

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРОВ

Цель работы: уяснить порядок расчета параметров настройки двухпозиционного регулятора температуры.

1. Общие сведения

Автоматические регуляторы (АР) представляют собой большую группу автоматических управляющих устройств, которые вырабатывают регулирующее воздействие в САУ, если регулируемая величина отклонится от заданного значения.

Двухпозиционные регуляторы обеспечивают хорошее качество регулирования для инерционных объектов с малым запаздыванием, не требуют настройки и просты в эксплуатации. Эти регуляторы представляют обычный и наиболее широко распространенный метод регулирования.

Двухпозиционные регуляторы используются для управления переключательными элементами - электромеханическими реле, контакторами, транзисторными ключами, симисторными или тиристорными устройствами, твердотельными реле и др.

В простейшем случае (без обратной связи) двухпозиционный регулятор работает как двухпозиционный переключатель. Например, мощность, подаваемая на нагреватель, имеет только два значения - максимальное и минимальное (нулевое), две позиции (отсюда и название регулятора - двухпозиционный) - нагреватель полностью включен или полностью выключен.

Структурная схема двухпозиционной системы регулирования приведена на рис. 1.

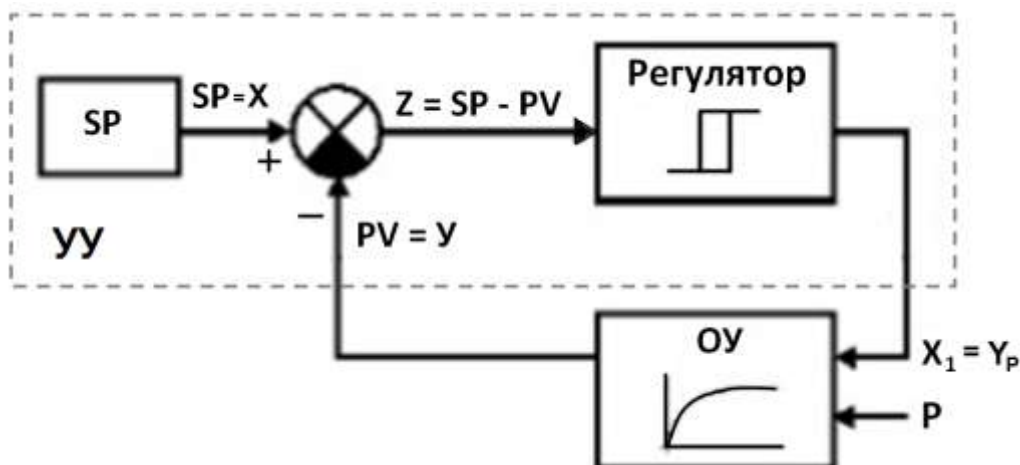


Рис. 1. Структурная схема двухпозиционной системы регулирования

где: АР – двухпозиционный регулятор,
 ОУ – объект управления,
 SP – узел формирования заданной точки (задания),
 Z – рассогласование регулятора,
 PV=Y – регулируемая величина,
 X₁ – управляющее воздействие,
 P – возмущающее воздействие.

Типы статических характеристик двухпозиционных регуляторов показаны на рис. 2.

Вид статической характеристики, представленный на рис. 2,а обычно применяется в различных процессах управления нагревом - нагревательных приборах, печах, термошкафах, теплообменниках и т.п. Данный тип регулятора называется обратным регулятором. При использовании в системах сигнализации данная логика работы выходного устройства носит название «меньше установленного значения» или «меньше минимума».

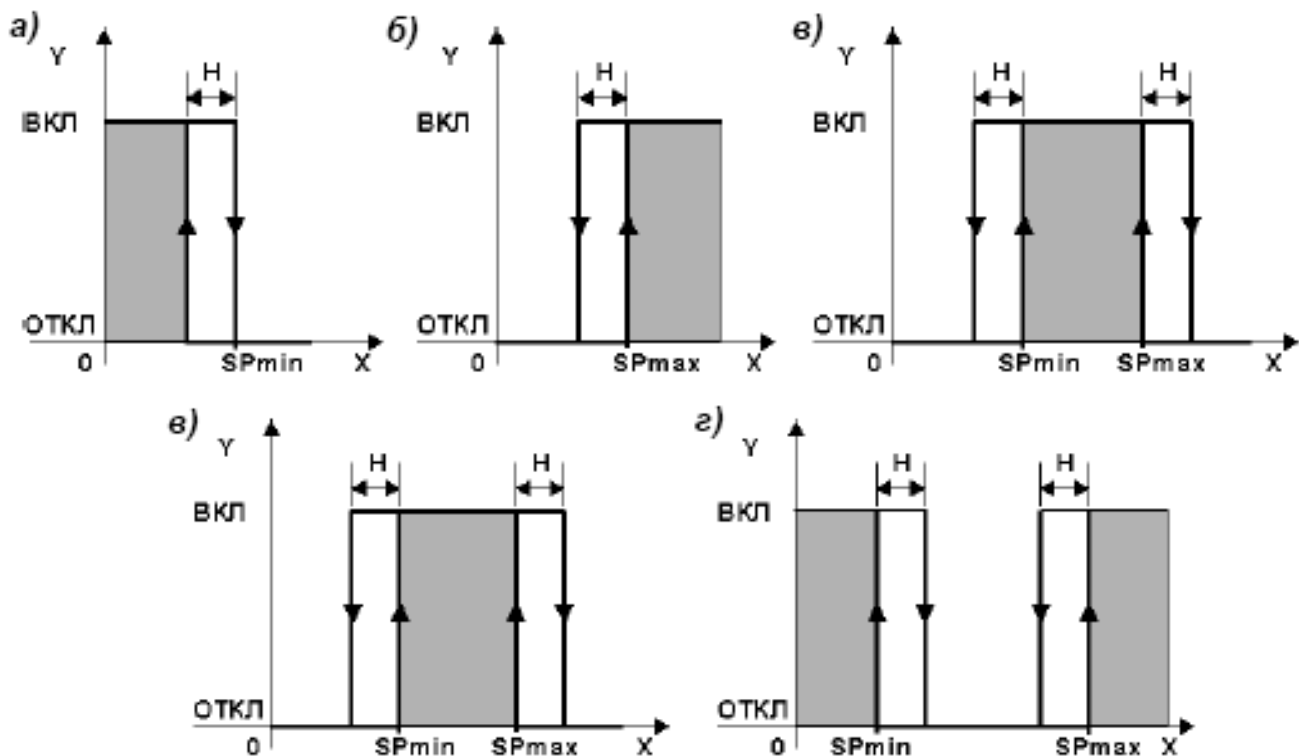


Рис. 2. Статические характеристики двухпозиционных регуляторов

Вид статической характеристики, представленный на рис. 2,б: обычно применяется в различных процессах управления охлаждением – в системах вентиляции, в холодильных установках и т.п. Данный тип регулятора называется прямым регулятором. При использовании в системах сигнализации данная логика работы выходного устройства носит название «больше установленного значения» или «больше максимума».

Виды статических характеристик, представленные на рис. 2,в и 2,г применяются для сигнализации выхода системы управления на рабочий режим. Эти регуляторы еще называют компараторами.

Характеристика на рис. 2,в используется для сигнализации вхождения параметра в норму. Данная логика работы выходных устройств имеет наименование «в зоне установленных значений» или «в зоне минимум-максимум».

Характеристика на рис. 2,г используется для сигнализации выхода параметра за определенные пределы. Данная логика работы выходных устройств имеет наименование «вне зоны установленных значений» или «вне зоны минимум-максимум».

На рис. 3 представлена система автоматического регулирования температуры с двухпозиционным регулятором [2].

При включении регулятора через размыкающий контакт реле P на нагревательный элемент H объекта регулирования подается напряжение с автотрансформатора AT . Когда температура объекта меньше заданной, измерительный мост M разбалансирован и на вход электронного усилителя $ЭУ$ подается переменное напряжение в противофазе с питающим его анодным напряжением и на выходе $ЭУ$ напряжение будет равно нулю. Когда температура достигнет заданного значения, то благодаря увеличению величины сопротивления термометра сопротивления R_T , измерительный мост будет сбалансирован. При дальнейшем увеличении температуры на выходе измерительного моста появится переменное напряжение, совпадающее по фазе с анодным напряжением $ЭУ$. Это напряжение будет усиливаться электронным усилителем и подаваться на реле P . Когда выходное напряжение $ЭУ$ достигнет величины напряжения срабатывания U_{CP} реле P , реле срабатывает и нагревательный элемент H отключается. Температура объекта начнет уменьшаться. Также будет уменьшаться выходное напряжение $ЭУ$. При уменьшении этого напряжения до величины напряжения отпускания U_{OT} реле, реле отпустит и через его контакт возобновится подача энергии в объект. Заданное значение регулируемой величины устанавливается путем перемещения движка сопротивления R_3 .

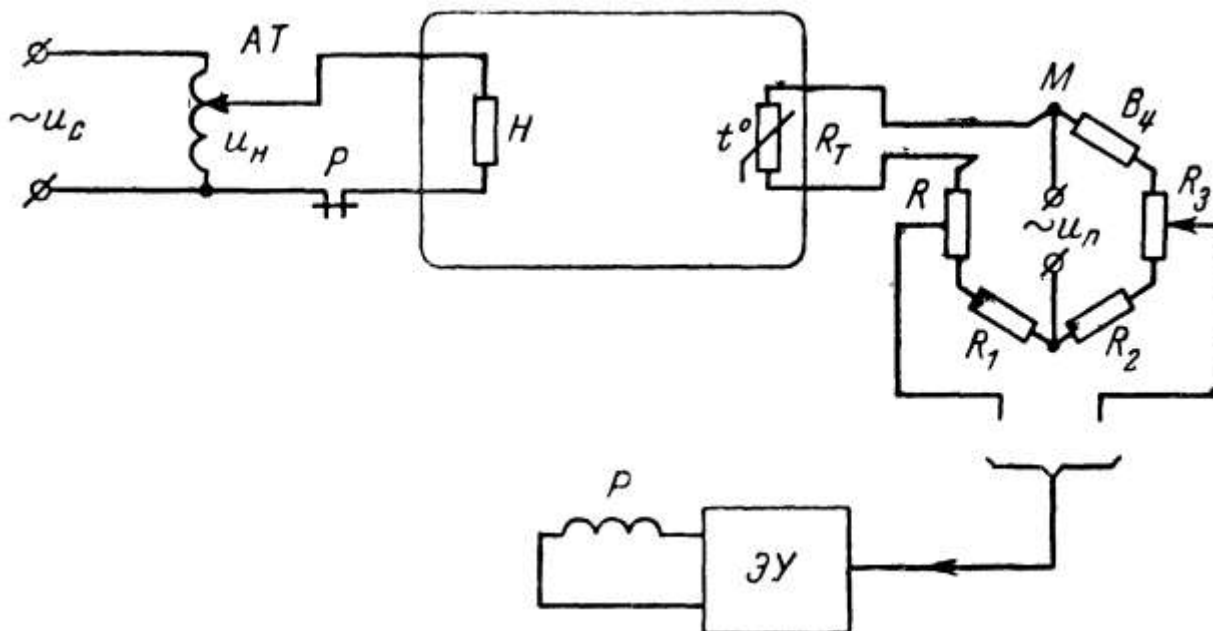


Рис. 3. Система двухпозиционного автоматического регулирования температуры с неполным оттоком энергии

Рассмотрим двухпозиционное регулирование объектов без самовыравнивания при отсутствии запаздывания в системе.

Структурная схема системы автоматического регулирования с двухпозиционным регулятором представлена на рис. 4.

Объект без самовыравнивания при отсутствии запаздывания имеет передаточную функцию:

$$W_{об}(p) = \frac{k_{об}}{p} \quad (1)$$

где $k_{об}$ – коэффициент передачи объекта регулирования;

p – дифференциальный оператор;

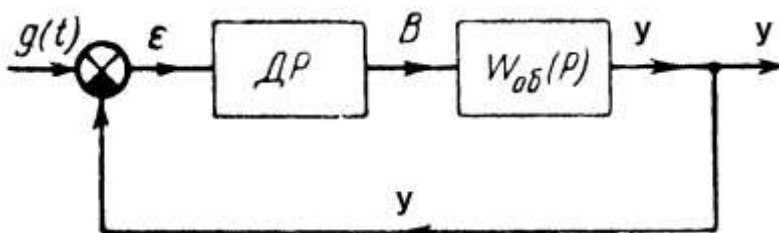


Рис. 4. Структурная схема системы с двухпозиционным регулятором:

$W_{об}(p)$ – передаточная функция объекта регулирования;

ДР – двухпозиционный регулятор

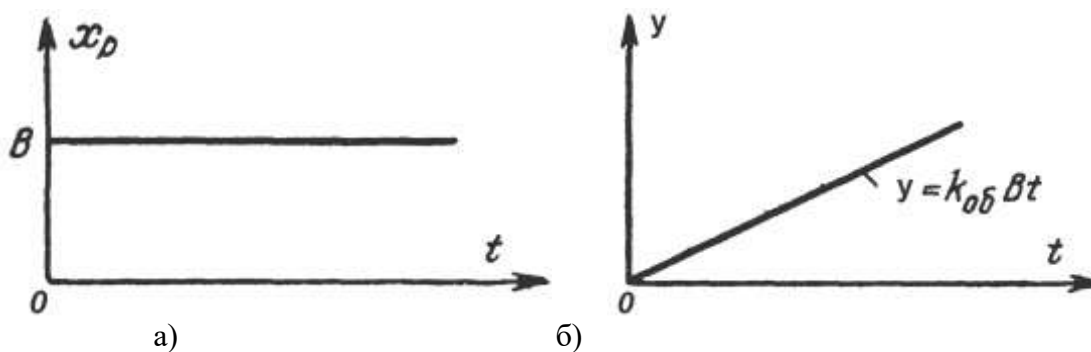


Рис. 5. Переходные функции объекта без самовыравнивания при отсутствии запаздывания

При поступлении на вход объекта от регулятора величины $x_p = B$ (рис. 5а) выходная регулируемая величина y (рис. 5б), будет изменяться по прямой:

$$y = k_{OB} \cdot B \cdot t \quad (2)$$

где B – регулирующее воздействие;
 t – время.

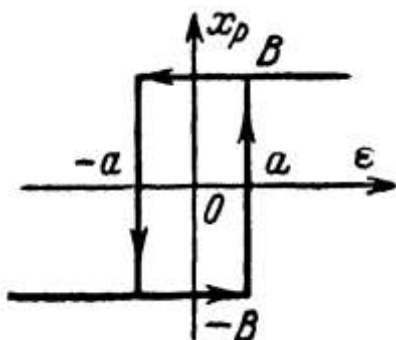


Рис. 6. Симметричная статическая характеристика двухпозиционного регулятора: от $-a$ до $+a$ – зона неоднозначности регулятора

орган скачком изменяет положение от $-a$ до $+a$, а при уменьшении отклонения x_p обратное срабатывание от $+a$ до $-a$ происходит с некоторым сдвигом за $2a$.

Если в системе установившийся процесс регулирования симметричен относительно заданного значения (рис. 6), то, длительности положительного t_1 и отрицательного t_2 импульсов регулирования будут равны ($t_1 = t_2$) (рис. 7).

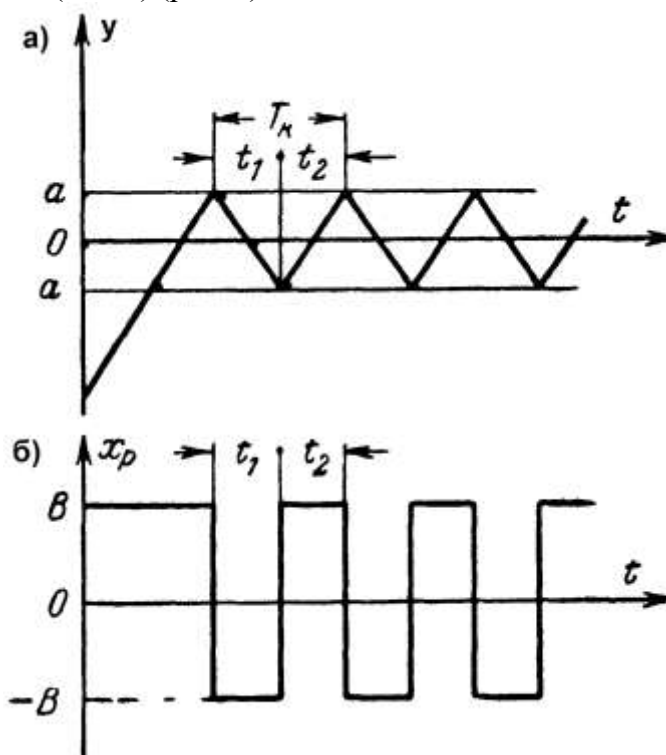


Рис. 7. Переходные процессы в системе (а) и регуляторе (б) объекта без самовыравнивания при отсутствии запаздывания

Если регулятор имеет несимметричную статическую характеристику с зоной неоднозначности, то длительности положительного и отрицательного импульсов не будут равны ($t_1 \neq t_2$).

Каждый объект регулирования характеризуется **постоянной времени T** , которая является показателем инерционности объекта и подразумевает время от начала изменения выходной регулируемой величины до момента достижения некоторого установившегося значения регулируемого параметра.

2. Порядок выполнения задания

Определить параметры настройки двухпозиционного регулятора температуры с симметричной характеристикой при отсутствии запаздывания, если известно:

1) Количество тепла, выделяемое нагревателем в единицу времени:

$$Q_H = \text{_____} \text{ кДж/с};$$

2) Заданная температура на объекте регулирования:

$$\Theta_0 = \text{_____} \text{ }^\circ\text{C};$$

3) Зона неоднозначности регулятора:

$$2a = \text{_____} \text{ }^\circ\text{C};$$

4) Коэффициент передачи объекта регулирования:

$$k_{OB} = \text{_____} \text{ с}\cdot^\circ\text{C/кДж};$$

5) Постоянная времени объекта регулирования:

$$T = \text{_____} \text{ сек};$$

Решение

1) Определяем количество энергии Q_0 , необходимое для поддержания заданного значения температуры:

$$Q_0 = \frac{\Theta_0}{k_{OB}}, \text{ кДж/с} \quad (3)$$

2) Определяем регулирующее воздействие регулятора:

$$B = \frac{Q_H - Q_0}{Q_0} \quad (4)$$

3) Определяем значение зоны неоднозначности в относительных единицах $2a_{отн}$:

$$2a_{отн} = \frac{2a}{\Theta_0} \quad (5)$$

Далее используем упрощенный метод расчета параметров регулятора.

4) Определяем длительность импульсов регулятора:

$$t_1 = t_2 = \frac{2a_{отн} \cdot T}{k_{OB} \cdot B}, \text{ с} \quad (6)$$

5) Определяем период колебаний регулятора T_K :

$$T_K = \frac{2 \cdot 2a_{отн} \cdot T}{k_{OB} \cdot B}, \text{ с} \quad (7)$$

6) Частота переключений регулятора:

$$n = \frac{k_{OB} \cdot B}{2a_{отн} \cdot T}, \text{ пер/с} \quad (8)$$

7) Определяем диапазон колебаний регулируемой величины от заданного значения:

а) в относительных единицах $\Delta y_{отн}$:

$$\Delta y_{отн} = 2a_{отн} \quad (9)$$

б) в абсолютных единицах Δy :

$$\Delta y = \Delta y_{отн} \cdot \Theta_0, \text{ }^\circ\text{C} \quad (10)$$

Исходные данные (№ варианта уточнить у преподавателя)

| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Q_H , кДж/с | 6 | 13 | 8 | 25 | 11 | 20 | 12 | 19 | 23 | 16 |
| Θ_0 , °C | 200 | 450 | 600 | 550 | 580 | 480 | 430 | 250 | 280 | 330 |
| $2a$, °C | 3 | 4 | 10 | 5 | 6 | 7 | 2 | 4,5 | 5,5 | 6,5 |
| k_{OB} , с·°C/кДж | 50 | 64 | 76 | 32 | 95 | 28 | 62 | 17 | 20 | 24 |
| T , сек | 150 | 90 | 140 | 110 | 120 | 130 | 170 | 100 | 180 | 60 |
| | | | | | | | | | | |
| Вариант | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Q_H , кДж/с | 16 | 21 | 5 | 10 | 15 | 22 | 18 | 14 | 7 | 9 |
| Θ_0 , °C | 350 | 300 | 230 | 430 | 250 | 220 | 270 | 180 | 150 | 410 |
| $2a$, °C | 2,5 | 3,5 | 15 | 20 | 4 | 5 | 3 | 2,5 | 7 | 6,5 |
| k_{OB} , с·°C/кДж | 30 | 23 | 83 | 77 | 25 | 14 | 26 | 20 | 35 | 53 |
| T , сек | 190 | 50 | 80 | 70 | 160 | 200 | 30 | 40 | 155 | 93 |