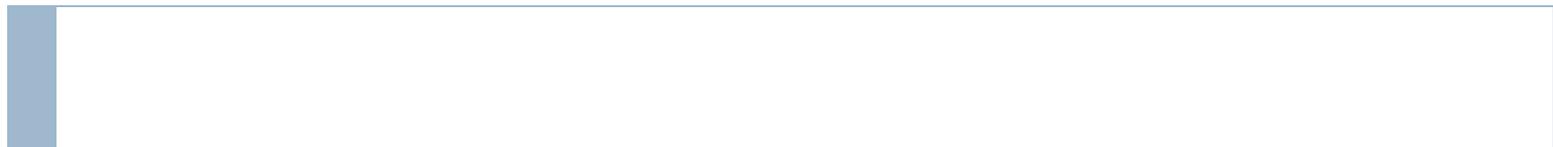


Лекция 5

Датчики и исполнительные механизмы



Литература

Благовещенская М.М. Злобин Л.А.

Информационные технологии систем управления технологическими процессами, М.: "Высшая школа", 2005. — 768 с.

Введение

К средствам формирования информации о технологическом процессе, как объекте управления, относятся устройства, непосредственно взаимодействующие с ним и формирующие выходной сигнал, функционально связанный с измеряемым параметром.

Эти устройства формирования информации (**первичные преобразователи**) обычно устанавливаются непосредственно на контролируемом объекте и в зависимости от вида измеряемых параметров подразделяются на 5 основных групп:

Введение

- средства измерения теплоэнергетических параметров, к которым относятся температура, давление, разряжение, перепад давлений, уровень, расход, а также электроэнергетические (сила тока, напряжение, мощность и другие);
- средства формирования информации о физических свойствах вещества и качестве готовой продукции;
- средства формирования информации о составе и свойствах вещества;
- средства измерения масс, сил, а также весоизмерительные и весодозирующие устройства
- средства измерения кинематических величин, в том числе количества изделий, циклов.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температура — физическая величина, характеризующая среднюю кинетическую энергию хаотического движения молекул вещества.

Техническое средство, используемое для измерений температуры, называют ***термометром***. Методы и средства измерения (СИ) температуры делятся на контактные и бесконтактные.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Контактные СИ температуры основаны на непосредственном контакте измерительного преобразователя (ИП) с контролируемой средой.

Контактные термометры подразделяются на **термометры расширения, электрические и специальные**. В свою очередь, термометры расширения разделяются на жидкостные, биметаллические, дилатометрические и манометрические. К электрическим термометрам следует отнести термометры сопротивления (терморезисторы) и термоэлектрические. К специальным относят различные индикаторы температуры.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Измерительные преобразователи на основе терморезисторных и термоэлектрических принципов просты по конструкции и имеют высокую надежность.

Однако их выходной сигнал невелик по величине и без дополнительного усиления не может быть передан на большое расстояние до нескольких десятков метров.

Терморезисторные преобразователи температуры предназначены для измерения малых и средних величин температур.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

Давление определяется отношением силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади этой поверхности.

Различают абсолютное, атмосферное, избыточное давление и состояние, называемое вакуумом.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

Давление измеряется с помощью манометров и измерительных преобразователей давления (ИПД).

Манометр — измерительный прибор для измерения давления или разности давлений с непосредственным отсчетом (отображением) их значений.

Измерительный преобразователь давления — преобразователь, выходной сигнал которого функционально связан с измеряемым давлением или разностью давлений.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

По функциональному назначению и названию манометры подразделяются на следующие группы:

напорометры — манометры для измерений малых избыточных давлений (до 40 кПа);

тягомеры — вакуумметры с верхним пределом измерений не более 40 кПа;

тягонапорометры — мановакуумметры с диапазоном измерений $-200\text{Па} - +20\text{ кПа}$;

вакуумметры остаточного давления — вакуумметры для измерения глубокого вакуума или остаточного давления (менее 200 Па).

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

По принципу действия чувствительного элемента (ЧЭ) средства измерения давления подразделяются на три группы:

к первой группе относятся поршневые, жидкостные и другие типы манометров и ИПД, основанные на прямых методах измерений;

ко второй — деформационные, полупроводниковые и другие типы манометров и ИПД, основанные на прямых относительных методах измерений;

к третьей — термодинамические и ионизационные вакуумметры, ультразвуковые манометры и другие приборы, основанные на косвенных

▶ 1 методах измерений.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

Электромагнитные преобразователи, используемые в системах передачи сигналов, подразделяются на

- индуктивные,
- трансформаторные
- Магнитоупругие (Ферромагнитные материалы)

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДАВЛЕНИЯ

Часто в манометрах используются индуктивные преобразователи, переводящие перемещения в изменение индуктивности магнитной цепи.

Широкое применение нашли и резисторные деформационные манометры, основанные на использовании тензорезисторов, изменяющих сопротивление при деформации.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Расход есть величина, численно равная количеству вещества, проходящего по транспортному устройству в единицу времени.

Различают объемный ($\text{м}^3/\text{ч}$) и массовый ($\text{кг}/\text{с}$) расход вещества.

Приборы для измерений количества вещества называются *счетчиками*, для измерений расхода вещества — *расходомерами*. Отдельную группу приборов и устройств, используемых для учета и стабилизации материальных потоков, составляют весы, дозаторы и счетчики штучных изделий.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Весы — это прибор для определения масс тел по действующей на них силе тяжести.

Дозатор — это устройство, предназначенное для автоматического отмеривания и выдачи заданного количества вещества в виде порций или постоянного расхода.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

В практике получили распространение расходомеры нижеследующих групп:

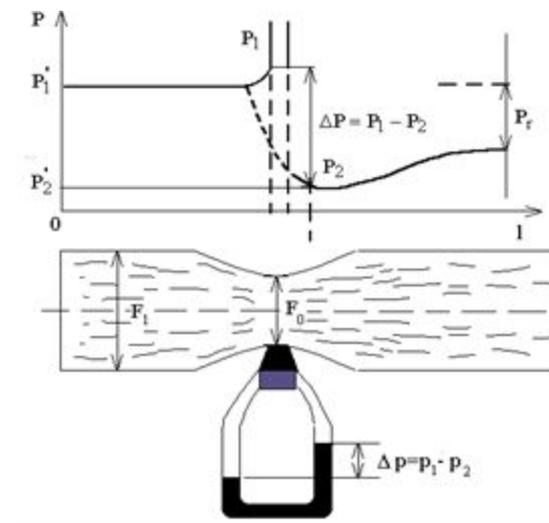
- переменного перепада давления,
- обтекания,
- тахометрические,
- электромагнитные и
- ультразвуковые.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Расходомеры переменного перепада давления имеют широкое применение в пищевой промышленности.

Принцип их действия основан на измерении перепада давления, который образуется в результате местного изменения скорости потока жидкости, газа или пара.

Расходомер состоит из первичного преобразователя (сужающего устройства - диафрагма, сопло или труба), дифференциального манометра и соединительной (импульсной) линии.



МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Расходомеры обтекания

эксплуатируются в

производственных условиях для

измерений расходов

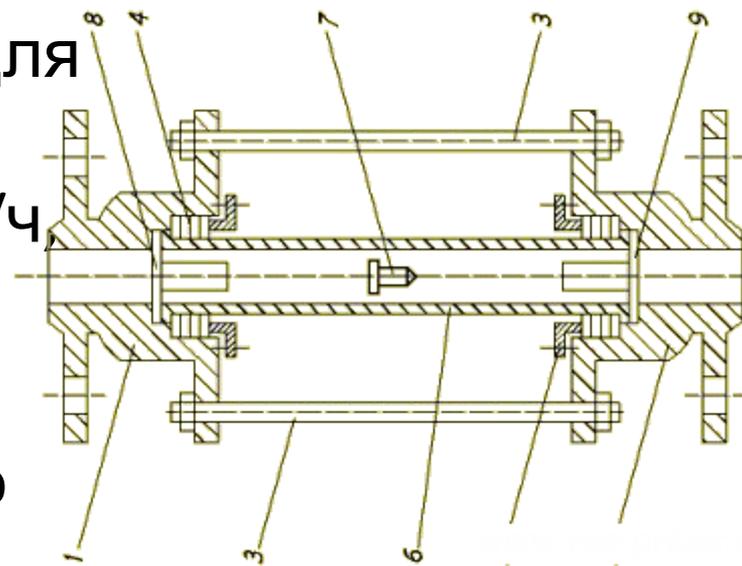
жидкостей от $0,0025$ до $16 \text{ м}^3/\text{ч}$

а газов от $0,06$ до $40 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Принцип их действия основан на
уравновешивании обтекаемого
тела потоком измеряемого
вещества.

Форма обтекаемого тела может
быть различной: поплавок,

▶ 18 поршень, шар, диск, крыло и
другие.

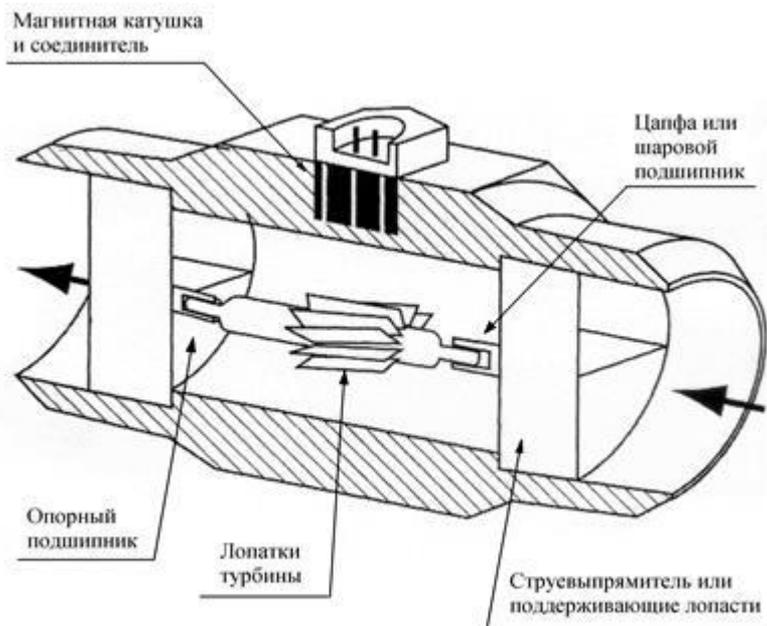


МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Тахометрические расходомеры, преобразующие скорость потока в угловую скорость вращения обтекаемого элемента, подразделяются на турбинные и шариковые.

Эти расходомеры состоят из аксиальной или тангенциальной лопастной турбинки, опирающейся на керновые подпятники или подшипники. В качестве вторичного преобразователя, измеряющего скорость вращения турбинки, часто используют индукционный преобразователь.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА



МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Ультразвуковые расходомеры — это приборы, принцип действия которых основан на увеличении звуковых колебаний движущейся средой.

Они перспективны для измерений загрязненных, быстрокристаллизирующихся и агрессивных жидкостей и пульп.

Основными элементами первичных преобразователей этих расходомеров являются пьезоэлементы, которые выполняют функции излучателей и приемников ультразвуковых колебаний. Основная погрешность составляет $2 + 4\%$.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Весы

Для измерений массы вещества применяют весы, которые по принципу действия подразделяются на рычажные, пружинные, гидравлические и электромагнитные.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

В рычажных весах масса вещества определяется путем уравнивания моментов, развиваемых силами тяжести измеряемого груза и известной массы, приложенных к соответствующим концам рычага.

В пружинных весах неизвестная масса взвешиваемого груза определяется по деформации упругого элемента. Для измерений деформации в современных весах используют главным образом тензорезисторные и вибрационно-частотные преобразователи.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Весы с тензорезисторными преобразователями обладают высокой точностью, стабильностью, надежностью, малой инерционностью и применяются, в основном, при больших пределах измерений.

В гидравлических весах усилие, развиваемое грузом, определяется путем измерения давления, создаваемого этим грузом в жидкости.

В электромагнитных весах груз уравнивается силой Ампера. По назначению весы подразделяются на приборы периодического и непрерывного взвешивания твердых и сыпучих продуктов.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Весы периодического взвешивания применяют для суммарного учета изделий в потоке и дозирования различных продуктов (мука, сахарный песок, соль и т. п.).

Весы для непрерывного взвешивания обладают большой производительностью, но имеют малую точность.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА И КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

Счетчики штучных изделий. Для учета штучной продукции (буханки, батоны, бутылки и т. п.) на конвейере применяют счетные устройства (счетчики), которые в зависимости от вида энергии, используемой для приведения их в действие, подразделяются на механические, электромеханические, электронные и пневматические.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ

По принципу действия первичного преобразователя уровнемеры подразделяются на механические, электрические, акустические, тепловые и специальные.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ

Механические уровнемеры основаны на силовом воздействии уровня измеряемого материала на чувствительный элемент (поплавок и т. д.).

Они подразделяются на поплавковые, буйковые и гидростатические.

В **поплавковых** положение поплавок фиксируется и преобразуется в электрический или пневматический сигнал вторичным преобразователем.

Работа **буйковых уровнемеров** основана на измерении выталкивающей силы, действующей на частично погруженное в жидкость тело

▶ 28 массивного буйка.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ

Действие гидростатических уровнемеров основано на измерении гидростатического давления жидкости в аппарате. Гидростатическое давление измеряется с помощью дифманометра, двух манометров или пьезометрическим способом.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ

В пьезометрических уровнемерах мерой уровня является регистрируемое манометром давление газа, пропускаемого через трубку, опущенную в жидкость. В состав уровнемера входит регулятор, который обеспечивает постоянный расход подаваемого в трубку газа вне зависимости от текущего значения уровня.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ

В пьезометрических уровнемерах мерой уровня является регистрируемое манометром давление газа, пропускаемого через трубку, опущенную в жидкость. В состав уровнемера входит регулятор, который обеспечивает постоянный расход подаваемого в трубку газа вне зависимости от текущего значения уровня.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ

Принцип измерений **акустических уровнемеров** основан на физических явлениях, связанных с распространением звука в жидкой или газовой фазе. Они подразделяются на локационный, поглотения и резонансный. Широко применяется принцип локации, согласно которому измерение уровня осуществляют по времени прохождения расстояния от излучателя до границы раздела сред и обратно.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ

Электрические уровнемеры подразделяются на кондуктометрические, емкостные и индуктивные.

Кондуктометрические уровнемеры используют измерение электрического сопротивления преобразователя, погруженного в электропроводную среду. Эти уровнемеры находят применение, в основном, в качестве сигнализаторов уровня электропроводящих жидкостей.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ

Работа **емкостных уровнемеров** основана на зависимости изменения емкости конденсатора, образованного электродами, частично погруженными в измеряемую среду. При изменении уровня жидкости изменяется емкость конденсатора, поскольку диэлектрическая проницаемость контролируемой среды больше, чем у воздуха.

Действие **индуктивных уровнемеров** основано на зависимости индуктивности катушки от степени ее погружения в измеряемую электропроводящую среду. Основная погрешность обычно не превышает 0,5%.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ УРОВНЯ

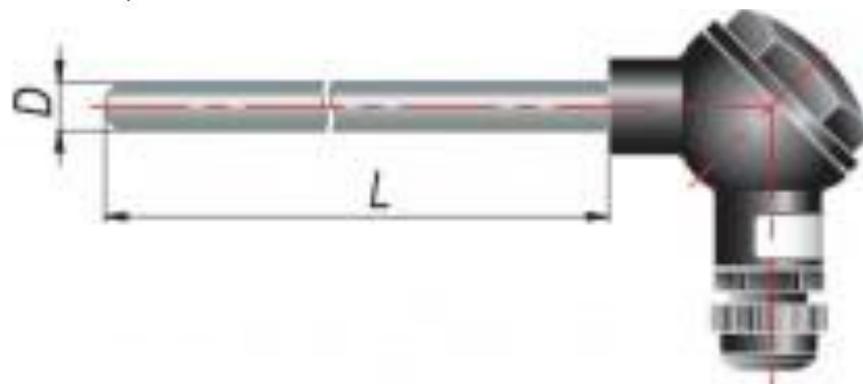
Оптические уровнемеры можно подразделить на визуальные и фотометрические.

Визуальные уровнемеры представляют собой прозрачные вставки в стенках сосуда или сообщающихся с сосудом мерных трубках с нанесенной на них шкалой.

В фотометрических уровнемерах используется световой луч, падающий под острым углом на поверхность жидкости. Отраженный от поверхности жидкости луч через оптически прозрачную стенку попадает на протяженный приемник излучения. Координата приемника, в которой фиксируется максимальная освещенность, характеризует текущее значение уровня.

Примеры

| Характеристики | ДТСХХ5 | | |
|--|--|---------------|------------------------|
| | 50М 100М | 50П 100П | Pt100 Pt500, Pt1000 |
| Номинальная статическая характеристика (НСХ) | | | |
| Диапазон измеряемых температур: | | | |
| - класс допуска А | -50...+180 °С | -50...+450 °С | -50...+300 °С |
| - класс допуска В и С | -50...+180 °С | -50...+500 °С | -50...+500 °С |
| Условное давление | 10 МПа | | |
| Показатель тепловой инерции | не более 10...30 с | | |
| Сопротивление изоляции | Не менее 100 МОм | | |
| Количество чувствительных элементов | 1 или 2 | | |
| Схема внутренних соединений проводников | 2 – двухпроводная 3 – трехпроводная 4 – четырехпроводная | | |
| Исполнение сенсора относительно корпуса | изолированный | | |
| Исполнение коммутационной головки | пластмассовая, металлическая | | |
| Тип резьбового штуцера | Метрическая резьба, трубная резьба | | |
| Материал защитной арматуры | сталь 12Х18Н10Т | | |
| Степень защиты | IP54 / IP65 | | |



Примеры

Многоэлектродные

кондуктометрические датчики уровня серии ОВЕН ДУ предназначены для контроля уровней жидкости в резервуарах открытого типа.

Принцип действия

кондуктометрического датчика основан на разнице между электропроводностью воздуха и жидкости. Эта разница фиксируется двумя электродами: сигнальным, установленным на необходимом уровне, и общим. Когда поверхность жидкости соприкасается с сигнальным электродом, происходит



▶ 37 замыкание между двумя

электродами

Примеры

Оптические бесконтактные датчики применяются для регистрации любых объектов и обладают большей дальностью действия по сравнению с другими бесконтактными датчиками.

Датчики имеют регулятор чувствительности, позволяющий производить настройку по фактической контрастности объекта на фоне окружающих

