

81 Магнитодвижущая сила трёхфазной обмотки

При анализе МДС обмоток статора будем исходить из следующего:

а) МДС обмоток переменного тока изменяется во времени и вместе с тем распределена по периметру статора, т.е. МДС является функцией не только времени, но и пространства;

б) ток в обмотке статора синусоidalен, а следовательно, и МДС обмотки является синусоидальной функцией времени;

в) воздушный зазор по периметру статора постоянен;

г) ток в обмотке ротора отсутствует, т. е. ротор не создает магнитного поля.

При включении трехфазной обмотки статора в сеть трёхфазного тока в обмотках фаз появятся токи, сдвинутые по фазе (во времени) относительно друг друга на 120 эл. град (рис. 1, а)

$$i_A = I_{A\max} \sin \omega t;$$

$$i_B = I_{B\max} \sin (\omega t - 120^\circ);$$

$$i_C = I_{C\max} \sin (\omega t - 240^\circ).$$

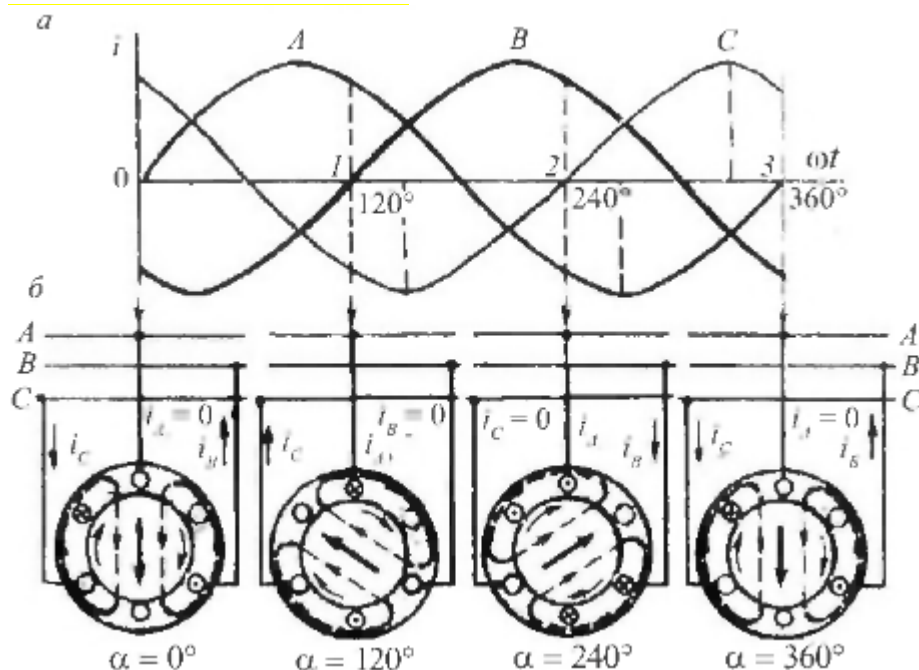
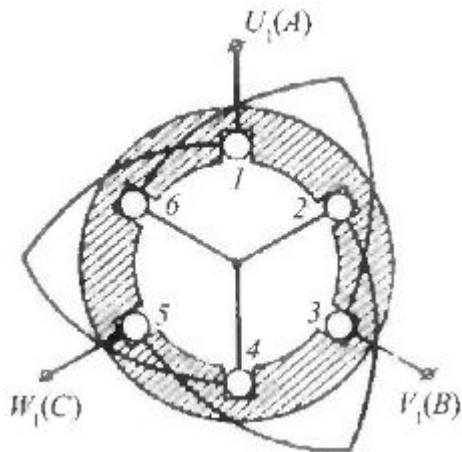


Рисунок 1 – Принцип получения вращающейся МДС

Ток каждой обмотки создает пульсирующую МДС, а совокупное действие этих МДС создает результирующую МДС, вектор которой, принимая различное направление в разные моменты времени, вращается относительно статора.

Принцип образования этой вращающейся МДС рассмотрим на простейшей трёхфазной двухполюсной обмотке, каждая фаза которой состоит из одной катушки ($q_1 = 1$). - Фазные обмотки соединены звездой и включены в сеть трехфазного тока.

Проведём ряд построений вектора МДС трёхфазной обмотки, соответствующих различным моментам времени, отмеченным на графике рис. 1, а цифрами 0, 1, 2, 3. В момент времени 0 ток в фазе А равен нулю, в фазе В имеет отрицательное направление, а в фазе С — положительное. Эти направления тока отмечаем на рис. 1, б. Затем в соответствии с указанными в пазовых сторонах обмотки направлениями токов



определяем направление вектора МДС Д трёхфазной обмотки статора (вектор направлен вертикально вниз). В момент времени 1 ток в обмотке фазы В равен нулю, в обмотке фазы А имеет положительное направление, а в обмотке фазы С — отрицательное направление. Сделав построения, аналогичные предыдущему моменту времени 0, видим, что вектор МДС повернулся относительно своего положения в момент времени 0 на 120° по часовой стрелке. Проведя такие же построения для моментов времени 2 и 3, видим, что вектор каждый раз поворачивается на 120° и за один период переменного тока делает полный оборот (360°).

Если частота тока в обмотке статора $f_1 = 50$ Гц, то вектор МДС вращается с частотой 50 об/с. В общем случае частота вращения вектора МДС n_1 — синхронная частота вращения — прямо пропорциональна частоте тока f_1 и обратно пропорциональна числу пар полюсов p обмотки статора:

$$n_1 = f_1 \cdot 60 / p.$$

Значения синхронных частот вращения для промышленной частоты переменного тока = 50 Гц приведены ниже.

Число пар полюсов p	1	2	3	4	5	6
Синхронная частота вращения n_1 , об/мин	3000	1500	1000	750	600	500

Вращающаяся МДС создаёт в расточке статора вращающееся магнитное поле. При необходимости изменить направление вращения МДС нужно поменять порядок следования токов в обмотке. Так, в рассмотренном примере (см. рис. 1) порядок следования токов в фазных обмотках был $A \rightarrow B \rightarrow C$. При этом МДС вращалась по часовой стрелке.

Если порядок следования токов в фазных обмотках изменить ($A \rightarrow C \rightarrow B$), то МДС трехфазной обмотки будет вращаться против часовой стрелки. Для изменения порядка следования токов в обмотках фаз необходимо поменять места присоединения к сети двух проводов, отходящих от зажимов обмотки статора.

Изменение направления тока во всех трёх обмотках фаз не меняет направления вращения поля статора.

Для определения амплитуды основной гармоники МДС трёхфазной обмотки необходимо сложить основные гармоники МДС обмоток фаз, оси которых смещены в пространстве относительно друг друга на 120 эл. град. Амплитуда МДС трёхфазной обмотки на один полюс при симметричной нагрузке фаз равна 1,5 амплитуды МДС обмотки фазы.

$$F_1 = 1,5 \cdot F_{\phi 1} = 1,35 \cdot I_1 \cdot w_1 \cdot k_{об1} / p,$$

где: $1,35 \approx 3 \cdot \sqrt{2} / \pi$; I_1 – ток фазы; w_1 – число витков; $k_{об1}$ – обмоточный коэффициент; p – число полюсов.