



УЧЕБНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Наименование:

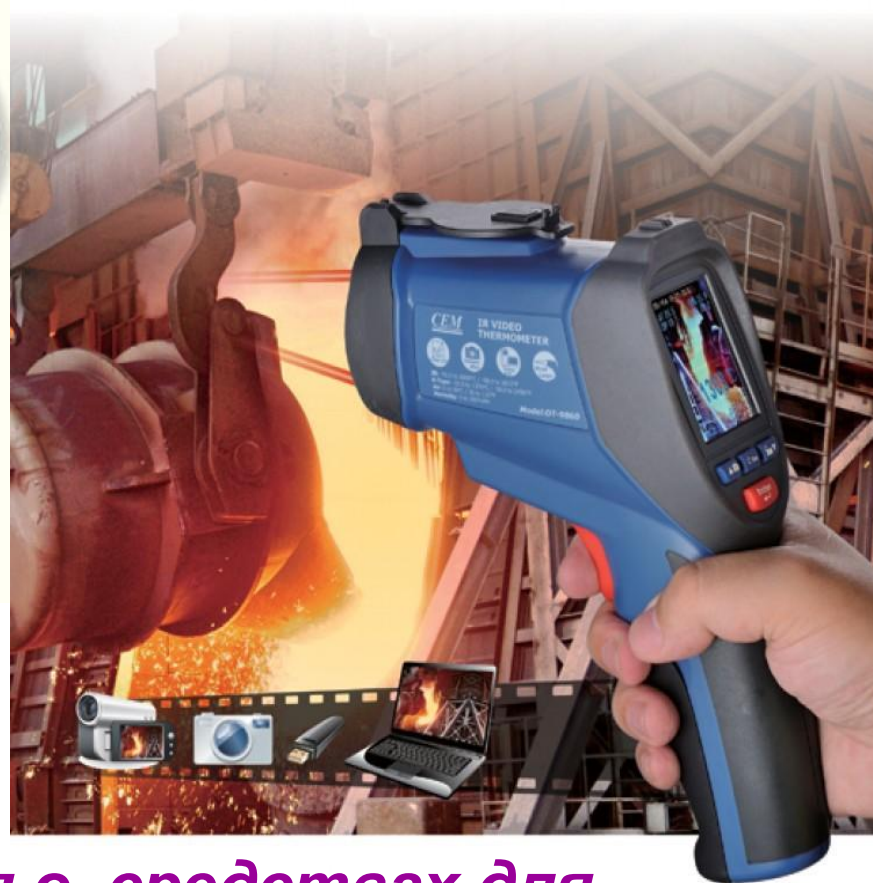
Средства для измерения, контроля давления
и
температуры

***Курс:* Безопасная эксплуатация объектов
газопотребления БМЗ**

***Код:* УЭ 840-УЦ-087-2016**



Учебный элемент предназначен для персонала эксплуатирующего газопотребляющие агрегаты.



Цель – дать общие понятия о средствах для измерения, контроля давления и температуры.



РАЗДЕЛ I

«Средства для измерения и контроля давления»

Давление - величина, характеризующая интенсивность сил действующих на поверхность тела по направлениям, перпендикулярным к этой поверхности.

За единицу давления в **СИ** принят паскаль (Па).

Размер единицы давления Па очень мал, его значение соответствует давлению столба воды высотой 0,1 мм. Поэтому на практике применяются единицы давления, кратные 1 Па, которые образуются добавлением к наименованию паскаль приставок, узаконенных СИ: килопаскаль (кПа), мегапаскаль (МПа) и гигапаскаль (ГПа).



Численно указанные единицы давления

$$\underline{1 \text{ кПа} = 1 \cdot 10^3 \text{ Па};}$$

$$\underline{1 \text{ МПа} = 1 \cdot 10^6 \text{ Па};}$$

$$\underline{1 \text{ ГПа} = 1 \cdot 10^9 \text{ Па}.}$$

В технически обоснованных случаях допускается также применение других кратных единиц, которые образованы добавлением приставок, предусмотренных СИ:

декапаскаль (даПа);

гектопаскаль (гПа).

Соответственно:

$$\underline{1 \text{ даПа} = 10 \text{ Па},}$$

$$\underline{1 \text{ гПа} = 1 \cdot 10^2 \text{ Па}.}$$

манометр судовой





Наряду с единицами давления СИ у нас, а также за рубежом в настоящее время применяются единицы давления, которые должны быть изъяты по мере перехода на СИ.

Наиболее близка к СИ единица давления бар (бар), размер которой очень удобен для практики

$$(1 \text{ бар} = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}).$$

Широко применяются также дольные и кратные значения этой единицы — миллибар (мбар) и килобар (кбар) :

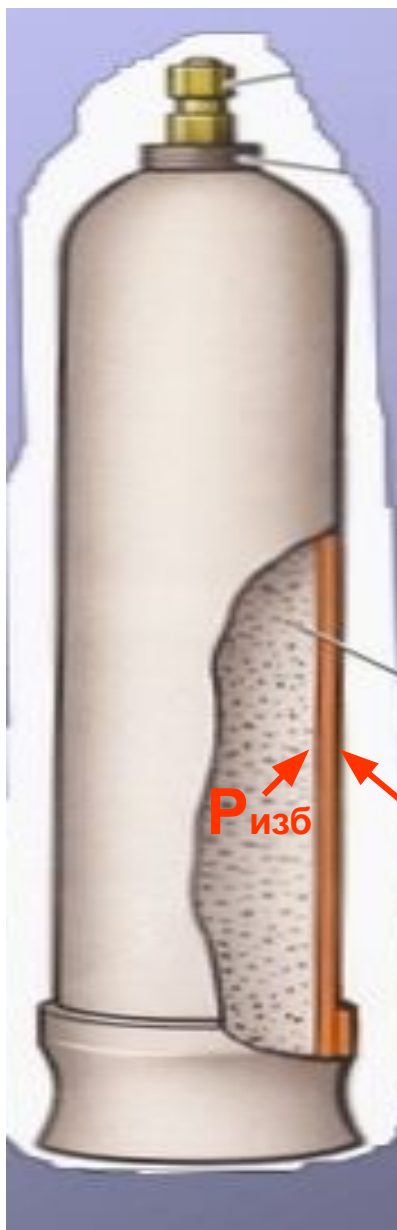
$$1 \text{ мбар} = 1 \cdot 10^2 \text{ Па},$$

$$1 \text{ кбар} = 1 \cdot 10^8 \text{ Па}.$$



Необходимо различать давление абсолютное и избыточное.

Абсолютное давление - сумма избыточного и атмосферного давлений, то есть давление в сосуде, плюс давление окружающей среды (атмосферы). Это давление отсчитывают от нуля (полного вакуума).



$$P_{\text{абс.}} = P_{\text{изб.}} + P_{\text{атм.}}$$

$P_{\text{абс.}}$ – абсолютное давление

$P_{\text{изб.}}$ – избыточное давление

$P_{\text{атм.}}$ – атмосферное давление



Избыточное давление - давление в сосуде, закрытом от атмосферы (баллон, котлы и т. п.), без учёта давления окружающей среды (атмосферы). Часто избыточное давление называют **манометрическим**.

Избыточное давление – разность между абсолютным и барометрическим давлениями.

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



Вакуум (разряжение) – разность между барометрическим (атмосферным) и абсолютным давлениями.

$$P_{\text{разряж.}} = P_{\text{атм.}} - P_{\text{абс.}}$$





Средства измерений давления подразделяются на:

- манометры - приборы, измеряющие давление выше атмосферного (избыточное давление);
- вакуумметры - приборы, измеряющие давление ниже атмосферного (разреженное состояние газов);
- мановакуумметры - приборы, измеряющие как избыточное давление, так и разрежение (измеряют абсолютное давление). Приборы имеют шкалу с нулем посередине.



- напоромеры - приборы, измеряющие низкие величины избыточных давлений примерно 25 кПа;

- тягомеры - приборы, измеряющие малые разрежения до 25 кПа;

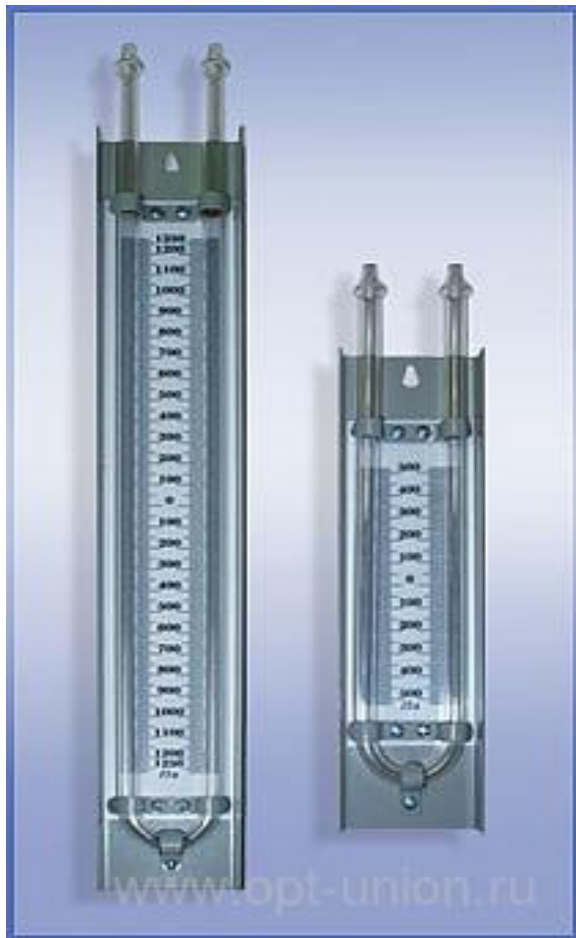
тягонапоромеры - приборы, измеряющие как давление, так и разрежение. Приборы имеют шкалу с нулем посередине;

- барометры – приборы измеряющие атмосферное давление;

- дифференциальные приборы – приборы измеряющие разность давлений.



По принципу действия все приборы для измерения давления можно разделить на следующие:



Жидкостные

Приборы, в которых измеряемое давление уравнивается весом столба жидкости, а изменение уровня жидкости в сообщающихся сосудах служит мерой давления. Диапазон измерения - 10 - 105 Па. Жидкостные манометры применяют в основном при определении давления в лабораторных условиях.

Манометр U-образный жидкостный



Устройство жидкостного манометра представляют собой U-образную трубку, заполненную жидкостью с большим удельным весом, чем жидкость, в которой измеряется гидростатическое давление. Обычно этой жидкостью является ртуть. В этом случае размеры прибора удается уменьшить. Для измерения разности давлений в двух сосудах может быть применен дифференциальный манометр, который является разновидностью ртутного (жидкостного) манометра.

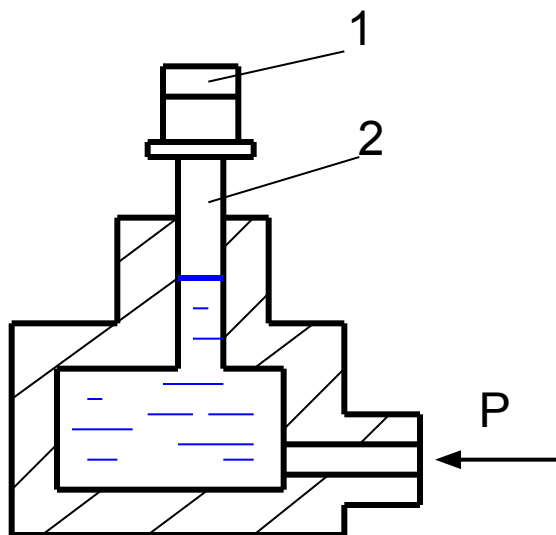


избыточное давление (P),
которое равно $P = \rho g h$ - где
 h - высота столба жидкости;
 ρ - плотность жидкости;
 g - ускорение силы тяжести.



Поршневые

Приборы, в которых измеряемое давление уравнивается усилием, создаваемым калиброванными грузами (1), воздействующими на свободно передвигающийся поршень (2). Основной частью прибора является вертикальная колонна, в цилиндрическом канале которой находится поршень. Наиболее распространены манометры с неуплотненным поршнем. Между ним и цилиндром имеется небольшой зазор, пространство под поршнем заполнено специальным маслом, которое под давлением поступает в зазор и обеспечивает смазку трущихся поверхностей.



Грузопоршневой манометр

При измерении давления для уменьшения трения между цилиндром и поршнем последний электродвигателем или вручную приводится во вращение. Манометры этого типа отличаются высокой точностью и широким диапазоном измерений (от 0,098 до 980 МПа).

Поршневые манометры имеют верхние пределы измерения 0,25; 0,6; 6; 25; 60; 250 МПа и классы точности 0,02 или 0,05. Высокая точность этих приборов требует хорошего ухода за ними и тщательного соблюдения правил эксплуатации.



Отдельную группу представляют *жидкостные манометры*, в которых перемещение жидкости в сосуде передается чувствительному элементу – поплавку, колоколу, или кольцу, связанному со стрелкой - указателем давления. Достоинства этих приборов - возможность регистрации показаний на диаграмме и их дистанционная передача.

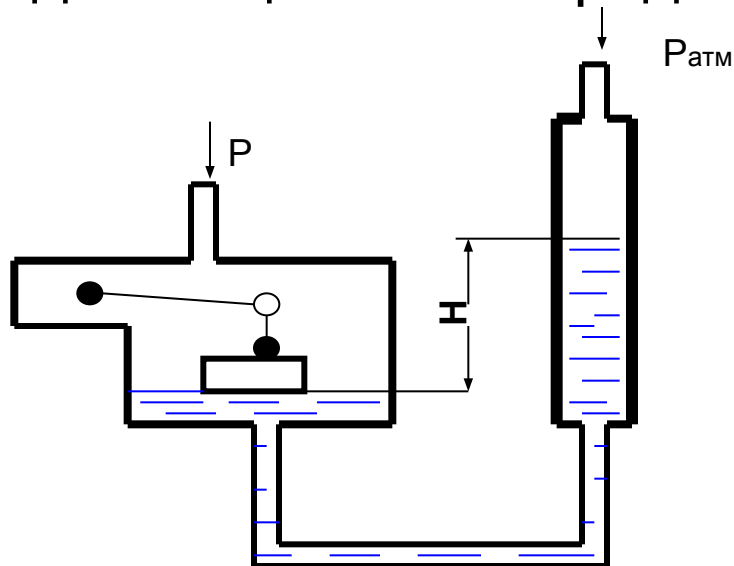


Схема поплавкового манометра

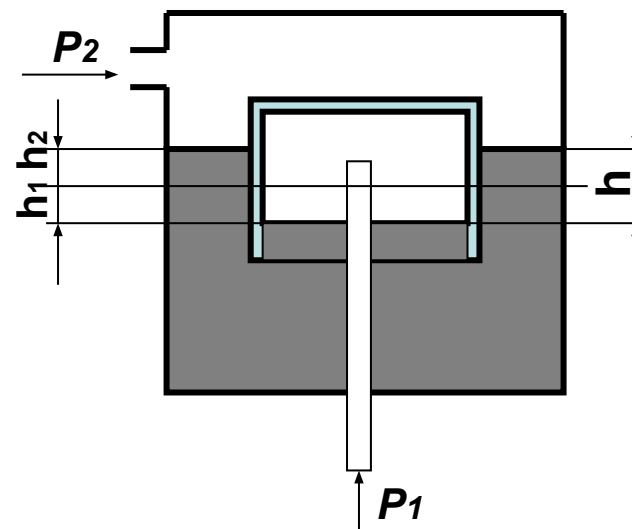
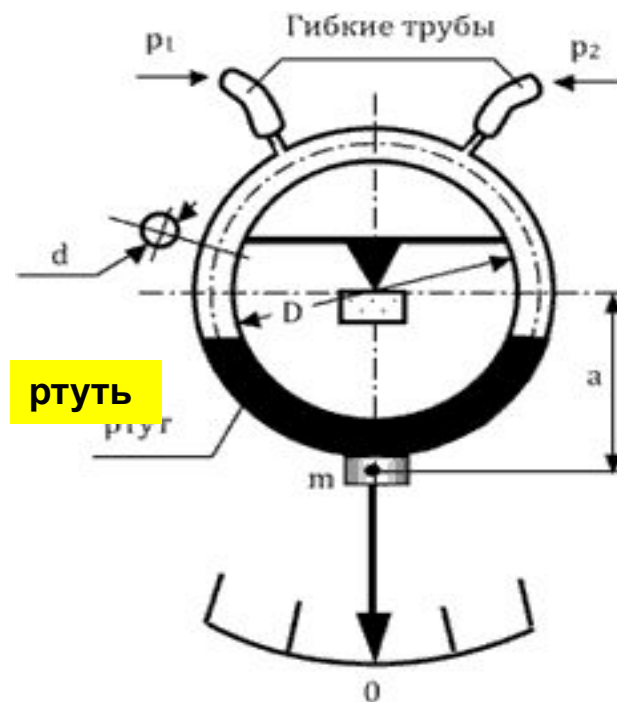
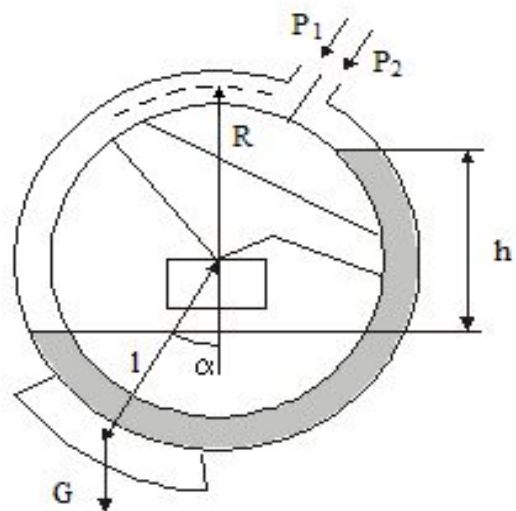


Схема колокольного дифманометра



Кольцевой манометр



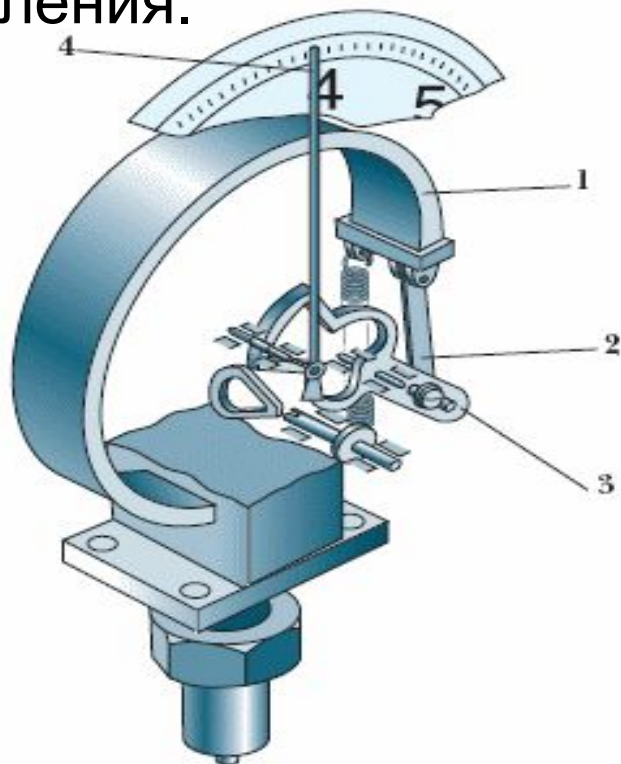
Деформационные

Составляют обширную группу приборов для технических измерений. Действие их основано на измерении величины деформации различных видов упругих элементов: *пружин*, *сильфонов*, *мембран* и др. Деформация упругого элемента преобразуется передаточными механизмами в угловое или линейное перемещение указателя по шкале прибора или других устройств. Существенными достоинствами деформационных приборов являются надежность, простота устройства, большой предел измерения, возможность применения дистанционной передачи и автоматической записи показаний.



Пружинные

Пружинными приборами называются приборы, в которых измеряемое давление уравновешивается силами упругости пружины, деформация которой служит мерой давления.



К этой группе относятся разнообразные приборы, отличающиеся по виду пружин (**мембраны, сильфоны, манометрические трубки**). Благодаря простоте конструкции и удобству пользования пружинные приборы получили широкое применение в технике.

1 – трубчатая пружина (трубка Бурдона); 2 – рычаг передаточного механизма; 3 - передаточный механизм; 4 – стрелка и шкала отсчетного устройства.

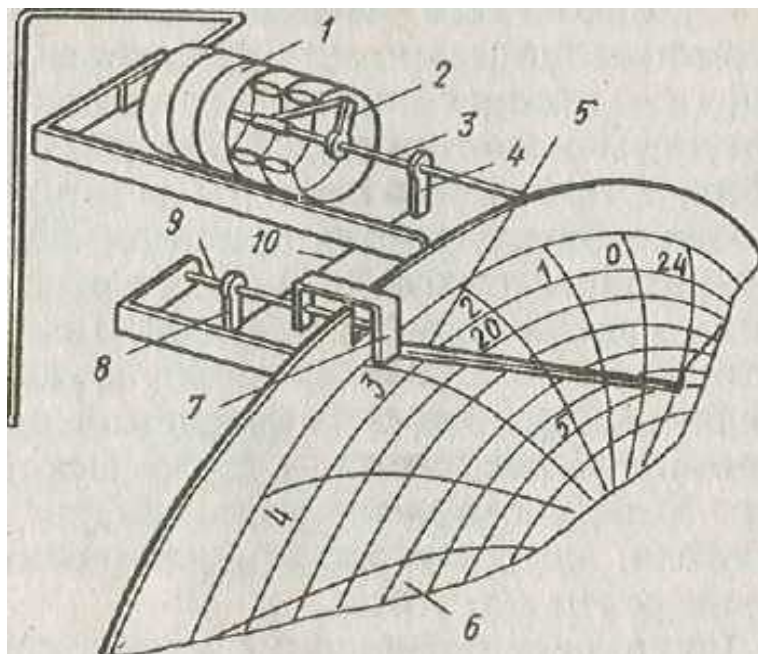


Трубчатые

Манометры с трубчатой пружиной отличаются формой упругого элемента, имеющего вид цилиндрической (винтовой) спирали, изготовленной из плоской трубки. Такую конструкцию упругого чувствительного элемента можно рассматривать как ряд одновитковых пружин, соединенных последовательно, что позволяет получить значительное перемещение свободного конца трубки, улучшающие условия автоматической записи и дистанционной передачи. Манометры с трубчатой пружиной выпускаются в основном как самопишущие для передачи показаний на расстояние. Максимальное давление до 15,6 МПа.



Манометр с трубчатой пружиной предназначен для измерений давления газообразных и жидких, не вязких и не кристаллизирующихся сред, не агрессивных по отношению к медным сплавам (вода, пар, газ, масло, керосин, бензин, дизельное топливо).



- 1- пяти витковая пружина
- 2 - рычаг
- 3 - ось
- 4 - рычаг
- 5 – стрелка с пером
- 6 – бумага для записи
- 7 - мост
- 8 - рычаг
- 9 – ось
- 10 - тяга



Мембранные

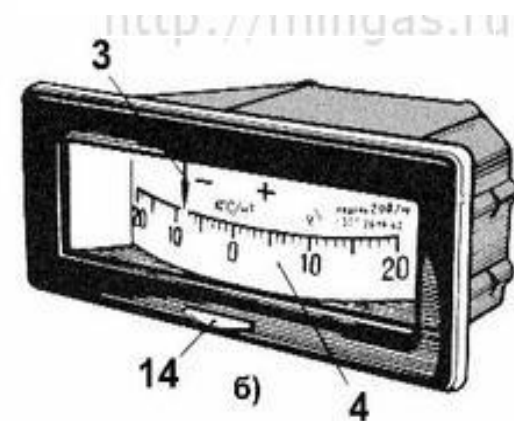
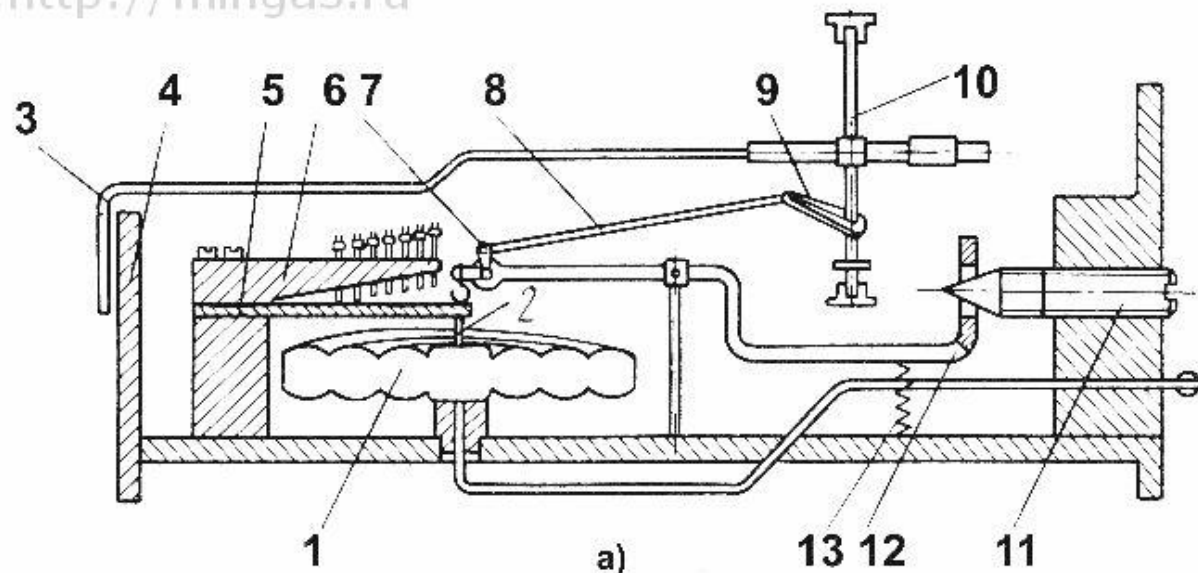
В мембранных манометрах в качестве чувствительных элементов используются эластичные упругие мембраны, деформация которых преобразуется передаточными механизмами в угловое или линейное перемещение указателя по шкале прибора. Эластичные мембраны представляют собой плоские или гофрированные диски, зажатые между фланцами. Материалами для эластичных мембран служат капроновые пленки, тефлон, прорезиненные ткани и другие материалы, обладающие необходимой механической прочностью, устойчивостью к воздействию агрессивных сред, эластичностью при значительных изменениях температур (от -50 до +50 °С).

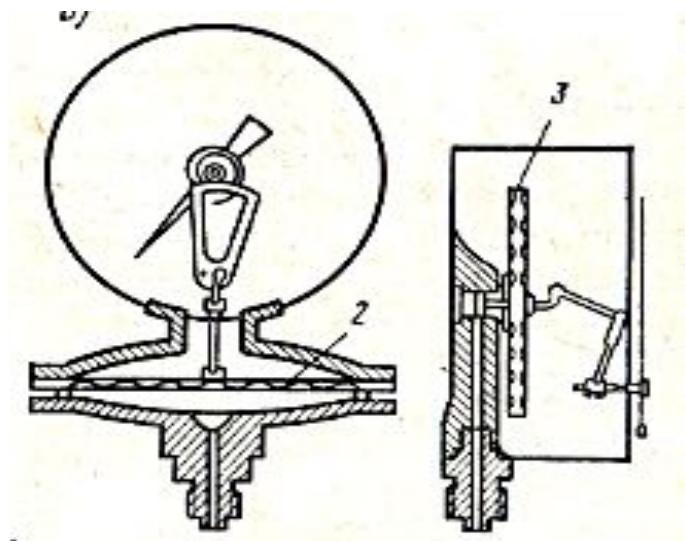


Мембранные манометры применяются для измерения небольших избыточных давлений (**0,04 МПа**) жидких, газообразных и особенно вязких сред (сахарный сироп, сусло, купажи, масло, мазут и др.).

Устройство мембранного напоромера (а) и тягонапоромера (б):

1 — мембранная коробка; 2 — штифт; 3 — стрелка; 4 — шкала; 5, 13 — пружины; 6 — кронштейн; 7, 9, 12 — рычаги; 8 — тяга; 10 — ось; 11 — регулирующий винт; 14 — корректор нуля.





В мембранных манометрах упругой деталью является плоская мембрана 2, которая под действием давления прогибается и через передаточный механизм действует на стрелку.



Мембранный манометр 432/50

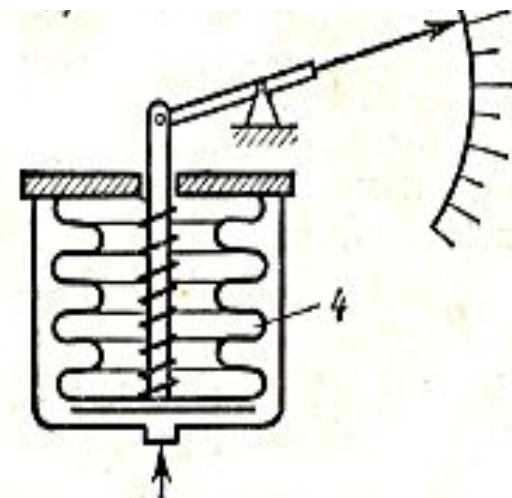
Мембрана может быть выполнена также в виде коробки 3, что повышает чувствительность и точность прибора за счет большего ее прогиба при одинаковом давлении.



Сильфонные

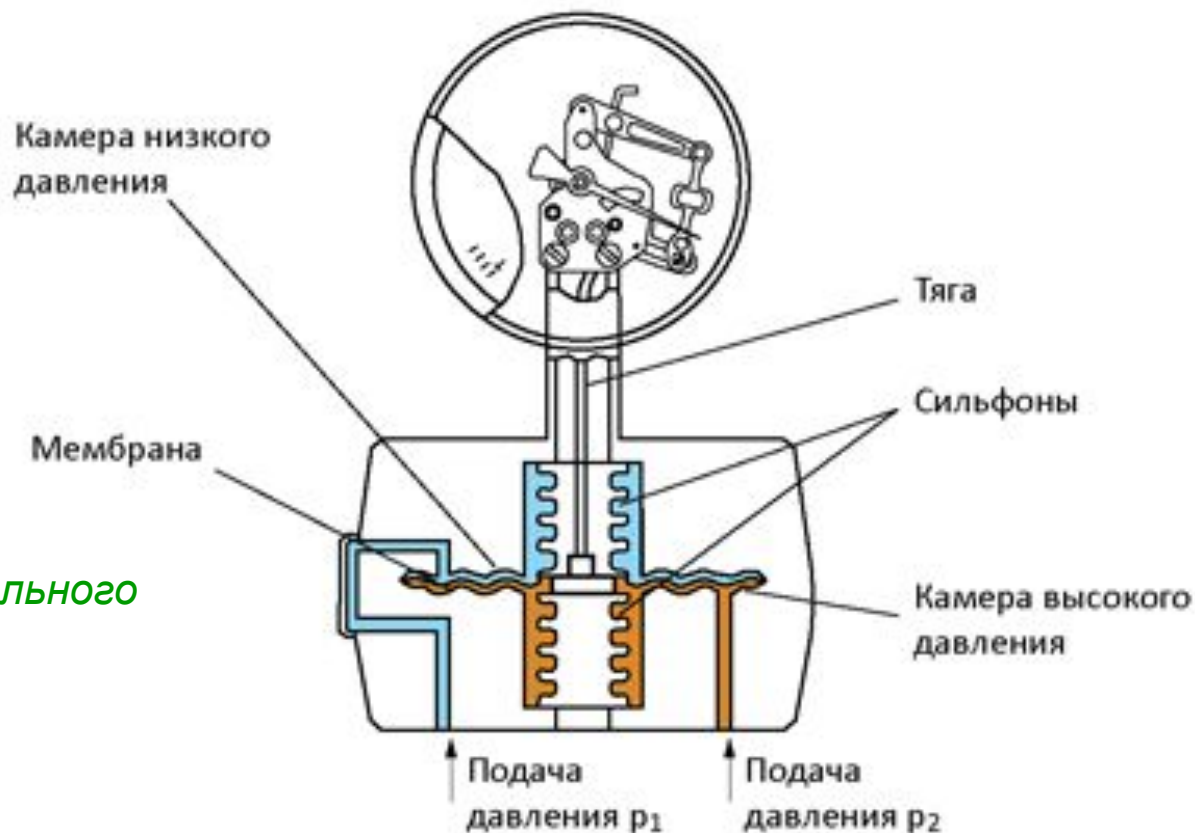
В сильфонных манометрах упругим чувствительным элементом является сильфон, представляющий собой цилиндрический тонкостенный сосуд с кольцевыми складками (гофрами). Для увеличения жесткости часто внутри сильфона помещают винтовую цилиндрическую пружину, которая преобразует давление входа в давление выхода. Сравнительно большой рабочий ход сильфонов позволяет применять их в самопишущих приборах.

Сильфонный манометр





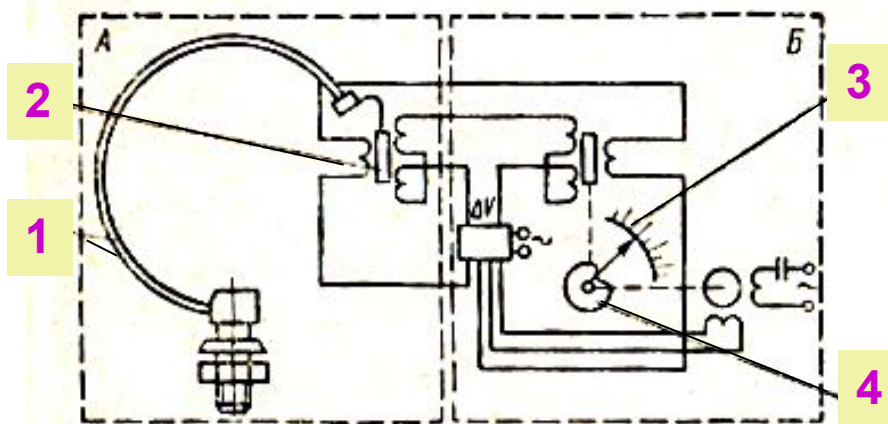
В сильфонных манометрах упругой деталью является сильфон **4**, в который подается измеряемое давление. Под его влиянием сильфон растягивается в длину и через передаточный механизм перемещает стрелку прибора.



Устройство дифференциального манометра



Дифференциально трансформаторный преобразователь



Дифференциально трансформаторный преобразователь

Это осуществляется преобразованием деформации упругого элемента в электрический выходной сигнал, который фиксируется вторичными электроизмерительными приборами, проградуированными в единицах давления (миллиамперметрами, потенциометрами и др.).

Одно из важных достоинств деформационных манометров по сравнению с жидкостными - возможность автоматической записи и дистанционной передачи показаний.



Такие манометры называют *деформационными электрическими*. Наиболее распространены дифференциально-трансформаторные, магнитомодуляционные и тензометрические преобразователи.

В манометрах с таким преобразователем трубчатая пружина **1** перемещает не стрелку, а стальной сердечник **2** в катушке трансформатора, в результате чего меняется сила индукционного тока, который через электронный усилитель сигнала **4** подается на электроизмерительный прибор **3**.

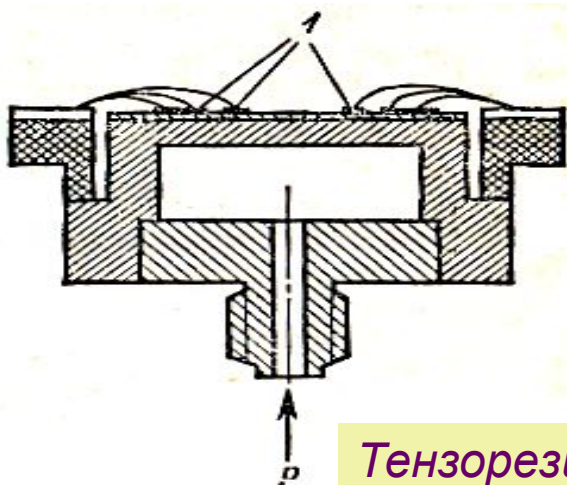


мановакуумметр электроконтактный



Магнитомодуляционный преобразователь давления

В магнитомодуляционных преобразователях давление преобразуется в сигнал постоянного тока в результате перемещения магнита, связанного с упругим чувствительным элементом. При движении магнит оказывает влияние на магнитомодуляционный преобразователь (ММП) и после усиления в полупроводниковом усилительном устройстве сигнал подается на вторичные приборы постоянного тока.



Тензометрические преобразователи основаны на зависимости электросопротивления металла или полупроводника тензорезисторов от деформации.

Тензорезистор



Тензорезисторы **1** закрепляются непосредственно на упругом чувствительном элементе манометра. Изменение их сопротивления преобразуется в электрический выходной сигнал, фиксируемый вторичными приборами.



*Манометр
электроконтактный*

Электрические манометры

Принцип действия пьезоэлектрических манометров основан на пьезоэлектрическом эффекте, сущность которого состоит в возникновении электрических зарядов на поверхности сжатой кварцевой пластины, которая вырезается перпендикулярно электрической оси кристаллов кварца.



Виды манометров по назначению

По назначению разделяют следующие виды манометров:

- технические**: предназначены для измерения не агрессивных к сплавам меди жидкостей, газов и паров;
- электроконтактные**: в конструкции имеют специальные группы электрических контактов (обычно 2);
- виброустойчивые**: применяются в условиях высоких вибраций;
- взрывозащищенные**: в корпусе из взрывоустойчивых сплавов на основе алюминия;
- коррозионностойкие**: для эксплуатации в особо жестких условиях, имеют высокий класс пылевлагозащиты;



аммиачные: используются для измерения давления агрессивных газов и жидкостей;

судовые манометры: предназначены для эксплуатации на речном и морском флоте;

железнодорожные: предназначены для эксплуатации на Ж/Д транспорте;

самопишущие: манометры в корпусе, с механизмом позволяющим воспроизводить на диаграммной бумаге график работы манометра;

для нефтегазовых скважин: применяются для измерения давления внутри нефтяных и газовых скважин на большой глубине;

сверхвысокое давление: предназначены для измерения сверхвысокого избыточного давления агрессивных некристаллизующихся сред.



По признаку метрологического назначения манометры можно разделить на три группы:

технические (рабочие);

лабораторные (контрольные);

образцовые, служащие для поверки других манометров.

Класс точности

Под классом точности прибора понимают предельное значение допустимых основных и дополнительных погрешностей его, выраженное в процентах от диапазона измерений данного прибора. Установлен следующий ряд классов манометров: 0,005; 0,02; 0,05; 0,15; 0,25; 0,4; 0,6; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0.



Поверка деформационных манометров

Поверка деформационных приборов производится для определения их пригодности к применению и установления класса точности как при выпуске прибора из производства, так и периодически во время применения или хранения.

Поверка технических (рабочих) манометров выполняется не реже одного раза в год и включает:

- внешней осмотр для обнаружения явного брака (повреждений корпуса, нарезки ниппеля, шкалы, указательной стрелки и других элементов приборов);
- определение погрешности и вариации рабочих приборов.



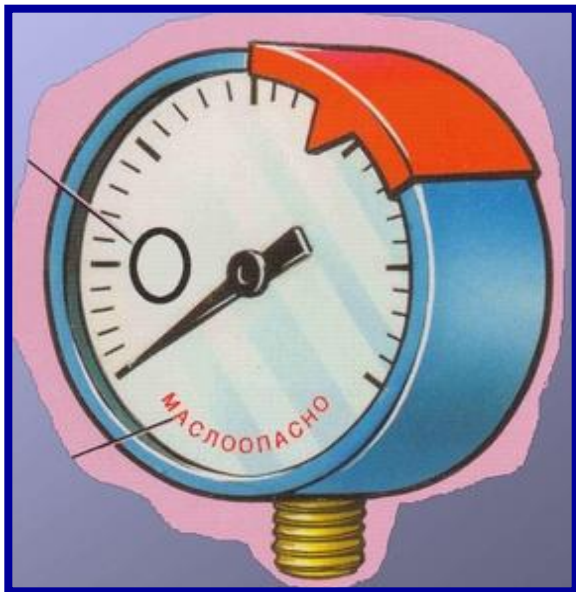
Требования к манометрам

Манометр должен выбираться с такой шкалой, чтобы предел измерения рабочего давления находился во второй трети шкалы.

Манометр должен быть установлен так, чтобы его показания были отчетливо видны обслуживающему персоналу.

На шкале манометра владельцем сосуда должна быть **нанесена красная черта**, указывающая рабочее давление в сосуде.

Взамен красной черты разрешается прикреплять к корпусу манометра металлическую пластину, окрашенную в красный цвет и плотно прилегающую к стеклу манометра.



Манометры должны иметь класс точности не ниже 1,5.

Проверка манометров с их опломбированием или клеймением должна производиться не реже одного раза в 12 месяцев на стендах в специальных лабораториях.

Ставятся дата поверки и дата последующей поверки. На клейме указывается число, месяц, год.

Кроме того, не реже одного раза в 6 месяцев должна производиться дополнительная проверка рабочих манометров контрольным манометром с записью результатов в журнал контрольных проверок.



При отсутствии контрольного манометра допускается дополнительную проверку производить проверенным рабочим манометром, имеющим с проверяемым манометром одинаковую шкалу и класс точности.

Посадка на «ноль» - не реже одного раза в 15 дней. Стрелка при его отключении должна возвращаться к нулевому показанию шкалы на величину, не превышающую половину допускаемой погрешности для данного прибора.

Порядок и сроки проверки исправности манометров обслуживающим персоналом в процессе эксплуатации объектов газопотребления должны определяться Инструкцией по режиму работы и безопасному обслуживанию объектов газопотребления.



Манометр не допускается к применению в случаях, когда:

- Отсутствует пломба или клеймо с отметкой о проведении поверки;
- Просрочен срок поверки;
- Стрелка при его отключении не возвращается к нулевому показанию шкалы;
- Разбито стекло или имеются повреждения, которые могут отразиться на правильности его показаний.



РАЗДЕЛ II

«Средства для измерения и контроля температуры»

Термометры расширения

Термометры расширения подразделяются на:

- жидкостные термометры,
- дилатометрические термометры,
- биметаллические термометры.

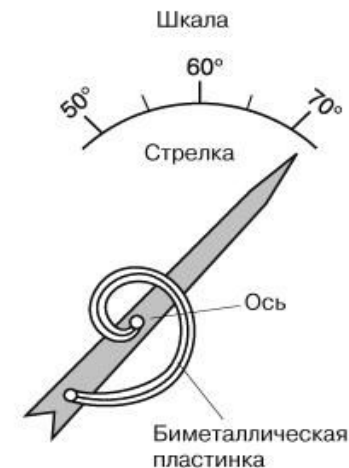
Жидкостные термометры

Принцип действия жидкостных термометров основан на свойствах теплового расширения термоэлектрического вещества при изменениях температуры.

Энциклопедия
Словари
www.enc-dic.com

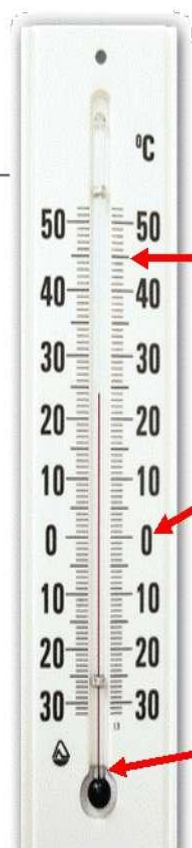


а



б

а – жидкостной термометр; б -биметаллический термометр



Устройство термометра

шкала

граница между градусами
тепла и холода

стеклянная трубка,
наполненная жидкостью

Определение температуры в данном случае происходит по величине видимого изменения объёма жидкости в капиллярной трубке. В качестве термометрической жидкости применяется **ртуть**, **этиловый спирт**, **керосин**, **толуол**, **пентан**. Диапазон измерения температур составляет от -100 до +600°C.

К недостаткам жидкостных термометров относится их хрупкость, возможность загрязнения окружающей среды, непригодность для ремонта. Для защиты от механических повреждений для термометров разработаны защитные арматуры.



Дилатометрические термометры

Принцип действия дилатометрических термометров основан на преобразовании изменений температуры в разность удлинений двух твердых тел, обусловленную различием их температурных коэффициентов линейного расширения. Диапазон измерения температур составляет от **-30 до +1000°С**.

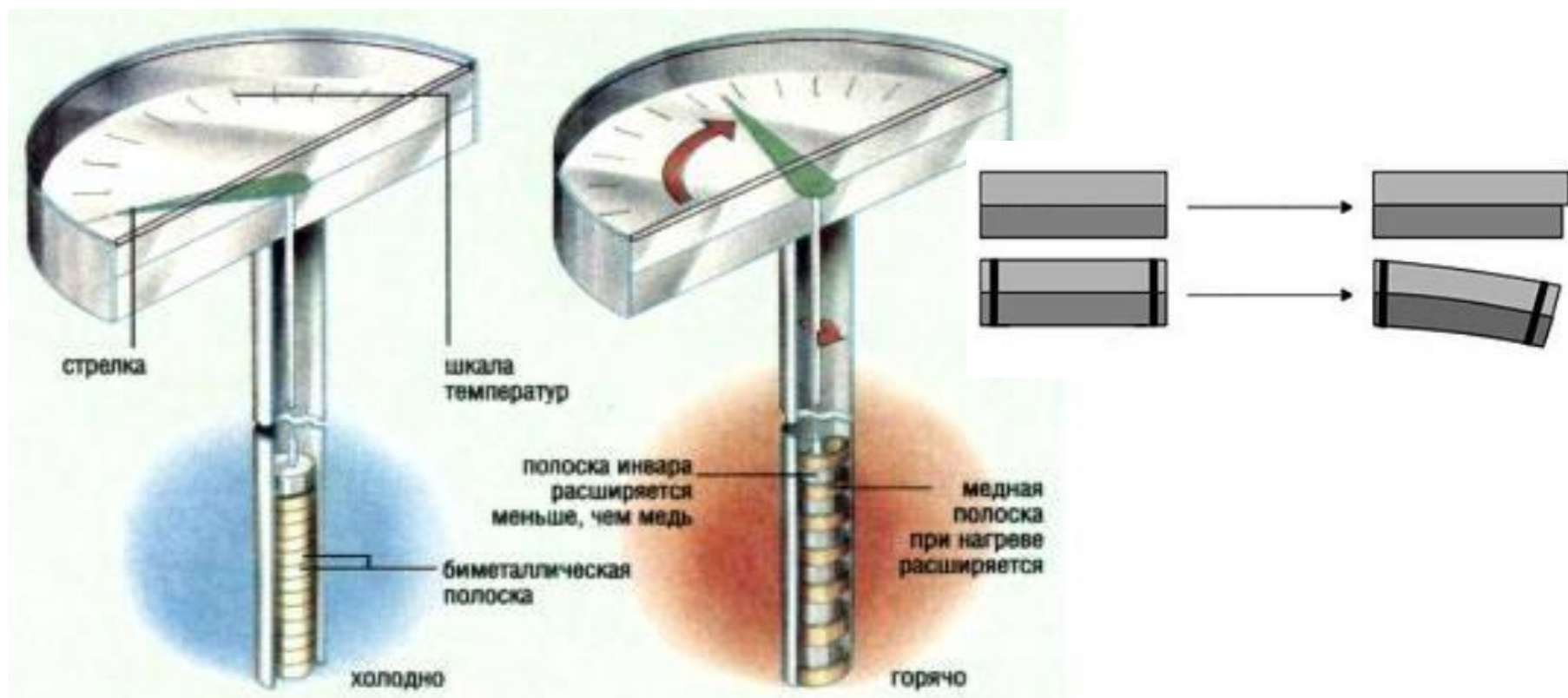
Биметаллические термометры

Принцип действия биметаллических термометров основан на преобразовании изменений температуры в изгиб пластин, состоящих из двух металлов с разными температурными коэффициентами расширения. Диапазон измерения температур составляет от **-100 до +600°С**.



Термометры, основанные на расширении твердых тел

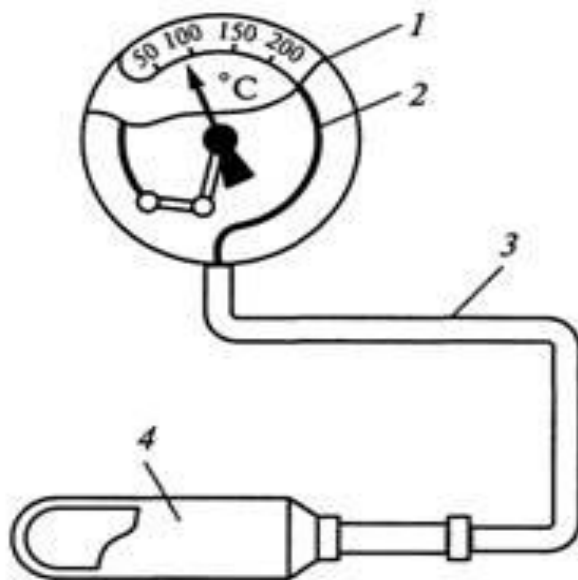
- Дилатометрические
- Биметаллические





Манометрические термометры

Принцип действия манометрического термометра основан на зависимости давления газа, жидкости или насыщенного пара в замкнутом объеме от температуры. Эти термометры применяются во взрывоопасных производствах и служат для измерения температуры в диапазоне от -200°C до 600°C.



Конструктивно термометр состоит из **термобаллона 4**, погружаемого в измеряемую среду (возможна его установка в защитной гильзе), **измерительного прибора 1**, **2** пружины и соединяющего их **капилляра 3**.



Термобаллон – это металлическая трубка, закрытая с одного конца, и соединенная с капилляром с другого. При нагреве увеличивается давление рабочего вещества, находящегося в баллоне, это давление через капилляр передается манометрической пружине. Пружина с одной стороны сообщается с рабочим веществом, с другой стороны соединена с указывающей стрелкой. Под действием давления пружина распрямляется, вызывая пропорциональное движение стрелки. Соединительная трубка выполнена из стали или меди, диаметром до 0,5 мм, длиной до 40 м.

В зависимости от среды, которая находится в баллоне, манометрические термометры делят на газовые, конденсационные и жидкостные.



Манометрический
термометр

Выбор типа манометра термометра зависит от диапазона измеряемой температуры и условий измерения. Газовые манометрические термометры применяются для измерения температур в интервале от -200 до 600 °С.

В качестве наполнителя используется гелий (при низких температурах), азот (при средних температурах) или аргон (при высоких температурах).

Класс точности газовых термометров 1 или 1.5. Они могут выпускаться показывающими или самопишущими, могут снабжаться дополнительными устройствами.



Конденсационные манометрические термометры

используются для измерения температур в интервале от -25 до 300 °С. Термобаллон термометра примерно на 3/4 заполнен жидкостью с низкой температурой кипения, а остальная часть заполнена насыщенным паром этой жидкости.



Капилляр и манометрическая пружина также заполнены жидкостью. Количество жидкости в термобаллоне должно быть таким, чтобы при максимальной температуре не вся жидкость переходила в пар.

Термометр манометрический ART-02



В качестве термометрических жидкостей используется *фреон-22* (при низких температурах), *метил хлористый*, *этил хлористый*, *ацетон*, *толуол*, *спирт* (в порядке возрастания пределов измерения). Конденсационные термометры выпускаются показывающими, дополнительно они могут оснащаться электроконтактными устройствами. Класс термометров 1 или 1,5.

Жидкостные манометрические термометры находят небольшое распространение. Они используются для измерения температур в интервале от -50 до 300 °C.





В качестве термометрических жидкостей используется жидкость силиконовая [ПМС-5](#) при низких температурах и жидкость [ПМС-10](#) при высоких.

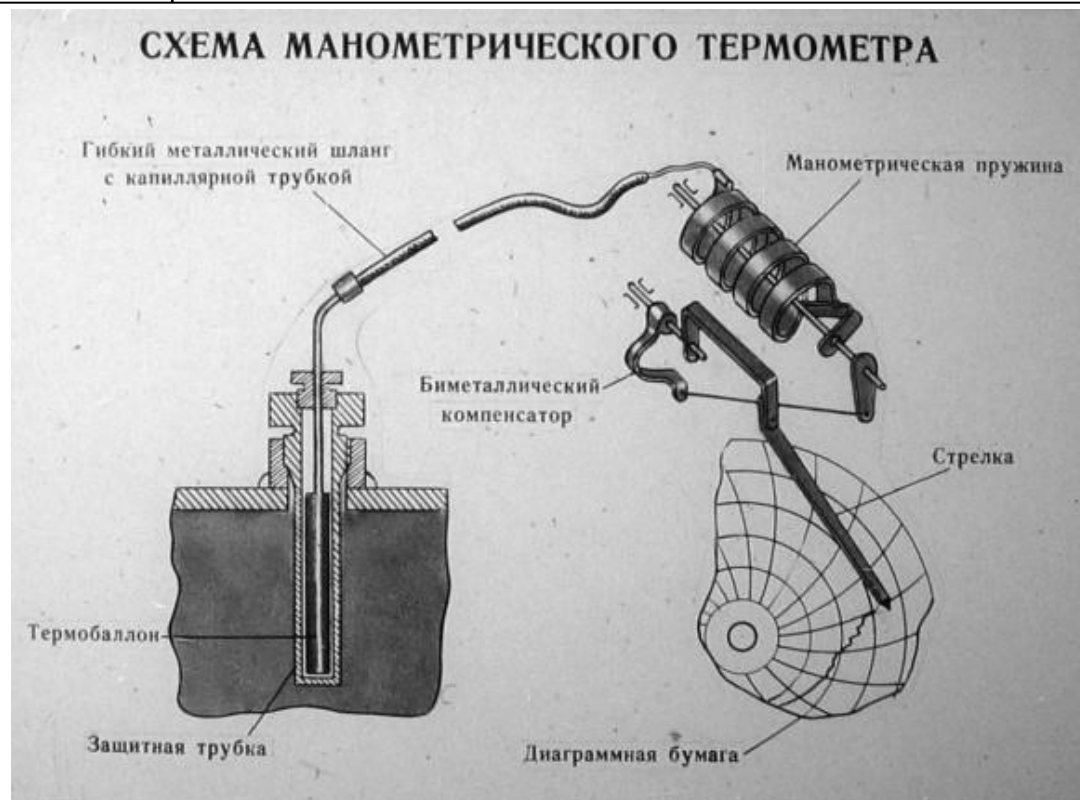
Жидкостные термометры выпускаются показывающими класса [1](#) или [1,5](#).

[Достоинствами манометрических термометров](#)

являются:

сравнительная простота конструкции и применения, возможность дистанционного измерения температуры и возможность автоматической записи показаний.





К недостаткам манометрических термометров относятся: относительно невысокая точность измерения, небольшое расстояние дистанционной передачи показаний, трудность ремонта при разгерметизации измерительной системы и большая тепловая инерция вследствие значительных размеров термобаллона.



Электрический термометр сопротивления

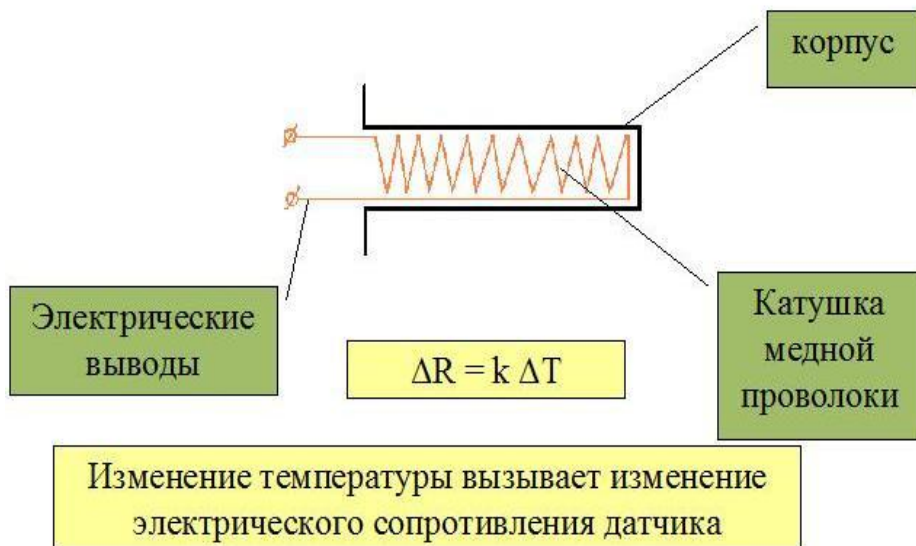
Приборы или устройства, служащие для измерения температур и состоящие из электроизмерительного прибора с подключенным к нему термометром сопротивления, называются электрическими термометрами сопротивления. Электрические термометры широко применяются в промышленности для измерения температур в пределах от -260° до 750° С. Принцип действия термометров сопротивления основан на свойстве веществ менять свое электрическое сопротивление при изменении температуры.



Как показывает практика, большинство чистых металлов при нагреве на $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ увеличивает свое сопротивление в среднем на $0,4-0,6\text{ }\%$, а окислы металлов (полупроводники) и водные растворы солей и кислот при нагревании, наоборот, уменьшают свое сопротивление. Причем изменение сопротивления полупроводников от температуры происходит в 5-10 раз больше, чем у чистых металлов. За счет этого свойства полупроводниковых материалов наряду с термометрами сопротивления из чистых металлов широко применяются полупроводниковые терморезисторы.

ТП-2 термометр сопротивления





Термометры сопротивления из чистых металлов изготавливаются обычно в виде обмотки из тонкой проволоки на специальном каркасе.

Эту обмотку, являющуюся теплочувствительным элементом термометра, в целях предохранения от внешних воздействий заключают в защитную арматуру. При измерении температуры термометр сопротивления полностью погружают в среду, температура которой определяется.



1. Корпус
2. Термовставка
3. Нормирующий преобразователь
4. Шильдик
5. Термогильза



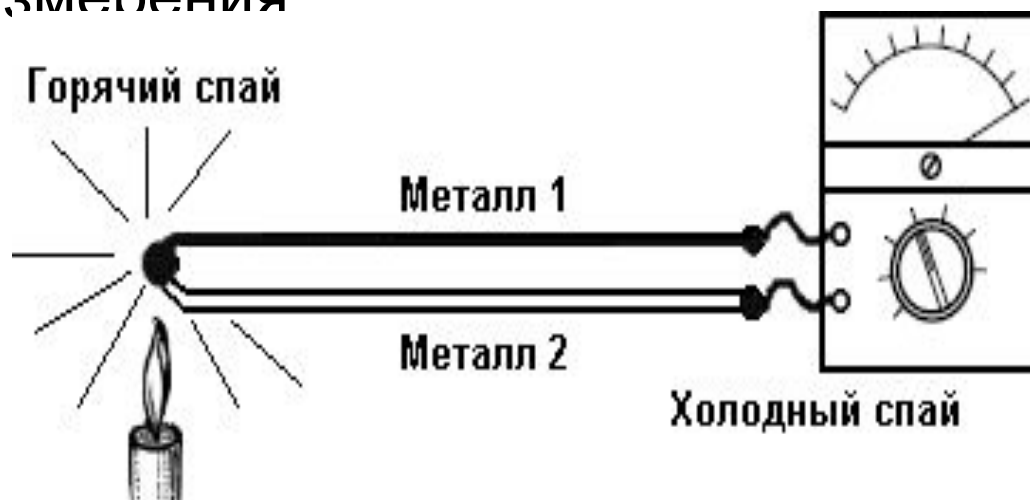


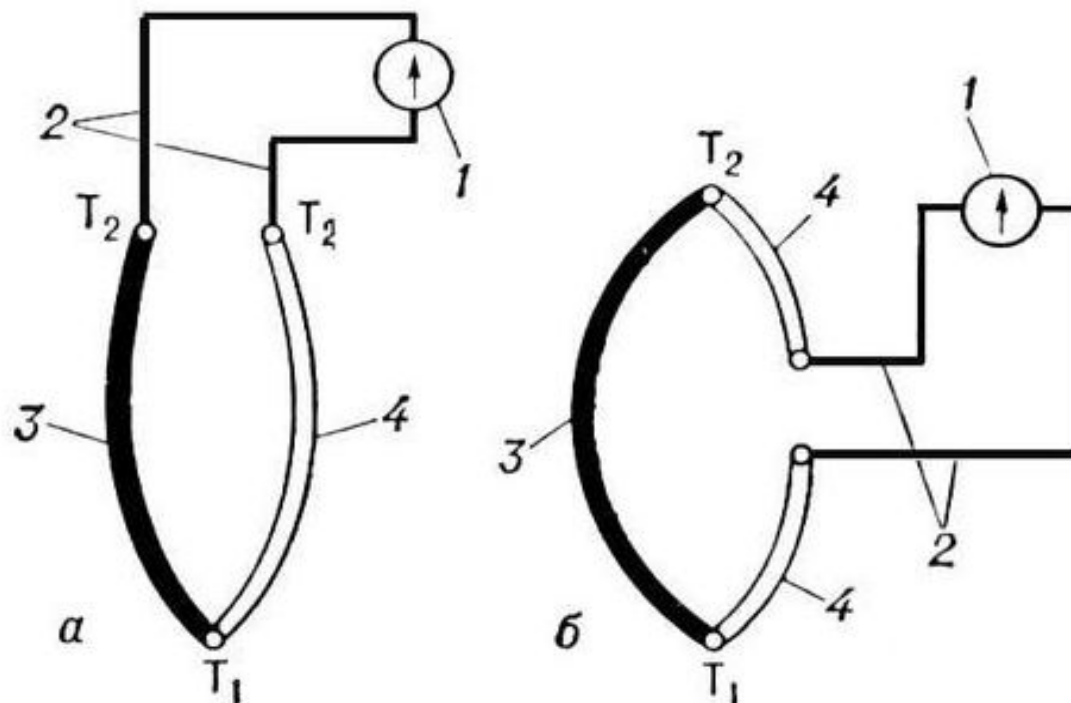
Термопара (термоэлектрический преобразователь)

Принцип работы термопары основан на обычных физических процессах. Впервые эффект, на основе которого работает данное устройство, был исследован немецким ученым Томасом Зеебеком. (adsbygoogle = window.adsbygoogle || []).push({}); Суть явления, на котором держится принцип действия термопары, в следующем. В замкнутом электрическом контуре, состоящем из двух проводников различного вида, при воздействии определенной температуры окружающей среды возникает электричество. Получаемый электрический поток и температура окружающей среды, воздействующая на проводники, находятся в линейной зависимости.



То есть чем выше температура, тем больший **электрический ток** вырабатывается термопарой. На этом и основан принцип действия термопары. При этом один контакт термопары находится в точке, где необходимо измерять температуру, он именуется **«горячим»**. Второй контакт, другими словами - **«холодный»**, - в противоположном направлении. Применение для измерения термопар допускается лишь в том случае, когда температура воздуха в помещении меньше, чем в месте измерения





Схемы включения термопары в измерительную цепь: а ~ измерительный прибор 1 подключён соединительными проводами 2 к концам термоэлектродов 3 и 4; б - в разрыв термоэлектрода 4; T_1 , T_2 - температура "горячего" и "холодного" контактов (спаев) термопары.



Виды термопар

Хромель-алюминиевые термопары Их отличительными особенностями можно назвать довольно низкую цену и огромный диапазон измеряемой температуры. Они позволяют зафиксировать температуру от **-200 до +1000** градусов Цельсия.

Хромель-копелевые термопары Но эти устройства работают в основном в жидкости либо газообразной среде, обладающей нейтральными, неагрессивными свойствами. Верхний температурный показатель не превышает **+800** градусов Цельсия.



Железо-константановые термопары . Максимальный уровень измеряемой температуры не должен превышать ***+500 градусов Цельсия***.

Платинородий-платиновые термопары Наиболее дорогая в изготовлении термопара. Максимальная температура, при которой может работать термопара, составляет **1350 °С**.

Кратковременное использование возможно до **1600 °С**.

Вольфрам-рениевые термопары Также применяются для измерения сверхвысоких температур. Максимальный предел, который можно зафиксировать с помощью данной схемы, достигает ***+2500 градусов по шкале Цельсия***.



Пирометр

Пирометр, или его равнозначные названия – инфракрасный термометр (термодетектор, даталоггер температуры), — это точный инженерный прибор нового поколения для бесконтактного и быстрого измерения температурных показателей на расстоянии от исследуемого объекта. В основе его работы лежит принцип определения по тепловому электромагнитному излучению практически любого объекта температурного значения его поверхности. Это позволяет контролировать и своевременно регулировать температуру и ее перепады в промышленных и бытовых объектах, их деталях и элементах.



Виды пирометров

Существует несколько классифицирующих подразделений пирометров:

По основной используемой методике работы:

инфракрасные (радиометры), использующие радиационный метод для ограниченного инфракрасного волнового диапазона; для точного наведения на цель снабжены лазерным указателем;

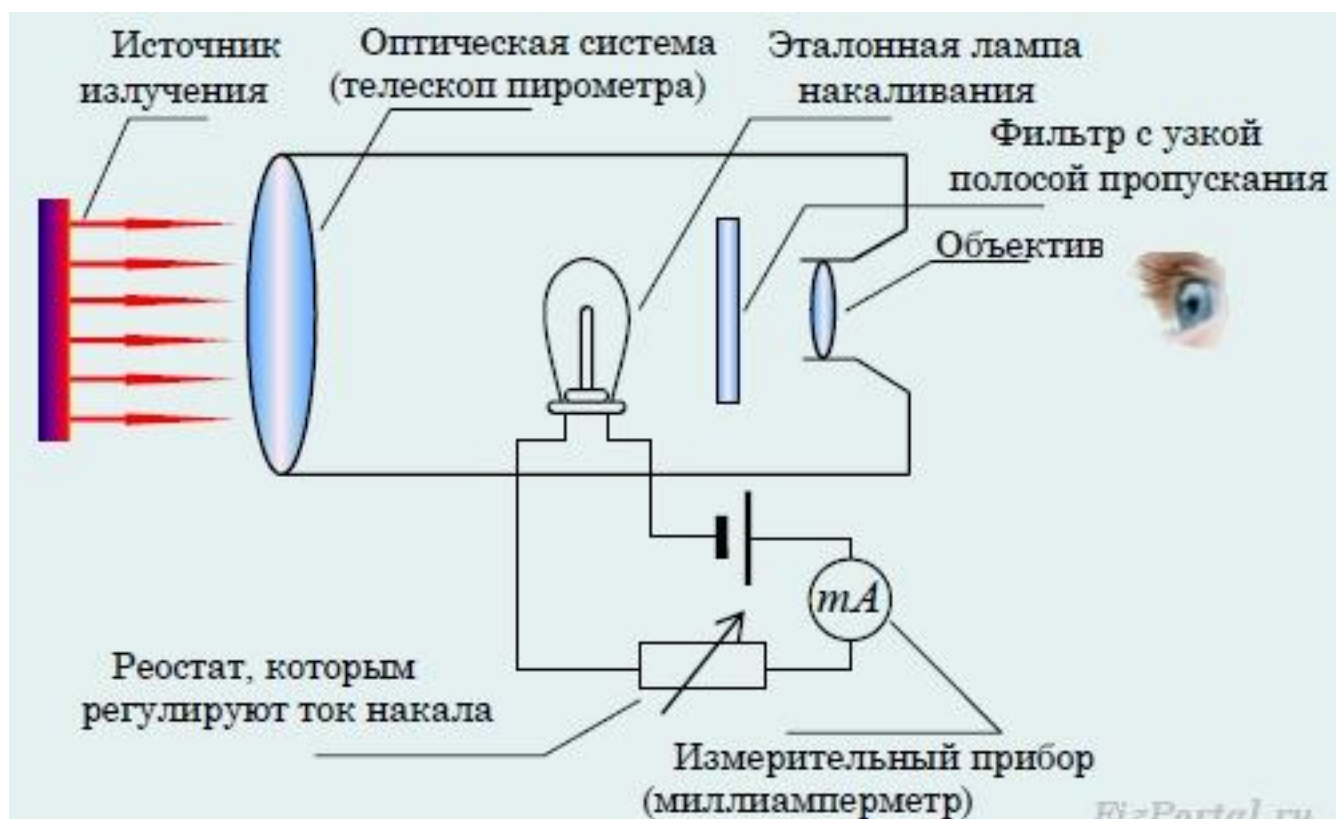
оптические пирометры, работающие в не менее, чем в двух диапазонах: инфракрасного излучения и спектра видимого света.





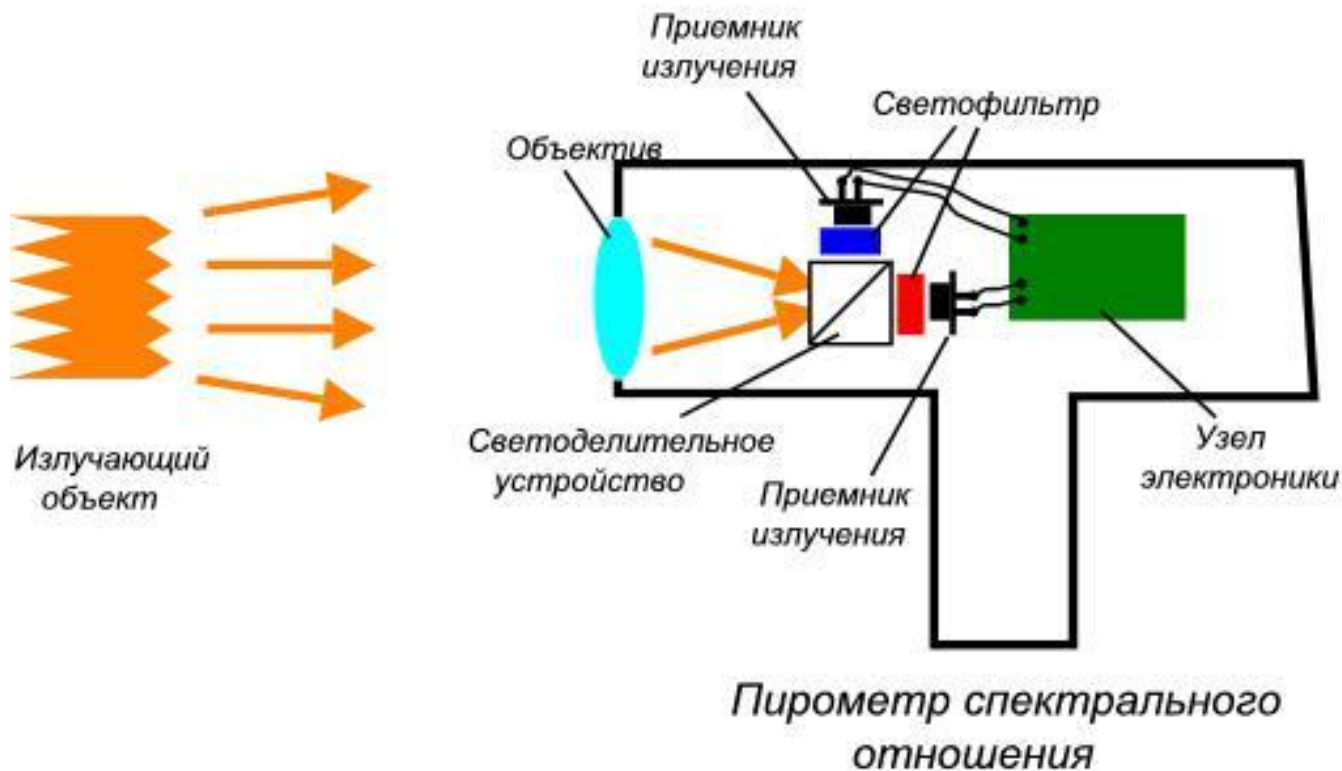
Оптические инструменты в свою очередь делятся на: яркостные (пирометры с пропадающей нитью), основанные на эталонном сравнении излучения предмета с величиной излучения нити, сквозь которую пропускается электроток.

Значение силы тока и служит показателем измеряемой температуры поверхности объекта.





цветовой (или мультиспектральный), работающий по принципу сравнения энергетических яркостей тела в различных областях спектра, — используются как минимум два детектирующих участка.





По способу прицеливания: инструменты с оптическим или лазерным прицелом.

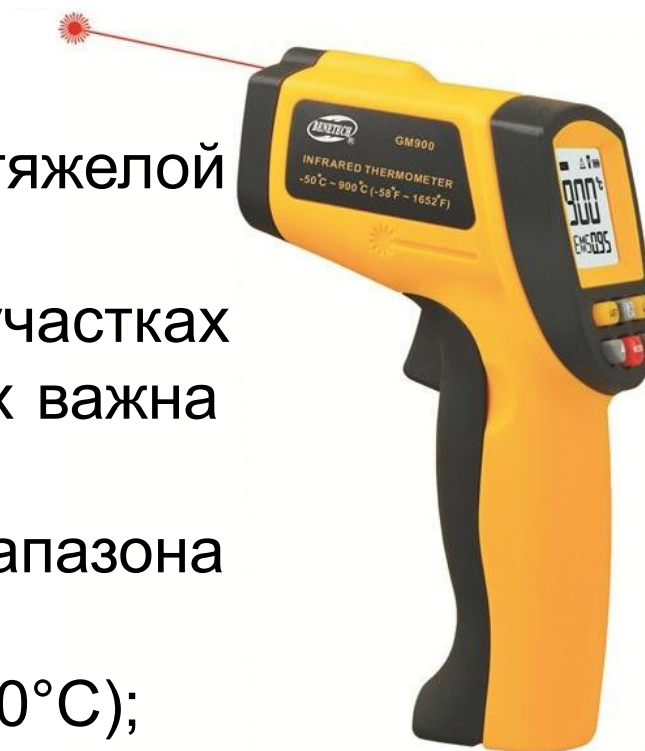
По используемому коэффициенту излучения: переменный коэффициент или фиксированный.

По способу транспортировки: стационарные, используемые в тяжелой промышленности; переносные, используемые на участках производимых работ, для которых важна мобильность.

Исходя из температурного диапазона измерений:

низкотемпературные (от $-35...-30^{\circ}\text{C}$);

высокотемпературные (от $+ 400^{\circ}\text{C}$ и выше).





Строение пирометра

Базисом конструкции прибора является детектор инфракрасного (теплого) излучения, интенсивность и спектр которого напрямую зависит от температуры поверхности объекта. Встроенная электронная система измерения фиксирует данные и отображает их на дисплее в удобном формате для дальнейшего анализа пользователем.

Технические характеристики приборов:

оптическое разрешение (кратность варьируется в пределах 2...600);
рабочий диапазон температур (-50...+4000°C);
измеряемое разрешение;
быстродействие (в современных моделях менее секунды, что особенно актуально при измерении быстро меняющихся показаний).



Контрольные вопросы

1. Давление. Единицы измерения давления.
2. Дать определение, что такое избыточное, абсолютное давление и разряжение.
3. Средства для измерения давления.
4. Жидкостные манометры.
5. Деформационные манометры.
6. Дифференциально - трансформаторный преобразователь.
7. Виды манометров по назначению.
8. Поверка манометров.
9. Требования к манометрам.
10. Средства для измерения температуры.
11. Термометры расширения.
12. Манометрические термометры.
13. Электрические термометры сопротивления.
14. Термоэлектрический преобразователь.
15. Пирометры.



ЛИТЕРАТУРА

Кремлевский П. П., Расходомеры, 2 изд., М. — Л., 1963; Автоматизация, приборы контроля и регулирования производственных процессов в нефтяной и нефтехимической промышленности. Справочник, кн. 2, М., 1964.

Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1983. — 424 с.: ил.

Чистофорова Н.В., Колмогоров А.Г. Технические измерения и приборы (часть 1) Измерение теплоэнергетических параметров Учебное пособие для студентов специальности "АТП" — Ангарск.: АГТА, 2008. — 200 с.

Разработал мастер п/о УЦ Евдасев Н.П.