

321 АЭМ (19)

Законспектировать материал. Фотоотчёт (1 файл) прислать на эл. почту по расписанию

Обязательно! Прописывать предмет, фамилию в каждом фотоотчёте.

26.10.24. (10:10 – 11.40)

Противо ЭДС электродвигателей постоянного тока.

При вращении в магнитном поле в обмотке якоря немедленно начнет индуцироваться ЭДС. Направление этой ЭДС определяется по закону Ленца: индуцируемая в электродвигателе ЭДС направлена так, чтобы противодействовать причине ее вызвавшей, т.е. она направлена против тока в якоре, или, что то же самое, против приложенного напряжения. Поэтому, индуцируемая при вращении двигателя ЭДС называется обратной ЭДС или противоЭДС. Направление обратной ЭДС может быть определено по правилу правой руки.

Для якорной цепи двигателя постоянного тока справедливо соотношение:

$$U = E + I_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}}$$

то есть приложенное к якору напряжение (U) уравнивается противоЭДС в якорной обмотке (E) и падением напряжения на внутреннем сопротивлении якорной цепи ($I_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}}$).

Величина обратной ЭДС двигателя прямо пропорциональна магнитному потоку Φ и числу оборотов якоря в минуту (n).

$$E = c \cdot n \cdot \Phi$$

где $C = \frac{PN}{60a}$ – постоянный коэффициент, в который входит, число пар полюсов (P), число витков якоря (N), число пар параллельных ветвей обмотки якоря (a).

Из формулы $U = E + I_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}}$ следует, что ток якоря равен:

$$I_{\text{я}} = \frac{U - E}{R_{\text{я}}} = \frac{U - kn\Phi_p}{R_{\text{я}}}$$

Таким образом, ток в обмотках якоря электродвигателя будет определяться напряжением, равным разности между приложенным к якору напряжением и наведенной в нем обратной ЭДС.

В генераторах ЭДС (E) больше напряжения на зажимах (U) на величину падения напряжения в якоре $I_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}}$.

В электродвигателе, наоборот, напряжение (U), приложенное к зажимам электродвигателя больше обратной ЭДС на величину падения напряжения якоря т.е.

$$E = U - I_{\text{я}} \cdot R_{\text{я}}$$

Подводимое к электродвигателю напряжение (U) и сопротивление якоря ($R_{\text{я}}$) – величины постоянные, следовательно, величина тока в якоре регулируется обратной ЭДС. Чем больше обратная ЭДС, тем меньше ток якоря. При уменьшении обратной ЭДС ток якоря растет.

При увеличении механической нагрузки на валу электродвигателя его вращение несколько замедляется, обратная ЭДС уменьшается, а следовательно, ток якоря

возрастает, т.к. увеличивается разность между подводимым напряжением и обратной ЭДС ($U - E$)

При уменьшении механической нагрузки электродвигателя картина будет обратная.

Таким образом, ток якоря зависит только от механической нагрузки электродвигателя.

Рабочие характеристики электродвигателей постоянного тока.

Механические свойства электродвигателей постоянного тока представляют собой зависимость скорости вращения якоря (n) и вращающего момента (M) от тока якоря ($I_{\text{я}}$) при $U = \text{const}$ и $R_{\text{в}} = \text{const}$.

Рабочие характеристики называются скоростная и моментальная.

К группе рабочих характеристик так же относятся механическая характеристика, представляющая собой зависимость скорости вращения якоря от вращающего момента. Эта характеристика является производной от первых двух характеристик.

Вид характеристики зависит от способа возбуждения электродвигателя.

Скоростная характеристика двигателя параллельного (шунтового) возбуждения.

$$n = f(I_{\text{я}})$$

Снимается при $U = \text{const}$, $R_{\text{в}} = \text{const}$ и $I_{\text{в}} = \text{const}$.

Изменение тока в цепи якоря двигателя достигается изменением тормозного момента на валу, так как сопротивление цепи якоря не велико, и с ростом $I_{\text{я}}$ в следствии размагничивающего действия реакции якоря уменьшается магнитный поток, то скорость вращения при изменении нагрузки от холостого хода до номинальной изменяется согласно соотношению:

$$n = \frac{U - I_{\text{я}}R_{\text{я}}}{c\Phi}$$

Изменение происходит на 3-8% от номинального (кривая 1). Такая характеристика называется жесткой.

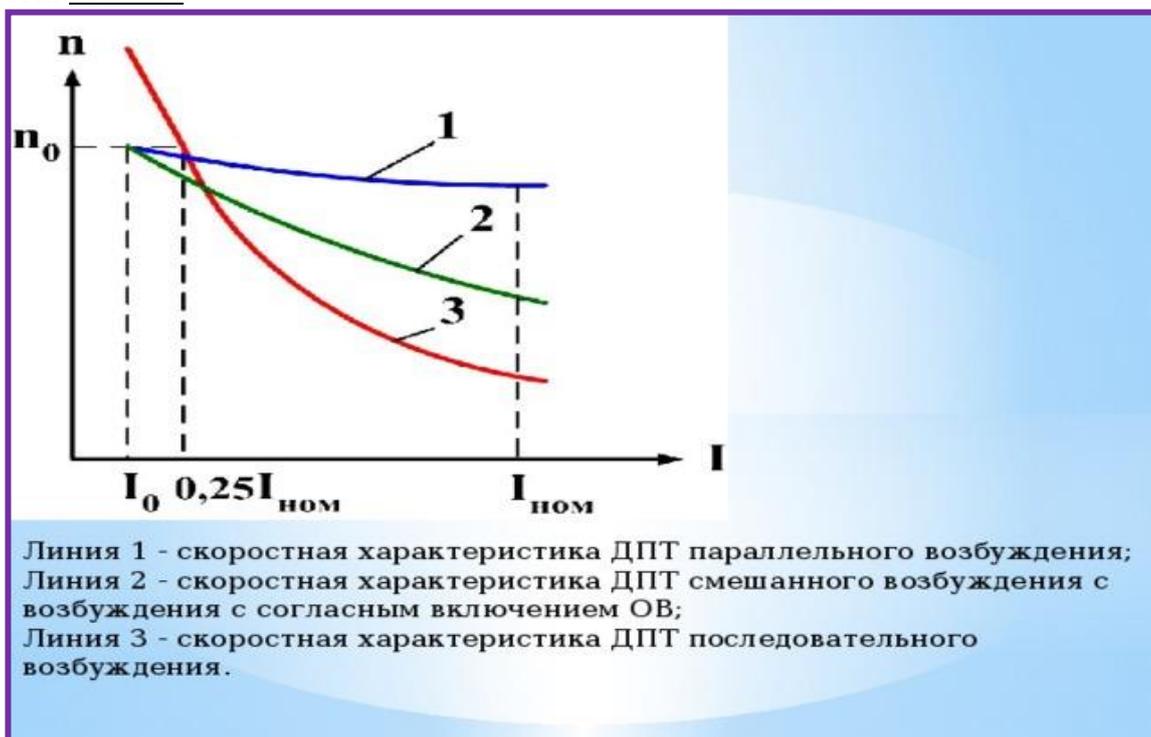


Рис. Скоростная характеристика двигателей постоянного тока.

В двигателях последовательного (сериесного) возбуждения, ОВ включена последовательно с обмоткой якоря. Поэтому с ростом тока якоря одновременно увеличивается магнитный поток, это приводит резко снижению скорости вращения (кривая 2), такая характеристика называется мягкой.

При больших нагрузках, когда магнитная система двигателя не насыщена магнитный поток полюсов пропорционален току якоря, в этих условиях скорость вращения якоря резко изменяется при изменении тока якоря (по гиперболическому закону).

При больших нагрузках, когда система двигателей постоянна, величина изменения скорости якоря уменьшается.

В двигателе смешанного (компаундного) возбуждения последовательная обмотка включена согласно с параллельной и их МДС складываются. Благодаря этому двигатель смешанного возбуждения по своим свойствам занимает промежуточное положение между двигателем параллельного и последовательного возбуждения.

Скоростная характеристика двигателя смешанного возбуждения(кривая 3).

Моментная характеристика двигателя параллельного возбуждения (крив.1) при небольшом значении тока нагрузки $\Phi = \text{const}$,

$$M = f(I_{\text{я}}).$$

Согласно соотношению $M = c \cdot \Phi \cdot I_{\text{я}}$ имеет линейный характер.

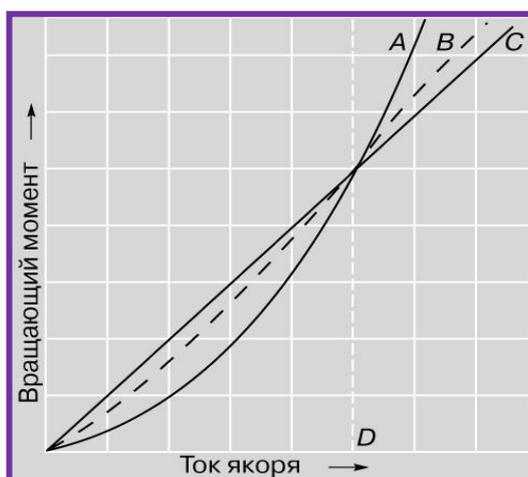


Рис. Моментные характеристики двигателей постоянного тока.

При больших токах нагрузки под действием реакции якоря магнитный поток уменьшается и характеристика отклоняется от линейного закона.

В двигателях последовательного возбуждения при малых нагрузках, когда магнитная система не насыщена и можно считать, что магнитный поток пропорционален току якоря. Вращающий момент пропорционален квадрату тока якоря. Поэтому при малых нагрузках моментальная характеристика двигателя имеет вид параболы (кривая 2).

При больших нагрузках, когда магнитная система двигателя насыщена она выравнивается в линейную зависимость.

Моментная характеристика двигателя смешанного возбуждения так же как и скоростная занимает промежуточное значение между характеристиками двигателей параллельного и последовательного возбуждения (кр.3)

Механическая характеристика двигателя параллельного возбуждения при $U=\text{const}$, $I_b=\text{const}$

$$n = f(M)$$

Характеристика может быть определена из соотношения:

$$n = \frac{U - I_a R_a}{c\Phi},$$

если в нем заменить ток якоря (I_a) на момент $M = K(c) I_a \Phi$, тогда

$$n = \frac{U - I_a R_a}{c\Phi}$$

$$n = \frac{U}{C_E \Phi} - \frac{M R_a}{C_E C_M \Phi^2}$$

$$n = n_0 - \Delta n = \frac{U_a}{C_e \cdot \Phi} - \frac{R}{C_e \cdot C_M \cdot \Phi^2} \cdot M$$

n_0 – скорость идеального холостого хода при $I_a=0$;

Δn – уменьшение скорости вращения обуславливаемая моментом нагрузки.

Характер зависимости $n=f(M)$ двигателя параллельного возбуждения (кр.1)

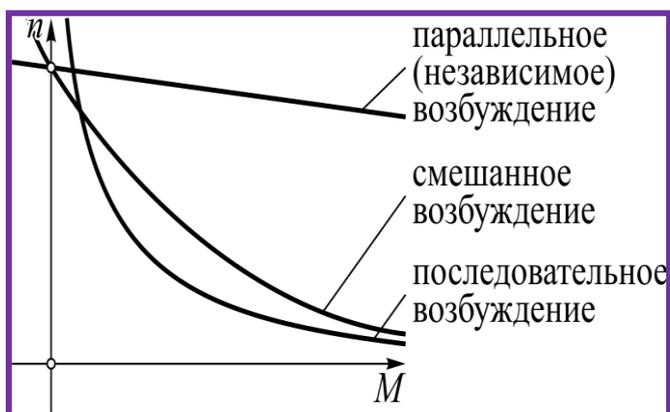


Рис. Механические характеристики двигателей постоянного тока.

Как видно из рисунка, скорость вращения двигателей при изменении тормозного момента в широких пределах изменяется незначительно, поэтому говорят, что двигатель параллельного возбуждения имеет жесткую механическую характеристику. Она остается до $M=1.5M_{ном.}$, а затем круто обрывается вниз.

В двигателях последовательного возбуждения магнитный поток резко изменяется при изменении нагрузки. Получается мягкая механическая характеристика (кр.2).

При холостом ходе двигателя скорость вращения неограниченно возрастает (двигатель идет в разнос). Это может привести к механическим повреждениям. Работа двигателя без нагрузки и при нагрузках меньших (25-30%) $R_{ном}$ недопустима. С ростом нагрузки скорость вращения резко уменьшается (участок I), а после насыщения магнитной

цепи плавно уменьшается с ростом нагрузки (участок II). Двигатель не боится перегрузок, имеет большой пусковой момент $M=(3-5)M_{ном}$.

Этот двигатель имеет большой пусковой момент, а при малых нагрузках может возникнуть очень большая скорость вращения (двигатель может пойти в разнос). Данные двигатели работают через редуктор, который обуславливает достаточную нагрузку, предотвращающую чрезмерную скорость вращения.

Механическая характеристика двигателя смешанного возбуждения (кр.3) занимает промежуточное положение между двигателями параллельного и последовательного возбуждения.