

Лекция № 2

Объекты автоматического регулирования и управления

Виды объектов регулирования

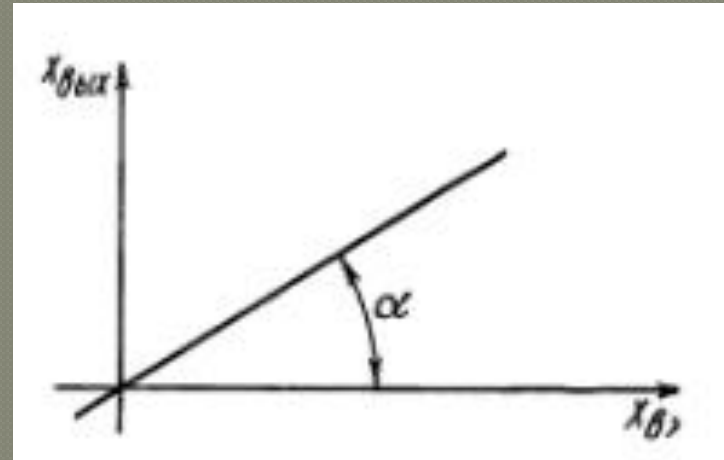
- с сосредоточенными параметрами – те, у которых регулируемая величина в состоянии равновесия объекта имеет во всем объеме одинаковые значения;
- с распределенными параметрами – те, у которых регулируемая величина в равновесном и переходном режимах имеет неодинаковые значения в различных точках объекта.

Особенности объектов регулирования

- Сложные системы, которые описываются дифференциальными уравнениями высоких порядков (выше 2-го порядка).
- Различное число входных и выходных величин
- В системах стабилизации учет нескольких выходных параметров лучше, когда отсутствуют внутренние связи между выходными параметрами.
- Если имеются эти связи, то используется система связного регулирования, где происходит воздействие на одну из величин.

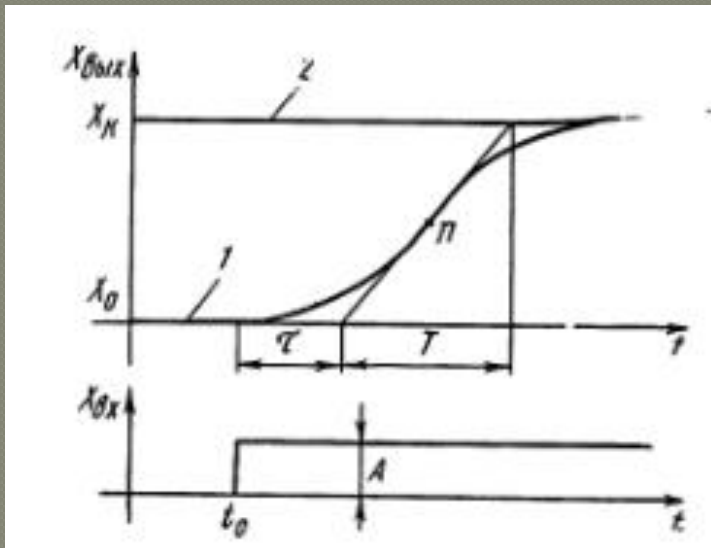
Характеристики объектов регулирования

- Статические характеристики: линейные и нелинейные
- Динамические характеристики: временная (кривая разгона) и частотная



По кривой разгона определяют:

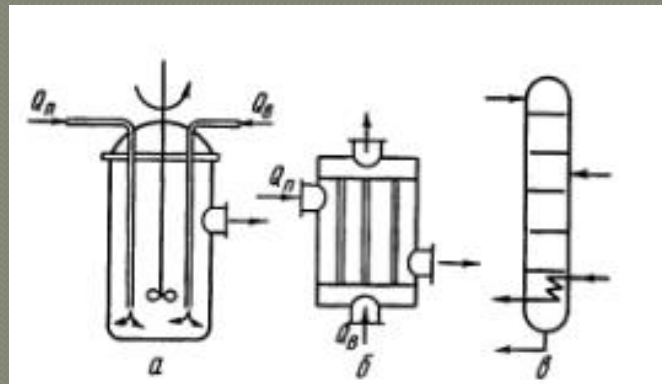
- **запаздывание τ** - отрезок времени от момента внесения возмущения до точки пересечения касательной с осью абцисс, проведенной в точке n , соответствующей максимальной скорости изменения выходной величины;
- **постоянную времени T** - отрезок времени от момента пересечения касательной с линией начального установившегося значения 1 до момента ее пересечения с линией нового установившегося значения 2;
- **коэффициент передачи $k_{об} = \frac{(x_k - x_0)}{\Delta u}$** - отношение изменения выходной величины объекта при переходе из начального в новое установившееся состояние к единичному возмущению на входе; Δu - значение вносимого возмущения.



Свойства объектов регулирования

- **Емкость** – способность накапливать вещество или энергию, когда в регулируемом объекте имеется сопротивление выходу вещества или энергии
- **Коэффициент емкости** $C = \Delta Q : \frac{d\varphi}{dt}$ – это количество вещества или энергии, которое необходимо подвести к объекту или отвести от объекта, чтобы изменить величину регулируемого параметра на единицу

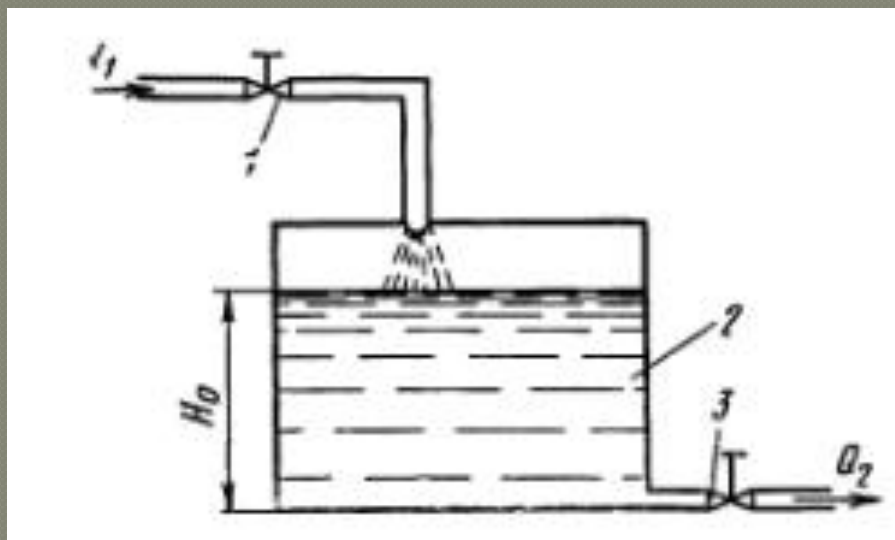
- а) одноемкостной
- б) двухемкостной
- в) многоемкостной



Свойства объектов регулирования

- **Самовыравнивание** – способность объекта регулирования после нарушения равновесного состояния без вмешательства автоматического управляющего устройства приходиться в новое установившееся состояние
- В зависимости от способности самовыравнивания
- **Устойчивые** или **статические**
- **Неустойчивые** или **астатические**

Объект с самовыравниванием



1 – вентиль

2 – бак

3 – вентиль

Q_1 - приток

Q_2 - расход

H – гидростатический напор

H_0 - при равенстве притока и расхода (равновесное стояние)

Свойства объектов регулирования

Запаздывание бывает:

- Переходное (емкостное) τ возникает при преодолении потоком вещества или энергии сопротивлений, разделяющих гидравлические, тепловые другие емкости объекта
- Чистое (транспортное) $\tau_{\text{ч}} = \frac{l}{v}$ – время от момента внесения возмущающего воздействия до начала изменения регулируемого параметра
- Общее запаздывание $\tau_{\text{об}} = \tau + \tau_{\text{ч}}$

Способы уменьшения запаздывания

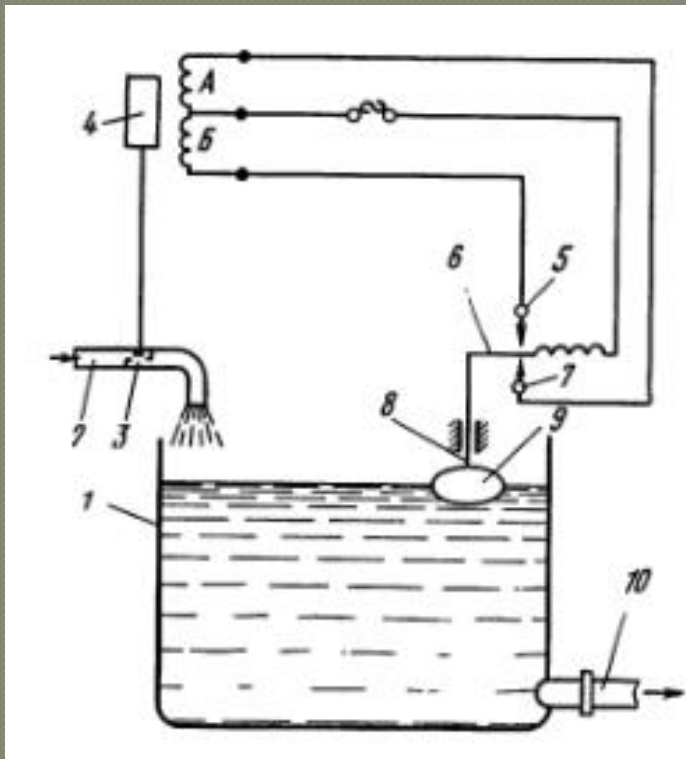
- Применение малоинерционных чувствительных элементов
- Выбор рациональных конструкций объектов регулирования
- Размещение измерительных элементов и регулирующих органов как можно ближе к регулируемому объекту
- Медленное изменение нагрузки объекта регулирования

Законы регулирования

- Пропорциональный $\mu = k_p \Delta\varphi$
- Интегральный $T_p \frac{d\mu}{dt} = \pm \Delta\varphi$
- Дифференциальный $\mu = k_d \frac{d\varphi}{dt}$
- Пропорционально-интегральный $\mu = k_p (\Delta\varphi + \frac{1}{T_{\text{и}}} \int \Delta\varphi dt)$
- Пропорциональной-дифференциальный $\mu = k_p (\Delta\varphi + T_d \frac{d\varphi}{dt})$
- Пропорционально-интегрально-дифференциальный $\mu = k_p (\Delta\varphi + \frac{1}{T_{\text{и}}} \int \Delta\varphi dt \pm T_d \frac{d\varphi}{dt})$

Классификация регуляторов по законам регулирования

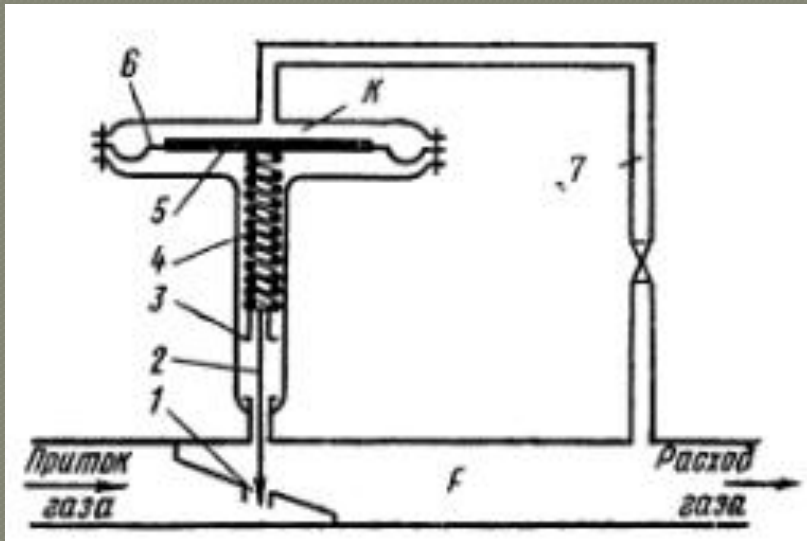
● Позиционные регуляторы



- 1- объект регулирования (бак)
- 2- труба
- 3 – регулирующий орган (клапан)
- 4 – якорь
- 5 – контакт
- 6 – контакт
- 7 – контакт
- 8 – шток
- 9 – поплавок
- 10 - труба

Классификация регуляторов по законам регулирования

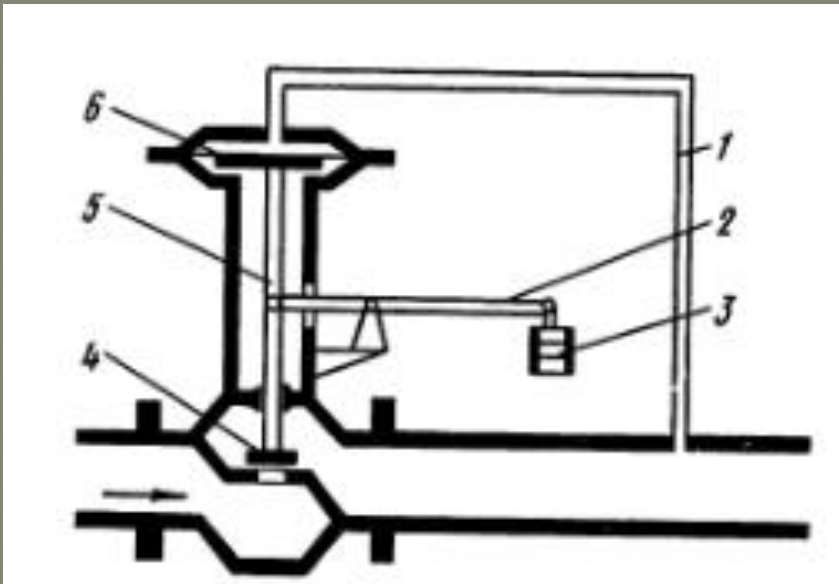
- Пропорциональные регуляторы



- К – камера
- Р – регулируемое давление
- 1 – затвор
- 2 – шток
- 3 – гайка
- 4 – пружина
- 5 – жесткий центр
- 6 – мембрана
- 7 - труба

Классификация регуляторов по законам регулирования

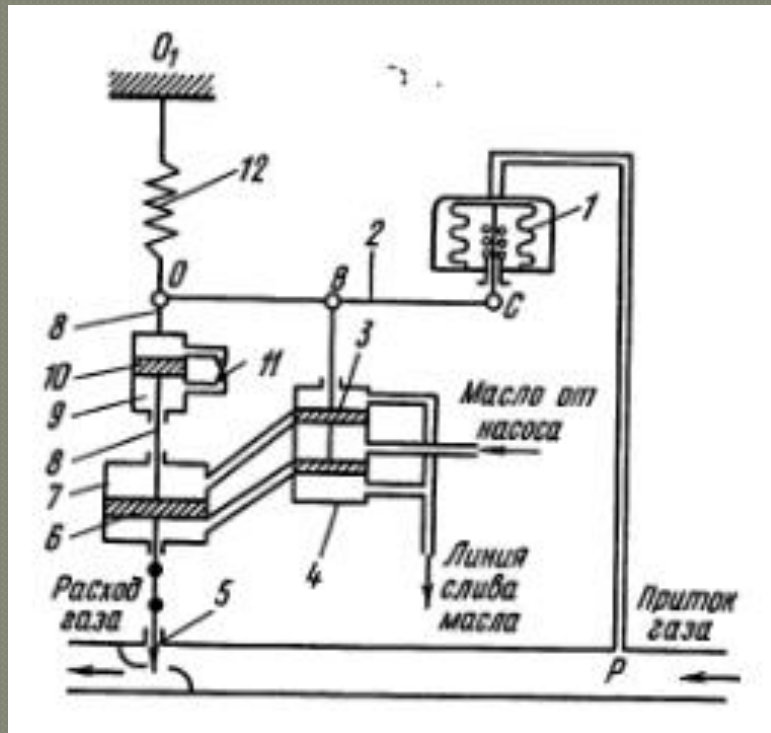
● Интегральные регуляторы



- 1 - трубка
- 2 - рычаг
- 3 - груз
- 4 - регулирующий орган
- 5 - шток
- 6 - мембрана

Классификация регуляторов по законам регулирования

● Пропорционально-интегральные регуляторы



- 1 – сильфон
- 2 – рычаг ОВС
- 3 – поршень
- 4 – золотник
- 5 – регулирующий орган
- 6 – поршень
- 7 – исполнительный механизм
- 8 – шток
- 9 – дополнительный гидроцилиндр
- 10 – поршень
- 11 – дроссель
- 12 – пружина

Структурные схемы автоматических регуляторов

- Типы звеньев:
- Усилительное (безинерционное звено)
- Аперiodическое (инерционное первого порядка)
- Колебательное
- Интегрирующее
- Дифференцирующее
- Звено чистого запаздывания

Уравнения, передаточные функции и кривые разгона

$$x_{\text{ВЫХ}} = k_y x_{\text{ВХ}}$$

(k_y — передаточный коэффициент)

$$T_a \frac{dx_{\text{ВЫХ}}}{dt} + x_{\text{ВЫХ}} = k_a x_{\text{ВХ}}$$

(T_a — постоянная времени; k_a — коэффициент усиления)

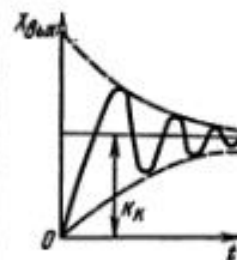
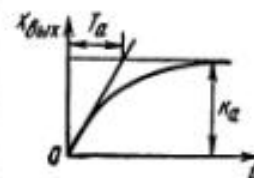
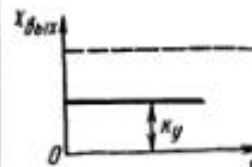
$$T_{\kappa_2}^2 \frac{d^2 x_{\text{ВЫХ}}}{dt^2} + T_{\kappa_1} \frac{dx_{\text{ВЫХ}}}{dt} + x_{\text{ВЫХ}} = k_{\kappa} x_{\text{ВХ}}$$

(T_{κ_2} — постоянная времени звена;
 T_{κ_1} — постоянная времени затухания;
 k_{κ} — коэффициент передачи)

$$W_y(P) = k_y$$

$$W_a(P) = \frac{k_a}{T_a P + 1}$$

$$W_{\kappa}(P) = \frac{k_{\kappa}}{T_{\kappa_2}^2 P^2 + T_{\kappa_1} P + 1}$$



Уравнения, передаточные функции и кривые разгона

$$x_{\text{вых}} = k_{\text{н}} \int_0^t x_{\text{вх}} dt$$

($k_{\text{н}}$ — коэффициент передачи)

$$x_{\text{вых}} = k_{\text{д}} \frac{dx_{\text{вх}}}{dt}$$

($k_{\text{д}}$ — коэффициент передачи)

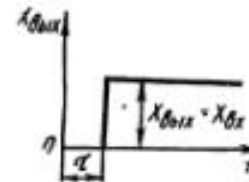
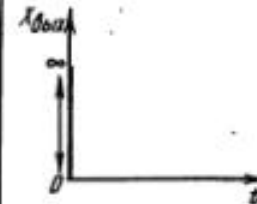
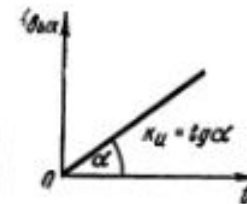
$$x_{\text{вых}}(t) = x_{\text{вх}}(t - \tau)$$

(τ — постоянная запаздывания)

$$W_{\text{н}}(P) = \frac{k_{\text{н}}}{P}$$

$$W_{\text{д}}(P) = k_{\text{д}}(P)$$

$$W_{\text{з}}(P) = e^{-P\tau}$$



Построение структурной СХЕМЫ

