

# Технические средства АСУТП (продолжение)

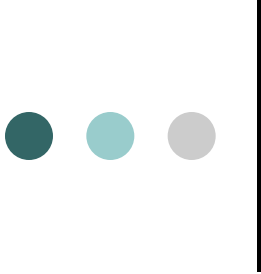


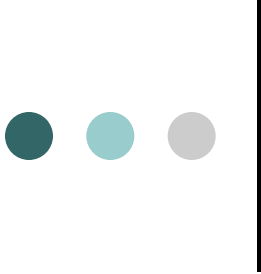
Лекция 3

Автоматизация химико-технологических процессов



# ***Методы и приборы для измерения расхода пара, газа и жидкости***

- 
- **Количество вещества** выражается в единицах объема или массы (т.е. в м<sup>3</sup> или килограммах).
    - Количество жидкости с равной степенью точности может быть измерено и объемным, и массовым методами,
    - количество газа - только объемным.
    - Для твердых и сыпучих материалов используется понятие насыпной или объемной массы, которая зависит от гранулометрического состава сыпучего материала. Для более точных измерений количество сыпучего материала определяется взвешиванием.

- 
- ▣ **Расходом вещества** называется количество вещества, проходящее через данное сечение трубопровода в единицу времени. Массовый расход измеряется в кг/с, объемный - в м<sup>3</sup>/с.
  - ▣ Приборы, измеряющие расход, называются **расходомерами**. Эти приборы могут быть снабжены счетчиками (интеграторами), тогда они называются расходомерами-счетчиками. Такие приборы позволяют измерять расход и количество вещества.



# Классификация

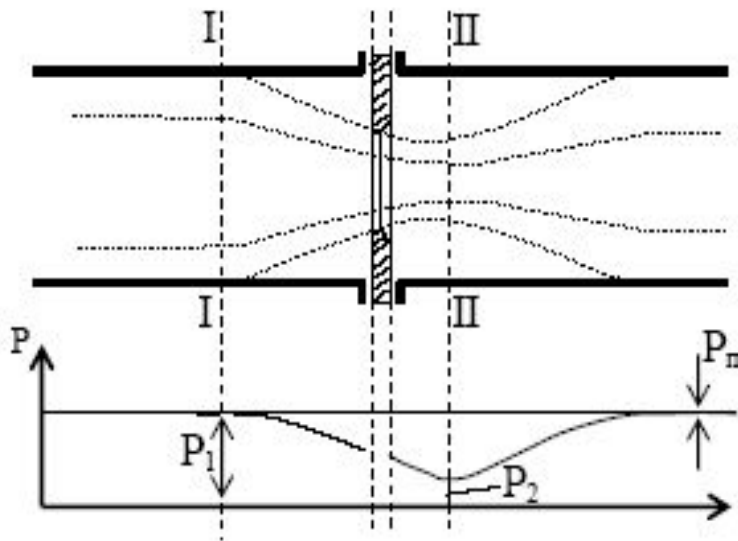
- Механические
  - объемные
    - ковшовые
    - барабанного типа
    - мерники
  - скоростные
    - по методу переменного перепада давления
    - по методу постоянного перепада давления
    - напорные трубки
    - ротационные
- Электрические
  - электромагнитные
  - ультразвуковые
  - радиоактивные



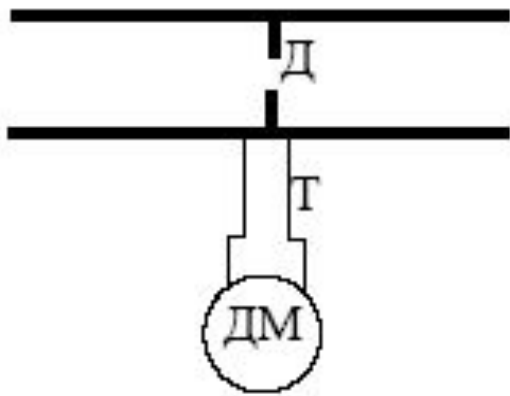
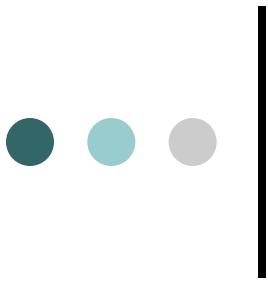
# *Метод переменного перепада давления*

- Является самым распространенным и изученным методом измерения расхода жидкости, пара и газа
- В измерительной технике сужающими устройствами являются диафрагмы, сопла и сопла Вентури
- Наиболее часто из них применяются **диафрагмы**

# Диафрагма

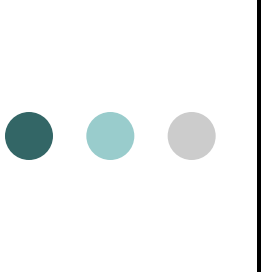


- I - I - сечение потока до искажения формы.
- II - II - сечение в месте максимального сужения.
- $P_p$  - потери давления на трение и завихрения.
- Разность давлений  $P_1 - P_2$  зависит от расхода среды, протекающей через трубопровод.



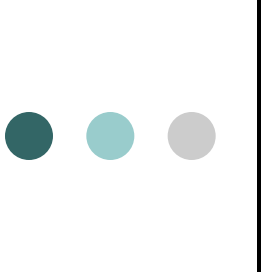
- Комплект расходомера состоит из элементов:
  - сужающее устройство (Д);
  - импульсные трубки (Т);
  - дифманометр (ДМ).
- В качестве дифманометров обычно используются преобразователи разности давлений типа "Сапфир".





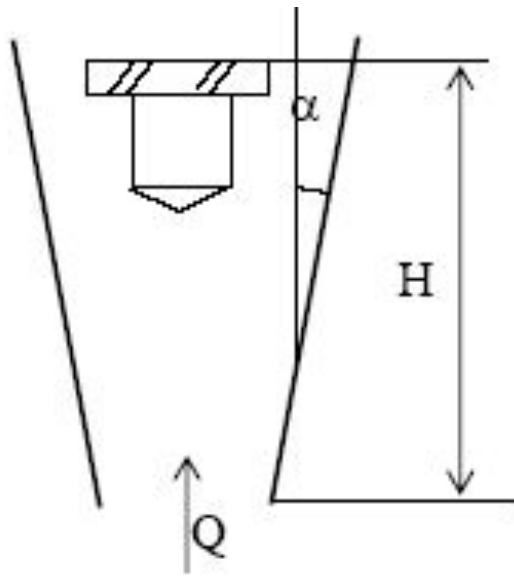
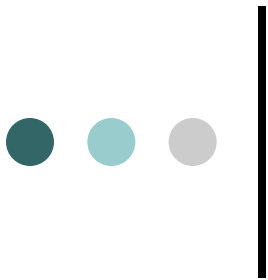
# ***Расходомеры постоянного перепада давления***

- гидродинамические,
- поршневые,
- поплавковые,
- ротаметрические расходомеры



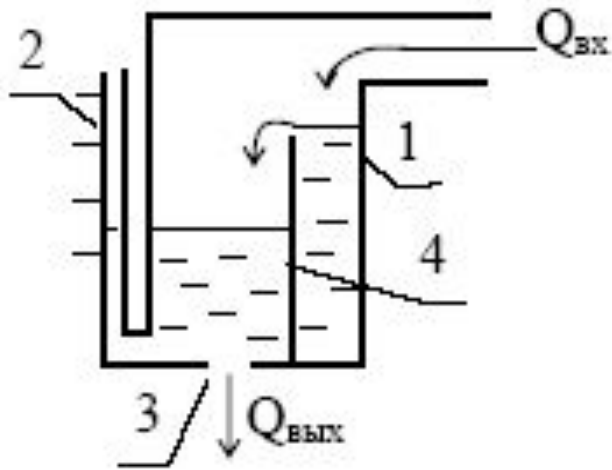
# ***Расходомеры постоянного перепада давления (2)***

- Наиболее распространенными приборами группы расходомеров постоянного перепада давления являются ротаметры
- Преимущества по сравнению с методом переменного перепада давления:
  - потери  $P_p$  незначительны и не зависят от расхода;
  - имеют большой диапазон измерения и позволяют измерять малые расходы



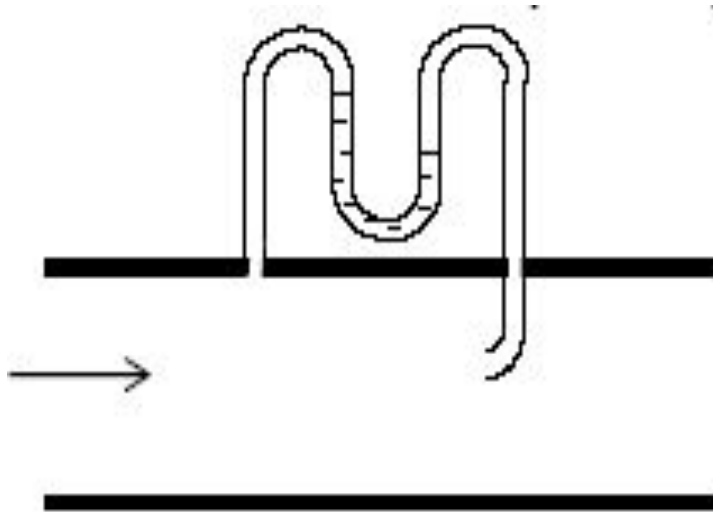
- Принцип действия основан на измерении положения  $H$  поплавка, вращающегося в расширяющейся кверху трубке под влиянием направленной вверх струи.
- $Q$  - расход проходящего через трубку газа или жидкости,
- $\alpha$  - угол наклона стенок трубки.
- Зависимость  $H$  от  $Q$  нелинейна, но в начальном и среднем участках равномерность делений шкалы искажается в незначительной степени.
- Отсутствие прямой зависимости между  $Q$  и  $H$  требует индивидуальной градуировки каждого прибора.

# Расходомеры переменного уровня

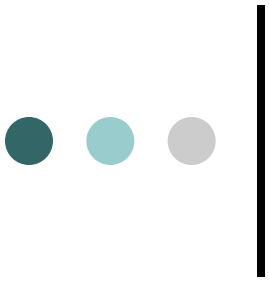


- Используются для измерения расходов смесей продуктов, содержащих твердые частицы, пульсирующих потоков, особо активных сред.
- Измерения осуществляются при атмосферном давлении.
- Состоит из элементов:
  - 1 - калиброванный сосуд,
  - 2 - уровнемерное стекло,
  - 3 - отверстие в днище,
  - 4 - перегородка для успокоения потока.

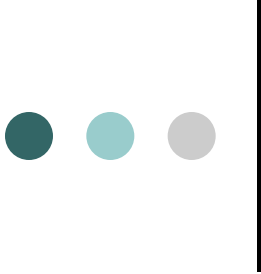
# Расходомеры скоростного напора

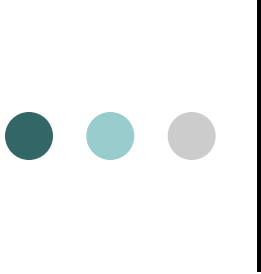


- Измерение расхода основано на зависимости динамического напора от скорости потока измеряемой среды.
- Дифманометр, соединяющий обе трубки, показывает динамическое давление, по котором судят о скорости потока и, следовательно, о расходе



# Исполнительные устройства

- 
- **Исполнительным устройством (ИУ)** называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения **регулирующего органа (РО)** объекта

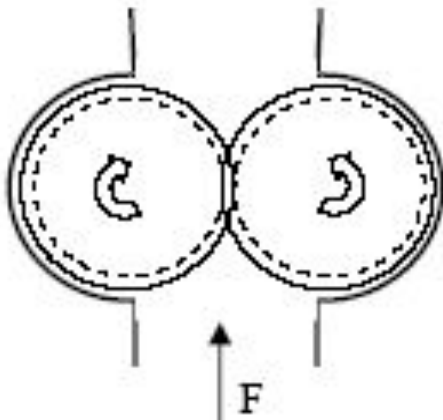
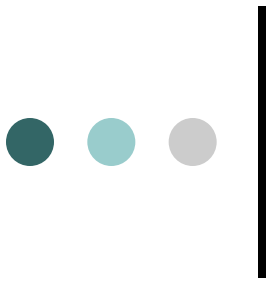
- 
- Большинство управляющих воздействий в нефтепереработке,
  - нефтедобыче и нефтехимии реализуется путем изменения расходов веществ (например, сырья, топлива, кубового остатка колонны и т.д.).
  - Уравнение статики ИУ для расхода  $F$  жидкости или газа может быть описано как
$$F = F(\Delta P, \nu, \rho, C_1, C_2, \dots),$$
    - $\Delta P$  – перепад давления на РО,
    - $\nu$  - вязкость,
    - $\rho$  – плотность,
    - $C_i$  – некоторые параметры, зависящие от конструкции РО, режима истечения потока и т.д.
  - Отсюда видно, что расход  $F$  может быть изменен путем:
    - изменения  $\Delta P$  (насосные ИУ),
    - $\nu$  или  $\rho$  (реологические ИУ),
    - коэффициентами  $C_i$  (дроссельные ИУ)



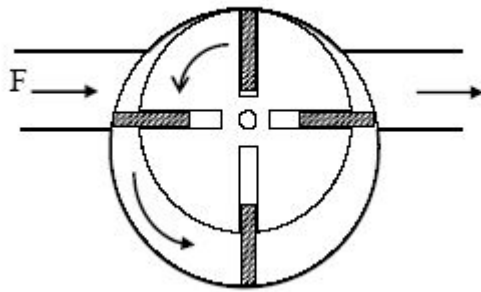


# Насосные ИУ

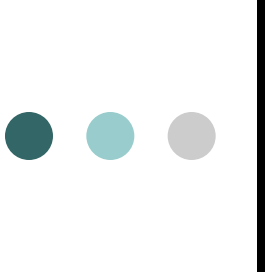
- ▣ С **вращательным** движением РО:
  - **шестеренчатые** – зубья шестеренок создают со стенками корпуса множество объемов, посредством которых жидкость из всасывающей линии подается в нагнетательную; обратный ток жидкости существенно меньше, так как при зацеплении шестеренок между собой остаточные объемы невелики.
  - **шиберные** – при вращении шиберы центробежными силами прижимаются к корпусу и образуют с ним переменные объемы: на всасывающейся линии увеличивающиеся, на нагнетательной –уменьшающиеся.
  - **винтовые** – перекачка производится винтовым шнеком.
  - **центробежные** – изменение расхода происходит за счет изменения входной скорости в полости ротора насоса.
- ▣ С **поступательным** движением РО:
  - поршневые,
  - мембранные,
  - сильфонные.



▣ Шестеренчатый насос

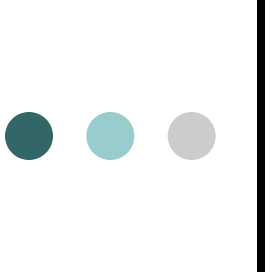


▣ Шиберный насос



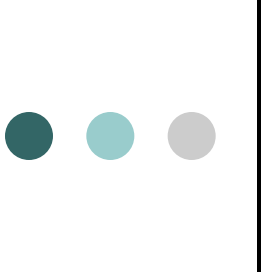
# **Исполнительные устройства реологического типа**

- Некоторые жидкости и дисперсионные системы могут изменять вязкость под действием электрического поля (например, вазелиновое, трансформаторное, касторовое масла, олефины, алюмосиликаты и др.), т.е.  $F = F(v)$ .
- Преобразователь в ИУ данного типа осуществляет изменение электромагнитного поля в РО в зависимости от  $u$ , которое в свою очередь влияет на  $v$ . При этом расход  $F$  на РО изменяется пропорционально



# ***Исполнительные устройства дроссельного типа***

- Эти ИУ нашли преимущественное распространение в силу универсальности и простоты. В зависимости от и ИМ изменяет какой-либо параметр дросселя РО, что приводит к изменению расхода  $F$ .
- Пропускной характеристикой дросселя называется зависимость расхода  $F$  от перепада давления  $\Delta P = P_{вх} - P_{вых}$ , положения РО и т.д.



Зависимость  $F(\Delta P)$  для турбулентного  
потока:

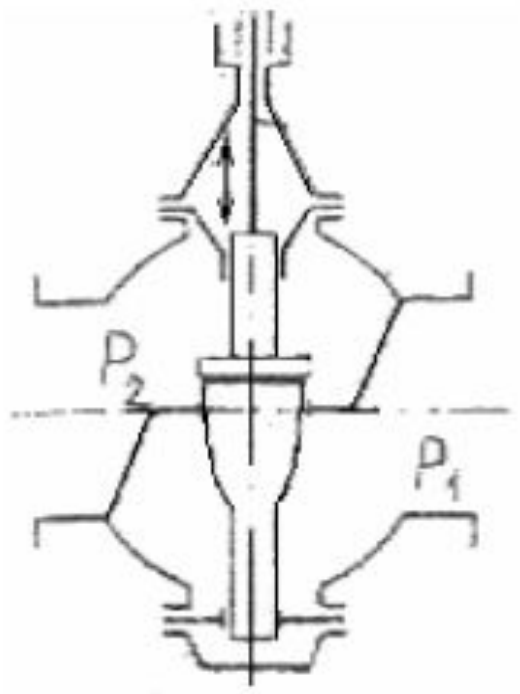
$$F = \gamma \sqrt{\Delta P},$$

где  $\gamma = S \sqrt{\frac{2}{\xi \rho}}$ ,  $S$  – площадь сечения потока,  $\xi$  – коэффициент местного сопротивления,  $\rho$  – плотность.



# Типы дроссельных ИУ

- ▣ **Плунжерные** – расход регулируется путем изменения площади проходного сечения, образованного парой «седло-затвор». Форма затвора подбирается таким образом, чтобы пропускная характеристика  $F = F(h)$  была линейна ( $h$  – положение штока).
- ▣ **Шланговые** – расход регулируется сжиманием гибкого шланга (тип ПШУ-1).
- ▣ **Диафрагмовые** – используют гибкие мембраны.
- ▣ **Заслоночные** – используют заслонки в виде дисков, вращающихся в сечении трубопровода.
- ▣ **Краны** – используют затворы, выполненные в виде цилиндра, усеченного конуса или сферы с проходным отверстием; расход регулируется поворотом затвора на определенный угол.
- ▣ **Задвижки** – расход регулируется плоской задвижкой, перемещающейся перпендикулярно оси трубопровода.



□ Плунжерное ИУ