

### Вращающееся магнитное поле.

Ценным свойством всех многофазных систем переменного тока является простота получения вращающегося магнитного поля. Это постоянное по величине магнитное поле, вращающееся внутри электрической машины вокруг ее оси. На использовании вращающегося магнитного поля основано устройство электрических машин переменного тока.

Чтобы понять принцип образования вращающегося магнитного поля, рассмотрим рисунок 8.5, на котором условно изображены катушки трех фаз, сдвинутые в пространстве на 120 градусов. Положительное направление оси первой катушки с началом "А" и концом "Х" обозначено через "+1", положительное направление второй катушки "В-У" – через "+2" и положительное направление оси третьей "С-З" через "+3". Условимся ток в фазе двигателя считать положительным, если он направлен от начала к концу катушки, при этом создаваемый ток магнитный поток в соответствии с правилом правого винта будет направлен по оси катушки в положительном направлении.

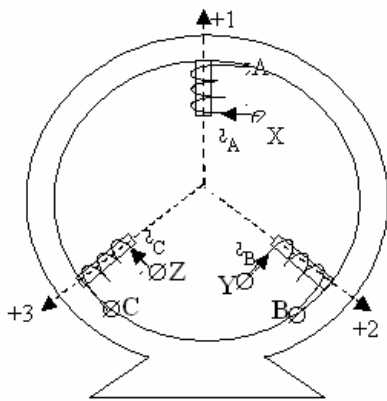


Рис.8.5.

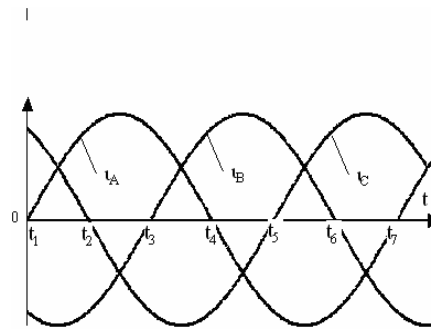


Рис. 8.6,а.

Если магнитная цепь машины не насыщена, то мгновенное значение потока, создаваемого током катушки пропорционально мгновенному значению тока, т.е.

$$\Phi = \frac{i \cdot W}{R_M},$$

где  $W$  - число витков в фазе катушки,  $R_M$  – сопротивление магнитному потоку.

На рисунке 8.6,а представлена симметричная трехфазная система токов в фазах А, В, С:

$$\begin{aligned} i_A &= I_m \sin \omega t, \\ i_B &= I_m \sin(\omega t - 120^\circ), \\ i_C &= I_m \sin(\omega t - 240^\circ), \end{aligned}$$

где  $\omega = 2\pi f_1$ , а  $f_1$  – частота питающей сети.

Ток, проходя по катушке создает переменный магнитный поток, направленный по оси катушки в положительном или отрицательном направлении. Мгновенное значение результирующего потока машины равно сумме мгновенных значений потоков фаз, т.е.

$$\Phi = \Phi_A + \Phi_B + \Phi_C$$

Построим теперь векторы потоков для моментов времени  $t_1 \div t_6$  как показано на рисунке 8.6,б.

В момент  $t_1$  ток  $i_A = 0$ , (рис. 8.6,а) следовательно,  $\Phi_A(t_1) = 0$ , т.к.  $i_B$  в момент  $t_1$  отрицательный, то  $\Phi_B(t_1)$  направлен по оси катушки СУ в отрицательном направлении. Поскольку  $i_C$  в это же время положительный, то  $\Phi_C(t_1)$  направлен по оси катушки CZ в положительном направлении. Поскольку  $|i_B(t_1)| = |i_C(t_1)|$ , что следует из свойства симметричной трехфазной системы токов, то  $|\Phi_B(t_1)| = |\Phi_C(t_1)|$  и вектор  $\Phi(t_1)$  направлен по горизонталь-

ной оси влево.

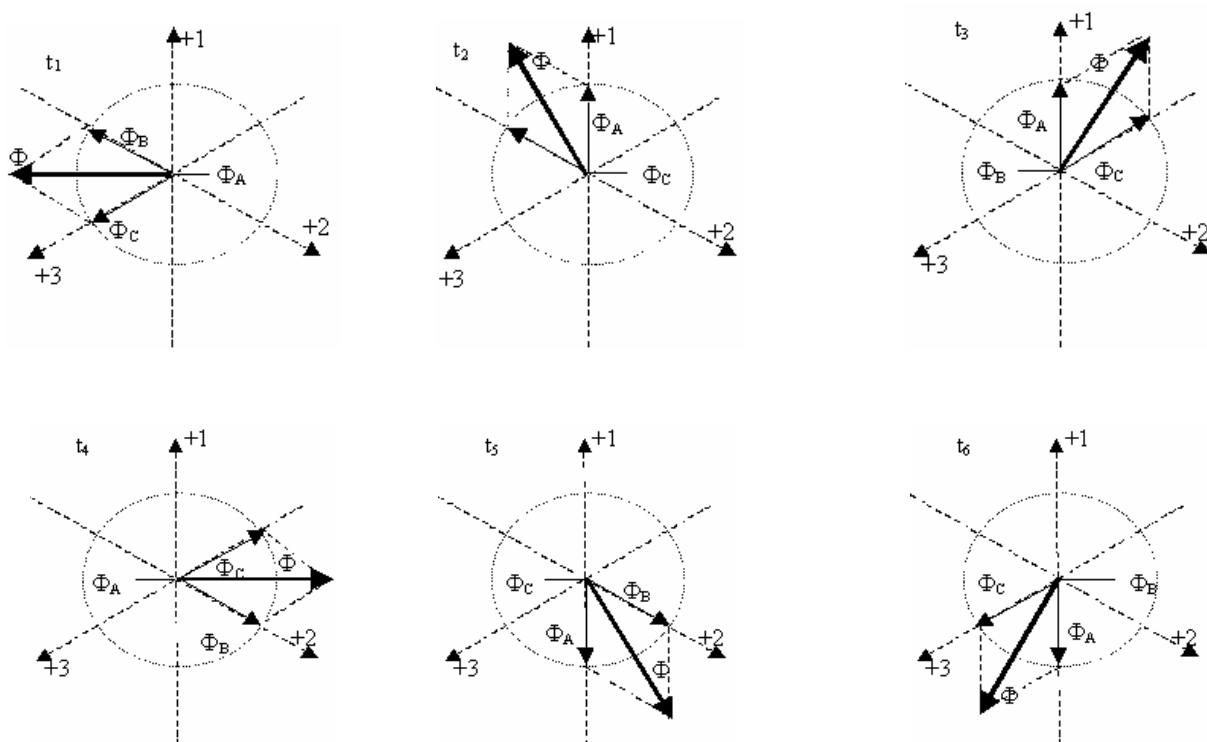


Рис.8.6,б.

Осуществляя аналогичные построения для моментов времени  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$  убедимся, что за время, равное половине периода тока в фазе обмотки вектор результирующего потока  $\Phi$  повернется в пространстве на угол 180 градусов, а за время равное периоду тока  $T=2\pi/\omega=1/f_1$  он повернется на 360 градусов или сделает один полный оборот. Длина (модуль) вектора результирующего потока сохраняется при этом постоянной и равной  $3/2$  от амплитуды потока любой из фаз машины.

Таким образом, в том случае, если каждая фаза обмотки представлена в машине одной катушкой, то при питании фаз симметричной трехфазной системой токов, меняющихся с частотой  $f_1$ , в рабочем объеме машины образуется круговое магнитное поле, вращающееся с частотой  $f_1$  или с угловой скоростью

$$n_1 = 60 f_1 \text{ об/мин.}$$

Рассмотренное поле эквивалентно полю двух полюсов магнита, вращающихся в пространстве с частотой  $n_1$ . Для организации такого поля в машине с двухфазной обмоткой необходимо сдвинуть в пространстве геометрические оси фазных катушек на 90 градусов и организовать сдвиг по фазе токов в фазных катушках на 90 эл.градусов.

Токи в трехфазной обмотке могут возбуждать не только двухполюсное, но и многополюсное вращающееся магнитное поле. Для этого количество катушек в фазе двигателя увеличивают в число раз, равное требуемому числу пар полюсов "р" магнитного поля, а их угловые размеры уменьшают в "р" раз, т.е. стороны витков катушек укладывают в пазы, расположенные под углом  $120/P$  градусов, а геометрические оси катушек располагают под углом  $120/P$  градусов. В этом случае скорость вращения поля уменьшается в "р" раз. Следовательно, в общем случае скорость вращения магнитного поля равна:

$$n_1 = 60 f_1 / p \text{ об/мин,}$$

где "р" число пар полюсов обмотки, равных числу катушек в фазе обмотки.

