7 Автоматическое регулирование угловой скорости и момента электроприводов

Для расширения диапазона регулирования и повышения точности используются замкнутые системы регулирования.

Идея в следующем: в системе автоматически компенсируется воздействие возмущающих факторов, и угловая скорость и момент могут с большой точностью поддерживаться на требуемом уровне.

Система автоматического регулирования характеризуется наличием обратных связей, которые делятся на жесткие и гибкие.

Жесткие связи действуют как в переходном, так и в установившемся режимах работы, **гибкие** только в переходном режиме.

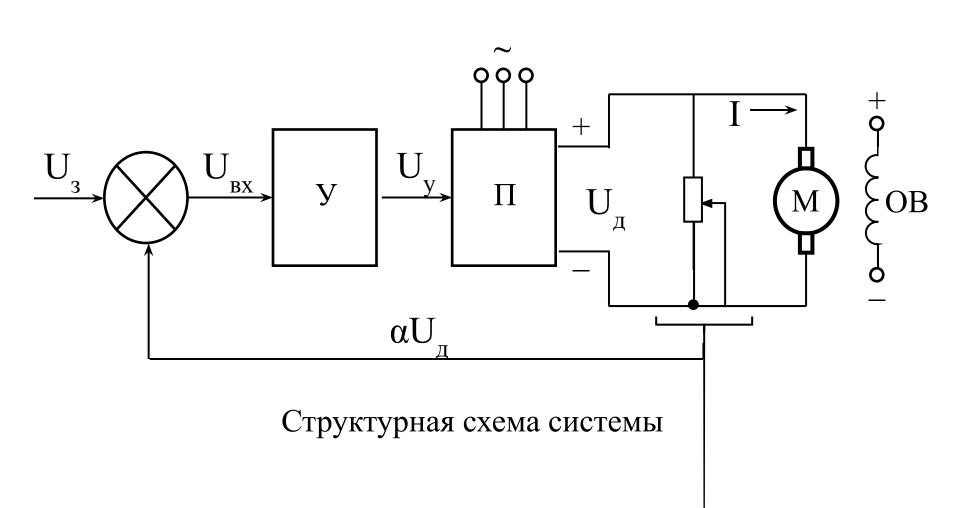
Различают **положительные** и **отрицательные** обратные связи. При увеличении регулируемой величины положительная связь еще больше ее увеличивает, а отрицательная уменьшает.

Обратные связи могут передавать сигналы пропорциональные значению напряжения, тока, момента, скорости, угла поворота и т.д.

Для осуществления автоматического регулирования необходимо измерить сигнал обратной связи, затем результат сравнить с заданным значением регулируемой величины и направить результат регулируемому объекту. Для воздействия на регулирующий орган применяется усилительное устройство.

Таким образом, система автоматического регулирования состоит из регулируемого объекта и регулятора, реагирующего на изменение регулируемой величины.

7.1 Система автоматического регулирования угловой скорости с жесткой отрицательной обратной связью по напряжению



Система уравнений в установившемся режиме всех элементов:

$$egin{aligned} U_{ ext{BX}} &= U_3 - lpha U_{ ext{J}}; \ E_{\Pi} &= k_{ ext{c}} U_{ ext{BX}}; \ U_{ ext{J}} &= E_{\Pi} - I R_{\Pi}; \ U_{ ext{J}} &= E_{ ext{J}} + I R_{ ext{J}}; \ E_{ ext{J}} &= c \omega; \ M &= c I. \end{aligned}$$

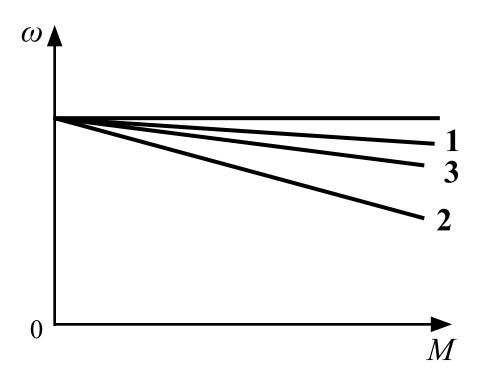
 k_c – коэффициент усиления усилителя (У) и преобразователя (П); α – коэффициент обратной связи по напряжению;

 $E_{_{\Pi}}$, $E_{_{\Pi}}$ – ЭДС преобразователя и двигателя;

 $R_{_{\Pi}}$, $R_{_{\Pi}}$ — сопротивления преобразователя и двигателя.

Уравнение механической характеристики в замкнутой системе:

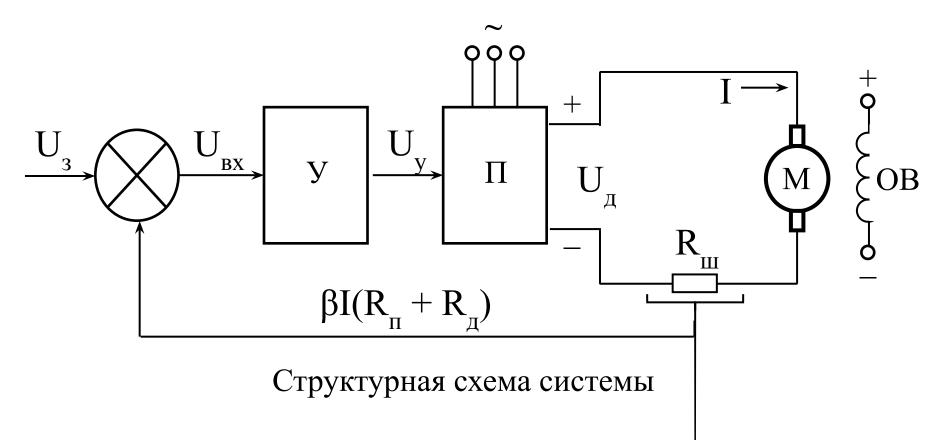
$$\omega = \frac{k_{\rm g}U}{c\left(1+\alpha k_{\rm c}\right)} - M\frac{R_{\rm II} + R_{\rm JI}\left(1+\alpha k_{\rm c}\right)}{c^2\left(1+\alpha k_{\rm c}\right)}$$



1 – естественная
характеристика;
2 – характеристика
разомкнутой системы;
3 – характеристика
замкнутой системы.

Механические характеристики двигателя

7.2 Система автоматического регулирования угловой скорости с жесткой положительной обратной связью по току якоря



Сигнал на входе усилителя определяется суммой напряжений:

$$U_{\rm BX} = U_3 + \beta I \left(R_{\rm \Pi} + R_{\rm A} \right) \qquad \beta = \frac{R_{\rm III}}{R_{\rm \Pi} + R_{\rm A}}$$

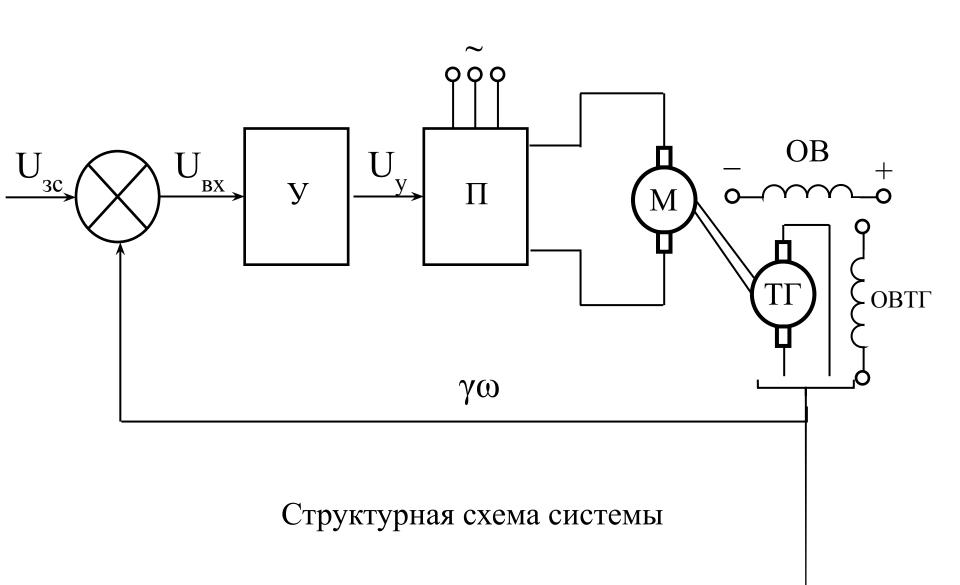
Уравнение механической характеристики в замкнутой системе:

$$\omega = \frac{k_{\rm g}U}{c} - M \frac{(R_{\rm II} + R_{\rm JI})(1 - \beta k_{\rm c})}{c^2}$$

$$0 \longrightarrow \frac{1}{3} \qquad 1 - \text{естественная}$$
характеристика;
$$2 - \text{характеристика}$$
разомкнутой системы;
$$3 - \text{характеристика}$$
замкнутой системы.

Механические характеристики двигателя

7.3 Система автоматического регулирования угловой скорости с жесткой отрицательной обратной связью по угловой скорости двигателя



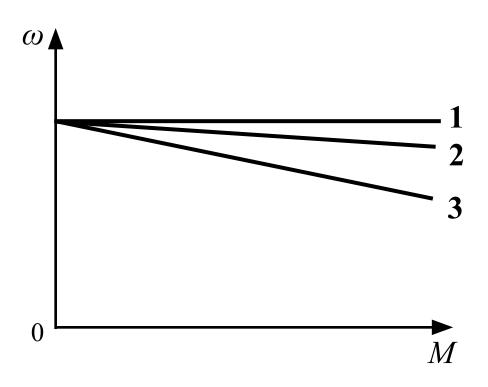
Система уравнений:

$$egin{aligned} U_{
m BX} &= U_{
m 3c} - \gamma \omega; \ E_{
m \Pi} &= k_{
m c} U_{
m BX}; \ U_{
m Д} &= E_{
m \Pi} - I R_{
m \Pi}; \ U_{
m Д} &= E_{
m Д} + I R_{
m Д}; \ E_{
m Д} &= c \omega; \ M &= c I. \end{aligned}$$

 U_{3c} — задающее напряжение в системе с обратной связью по скорости; γ — коэффициент передачи обратной связи по скорости; $k=k_c$ / c — коэффициент передачи (усиления) всей системы.

Уравнение механической характеристики в замкнутой системе:

$$\omega = \frac{k_{\rm g}U}{1 + \gamma k} - M \frac{R_{\rm \Pi} + R_{\rm \Pi}}{c^2 (1 + \gamma k)}$$



1 – естественная
характеристика;
2 – характеристика
разомкнутой системы;
3 – характеристика
замкнутой системы.

Механические характеристики двигателя