

Получение переменного тока

До конца XIX в. использовались только источники постоянного тока - химические элементы и генераторы. Это ограничивало возможности передачи электрической энергии на большие расстояния. Как известно, для уменьшения потерь в линиях электропередачи необходимо использовать очень высокое напряжение. Однако получить достаточно высокое напряжение от генератора постоянного тока практически невозможно. Проблема передачи электрической энергии на большие расстояния была решена только при использовании переменного тока и трансформаторов.

Переменный ток имеет ряд преимуществ по сравнению с постоянным: генератор переменного тока значительно проще и дешевле генератора постоянного тока; переменный ток можно трансформировать; переменный ток легко преобразуется в постоянный; двигатели переменного тока значительно проще и дешевле, чем двигатели постоянного тока.

В принципе переменным током можно назвать всякий ток, который с течением времени изменяет свою величину, но в технике переменным током называют такой ток, который периодически изменяет и величину, и направление. Причем среднее значение силы такого тока за период T равно нулю.

Периодическим переменный ток называется потому, что через промежутки времени, кратные T , характеризующие его физические величины принимают одинаковые значения. Русское название «переменный» не вполне точно отражает это обстоятельство (более точен английский термин «alternating» - чередующийся). При изучении электричества и электротехники вам встретятся различные токи, которые изменяются (не периодически) по величине, а не по направлению - они переменными в указанном смысле не являются. Например, токи замыкания и размыкания цепей постоянного тока, содержащих индуктивности и (или) емкости, нельзя считать переменными.

В электротехнике наибольшее распространение получил синусоидальный переменный ток, т. е. ток, величина которого изменяется по закону синуса (или косинуса), обладающий рядом достоинств по сравнению с другими периодическими токами.

Переменный ток промышленной частоты получают на электростанциях с помощью генераторов переменного тока (трехфазных синхронных генераторов). Это довольно сложные электрические машины, которые мы будем изучать в конце курса электротехники. Сейчас мы рассмотрим только физические основы их действия, т.е. идею получения переменного тока.

Пусть в однородном магнитном поле постоянного магнита равномерно вращается с угловой скоростью ω рамка площадью S (рис. 4.1).

Магнитный поток через рамку

$$\Phi = BS \cos \alpha,$$

где α - угол между нормалью к рамке \vec{n} и вектором магнитной индукции \vec{B} .

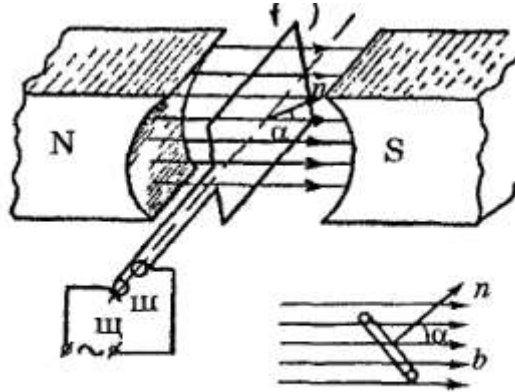


Рис. 4.1

Поскольку при равномерном вращении рамки угловая скорость $\omega = \alpha / t$, то угол α будет изменяться по закону $\alpha = \omega t$, и формула примет вид

$$\Phi = BS \cos \omega t$$

Величину ω также называют **круговой частотой**.

Величину $\omega = (2\pi / T) t = 2\pi f t$, стоящую под знаком синуса или косинуса, называют **фазой колебаний**, описываемых этими функциями. Фаза определяет значение ЭДС в любой момент времени t . Фаза измеряется в градусах или в радианах.

Величина f называется **частотой** колебаний, и она связана с круговой частотой соотношением $\omega = (2\pi / T) t = 2\pi f$.

Время T одного полного изменения ЭДС (это время одного оборота рамки) называют периодом ЭДС. Изменение ЭДС со временем может быть изображено на временной диаграмме (рис. 4.2).

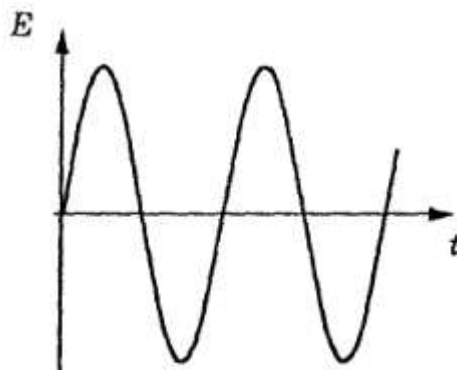


Рис. 4.2

Частота колебаний связана с периодом соотношением $f = 1 / T$.

Если период измеряется в секундах, то частота в **герцах** (Гц).

В большинстве стран, включая Россию, промышленная частота переменного тока составляет 50 Гц (в США и Японии - 60 Гц).

Величина промышленной частоты переменного тока обусловлена технико-экономическими соображениями. Если она слишком низка, то увеличиваются габариты электрических машин и, следовательно, расход материалов на их изготовление; заметным становится мигание света в электрических лампочках. При слишком высоких частотах увеличиваются потери энергии в сердечниках электрических машин и трансформаторах. Поэтому наиболее оптимальными оказались частоты 50-60 Гц. Однако в некоторых случаях используются переменные токи как с более высокой, так и с более низкой частотой. Например, в самолетах применяется частота 400 Гц. На этой частоте можно значительно уменьшить габариты и вес трансформаторов и электромоторов, что для авиации более существенно, чем увеличение потерь в сердечниках. На железных дорогах используют переменный ток с частотой 25 Гц и даже 16,66 Гц.