

Принцип действия машин постоянного тока

Закон электромагнитной индукции, показывает, что для индуцирования постоянной ЭДС необходимо равномерно (с постоянной скоростью) увеличивать или уменьшать магнитный поток Φ .

Однако равномерное увеличение или уменьшение магнитного потока в течение длительного времени технически осуществить невозможно.

Для обеспечения непрерывного процесса электромеханического преобразования энергии необходимо, чтобы в обмотке якоря протекал переменный ток. Для этого используется коллектор.

Коллектор – это механический преобразователь переменного тока в постоянный и наоборот.

ЭДС в обмотке якоря

$$E_a = c_e \cdot \Phi \cdot n$$

Момент на валу

$$M = c_m \cdot \Phi \cdot I_a$$

Конструктивные коэффициенты машины

$$c_e = \frac{p \cdot N}{60 \cdot a}$$

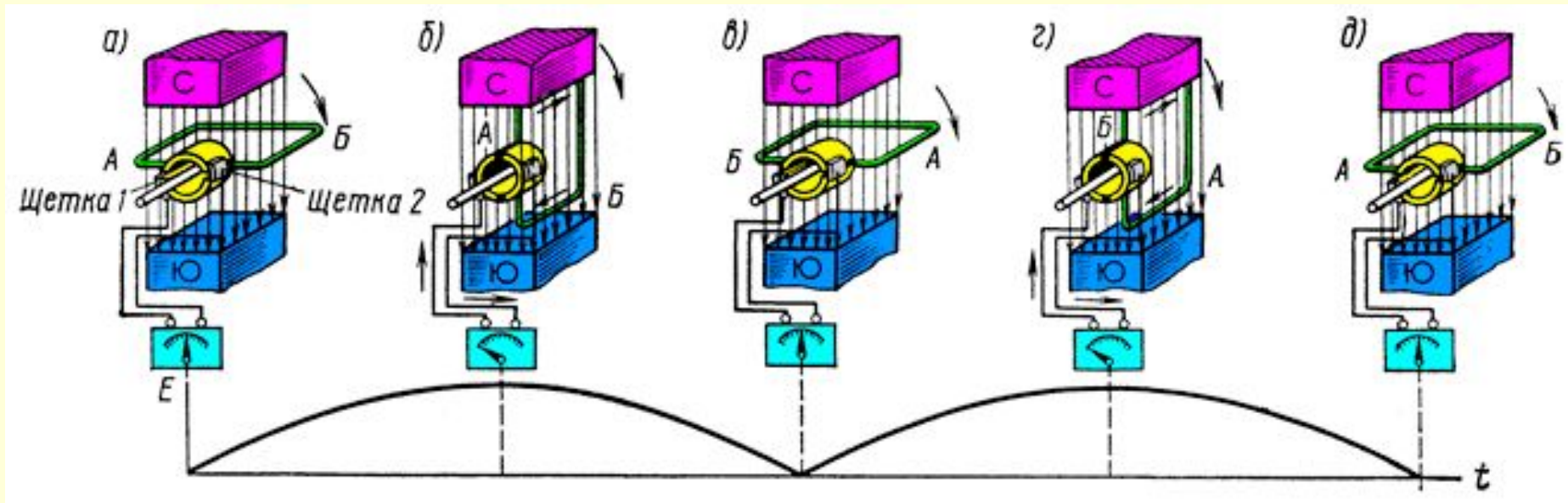
$$c_m = \frac{p \cdot N}{2 \cdot \pi \cdot a}$$

Генераторы постоянного тока.

Приводной двигатель, вращает якорь в магнитном поле возбуждения.

Вследствие этого вращения изменяется магнитный поток, пронизывающий витки обмотки якоря. При этом индуцируется ЭДС, пропорциональная скорости изменения магнитного потока:

$$|e| = w \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$



При разомкнутых выходных зажимах генератора ток в обмотке якоря равен нулю. При этом генератор работает вхолостую, а приводной двигатель преодолевает только моменты трения, затрачивая минимальную механическую энергию.

При подключении к генератору электрической нагрузки по обмотке якоря начинает проходить ток. Проводники обмотки находятся в магнитном поле. В соответствии с законом Ампера возникают механические силы, которые создают вращающий момент, направленный противоположно моменту приводного двигателя.

Чем больше мощность потребителей электрической энергии, подключенных к генератору, тем больше ток в обмотке якоря и больше силы, препятствующие его вращению. Соответственно увеличиваются и затраты механической энергии на вращение якоря генератора.

При подключении к генератору нагрузки в цепи якоря возникает ток, а на выводах генератора устанавливается напряжение, определяемое уравнением напряжений для цепи якоря генератора:

$$U = E_a - I_a \cdot \Sigma r_a$$

Сумма сопротивлений всех участков цепи якоря

$$\Sigma r_a = r_a + r_{\partial} + r_{к.о} + r_c + r_{щ}$$

Уравнение моментов для генератора при $n = \text{const}$

$$M_1 = M_0 + M$$

Уравнение мощностей:

$$P_1 = P_0 + P_{эм}$$

Подводимая от приводного двигателя к генератору мощность
(механическая);

$$P_1 = M_1 \cdot \omega$$

Мощность, подводимая к генератору в режиме х. х., (при
отключенной нагрузке);

$$P_0 = M_0 \cdot \omega$$

Электромагнитная мощность генератора

$$P_{эм} = M \cdot \omega = E_a \cdot I_a$$

Двигатели постоянного тока.

Если подключить машину к электрической сети, через обмотку якоря потечет ток. В соответствии с законом Ампера на проводники обмотки якоря, находящиеся в магнитном поле возбуждения, действуют электромагнитные силы, которые создают вращающий момент, раскручивающий якорь.

В соответствии с законом электромагнитной индукции в обмотке якоря возникает ЭДС, направленная навстречу приложенному напряжению сети (противо-ЭДС).

Эта ЭДС прямо пропорциональна скорости изменения магнитного потока, пронизывающего витки обмотки якоря. Следовательно, с уменьшением частоты вращения якоря уменьшается противо-ЭДС.

Для двигателя, работающего с постоянной частотой вращения

$$U = E_a + I_a \cdot \Sigma r_a$$

Если механическая нагрузка на валу двигателя отсутствует (двигатель работает вхолостую), вращающему моменту двигателя препятствуют только моменты трения и частота вращения якоря достигнет максимального значения.

При этом противо-ЭДС почти полностью компенсирует напряжение сети и через обмотку якоря проходит минимальный ток. Соответственно электрическая мощность, потребляемая на сети, минимальна.

При подключении механической нагрузки частота вращения якоря уменьшается, а, следовательно, уменьшится и значение противо-ЭДС. Ток и электрическая мощность, потребляемые двигателем из сети, возрастут.

Частота вращения двигателя (об/мин)

$$n = \frac{E_a}{c_e \cdot \Phi} = \frac{U - I_a \cdot \Sigma r_a}{c_e \cdot \Phi}$$