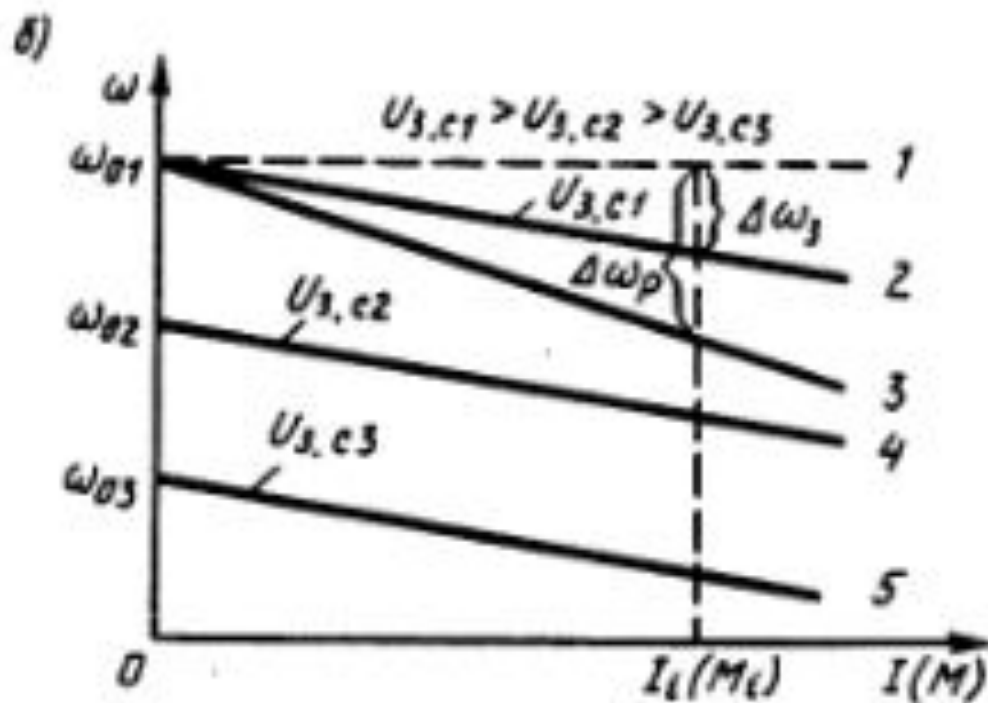
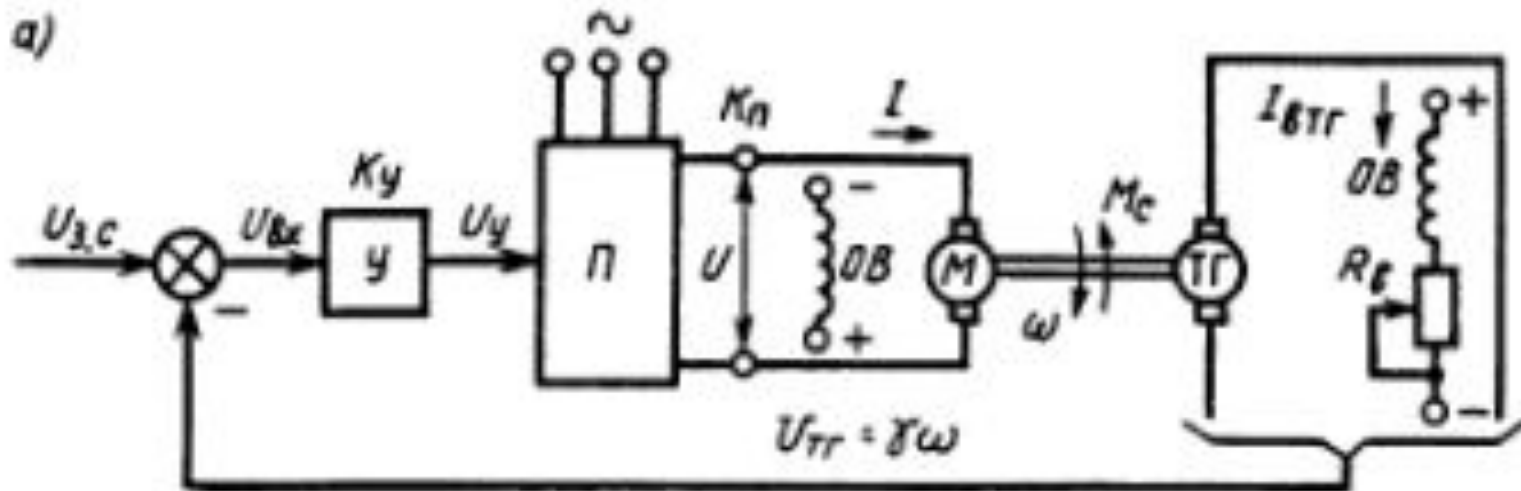


**Замкнутая система П - Д с
отрицательной обратной
связью по скорости
двигателя постоянного
тока независимого
возбуждения**



Основу данной системы составляет разомкнутая схема П - Д.

На валу ДПТНВ находится датчик скорости - тахогенератор ТГ, выходное напряжение которого $U_{ТГ} = \gamma \omega$ пропорционально скорости ДПТ и является сигналом обратной связи.

Коэффициент пропорциональности γ называется коэффициентом обратной связи по скорости и может регулироваться за счет изменения тока возбуждения тахогенератора $I_{втг}$.

Сигнал обратной связи $U_{\text{ТГ}} = \gamma\omega = U_{\text{ос}}$ сравнивается с задающим сигналом скорости $U_{\text{зс}}$, и их разность в виде сигнала рассогласования (ошибки) $U_{\text{вх}}$ подается на вход дополнительного усилителя $У$, который с коэффициентом K_u усиливает сигнал рассогласования $U_{\text{вх}}$ и подает его в виде сигнала управления $U_{\text{у}}$ на вход преобразователя $П$.

Рассмотрим физическую сторону процесса регулирования скорости в данной системе.

Предположим, что ДПТ работает под нагрузкой в установившемся режиме и по каким-то причинам увеличился момент нагрузки M_c . Так как развиваемый ДПТ момент становится меньше момента нагрузки, его скорость начинает снижаться и соответственно будет снижаться сигнал обратной связи по скорости, что в свою очередь вызовет увеличение сигналов рассогласования и управления и приведет к повышению ЭДС преобразователя, а следовательно, напряжения и скорости ДПТ.

При уменьшении момента нагрузки обратная связь будет действовать в другом направлении, приводя к снижению ЭДС преобразователя.

Таким образом, благодаря наличию обратной связи осуществляется автоматическое регулирование ЭДС преобразователя, а значит, и подводимого к ДПТ напряжения, за счет чего повышается жесткость характеристик ЭП.

В разомкнутой же системе при изменении момента нагрузки ЭДС преобразователя не изменяется, в результате чего жесткость характеристик электропривода меньше.

Уравнения механической характеристики в разомкнутой и замкнутой по скорости системах имеет вид:

$$\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{M \cdot R}{(k\Phi)^2}$$

$$\omega = \frac{M_3 \cdot U_{3c}}{1 + \gamma \cdot k\Phi_3} - \frac{R \cdot (j + n)}{()^2 (K + \gamma \cdot)_3}$$

где $U_{зс}$ – задающее напряжение; принимается
максимальное значение $U_{зс} = 15 - 20 \text{ В}$

$\gamma = \frac{U_{ос}}{\omega}$ - коэффициент передачи обратной связи
по скорости;

$K_з = \frac{K_c}{\text{кФ}}$ - коэффициент передачи всей
системы;

$K_c = K_y \cdot K_p$ - коэффициент усиления
усилителя и
преобразователя

Статическое падение скорости на естественной характеристике

$$\delta_{\text{ст}} = \frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \frac{M \cdot R_{\text{дв}}}{U \cdot k_{\Phi}}$$

Статическое падение скорости в замкнутой системе

$$\delta_{\text{ст}} = \frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \frac{M \cdot (R_{\text{дв}} + R_{\text{пр}})}{U_{\text{зс}} \cdot k_{\Phi} \cdot K_{\text{с}}}$$

Коэффициент передачи системы, обеспечивающий при данном U_{zc} скорость холостого хода, как и в разомкнутой системе.

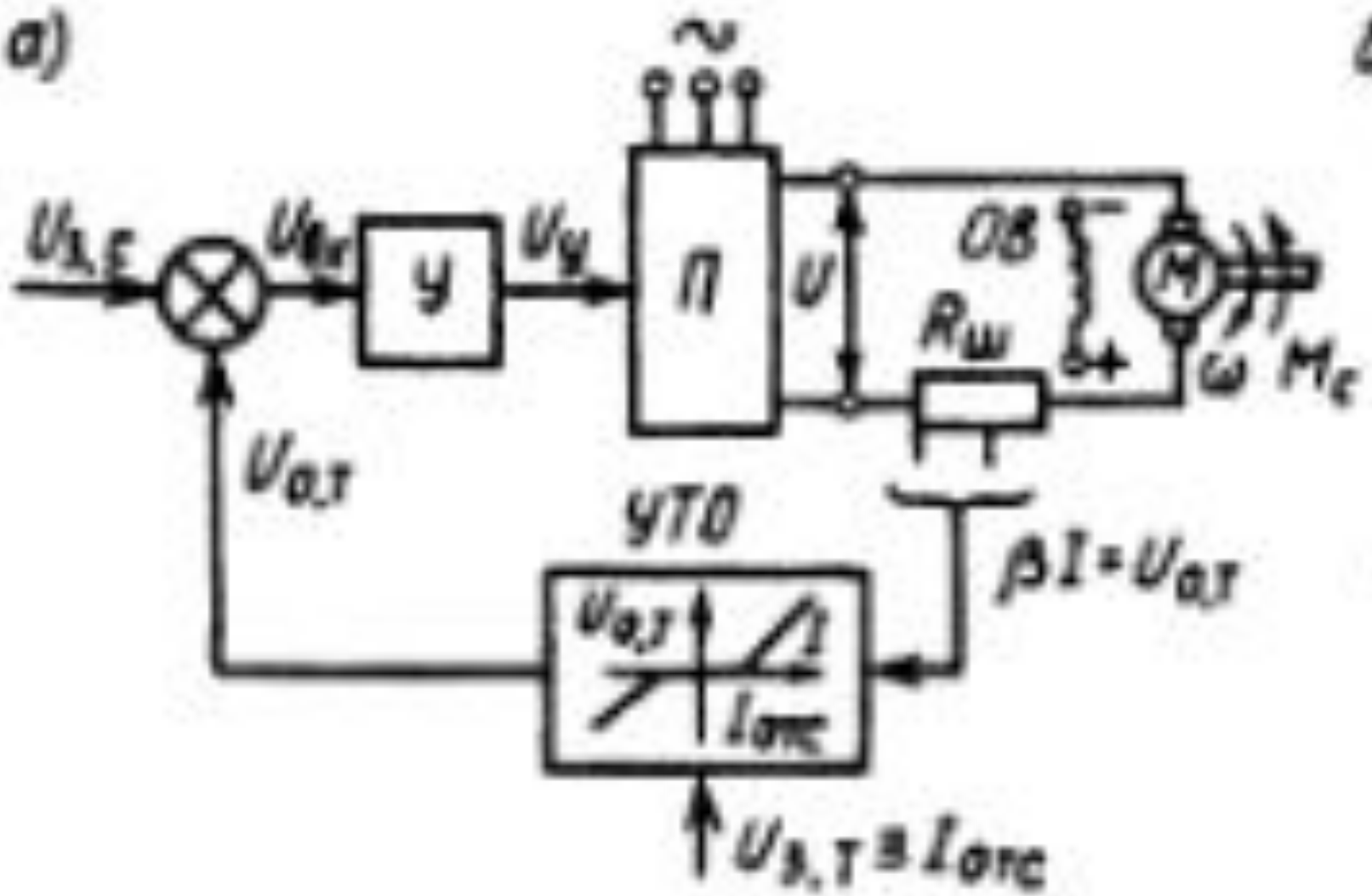
$$K_3 = \frac{1}{\frac{U_{zc}}{\omega_0} - \gamma}$$

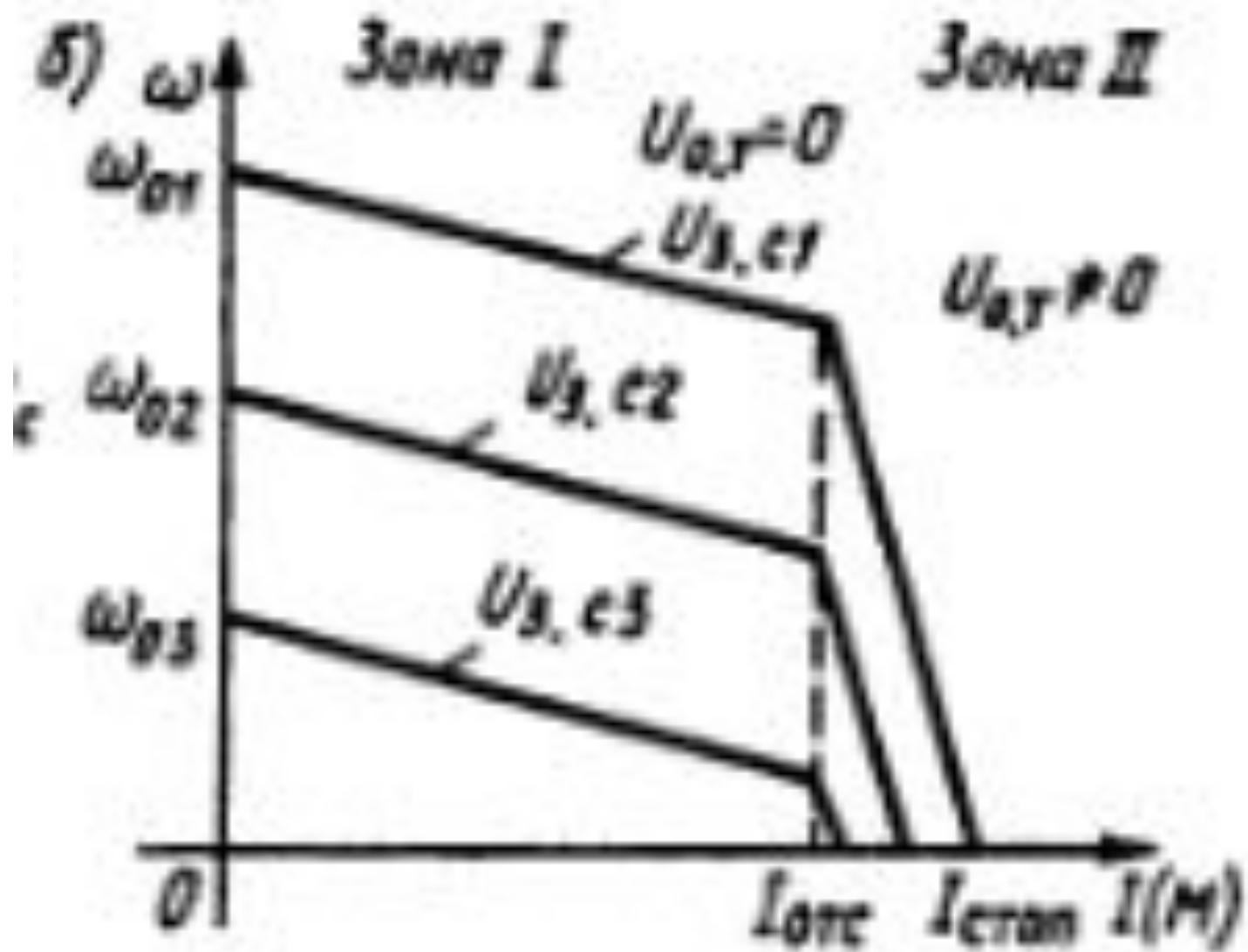
Замкнутая система с отрицательной обратной связью по напряжению предназначена для стабилизации напряжения.

Датчиком является потенциометр, включенный параллельно якорю.

**Регулирование (ограничение)
тока и момента двигателя
постоянного тока с помощью
нелинейной отрицательной
обратной связи по току**

a)





В качестве датчика тока в этой системе ЭП используется шунт с сопротивлением $R_{ш}$, падение напряжения на котором пропорционально току якоря. В результате сигнал обратной связи по току

$$U_{от} = \beta I,$$

где β - коэффициент обратной связи по току.

Отметим, что в качестве резистора $R_{ш}$ часто используется обмотка дополнительных полюсов или компенсационная обмотка двигателя.

Сигнал обратной связи $U_{от}$ поступает на узел токоограничения УТО, называемый также узлом токовой отсечки, вместе с сигналом задания тока $U_{зт}$, определяющим уровень тока отсечки $I_{отс}$, с которого начинается регулирование (ограничение) тока.

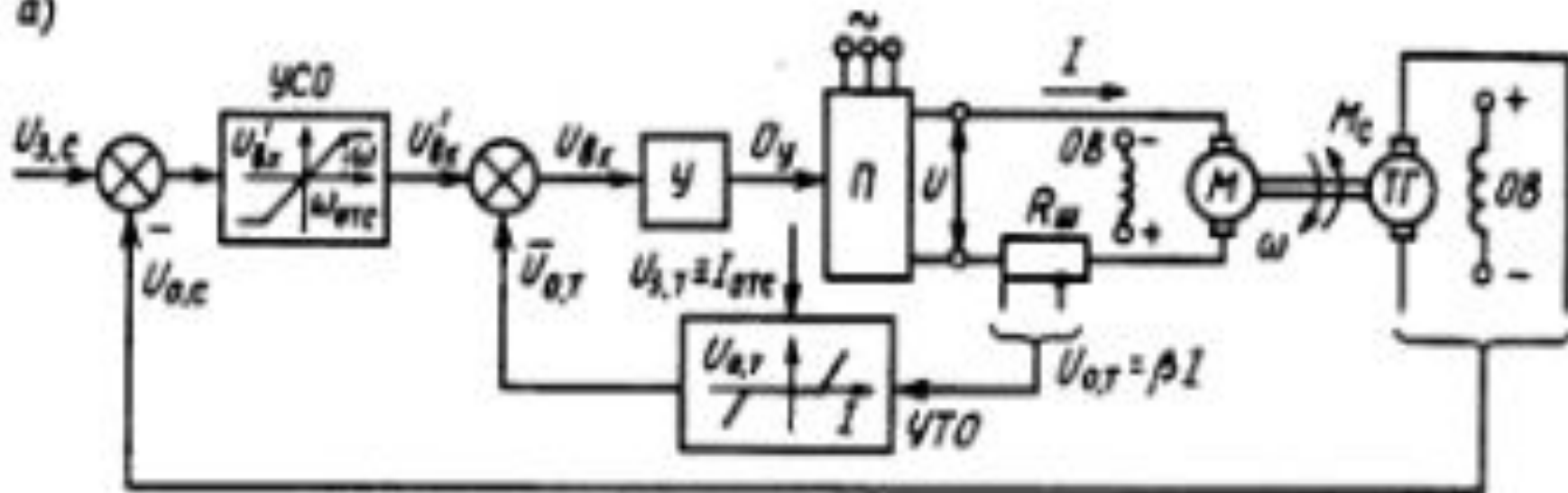
Работа УТО в соответствии с его характеристикой $U_{от}(I)$ происходит следующим образом.

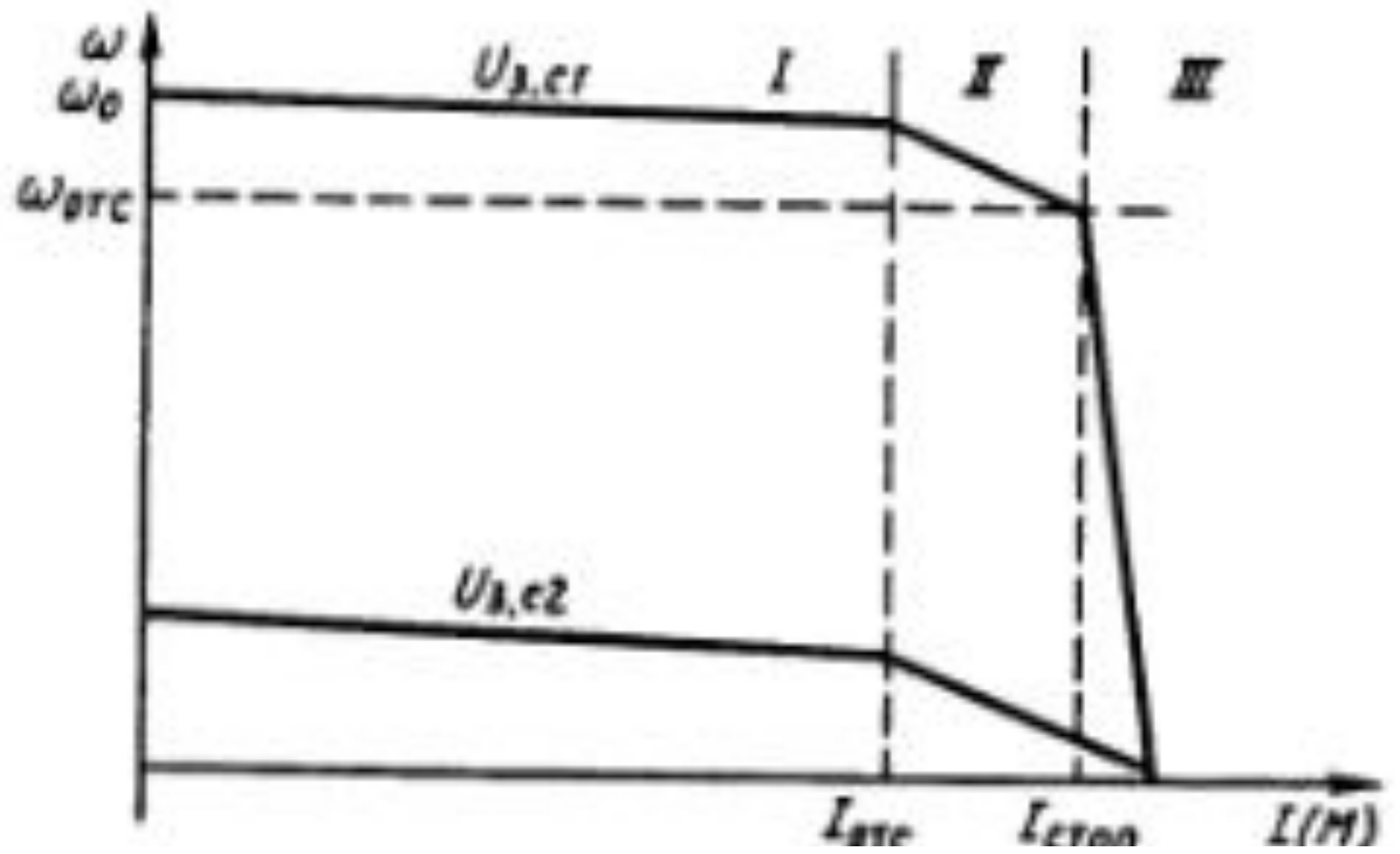
При токе в якоре меньше заданного тока отсечки, т.е. пока $I < I_{отс}$, сигнал обратной связи на выходе УТО равен нулю. Другими словами, ЭП в диапазоне тока якоря от 0 до $I_{отс}$ является разомкнутым и имеет характеристики, изображенные в зоне I.

При $I > I_{отс}$ на выходе УТО появляется сигнал отрицательной обратной связи $U_{от} = \beta I$, ЭП становится замкнутым и начинает работать в соответствии с характеристиками в зоне II.

**Замкнутая схема
электрического привода с
двигателями постоянного
тока с обратными связями
по скорости и току**

a)





Для получения жестких характеристик ЭП, необходимых для регулирования скорости, и мягких характеристик, требуемых для ограничения тока и момента, т. е. при регулировании двух координат, применяются соответствующие обратные связи.

В схеме ЭП с нелинейными обратными связями по скорости и току для обеспечения нелинейности цепей обратных связей используются узел токоограничения УТО и узел ограничения скорости УСО, характеристики которых показаны внутри соответствующих условных изображений.

Приведенная схема соответствует схеме с общим усилителем и нелинейными обратными связями, которые определяют разделение области механических характеристик на три зоны - I, II и III.

В зоне I в диапазоне токов от 0 до $I_{отс}$ действует только обратная связь по скорости, обеспечивая жесткие характеристики ЭП.

В зоне II при $I > I_{отс}$ вступает в действие обратная связь по току и характеристики становятся мягче.

При дальнейшем увеличении тока и падении скорости ниже скорости отсечки $\omega_{отс}$ перестает действовать обратная связь по скорости, а за счет действия связи по току характеристики становятся еще мягче (зона III), т.е. обеспечивается требуемое ограничение тока и момента.

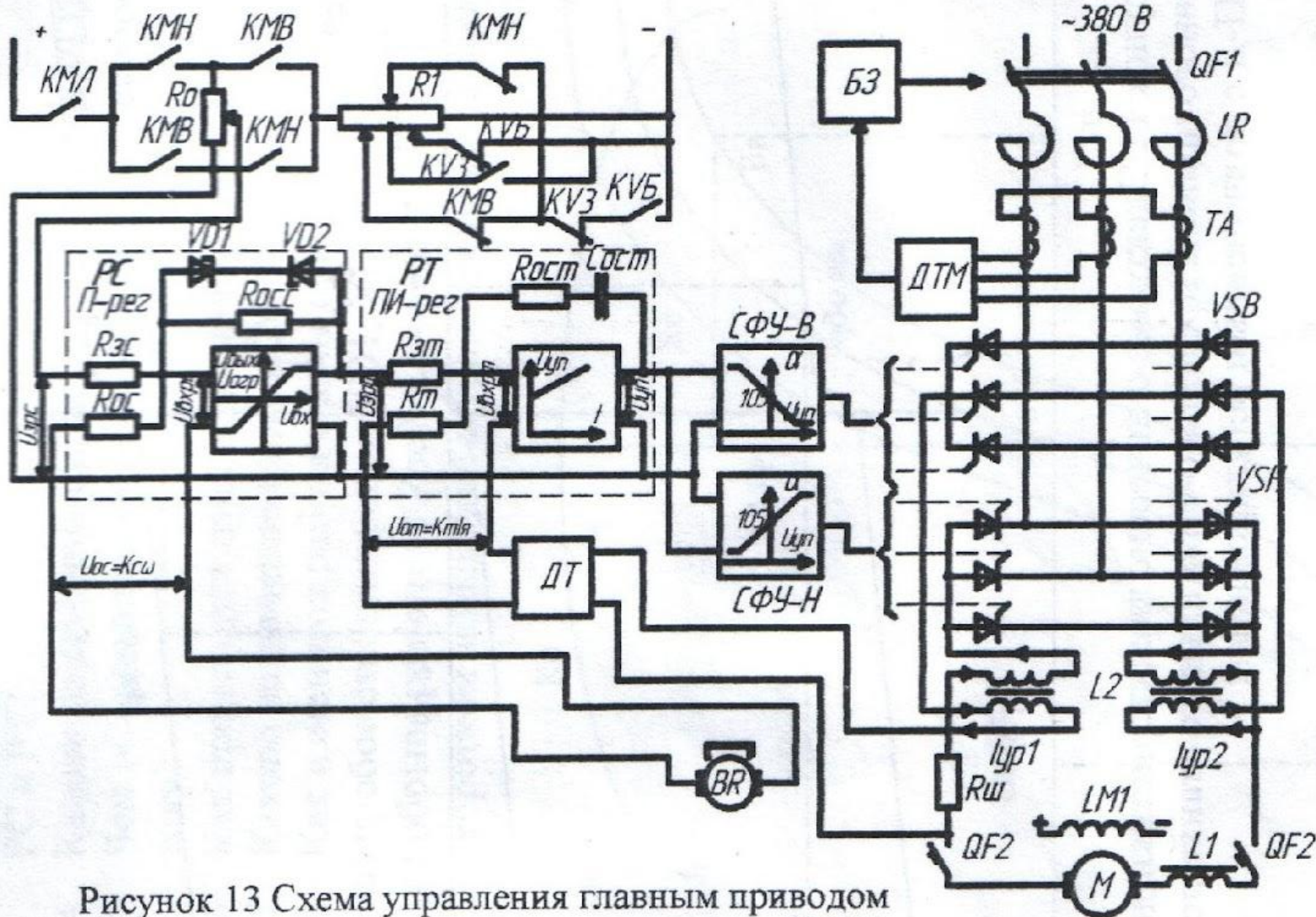


Рисунок 13 Схема управления главным приводом продольно строгального станка по системе ТП-Д с подчиненным регулированием