

Основные понятия

Физическая величина (ФВ)- какое либо из свойств материи любого вида и любой степени ее обработки (например: температура, масса, размер, давление (газа или жидкости)). Значение физической величины – количественная мера ФВ в соответствующих единицах (например: 15 град.С, 3.454 м, 45.0 КПа).

Внешние воздействия (измеряемая величина) – количественная характеристика объекта, его свойство или качество, которые необходимо воспринять и преобразовать в электрический сигнал.

Чувствительный элемент (первичный преобразователь) – элемент прямого (физического) преобразования неэлектрической ФВ в электрический сигнал (например: рабочий спай термопары, терморезистор, термистор).

Датчик – измерительное устройство, обеспечивающее преобразование значения ФВ в однозначно соответствующие этому значению характеристики электрического сигнала или информационный сигнал (например: термоэлектронный, давления, расхода).

Преобразователь – часть датчика, конвертирующая один тип энергии в другой.

Основные требования к датчикам

- 1. Однозначная зависимость выходной величины от входной;**
- 2. Стабильность характеристик во времени;**
- 3. Высокая чувствительность;**
- 4. Малые размеры и масса;**
- 5. Отсутствие обратного воздействия на контролируемый процесс и на контролируемый параметр;**
- 6. Работа при различных условиях эксплуатации;**
- 7. Различные варианты монтажа.**

В качестве чувствительного элемента выбирается элемент или устройство, обладающее следующими свойствами:

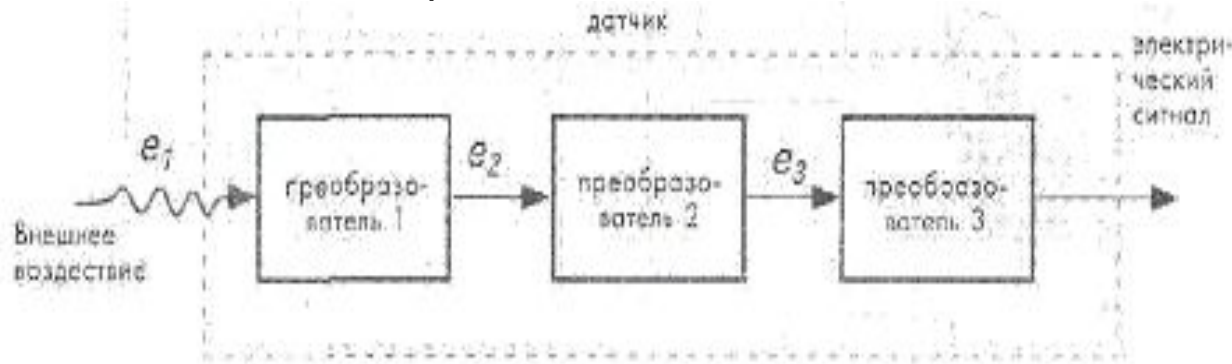
- высокая линейность преобразования измеряемой ФВ в максимально широком диапазоне ее изменения,
- воспроизводимость результата в одинаковых условиях измерения,
- высокая стабильность преобразования;
- минимальная зависимость преобразования от значений ФВ и окружающей среды,
- незначительная скорость деградации физических свойств элемента,
- простота конструктивной и технологической защиты элемента от неблагоприятных воздействий измеряемой ФВ и окружающей среды,
- высокая технологичность (дешевизна) изготовления.

Общая классификация датчиков:

Датчики подразделяются по:

- виду действия
- виду выходных величин
- измеряемому параметру
- принципу действия
- характеру выходного сигнала
- среде передачи сигналов
- количеству входных величин
- технологии изготовления

В состав датчика входит один или несколько преобразователей. Например, в состав химического датчика могут входить два преобразователя, один из которых конвертирует энергию химических реакций в тепло, а другой, термоэлемент, преобразовывает полученное тепло в электрический сигнал.



$e_1, e_2, \dots$ - различные виды энергии.

Классификация датчиков по видам действия

Прямого действия - преобразуют внешнее воздействие непосредственно в электрический сигнал, используя соответствующее физическое явление

Составные - включают несколько преобразователей энергии.

Естественный сигнал - сигнал активного первичного преобразователя или изменение характеристик измеряемого сигнала в цепи первичного пассивного преобразователя.

Унифицированный сигнал – пропорциональное значению ФВ значение определенного вида (ток, напряжение) выходного сигнала преобразователя, в определенном диапазоне его возможных изменений (например: ток в диапазоне 4-20мА, напряжение в диапазоне $\pm 5\text{В}$ или 0-10В).

Классификация датчиков по виду выходных величин

Активные (генераторные) – датчики, которые способны вырабатывать выходной сигнал самостоятельно, без необходимости применения внешнего источника питания.

Пассивные (параметрические) - датчики, которым для измерения физической величины необходим источник питания (индуктивные, резистивные и т.д.)

Классификация по измеряемому параметру

Давления – предназначены для преобразования физической величины давления в электрический сигнал.

Расхода – предназначены для измерения расхода рабочего агента (вода, масло, бензин, и т.д.) в единицу времени.

Уровня – определяют уровень жидкости в резервуаре (топливный бак, танкер и т. д.)

Температуры – служат для измерения температуры объекта управления.

Концентрации – измеряют концентрацию различных веществ.

Классификация по измеряемому параметру (продолжение)

Радиоактивности – измеряют радиационную активность объектов.

Перемещения – определяют перемещения объектов в пространстве.

Положения – определяют положение объектов в пространстве.

Датчик углового положения – определяет угол поворота объекта.

Датчик вибрации – проводит определение наличия вибрации, а также измерение вибрационных параметров.

Датчик механических величин

Датчик дуговой защиты — датчик, способный регистрировать возникновение электрической дуги.

Классификация по принципу действия

Оптические датчики (фотодатчики) – работают на фотоэлектрическом эффекте

Магнитоэлектрический датчик - работа основана на основе эффекта Холла

Пьезоэлектрический датчик – работает на пьезоэлектрическом эффекте

Тензопреобразователь – работает на эффекте изменения сопротивления материала под действием нагрузки

Ёмкостной датчик – преобразователь параметрического типа, в котором изменение измеряемой величины преобразуется в изменение ёмкости конденсатора

Потенциометрический датчик – это переменный резистор.

Индуктивный датчик – бесконтактный датчик, предназначенный для контроля положения объектов из металла (к другим материалам не чувствителен).

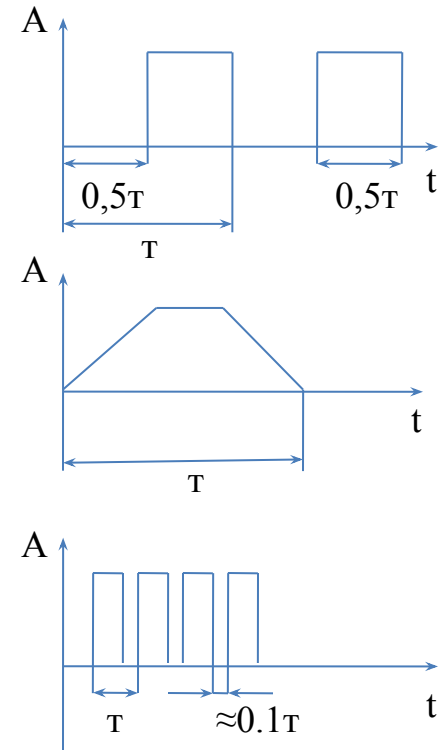
Классификация по характеру выходного сигнала

Дискретные – выдают электрический сигнал с напряжением либо 0, либо MAX.

Аналоговые – выдают непрерывный сигнал, который может изменяться по величине от 0 до MAX или направлению.

Импульсные – выдают импульсный сигнал, который представляет собой сигнал с кратковременным изменением установившегося состояния, характеризующийся малым интервалом времени по сравнению с временными характеристиками установившегося процесса.

Цифровые – выдают сигнал данных, у которого каждый из представляющих параметров описывается функцией дискретного времени и конечным множеством возможных значений. Сигналы представляют собой дискретные электрические или световые импульсы.



Классификация по среде передачи сигналов

Проводные – передача информационного сигнала производится через проводную связь

Беспроводные - передача информационного сигнала производится через радиосвязь.

Датчики измерения абсолютного давления

- предназначены для измерения абсолютного давления жидких и газовых сред .

В данном случае началом шкалы является точка абсолютного нуля давления – вакуума.



Датчики измерения избыточного давления

- предназначены для измерения избыточного давления жидких и газовых сред .

В данном случае началом шкалы является текущее значение атмосферного давления.



Датчики измерения дифференциального давления

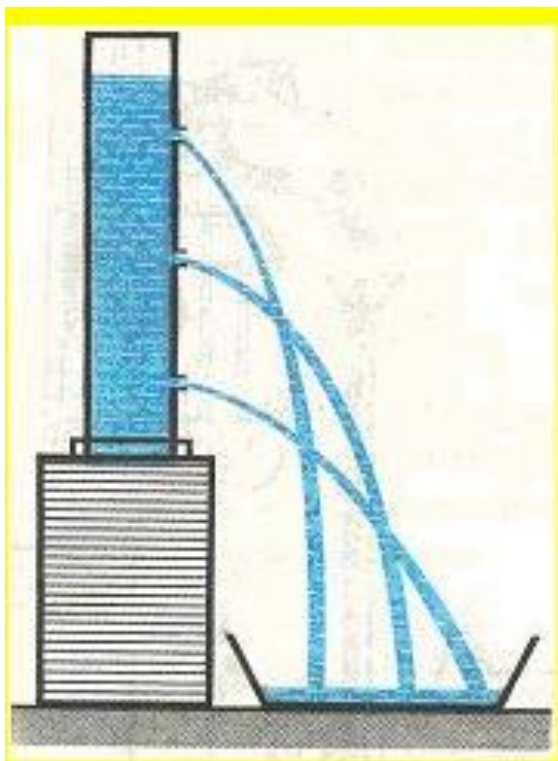
- предназначены для измерения разности (перепада) давления жидких и газовых сред .

В данном случае началом шкалы является минимальное значение атмосферного давления.



Датчик гидростатического давления

Датчики гидростатического давления предназначены для непрерывного измерения гидростатического давления жидких и пастообразных продуктов в открытых или закрытых емкостях, независимо от наличия пены в том числе и при течении жидкости.



ФИЛЬМА

На какие параметры нужно обращать внимание при выборе датчиков давления:

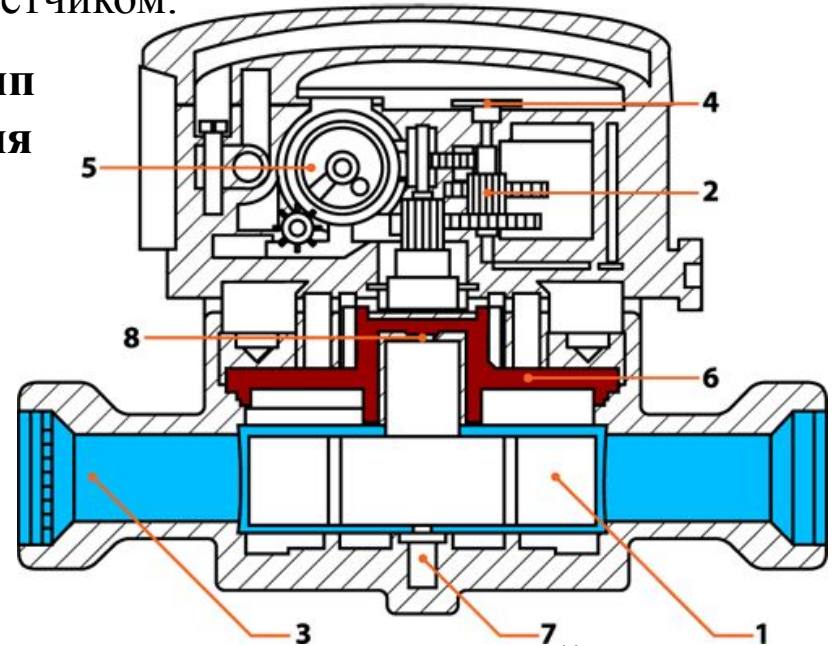
1. Вид давления.
2. Диапазон измеряемого давления.
3. Степенью защиты прибора.
4. Наличие термокомпенсации.
5. Материал.
6. Вид выходного сигнала.

Механические расходомеры.

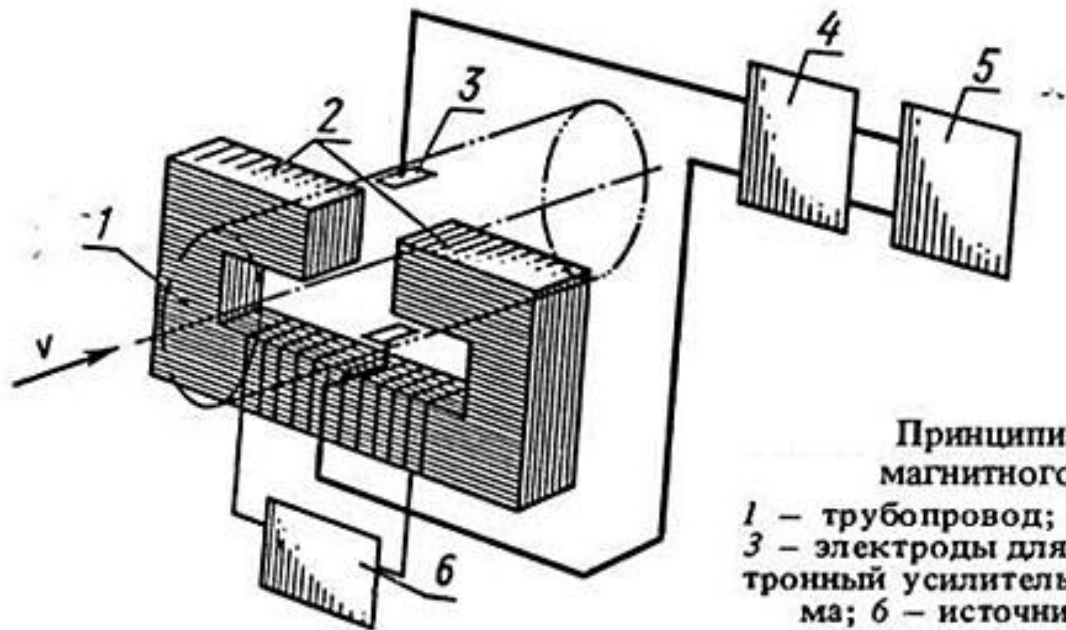
Расходомер — прибор, измеряющий расход вещества, проходящего через данное сечение трубопровода в единицу времени. Если прибор имеет интегрирующее устройство со счетчиком и служит для одновременного измерения и количества вещества, то его называют расходомером со счетчиком.



Принцип действия



Принцип работы такого счетчика воды достаточно прост: проходящий поток воды крутит крыльчатку (1), и через систему шестеренок количество оборотов крыльчатки определяет показания счетчика. Механизм (2) тахометрического счетчика не имеет контакта с потоком воды (3), и такой счетчик называется сухим или сухоходным. Индикаторное устройство (5) состоит из пяти роликов, которые через масштабирующий механический редуктор (4) отображают измеренный объем воды в кубометрах. Ролик красного цвета и стрелочный указатель отображает доли кубических метров. Взаимодействие между крыльчаткой и счетным механизмом осуществляется путем магнитной связи через герметичную перегородку (6).



Электромагнитные расходомеры. Принцип действия

Принципиальная схема электро-
магнитного расходомера:

1 – трубопровод; 2 – полюса магнита;
3 – электроды для съема ЭДС; 4 – элек-
тронный усилитель; 5 – отсчетная систе-
ма; 6 – источник питания магнита

Принцип действия электромагнитного расходомера заключается в следующем:

- электродвижущая сила индуцируется в проводнике, который пересекает силовые линии;
- ЭДС пропорциональна скорости движения проводника;
- направление тока, которое в этом случае возникает в проводнике, к направлению движения проводника и магнитному полю перпендикулярно (в соответствии с законом Фарадея об электромагнитной индукции);
- замена проводника производится струей проводящей жидкости, которая проходит между полюсами магнита;
- после этого проводится замер ЭДС, и получается схема электромагнитного расходомера.

Электромагнитный расходомер может быть выполнен с постоянной, либо электромагнитной, питаемой переменным током частотой.

Кориолисовые расходомеры

— приборы, использующие для измерения массового расхода жидкостей, газов эффект Кориолиса. Принцип действия основан на изменениях фаз механических колебаний U-образных трубок, по которым движется среда. Сдвиг фаз пропорционален величине массового расхода. Поток с определенной массой, движущийся через входные ветви расходомерных трубок, создает кориолисову силу, которая сопротивляется вибрации расходомерных трубок.

Преимущества измерения кориолисовым расходомером:

не требуются прямолинейные участки трубопровода до и после расходомера;
высокая точность измерений параметров;
работают вне зависимости от направления потока;
надёжная работа при наличии вибрации трубопровода, при изменении температуры и давления рабочей среды (только если расходомер установлен на резиновые подставки-прокладки);
длительный срок службы и простота обслуживания благодаря отсутствию движущихся и изнашивающихся частей;
нет необходимости в периодической перекалибровке и регулярном ТО;
измеряют расход сред с высокой вязкостью;
разрешено использование в пищевой и фармацевтической промышленности.



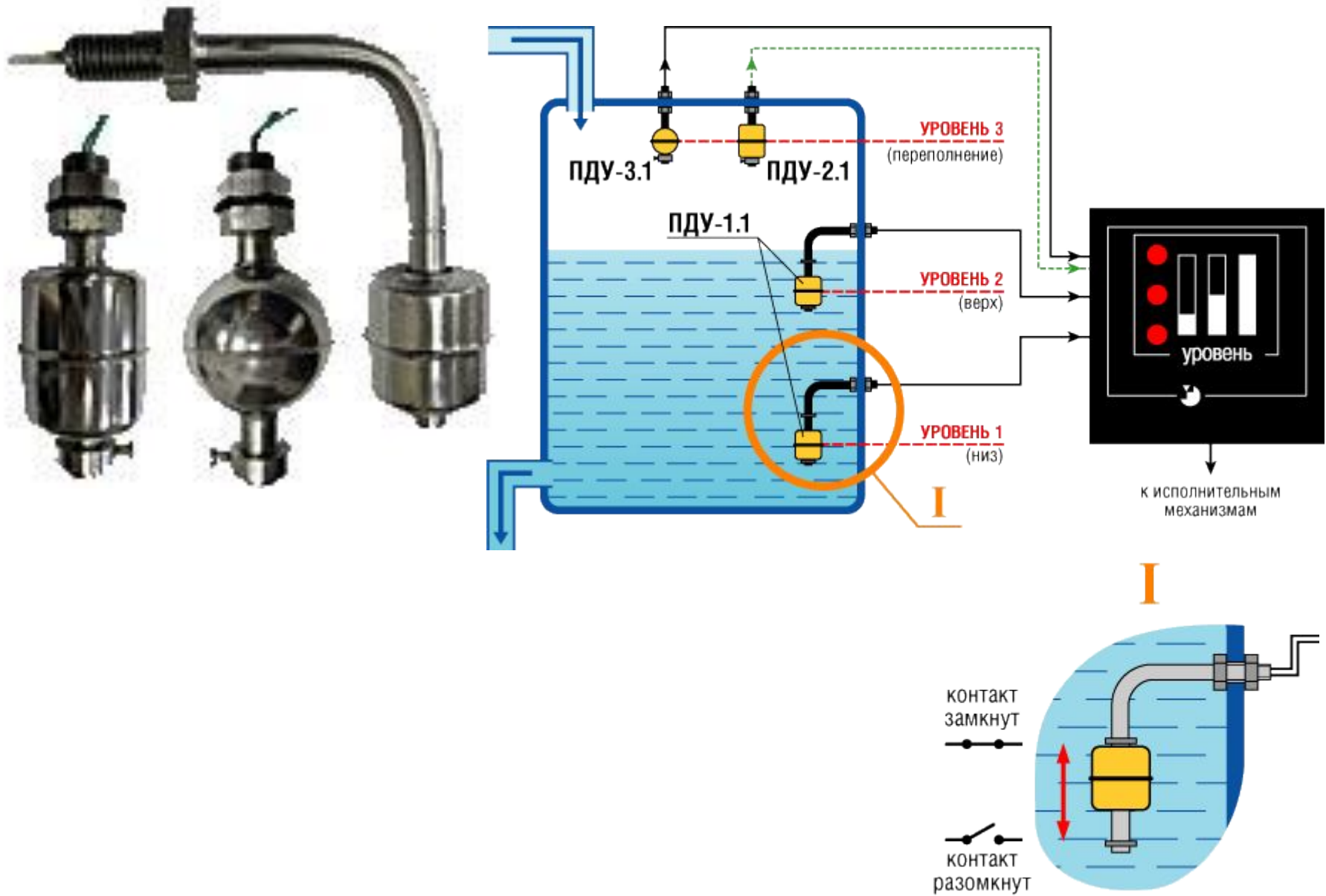
Вихревые расходомеры

— разновидность расходомера, принцип действия которого основан на измерении частоты колебаний, возникающих в потоке в процессе вихреобразования.

В основе принципа действия любого вихревого расходомера лежит широко известное природное явление - образование вихрей за препятствием, стоящим на пути потока. При скоростях среды выше определенного предела вихри образуют регулярную дорожку, называемую «дорожкой Кармана». Частота образования вихрей при этом прямо пропорциональна скорости потока.



Поплавковые датчики уровня



Емкостные датчики уровня

Емкостной датчик уровня LP20 предназначен для непрерывного контроля уровня электропроводящей жидкости.



Датчик состоит из металлического стержня, покрытого оболочкой из фторопласта PTFE.

Принцип действия основан на зависимости емкостного сопротивления датчика от уровня жидкости. Увеличение уровня вызывает пропорциональное увеличение выходного сигнала.

Изменение емкостного сопротивления преобразуется предусилителем в вольтовый сигнал постоянного тока, который подается на контроллер. Регулирование и изменение заданных уровней осуществляется контроллером. Чувствительность предусилителя зависит от длины

погруженной части датчика, выбор диапазона чувствительности освещен в инструкции по установке и эксплуатации предусилителя RA20.

Ёмкостной датчик уровня

В основу работы данного типа датчика положено свойство конденсатора изменять свою ёмкость при изменении состава и распределения материала диэлектрика, разделяющего пластины конденсатора. Это свойство применяется во многих ёмкостных детекторах например в ёмкостных датчиках влажности.

Предположим, имеется коаксиальный конденсатор, помещённый в жидкость, которая может свободно проникать в пространство между пластинами. Если известна диэлектрическая проницаемость жидкости, то можно составить следующее равенство:

$$C = C_0 + C_1 = \epsilon_0 * G_0 + \epsilon_1 * G_1$$

C – Общая ёмкость конденсатора

C_0 – Ёмкость участка конденсатора, не содержащего жидкость

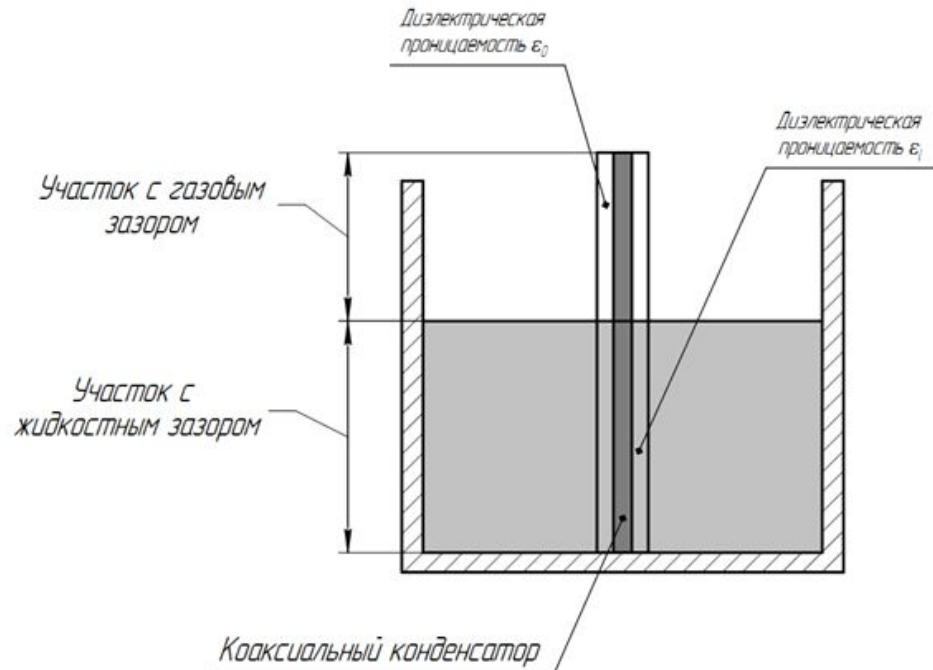
C_1 – Ёмкость участка конденсатора, содержащего жидкость

ϵ_0 – Диэлектрическая проницаемость газовой среды

ϵ_1 – Диэлектрическая проницаемость жидкой среды

G_0 – Геометрический коэффициент участка конденсатора, не содержащего жидкость

G_1 – Геометрический коэффициент участка конденсатора, содержащего жидкость



При изменении уровня жидкости величина суммарной ёмкости конденсатора также изменятся. Если конденсатор включен в электрическую цепь, не составляет труда отследить изменение ёмкости, по которому можно однозначно судить об изменении уровня жидкости.

Ёмкостные датчики лишены подвижных элементов, поэтому достаточно надёжны и долговечны. К их недостаткам следует отнести значительную температурную зависимость (которая, впрочем, может быть скомпенсирована), а также необходимость погружения в жидкость.

Дискретные поплавковые датчики уровня

В реализации датчика, выдающего дискретный сигнал, обычно используется набор поплавков, расположенных на различных уровнях резервуара. При достижении жидкостью уровня, на котором располагается поплавок, он выталкивается за счёт силы Архимеда, направленной вверх. Это приводит в движение механическую систему или электромеханическую систему, и выходной сигнал появляется, например, при замыкании электрических контактов герконового реле.

В альтернативной конфигурации присутствует направляющая, содержащая набор реле. Вдоль направляющей вслед за уровнем жидкости перемещается поплавок, содержащий постоянный магнит. Приближение поплавка к реле вызывает его срабатывание (Рисунок 2).

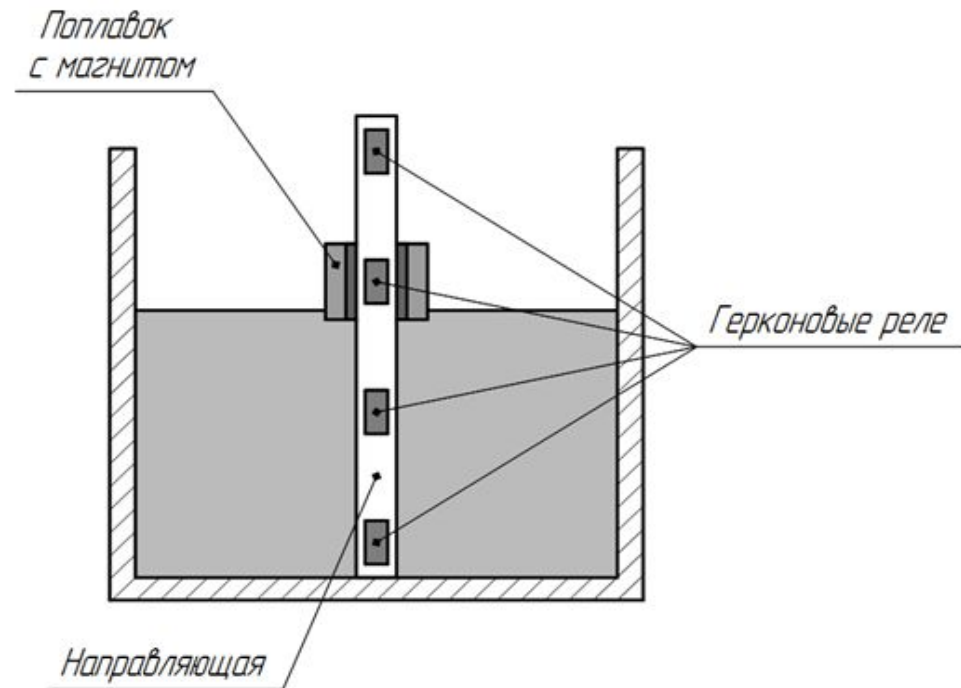
Дискретный выходной сигнал может быть использован для «пошагового» мониторинга жидкости в резервуаре — датчик просто сообщает, достиг ли уровень жидкости конкретной отметки или нет.

Также датчик уровня с дискретным выходным элементом автономного регулятора в случае, например, когда необходимо поддерживать постоянный уровень жидкости в резервуаре.

Дискретные поплавковые датчики дешёвы,

просты и достаточно надёжны, однако

требуют погружения в жидкость и имеют подвижную механику.

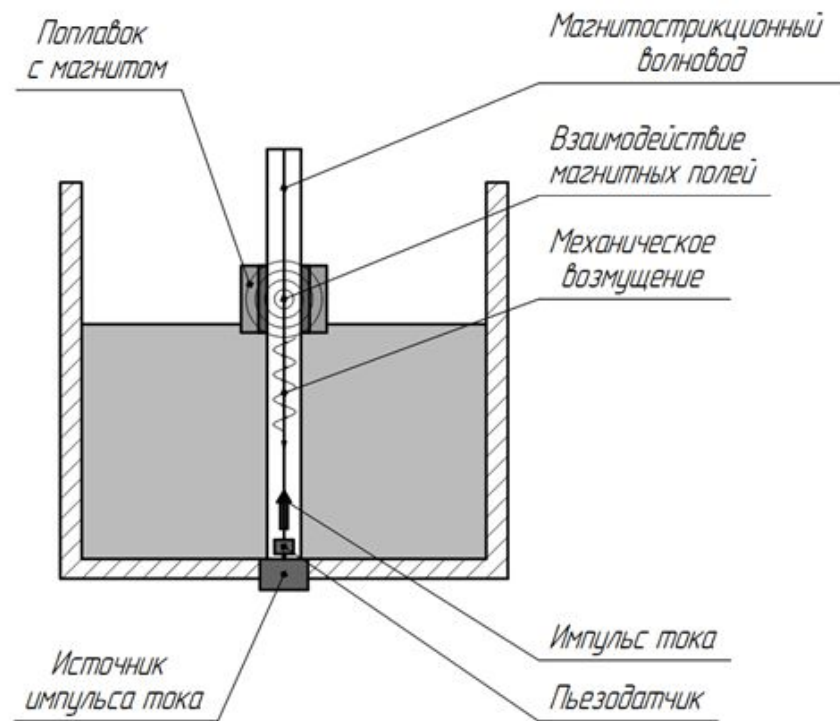


Магнитострикционные поплавковые датчики

Поплавковые датчики, выдающие непрерывный сигнал, обычно относятся к датчикам магнитострикционного типа и имеют довольно сложное устройство. Основным элементом конструкции по-прежнему является поплавок, в данном случае он содержит постоянный магнит. Поплавок может свободно передвигаться вдоль направляющей, внутри которой располагается волновод из магнитострикционного материала. С определённой периодичностью блок электроники датчика генерирует импульс тока, который распространяется вдоль волновода. Когда импульс достигает области, где располагается поплавок, магнитное поле поплавка и магнитное поле импульса взаимодействуют, что приводит к возникновению механических колебаний, которые распространяются обратно по волноводу и фиксируются чувствительным пьезоэлементом. По временной задержке между отправкой импульса тока и получением механического импульса можно судить о расстоянии до поплавка, а значит и об уровне жидкости в резервуаре.

Магнитострикционные датчики очень точны, выдают непрерывный сигнал, а также могут использоваться с гибким волноводом, что расширяет сферу их применения.

К их недостаткам можно отнести их стоимость, техническую сложность и необходимость погружения в жидкость.



Радарный датчик уровня

Главным элементом данного датчика является радиолокатор, частота излучения которого изменяется по линейному закону. Предполагается, что жидкость отражает излучение локатора, поэтому если расположить излучатель-приёмник внутри резервуара согласно схеме и фиксировать задержку отражённого сигнала относительно сигнала источника – можно определить уровень жидкости по величине задержки. Если частота исходного сигнала изменяется по линейному закону (например, непрерывно возрастает), то отражённый сигнал, имеющий временной сдвиг относительно исходного, будет иметь также и меньшую частоту. По величине частотного сдвига можно однозначно судить о величине временной задержки между двумя сигналами, а значит и о расстоянии до поверхности жидкости.

Дальнейшая обработка полученного сигнала осуществляется в цифровом тракте, и на этом этапе возможна, например, нейтрализация шумовых сигналов, возникающих в результате волнений на поверхности жидкости или поглощения радиоизлучения.

Данный метод на сегодняшний день является наиболее технологичным и совершенным.

Достоинства:

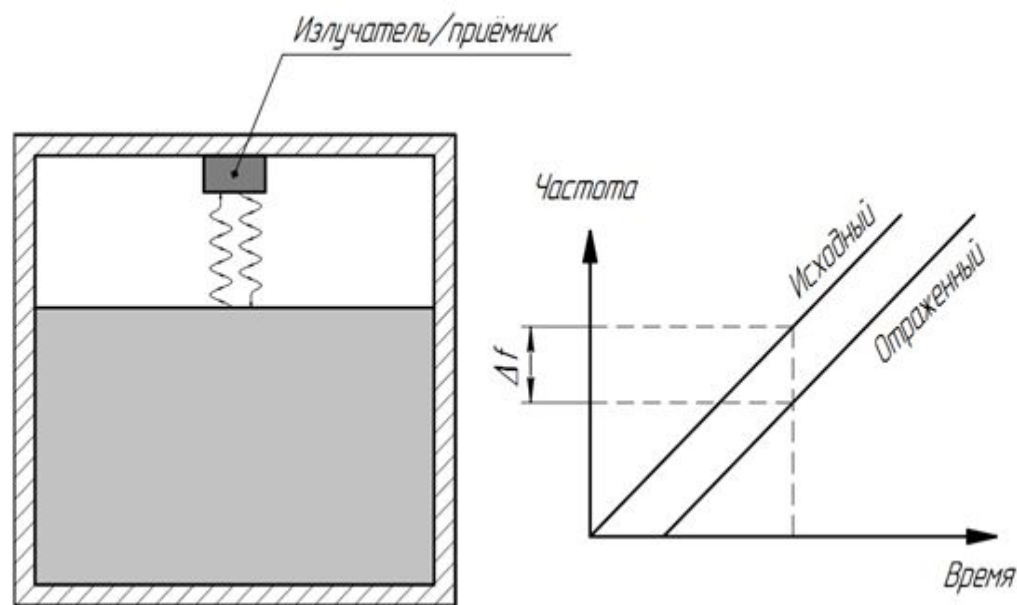
Отсутствие подвижных элементов

Отсутствие контакта с жидкой средой

Универсальность

Высокая точность

Недостаток - цена.



Ультразвуковой датчик уровня

В датчиках данного типа используется схема, во многом сходная со схемой датчика радарного типа. В резервуаре устанавливается блок, состоящий из генератора и приёмника ультразвуковых волн (точно также как например в ультразвуковых расходомерах и ультразвуковых дефектоскопах). Излучение генератора УВ проходит газовую среду, отражается от поверхности жидкости и попадает на приёмник. Определив временную задержку между излучением и приёмом и зная скорость распространения ультразвука в данной газовой среде, можно вычислить расстояние до поверхности жидкости – то есть определить её уровень.

Ультразвуковым датчикам уровня свойственны практически все достоинства датчиков радарного типа, однако УД обычно имеют более низкую точность, хотя и более просты по внутреннему устройству.

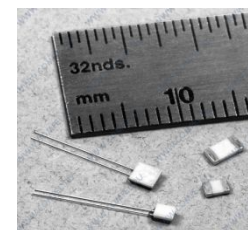
Датчики температуры

Терморезистивные термодатчики — основаны на принципе изменения электрического сопротивления (полупроводника или проводника) при изменении температуры. Основным элементом является терморезистор — элемент изменяющий свое сопротивление в зависимости от температуры окружающей среды.

Несомненные преимущества термодатчиков этого типа это долговременная стабильность, высокая чувствительность, а также простота создания интерфейсных схем.

В зависимости от материалов используемых для производства терморезистивных датчиков различают:

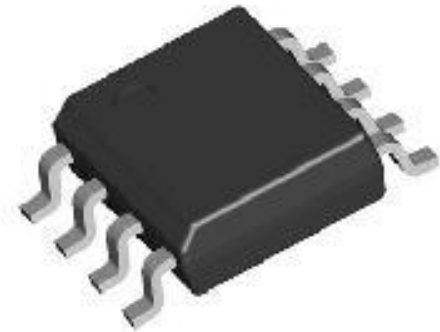
1. **Резистивные детекторы температуры(РДТ).** Эти датчики состоят из металла, чаще всего платины. В принципе, любой мета изменяет свое сопротивление при воздействии температуры, но используют платину так как она обладает долговременной стабильностью, прочностью и воспроизводимостью характеристик. Для измерений температур более 600 °С может использоваться также вольфрам. Минусом этих датчиков является высокая стоимость и нелинейность характеристик.
2. **Кремневые резистивные датчики.** Преимущества этих датчиков —хорошая линейность и высокая долговременная стабильностью. Также эти датчики могут встраиваться прямо в микроструктуры.
3. **Термисторы.** Эти датчики изготавливаются из металл-оксидных соединений. Датчики измеряет только абсолютную температуру. Существенным недостатком термисторов является необходимость их калибровки и большой нелинейностью, а также старение, однако при проведении всех необходимых настроек могут использоваться для прецизионных измерений.



Полупроводниковые

Полупроводниковые датчики регистрируют изменение характеристик р-п перехода под влиянием температуры. В качестве термодатчиков могут быть использованы любые диоды или биполярные транзисторы. Пропорциональная зависимость напряжения на транзисторах от абсолютной температуры (в Кельвинах) дает возможность реализовать довольно точный датчик.

Достоинства таких датчиков — простота и низкая стоимость, линейность характеристик, маленькая погрешность. Кроме того, эти датчики можно формировать прямо на кремневой подложке. Все это делает полупроводниковые датчики очень востребованными.



Термоэлектрические датчики температуры (термопары)

Принцип действия основан на [эффекте Зеебека](#) или, иначе, термоэлектрическом эффекте. Между соединёнными проводниками имеется [контактная разность потенциалов](#); если стыки связанных в кольцо проводников находятся при одинаковой температуре, сумма таких [разностей потенциалов](#) равна нулю. Когда же стыки находятся при разных температурах, разность потенциалов между ними зависит от разности температур.

Преимущества термопар

Высокая точность измерения значений температуры (вплоть до $\pm 0,01$ °C)

Большой температурный диапазон измерения: от -200 °C до 2500 °C

Простота

Дешевизна

Надёжность



Недостатки

Для получения высокой точности измерения температуры (до $\pm 0,01$ °C) требуется индивидуальная градуировка термопары.

На показания влияет температура свободных концов, на которую необходимо вносить поправку..

Эффект Пельтье (в момент снятия показаний, необходимо исключить протекание тока через термопару, так как ток, протекающий через неё, охлаждает горячий спай и разогревает холодный).

Типы термопар

Технические требования к термопарам определяются ГОСТ 6616-94.

Стандартные таблицы для термоэлектрических термометров (НСХ), классы допуска и диапазоны измерений приведены в стандарте МЭК 60584-1,2 и в ГОСТ Р 8.585-2001.

платинородий-платиновые — ТПП13 — Тип R

платинородий-платиновые — ТПП10 — Тип S

платинородий-платинородиевые — ТПР — Тип В

железо-константановые (железо-медьникелевые) ТЖК — Тип J

медь-константановые (медь-медьникелевые) ТМКн — Тип Т

нихросил-нисилловые (никельхромникель-никелькремниевые) ТНН — Тип N.

хромель-алюмелевые — ТХА — Тип К

хромель-константановые ТХКн — Тип E

хромель-копелевые — ТХК — Тип L

медь-копелевые — ТМК — Тип М

сильх-силиновые — ТСС — Тип I

вольфрам и рений — вольфрамрениевые — ТВР — Тип A-1, A-2, A-3

Пирометры

Пирометры – бесконтактные датчики, регистрирующие излучение исходящее от нагретых тел. Основным достоинством пирометров (в отличие от предыдущих температурных датчиков) является отсутствие необходимости помещать датчик непосредственно в контролируемую среду.

Различают три вида пирометров:

Флуоресцентные. При измерении температуры посредством флуоресцентных датчиков на поверхность объекта, температуру которого необходимо измерить, наносят фосфорные компоненты. Затем объект подвергают воздействию ультрафиолетового импульсного излучения, в результате которого возникает излучение флуоресцентного слоя, свойства которого зависят от температуры. Это излучение детектируется и анализируется.

Интерферометрические. Интерферометрические датчики температуры основаны на сравнении свойств двух лучей – контрольного и пропущенного через среду, параметры которой меняются в зависимости от температуры.

Датчики на основе растворов, меняющих цвет при температурном воздействии. В этом типе датчиков-пирометров применяется хлорид кобальта, раствор которого имеет тепловую связь с объектом, температуру которого необходимо измерить. Коэффициент поглощения видимого спектра у раствора хлорида кобальта зависит от температуры. При изменении температуры меняется величина прошедшего через раствор света.

Акустические

Акустические термодатчики – используются преимущественно для измерения средних и высоких температур. Акустический датчик построен на принципе того, что в зависимости от изменения температуры, меняется скорость распространения звука в газах. Состоит из излучателя и приемника акустических волн (пространственно разнесенных). Излучатель испускает сигнал, который проходит через исследуемую среду, в зависимости от температуры скорость сигнала меняется и приемник после получения сигнала считает эту скорость.

Используются для определения температур, которые нельзя измерить контактными методами. Также применяются в медицине для неинвазивных (без операционного проникновения внутрь тела больного) измерения глубинной температуры, например, в онкологии.

Недостатками таких измерений является то, что при прикосновении они могут вызывать ответные физиологические реакции, что в свою очередь влечет искажение измерения глубинной температуры.

Кроме того, могут возникать отражения на границе «датчик-тело», что также способно вызывать погрешности.

Пьезоэлектрические датчики температуры

В датчиках этого типа главным элементом является кварцевый пьезорезонатор.

Как известно пьезоматериал изменяет свои размеры при воздействии тока(прямой пьезоэффект). На этот пьезоматериал попеременно передается напряжение разного знака, от чего он начинает колебаться. Это и есть пьезорезонатор. Выяснено, что частота колебаний этого резонатора зависит от температуры, это явление и положено в основу пьезоэлектрического датчика температуры.

На что необходимо обратить внимание при выборе датчиков температуры

1. Температурный диапазон.
2. Можно ли погружать датчик в измеряемую среду или объект? Если расположение внутри среды недопустимо, то стоит выбирать акустические термометры и пирометры.
3. Каковы условия измерений? Если используется агрессивная среда, то необходимо использовать либо датчики в коррозионнозащитных корпусах, либо использовать бесконтактные датчики. Кроме того, необходимо предусмотреть другие условия: влажность, давление и тд.
4. Как долго датчик должен будет работать без замены и калибровки. Некоторые типы датчиков обладают относительно низкой долговременной стабильностью, например термисторы.
5. Какой выходной сигнал необходим. Некоторые датчики выдают выходной сигнал в величине тока, а некоторые автоматически пересчитывают его в градусы.
6. Другие технические параметры, такие как: время срабатывания, напряжение питания, разрешение датчиков и погрешность. Для полупроводниковых датчиков, важным также является тип корпуса.

Датчики радиоактивности

(также именуются детекторами радиоактивности или излучений)

Ионизацио́нная ка́мера — газонаполненный датчик, предназначенный для измерения уровня ионизирующего излучения.

Измерение уровня излучения происходит путём измерения уровня ионизации газа в рабочем объёме камеры, который находится между двумя электродами. Между электродами создаётся разность потенциалов. При наличии ионов в газе между электродами возникает ионный ток, который может быть измерен. Ток при прочих равных условиях пропорционален скорости возникновения ионов и, соответственно, мощности дозы облучения.

Детекторы прямого заряда относятся к так называемым зарядовым датчиками.

Принцип действия

Принцип действия ДПЗ основан на испускании β -частиц или электронов, сопровождающей взаимодействии вещества датчика с нейтронами и гамма-квантами. Возникновение β -частиц обусловлено радиоактивным распадом составного ядра. Электроны образуются в веществе эмиттера в основном в результате фотоэффекта и комптоновского рассеяния мгновенных гамма-квантов. По использованию двух этих основных эффектов ДПЗ разделяют на комптоновские и активационные. Эмитируемые высокоэнергетические частицы достигают коллектора и поглощаются им. Возникающий при этом электрический ток в цепи датчика и является его выходным сигналом.

Датчик движения

- датчик, обнаруживающий перемещение каких-либо объектов.

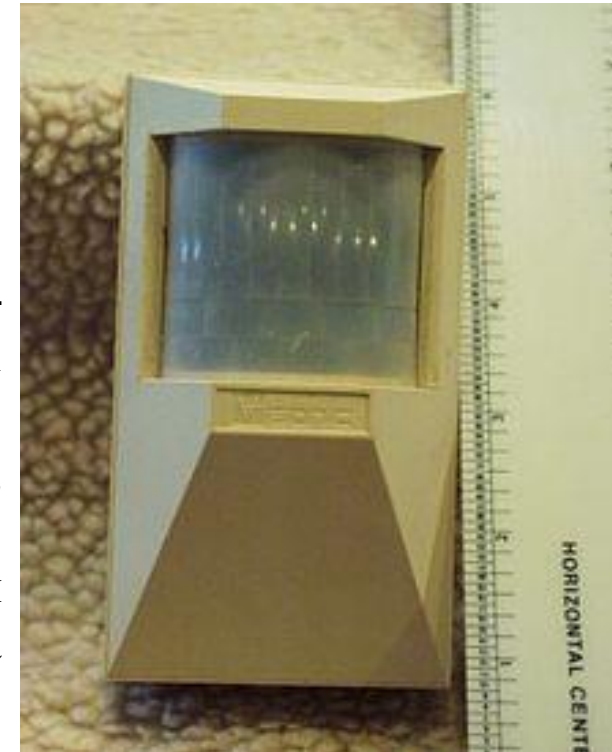
В быту чаще всего под этим термином подразумевается электронный инфракрасный датчик, обнаруживающий присутствие и перемещение человека, и коммутирующий питание электроприборов (чаще всего освещения).

Применение

- Автоматическое управление освещением
- Охранная сигнализация

Принцип работы датчика

Принцип работы основан на отслеживании уровня ИК-излучения в поле зрения датчика (как правило, пирозлектрического). Сигнал на выходе датчика монотонно зависит от уровня ИК излучения, усредненного по полю зрения датчика. При появлении человека (или другого массивного объекта с температурой большей, чем температура фона) на выходе пирозлектрического датчика повышается напряжение. Для того чтобы определить, движется ли объект, в датчике используется оптическая система — линза Френеля.



Датчик положения

Магнитный датчик положения - содержит в себе чувствительный элемент, который регистрирует интенсивность и направленность магнитного поля и постоянный магнит, который создает магнитное поле. При наличии объекта в области магнитного поля, изменяется интенсивность и направленность магнитного поля, по которым можно определить координаты нахождения объекта относительно датчика.

Оптический датчик положения – работа основана на различных оптических законах, но как правило датчик содержит в себе фотодетектор и фотоизлучатель. Также датчики этого типа могут определять положения объекта путем захвата изображения (камера) и обработки его с учетом принятых меток.

Ультразвуковые датчики положения состоят из излучателя ультразвуковых волн и приемника. Излучатель генерирует ультразвуковые волны, которые отражаются от объекта и улавливаются приемником. Зная скорость распространения ультразвуковых волн в рабочей среде и время прохождения до объекта и обратно можно вычислить расстояние до объекта.

Вихретоковые датчики положения содержат в себе два вида катушек. Катушки возбуждения, которые порождают вихревые токи в движущемся объекте и катушки регистрации магнитного поля, порождаемого вихревыми токами в объекте. По величине и направлению действия вихревых токов можно определить координаты объекта относительно датчика.

Индуктивный датчик положения способен определять расстояние до объекта в небольшом диапазоне. Принцип действия датчика основан на самоиндукции. При пропускании тока через катушку у нее возникает индуктивность, которая изменяется при приближении объекта. Недостатком индуктивного датчика можно считать возможность контролирования только ферромагнитных объектов.

Датчик угла поворота, — устройство, предназначенное для преобразования угла поворота вращающегося объекта (вала) в электрические сигналы, позволяющие определить угол его поворота. Подразделяются на **инкрементальные** и **абсолютные**, которые могут достигать очень высокого разрешения. Могут быть **оптические**, резисторные и **магнитные** и могут работать через шинные интерфейсы или промышленную сеть.

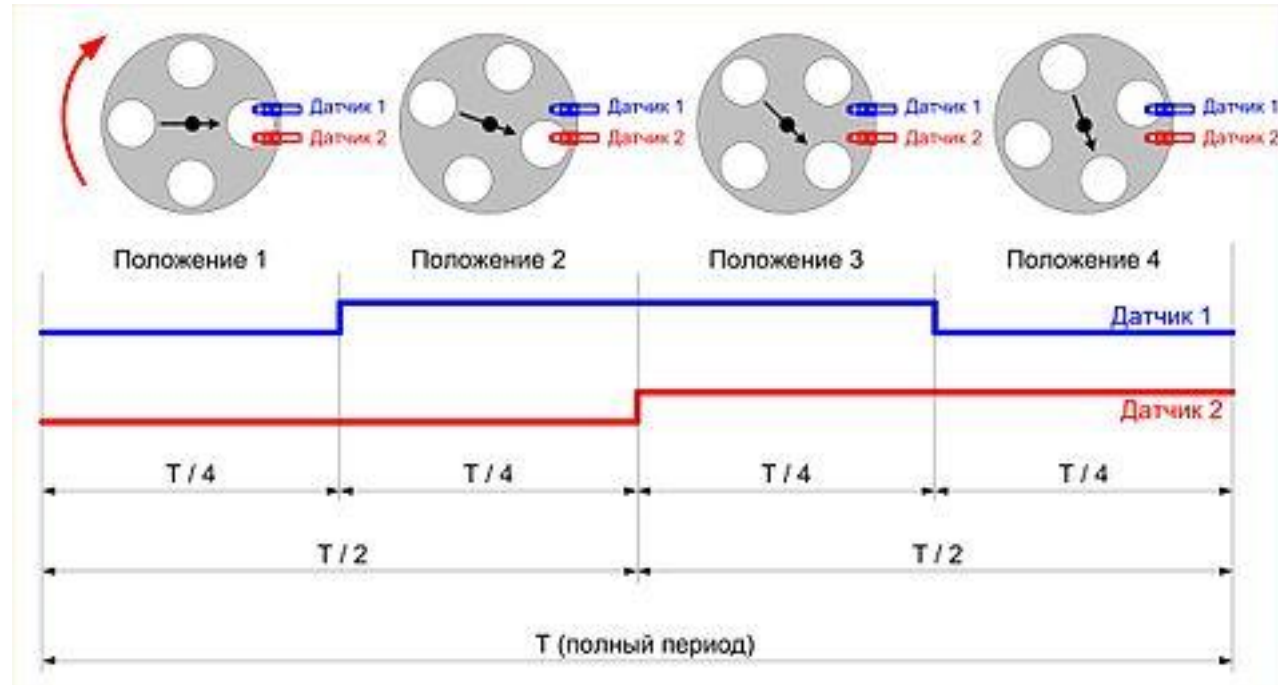
Инкрементальный энкодер

Инкрементальный энкодер - это устройство, которое определяет угол поворота вращающегося объекта, выдавая импульсный цифровой код. Используется для определения скорости вращения вала (оси), когда нет нужды сохранять абсолютное угловое положение при выключении питания. То есть, если вал неподвижен, передача импульсов прекращается. Другими словами, если включить энкодер этого типа, то отсчет поворота угла начнется с нуля, а не с угла на который он был выставлен до момента выключения. Основным преимуществом инкрементальных энкодеров является их простота, надежность и относительно низкая стоимость.

Абсолютный энкодер

Абсолютный энкодер выдает цифровой код, различный для каждого положения объекта, позволяет определять угол поворота оси даже в случае исчезновения и восстановления питания и не требует возвращения объекта в начальное положение, что является несомненным преимуществом этого типа энкодеров. Так как угол поворота всегда известен, то счетчик импульсов в этом случае не нужен. Сигнал абсолютного энкодера не подвергается помехам и вибрации и тем самым для него не нужна точная установка вала. Абсолютный энкодер используется в высокоточных системах: робототехника, станки с числовым программным управлением и др.

Инкрементальные датчики линейных перемещений, называемые также *квадратурными энкодерами*, формируют импульсы, по которым принимающее устройство определяет текущее положение координаты путем подсчета числа импульсов счётчиком. Для привязки системы отсчета к началу отсчёта инкрементальные датчики имеют референтные метки, через которые нужно пройти после включения оборудования.



По принципу действия различают:

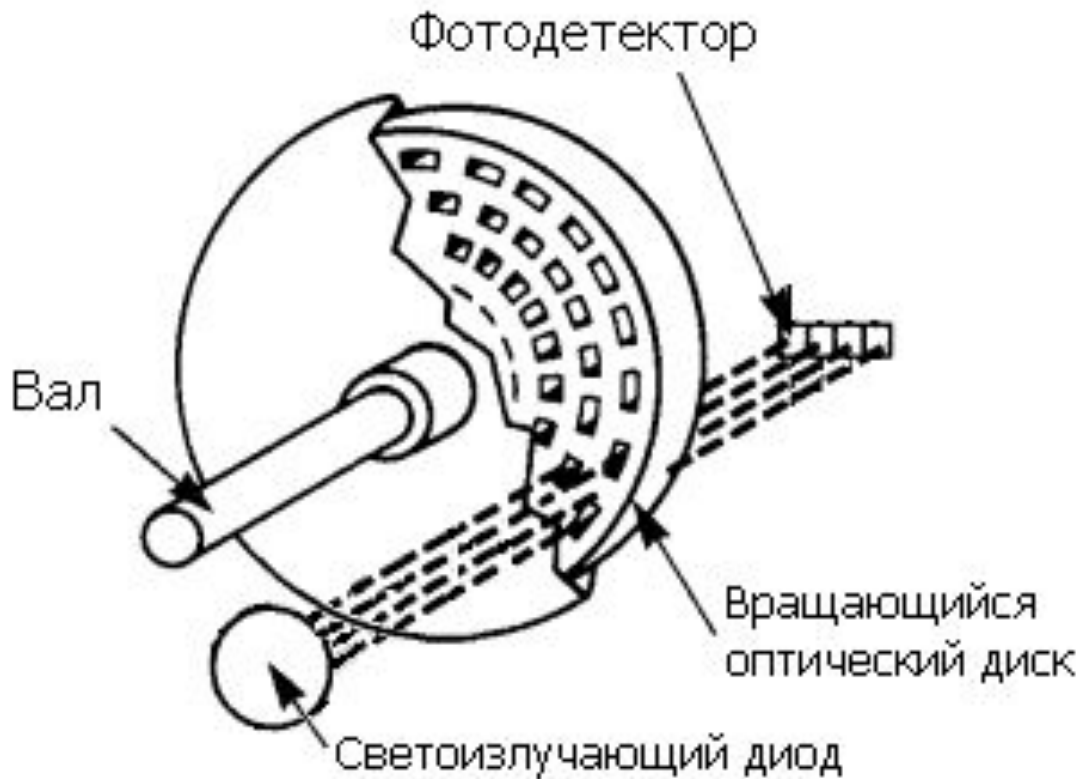
энкодеры оптические

Магнитные

магниторезисторные

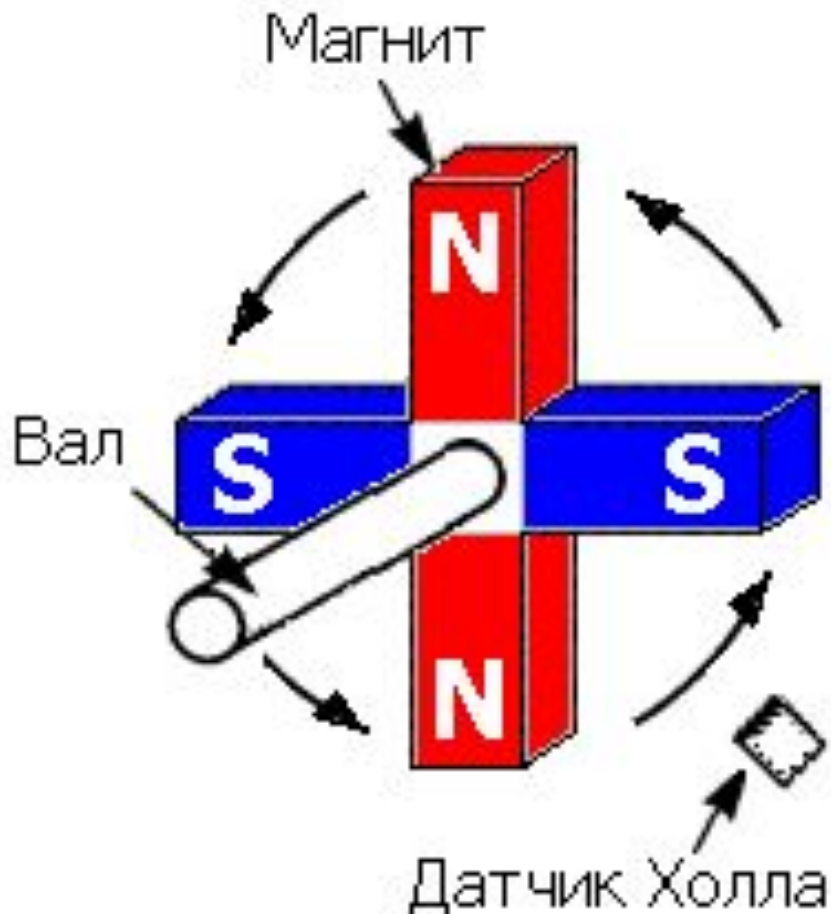
Оптический энкодер

Конструкция оптического энкодера состоит из специального оптического диска, светоизлучающего диода и фотодетектора. Диск с нанесенной оптической шкалой (поверхность диска состоит из прозрачных и непрозрачных участков) жестко закрепляется на валу. При вращении объекта специальный датчик считывает информацию и преобразовывает ее в импульсы.



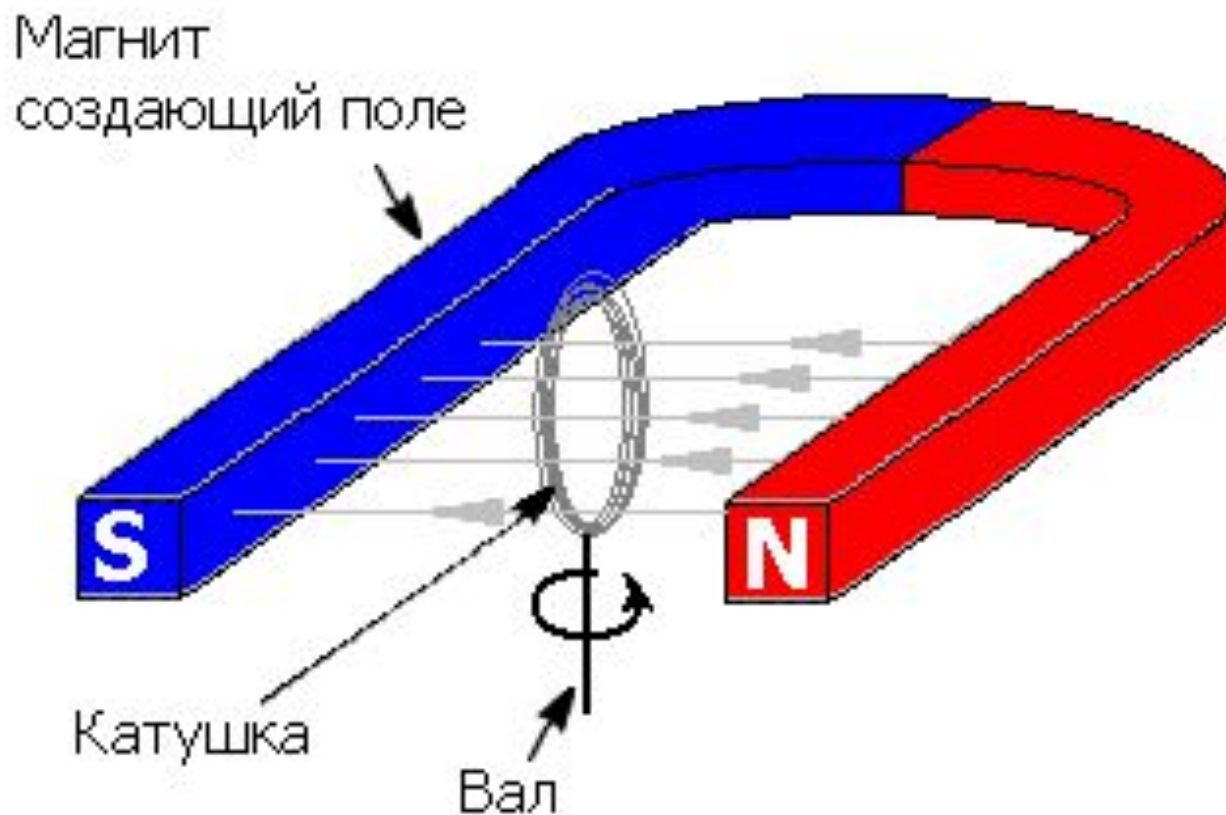
Магнитный энкодер

включает в себя вал с магнитом и датчиком Холла, который регистрирует последовательность прохождения магнитных полюсов (северные и южные) и измеряет скорость и направление вращения.



Магниторезистивный энкодер

состоит из катушки помещенной в магнитное поле, катушка закрепляется на валу. При вращении катушки ее витки будут изменять положение относительно поля, они будут то параллельны полю, то перпендикулярны, соответственно ток в катушке будут меняться. Таким образом, протекающий через катушку ток будут изменяться в зависимости от угла поворота вала.



Параметры, на которые необходимо обратить внимание при выборе энкодеров

При выборе энкодера следует обратить внимание на следующие параметры:

1. Число импульсов на оборот (число бит у абсолютных энкодеров). От данного показателя зависит точность системы — чем больше импульсов тем выше точность.
2. Вал, отверстие под вал (и их диаметр). От этого зависит каким образом на энкодер будет передаваться вращение, либо объект будет подсоединяться к отверстию энкодера, либо на вал энкодера будет передаваться вращение с помощью, например, зубчатой передачи или ремня.
3. Тип выходного сигнала энкодера (HTL, TTL, RS422, двоичный код, код Грея, и др.). Данный параметр влияет на снятие сигнала энкодера и дальнейшую его передачу..
4. Напряжение питания. От этого показателя зависит работа системы и точность снятия сигнала.
5. Длина кабеля или тип разъема влияют на возможности установки рабочей системы.
6. Другие требования по крепежу (необходимость муфты, монтажного фланца, крепежной штанги и др.). Данный параметр влияет на устойчивость установки и тем самым на точность системы.
7. Важна также степень защиты энкодера от проникновения пыли и влаги.

Датчик вибрации (виброметр)

– прибор, позволяющий определять параметры вибрационных явлений.

Наиболее часто виброметры используются для определения:

Виброскорости

Виброускорения

Виброперемещения

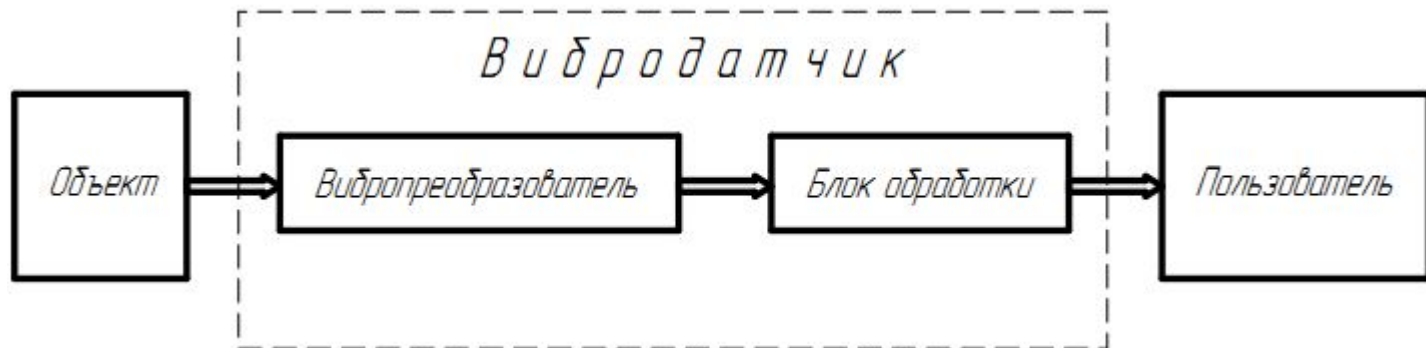
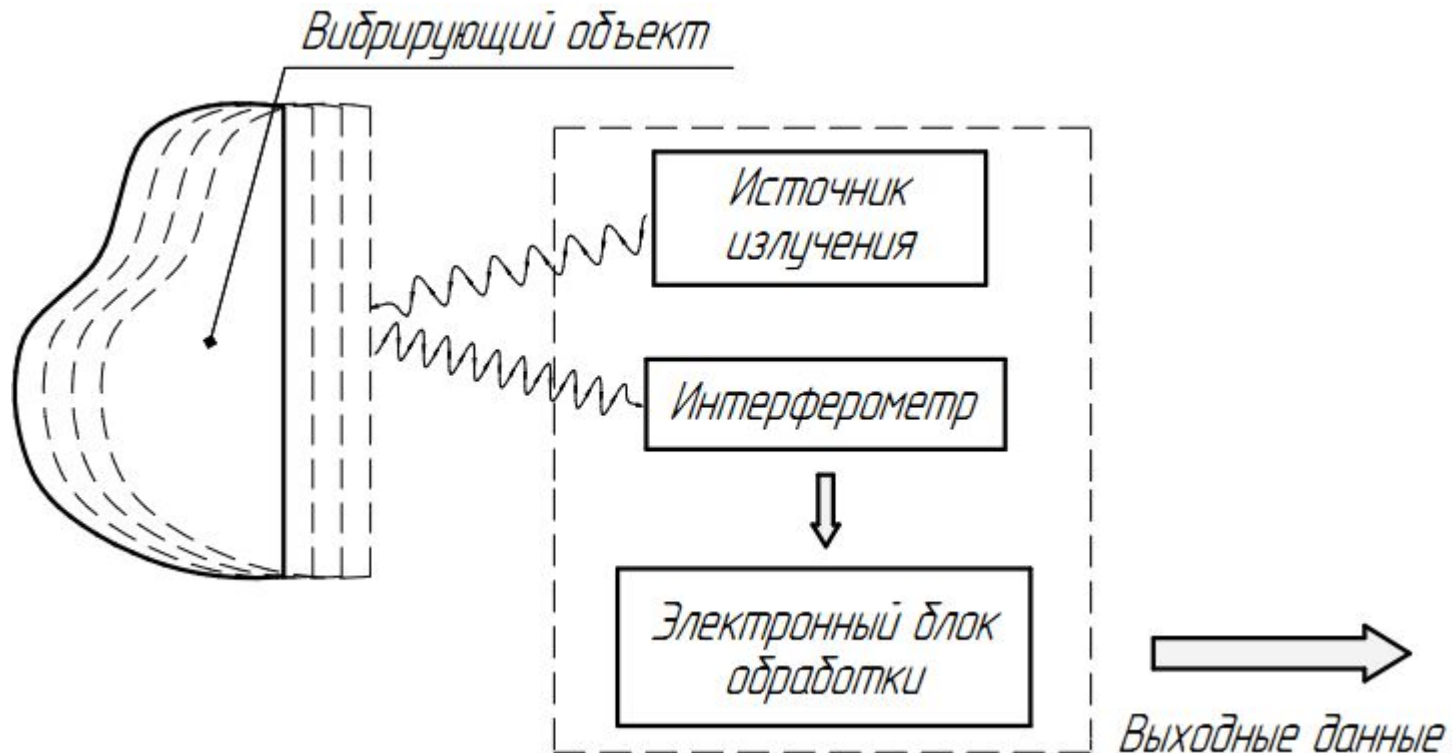


Схема датчика вибрации.

Общая схема датчика вибрации содержит два основных блока : вибропреобразователь и электронный блок обработки . Функциональное назначение первого блока – преобразование механических вибраций в электрический сигнал. Второй блок – электронный блок обработки – служит для «расшифровки» полученного сигнала.

Оптический виброметр

В основу работы оптического виброметра подобно ультразвуковым датчикам перемещения положен эффект Доплера. Прибор обычно содержит лазерный источник излучения, приёмную оптическую схему, а также электронную схему обработки. Если объект перемещается вдоль оси излучения, происходит сдвиг длины волны отражённого излучения на некоторую величину, значение и знак которой несут информацию о скорости и направлении движения объекта. Таким образом, колебания отражающей поверхности модулируют частотный сдвиг, и электронная обработка этого сигнала модуляции позволяет получить параметры вибрационных колебаний.

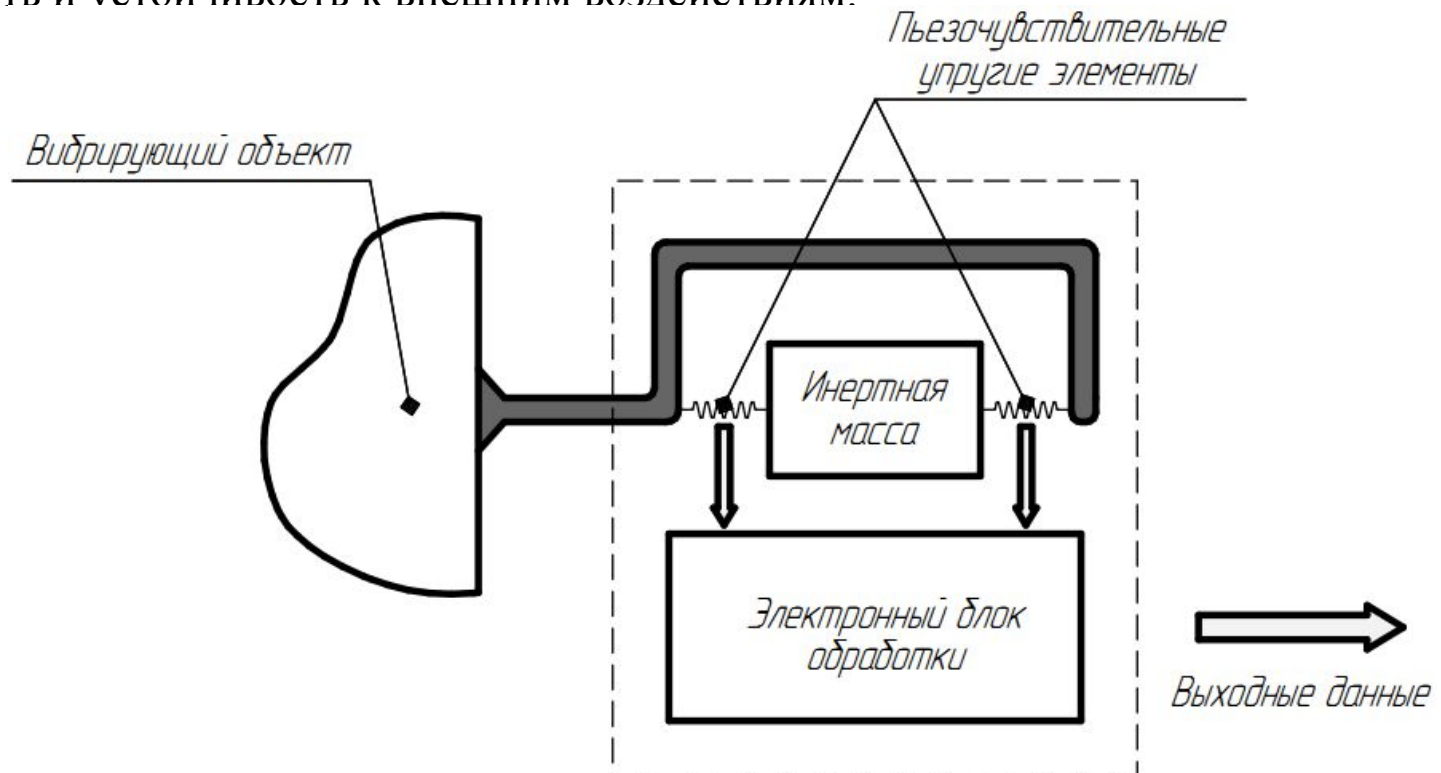


Пьезоэлектрический виброметр

Внутри корпуса вибromетра содержится инертное тело, подвешенное на упругих элементах, содержащих пьезоэлектрический материал. Если корпус прибора прикреплён к вибрирующей поверхности, упругие элементы регистрируют колебания инертного тела, которое не прикреплено непосредственно к корпусу, а потому стремится сохранять своё первоначальное положение.

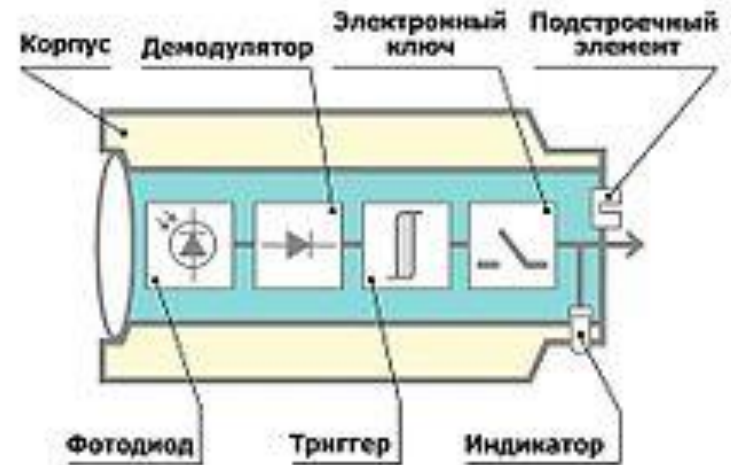
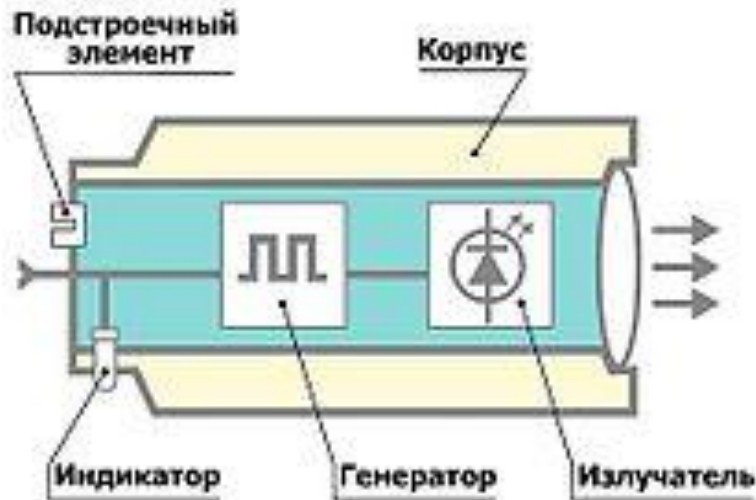
Основным недостатком является необходимость соприкосновения чувствительной части с измеряемым объектом, что не всегда уместно в условиях производства. Кроме того, имеют, как правило, более узкий диапазон воспринимаемых частот.

К достоинствам пьезоэлектрических вибromетров можно отнести их относительно невысокую стоимость, а также относительно простое устройство, что обеспечивает надёжность и устойчивость к внешним воздействиям.



Оптические датчики

– небольшие по размерам электронные устройства, способные под воздействием электромагнитного излучения в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах подавать единичный или совокупность сигналов на вход регистрирующей или управляющей системы; являются разновидностью бесконтактных датчиков



Классификация

По типу устройства оптические датчики делятся на:

- моноблочные (излучатель и приёмник находятся в одном корпусе)
- двухблочные (излучатель и приёмник расположены в отдельных корпусах).

По принципу работы выделяют три группы оптических датчиков:

тип Т - датчики барьерного типа (приём луча от отдельно стоящего излучателя)

тип R - датчики рефлекторного типа (приём луча, отражённого катафотом)

тип D - датчики диффузионного типа (приём луча, рассеянно отражённого объектом)

У датчиков барьерного типа излучатель и приёмник находятся в отдельных корпусах, которые устанавливаются друг напротив друга на одной оси до 100 метров. Предмет, попавший в активную зону оптического датчика, прерывает прохождение луча, изменение фиксируется приёмником и появившийся сигнал после обработки подаётся на управляемое устройство.

Датчики рефлекторного типа содержат в одном корпусе и передатчик оптического сигнала, и его приёмник. Для отражения луча используется рефлектор (катафот). Дальность действия датчиков рефлекторного типа может достигать 8 метров.

В датчиках диффузионного отражения источник оптического сигнала и его приёмник находятся в одном корпусе. Приёмник учитывает интенсивность луча, отражённого контролируемым объектом. Дальность действия зависит от отражательных свойств объекта, может достигать до 2 метров.