

Автоматизация технологических процессов



Модуль 2. Лекция 4. Настройка регуляторов



План

1. Настройка регуляторов непрерывного действия
2. Настройка регуляторов дискретного действия

1

Наладка регуляторов непрерывного действия

П-регулятор

$$x_{\text{вых}} = k \cdot x_{\text{вх}}$$

$$W(P) = k$$

И-регулятор

$$x_{\text{вых}} = \frac{k}{T_u} \int x_{\text{вх}} dt$$

$$W(P) = \frac{k}{T_u P}$$

ПИ-регулятор

$$x_{\text{вых}} = k \cdot x_{\text{вх}} + \frac{k}{T_u} \int x_{\text{вх}} dt$$

$$W(P) = k + \frac{k}{T_u P}$$

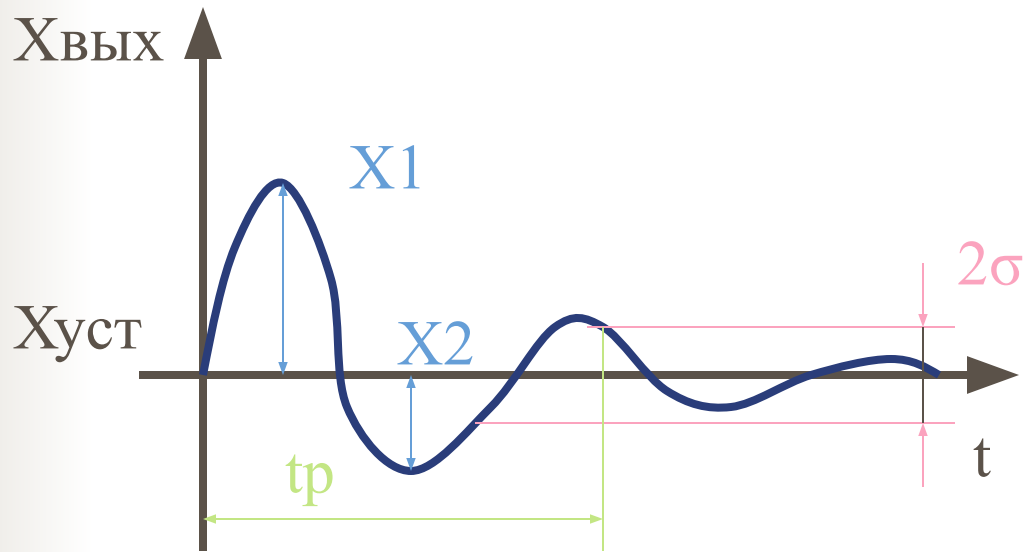
ПИД-регулятор

$$x_{\text{вых}} = k \cdot x_{\text{вх}} + \frac{k}{T_u} \int x_{\text{вх}} dt + k \cdot T_d \cdot \frac{dx_{\text{вх}}}{dt}$$

$$W(P) = k + \frac{k}{T_u P} + k \cdot T_d \cdot P$$

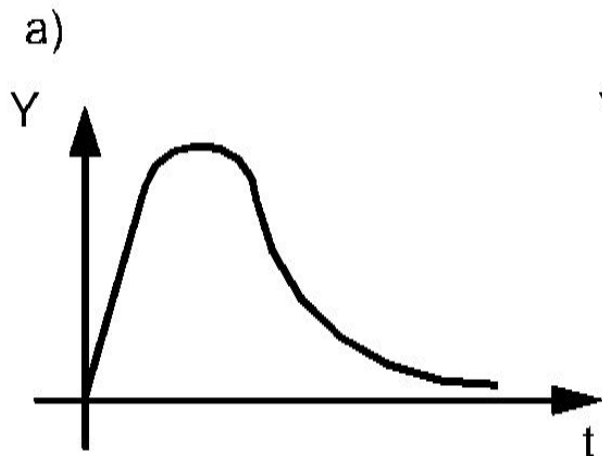
1

Правильно налаженный регулятор должен обеспечивать оптимальное протекание процесса регулирования

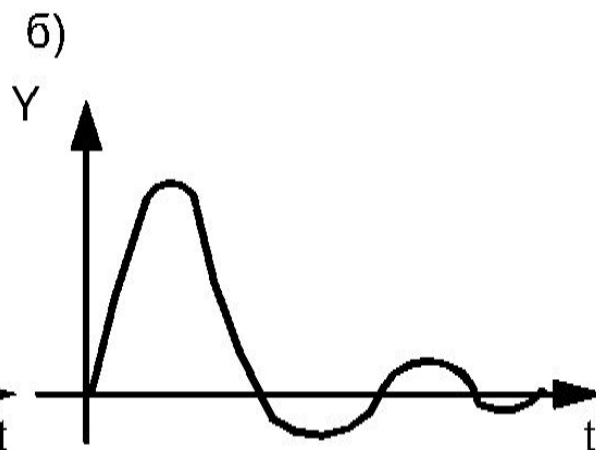


1

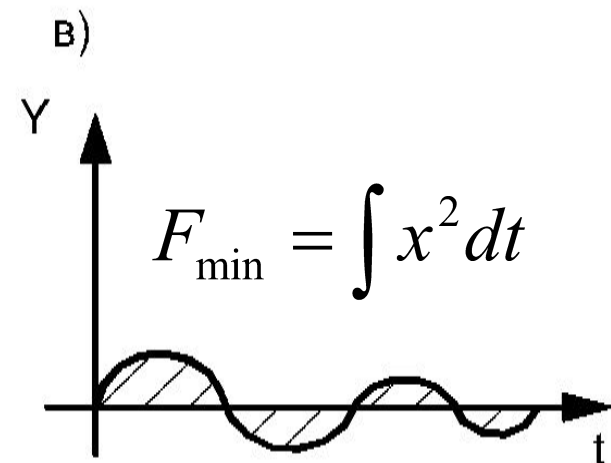
Параметры регуляторов принято настраивать на один из трех типовых переходных процессов



Апериодический
переходной процесс



Процесс с 20%
перерегулированием



Процесс с
минимальной
площадью
отклонения

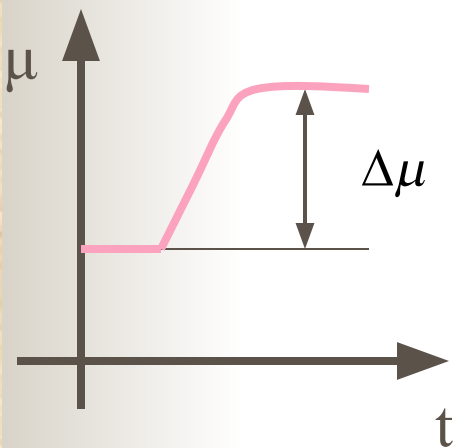
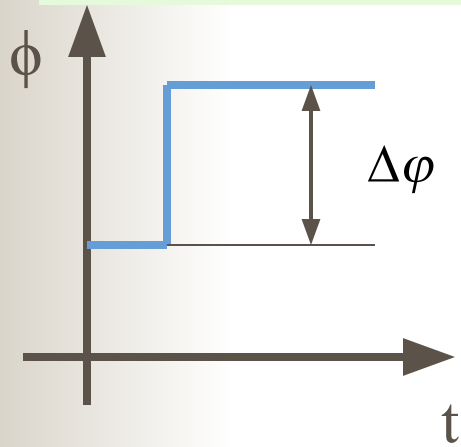


Тип регулятора	Процесс регулирования		
	а	б	в
П	$k_p = \frac{0.3}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	$k_p = \frac{0.7}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$	$k_p = \frac{0.9}{k_0 \frac{\tau_0}{T_0}}$
И	$k_p = \frac{1}{4.5k_0T_0}$	$k_p = \frac{1}{1.7k_0T_0}$	$k_p = \frac{1}{1.7k_0\tau_0}$
ПИ	$k_p = \frac{0.6}{k_0 \frac{\tau_0}{0}}$ $T_u = 0.5T_0 + 0.8\tau_0$	$k_p = \frac{0.7}{k_0 \frac{\tau_0}{0}}$ $T_u = 0.3T_0 + \tau_0$	$k_p = \frac{1}{k_0 \frac{\tau_0}{0}}$ $T_u = 0.35T_0 + \tau_0$
ПИД	$k_p = \frac{0.95}{k_0 \frac{\tau_0}{0}}$ $T_u = 2.4\tau_0$ $T_D = 0.4\tau_0$	$k_p = \frac{1.2}{k_0 \frac{\tau_0}{0}}$ $T_u = 2\tau_0$ $T_D = 0.4\tau_0$	$k_p = \frac{1.4}{k_0 \frac{\tau_0}{0}}$ $T_u = 1.3\tau_0$ $T_D = 0.5\tau_0$

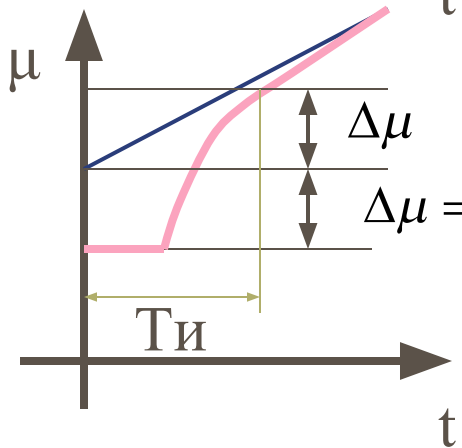
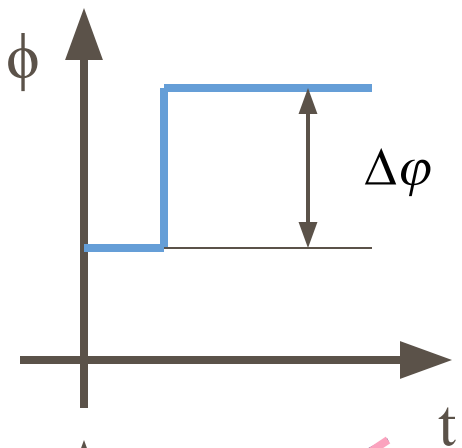
*



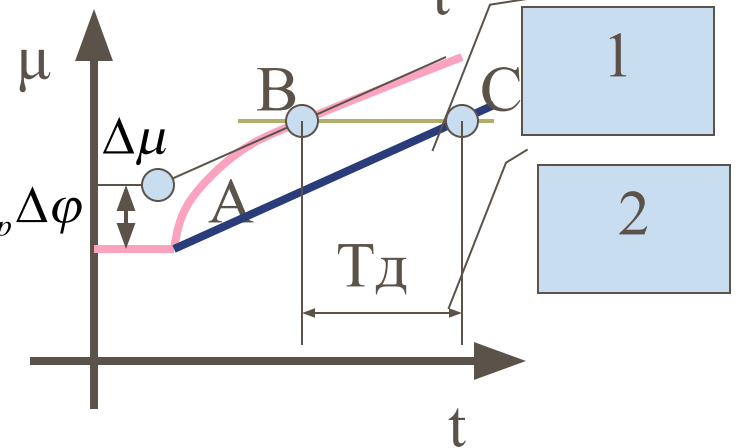
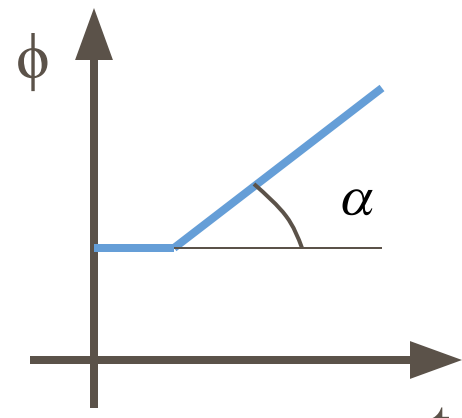
П-регулятор



ПИ-регулятор



ПИД-регулятор



*

Наладка релейных регуляторов

Если имеется астатический объект:

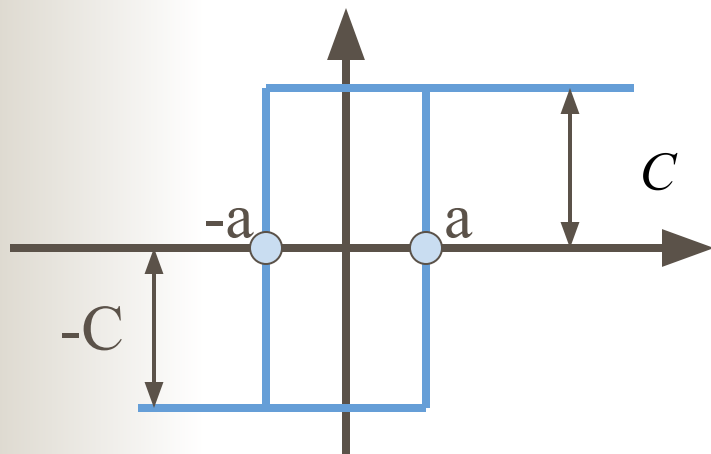
$$W_{oy} = \frac{k_a}{T_a P}$$

Для положительного входного воздействия:

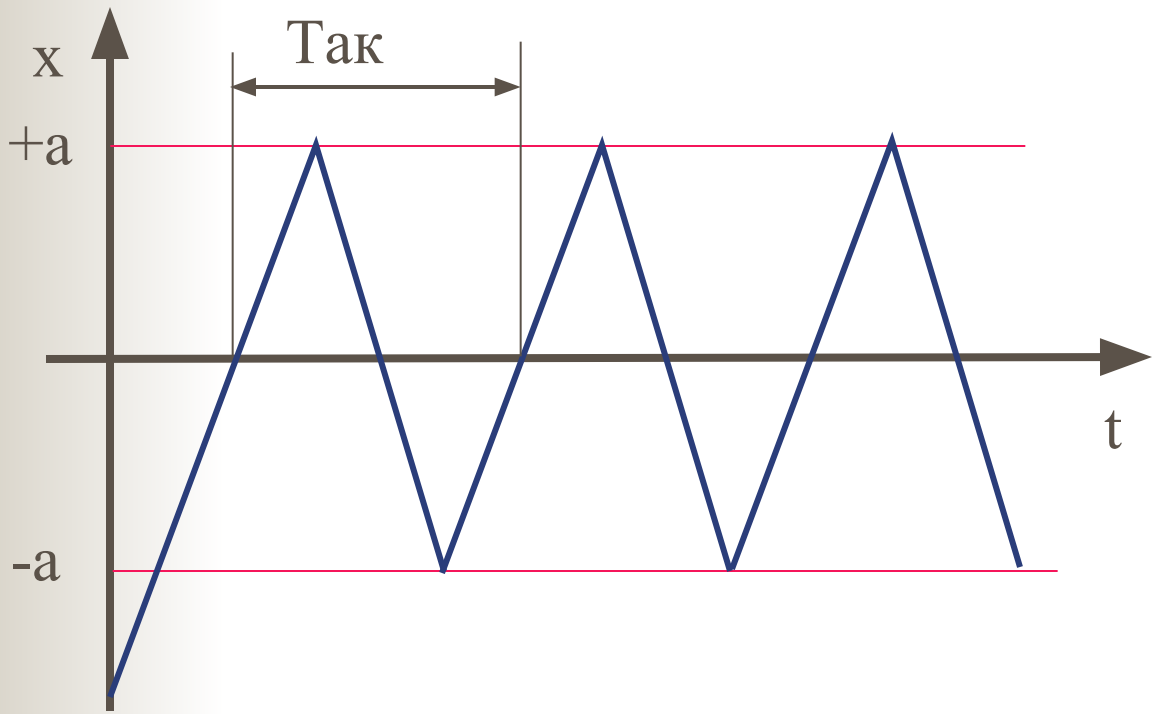
$$x_{вых} = \frac{k_a}{T_a} x_{вх} t$$

Для отрицательного входного воздействия:

$$x_{вых} = -\frac{k_a}{T_a} x_{вх} t$$



Статическая характеристика релейного элемента



$$T_{ак} = \frac{4aT_a}{k_a C}$$

При наличии запаздывания:

$$W_{oy} = \frac{k_{1,2}}{T_{1,2}P} e^{-\tau_{1,2}P}$$

$$A_{ак} = a + \frac{C}{2} \left(\frac{k_1 \tau_1}{T_1} + \frac{k_2 \tau_2}{T_2} \right)$$

Когда

$$k_1 = k_2, \tau_1 = \tau_2, T_1 = T_2$$

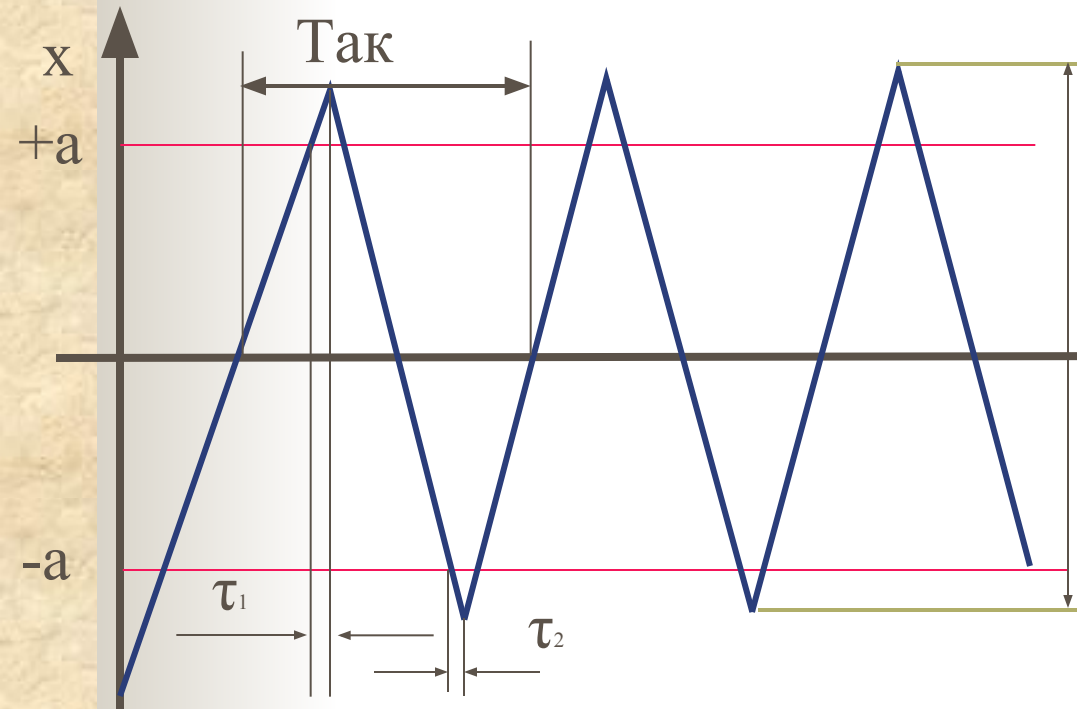
$$A_{ак} = a + \frac{Ck\tau}{T}$$

В _общем_ случае:

$$t_{Так} = 2a \frac{k_1 T_2 + T_1 k_2}{k_1 k_2 C} + \tau_1 + \tau_2$$

В _частном_ случае:

$$T_{ак} = \frac{4aT}{kC} + 2\tau$$



В случае статического объекта при наличии запаздывания:

$$W_{oy} = \frac{k_{1,2}}{T_{1,2}P + 1} e^{-\tau_{1,2}P}$$

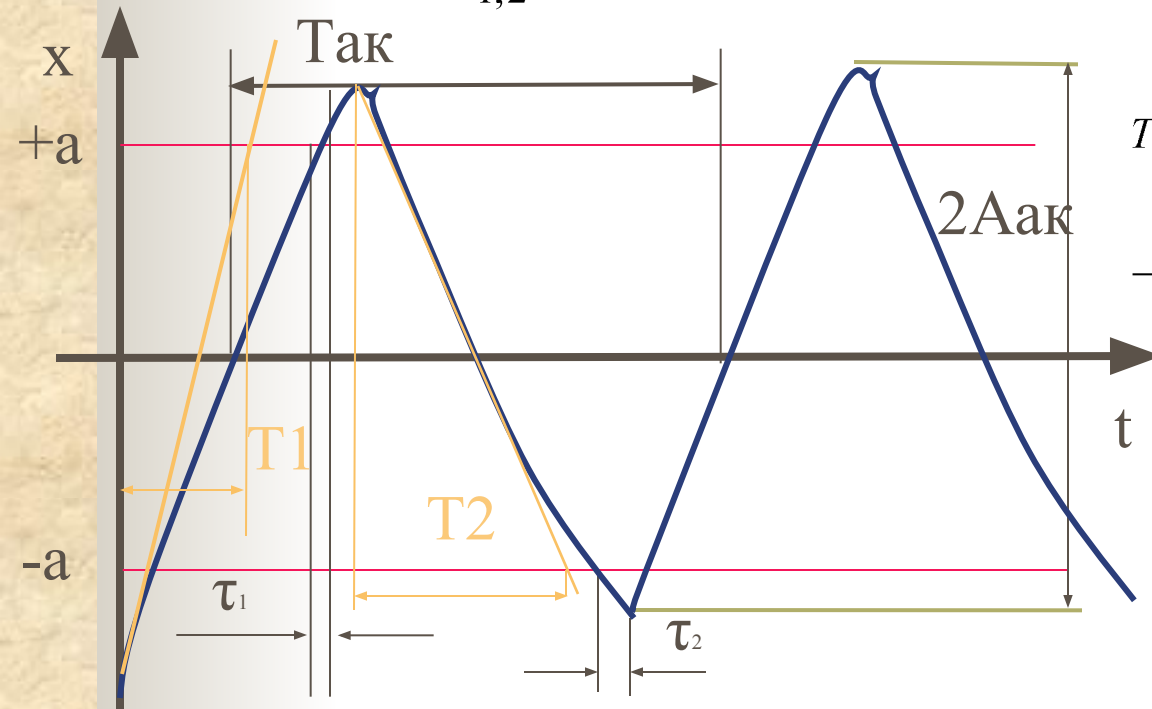
$$A_{ак} = (kC_1 + kC_2)(1 - \lambda) + 2a\lambda$$

где $\lambda = e^{-\frac{\tau}{t}}$

В частном случае


$$A_{ак} = kC(1 - \lambda) + \lambda a$$

$$T_{ак} = 2\tau + T \ln \left[\frac{k(C_1 + C_2) - (kC - a)\lambda}{(kC_1 - a)} - \frac{k(C_1 + C_2) - (kC_1 - a)\lambda}{(kC_2 - a)} \right]$$



*

2



При наладке релейных регуляторов чаще всего бывает необходимо изменить частоту и амплитуду автоколебаний

- Изменяют зону нечувствительности релейного элемента;
- Изменяют значение притока и оттока управляющего воздействия;
- Вводят динамические элементы в схему регулятора