

## 10 Двигатель параллельного возбуждения

По способу возбуждения двигатели постоянного тока подразделяются аналогично генераторам на двигатели независимого, параллельного, последовательного и смешанного возбуждения (рис. 1.33).

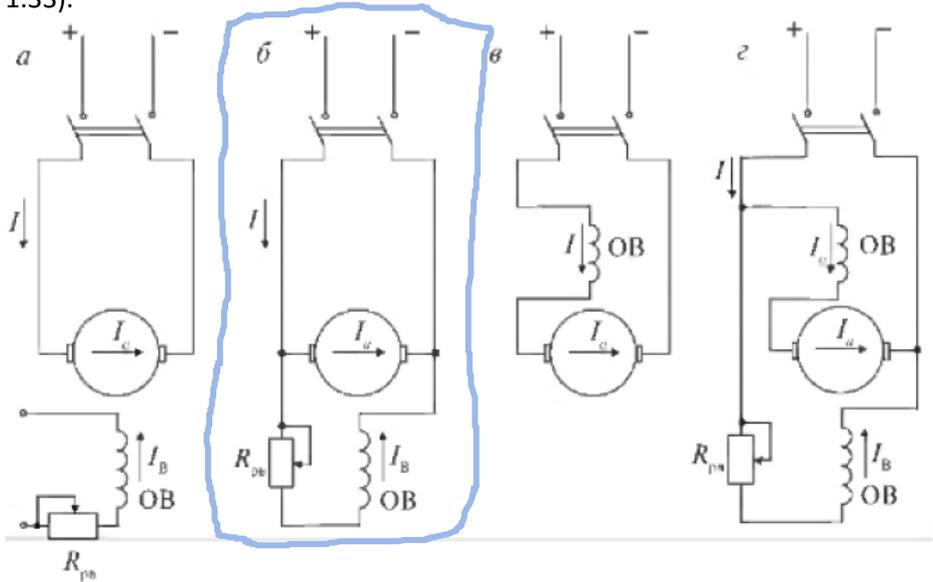


Рис. 1.33. Схемы двигателей независимого (а), параллельного (б), последовательного (в) и смешанного (г) возбуждения

*Двигатель параллельного возбуждения.* Рассмотрим характеристики двигателя параллельного возбуждения (см. рис. 1.33, б), которые определяют его рабочие свойства.

Решая совместно выражения  $U = E + I_a R_a$  и  $E = c_E \cdot n \cdot \Phi$  относительно  $n$ , ( $c_E$  – константа электрическая, зависит от конструкции), находим уравнение скоростной (электромеханической) характеристики  $n = f(I_a)$ :

$$n = \frac{U - I_a r_a}{c_E \Phi} \quad (5.7)$$

Выразив  $I_a$  из формулы  $M_{эм} = c_M \cdot I_a \cdot \Phi$  ( $c_M$  – константа механическая) и подставив его в выражение (5.7), получим уравнение механической характеристики  $n = f(M)$ , которое определяет зависимость частоты вращения двигателя от развиваемого момента вращения

$$n = \frac{U}{c_E \Phi} - \frac{r_a M}{c_E c_M \Phi^2}. \quad (5.8)$$

Скоростная (электромеханическая) и механическая характеристики двигателя определяются равенствами (5.7) и (5.8) при  $U = const$  и  $I_B = const$ . При отсутствии дополнительного сопротивления в цепи якоря эти характеристики называются *естественными*.

При увеличении  $I_a$  поток  $\Phi$  несколько уменьшится вследствие действия поперечной реакции якоря. В результате этого частота  $n$ , согласно выражению (5.7), будет стремиться возрасти. Вместе с тем падение напряжения  $I_a \cdot R_a$  вызывает уменьшение скорости. Ввиду того, что изменение  $\Phi$  относительно мало, механические характеристики  $n = f(M)$  двигателя параллельного возбуждения, определяемые уравнением (5.8), при  $U = const$  и  $I_B = const$  совпадают по виду со скоростными характеристиками  $n = f(I_a)$ , (на рис. 1.34 горизонтальная ось общая,  $I_a(M)$ ). По этой же причине данные характеристики практически прямолинейны.

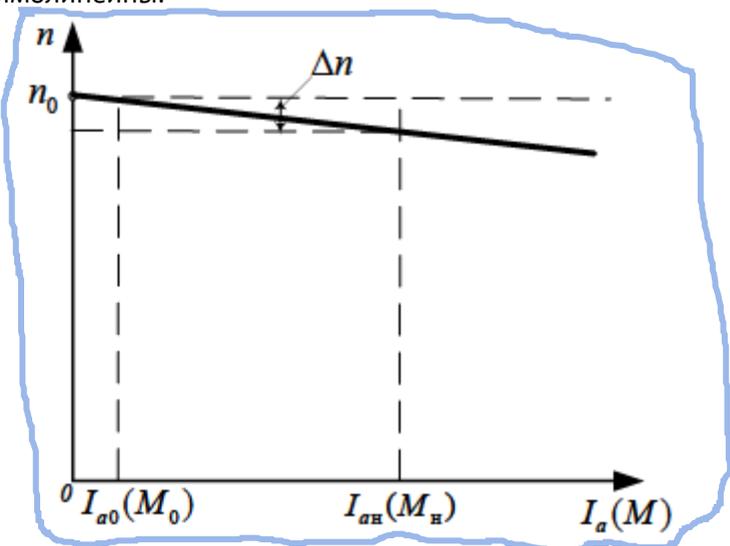


Рис. 1.34. Скоростная (электромеханическая) и механическая естественная характеристики двигателя параллельного возбуждения

Изменение частоты вращения  $\Delta n$  при переходе от холостого хода к номинальной нагрузке у двигателя параллельного возбуждения при работе на естественной характеристике мало и составляет 2—8 % от  $n_n$ .

Такие слабо падающие характеристики называются жёсткими. Двигатели параллельного возбуждения с жёсткими характеристиками применяются в установках, в которых требуется, чтобы частота вращения при изменении нагрузки сохранялась приблизительно постоянной (металлорежущие станки и пр.).

Регулировать частоту вращения Д П Т можно тремя способами:

- 1) изменением магнитного потока;
- 2) включением добавочного сопротивления в цепь обмотки якоря;
- 3) изменением питающего напряжения.

Регулировать частоту вращения посредством ослабления магнитного потока можно с помощью реостата в цепи возбуждения. При отсутствии добавочного сопротивления в цепи якоря и постоянном напряжении характеристики  $n = f(I_a)$  и  $n = f(M)$  определяемые равенствами (5.7) и (5.8), для разных  $I_B$  или  $\Phi$  имеют вид, приведенный на рисунке 1.35.

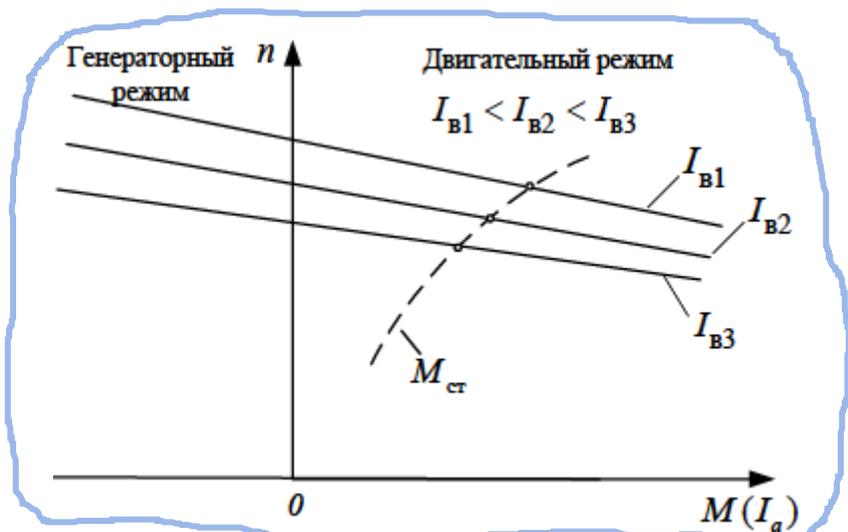


Рис. 1.35. Механические и скоростные характеристики двигателя параллельного возбуждения при разных потоках возбуждения

Характеристики  $n = f(I_a)$  сходятся на оси абсцисс ( $n = 0$ ) в общей точке при весьма большом токе  $I_a = U / R_a$ . Нижняя характеристика на рисунке 1.35 соответствует номинальному потоку. Значения  $n$  при установившемся режиме работы соответствуют точкам пересечения рассматриваемых характеристик с кривой  $M_{ст} = f(n)$  — штриховая линия — статический момент нагрузки двигателя вращаемым механизмом.

Регулирование скорости сопротивлением в цепи якоря. Если последовательно в цепь якоря включить добавочное сопротивление  $R_{pa}$ , ( $p$  – регулировочное) то вместо выражений (5.7) и (5.8) получим

$$n = \frac{U - I_a (r_a + R_{pa})}{c_E \Phi} \quad \text{и} \quad n = \frac{U}{c_E \Phi} - \frac{(r_a + R_{pa}) M}{c_E c_M \Phi^2}$$

Сопротивление  $R_{pa}$  может быть регулируемым и должно быть рассчитано на длительную работу.

Характеристики  $n = f(I_a)$  и  $n = f(M)$  для различных значений  $R_{pa}$ , при  $U = const$  и  $I_b = const$  изображены на рисунке 5.37. Верхняя характеристика является естественной.

Как видно из рисунка 5.37, при больших значениях  $R_{pa}$ ; характеристики становятся крутопадающими, или мягкими.

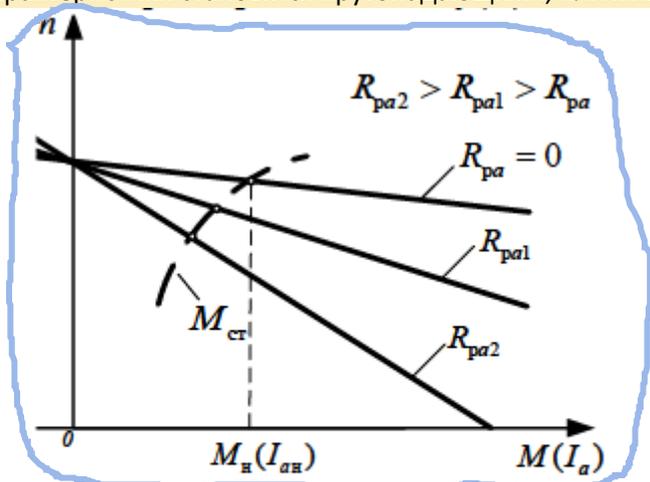


Рисунок 5.37 – Механические и скоростные характеристики регулирования частоты вращения с помощью сопротивления в цепи якоря

В последнее время все больше распространяется так называемое импульсное регулирование скорости двигателей постоянного тока. При этом цепь якоря двигателя питается от источника постоянного тока с постоянным напряжением через тиристоры или транзисторы, которые периодически включаются и отключаются. Напряжение на зажимах якоря в этом случае практически постоянно и пропорционально

отношению времени включения тиристорov или транзисторов к времени продолжительности цикла.

Таким образом, импульсный метод позволяет регулировать частоту вращения двигателя при его питании от источника с постоянным напряжением в широких пределах без реостата в цепи якоря и практически без дополнительных потерь энергии. Таким же образом, без пускового реостата и без дополнительных потерь, может производиться пуск двигателя. Импульсный способ регулирования в экономическом отношении весьма выгоден для управления двигателями, работающими в режимах переменной скорости вращения с частыми пусками.

На рисунке 5.38 приведены рабочие характеристики двигателя параллельного возбуждения. Они представляют собой зависимости потребляемой мощности  $P_1$ , тока  $I_a$ , частоты вращения  $n$ , момента  $M$  и КПД  $\eta$  от отдаваемой мощности  $P_2$  на валу двигателя при  $U = const$  и  $I_B = const$ .

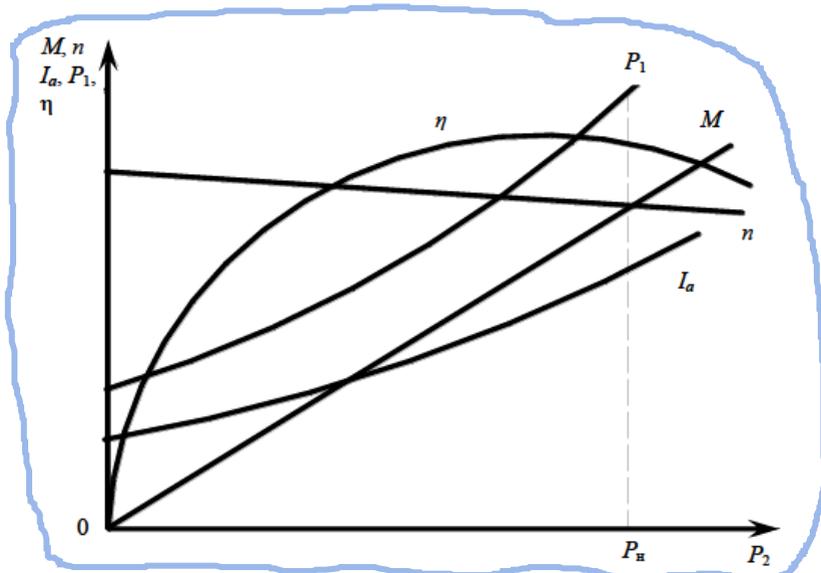


Рисунок 5.38 – Рабочие характеристики двигателя параллельного возбуждения

Характеристики  $n = f(P_2)$ , как следует из рассмотренных выше положений, являются линейными, а зависимости  $P_1 = f(P_2)$ ,  $I_a = f(P_2)$ ,  $\eta = f(P_2)$  имеют вид, общий для всех электрических машин. Зависимость момента на валу двигателя  $M = f(P_2)$  представляет собой почти прямую линию, так как момент пропорционален нагрузке на валу.