal{E}_m;$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Если замкнуть рамку на нагрузку, то согласно закону Ома

$$I_i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{\mathcal{E}_m \sin(\omega t + \varphi_0)}{R} = I_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$I = I_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

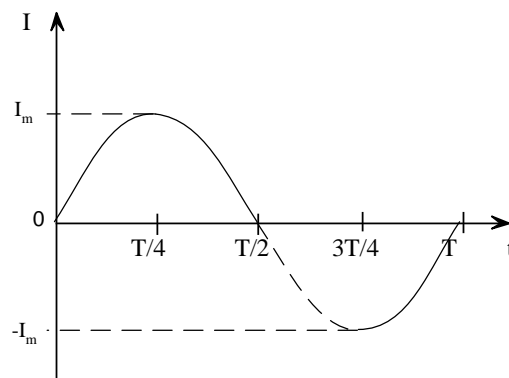
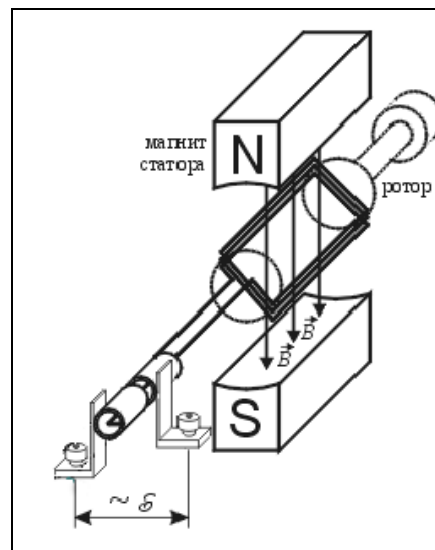


График переменного тока

Аналогично гармоническим колебаниям.

I – мгновенное значение силы тока;

I_m – амплитуда силы тока;

$\omega t + \varphi_0$ – фаза колебаний;

φ_0 – начальная фаза;

$$\omega = 2\pi\nu; \quad \nu = \frac{1}{T}$$

ω – циклическая частота (1/с)

ν – частота (линейная) (Гц);

T – период колебаний (с).

Уравнение переменного напряжения

$$U = U_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$

Фаза напряжения в общем случае может не совпадать с фазой силы тока. Однако если в цепи стоит только активное сопротивление R , фазы колебаний напряжения и силы тока будут одинаковы.

Действующее значение переменного тока. Мощность переменного тока.

За основу для измерения переменного тока принимают его тепловое действие.

Действующим (эффективным) значением переменного тока называется такое значение постоянного тока, при протекании которого в цепи выделяется такая же мощность, что и при протекании переменного тока

$$Q = I^2 R \Delta t \Rightarrow P = \frac{Q}{\Delta t} = I^2 R$$

$$P_{\text{пост.}} = \bar{P}_{\text{перем.}}; \quad (1)$$

$P_{\text{пост.}} = I^2 R$, причем I – действующее значение.

$$\bar{P}_{\text{перем.}} = \overline{I_{\text{перем.}}^2} \cdot R = I_m^2 \overline{\sin^2 \omega t} \cdot R; \quad \overline{\sin^2 \omega t} = \frac{1 - \overline{\cos 2\omega t}}{2} = \frac{1}{2}; \quad \bar{P}_{\text{перем.}} = \frac{I_m^2 R}{2};$$

Подставляя полученные значения в выражение (1), получаем

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_m$$

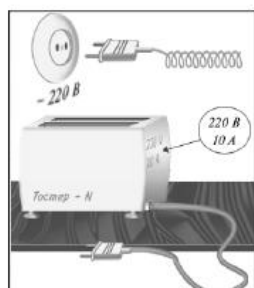
Аналогично:

$$\begin{aligned} U &= 0,707 \cdot U_m \\ \mathcal{E} &= 0,707 \cdot \mathcal{E}_m \end{aligned}$$

$I; U; \mathcal{E}$ – действующие значения.

$I_m; U_m; \mathcal{E}_m$ – амплитуды.

$$P_{\text{перем.}R} = I^2 \cdot R = I \cdot U$$



Большинство электроизмерительных приборов переменного тока градуируются именно в действующих значениях