

ЛЕКЦИИ 5, 6

Регулирование скорости двигателей постоянного тока

Уравнение скоростной характеристики (электромеханической):

$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{R_a + R_d}{k\Phi} \cdot I \quad \text{или} \quad \omega = \omega_0 - \Delta\omega$$

1. Введение резистора в цепь якоря

При увеличении сопротивления якорной цепи R : скорость идеального холостого хода ω_0 не изменяется, а перепад скорости $\Delta\omega$ увеличивается, следовательно, общая скорость ω уменьшается (см. рисунок 3.24).

Регулирование скорости ω оценивается:

- 1) диапазоном регулирования $D = \omega_{\max} / \omega_{\min}$;
- 2) стабильностью скорости;
- 3) плавностью регулирования;
- 4) направлением регулирования;
- 5) допустимой нагрузкой;
- 6) экономичностью регулирования.

Оценка:

- 1) диапазон регулирования небольшой (2...3);
- 2) с увеличением добавочного сопротивления стабильность уменьшается.
- 3) Плавность регулирования скорости зависит от плавности введения и вывода добавочного сопротивления.
- 4) Регулирование – вниз от основной.
- 5) Допустимый момент не изменяется.
- 6) капитальные затраты небольшие, но потери мощности и электроэнергии существенны.

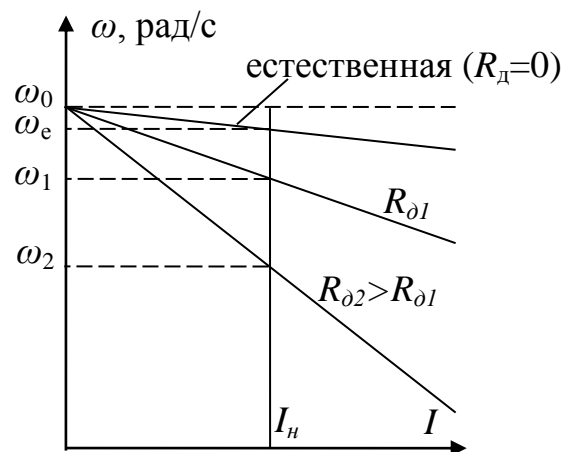


Рисунок 3.24 – Регулирование скорости ведением добавочного сопротивления в цепь якоря

2. Ослабление магнитного потока.

Увеличивать нельзя, т.к. увеличение тока намагничивания ведет к увеличению нагрева, при этом величина магнитного потока изменяется незначительно.

а) Введение добавочного сопротивления в цепь обмотки возбуждения (рисунок 3.25).

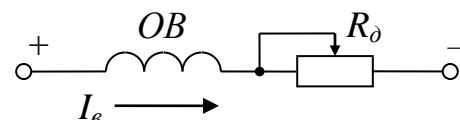


Рисунок 3.25 – Введение добавочного сопротивления в цепь обмотки возбуждения.

б) Включение через тиристорный преобразователь (рисунок 3.26).

УВ – управляемый выпрямитель

$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{R_{я} + R_{доб}}{k\Phi} I$$

Уменьшение магнитного потока Φ приводит к увеличению скорости идеального холостого хода ω_0 . При этом ток короткого замыкания остается постоянным $I_{кз} = U/R - \text{const}$, а момент короткого замыкания уменьшается $M_{кз} = k\Phi I_{кз}$ (см. рисунок 3.27).

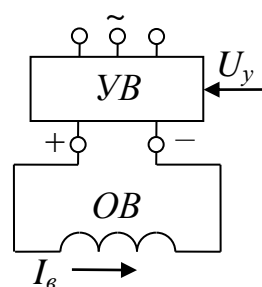


Рисунок 3.26 – Включение через тиристорный преобразователь.

Оценка:

- 1) диапазон регулирования 3...4
- 2) хорошая стабильность;
- 3) регулирование вверх от основной характеристики;
- 4) Плавность регулирования скорости зависит от плавности изменения магнитного потока;
- 5) Допустимый момент уменьшается $M \neq \text{const}$, при этом $I = \text{const}$;

б) Потери мощности невелики.

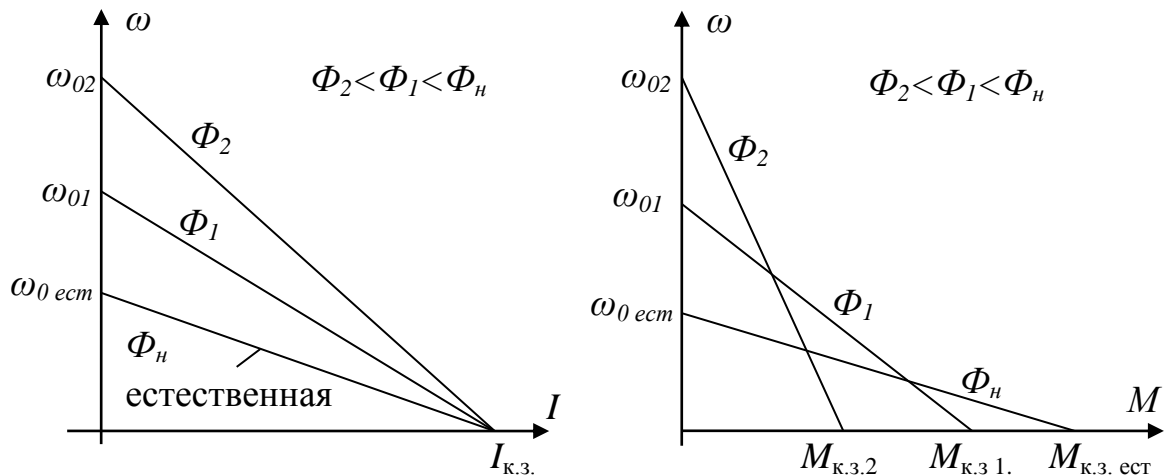


Рисунок 3.27 – Характеристики ДПТ НВ при регулировании магнитного потока

3. Изменение напряжения на якоре. (рисунок 3.28)

Уменьшение напряжения U приводит к снижению скорости идеального холостого хода ω_0 . При этом перепад скорости не изменяется $\Delta\omega = \text{const}$. В целом скорость двигателя ω уменьшается (рисунок 3.29).

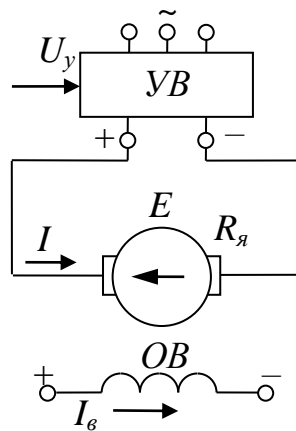


Рисунок 3.28 – Изменение напряжения на якоре при помощи универсального выпрямителя

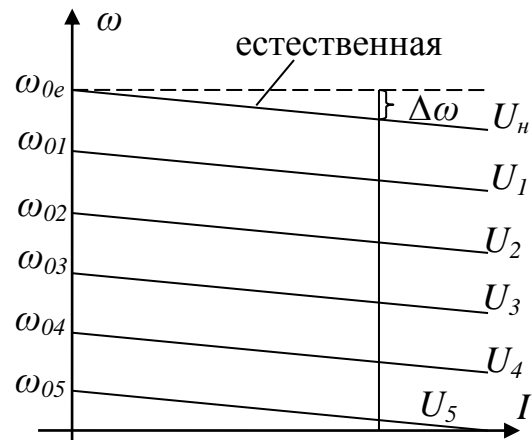


Рисунок 3.29 – Характеристики ДПТ НВ при изменении напряжения на якоре

Оценка:

- 1) высокая плавность;
- 2) регулирование вниз от основной характеристики;
- 3) $M_{\text{доп}} = M_{\text{н}}$;
- 4) основной способ регулирования ЭП;
- 5) высокая стабильность.

4. Импульсный метод

4.1 Импульсное регулирование сопротивления добавочного резистора в цепи якоря путем периодической коммутации ключа К1 по определенному закону (рисунок 3.30);

Ключ 1 замыкают, $\gamma=1$, \rightarrow естественная характеристика 1 (рисунок 3.31);

Ключ 1 размыкают, $\gamma=0$, \rightarrow искусственная характеристика 3;

$0 < \gamma < 1$, где $\gamma = \frac{t_3}{T_k} = \frac{t_3}{t_3 + t_0}$ \rightarrow характеристики располагаются между 1 и

3 (характеристики 2)

$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{M(R_\delta(1-\gamma) + R_\alpha)}{k\Phi^2}$$

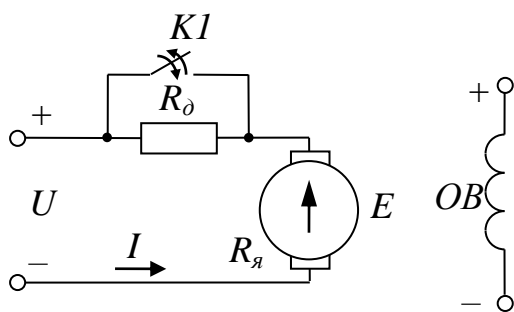


Рисунок 3.30 – Импульсное регулирование добавочного сопротивления

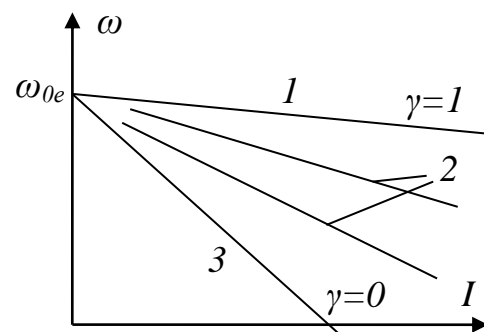


Рисунок 3.31 – Характеристики ДПТ НВ при импульсном регулировании добавочного сопротивления

4.2 Импульсное регулирование магнитного потока двигателя (рисунок 3.32).

При $\gamma=1$ ключ замкнут, по ОВ течет I_H , естественная характеристика 1 (рисунок 3.33);

При $\gamma=0$ ключ разомкнут, ток возбуждения и магнитный поток уменьшаются, искусственная характеристика 3;

При $0 < \gamma < 1$ \rightarrow промежуточные характеристики 2.

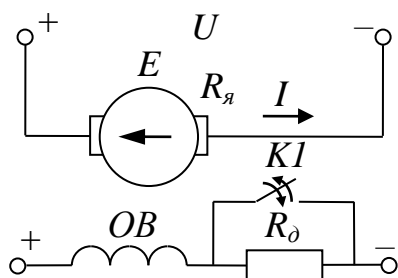


Рисунок 3.32 – Импульсное изменение магнитного потока

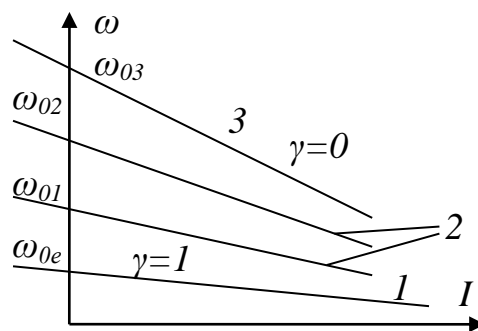


Рисунок 3.33 – Характеристики ДПТ НВ при импульсном изменении магнитного потока

4.3 Импульсное регулирование напряжения на якоре (рисунок 3.34) – якорь периодически подключается к источнику напряжения U ; ключ замкнут – течет ток якоря $I_я$ под действием напряжения U , разомкнут – течет ток I_c под действием ЭДС самоиндукции (рисунок 3.35).

$$\omega = \frac{\gamma U_c}{k\Phi} - \frac{MR_я}{k\Phi^2} \text{ - для прямолинейных участков.}$$

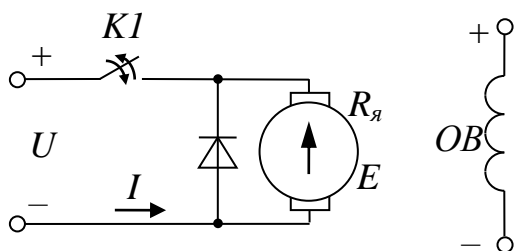


Рисунок 3.34 – Импульсное изменение напряжения на якоре

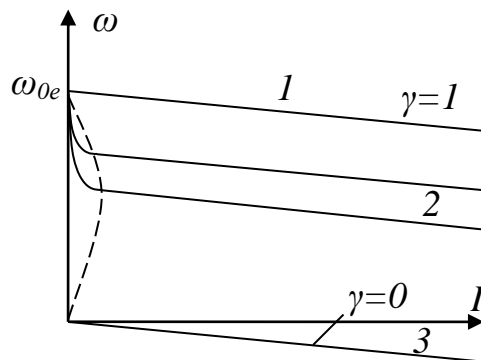


Рисунок 3.35 – Характеристики ДПТ НВ при импульсном изменении напряжения на якоре

Задание

Письменно ответить на вопросы, сделать фотоотчёт и выслать его на эл.почту:

1. Перечислить методы регулирования скорости ДПТ НВ.
2. Привести поясняющие схемы и графики для каждого метода.