



Функциональная обратная связь определяет динамику релейно-импульсного регулятора как замкнутой системы. Эта обратная связь осуществляется по выходу релейно-импульсного регулятора.

Четыре входных сигнала (рисунок 2.1) поступают на вход сумматора 1. Далее сигнал рассогласования через демпфер 2 поступает на вход сумматора 3. На другой вход сумматора поступает сигнал функциональной обратной связи ФОС 4.

Релейный элемент, представленный на рисунке 2.2 с зоной нечувствительности  $\Delta_n$  и зоной возврата  $\Delta_v$ , формирует импульсные сигналы различной полярности с длительностью импульсов  $t_i$  и паузой  $t_p$ . На сигнал условно положительной полярности срабатывает индикатор М, на сигнал условной отрицательной полярности срабатывает индикатор Б. Ручки настройки параметров  $\Delta_v$ ,  $t_i$ ,  $\tau_i$ ,  $\alpha_{\Pi}$  выведены на боковую панель прибора РП4-У.

Динамика автоматической системы регулирования, имитируемой на данном стенде, определяется двумя основными факторами: регулирующим релейным блоком РБ и исполнительным механизмом ИМ постоянной скорости (рисунок 2.3).

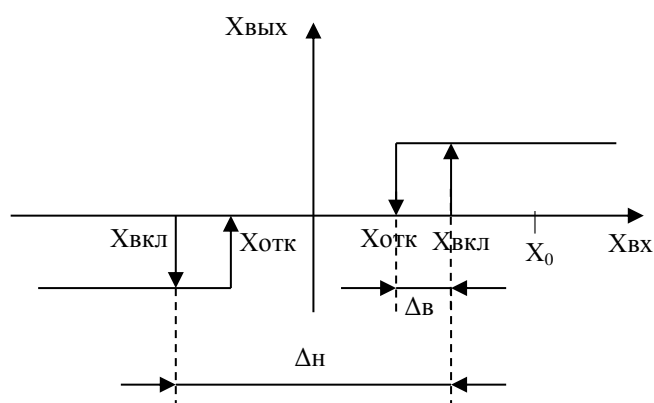


Рисунок 2.2- Релейный элемент

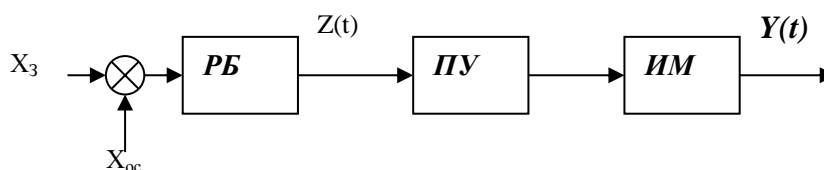


Рисунок 2.3 - Система регулирования

Исполнительный механизм выполнен с редуктором и включается с помощью пускового устройства ПУ. Особенностью ИМ является то, что он рассчитан на определенное напряжение питания и не может управляться за счет изменения его амплитуды. Электродвигатель производит перемещение регулирующего органа  $Y(t)$  с постоянной скоростью  $S_0 = \text{const}$ , не зависящей от амплитуды управляющего сигнала  $Z(t)$ .

При каждом импульсе ИМ регулирующий орган перемещается на величину  $Y=S_0 \cdot t_i$ , а во время пауз положение регулирующего органа не меняется. Под действием управляющих импульсов  $Z(t)$  исполнительный механизм постоянной скорости будет перемещать рабочий орган. График этого перемещения представляется ломаной линией  $Y(t)$ , показанной на рисунке 2.4. Прерывистое перемещение исполнительного механизма можно представить как плавное, происходящее с некоторой усредненной скоростью  $S_{\text{рег}}$ , называемой скоростью регулирования. Она представлена на рисунке 2.4 как аппроксимирующая прямая  $Y_{\text{нд}}$ .

Наклон аппроксимирующей прямой линии можно вычислить по формуле:

$$\operatorname{tg} \beta = S_0 \cdot \frac{t_e}{t_e + t_i} = S_0 \cdot \gamma. \quad (2.1)$$

Параметр  $V_{\text{св}} = |\operatorname{tg} \alpha| = \left| \frac{dX_{\text{ос}}(t)}{dt} \right|_{t=i1} = C \cdot \frac{K_{\text{ос}}}{T_{\text{з}}}$  называют скоростью связи или скоростью изменения сигнала обратной связи под действием  $z=\pm C$  при включении релейного элемента, вычисленное за время заряда  $T_{\text{з}}$ .

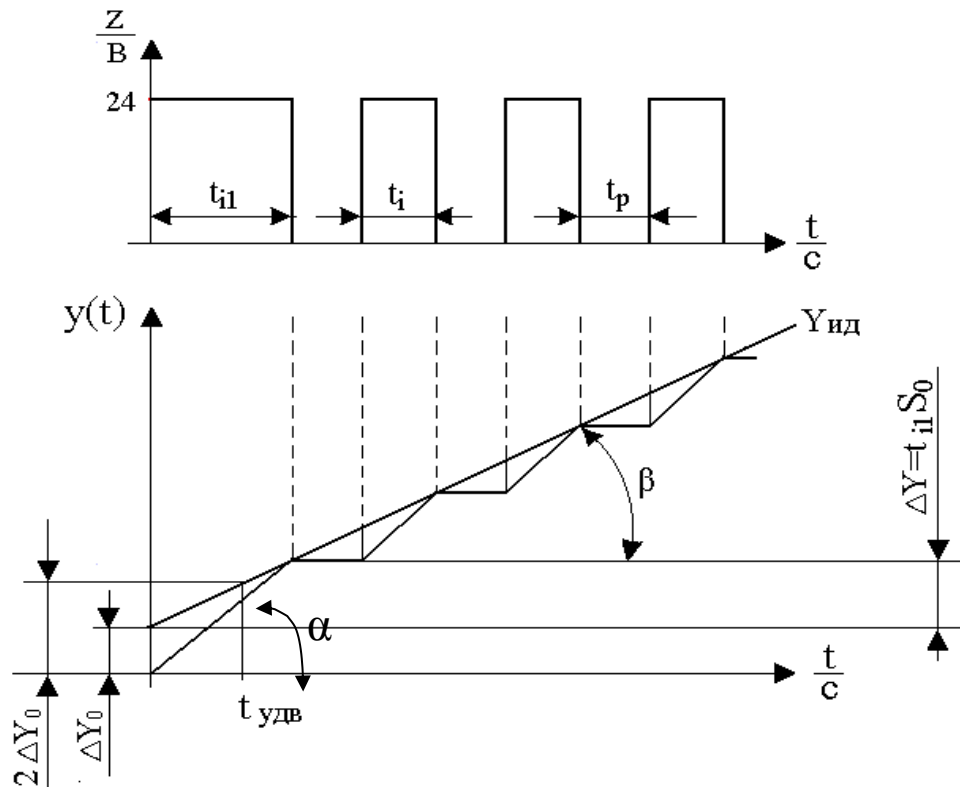


Рисунок 2.4 – Реакция ИМ на ступенчатый входной сигнал

На приборе РП4-У настроечным параметром скорости связи является коэффициент:

$$\alpha_i = \frac{1}{V_{\text{н\acute{a}}}} \cdot \left[ \frac{c}{\%} \right]. \quad (2.2)$$

Блок РП4-У позволяет устанавливать настроечные параметры независимо друг от друга. Длительность импульсов  $t_i$  практически не зависит от значения входного сигнала  $X_3$ , тогда как длительность паузы  $t_n$  обратно пропорциональна  $X_3$ . При этом скважность  $\gamma(t)$  управляющих импульсов  $Z(t)$  зависит от  $X_3$  практически линейно.

2.1.2 Для определения средней скорости исполнительного механизма (ИМ) следует:

1) На блоке БУ21 установить переключатель в положение «Р» (ручной режим). Кнопками «Больше» и «Меньше» блока БУ21 опробовать перемещение ИМ. Затем переместить его в среднее положение, контролируя его положение по указателю положения УП (УП=50%).

2) Измерить скорость ИМ в положительном направлении (в сторону «Больше» на РП4-У). Для этого в ручном режиме кнопкой «Больше» на БУ21 переместить ИМ от среднего положения до положения 70% от возможно хода (УП=70%) и зафиксировать время его движения. Вычислить скорость ИМ в сторону «Больше» по формуле:

$$S_{ИМ}^+ = \frac{\Delta УП_i [\%]}{\Delta t_i [c]} = \frac{20\%}{\Delta t_i [c]}, \quad (2.3)$$

где  $\Delta t$  – время перемещения исполнительного механизма от одного положения до другого, указываемого с помощью указателя положения УП;

$\Delta УП\% = 70\% - 50\% = 20\%$  изменение положения механизма за время  $\Delta t$ .

3) Измерить скорость ИМ в отрицательном направлении (в сторону «Меньше» на РП4-У). Для этого повторить опыт пункта 2, управляя исполнительным механизмом кнопкой «Меньше» на БУ21. Вычислить скорость ИМ в сторону «меньше» по формуле:

$$S_{ИМ}^- = \frac{\Delta УП_i [\%]}{\Delta t_i [c]} = \frac{20\%}{\Delta t_i [c]}, \quad (2.4)$$

где  $\Delta УП\% = 50\% - 30\% = 20\%$  изменение положения механизма за время  $\Delta t$ .

4) Измерения по пунктам 2 и 3 повторить три раза и вычислить среднее значение скорости в обоих направлениях

5) Затем вычислить окончательно среднюю скорость ИМ:

$$S_{cp} = \frac{S_{ИМ}^+ cp + S_{ИМ}^- cp}{2}. \quad (2.5)$$

2.1.3 Скорость связи прибора РП4-У - это скорость изменения сигнала обратной связи под действием импульса при включении релейного элемента.

Для определения скорости связи необходимо:

1) На блоке БУ21 установить переключатель в положение «Р» (ручной режим). Установить на панели РП4-У коэффициент передачи сумматора  $\alpha_{\Sigma} = 1$ . Установить остальные параметры: коэффициент пропорциональности функциональной обратной связи  $\alpha_{П}$ , постоянную времени ФОС (она же постоянная времени интегрирования)  $\tau_{и}$ , минимальную величину продолжительности импульса  $t_i$  в положения согласно варианту по таблице 2.1. Ручки входного задатчика «Задание» на панели РП4-У установить в

нулевое положение.

Таблица 2.1 – Варианты заданий

Вариант	Установленное значение коэффициента пропорциональности $\alpha_{\Pi}$	Постоянная интегрирования $\tau_{\Pi}$	Величина продолжительности импульса $t_i$
1	0.65	5	0.3
2	0.8	5	0.4
3	0.8	10	0.5
4	1.1	5	0.3
5	1.1	5	0.4
6	1.1	10	0.5
7	1.1	10	0.4
8	1.4	5	0.5
9	1.4	10	0.4
10	1.4	10	0.3

2) Сбалансировать блок РП4-У. Для этого на панели «Задание» ручку «Грубо» установите на ноль. Ручку «Точно» поворачивайте в разные стороны до тех пор, пока не погаснут оба индикатора «Б» и «М».

3) Чтобы снять зависимость скорости связи  $V_{\text{св}}(\alpha_{\text{ДП}})$  от установочного параметра  $\alpha_{\text{П.уст}}$ , заметьте положение точной ручки «Задание» и передвиньте ее на 2%. К выходу РП4-У (к клеммам  $Y_0$  и  $Y_2$ ) подключить вольтметр на 10 вольт. Затем следует отключить питание на тренажер тумблером на панели блока.

4) Подать напряжение питания на РП4-У (включить питание) и измерить секундомером длительность первого импульса  $t_{\text{и1}}$ . Скорость связи и действительный параметр  $\alpha_{\text{ПД}}$  определяются по формулам:

$$V_{\text{св}} = \frac{\Delta U_{\text{вх}}}{t_{\text{и1}}} = \frac{2\%}{t_{\text{и1}}}, \quad \alpha_{\text{ПД}} = \frac{t_{\text{и1}}}{\Delta U_{\text{вх}}}, \quad (2.6)$$

где  $\Delta U_{\text{вх}}$  - напряжение на входе РП4У;

$t_{\text{и1}}$  – длительность первого импульса при включении РП4-У.

Опыты повторите для всех значений  $\alpha_{\text{П.уст}}$  по шкале прибора: (0,5; 0,65; 0,8; 1,1; 1,4; 1,8 2.2). Результаты занести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты выполнения задания 3

Номер опыта	$\Delta U_{\text{вх}}, \%$	$\alpha_{\text{П.уст}}, \text{с}/\%$	$t_{\text{и1}}, \text{с}$	$\alpha_{\text{ПД}}, \text{с}/\%$	$V_{\text{св}}, \%/ \text{с}$
1	2				
2	2				
3	2				

По результатам построить градировочную характеристику  $\alpha_{\text{ПД}} = f(\alpha_{\text{П.уст}})$ .

## 2.2 Контрольные вопросы

2.2.1 Приведите структурную схему регулирования.

2.2.2 Какими настроечными параметрами блока РП4-У можно изменить

коэффициент пропорциональности и постоянную времени интегратора?

2.2.3 Почему для регулирования от ИМ постоянной скорости используется релейно-импульсные блоки?

2.2.4 Поясните физический смысл скорости связи.

2.2.5 Как изменить среднюю скорость передвижения ИМ?

2.2.6 Какие физические параметры характеризуют  $\operatorname{tg}\alpha$  и  $\operatorname{tg}\beta$  на рисунке

2.4?

2.2.7 Что значит «Больше» и «Меньше»?