Действующее значение переменного тока - это значение постоянного тока, при котором за период переменного тока в проводнике выделяется столько же теплоты, сколько и при переменном токе.

Под средним значением синусоидально изменяющейся величины понимают ее среднее значение за полпериода. Среднее значение тока

$$I_{ср} = \frac{1}{T/2}\int_0^{T/2} I_m \sin \omega t \mathrm{d}t = \frac{2}{\pi} I_m ,$$

т. е. среднее значение синусоидального тока составляет $\boxed{1}$ от амплитудного. Аналогично, $\boxed{2}$

Широко применяют понятие действующего значения синусоидально изменяющейся величины (его называют также эффективным или среднеквадратичным). Действующее значение тока

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

Следовательно, действующее значение синусоидального тока равно 0,707 от амплитудного. Аналогично,

$$E = E_m/\sqrt{2} \quad \text{и} \quad U = U_m/\sqrt{2} .$$

Можно сопоставить тепловое действие синусоидального тока с тепловым действием постоянного тока, текущего то же время по тому же сопротивлению.

Количество теплоты, выделенное за один период синусоидальным током,

$$\int_0^T R i^2 \mathrm{d}t = R I_m^2 \frac{T}{2} .$$

Выделенная за то же время постоянным током теплота равна $\boxed{3}$ Приравняем их:

$$R I_m^2 \frac{T}{2} = R I_{пост}^2 T \quad \text{или} \quad I_{пост} = I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} .$$

Таким образом, действующее значение синусоидального тока $\boxed{4}$ численно равно значению такого постоянного тока, который за время, равное периоду синусоидального тока, выделяет такое же количество теплоты, что и синусоидальный ток.

Для установления эквивалентности переменного тока в отношении энергии и мощности, общности методов расчета, а также сокращения вычислительной работы изменяющиеся непрерывно во времени токи. ЭДС и напряжения заменяют эквивалентными неизменными во времени величинами. Действующим или эквивалентным значением называется такой неизменный во времени ток, при котором выделяется в резистивном элементе с активным сопротивлением r за период то же количество энергии, что и при действительном изменяющемся синусоидально токе.

Энергия за период, выделяющаяся в резистивном элементе при синусоидальном токе,

$$w = \int_0^T i^2 r\, dt = \int_0^T I_m^2 \sin^2 \omega t\, r\, dt..$$

При неизменном во времени токе энергия

$$W = I^2 r T$$

Приравняв правые части

$$I^2 r T = \int_0^T I_m^2 \sin^2 \omega t\, r\, dt,.$$

получим действующее значение тока

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

Таким образом, действующее значение тока меньше амплитудного в $\sqrt{2}$ раз.

Аналогично определяют действующие значения ЭДС и напряжения:

$$E = E_m / \sqrt{2}, \quad U = U_m / \sqrt{2}.$$

Действующему значению тока пропорциональна сила, действующая на ротор двигателя переменного тока, подвижную часть измерительного прибора и т. д. Когда говорят о значениях напряжения, ЭДС и тока в цепях переменного тока, имеют в виду их действующие значения. Шкалы измерительных приборов переменного тока отградуированы соответственно в действующих значениях тока и напряжения. Например, если прибор показывает 10 А, то это значит, что амплитуда тока

$$I_m = \sqrt{2} I = 1{,}41 \cdot 10 = 14{,}1 \text{ А},$$

и мгновенное значение тока

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi) = 14{,}1 \sin(\omega t + \psi).$$

При анализе и расчет выпрямительных устройств пользуются средними значениями тока, ЭДС и напряжения, под которыми понимают среднее арифметическое значение соответствующей величины за полпериода (среднее значение за период, как известно, равно нулю):

$$E_{ср} = \frac{2}{T}\int_0^{T_2} E_m \sin \omega t\, dt = \frac{2E_m}{T\omega}\int_0 \sin \omega t\, d\omega t = \frac{2E_m}{T\omega}\left|\cos \omega t\right|_{\pi}^{0} = \frac{2E_m}{\pi} = 0{,}637 E_m.$$

Аналогично можно найти средние значения тока и напряжения:

$$I_{ср} = 2I_m/\pi; \quad U_{ср} = 2U_m/\pi.$$

Отношение действующего значения к среднему значению какой-либо периодически изменяющейся величины называется коэффициентом формы кривой. Для синусоидального тока

$$K_ф = \frac{E}{E_с} = \frac{I}{I_{ср}} = \frac{U}{U_{ср}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1{,}11.$$

Переменный синусоидальный ток в течение периода имеет различные мгновенные значения. Естественно поставить вопрос, какое же значение тока будет измеряться амперметром, включенным в цепь? При расчетах цепей переменного тока, а также при электрических измерениях неудобно пользоваться мгновенными или амплитудными значениями токов и напряжений, а их средние значения за период равны нулю. Кроме того, об электрическом эффекте периодически изменяющегося тока (о количестве выделенной теплоты, о совершенной работе и т. д.) нельзя судить по амплитуде этого тока. Наиболее удобным оказалось введение понятий так называемых **действующих значений тока и напряжения**. В основу этих понятий положено тепловое (или механическое) действие тока, не зависящее от его направления.

Действующее значение переменного тока - это значение постоянного тока, при котором за период переменного тока в проводнике выделяется столько же теплоты, сколько и при переменном токе.

Для оценки действия, производимого переменным током, мы сравним его действия с тепловым эффектом постоянного тока.

Мощность P постоянного тока I, проходящего через сопротивление r, будет $P = P^2r$.

Мощность переменного тока выразится как средний эффект мгновенной мощности I^2r за целый период или среднее значение от $(Im \times \sin\omega t)^2 \times r$за то же время.

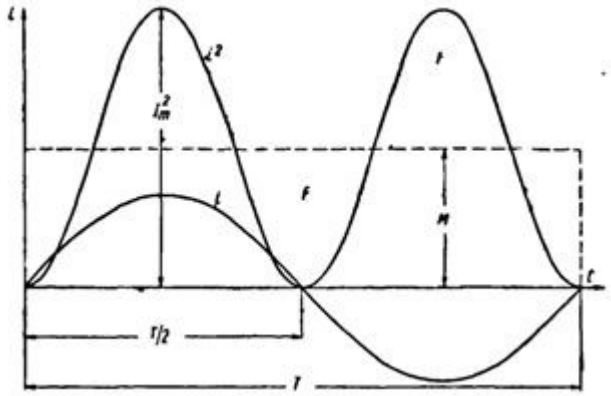
Пусть среднее значение t2 за период будет M. Приравнивая мощность постоянного тока и мощность при переменном токе, имеем: $I^2r = Mr$, откуда $I = \sqrt{M}$,

Величина I называется действующим значением переменного тока.

Среднее значение i2 при переменном токе определим следующим образом.

Построим синусоидальную кривую изменения тока. Возведя в квадрат

каждое мгновенное значение тока, получим кривую зависимости P от времени.



Действующее значение переменного тока

Обе половины этой кривой лежат выше горизонтальной оси, так как отрицательные значения тока (-i) во второй половине периода, будучи возведены в квадрат, дают положительные величины.

Построим прямоугольник с основанием T и площадью, равной площади, ограниченной кривой i^2 и горизонтальной осью. Высота прямоугольника M будет соответствовать среднему значению P за период. Это значение за период, вычисленное при помощи высшей математики, будет равно$1/2I^2m$. Следовательно, $M = 1/2I^2m$

Так как действующее значение I переменного тока равно $I = \sqrt{M}$, то окончательно $I = Im / \sqrt{2}$

Аналогично зависимость между действующим и амплитудным значениями для напряжения U и E имеет вид:

$$U = Um / \sqrt{2}, E= Em / \sqrt{2}$$

Действующие значения переменных величин обозначаются прописными буквами без индексов (I, U, E).

На основании сказанного выше можно сказать, что **действующее значение переменного тока равно такому постоянному току, который, проходя через то же сопротивление, что и переменный ток, за то же время выделяет такое же количество энергии.**

Электроизмерительные приборы (амперметры, вольтметры), включенные в цепь переменного тока, показывают действующие значения тока или напряжения.

При построении векторных диаграмм удобнее откладывать не амплитудные, а действующие значения векторов. Для этого длины векторов уменьшают в $\sqrt{2}$ раз. От этого расположение векторов на диаграмме не изменяется.