

Приборы для измерения температуры



Приборы для измерения температуры

Датчик температуры - это устройство, непосредственно принимающее, преобразующее измеряемую величину в сигнал для последующей передачи его на приборы или управляющее воздействие. Датчик предназначен для измерения температуры в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности.

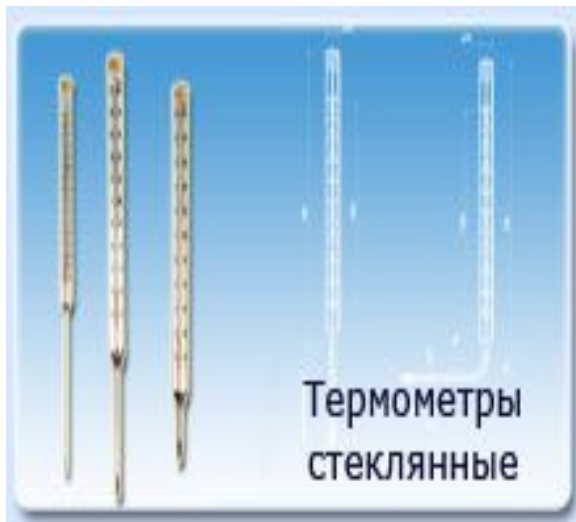
К датчикам температуры относят **термоэлектрические преобразователи, термопреобразователи сопротивления, термопары.**

Термопреобразователь сопротивления (термопреобразователь, термосопротивление) показывает изменение температуры устройства при рассеивании в нем мощности в 1Вт. По сути, термопреобразователь сопротивления (термопреобразователь) аналогичен электрическому сопротивлению, определенному по закону Ома.

Термопара нашла свое широкое применение для **измерения температуры** различных объектов, а также в автоматизированных системах управления и контроля. **Измерение температуры** с помощью термопар получило широкое распространение из-за надежной конструкции, которое имеет датчик температуры этого вида, возможность работать в широком диапазоне и дешевизны. К числу достоинств относятся также малая инерционность, возможность измерения малых разностей температур. Термопары незаменимы при измерении высоких температур в агрессивных средах.

Приборы для измерения температуры

Термометры жидкостные



Термометры жидкостные стеклянные технические предназначены для измерения различных веществ на различных типах технологических линий и оборудования.

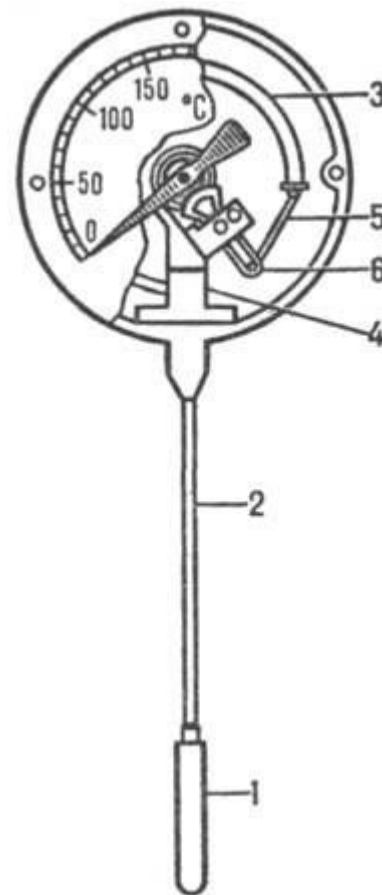
Принцип действия термометров основан на тепловом расширении термометрической жидкости в оболочке при изменении температуры.



Термометр представляет собой резервуар с припаянной к нему капиллярной трубкой. При изменении температуры объём жидкости в резервуаре изменяется, вследствие чего мениск жидкостного столбика в капилляре поднимается или опускается на величину, пропорциональную изменению температуры. Капилляр снабжается шкалой с делениями в градусах температурной шкалы. В качестве термометрической жидкости используется толуол или окрашенный технический спирт.

Приборы для измерения температуры Манометрические термометры

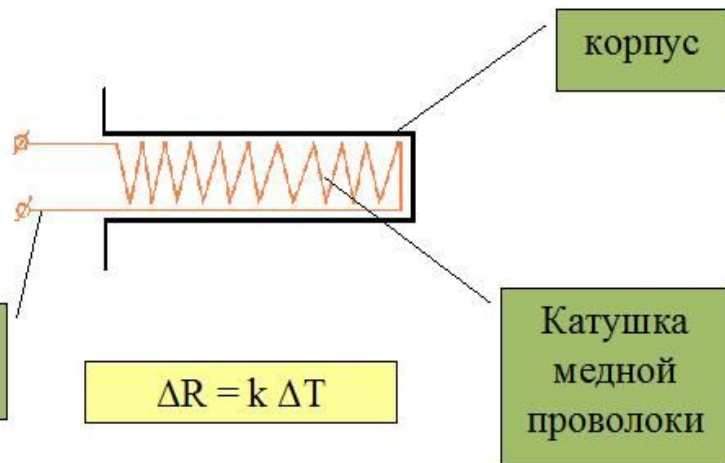
Их действие основано на изменении давления рабочего вещества, заключенного в емкость постоянного объема, при изменении его температуры. По конструкции манометрические термометры всех типов практически одинаковы и состоят из термобаллона, манометрической трубчатой пружины (одно- или многовитковой, в виде сильфона) и соединяющего их капилляра. При нагревании термобаллона, помещенного в зону измерения температуры, давление вещества внутри замкнутой системы возрастает. Это увеличение давления воспринимается пружиной, которая через передаточный механизм воздействует на стрелку прибора. В зависимости от того, чем заполнены термобаллоны, различают газовые, жидкостные и конденсационные термометры.



Приборы для измерения температуры

Термометр сопротивления

I. Термометр сопротивления



Изменение температуры вызывает изменение электрического сопротивления датчика

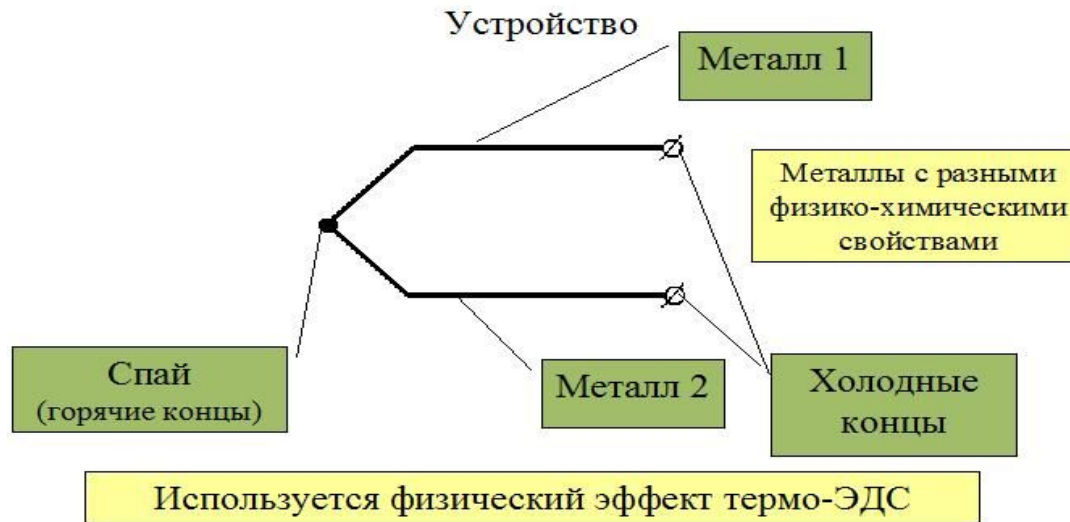
Примеры термометров сопротивления



Приборы для измерения температуры

Термоэлектрический преобразователь

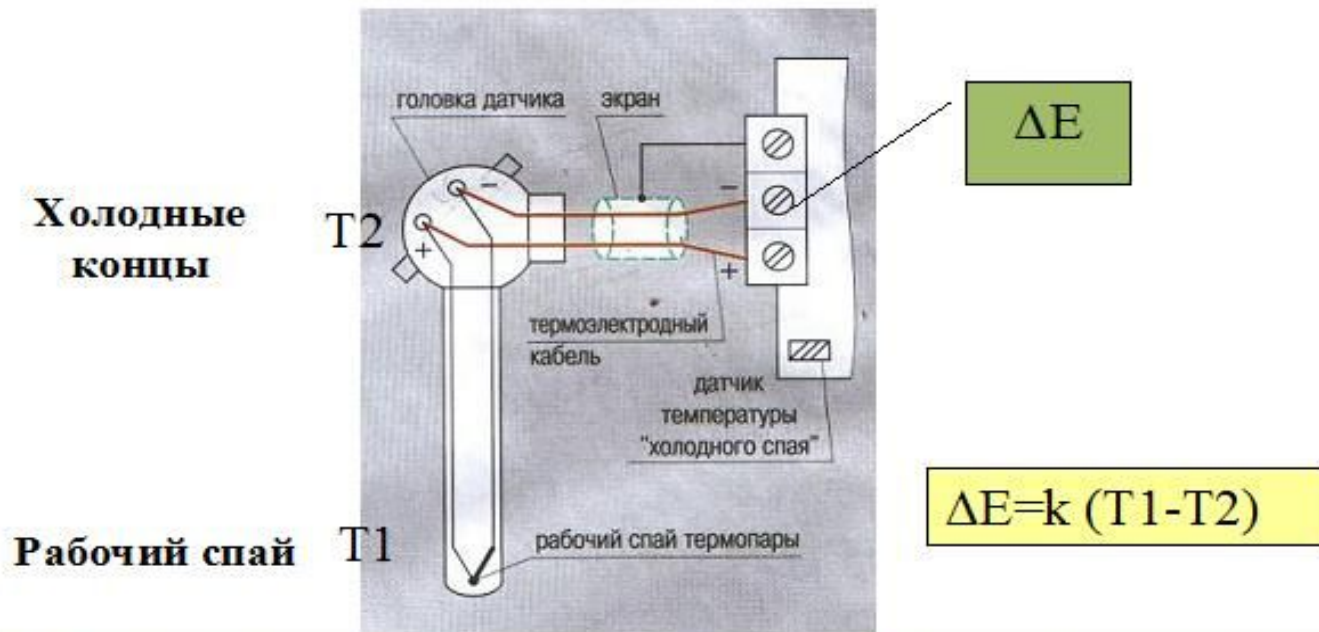
II. Термопара



Термопары относятся к классу термоэлектрические преобразователи, принцип действия которых основан на явлении Зеебека: если спаи двух разнородных металлов, образующих замкнутую электрическую цепь, имеют неодинаковую температуру, то в цепи протекает электрический ток. Изменение знака у разности температур спаев сопровождается изменением направления тока. Под термоэлектрическим эффектом понимается генерирование термоэлектродвижущей силы (термо ЭДС), возникающей из-за разности температур между двумя соединениями различных металлов и сплавов.

Приборы для измерения температуры Термоэлектрический преобразователь

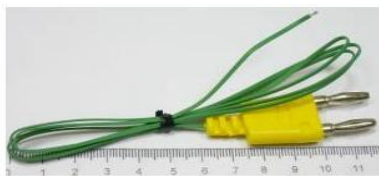
Принцип действия



Рабочий спай помещается в зону измерения. К холодным концам подключается измерительный прибор. Чем больше разница температур рабочего спая и холодных концов тем больше величина ЭДС(напряжения) на холодных концах.

Приборы для измерения температуры Термоэлектрический преобразователь

Примеры термопар



Технические характеристики

Диапазон измеряемых температур от $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зависимости от материала и исполнения

Применяемые материалы Платинородий-Платина (ПП), Хромель-Алюмель (ХА), Хромель-Копель (ХК) Железokonстантан (ЖК)



ТХАУ 0104, ТХКУ 0104

Основные технические характеристики

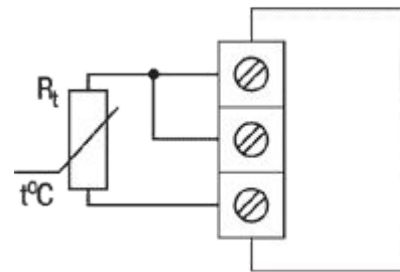
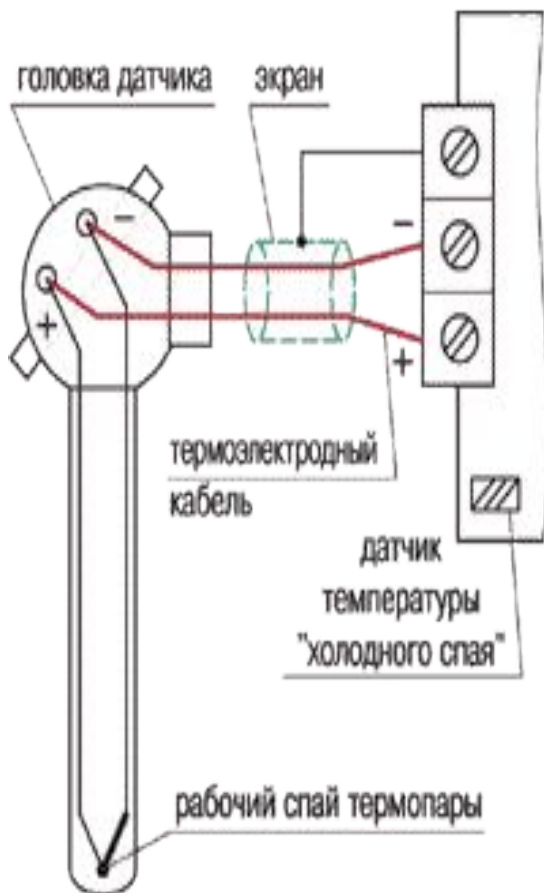
Нижний предел измерений	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$
Верхний предел измерений	$600\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$
Длина погружаемой части	100, 250 мм

Приборы для измерения температуры Термоэлектрический преобразователь

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Материал термоэлектродов	Пределы измерений т-ры, °С		Термоэдс ($t = 100\text{ °С}$, $t_0 = 0\text{ °С}$), мВ	
	нижний	верхний		
		длительное применение		кратковременное применение
Платинородий (10% Rh)-платина	-20	1300	1600	0,643
Платинородий (30% Rh)-платинородий (6% Rh)	300	1600	1800	0
Хромель-алюмель	-50	1000	1300	4,10
Хромель-копель	-50	600	800	6,95
Железо-копель	0	600	800	5,75
Железо-константан	-200	600	800	5,11
Медь-копель	-200	100	600	4,75
Медь-константан	-270	100	400	4,16

Приборы для измерения температуры Термоэлектрический преобразователь Общая схема подключения термопар

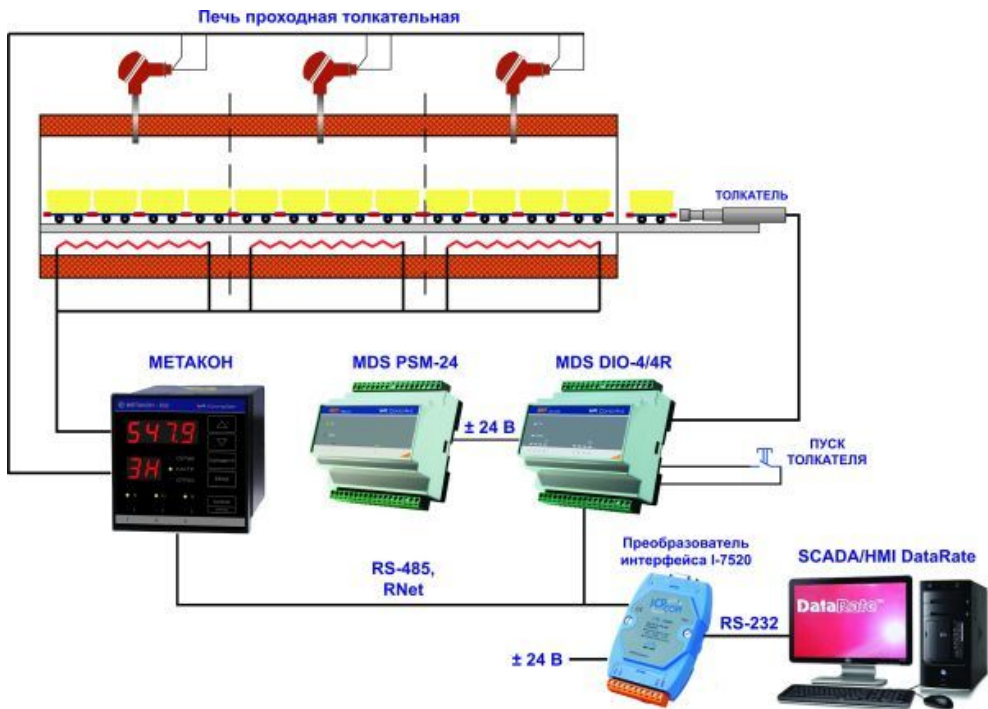


Подключение термопар ТХА, ТХК (термопреобразователей сопротивления ДТС типа ТСП и ТСМ, термоэлектрических преобразователей) к датчику температуры (термопреобразователю) должно производиться с помощью специальных компенсационных (термоэлектродных) проводов, изготовленных из тех же материалов. Допускается использовать провода из металлов с термоэлектрическими характеристиками, аналогичными характеристикам материалов электродов термопары в диапазоне температур 0..100 °С. При соединении компенсационных проводов с термопарами (термоэлектрическими преобразователями, термопреобразователями сопротивления) и прибором необходимо соблюдать полярность.

Во избежание влияния помех на измерительную часть прибора рекомендуется экранировать линию связи прибора с датчиком. При нарушении указанных условий могут иметь место значительные погрешности при измерении.

Приборы для измерения температуры

Пример подключения датчиков температуры. Монтаж датчиков температуры.



Основные требования по установке датчиков температуры:

1. В месте установки датчика, поток измеряемой среды не должен нарушаться открытием расположенной вблизи запорной и регулирующей арматуры, подсосом наружного воздуха и т.д.
2. На датчики не должны оказывать влияние посторонние источники тепла.
3. Монтаж датчика на трубопроводе как правило осуществляется с помощью бобышек приварных, имеющих резьбу (или без резьбы).
4. При измерениях температуры рабочих сред с высоким рабочим давлением и большой скоростью потока, в бобышку сначала должна устанавливаться гильза защитная, в которую затем помещается датчик температуры.
5. Глубина погружения датчика температуры обычно выбирается равной $(0,3-0,7)D$ трубопровода, где D – наружный диаметр трубопровода.
На трубопроводах с наружным диаметром 80-150 мм глубина погружения датчика температуры составляет $0,7D$ (в том числе и при установке датчика наклонно), а на трубопроводах с наружным диаметром от 400 мм и выше глубина погружения может сокращаться до $0,3D$. На тонких трубопроводах (с наружным диаметром трубопровода 50-65 мм) датчик температуры лучше всего ставить в колене. Если «подходящего» колена нет, то осуществляется установка датчика в расширителе.

Приборы для измерения температуры Бесконтактное измерение температуры

Пирометр — прибор для бесконтактного измерения температуры тел. Принцип действия основан на измерении мощности теплового излучения объекта измерения преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого свет.



Переносной пирометр
инфракрасного излучения



Стационарный пирометр
инфракрасного излучения



Оптический пирометр

Приборы для измерения температуры

Классификация пирометров

Пирометры можно разделить по нескольким основным признакам:

Яркостные. Позволяют визуально определять, как правило, без использования специальных устройств, температуру нагретого тела, путем сравнения его цвета с цветом эталонной нити.

Радиационные. Оценивают температуру посредством пересчитанного показателя мощности теплового излучения. Если пирометр измеряет в широкой полосе спектрального излучения, то такой пирометр называют пирометром полного излучения.

Цветовые (другие названия: мультиспектральные, спектрального отношения) — позволяют делать вывод о температуре объекта, основываясь на результатах сравнения его теплового излучения в различных спектрах.

Температурный диапазон

Низкотемпературные. Обладают способностью показывать температуры объектов, обладающих даже отрицательными значениями этого параметра.

Высокотемпературные. Оценивают лишь температуру сильно нагретых тел, когда определение «на глаз» не представляется возможным. Обычно имеют сильное смещение в пользу «верхнего» предела измерения.

Исполнение

Переносные. Удобны в эксплуатации в условиях, когда необходима высокая точность измерений, в совокупности с хорошими подвижными свойствами, например для оценки температуры труднодоступных участков трубопроводов. Обычно снабжены небольшим дисплеем, отображающим графическую или текстово-цифровую информацию.

Стационарные. Предназначены для более точной оценки температуры объектов. Используются в основном в крупной промышленности, для непрерывного контроля технологического процесса производства расплавов металлов и пластиков.

Визуализация величин

Текстово-цифровой метод. Измеряемая температура выражается в градусах на цифровом дисплее. Попутно можно видеть дополнительную информацию.

Графический метод. Позволяет видеть наблюдаемый объект в спектральном разложении областей низких, средних и высоких температур, выделенных различными цветами.

Вне зависимости от классификации, пирометры могут снабжаться дополнительными источниками питания, а также средствами передачи информации и связи с компьютером или специализированными устройствами (обычно через шину RS-232).

Приборы для измерения температуры

Особенности эксплуатации

Обеспечение работоспособности в зимнее время

Для стабильной работы приборов в зимнее время необходимо обеспечить защиту кабеля, компенсационного провода от замерзания влаги в возможных местах её скопления, а также исключить механические воздействия самих датчиков и кабельных линий.

Во избежание механических повреждений необходимо чтобы кабельные трассы по которым проложены кабель, компенсационный провод были закрыты защитными крышками.

Для обеспечения защиты от замерзания влаги в защитной трубе необходимо делать отверстия для слива, а входные и выходные отверстия защитных труб необходимо герметизировать солидолом. Места сопряжения защитных труб и металлорукава должны соединены изоляционным материалом. В местах где защита кабеля, компенсационного провода обеспечена металлорукавом необходимо делать небольшой провис (кабеля, компенсационного провода находящегося в защитном металлорукаве) для предотвращения поднятия влаги к сальниковому вводу прибора.

Также должна быть обеспечена герметичность сальникового ввода.

Работа в агрессивных средах

Для защиты термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей от механических повреждений и агрессивного действия среды, а также для удобства установки на технологическом оборудовании применяется защитная арматура (термокарман). Материал и исполнение арматуры могут быть различными в зависимости от назначения и области применения. Но чаще всего используются высоколегированные стали и коррозионностойкие, жаростойкие сплавы, тем самым обеспечивается полная защита измерительной части прибора от механических повреждений и воздействия агрессивных сред.

Особенности монтажа

Для обеспечения достоверных данных термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей необходимо обязательно учитывать длину измерительной части прибора, так как чем ближе измерительная часть к планируемому месту измерения, тем точнее показания.

Приборы для измерения давления



Измерение давления необходимо для управления технологическими процессами и обеспечения безопасности производства. Кроме того, этот параметр используется при косвенных измерениях других технологических параметров: **уровня, расхода, температуры, плотности и т. д.**

Давление характеризуется отношением силы, равномерно распределенной по площади и нормальной к величине этой площади. Под абсолютным давлением в аппарате понимают полное давление жидкости или газа на его стенки; разность между ним ($P_{\text{абс}}$) и атмосферным давлением ($P_{\text{атм}}$) при $P_{\text{абс}} > P_{\text{атм}}$ называется избыточным давлением $P_{\text{изб}}$:

$$P_{\text{изб}} = P_{\text{абс}} - P_{\text{атм}},$$

а при $P_{\text{абс}} < P_{\text{атм}}$ — разрежением P_{h} :

$$P_{\text{h}} = P_{\text{атм}} - P_{\text{абс}}$$

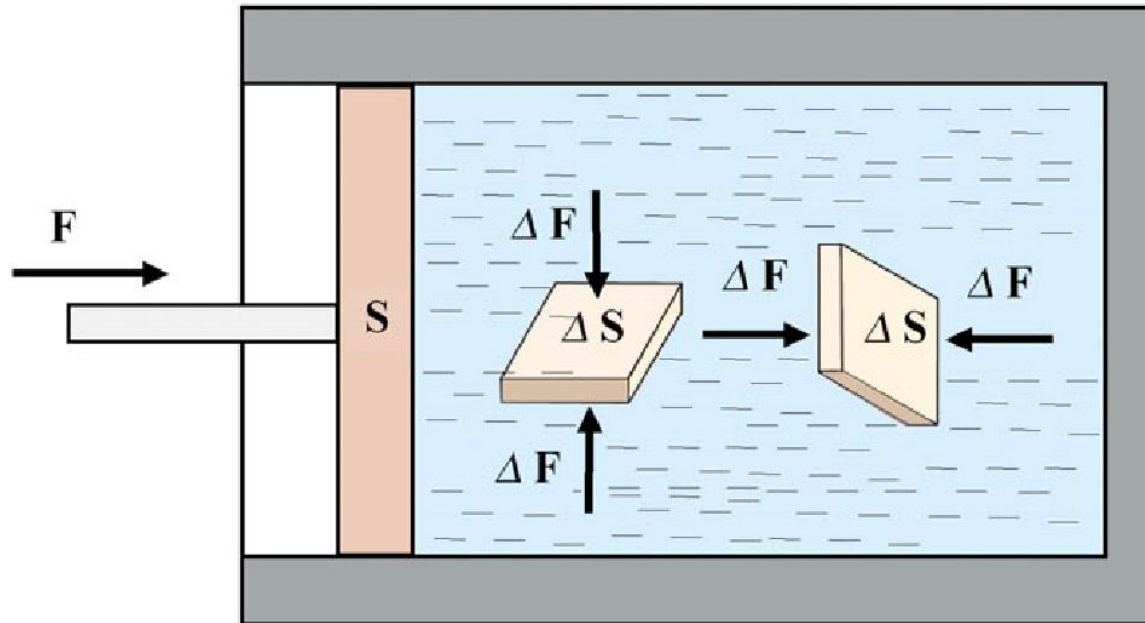
В международной системе единиц (СИ) единицей давления является паскаль (Па). Применяются также следующие единицы: кгс/см²; мм вод. ст.; мм рт. ст. (1кгс/см² = 9,8*10⁴ Па; 1мм вод.ст = 9,8 Па; 1мм рт.ст =133,3Па)

Приборы для измерения давления

Таблица соответствия единиц давления

Системы единиц	Единицы давления	Па (Pa)	кгс/см ² (at)	бар (bar)	атм (atm)	мм рт. ст. (mm Hg)	мм вод. ст. (mm H ₂ O)	пси (psi)
СИ (SI)	1 Па=1 н/м ²	1	1,01972×10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	0,98692×10 ⁻⁵	750,06×10 ⁻⁵	0,101972	1,45×10 ⁻⁴
МКГСС	1 ат=1 кгс/см ²	0,980665×10 ⁵	1	0,980665	0,96784	735,563	10 ⁴	14,223
Внесистемные	1 бар=10 ⁶ дин/см ²	10 ⁵	1,01972	1	0,98692	750,06	1,01972×10 ⁴	14,5
	1 атм=760 мм рт.ст.	1,01325×10 ⁵	1,0332	1,01325	1	760	1,0332×10 ⁴	14,696
	1 мм рт. ст.	133,322	1,35951×10 ⁻³	1,33322×10 ⁻³	1,31579×10 ⁻³	1	13,5951	0,019337
	1 мм вод. ст.	9,80665	10 ⁻⁴	9,80665×10 ⁻⁵	9,67841×10 ⁻⁵	7,3556×10 ⁻²	1	1,422×10 ⁻³
	1 psi=1 lbf/in ²	6,894×10 ³	≈0,07	6,894×10 ⁻²	0,068	51,715	703,08	1

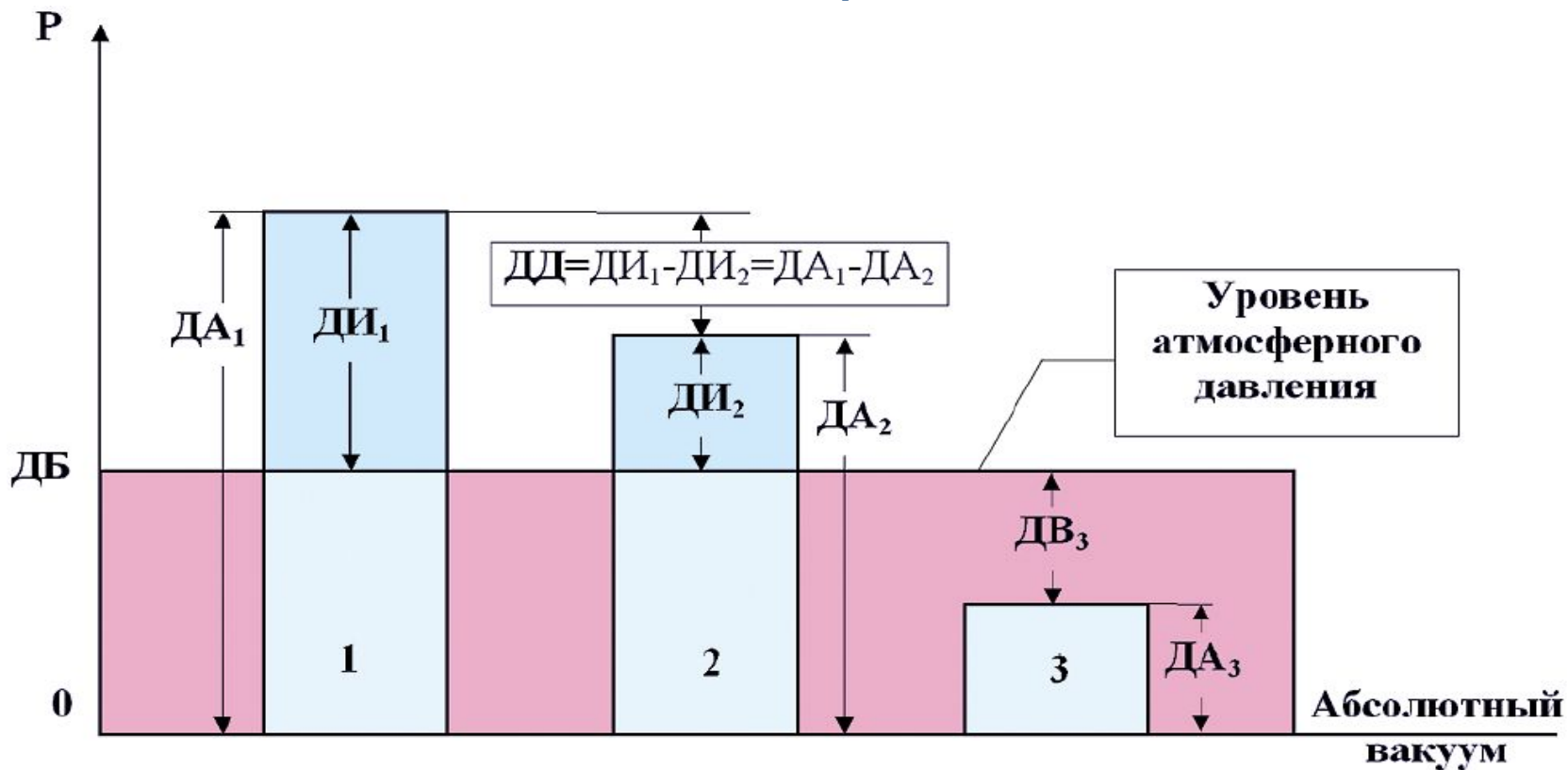
Приборы для измерения давления Силы давления в жидкой и газообразной средах



Условные обозначения: F - внешняя сила, S - свободная поверхность (площадь) среды, ΔF - сила давления на внутреннюю площадку S .

Приборы для измерения давления

Виды измеряемых давлений в точках 1, 2, 3 физического процесса



Условные обозначения: Р - давление, ДБ - давление барометрическое, ДА - давление абсолютное, ДИ - давление избыточное, ДВ - давление вакуумметрическое, ДД - давление дифференциальное.

Приборы для измерения давления

Классификация манометров



Приборы для измерения давления

Классификация измерительных преобразователей давления



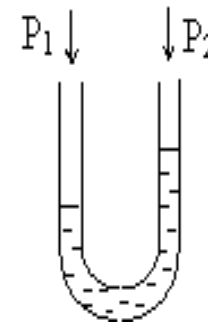
Приборы для измерения давления Жидкостные манометры. Деформационные приборы.

Жидкостные манометры широко применяются в качестве образцовых приборов для лабораторных и технических измерений. В качестве рабочей жидкости используется спирт, вода, ртуть, масла.

Двухтрубный манометр представляет из себя U-образную трубку, заполненную затворной жидкостью.



Традиционная конструкция механического манометра



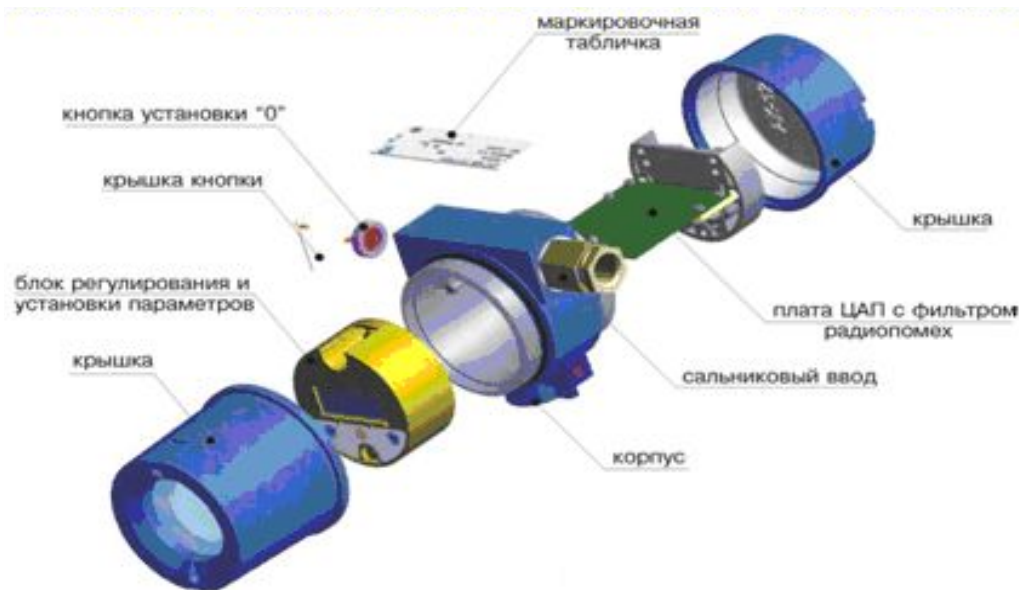
Деформационные приборы применяют для измерения давления при ведении технологических процессов благодаря простоте устройства, удобству и безопасности в работе. Все деформационные приборы имеют в схеме какой-либо упругий элемент, который деформируется под действием измеряемого давления: **трубчатую пружину, мембрану или сиффон**.

Простейший манометр состоит из трубчатой пружины 1 с поводком, зубчатого сектора 3 и шестерни 4 с прикрепленной к ней стрелкой 2.

При увеличении давления трубчатая пружина стремится разогнуться, в результате чего она через поводок начинает взаимодействовать на зубчатый сектор, отклоняя стрелку.

Приборы для измерения давления

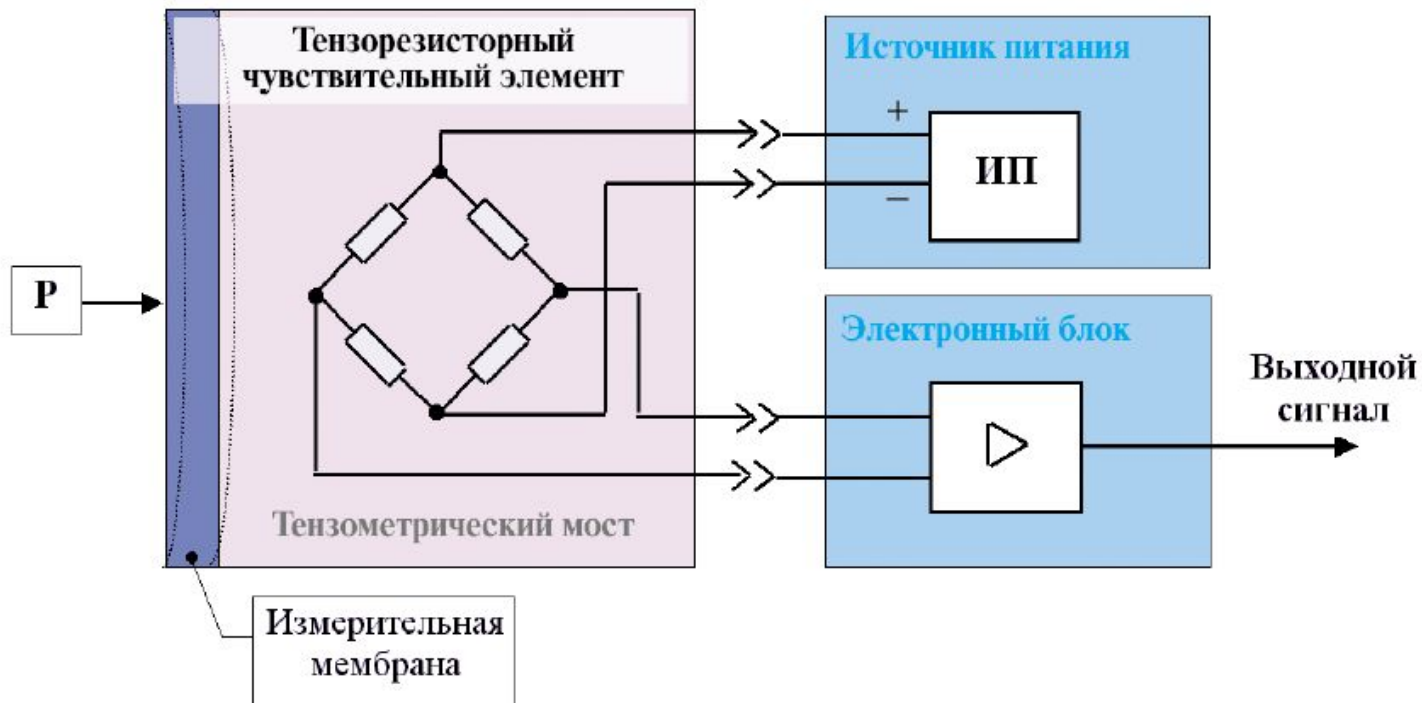
Измерительные преобразователи давления (ИПД). Устройство электронного преобразователя.



В большинстве случаев первичные преобразователи давления имеют неэлектрический выходной сигнал в виде силы или перемещения и объединены в один блок с измерительным прибором. Если результаты измерений необходимо передавать на расстояние, то применяют промежуточное преобразование этого неэлектрического сигнала в унифицированный электрический или пневматический. При этом первичный и промежуточные преобразователи объединяют в один измерительный преобразователь

Приборы для измерения давления

Структурная схема первичного тензорезисторного ИПД



Приборы для измерения давления Методы преобразования давления



Датчик давления состоит из первичного преобразователя давления, в составе которого чувствительный элемент и приемник давления, схемы вторичной обработки сигнала, различных по конструкции корпусных деталей и устройства вывода. Основным отличием одних приборов от других является точность регистрации давления, которая зависит от принципа преобразования давления в электрический сигнал: тензометрический, пьезорезистивный, емкостной, индуктивный, резонансный, ионизационный.

Приборы для измерения давления Тензометрический метод

В настоящее время основная масса датчиков давления в нашей стране выпускаются на основе чувствительных элементов, принципом которых является измерение деформации тензорезисторов, сформированных в эпитаксиальной пленке кремния на подложке из сапфира (КНС), припаянной твердым припоем к титановой мембране. Иногда вместо кремниевых тензорезисторов используют металлические: медные, никелевые, железные и др.

Принцип действия тензопреобразователей основан на явлении тензоэффекта в материалах. Чувствительным элементом служит мембрана с тензорезисторами, соединенными в мостовую схему. Под действием давления измеряемой среды мембрана прогибается, тензорезисторы меняют свое сопротивление, что приводит к разбалансу моста Уитстона. Разбаланс линейно зависит от степени деформации резисторов и, следовательно, от приложенного давления.

Следует отметить принципиальное ограничение КНС преобразователя – неустранимую временную нестабильность градуировочной характеристики и существенные гистерезисные эффекты от давления и температуры.

К преимуществам можно отнести хорошую защищенность чувствительного элемента от воздействия любой агрессивной среды, налаженное серийное производство, низкую стоимость.

Приборы для измерения давления Тензометрический метод

В настоящее время основная масса датчиков давления в нашей стране выпускаются на основе чувствительных элементов, принципом которых является измерение деформации тензорезисторов, сформированных в эпитаксиальной пленке кремния на подложке из сапфира (КНС), припаянной твердым припоем к титановой мембране. Иногда вместо кремниевых тензорезисторов используют металлические: медные, никелевые, железные и др.

Принцип действия тензопреобразователей основан на явлении тензоэффекта в материалах. Чувствительным элементом служит мембрана с тензорезисторами, соединенными в мостовую схему. Под действием давления измеряемой среды мембрана прогибается, тензорезисторы меняют свое сопротивление, что приводит к разбалансу моста Уитстона. Разбаланс линейно зависит от степени деформации резисторов и, следовательно, от приложенного давления.

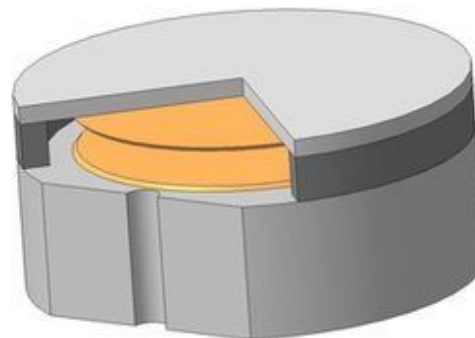
Следует отметить принципиальное ограничение КНС преобразователя – неустранимую временную нестабильность градуировочной характеристики и существенные гистерезисные эффекты от давления и температуры.

К преимуществам можно отнести хорошую защищенность чувствительного элемента от воздействия любой агрессивной среды, налаженное серийное производство, низкую стоимость.



Приборы для измерения давления Емкостной метод

Работа емкостных сенсоров датчиков давления основана на зависимости емкости конденсатора от расстояния между его обкладками. Чем меньше расстояние, тем больше емкость. Роль одной обкладки (подвижной) выполняет металлизация внутренней стороны мембраны, роль второй обкладки (неподвижной) – металлизация основания сенсора. Подвижная мембрана изготавливается из сверхчистой керамики, кремния или упругого металла. При изменении давления процесса (рабочей среды) мембрана с обкладкой деформируется, расстояние между ней и основанием сенсора изменяется и происходит изменение емкости.

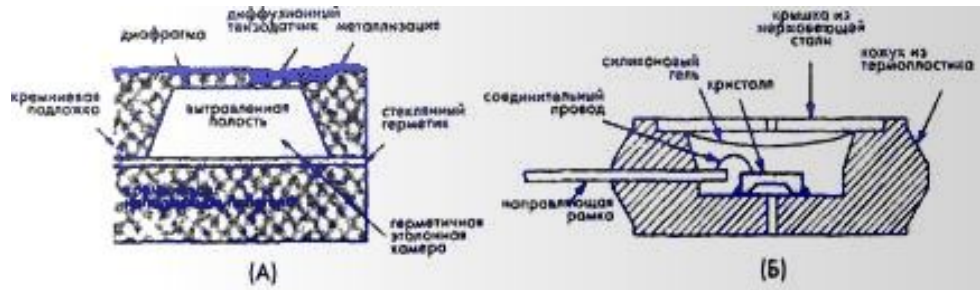


Достоинством емкостного сенсора из сверхчистой керамики является простота конструкции, высокая точность и временная стабильность показаний, возможность измерять низкие давления и слабый вакуум благодаря отсутствию заполняющего масла.

К недостаткам емкостных сенсоров можно отнести нелинейную зависимость емкости от приложенного давления, но эта нелинейность компенсируется электроникой датчика.

Приборы для измерения давления

Датчики давления бывают трех типов, позволяющих измерять абсолютное, дифференциальное и манометрическое давление.



Устройство корпусов сенсоров: А — абсолютного, Б — дифференциального давлений

Примеры корпусов дифференциальных сенсоров давления:



Приборы для измерения давления

Характеристики наиболее распространённых моделей общепромышленных ИПД

Технические характеристики	Модель									
	МТ-100	Сапфир-22МТ	Сапфир-22МП	ИНСАР	Метран-43,-45	Метран-1151 (Alphaline 1151)	Fisher-Rosemount 2088	Honeywell ST 3000/STD924	Siemens SITRANS P серии МКII, DS, НК	Siemens SITRANS P серия Z
Назначение*	ДИ, ДВ, ДИВ	ДА, ДИ, ДВ, ДИВ, ДД	ДА, ДИ, ДВ, ДИВ, ДД	ДИ, ДД	ДИ, ДВ, ДИВ, ДД	ДА, ДИ, ДД	ДА, ДИ	ДД	ДА, ДИ, ДД	ДА, ДИ
Верхний предел измерения*	ДИ: 16 кПа, ..., 100 МПа	ДА: 4,0 кПа, ..., 2,5 МПа	ДА: 4,0 кПа, ..., 2,5 МПа	4, ..., 250 кПа	ДИ: 0,1 кПа, ..., 60 МПа	0,5 кПа, ..., 40 МПа	7 кПа, ..., 27,5 МПа	ДД: 62, ..., 1000 мбар	30 мбар, ..., 400 бар	1, ..., 400 бар
	ДВ: 16, ..., 250 кПа	ДИ: 0,25 кПа, ..., 100 МПа	ДИ: 0,16 кПа, ..., 100 МПа		ДВ: 0,1, ..., 100 кПа					
	ДИВ: 8,0 кПа, ..., 3,9 МПа	ДВ: 0,4, ..., 100 кПа	ДВ: 0,25, ..., 100 кПа		ДИВ: 0,08, ..., 530 кПа					
		ДИВ: 0,2 кПа, ..., 2,4 МПа	ДИВ: 0,125 кПа, ..., 2,4 МПа		ДД: 0,1 кПа, ..., 25 МПа					
ДД: 0,25 кПа, ..., 16 МПа	ДД: 0,16 кПа, ..., 16 МПа									
Предел основной погрешности, %	±0,25; ±0,5; ±1,0	±0,25; ±0,5; ±0,2; ±0,4; ±0,15; ±0,6	±0,1; ±0,15; ±0,25; ±0,5; ±0,2; ±0,4	±0,5; ±1,0; ±1,5	±0,25; ±0,5; ±1,0	±0,1; ±0,25	±0,2	±0,1; ±0,075	±0,1; ±0,25	±0,25
Диапазон рабочих температур, °С	-30...+50; -10...+80; -50...+80; +5...+50	-30...+50; -40...+80; +5...+50; -10...+80	-30...+50; -40...+80; +5...+50; -10...+80	+5...+50	-42...+70; -42...+50; -30...+50; -10...+50; +5...+50; +5...+70	-40...+93	-40...+85	-40...+85	-30...+85 (температура хранения: -50...+85°С; температура контролируемой среды: -40...+100°С)	-25...+85 (температура хранения: -50...+100°С; температура контролируемой среды: -30...+120°С)
Выходной сигнал	I=0...5; 4...20 mA			I=0...5; 4...20 mA U=0...5 V	I=0...5; 4...20; 0...20 mA	I=4...20; 10...50 mA U=0,8...3,3; 1...5 V HART-протокол	I=4...20 mA U=1...5 V HART-протокол	I=4...20 mA DE-протокол HART-протокол Foundation Fieldbus (FF)	I=4...20 mA Hart-протокол PROFIBUS-PA	I=4...20 mA
Напряжение питания, В	=36 для I=0...5 mA		=36 для 4-проводной линии =16...36 для 2-проводной линии	=36; 24/50 Гц	=36	=12...45	=10,5...36	=11...42	=11...45	=10...36
	=15...42 для I=4...20 mA					=30...85			=11...30	
Масса, кг	1,0; 1,6	1,0; ..., 12,1	2,0; ..., 12,8	1,5	1, ..., 6,5	5,4	0,9	4,1	1,5	0,25

Приборы для измерения давления

Метран 100

Интеллектуальные датчики давления серии Метран-100 предназначены для измерения и непрерывного преобразования в унифицированный аналоговый токовый сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART, или цифровой сигнал на базе интерфейса RS485 следующих входных величин:

- избыточного давления (Метран-100-ДИ);
- абсолютного давления (Метран-100-ДА);
- разрежения (Метран-100-ДВ);
- давления разрежения (Метран-100-ДИВ);
- разности давлений (Метран-100-ДД);- гидростатического давления (Метран-100-ДГ).

Интеллектуальные датчики давления серии Метран-100 предназначены для измерения и непрерывного преобразования в унифицированный аналоговый токовый сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART, или цифровой сигнал на базе интерфейса RS485 следующих входных величин:

- избыточного давления (Метран-100-ДИ);
- абсолютного давления (Метран-100-ДА);
- разрежения (Метран-100-ДВ);
- давления разрежения (Метран-100-ДИВ);
- разности давлений (Метран-100-ДД);
- гидростатического давления (Метран-100-ДГ).

Управление параметрами датчика:

- кнопочное со встроенной панели;
- с помощью HART-коммуникатора или компьютера;
- с помощью программы ICP-Master или Modbus-Master и компьютера или программных средств АСУТП.

Встроенный фильтр радиопомех.

Внешняя кнопка установки "нуля".

Непрерывная самодиагностика.

Измеряемые среды: жидкости, пар, газ, в т.ч. газообразный кислород и кислородосодержащие газовые смеси; пищевые продукты

Диапазоны измеряемых давлений:

- минимальный 0-0,04 кПа;
- максимальный 0-100 МПа

Основная погрешность измерений до $\pm 0,1\%$ от диапазона

Диапазон перенастроек пределов измерений до 25:1

Наличие исполнений:

- взрывозащищенное (Ex, Вн);
- для эксплуатации на АС;
- кислородное

Межповерочный интервал - 3 года

Гарантийный срок эксплуатации - 3 года

Внесены в Госреестр средств измерений, сертификат №11320. Сертификат о типовом одобрении Морского Регистра судоходства №03.00041.120 от 11.12.03



Приборы для измерения давления Принцип действия датчика Метран 100

Принцип действия датчиков основан на использовании пьезорезистивного эффекта в гетероэпитаксиальной пленке кремния, выращенной на поверхности монокристаллической пластины из искусственного сапфира. Чувствительный элемент с монокристаллической структурой кремния на сапфире является основой всех сенсорных блоков датчиков семейства "Метран".

При деформации чувствительного элемента под воздействием входной измеряемой величины (например, давления или разности давлений) изменяется электрическое сопротивление кремниевых пьезорезисторов мостовой схемы на поверхности этого чувствительного элемента.

Электронное устройство датчика преобразует изменение электрических сопротивлений в стандартный аналоговый сигнал постоянного тока и/или в цифровой сигнал в стандарте протокола HART, или цифровой сигнал на базе интерфейса RS485.

В памяти сенсорного блока хранятся в цифровом формате результаты калибровки сенсора во всем рабочем диапазоне давлений и температур. Эти данные используются микропроцессором для расчета коэффициентов коррекции выходного сигнала при работе датчика.

Цифровой сигнал с платы АЦП сенсорного блока вместе с коэффициентами коррекции поступает на вход электронного преобразователя, микроконтроллер которого производит коррекцию и линеаризацию характеристики сенсорного блока, вычисляет скорректированное значение выходного сигнала датчика и:

- для датчиков с кодами МП, МП1, МП2, МП3 передает его в цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), который преобразует его в аналоговый выходной сигнал;
- для датчиков с кодами МП4, МП5 при помощи драйвера RS485 по запросу выдает значения давления (в заданном формате) в цифровую линию связи.

Для лучшего обзора жидкокристаллического индикатора (ЖКИ) и для удобного доступа к двум отделениям электронного преобразователя последний может быть повернут относительно измерительного блока от установленного положения на угол не более 90° против часовой стрелки.



Приборы для измерения давления Датчики давления, разрежения и разности давлений микропроцессорные «Сигнал-И», «Сигнал-И-Ех»



Микропроцессорные датчики давления, разрежения и разности давлений «Сигнал-И», «Сигнал-И-Ех» предназначены для работы в системах автоматического контроля, управления и регулирования технологических процессов, обеспечения непрерывного преобразования значения измеряемого параметра – давления избыточного, абсолютного, разрежения и разности давлений в унифицированный токовый сигнал дистанционной передачи.

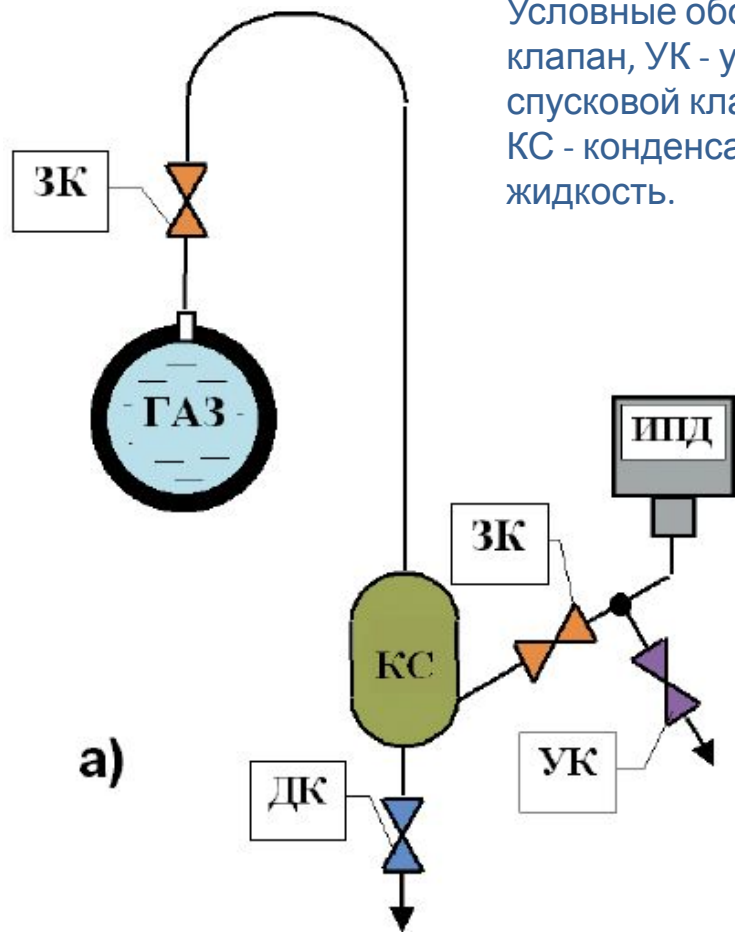
Датчики давления, датчики разрежения, датчики разности давлений работают с вторичной регулирующей и показывающей аппаратурой, регуляторами и другими устройствами автоматики, машинами централизованного контроля и системами управления, работающими от стандартного входного сигнала 0–5 или 4–20 мА.

Датчики давления, датчики разрежения и датчики разности давлений «Сигнал-И-Ех» работают с блоками питания и сопряжения сигналов БПС-300-Ех или аналогичными источниками питания или барьерами искробезопасности, обеспечивающими искробезопасность выходной цепи датчика и устанавливаемыми вне взрывоопасной зоны.

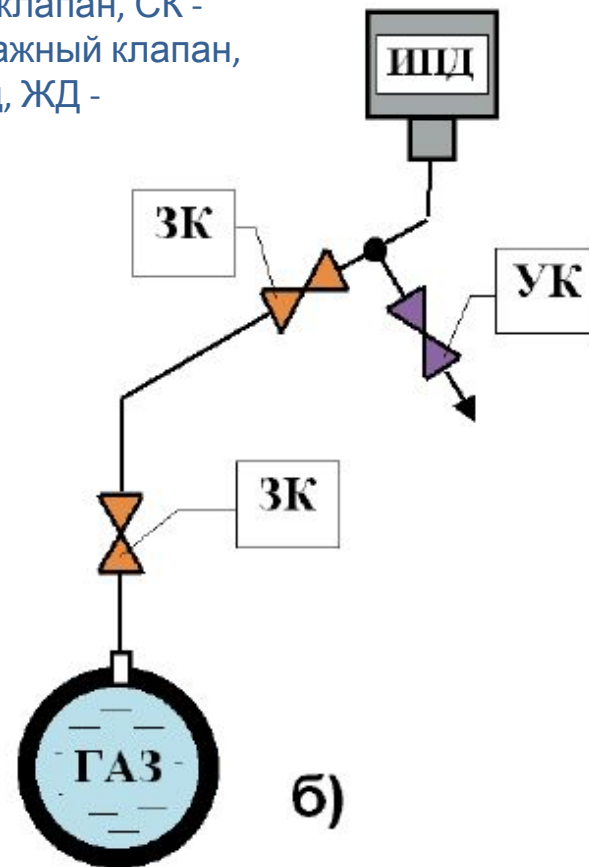


Приборы для измерения давления

Схемы установки ИПД (ДИ/ДА) на трубопровод для измерения давления газа, жидкости и пара при размещении ИПД ниже (а, в, д) или выше (б, г, е) уровня отбора давления



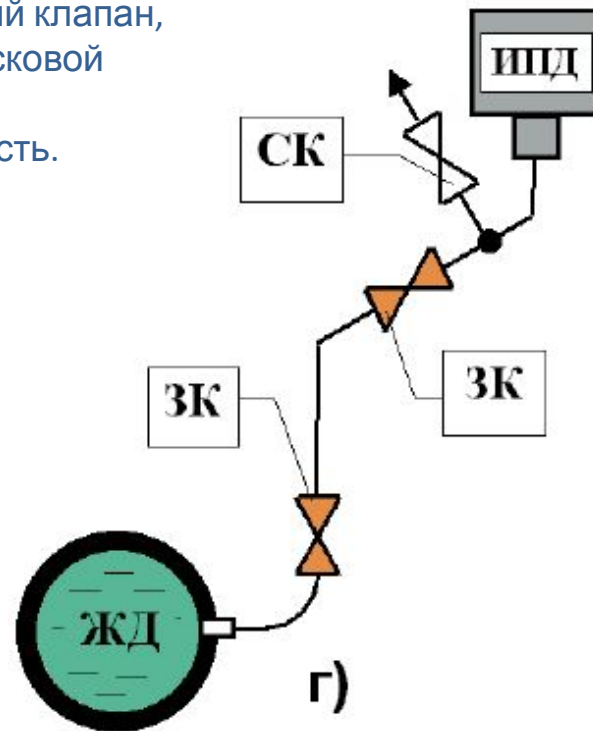
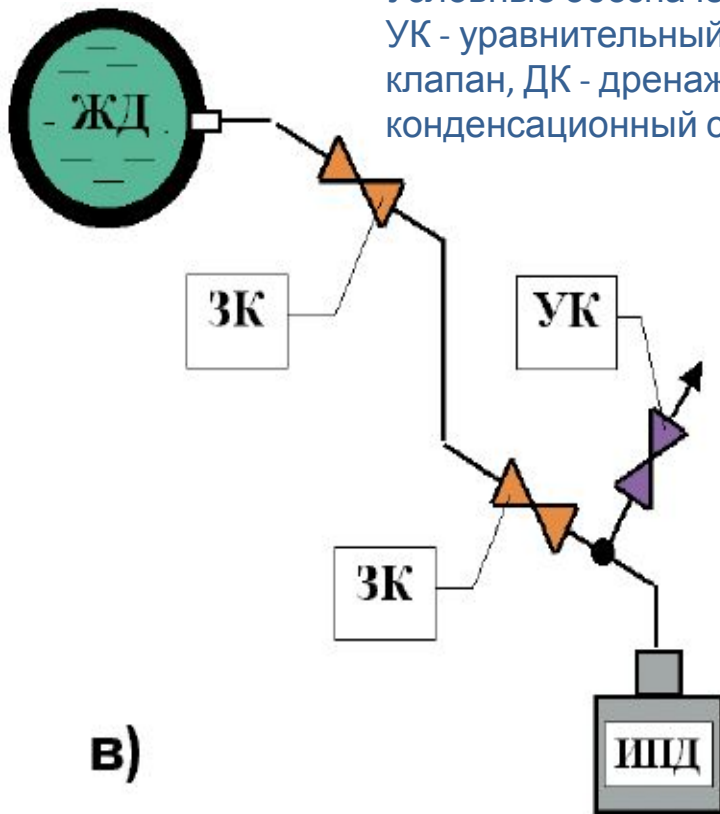
Условные обозначения: ЗК - запорный клапан, УК - уравнильный клапан, СК - спусковой клапан, ДК - дренажный клапан, КС - конденсационный сосуд, ЖД - жидкость.



Приборы для измерения давления

Схемы установки ИПД (ДИ/ДА) на трубопровод для измерения давления газа, жидкости и пара при размещении ИПД ниже (а, в, д) или выше (б, г, е) уровня отбора давления

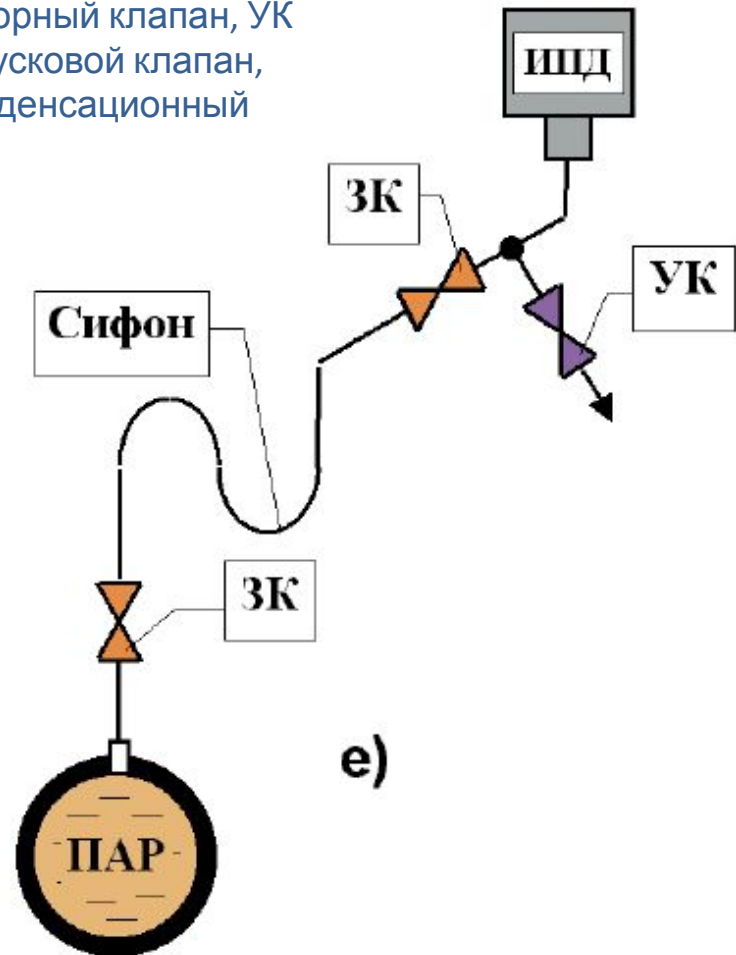
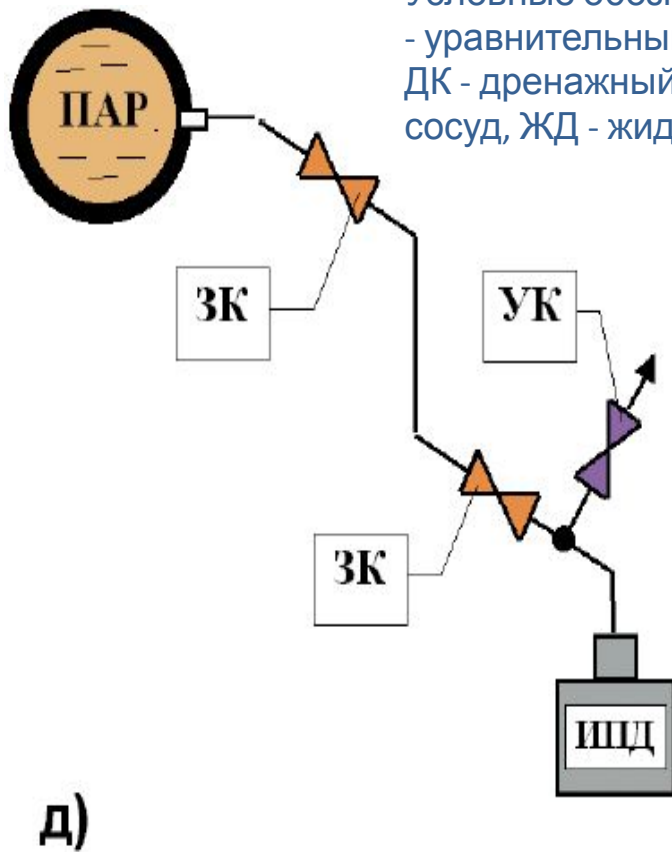
Условные обозначения: ЗК - запорный клапан, УК - уравнильный клапан, СК - спусковой клапан, ДК - дренажный клапан, КС - конденсационный сосуд, ЖД - жидкость.



Приборы для измерения давления

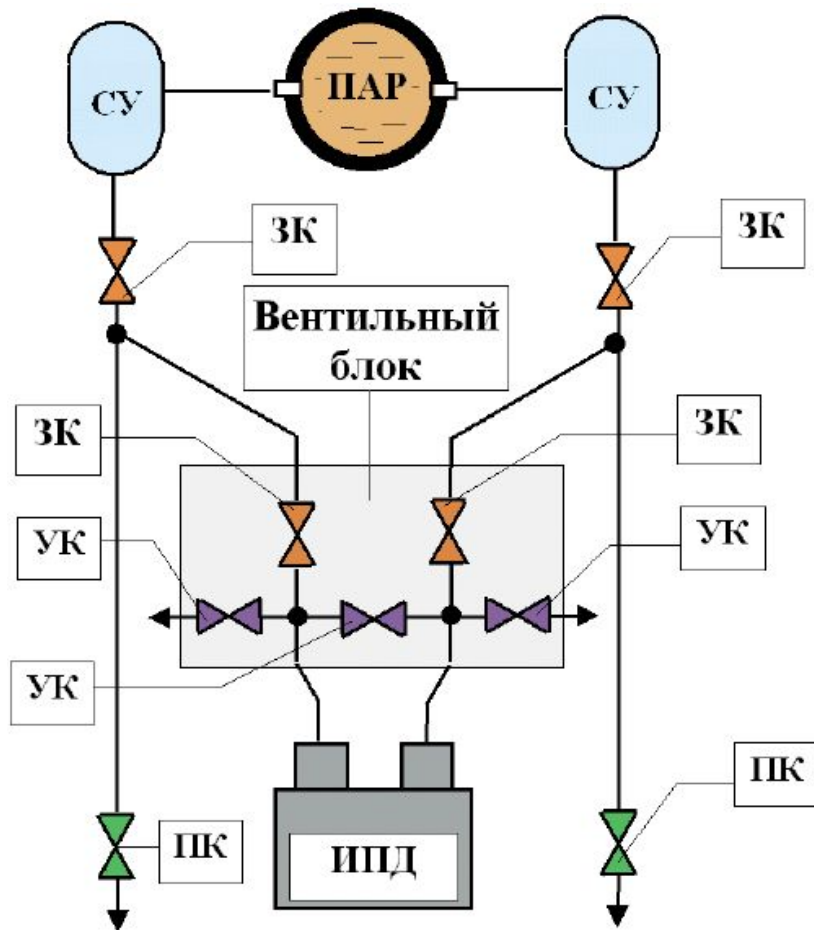
Схемы установки ИПД (ДИ/ДА) на трубопровод для измерения давления газа, жидкости и пара при размещении ИПД ниже (а, в, д) или выше (б, г, е) уровня отбора давления

Условные обозначения: ЗК - запорный клапан, УК - уравнильный клапан, СК - спусковой клапан, ДК - дренажный клапан, КС - конденсационный сосуд, ЖД - жидкость.



Приборы для измерения давления

Схема установки ИПД (ДД) на трубопровод для измерения давления пара при размещении ИПД ниже уровня отбора давления



Условные обозначения: ЗК - запорный клапан, ПК - продувочный клапан, УК - уравнительный клапан, СУ - сосуд уравнительный.

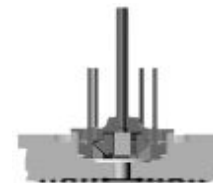
Приборы для измерения давления Преобразователи давления VEGABAR

Преобразователи давления VEGABAR серий 10/40/50 предназначены для измерения давления жидкостей, газов и абразивных продуктов. Материалы и конструкция корпусов приборов позволяют применять их при любых технологических условиях, в том числе очень сложных.



- Керамическая емкостная ячейка
Диапазон измерения -1...60 бар
- сухая измерительная ячейка
 - очень высокая стойкость к перегрузкам
 - очень высокая износостойкость

- Пьезорезистивная ячейка
Диапазон измерения -1...16 бар
- установленная заподлицо мембрана
 - без эластомеров
 - малые размеры присоединения



- Тензометрическая ячейка
Диапазон измерения 25...600 бар
- приварная измерительная ячейка
 - высокая долгосрочная стабильность
 - сухая измерительная ячейка

Обеспечение работоспособности в зимнее время

Для обеспечения устойчивой работы приборов давления в зимний период необходимо обеспечить наличие работающего обогрева мест отбора давления и импульсных линий, их надёжную теплоизоляцию, обогрев шкафов КИП. Особо важные (ответственные) позиции желательно прокачать этиленгликолем (тосолом). Сменному персоналу в сильные морозы чаще делать обход для осмотра приборов и импульсных линий.

При замерзании прибора давления, как правило, показания прибора уходят на «тах», это в случае если замерз чувствительный элемент прибора (сильфон, трубка Бурдона и т.д.). В этом случае прибор необходимо снять, отогреть в тёплом месте, убедиться в том, что чувствительный элемент не разрушился, не имеет трещин (проверить на герметичность), проверить показания прибора по образцовому манометру, закачать шприцем в чувствительный элемент тосол и установить прибор на место.

Отогревать прибор паром или поливая его горячей водой по месту нельзя. Это только усугубит положение т. к. чувствительный элемент не отогреется, а в добавок замёрзнет ещё и преобразователь.

Работа в агрессивных средах

Для измерения давления агрессивных сред применяют датчики, снабженные защитной мембраной, изготовленной, как и в дифманометрах, из коррозионно-стойкого материала. Измеряемое давление передается к измерительной мембране через силиконовое масло, которым заполнена внутренняя полость датчика.

При эксплуатации приборов, измеряющих давление, часто требуется защита их от агрессивного и теплового воздействия среды.

Если среда химически активна по отношению к материалу прибора, то его защиту производят с помощью разделительных сосудов или мембранных разделителей,

Разделительный сосуд заполняется жидкостью, инертной по отношению к материалу прибора, соединительных трубок и самого сосуда. В качестве разделительных жидкостей применяют водные растворы глицерина, этиленгликоль, технические масла и др.

В мембранном разделителе измеряемая среда отделяется от прибора мембраной с малой жесткостью из нержавеющей стали или фторопласта. Для передачи давления от мембраны к прибору полость между ними заполняют жидкостью.

Для предохранения прибора от действия высокой температуры среды применяют сифонные трубки.

Особенности монтажа

При измерении давления важную роль играют измерительные трубные проводки (ИТП).

Неправильная прокладка ИТП может приводить к искажению результатов измерений и к повреждению чувствительных элементов датчиков.

Схемы ИТП должны строиться таким образом, чтобы соблюдалось равенство давлений в местах отбора и в местах измерения.

Приборы для измерения расхода



Приборы для измерения расхода

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



Приборы для измерения расхода

Принцип измерения расхода

В теории расходомеров на базе перепада давления главным является теорема Бернулли о сохранении энергии в закрытом трубопроводе. При постоянном расходе давление в трубопроводе обратно пропорционально квадрату скорости в трубе (с увеличением скорости давление понижается). Перед измерителем давление потока составляет P_1 , а при увеличении скорости в сжатом с помощью конуса сечении давление уменьшается до P_2 .

Разность давлений, создаваемая конусом, изменяется со скоростью потока нелинейно. Чем большую часть поперечного сечения занимает конус, тем больший перепад давлений создается при тех же расходах (учитывая это, вводят специальный коэффициент бета).

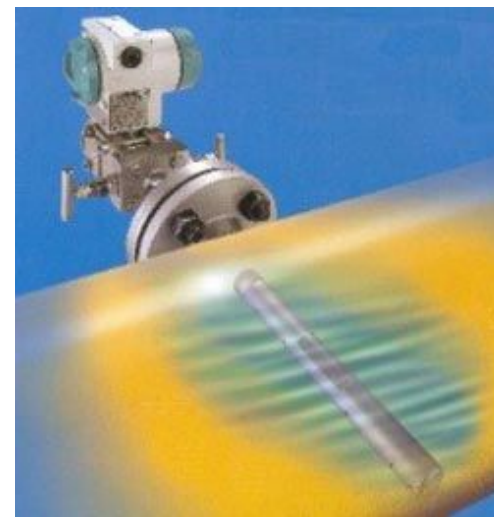
Таким образом, датчики давления посылают сигнал на электронный преобразователь, который рассчитывает расход.

Система измерения расхода

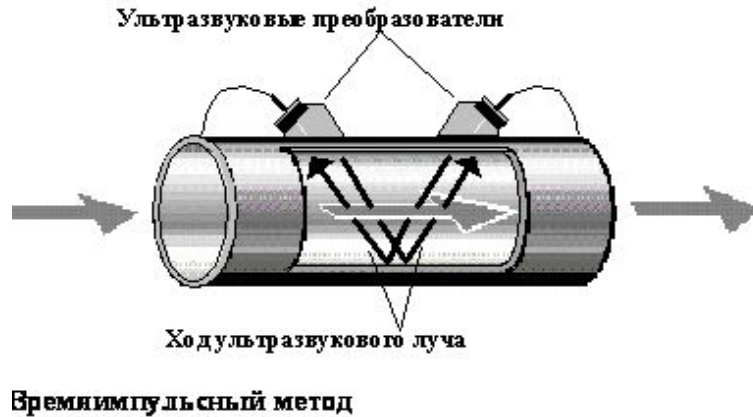


Приборы для измерения расхода Расходомеры на базе многоточечной осредняющей напорной трубки Torbar

Принцип действия осредняющей трубки основан на измерении разности давлений (перепада давлений) между полным давлением потока измеряемой среды и статическим давлением, возникающим при обтекании потоком осредняющей трубки. Осредняющая трубка имеет ряд отверстий (количество отверстий определяется моделью трубки и диаметром трубопровода), распределенных по ее длине симметрично относительно середины. Один ряд отверстий расположен навстречу потоку и воспринимает полное (сумма динамического (скоростной напор) и статического давлений) давление измеряемой среды, другой ряд отверстий, расположенных с противоположной стороны трубки, воспринимает только статическое давление в трубопроводе. Осредняющая трубка расположена перпендикулярно оси потока по всей длине внутреннего диаметра трубопровода. Внутри трубки имеется две камеры, в которых происходит осреднение соответствующих давлений по сечению трубопровода.



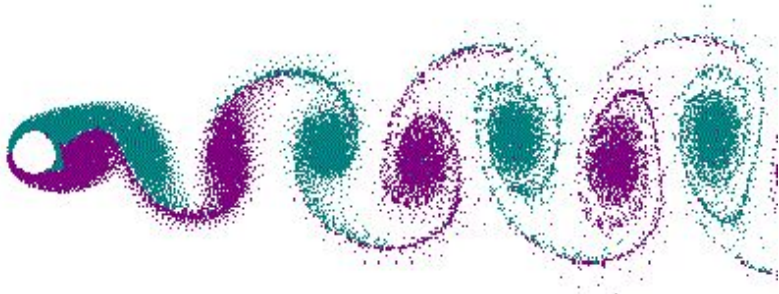
Приборы для измерения расхода Система ультразвуковых преобразователей



Ультразвуковые расходомеры используют времяимпульсный способ измерения расхода. При реализации данного способа измерения расхода каждый из акустических преобразователей, установленных на трубопроводе, по очереди выполняет функции приема и излучения. Таким образом, в процессе работы каждый из преобразователей действует как передатчик, генерирующий определенное число акустических импульсов, а затем — как приемник для приема идентичного числа импульсов.

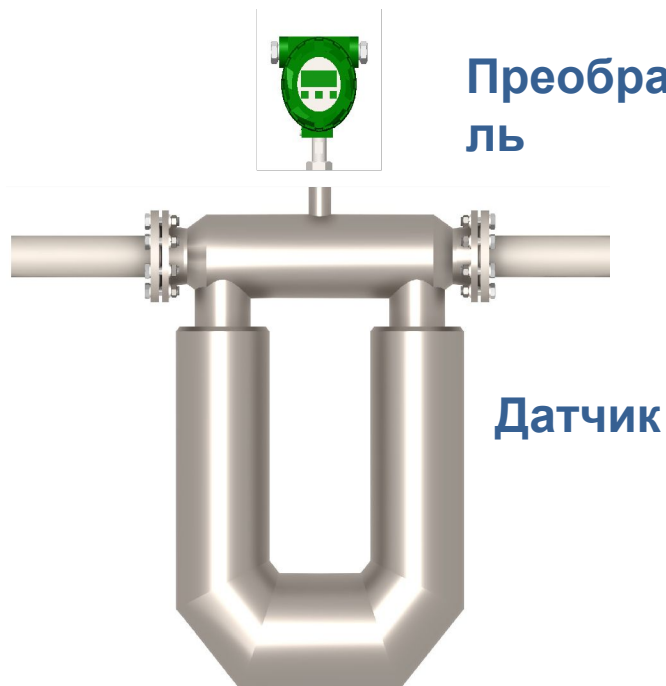
Приборы для измерения расхода Вихревой расходомер

Принцип действия вихревого расходомера основан на использовании явления, получившего в физике название «эффект Кармана». Под действием потока у кромок, помещенной в поток преграды (тела обтекания), с обеих сторон возникают чередующиеся вихри, определенной частоты пульсаций, так называемая вихревая дорожка Кармана. Частота образования вихрей f пропорциональна скорости потока v и обратно пропорциональна ширине тела обтекания d , где St -число Штроугала. Число Штроугала оказывает решающее влияние на точность измерения вихревым расходомером. При правильном расчете размеров тела обтекания, число St практически постоянно в широком диапазоне изменений числа Рейнольдса Re , где ν -кинематическая вязкость; D -диаметр условного прохода.



Приборы для измерения расхода Кориолисовый расходомер

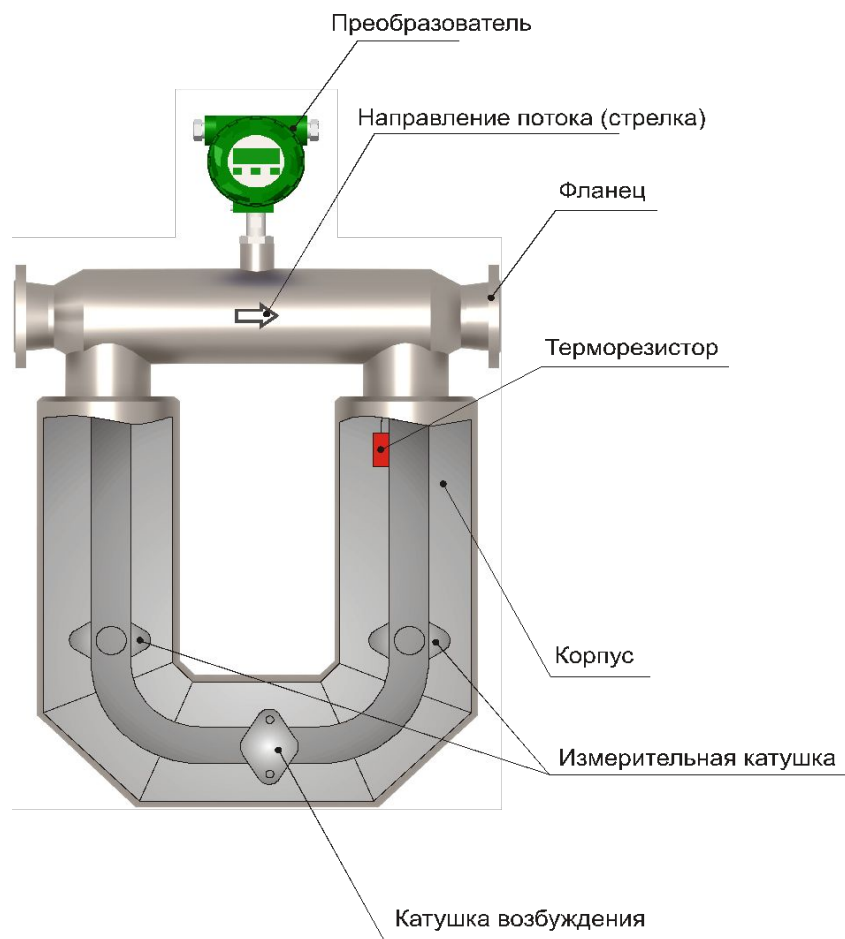
Кориолисовый расходомер состоит **из датчика и преобразователя.**



Датчик определяет расход, плотность и температуру

Преобразователь представляет информацию датчиков в виде выходных сигналов для взаимодействия с другими системами

Приборы для измерения расхода Кориолисовый расходомер



Кориолисовый (массовый расходомер) состоит из следующих частей:

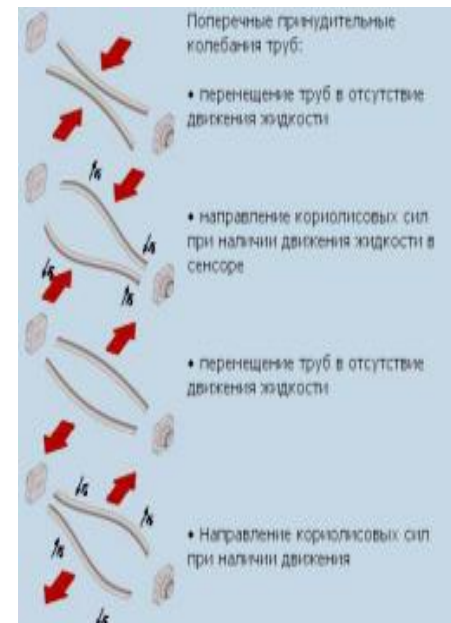
- расходомерные трубки;
- катушка возбуждения и магнит;
- измерительная катушка;
- терморезистор;
- технологическое соединение (фланец);
- преобразователь;
- корпус.

Принцип действия основан на эффекте Кориолиса

Приборы для измерения расхода Кориолисовый расходомер

Принцип измерений Кориолисового расходомера заключается в том, что жидкость, протекая через вибрирующую трубку, вызывает сдвиг фаз колебаний трубки, пропорциональный массовому расходу. Данная технология предназначена для измерения массового расхода жидкости. При протекании в принудительно вибрирующей трубе потока с определенным значением массы, в поперечном сечении начинает действовать Кориолисова сила*, как это указано на рисунке. Величина изгиба трубы, вызванная действием этой силы прямо пропорциональна скорости течения и измеряется оптимально позиционированным сенсором. Трубки-сенсоры первичного преобразователя постоянно вибрируют с частотой, соответствующей значению резонансных колебаний системы. Данное значение является функцией геометрической формы, механических характеристик материала трубы, а также массы протекающей жидкости, что обеспечивает точное измерение плотности.

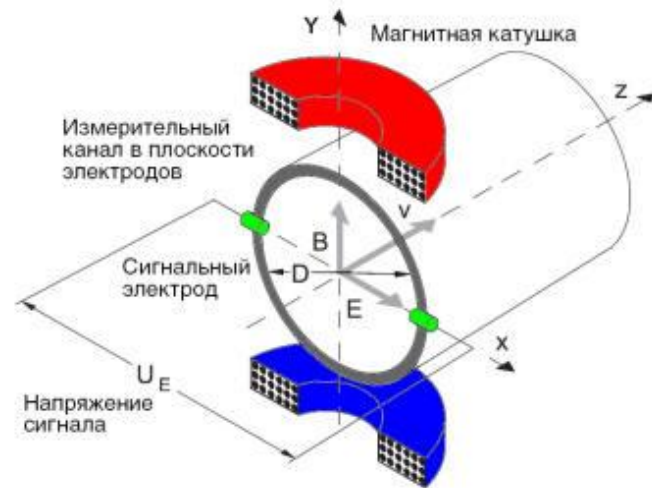
Кориолисовые расходомеры применяются для измерения массового расхода, плотности и концентрации жидкостей, паст и пульп. Токопроводимость среды не имеет значения. Точность измерений по расходу достигает 0,1%, по плотности ± 1 г/л.



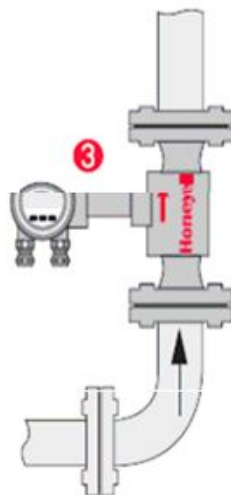
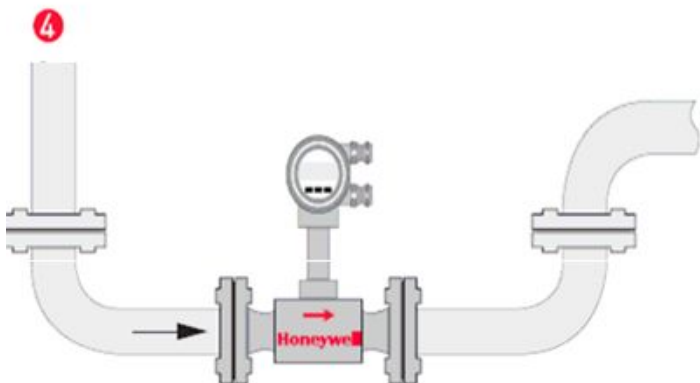
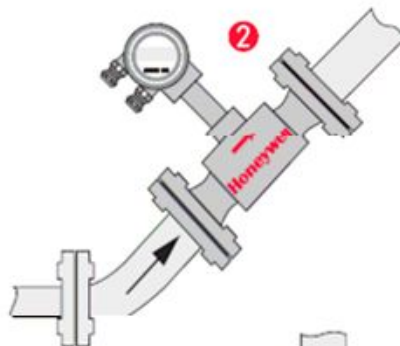
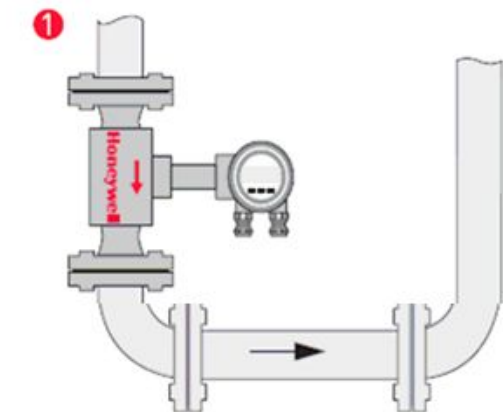
Приборы для измерения расхода

Принцип действия электромагнитного (индукционного) расходомера, устройство

Основой измерений с помощью электромагнитного расходомера является закон индукции Фарадея, в соответствии с которым при перемещении проводника через магнитное поле в нем наводится напряжение. Этот принцип измерений применяется к протекающей по трубе проводящей жидкости, поперек направления движения которой создается магнитное поле (рис.). Наводимое в жидкости напряжение измеряется двумя расположенными друг напротив друга электродами. Напряжение сигнала U_E пропорционально магнитной индукции B , расстоянию между электродами D и средней скорости потока жидкости V . Так как магнитная индукция B и расстояние между электродами D являются постоянными величинами, напряжение сигнала U_E пропорционально средней скорости потока V . Из уравнения определения объемного расхода следует, что напряжение сигнала U_E изменится линейно и пропорционально объемному расходу. Наводимое напряжение сигнала преобразуется в аналоговый или цифровой выходной сигнал расходомера. Основное преимущество электромагнитного расходомера заключается в том, что расход определяется на основе результатов измерения скорости потока измеряемой среды в поперечном сечении трубопровода. Скорость потока не зависит от изменения плотности и вязкости измеряемой среды под влиянием температуры и давления. Точность измерения составляет от 0,5 - 1% до 0,2%.



Приборы для измерения расхода Установка электромагнитного (индукционного) расходомера




1. Если устройство установлено в спускной трубе, непосредственно за ней должна быть установлена восходящая труба.

2. Установка устройства в наклонной восходящей трубе.


3. Установка устройства в вертикальной восходящей трубе.

4. Установка устройства в горизонтальной трубе.


Приборы для измерения расхода. Особенности эксплуатации



Для обеспечения устойчивой работы расходомеров, необходимо обеспечить проведение ежедневного технического обслуживания (проверка комплектности оборудования, герметичности соединений, наличия заземляющих устройств, надежности и состояния обогрева, отсутствия механических повреждений элементов отдельных узлов и кабелей, правильности установленного давления питания сжатым воздухом).



Проверка работоспособности приборов измерения расхода производится после отсечения импульсных линий от основного трубопровода, путём закрытия коренных вентилей технологическим персоналом. Вихревые и массовые расходомеры должны быть отключены по входу и выходу.



В процессе эксплуатации в зимних условиях, необходимо уделять особое внимание состоянию линий обогрева, качеству теплоизоляции шкафов КИП, импульсных трубных проводок, диафрагм. Первыми признаками замерзания импульсных линий являются неизменные показания расходомера. Отогрев импульсных линий производится технологическим персоналом, при производстве работ категорически запрещается направлять пар на приборы измерения расхода, защитные трубы, короб КИП.

Снятием-установкой диафрагм, а также массовых и вихревых расходомеров занимается сервисная организация. Персонал службы КИП производит отключение электрических и трубных проводок. Установка массовых и вихревых расходомеров производится безударными методами.

Приборы для измерения уровня



Уровнемер - это прибор для промышленного измерения или контроля уровня жидкости и сыпучих веществ в резервуарах, хранилищах, технологических аппаратах и т.п.

Уровнемеры так же называют датчиками уровня, преобразователями уровня. Уровнемеры позволяют автоматизировать управление и контроль в технологических процессах. Снизить влияние человеческого фактора, повысить качество продукции и оптимизировать расход сырья.

Уровнемеры разделяют по режиму работы:

1) непрерывное измерение

- уровнемер-указатели
- преобразователи уровня
- уровнемеры (чаще всего используется именно в этом значении)
- преобразователи уровня (чаще всего используется именно в этом значении)

2) контроль в отдельных точках (дискретный)

- сигнализаторы уровня
- реле уровня
- переключатели уровня
- датчики предельного уровня

Уровнемеры разделяют по продукту (веществу), уровень которого измеряется:

- датчики уровня для жидкостей (вода, растворы, суспензии, нефтепродукты, масла и т.п.);
- датчики уровня для сыпучих веществ (порошки, гранулы и т.п.).



Приборы для измерения уровня Классификация

Уровнемеры разделяют по принципу действия (по принципу работы):

Уровнемеры для жидкостей разделяются на:

- механические;
- гидростатические;
- электрические;
- акустические;
- радарные;
- рефлексные (волноводные);
- радиационные.

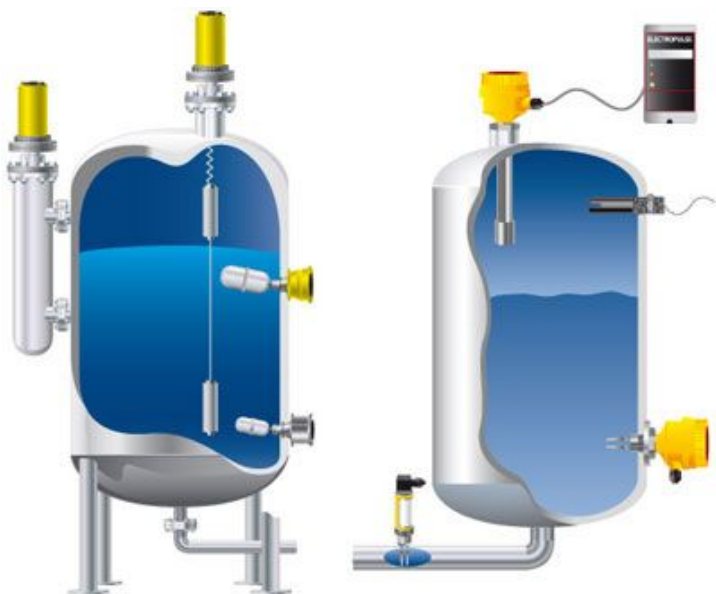
Уровнемеры для сыпучих веществ разделяются на:

- механические;
- электрические;
- акустические;
- радарные;
- рефлексные (волноводные);
- радиационные.

Особенности работы с сыпучими веществами:

- большие размеры бункеров, силосов;
- более низкая точность (по сравнению с жидкостями);
- сложная форма поверхности (горка, воронка, слипшимися комками);
- большая нагрузка на контактные датчики;
- возможность попадания пылевых частиц на/в прибор.





Дискретное определение уровня

жидкостей: -- поплавковые магнитные сигнализаторы уровня;
- вибрационные сигнализаторы уровня; ультразвуковые щелевые сенсоры и сигнализаторы;
- ультразвуковой детектор и система для непрерывного контроля на появление воды в судовых отсеках при перевозке сухих грузов;
- магнитный предохранительный сигнализатор.



Непрерывное измерение и управление уровнем жидкостей:

- бесконтактный ультразвуковой преобразователь уровня;
- магнитный преобразователь уровня жидкостей;
- гидростатический преобразователь уровня;
- поплавковый/погружаемый в жидкость преобразователь уровня;
- электрические индикаторы уровня.

Непрерывное и дискретное определение уровня твердых и сыпучих материалов:

- дискретные лопастные эл. механические сигнализаторы уровня; сигнализаторы уровня с емкостной или с вибрационной антенной; бесконтактные ультразвуковые и радарные преобразователи для непрерывного измерения уровня твердых сыпучих материалов.



Приборы для измерения уровня Буйковый метод измерения уровня



- Версия типа «сэндвич»
- Фланцевая версия
- Варианты по спецзаказу



Буйковый уровнемер
Сапфир-22 ДУ

Для метода определения уровня по выталкивающей силе действующей на погруженный в рабочую жидкость буюк используют **буйковые уровнемеры**. На тонущий буюк действует в соответствии с законом Архимеда выталкивающая сила, пропорциональная степени погружения и, соответственно, уровню жидкости. Действие этой силы воспринимает тензопреобразователь, либо индуктивный преобразователь (**УБ-ЭМ**), либо заслонка, перекрывающая сопло (пневматические уровнемеры типа). Буйковые уровнемеры предназначены для измерения уровня в диапазоне – до 10 м. при температурах – 50..+120°С (в диапазоне +60..120°С при наличии теплоотводящего патрубка, при температурах 120..400°С приборы работают как индикаторы уровня) и давлении до 20 МПа, обеспечивая точность 0,25..1,5%. Плотность контролируемой жидкости: 0,4...2 г/см³.

Буйковые уровнемеры часто применяются для измерения уровня раздела фаз двух жидкостей. Возможно, также, их использование для определения плотности рабочей среды при неизменном уровне.

Приборы для измерения уровня

Методы измерения уровня

Гидростатические уровнемеры

Гидростатические уровнемеры измеряют давление столба жидкости и преобразуют его в значение уровня, поскольку гидростатическое давление зависит от величины уровня и плотности жидкости и не зависит от формы и объема резервуара. Они представляют собой дифференциальные датчики давления. На один из входов, подсоединяемый к емкости подается давление среды. Другой вход соединяется с атмосферой - в случае открытой емкости без избыточного давления или соединяется с областью избыточного давления в случае закрытой емкости под давлением.

Преимущества: простая регулировка, приемлемая точность

Ограничения: зависимость от относительной плотности продукта

Ротационный датчик предельного уровня

Небольшая лопасть вращается электродвигателем. Когда лопасть покрывается продуктом или блокируется, срабатывает микровыключатель.

Преимущества: простота, низкая стоимость, не требует регулировки, для крупных частиц или зерен

Ограничения: подвержен образованию наростов, не пригоден для жидкостей или очень легких и очень плотных продуктов

Кондуктометрический датчик предельного уровня

Разница проводимости электродов измеряется когда зонд покрыт или не покрыт проводящим продуктом. В качестве ответного электрода может использоваться второй электрод или металлическая стенка емкости.

Преимущества: простота, низкая стоимость, пригодность для двухточечного контроля

Ограничения: при налипании непроводящих веществ или отложений теряется чувствительность, не применим для продуктов с изменяющейся проводимостью

Радарные уровнемеры

Радарные уровнемеры - наиболее универсальные средства измерения уровня. Не имея непосредственного контакта с контролируемой средой, они могут применяться для агрессивных, вязких, неоднородных жидких и сыпучих материалов. От ультразвуковых бесконтактных уровнемеров их выгодно отличает гораздо меньшая чувствительность к температуре и давлению в рабочей емкости, к их изменениям, а также большая устойчивость к таким явлениям как запыленность, испарения с контролируемой поверхности, пенообразование. Радарные уровнемеры обеспечивают высокую точность (до +/- 1 мм.), что позволяет использовать их в системах коммерческого учета. Вместе с тем существенным лимитирующим фактором применения радарных уровнемеров остается высокая стоимость данных приборов.

В уровнемерах FMCW происходит постоянное непрерывное излучение линейно частотно модулированного сигнала и, одновременно, прием отраженного сигнала с помощью одной и той же антенны. В результате на выходе получается смесь сигналов, которая анализируется с применением специального математического и программного обеспечения для выделения и максимально точного определения частоты полезного эхо-сигнала. Для каждого момента времени разность частот прямого и обратного сигналов прямо пропорциональна расстоянию до контролируемого объекта.



Приборы для измерения уровня Методы измерения уровня

Вибрационный датчик предельного уровня

Датчик представляет собой вибровилку или стержень резонирующий в воздухе. Когда вибровилка покрывается продуктом, резонансная частота уменьшается. Изменение частоты или амплитуды колебаний преобразуется в выходной сигнал. Датчики бывают для сыпучих продуктов или для жидкостей (разница в частоте колебаний и иногда форме вилки).

Преимущества: универсальный метод, не требуется регулировка, простота монтажа, низкая стоимость

Ограничения: не пригоден для продуктов с размерами частицами или зёрен, которые могут блокировать вилку

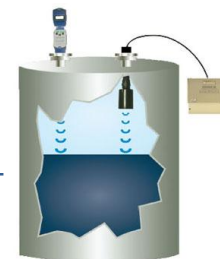


Ультразвуковой датчик уровня

Метод эхолокации, основан на измерении времени распространения звукового импульса, излучаемого сенсором. Импульс отражается от поверхности и принимается тем же сенсором. Время прохождения сигнала показывает высоту пустой части емкости

Преимущества: нет контакта с продуктом, подходит для разных жидкостей и сыпучих продуктов

Ограничения: продукт не должен иметь пену на поверхности, не подходит для высоких давлений и температур, не подходит для вакуума



Микроволновый датчик уровня

Измеряется время распространения микроволнового импульса, который отражается от поверхности вещества. Импульс может направляться вдоль зонда в виде стрежня

Преимущества: подходит для разных продуктов, нет контакта с продуктом, подходит для высоких давлений и температур, высокая точность метода до ± 1 мм

Ограничения: продукт должен иметь относительную диэлектрическую проницаемость не ниже требуемой



Приборы для измерения уровня

Методы измерения уровня

Емкостной датчик уровня

Стенки цистерны (или др. емкости) выступают в роли обкладок конденсатора. Емкость этого конденсатора зависит от среды между обкладками. При изменении уровня вещества меняется емкость конденсатора.

Преимущества: подходит для предельного и непрерывного измерения уровней, может использоваться для контроля уровня раздела фаз, подходит для сыпучих и жидких продуктов, для высококоррозионных сред

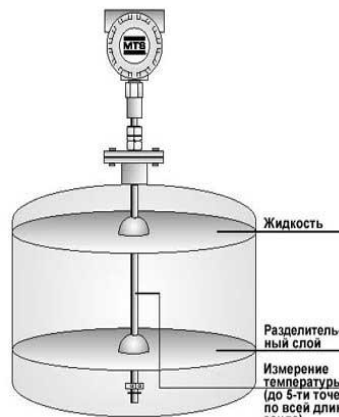
Ограничения: не подходит для продуктов с изменяющимися диэлектрическими характеристиками

Магнитострикционный датчик уровня

Направляющий поплавок стержень содержит волновод, заключенный в катушку, по которой подаются импульсы тока. Под действием магнитных полей тока и движущегося магнита в волноводе возникают импульсы продольной деформации распространяющиеся по волноводу и принимаемые пьезоэлементом вверху стержня. Прибор анализирует время распространения импульсов и преобразует его в выходные сигналы.

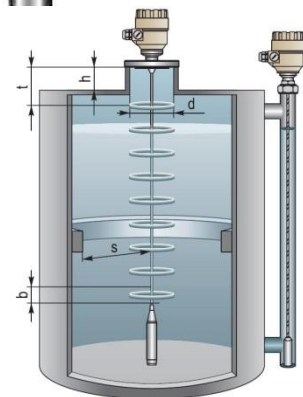
Преимущества: высокая точность метода до $\pm 1\text{мм}$

Ограничения: применим только для жидкостей, наросты ограничивают движение поплавка, не подходит для коррозионных сред



Рефлексный микроволновый уровнемер

Направленное микроволновое измерение уровня применяется в тех случаях, когда применение других приборов затруднительно, например ультразвуковые приборы могут отказывать из-за высокого содержания пыли или при недостаточной энергии, отраженной сухими сыпучими продуктами или густой пеной. Данный датчик уровня использует электромагнитные импульсы, которые проходят по волноводу и отражаются от границы резкого изменения диэлектрической постоянной, что означает границу между воздухом и продуктом. Излучаемые импульсы имеют очень низкую мощность и сконцентрированы вдоль зонда, следовательно, излучаемая энергия почти не теряется. Это означает, что сила отраженного сигнала (амплитуда) будет почти одинаковой независимо от длины зонда.



Приборы для измерения уровня Особенности эксплуатации



Для обеспечения устойчивой работы приборов измерения уровня, необходимо обеспечить **ежедневное техническое обслуживание**: комплектность оборудования, герметичности соединений, наличия заземляющих устройств, состояния и надежности обогрева, отсутствия механических повреждений элементов отдельных узлов и кабелей, контроль правильности установленного давления питания сжатым воздухом.

Проверку работоспособности необходимо производить на отсеченной и освобожденной от продуктов уровнемерной колонке (при гидростатическом методе измерения отсеченной коренной арматуре). **Отключение уровнемерных колонок** необходимо производить последовательным отсечением нижнего отбора, затем верхнего. **Подключение уровнемерных колонок** необходимо производить в обратной последовательности подключением верхнего отбора, затем нижнего.

В процессе эксплуатации в зимних условиях, необходимо уделять особое внимание состоянию обогреваемых линий шкафов КИП, импульсных трубных проводок, уровнемерных колонок. Первыми признаками замерзания являются неизменные показания уровнемера, либо резкое возрастание выходного сигнала до максимального значения. Отогрев производится технологическим персоналом, при производстве работ категорически запрещается направлять пар на преобразователь уровня, защитную трубу, короб КИП.

При снятии, установке фланцевых уровнемеров работы необходимо производить безударными методами.

Приборы для измерения качества

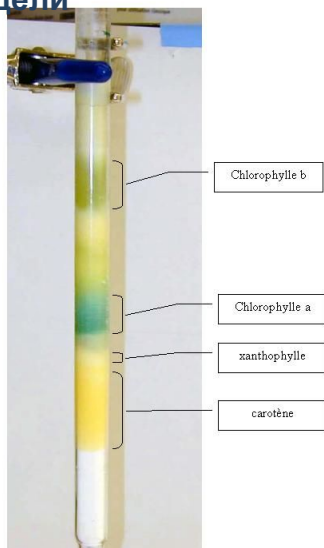


Приборы для измерения качества

Определение. Современные хроматографические методы.

Хроматография – физико-химический метод, используется для разделения веществ. Служит для идентификации и количественного определения органических и неорганических веществ.

препаративные
цели



La chlorophylle a est bleu-vert et la chlorophylle b est jaune verte.
La xanthophylle a une couleur jaune
La carotène, une couleur orange jaune

аналитические
цели



Современные хроматографические методы

- капиллярная газовая хроматография (КГХ);
- высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ);
- высокоэффективная тонкослойная хроматография (ВЭТСХ);
- высокоэффективная ионная хроматография (ВЭИХ);
- сверхкритическая флюидная хроматография (ВЭИХ);
- капиллярный электрофорез (КЭ).

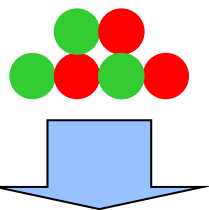
«Никакое другое открытие не оказало на исследования в органической химии такого огромного положительного влияния, как анализ с помощью адсорбционной хроматографии Цвета» Каррер, 1947г.

Перечень основных загрязнителей окружающей среды, анализируемых хроматографическими методами

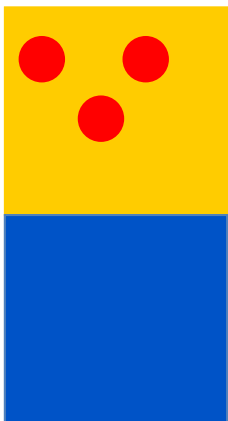
Перечень загрязнений	Методы хроматографии
Органические примеси в атмосфере, воде и почве	ГХ, ЖХ, ГХ + МС ЖХ + МС
Вредные газы в атмосфере (NO ₂ , SO ₂ , SO ₃ , HCl, HF, Cl ₂ , NH ₃ и др.)	ИХ, ГХ
Нефтепродукты в воде	ГХ, ЖХ
Пестициды в воздухе, воде, почве, пище, фураже	ГХ, ЖХ
Хлорорганические соединения в воздухе и воде	ГХ, ЖХ
Фталаты в воде	ЖХ
Ароматические амины	ЖХ
Ароматические соединения (бензол, толуол, этилбензол, ксилол) в воздухе и воде	ГХ + ФИД
Полиядерные ароматические соединения	ГХ, ЖХ
Фенол и его производные	ЖХ, ГХ
Фреоны в стратосфере	ГХ
Нитрозамины в пище	ГХ, ЖХ
Тяжелые металлы в воде и почве	ИХ, ЖХ
Афлатоксины в пище и фураже	ЖХ, ГХ
Полихлорбифенилы	ГХ, ЖХ
Полихлорированные диоксины	ГХ + МС
Летучие хлорорганические соединения в питьевой воде	ГХ + АРП
Анионы (фторид, хлорид, нитрат, сульфат) в поверхностных и питьевых водах	ИХ
Нитраты в воде, почве и пище	ИХ
Цианид в питьевой воде	ИХ + АД

Примечание: ГХ – газовая хроматография, ЖХ – жидкостная хроматография, ИХ – ионная хроматография, МС – масс-спектрометрия, АРП – анализ равновесного пара, ФИД – фотоионизационный детектор, АД – амперометрический детектор.

Приборы для измерения качества Принцип хроматографического разделения веществ



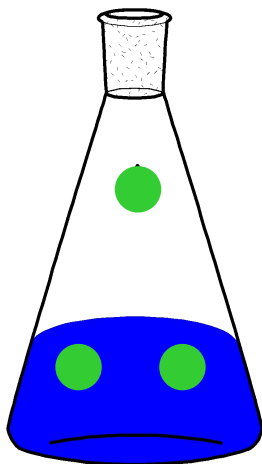
Молекулы разделяемых веществ



Неподвижная фаза

Подвижная фаза

Эффект разделения основывается на том, что соединения проходят расстояние, на котором происходит разделение, с некоторой, присущей этому соединению задержкой



Хроматографический процесс состоит из целого ряда сорбции и десорбции, а также растворения и элюирования, которые каждый раз приводят к новому равновесному состоянию

Приборы для измерения качества Классификация методов хроматографии

По типу агрегатного состояния

Газовая хроматография (ГХ)
хроматография (ЖХ)

Жидкостная

Критерии использования метода

летучие вещества,
испаряются без
разложения

вещество должно быть
растворимо в каком-либо
растворителе

По типу процесса разделения

Адсорбционная

Распределительная

стационарная фаза –
твердая активная
основа

Стационарная фаза –
жидкость, нанесенная на твердый
неактивный носитель

Принцип: вещества с разной
силой
адсорбируются на твердой
фазе
и снова десорбируются

Принцип: в зависимости от
растворимости, вещества
распределяются между двумя
несмешивающимися жидкостями

По технике проведения

Внешняя хроматограмма
хроматограмма
вещества
детектируются
вне зоны разделения

Внутренняя
вещества детектируются в зоне разделения
(ТСХ, бумажная хроматография)

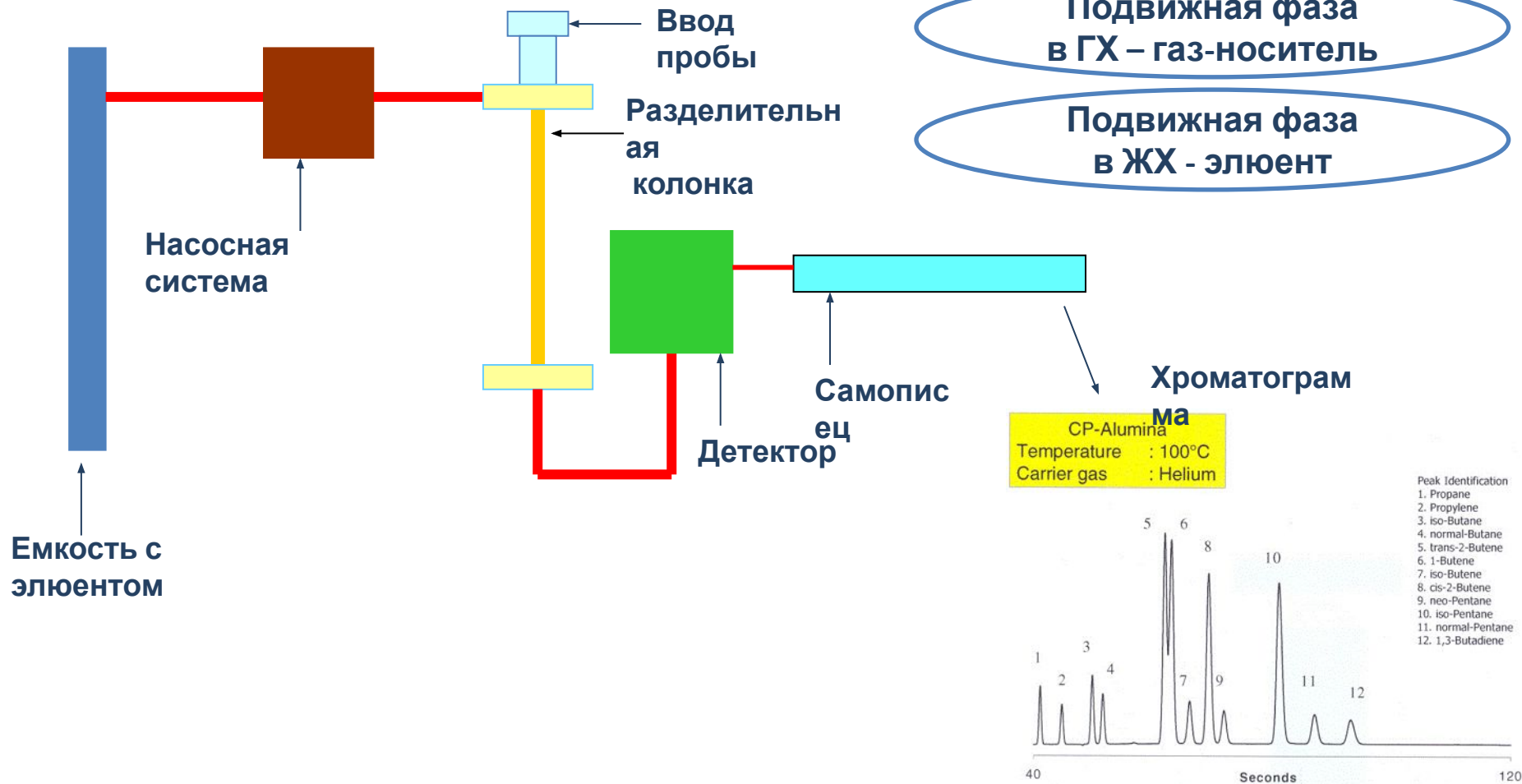
Приборы для измерения качества
Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию
фаз,
типам процессов разделения и техникам проведения

Название метода	Английская аббревиатура	Агрегатное состояние подвижной фазы	Агрегатное состояние стационарной фазы	Процесс разделения	Техника проведения разделения
Жидкость-жидкостная хроматография	LLC	жидкое	жидкое	распределение	LC (ЖХ), HPLC (ВЭЖХ), TLC (ТСХ), PC (бумажн. хромат.)
Газожидкостная хроматография	GLC	газообразное	жидкое	распределение	GC (ГХ)
Жидкостная хроматография	LSC	жидкое	твердое	адсорбция	LC (ЖХ), HPLC (ВЭЖХ), PC (бумажн. хромат.)
Газовая хроматография	GSC	газообразное	твердое	адсорбция	GC (ГХ)

Приборы для измерения качества Колоночная хроматография

Стационарная фаза находится в колонке (прием используется как в газовой, так и в жидкостной хроматографии)

Принципиальная схема хроматографа для колоночной хроматографии



Приборы для измерения качества Хроматограмма

Хроматографический пик – концентрация пробы в подвижной фазе на выходе из колонки как функция времени.

Пик - качественная и количественная характеристика

Качественный анализ: время удерживание одного компонента при одинаковых условиях хроматографирования – постоянная величина.

Время удерживания – время, которое проходит с момента введения пробы до регистрации самописцем максимума сигнала.

Условия хроматографии, влияющие на время удерживания:

- тип колонки;
- состав подвижной фазы;
- скорость потока подвижной фазы;
- температура.

Возможности проведения достоверного качественного анализа:

1. Пробу и стандарт хроматографируют в разных хроматографических условиях;
2. Выбор соответствующих детекторов.

Правильная запись данных ГЖХ

1. Номер (шифр) эксперимента или номер образца
2. Количество введенной пробы
3. Используемая колонка (неподвижная фаза и процент ее нанесения, материал носителя, длина (см))
4. Расход газа-носителя
5. Рабочая температура
6. Усиление, используемое для каждого пика
7. Скорость диаграммы

Пример записи данных ГЖХ

1. Опыт К-9
2. 1 мкл
3. 10% смазки апиезон АРЛ на хромосорбе W, 200см
4. N₂, 60 мл/мин
5. 150⁰С
6. Все пики при 50•10²
7. Диаграмма 60 см/ч

Приборы для измерения качества Газо-жидкостная хроматография (ГЖХ)

Газо-жидкостная хроматография используется для разделения «летучих» соединений, т. е. соединений с молекулярной массой до 500.

Чувствительность метода: позволяет определить до 10^{-6} г количества соединения

Неподвижной фазой является жидкость, подвижной – газ.

Жидкая неподвижная фаза - высокомолекулярная нелетучая жидкость (силиконовые масла, углеводородные смазки и высокомолекулярные полиэфиры).

Подвижная фаза – газ
(азот)

Насадочные колонки

2 - 4 мм

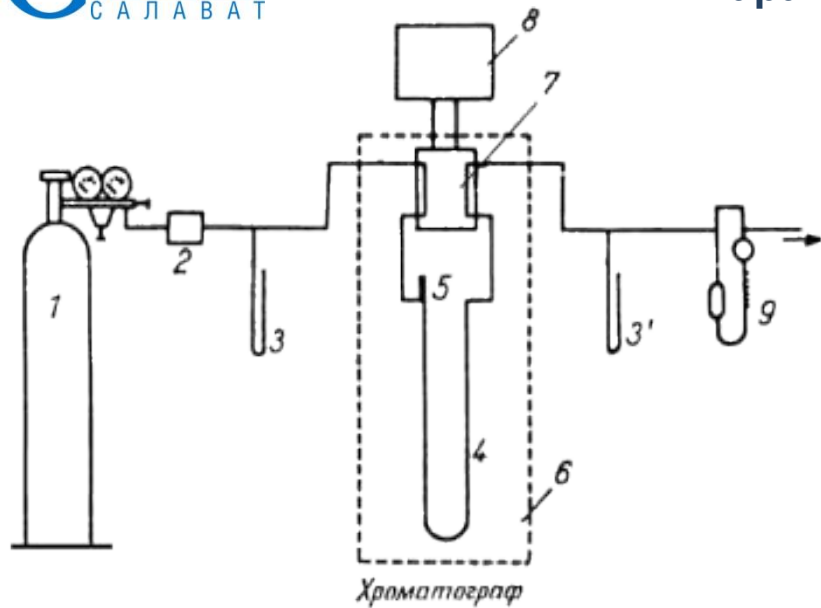
Капиллярные

колонки

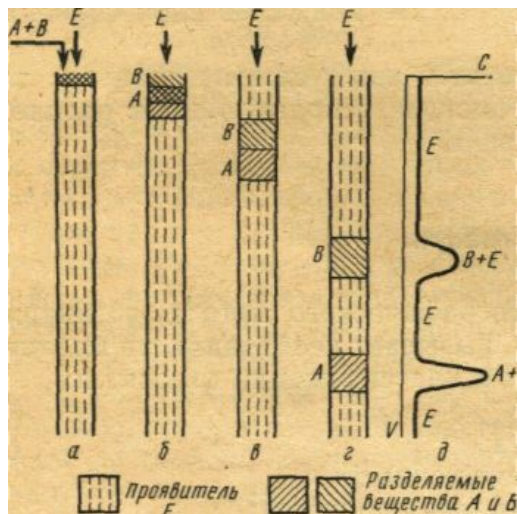
0,2-0,5 мм



Приборы для измерения качества Аппаратурное оформление метода ГЖХ



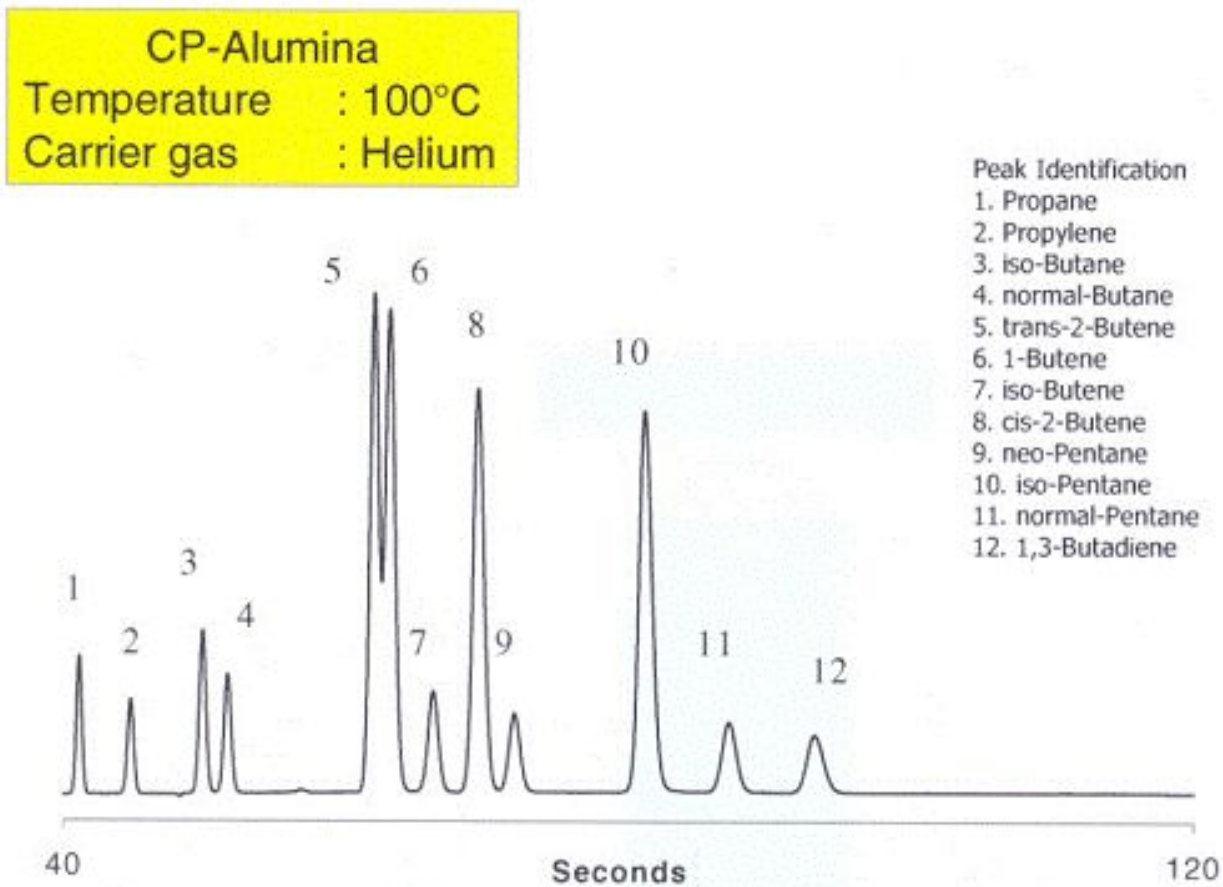
- 1 – баллон с газом-носителем; 2 – стабилизатор потока; 3 и 3' – манометры; 4 – хроматографическая колонка; 5 – устройство для ввода пробы; 6 – термостат; 7 – детектор; 8 – самописец; 9 – расходомер



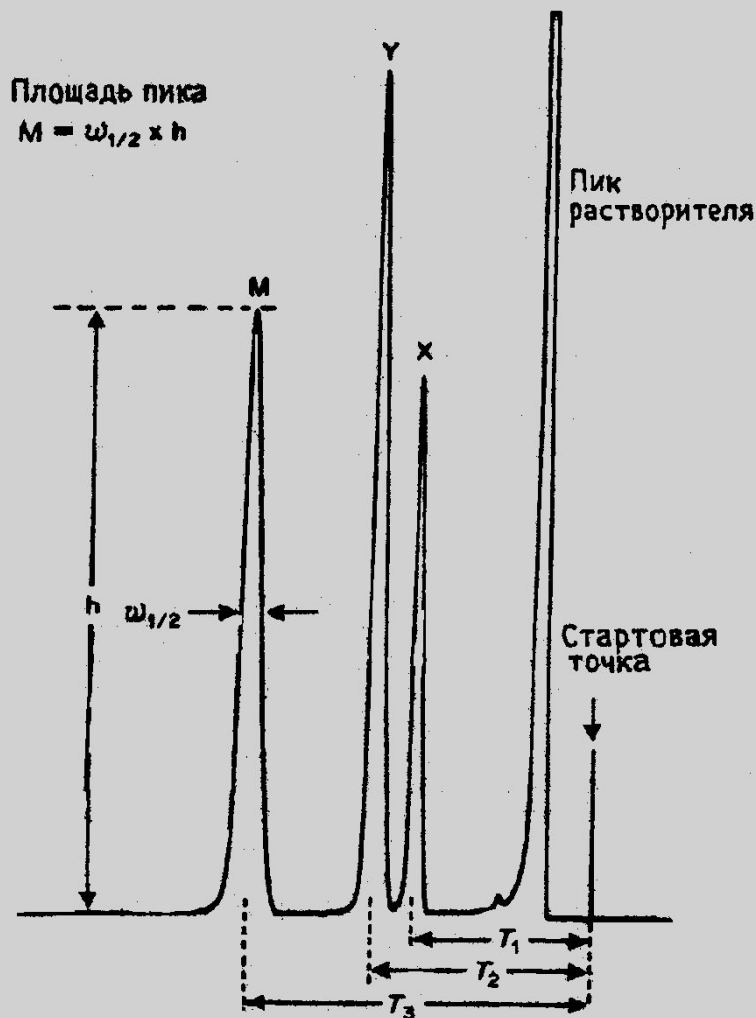
Механизм распределения компонентов между носителем и неподвижной жидкой фазой основан на растворении их в жидкой фазе.

Отношение количества вещества в неподвижной фазе к количеству вещества в подвижной фазе представляет собой коэффициент распределения k' .

Приборы для измерения качества Идентификация методом ГЖХ



Для идентификации соединения в смеси, сравнивают его время удерживания с временем удерживания «подлинного» образца.



$$W_x = k_x A_x$$

W_x – масса вещества, соответствующего пику с площадью A_x ;

k_x – константа пропорциональности, является коэффициентом отклика соединения X.

Определение k_x проводят двумя методами:

- метод внутреннего стандарта;
- метод внутренней нормализации .

Приборы для измерения качества

Особенности эксплуатации

Особенности эксплуатации приборов качества (ПК) и газового анализа (ГА)

Сигнализаторы, анализаторы дозрывных концентраций, газоанализаторы, хроматографы.

Практически все типы газоанализаторов для надежной и стабильной работы в заданном классе точности требуют стабилизации целого ряда параметров.

К основным параметрам газоанализаторов, подлежащих стабилизации, относятся: расход анализируемого газа, проходящего через датчик; температура и влажность анализируемого газа; механические загрязнения анализируемого газа; напряжение питания измерительной схемы.

При эксплуатации ПК и ГА большое значение имеет правильное функционирование систем пробоподготовки (редуктора, клапаны, фильтры, влагоотделители, нагреватели, теплообменники), так же немаловажную роль играют линии сброса или комплектные дренажные системы.

Например отсутствие постоянного обогрева импульсной линии может привести к образованию конденсата в пробе, попадание влаги в измерительную часть газового хроматографа приведет к выходу из строя дорогостоящего оборудования.

При использовании оптических анализаторов не допустимо попадания влаги, пыли и масляных продуктов - это приводит к загрязнению кюветы прибора, которая является неразборным узлом в конструкции анализаторов.

Особо важно заметить, что проверка по ПГС является основным способом проверки работоспособности газоанализаторов.

При эксплуатации газоанализаторов и хроматографов требуется периодическая проверка, калибровка при помощи поверочных - газовых смесей. Сорбент хроматографических колонок имеет сложную химическую обработку и при попадании нежелательных продуктов может выйти из строя. Также вводные капилляры имеют не большое сечение, что в свою очередь может послужить причиной их закупорки и вследствие чего могут остаться без обдува различные части оборудования, что в свою очередь выведет их из строя.

В большинстве применяемых анализаторах очень важно поддерживать микроклимат (температура, влажность, давление) окружающей среды и анализируемой среды.

Особенности эксплуатации в зимний

Для обеспечения стабильной работы приборов при отрицательных температурах окружающего воздуха необходимо наличие действующих систем обогрева шкафов, блоков пробоподготовки газоанализаторов и хроматографов, импульсных трубных проводок.

При отогревании прибора (какой - либо его части) не допускается применение водяного пара. В случае применения водяного пара или иного химического вещества возможен выход из строя графических дисплеев, образование конденсата на внутренних поверхностях взрывозащищенной оболочки прибора, как следствие выход из строя электронной и/или измерительной части прибора.

При замерзании среды в импульсных линиях, либо в линиях сброса с газоанализаторов и хроматографов показания прибора могут быть некорректными (изменения показаний с высокой частотой и амплитудой), постепенное повышение/понижение показаний прибора, или отсутствие показаний прибора.

Как правило, приборы ПК и ГА размещаются в шкафах в которых предусмотрен обогрев паром или электронагревательными элементами.

При производстве работ не допускать попадание пара внутрь шкафов, не направлять пар/конденсат на клемные коробки, кнопки управления, устройства

свето - звуковой сигнализации, защитную трубу, короб КИП. Отогрев производится технологическим персоналом под контролем работников цеха автоматизации.

При демонтаже преобразователей с фланца работы производить безударно (не откручивать гайки на шпильках с помощью кувалды).

При выполнении любого вида работ, связанных с проверкой исправности, монтажом-демонтажом, а так же при возникновении ситуаций, когда имеются сомнения в достоверности показаний либо работоспособности прибора, необходимо уведомить персонал цеха автоматизации.

Руководством по эксплуатации каждого конкретного типа прибора.



Вторичные приборы

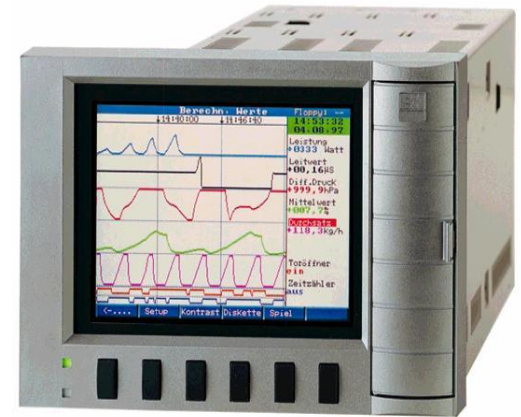


Вторичные приборы Контрольно-измерительные приборы

Прибором называется средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.



MR



Термометры
стеклянные



Вторичные приборы Классификация

Классификация

По роду
измеряемой
величины

для измерения
температуры, давления,
количества и расхода,
уровня, состава,
состояния вещества



По способу
получения
информации

показывающие,
регистрирующие,
сигнализирующие,
регулирующие



По
расположени
ю

приборы местные и
дистанционные



По
метрологическому
назначению

рабочие, образцовые
и эталонные



Вторичные приборы Классификация

Контрольно-измерительные приборы можно классифицировать по следующим основным признакам: по роду измеряемой величины, способу получения информации, метрологическому назначению, расположению.

По роду измеряемой величины различают приборы для измерения температуры, давления, количества и расхода, уровня, состава, состояния вещества.

По метрологическому назначению приборы делятся на рабочие, образцовые и эталонные.

Рабочие приборы подразделяются на технические и лабораторные. Первые предназначены для практических целей измерения, при этом определенная их точность гарантируется заводом-изготовителем. Поправки в их показания обычно не вносятся.

Лабораторные отличаются большей точностью, так как в них учитываются ошибки измерения. Они более совершенны по конструкции. Лабораторные приборы используются для поверки технических приборов и контроля продукции.

Образцовые приборы служат для поверки рабочих приборов.

Эталонные приборы предназначены для воспроизведения единицы измерения с наивысшей достижимой точностью.

По расположению различают приборы местные и дистанционные.

Местные приборы устанавливаются непосредственно на объекте или вблизи него (например, стеклянные термометры, ареометры).

Дистанционные приборы служат для передачи измеряемого параметра на расстояние. Они состоят из первичного и вторичного приборов.

Вторичные приборы Классификация

По способу получения информации приборы подразделяются на показывающие, регистрирующие, сигнализирующие, компарирующие, регулирующие.

Показывающие приборы дают возможность наблюдателю получать значение измеряемой величины в момент измерения на отсчетном устройстве (шкале с цифровым указателем, перо с диаграммой).

Показывающие приборы составляют наиболее многочисленную группу приборов, получивших широкое распространение в технологических измерениях параметров технологических процессов.

Регистрирующие приборы служат для автоматической записи результатов измерения на специальной бумажной ленте или диске (диаграммах). Запись на диаграмме производится пером в виде непрерывной линии или периодически печатающим механизмом и показывает изменение контролируемой величины во времени.

Сигнализирующие приборы имеют специальные устройства для включения звуковой или световой сигнализации, когда измеряемая величина достигает значения, вызывающего нарушение заданных технологических параметров.

Суммирующие приборы показывают суммарное значение величины за весь промежуток времени. В этих приборах счетчики встраиваются в один корпус с показывающим или самопишущим прибором и имеют с ним одну общую измерительную систему.

Компарирующие приборы служат для сравнения измеряемой величины с соответствующими мерами. Примером могут служить рычажные весы с гирями.

Вторичные приборы Первичный преобразователь

Любой прибор при централизованном контроле состоит из:
первичного преобразователя - канала связи - вторичного прибора

Первичный преобразователь - первый в измерительной цепи - преобразует измерительную величину в выходной сигнал, удобный для передачи по каналу связи. Неотъемлемой частью преобразователя является чувствительный элемент, непосредственно воспринимающий контролируемый параметр и преобразующий его в первичный сигнал. Величина, которую первичный преобразователь воспринимает и контролирует, называется входной, или входным сигналом (например, давление, подводимое к манометру и измеряемое им); величина, измеренная на выходе первичного преобразователя, называется выходной, или выходным сигналом (например, показание манометра, отсчитываемое по шкале). Прибор может иметь один или несколько измерительных преобразователей (ИП). Прибор с унифицированным выходным сигналом состоит из первичного ИП и вторичного ИП, преобразующего естественную выходную величину (перемещение, напряжение) первичного ИП в унифицированный сигнал. Обычно на выходе первичного ИП мощность выходного сигнала недостаточна для преобразования его в унифицированный сигнал, поэтому вторичный ИП комплектуется усилительными элементами.



Вторичные приборы

Вторичный прибор - устройство, воспринимающее сигнал от первичного преобразователя и преобразующее его в форму, удобную для установления результата измерения (показания стрелки на шкале, записи на диаграмме).

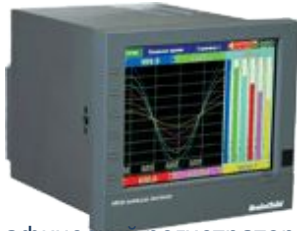
Электронные регистраторы



ПАРАГРАФ



Экограф



Графический регистратор

VR18



Двенадцатиканальный
бумажный регистратор
Технограф-160



Видеографический регистратор «Экограф-Т»

Приборы пневматические



ПКР.1



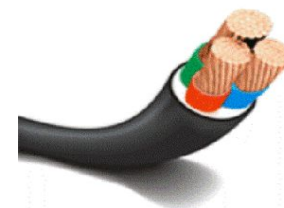
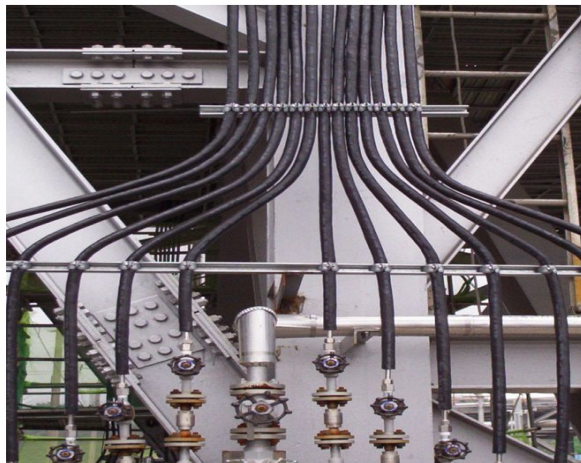
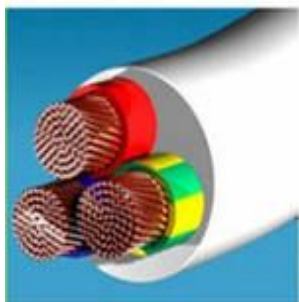
ПВ10.1Э

ФК0071 и ФК0072



Вторичные приборы Канал связи

Канал связи, представляющий собой комплекс технических средств, предназначен для передачи сигнала от первичного преобразователя ко вторичному прибору и выполняется в виде трубки для передачи пневматического и гидравлического сигналов или провода для передачи электрического сигнала. Каналы связи оказывают существенное влияние на качество работы приборов: большая длина пневматических трубок увеличивает запаздывание показаний прибора; сопротивление проводов, соединяющих термометр сопротивления с прибором, влияет на результат измерения,



Вторичные приборы

Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации (ГСП)

По роду вспомогательной энергии сигналов, а также виду сигналов приборы и средства автоматизации делятся на 5 групп, которые называются ветвями:

- электрическую аналоговую;
- электрическую дискретную;
- пневматическую;
- гидравлическую;
- приборов и устройств без источников вспомогательной энергии.

Электрическая аналоговая ветвь является системой, в которой энергетическим сигналом информации служит непрерывный электрический сигнал. Система состоит из устройств для получения информации (преобразователей), приборов и устройств для преобразования, хранения и обработки информации, называемых центральной частью ветви. В центральной части значительное место занимают вторичные приборы: индикаторные, показывающие и регистрирующие, интеграторы, приборы системы «по вызову». Пределы изменения токовых сигналов постоянного тока выбираются из ряда значений 0-10 мВ. При использовании переменного тока изменение сигнала выбирается в пределах 0,1 и 0,3 В.

Электрическая дискретная (цифровая) ветвь является системой, в которой энергетическим носителем информации служит электрический дискретный сигнал в виде постоянного тока или направления. Дискретная ветвь состоит из различных приборов и средств автоматизации: преобразователей, блоков и устройств централизованного контроля; устройств представления информации; цифровых вычислительных устройств.

Пневматическая ветвь является системой, в которой энергетическим носителем информации служит пневматический сигнал (давление сжатого воздуха). Благодаря высокой надежности пневматической аппаратуры, простоте обслуживания, невысокой стоимости, пожаро- и взрывобезопасности приборы этой ветви получили широкое распространение в нефтехимической промышленности. Они строятся из унифицированных универсальных пневмоэлементов. Рабочий диапазон изменения входных и выходных пневматических сигналов находится в пределах 19,6-98 кПа. Номинальное давление питания 140 кПа.

По функциональным признакам каждая ветвь ГСП подразделяется на устройства, предназначенные для получения информации о состоянии процесса (преобразователи); для приема и выдачи информации в каналы связи; для преобразования, хранения и обработки информации; для использования информации в целях воздействия на процесс и связи с оператором; для одновременного выполнения нескольких из перечисленных функций.

Вторичные приборы Монтаж приборов

