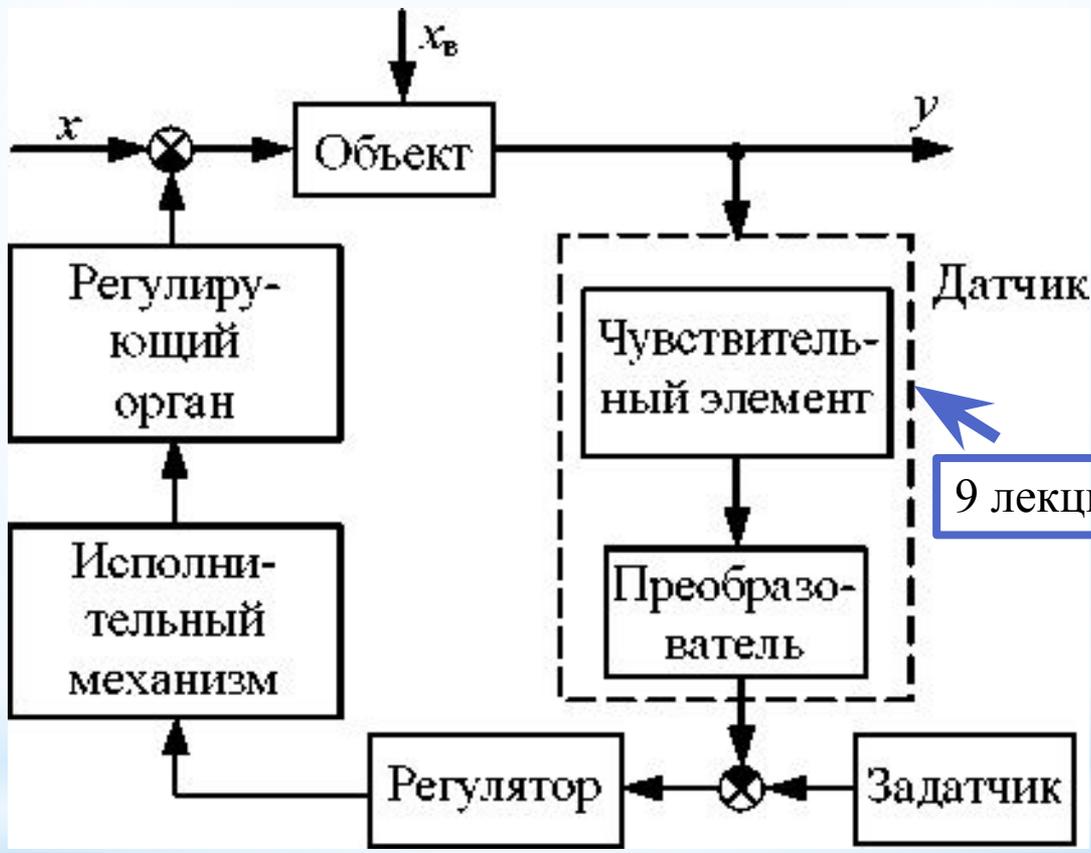


Лекция 9

Измерительные устройства



10 лекция

9 лекция

2 и 3 лекции

Измерительные устройства (сенсоры, датчики)

Измерительное устройство, как и всякое звено системы регулирования, характеризуется зависимостью между выходной и входной величинами в установившемся и переходном режимах.

В установившемся режиме эта зависимость характеризует статическую характеристику устройства.

В переходных режимах — динамическую характеристику (передаточную функцию).

1. Измерение давления и разрежения проводят с помощью механических устройств (пружины, мембраны, сильфоны).

Статическая характеристика устройств этого типа линейная.

Динамические характеристики механических измерителей давления описываются передаточной функцией (ПФ) *инерционного* или когда масса подвижных частей значительна - *колебательного звена*.

Для измерения разности давлений используют *дифференциальные манометры*, выходная величина S которых пропорциональна разности контролируемых давлений $p_1 - p_2$. Для очень малых давлений удобны *колокольные манометры*.

2. Измерение температуры проводят на основе зависимости некоторых физических параметров измерителя от температуры.

Работа этой группы преобразователей основана:

1) *на тепловом расширении* твердых тел, жидкостей или газов (биметаллические, дилатометрические, манометрические, поплавковые измерители),

2) на *изменении сопротивления* проводников и полупроводников (терморезисторы) или *изменении термоЭДС*, возникающей в двух проводниках разной физической природы при наличии разности температур в точках их соединения (термопара).

Диапазон измерения *металлических*: платиновых терморезисторов от -220 до 500 °С, медных от -50 до 180 °С. Статическая характеристика их в рабочем диапазоне измеряемых температур практически линейна.

Термоэлектрические измерительные преобразователи (термопары) имеют *линейную статическую характеристику*. Диапазон измерения хромель-алюмелевых термопар от $-50\div 100^{\circ}\text{C}$, а хромель-копелевых от $-50\div 600^{\circ}\text{C}$.

Работа *дилатометрических* и *биметаллических* измерительных преобразователей основана на различии коэффициентов теплового расширения твердых тел, из которых выполнены чувствительные элементы.

В *манометрическом* преобразователе изменение температуры окружающей среды t вызывает изменение давления в замкнутой системе, заполненной жидкостью, парожидкостной смесью или газом.

Полупроводниковые терморезисторы используют для измерения температуры от -90 до 180°C . В отличие от металлических их *статическая характеристика нелинейная*.

Передаточные функции измерителей температуры могут быть аппроксимированы последовательно включенными *инерционным и запаздывающим звеньями*.

3. Измерение уровня чаще осуществляют с помощью *поплавок*.

Применяются также измерители, использующие массу *сосуда с жидкостью*, гидростатическое давление или зависимость электрического сопротивления от уровня контролируемой жидкости.

В динамическом отношении измерители уровня эквивалентны колебательным звеньям или безынерционным звеньям.

Имеют место *емкостные, ультразвуковые и радарные* измерители уровня.

4. Расход измеряют в *массовых* (m , кг/с) или *объемных* (V , м³/с) единицах. Связь между ними определяется соотношением $m = V\rho$, где ρ - плотность измеряемой среды, кг/м³.

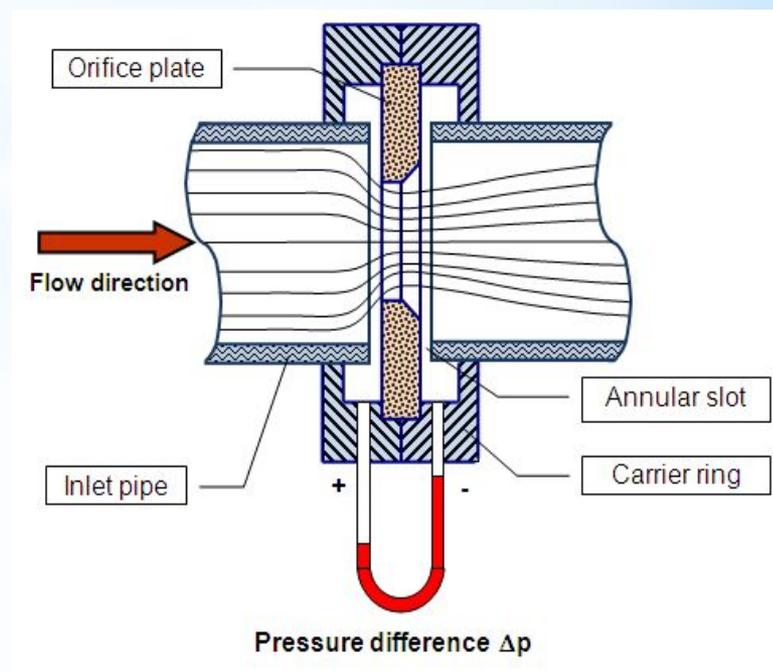
Расход жидкости или газа при $\rho = const$ можно измерить с помощью *дроссельного расходомера*.

Статическая характеристика

такого измерительного устройства нелинейна.

В динамическом отношении

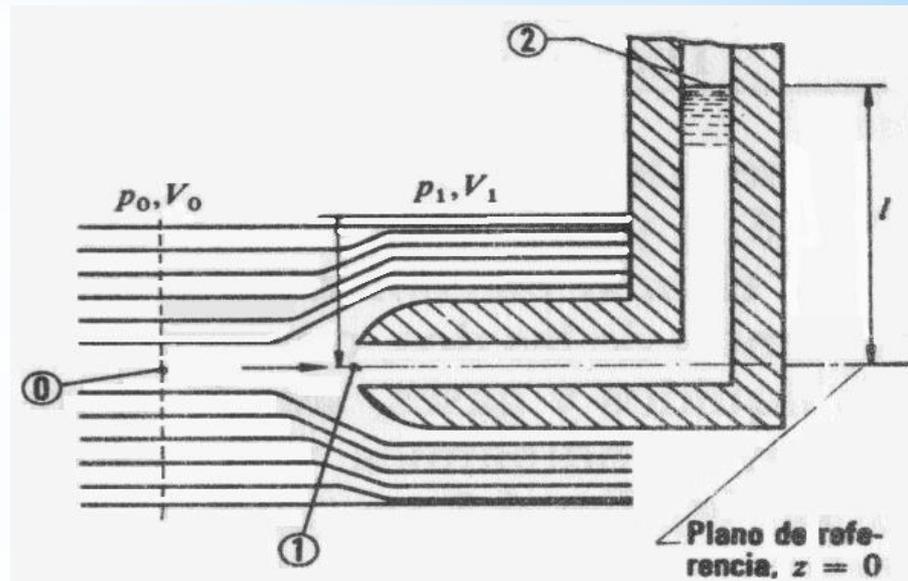
он эквивалентен безынерционному звену.



Для измерения количества вещества G , кг, используют *скоростные или объемные счетчики*, рабочий орган которых — *крыльчатка*, вращаемая потоком жидкости.

Объемный расход жидкости или газа можно с помощью *пневмометрической трубки*. Последнюю располагают по оси трубопровода навстречу потоку. Она воспринимает динамический напор Δp .

Устройства этого типа используют для измерения расхода жидкостей или газов в трубопроводах больших диаметров и некруглого сечения.



5. Измерение перемещения. По принципу действия датчики перемещения могут быть:

**емкостными, оптическими, индуктивными, вихре-
токовыми, ультразвуковыми, магнито-резистивными,
потенциометрическими, магнитострикционными и на
основе эффекта Холла.**

*У таких преобразователей статическая
характеристика в пределах рабочего диапазона
линейна.*

*Динамически они являются безынерционными
звеньями.*

6. Измерение частоты вращения проводят с помощью механических, гидравлических, индукционных, частотных и электрических устройств.

К *механическим* измерителям частоты вращения относят центробежные тахометры, при вращении вала которых на грузы действует центробежная сила. В динамическом отношении центробежные тахометры — колебательные звенья. К механическим измерителям относят также гироскопы.

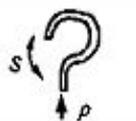
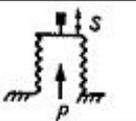
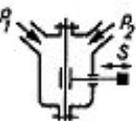
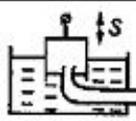
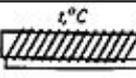
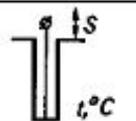
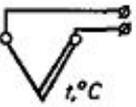
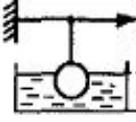
Гидродинамические измерители преобразуют угловую скорость вращения в давление жидкости, создаваемое насосом.

В *индукционных* измерителях при вращении создается момент вращения, пропорциональное частоте вращения входного вала.

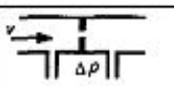
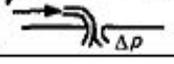
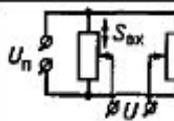
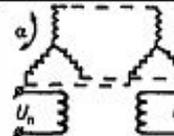
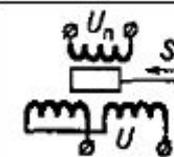
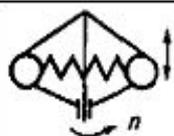
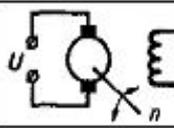
Действие *электромашиных измерителей частоты* вращения (электрических тахометров) основано на зависимости развиваемой генератором постоянного тока ЭДС U от частоты вращения ротора n . В динамическом отношении электрический тахометр подобен безынерционному звену.

При измерении частоты вращения рабочих органов мобильных сельскохозяйственных агрегатов часто применяют *импульсные измерители скорости*, преобразующие угловую скорость в частоту следования импульсов некоторого значения (тока, светового потока, излучения и т.д.). В динамическом отношении эти измерительные устройства также подобны безынерционному звену.

Измерительные преобразователи

Схема	Наименование	Выходной параметр	Тип звена
<i>Измерение давления и разрежения p</i>			
	Манометрическая пружина	Перемещение конца трубки S	Инерционное или колебательное
	Гармониковая мембрана (сильфон)	Перемещение сильфона S	То же
	Дифференциальный манометр	Перемещение мембраны S	-//-
	Колокольный манометр	Перемещение поплавка S	-//-
<i>Измерение температуры t</i>			
	Металлический терморезистор	Электрическое сопротивление R	Инерционное (безынерционное)
	Дилатометр	Перемещение стержня S	То же
	Термопара	Напряжение U	-//-
	Манометрический термометр	Перемещение S	-//-
	Поплавок	Перемещение $S_{вых}$	Безынерционное (колебательное)

Продолжение

<i>Измерение расхода G</i>			
	Дроссельный расходомер	Перепад давления Δp	Безынерционное
	Счётчик	Частота вращения n	То же
	Пневмометрическая трубка	Перепад давления Δp	-//-
<i>Измерение перемещения S, a</i>			
	Мост постоянного и переменного тока	Напряжение U	Безынерционное
	Сельсинтрансформатор	То же	То же
	Дифференциально-трансформаторный преобразователь	-//-	-//-
<i>Измерение частоты вращения n</i>			
	Механический тахометр	Перемещение S	Колебательное
	Электрический тахометр	Напряжение U	Безынерционное
	Частотный тахометр	То же	То же