

Технические средства АСУТП (продолжение)

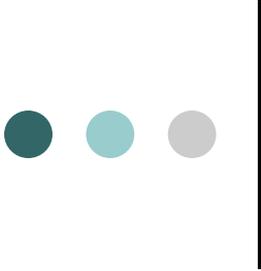


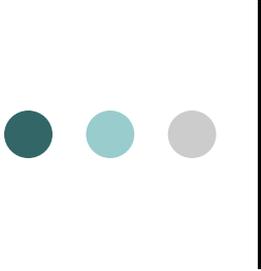
Лекция 3

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 м³ 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 м³/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

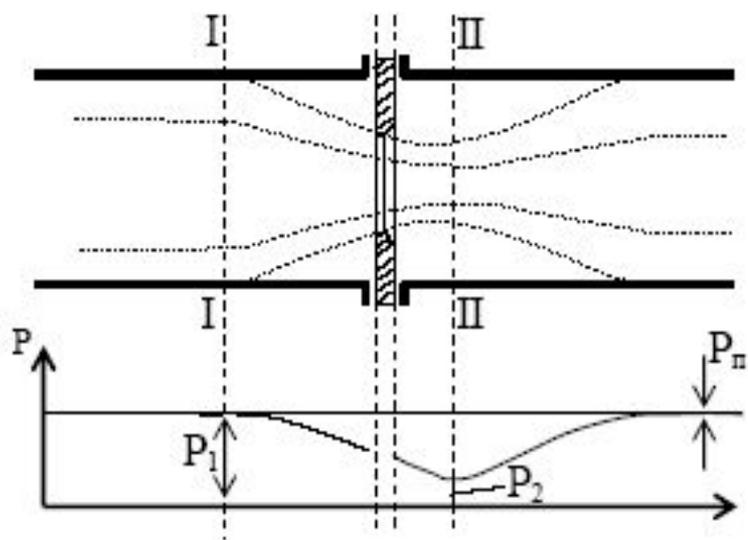
- Механические
 - объемные
 - ковшовые
 - барабанного типа
 - мерники
 - скоростные
 - по методу переменного перепада давления
 - по методу постоянного перепада давления
 - напорные трубки
 - ротационные
- Электрические
 - электромагнитные
 - ультразвуковые
 - радиоактивные



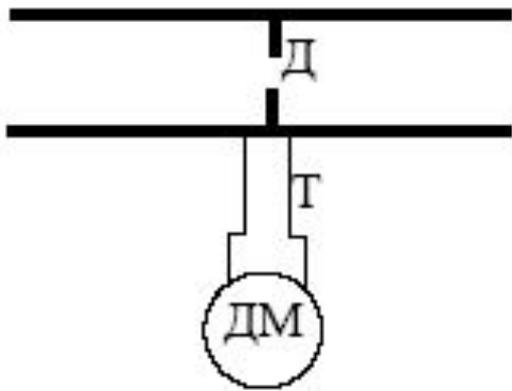
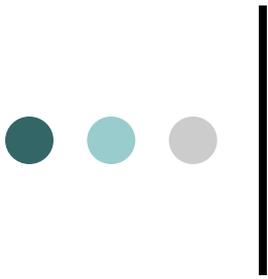
Метод переменного перепада давления

- 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.
- $P_{\text{п}}$ - 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".



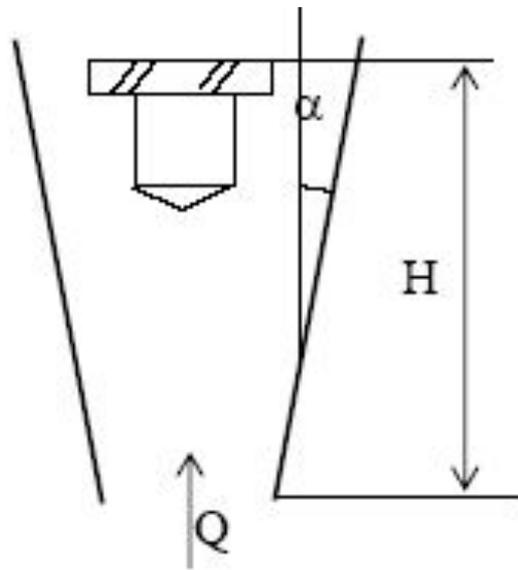
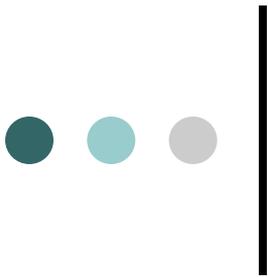
Расходомеры постоянного перепада давления

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



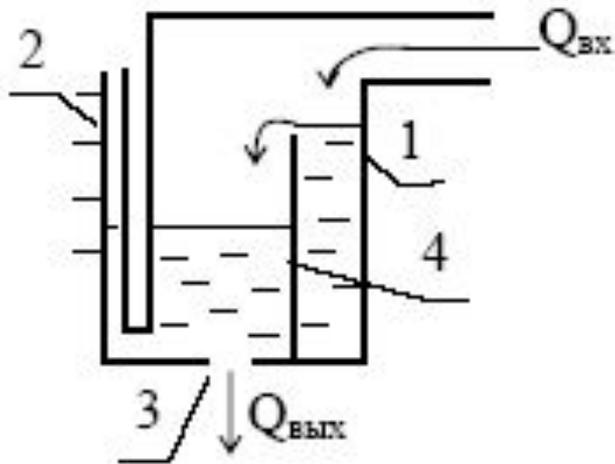
Расходомеры постоянного перепада давления (2)

- 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



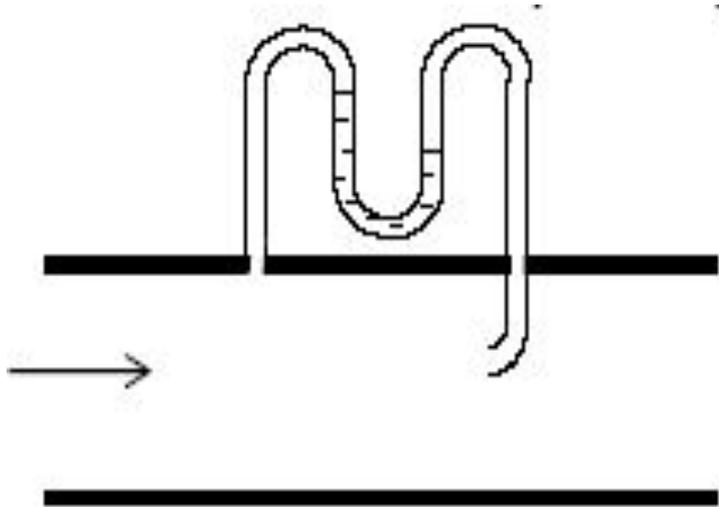
- Принцип действия основан на измерении положения H поплавка, вращающегося в расширяющейся кверху трубке под влиянием направленной вверх струи.
- Q - расход проходящего через трубку газа или жидкости,
- α - угол наклона стенок трубки.
- Зависимость H от Q нелинейна, но в начальном и среднем участках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

Расходомеры переменного уровня

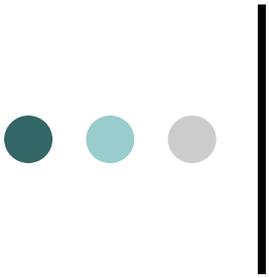


- Используются для измерения расходов смесей продуктов, содержащих твердые частицы, пульсирующих потоков, особо активных сред.
- Измерения осуществляются при атмосферном давлении.
- Состоит из элементов:
 - 1 - калиброванный сосуд,
 - 2 - уровнемерное стекло,
 - 3 - отверстие в днище,
 - 4 - перегородка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

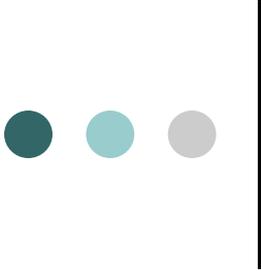
Расходомеры скоростного напора



- 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

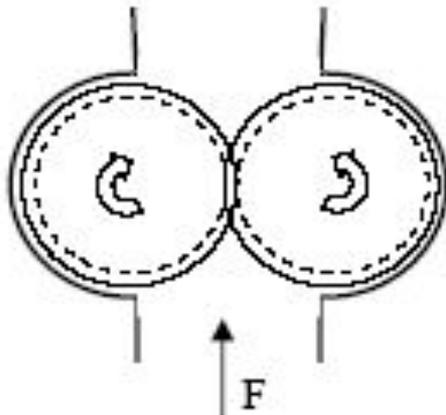
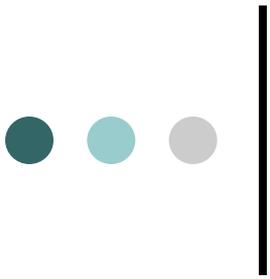
- 
- **Исполнительным устройством (ИУ)** называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения **регулирующего органа (РО)** объекта

- 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
$$F = F(\Delta P, \nu, \rho, C_1, C_2, \dots),$$
 - ΔP – перепад давления на РО,
 - ν - вязкость,
 - ρ – 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 ΔP (насосные ИУ),
 - ν или ρ (реологические ИУ),
 - коэффициентами C_i (дроссельные ИУ)

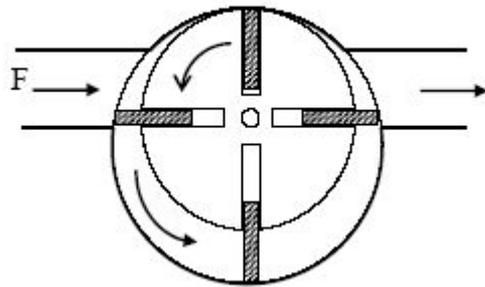


Насосные ИУ

- 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



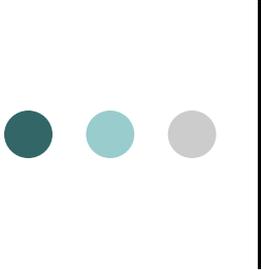
Исполнительные устройства реологического типа

- 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:

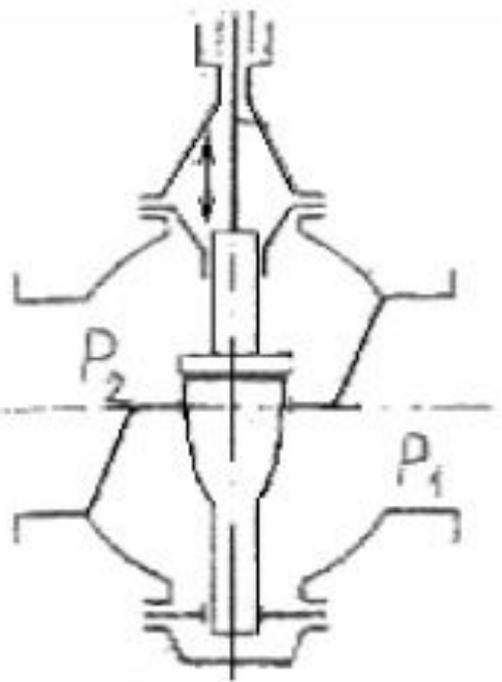
$$F = \gamma \sqrt{\Delta P},$$

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