Лекция № 2

Объекты автоматического регулирования и управления

Виды объектов регулирования

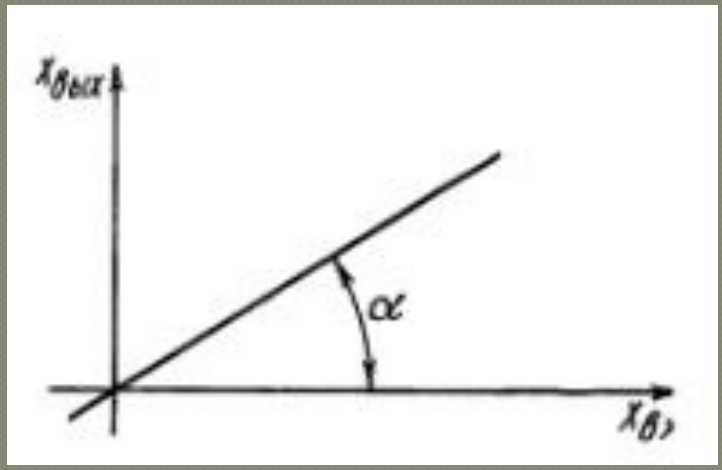
- с сосредоточенными параметрами – те, у которых регулируемая величина в состоянии равновесия объекта имеет во всем объеме одинаковые значения;
- с распределенными параметрами – те, у которых регулируемая величина в равновесном и переходном режимах имеет неодинаковые значения в различных точках объекта.

Особенности объектов регулирования

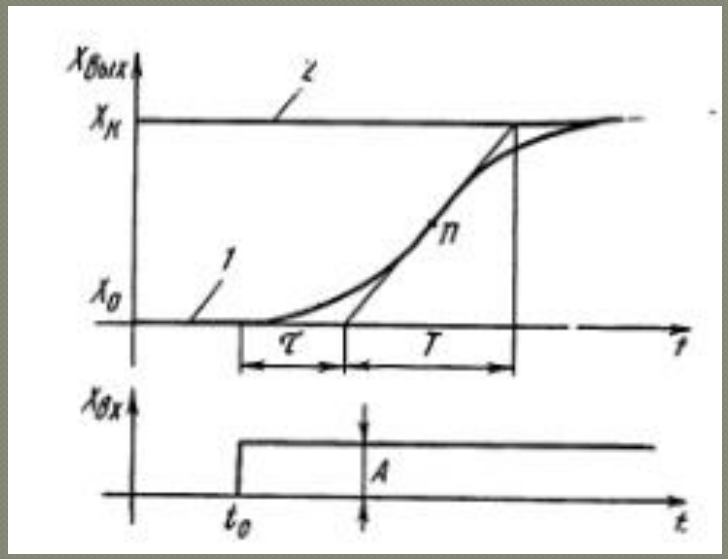
- Сложные системы, которые описываются дифференциальными уравнениями высоких порядков (выше 2-го порядка).
- Различное число входных и выходных величин
- В системах стабилизации учет нескольких . выходных параметров лучше, когда отсутствуют внутренние связи между выходными параметрами.
- Если имеются 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:

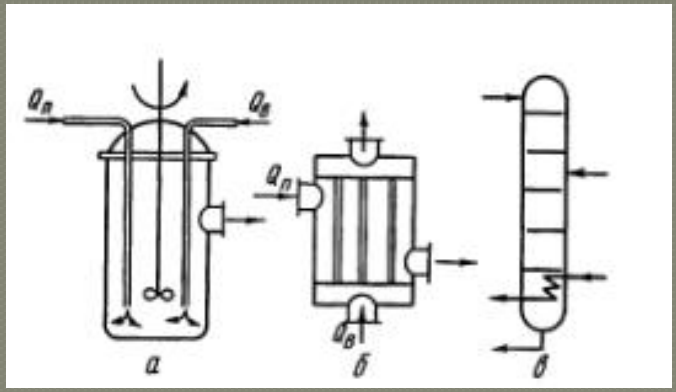


- запаздывание τ - отрезок времени от момента внесения возмущения до точки пересечения касательной с осью абцисс, проведенной в точке n, соответствующей максимальной скорости изменения выходной величины;
- постоянную времени T – отрезок времени от момента пересечения касательной с линией начального установившегося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



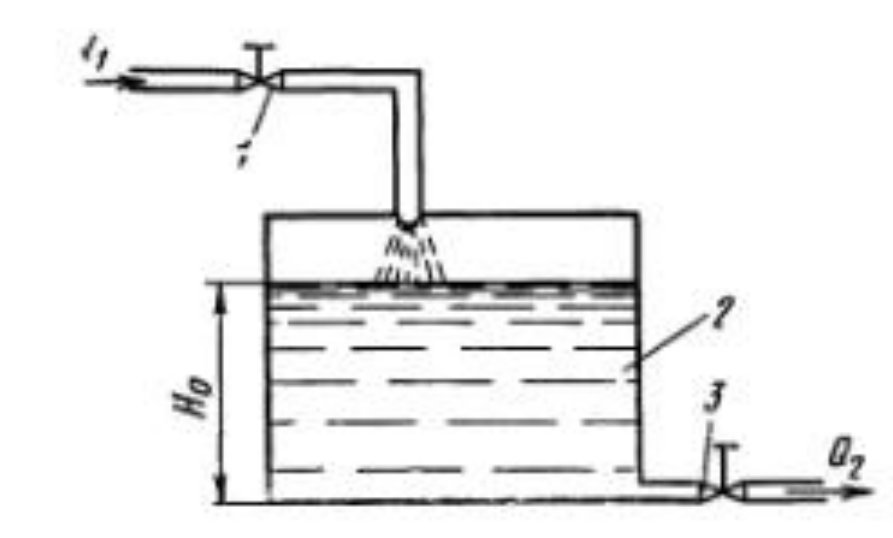
Свойства объектов регулирования

- Самовыравнивание – способность объекта регулирования после нарушения равновесного состояния без вмешательства автоматического управляющего устройства приходить в новое установившееся состояние

В зависимости от способности самовыравнавания

- 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) $\tau_{ч} = \frac{l}{v}$ – время от момента внесения возмущающего воздействия до начала изменения регулируемого параметра
  - Общее запаздывание $\tau_{об} = \tau + \tau_{ч}$

Способы уменьшения запаздывания

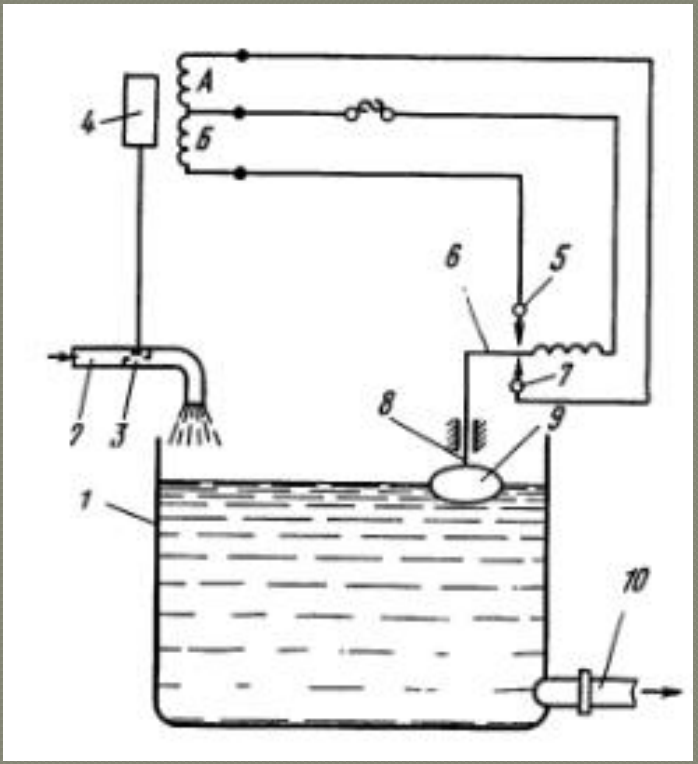
- Применение малоинерционных чувствительных элементов
- Выбор рациональных корнструкций объектов регулирования
- Размещение измерительных элементов и регулирующих органов как можно ближе к регулируемому объекту
- Медленное изменение нагрузки объекта регулирования

Законы регулирования

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

Классификация регуляторов по законам регулирования

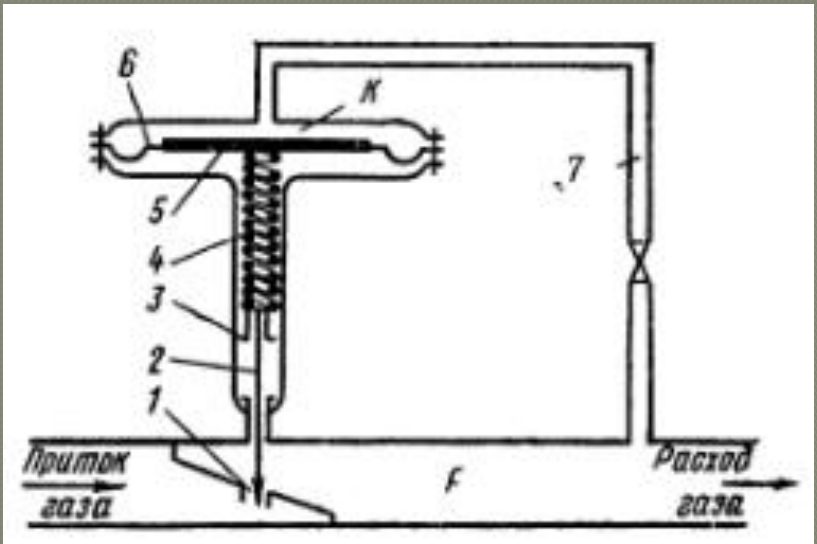
- Позиционные регуляторы



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

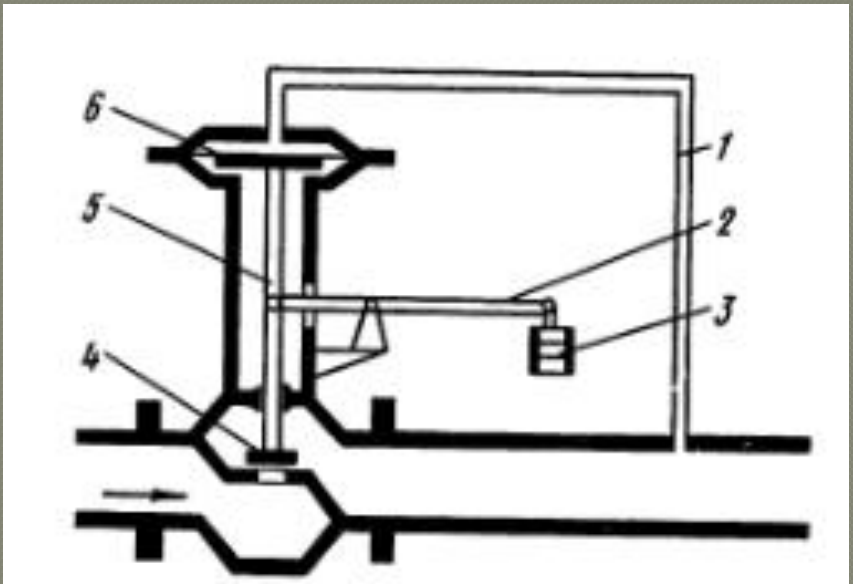
- Пропорциональные регуляторы



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

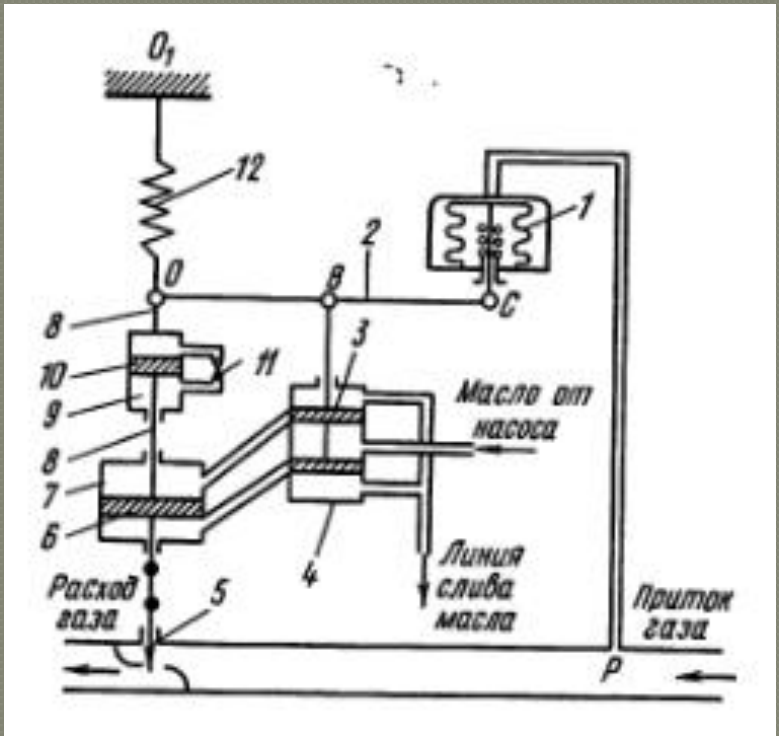
- Интегральные регуляторы



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

Классификация регуляторов по законам регулирования

- Пропорционально-интегральные регуляторы

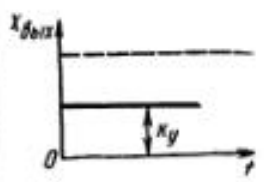
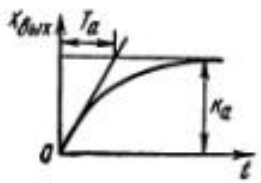
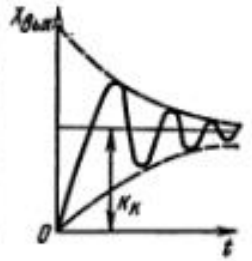


1 – сильфон
2 – рычаг ОВС
3 – поршень
4 – золотник
5 – регулирующий орган
6 – поршень
7 – исполнительный механизм
8 – шток
9 – дополнительный гидроцилиндр
10 – поршень
11 – дроссель
12 - пружина

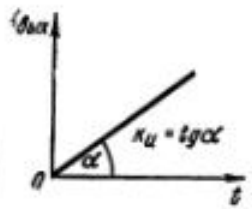
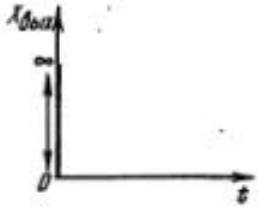
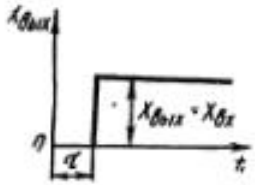
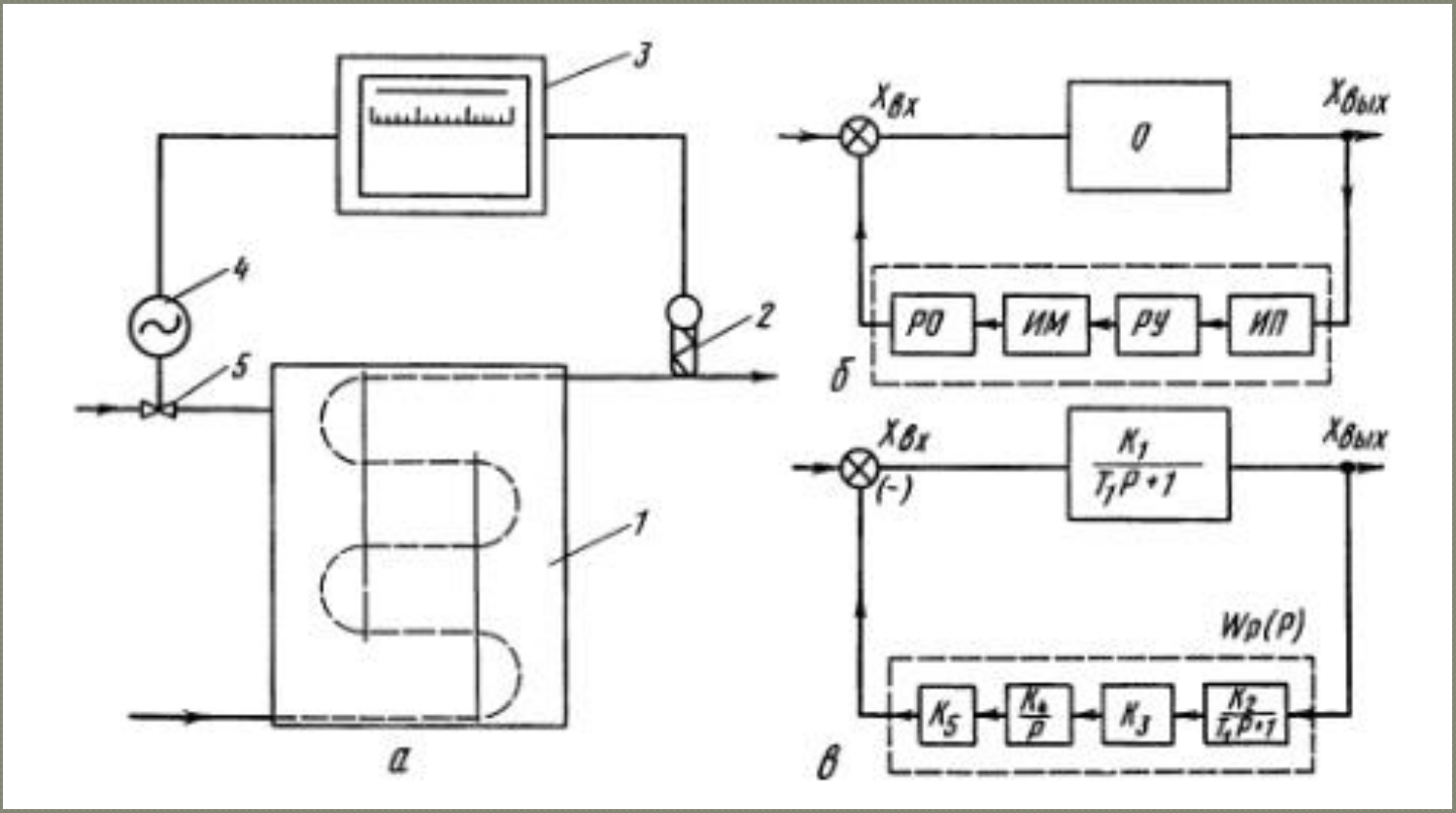
Структурные схемы автоматических регуляторов

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

Уравнения, передаточные функции и кривые разгона

$x_{вых} = k_у x_{вх}$ ($k_у$ — передаточный коэффициент)	$W_у(P) = k_у$	
$T_а \frac{dx_{вых}}{dt} + x_{вых} = k_а x_{вх}$ ($T_а$ — постоянная времени; $k_а$ — коэффициент усиления)	$W_а(P) = \frac{k_а}{T_а P + 1}$	
$T_{к_2}^2 \frac{d^2x_{вых}}{dt} + T_{к_1} \frac{dx_{вых}}{dt} + x_{вых} = k_к x_{вх}$ ($T_{к_2}$ — постоянная времени звена; $T_{к_1}$ — постоянная времени затухания; $k_к$ — коэффициент передачи)	$W_к(P) = \frac{k_к}{T_{к2}^2 P^2 + T_{к1} P + 1}$	

Уравнения, передаточные функции и кривые разгона

$x_{вых}=k_и\int_0^t x_{вх}dt$ ($k_и$ — коэффициент передачи)	$W_и(P)=\frac{k_и}{P}$	
$x_{вых}=k_д\frac{dx_{вх}}{dt}$ ($k_д$ — коэффициент передачи)	$W_д(P)=k_д(P)$	
$x_{вых}(t)=x_{вх}(t-\tau)$ (τ — постоянная запаздывания)	$W_з(P)=e^{-P\tau}$	

Построение структурной схемы