

**Измерение
давления,
разряжения и
перепада
давления**

Абсолютное давление – полное давление жидкости или газа на стенки аппарата.

Избыточное давление – разность между абсолютным и атмосферным давлением при $P_{\text{абс}} > P_{\text{атм}}$

Разряжение – разность между абсолютным и атмосферным давлением при $P_{\text{абс}} < P_{\text{атм}}$

Перепад давления (разность давлений) - разница давлений в двух точках системы, например, входного и выходного давления в аппарате.

| | |
|------------------------|--|
| БАРОМЕТРЫ | Барометрическое давление |
| МАНОМЕТРЫ | Избыточное давление от 0,06 до 1000 МПа |
| ВАКУУММЕТРЫ | Разряжение до минус 100 кПа |
| МАНОВАКУУММЕТРЫ | Избыточное давление (от 60 до 240000 кПа) и разряжение (до минус 100 кПа) |

| | |
|--|--|
| НАПОРОМЕРЫ | Малые избыточные давления до 40 кПа |
| ТЯГОМЕРЫ | Малые разрежения до минус 40 кПа |
| ТЯГОНАПОРОМЕРЫ | Малые избыточные давления и разрежения с крайними пределами не превышающими ± 20 кПа |
| ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ МАНОМЕТРЫ (ДИФМАНОМЕТРЫ) | Разность (перепад) давления |

По принципу действия

Жидкостные

Грузопоршневые

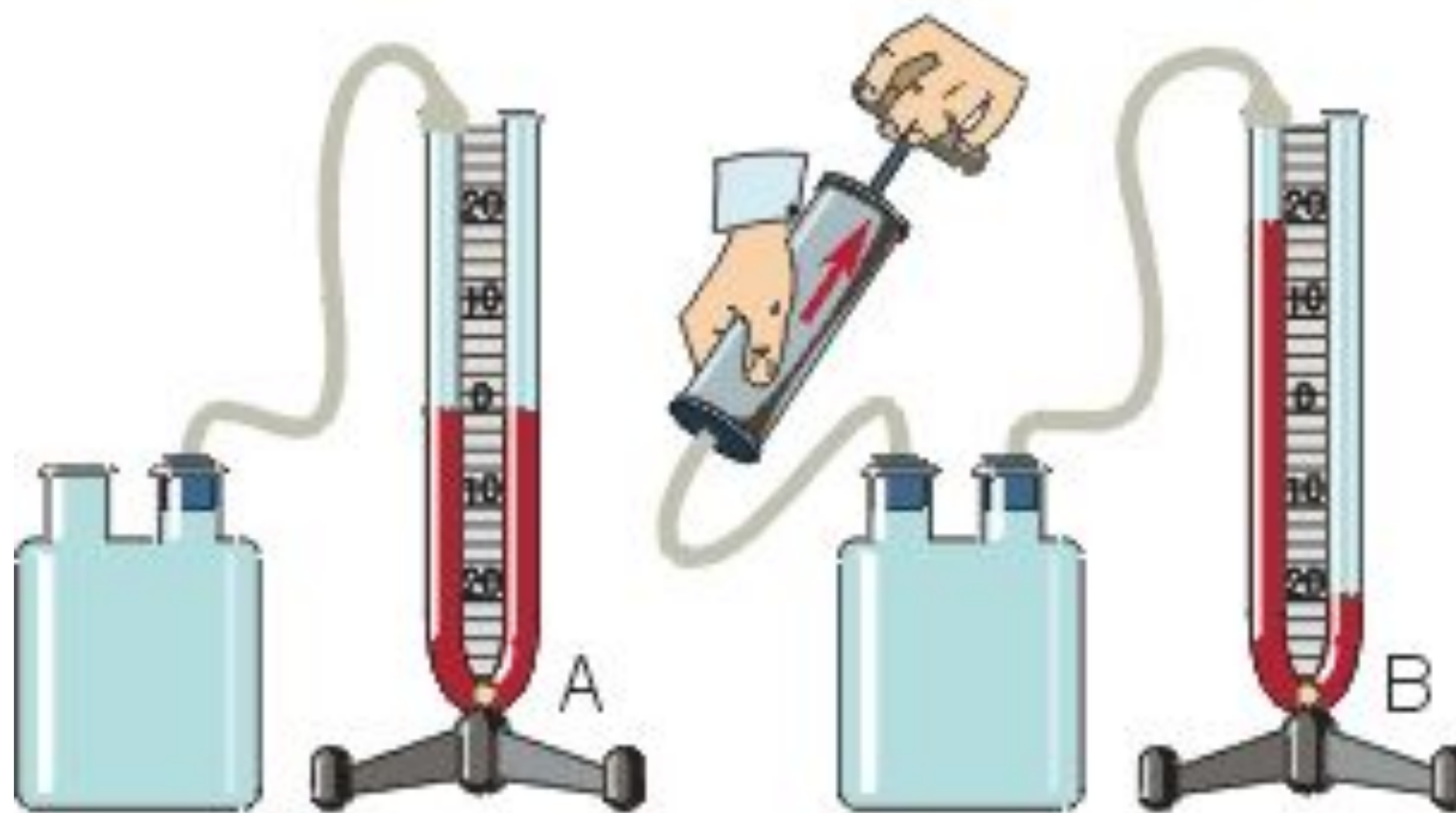
Деформационные

Электрические

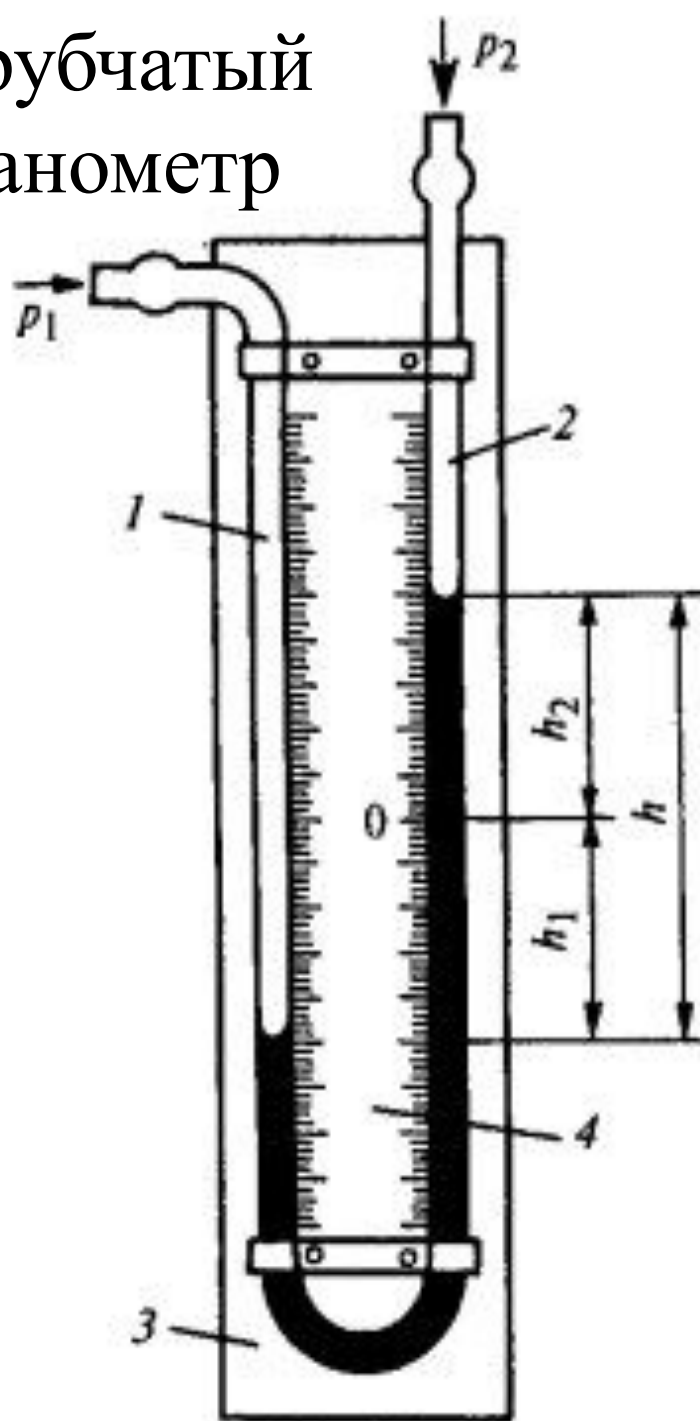
1. ЖИДКОСТНЫЕ МАНОМЕТРЫ

**Измеряемое давление
уравновешивается
гидростатическим**

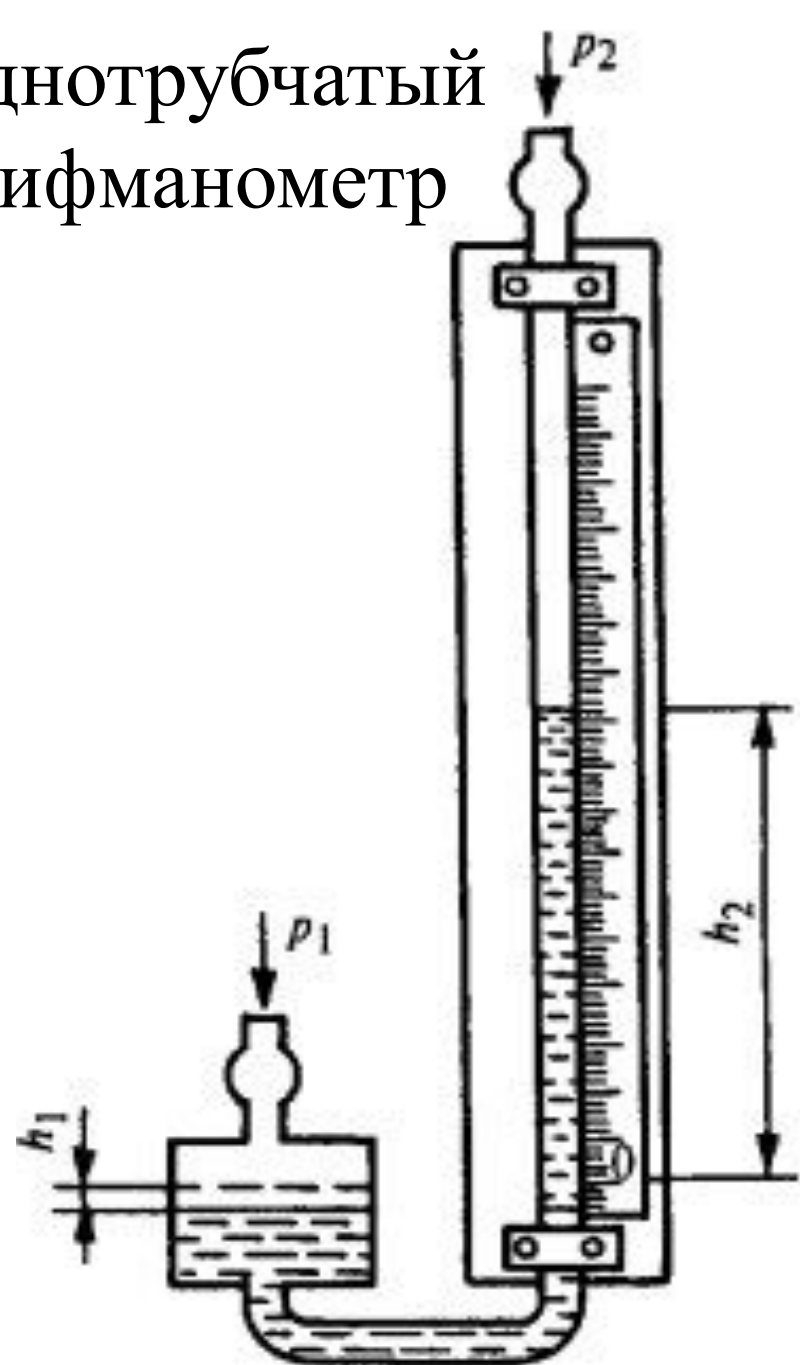
**давлением столба жидкости
(ртуть, вода, спирт и пр.)**



Двухтрубчатый
дифманометр



Однотрубчатый
дифманометр

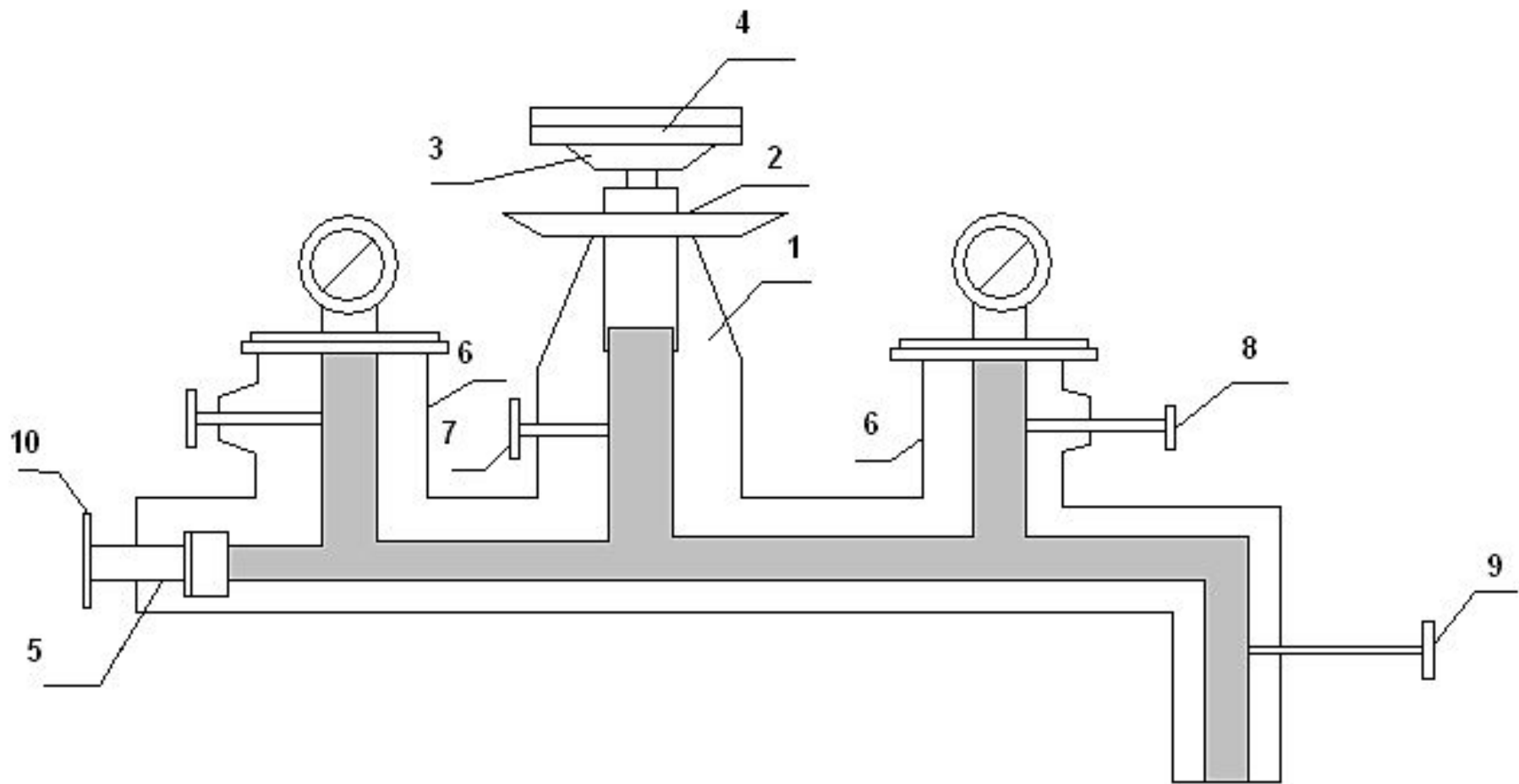


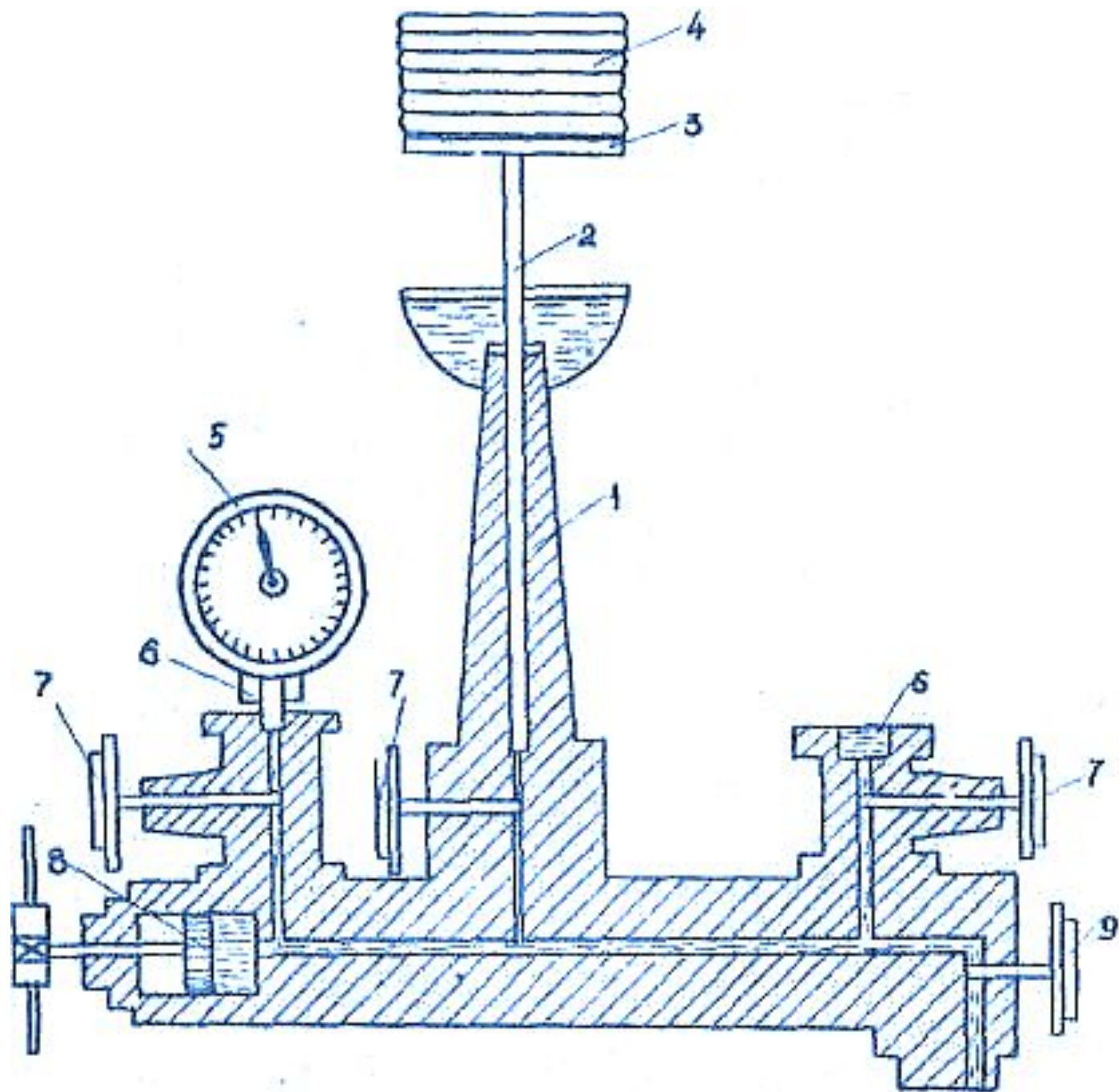
2. Грузопоршневой манометр



**Принцип действия
основан на создании
давления с помощью
калиброванного груза
в жидкости,
заполняющей цилиндр
с подвижным поршнем
определенной площади**

Давление определяется по величине нагрузки, действующей на поршень



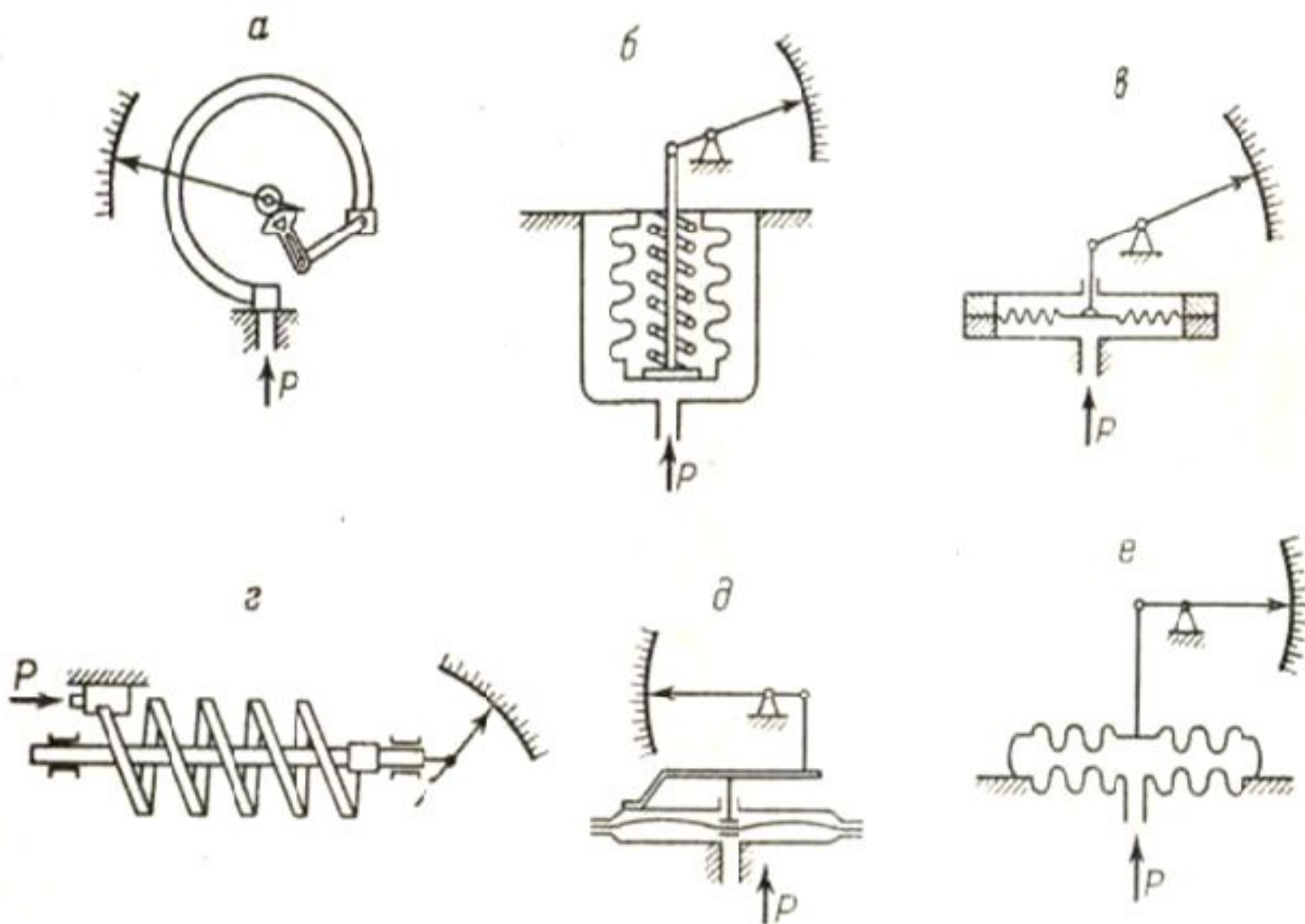


3. ДЕФОРМАЦИОННЫЕ МАНОМЕТРЫ

**Принцип действия основан на
определении деформации упругого
чувствительного элемента,
зависящей от измеряемого
давления**

Измеряемое давление уравнивают силами упругого противодействия различных чувствительных элементов, деформация которых пропорциональна измеряемому давлению.

После снятия давления чувствительный элемент возвращается в первоначальное положение вследствие упругой деформации.

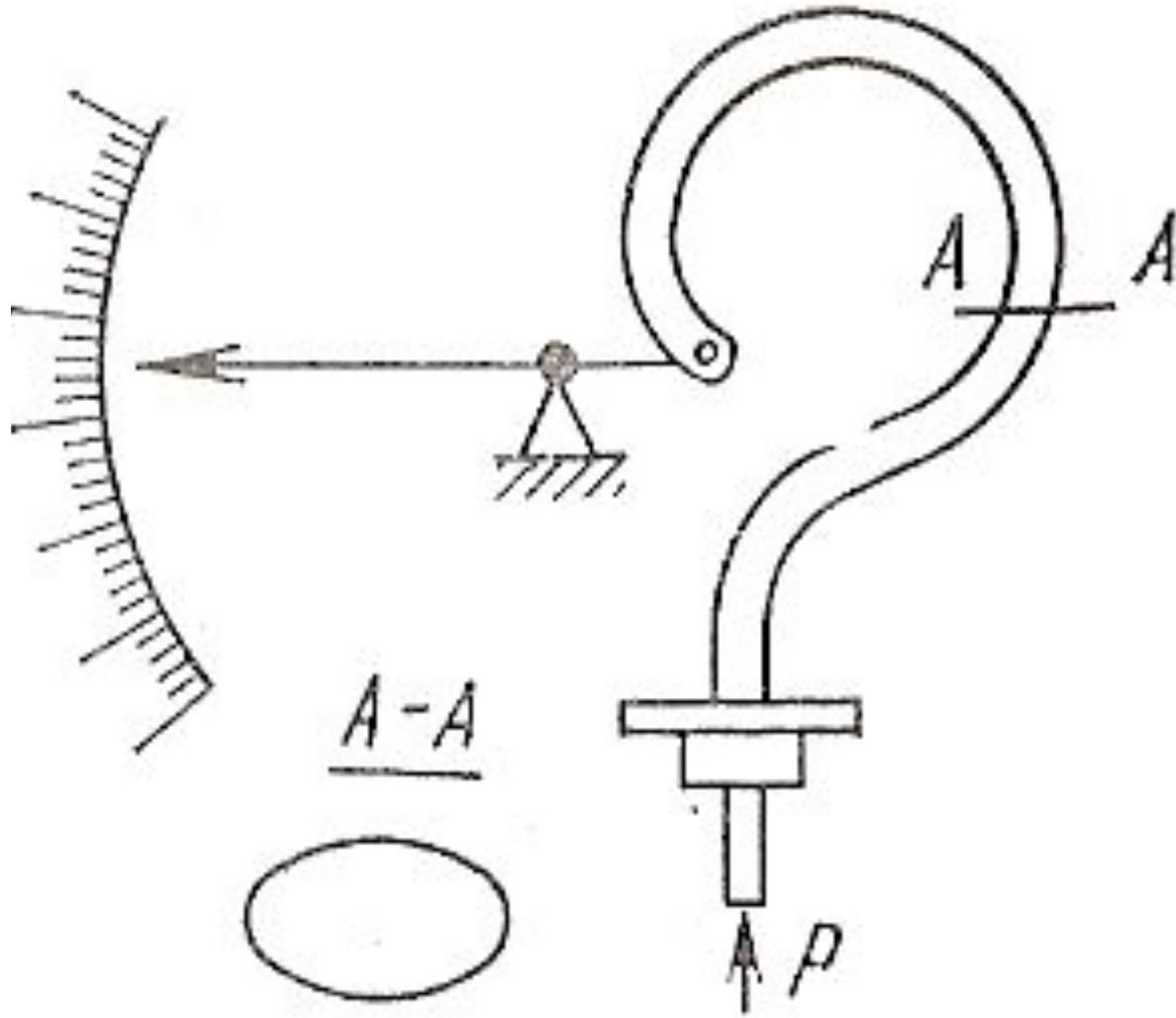


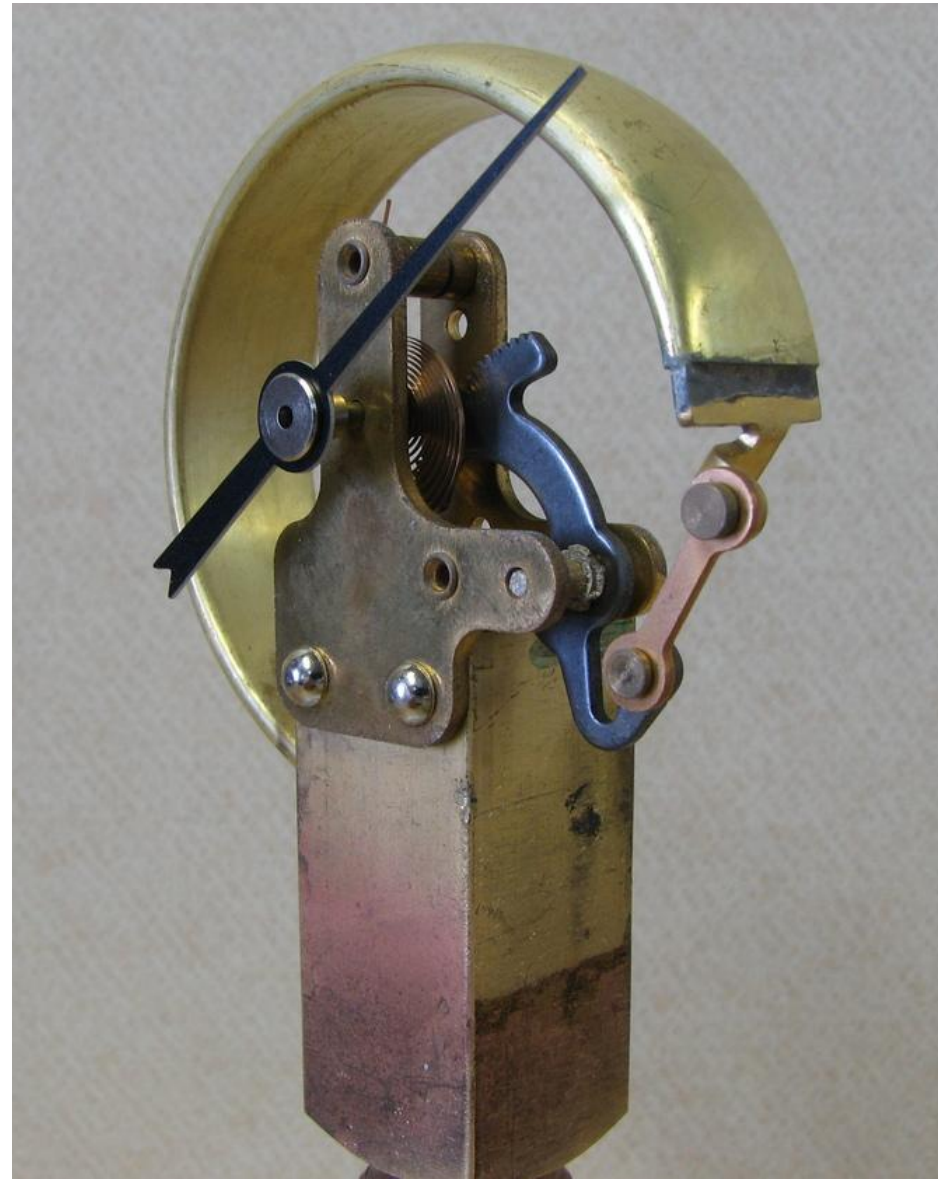
Чувствительные элементы деформационных манометров и измерительных преобразователей давления, разрежения и перепада давления

а – одновитковая трубчатая пружина, б - сильфон, в – жесткая мембрана , г – многовитковая трубчатая пружина, д – вялая мембрана с пластичной пружиной, е – мембранная коробка

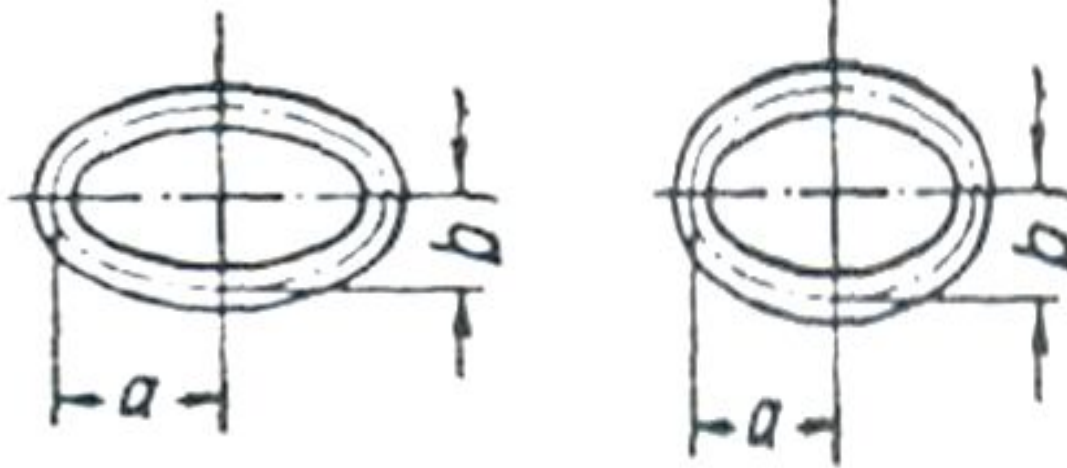
3.1. Манометры с трубчатой пружиной

Трубчатая пружина - согнутая по дуге окружности трубка некруглого сечения

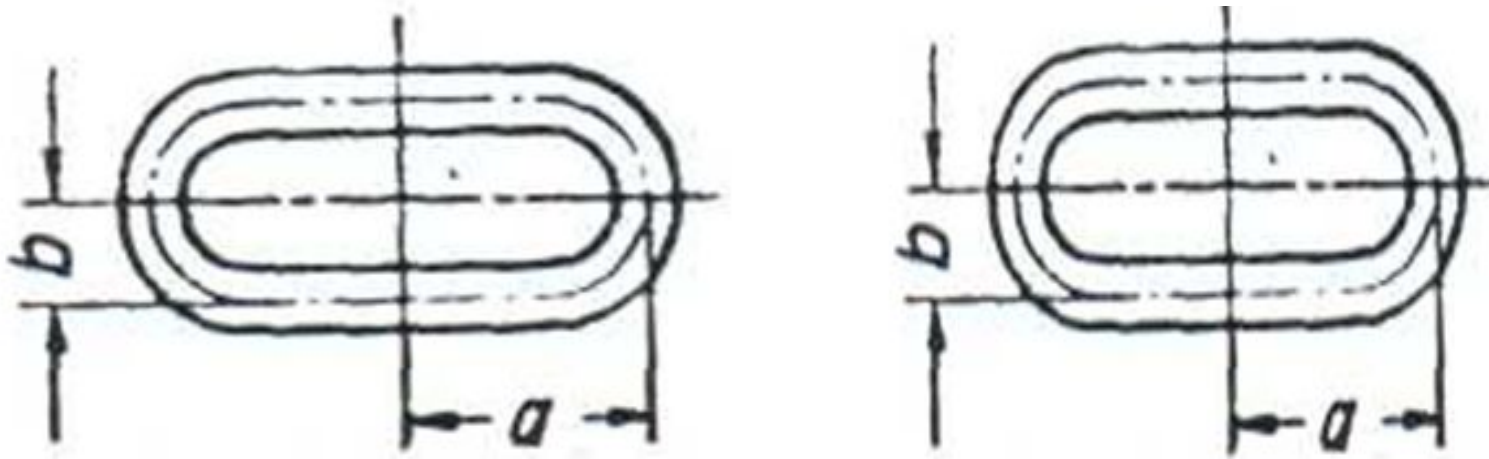


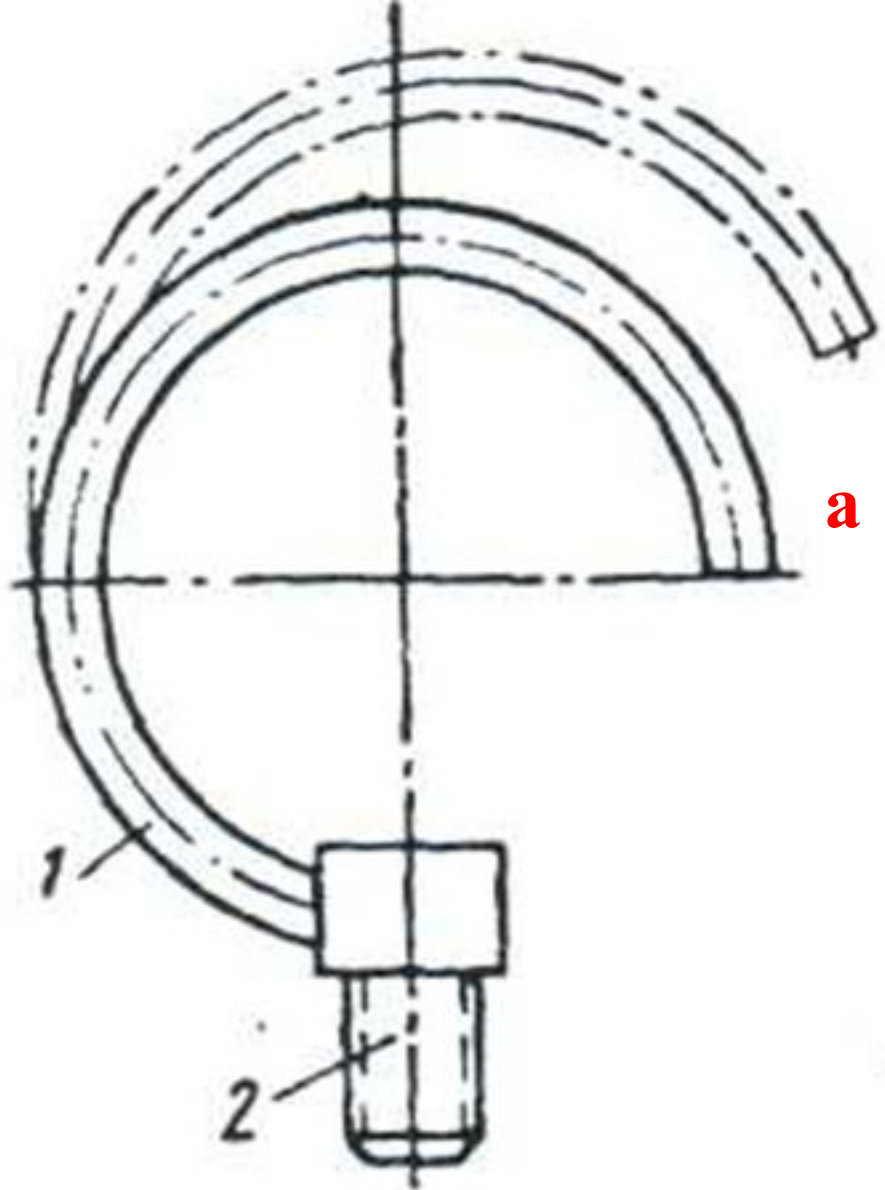


Принцип действия приборов с трубчатой пружиной основан на свойстве трубчатой криволинейной пружины с *некруглым* поперечным сечением изменять свою кривизну при изменении давления внутри трубки.



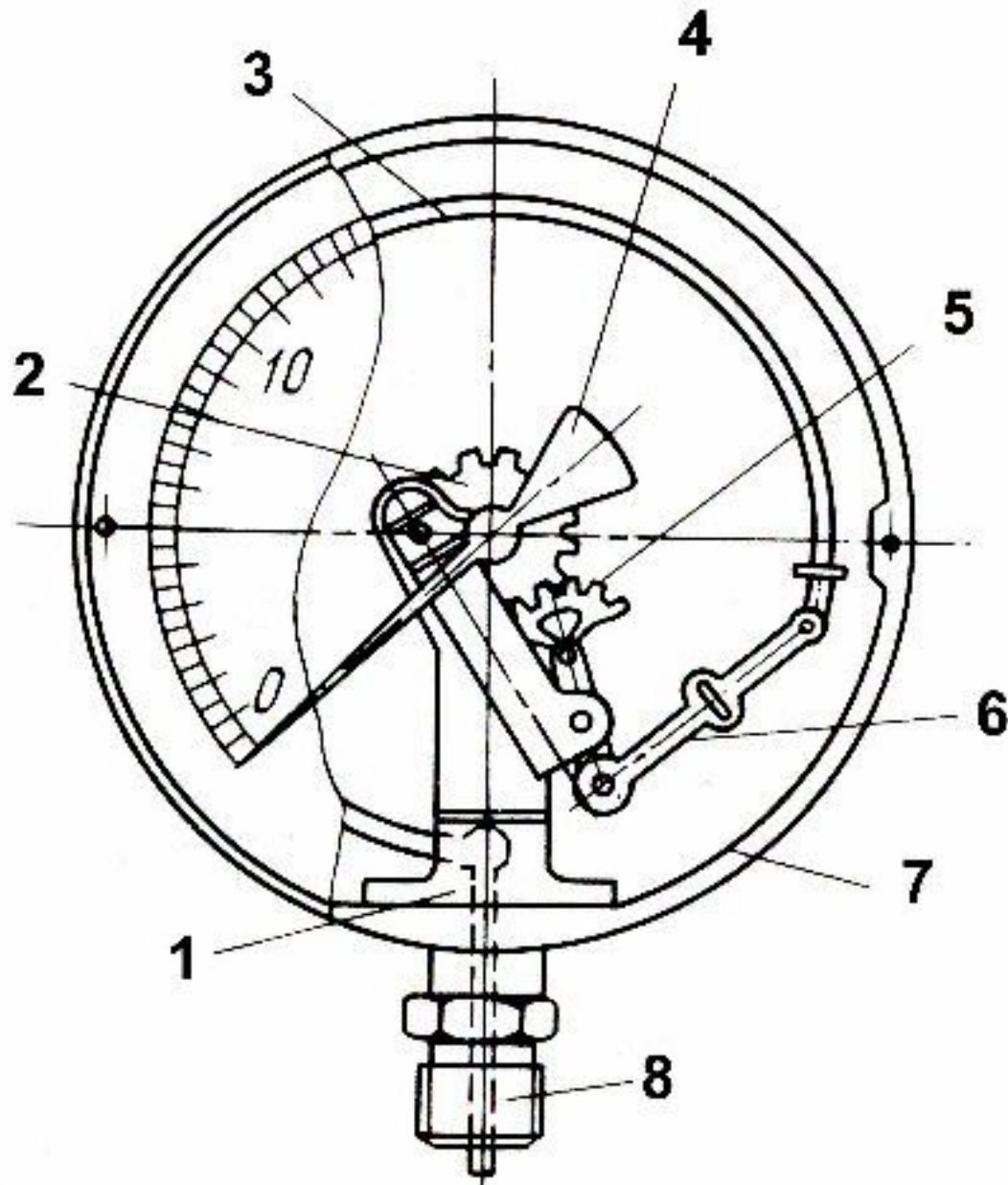
При увеличении давления внутри трубки эллиптическое сечение деформируется и приближается к круглому сечению, т.е. большая ось эллипса (a) уменьшается, а малая ось (b) увеличивается.





б При этом кривизна трубки уменьшается и она распрямляется (положение б).

При уменьшении давления эллиптическое сечение трубки восстанавливается и кривизна ее возрастает, т. е. она скручивается (положение а).



Класс точности 0,2 -4.
Верхними пределами
измерения
0,06 – 1000 МПа

Манометр с одновитковой пружиной

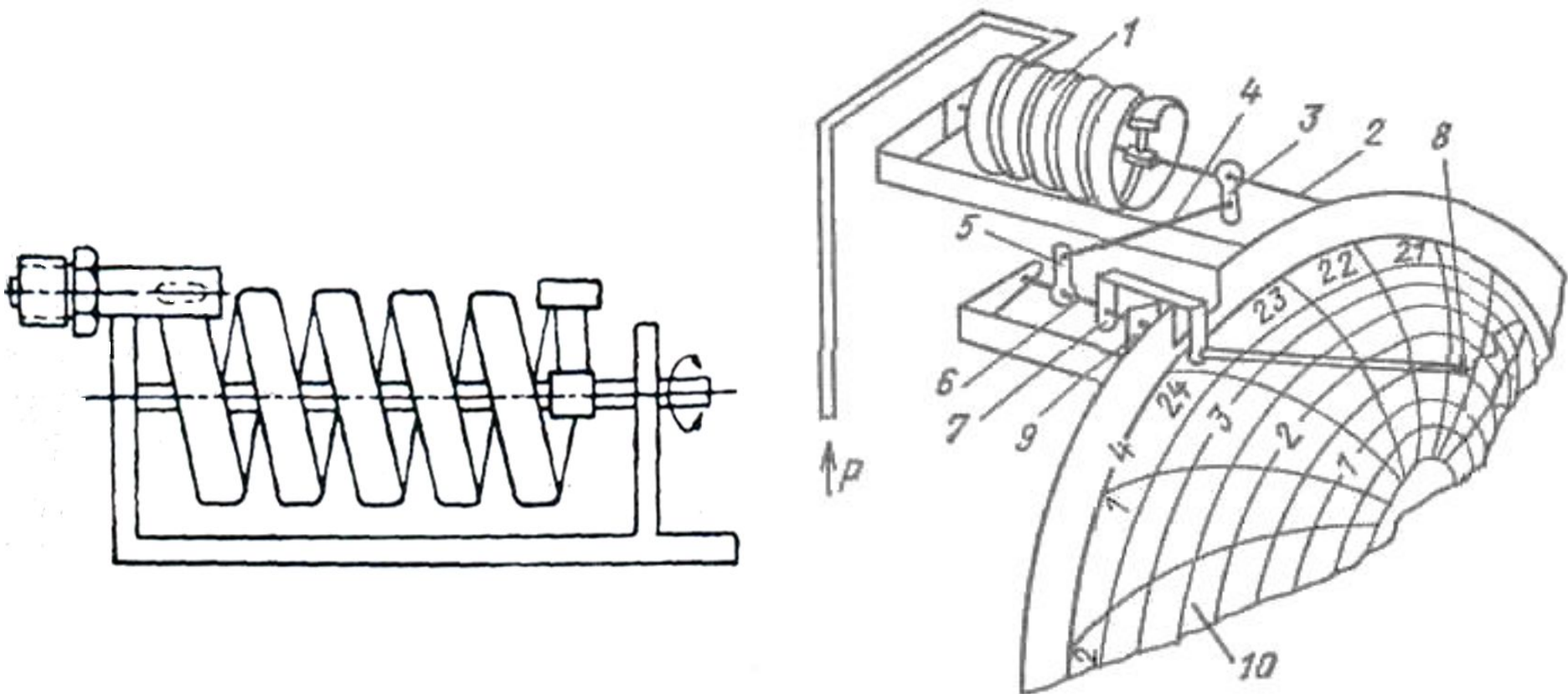


омисмаркет.рф

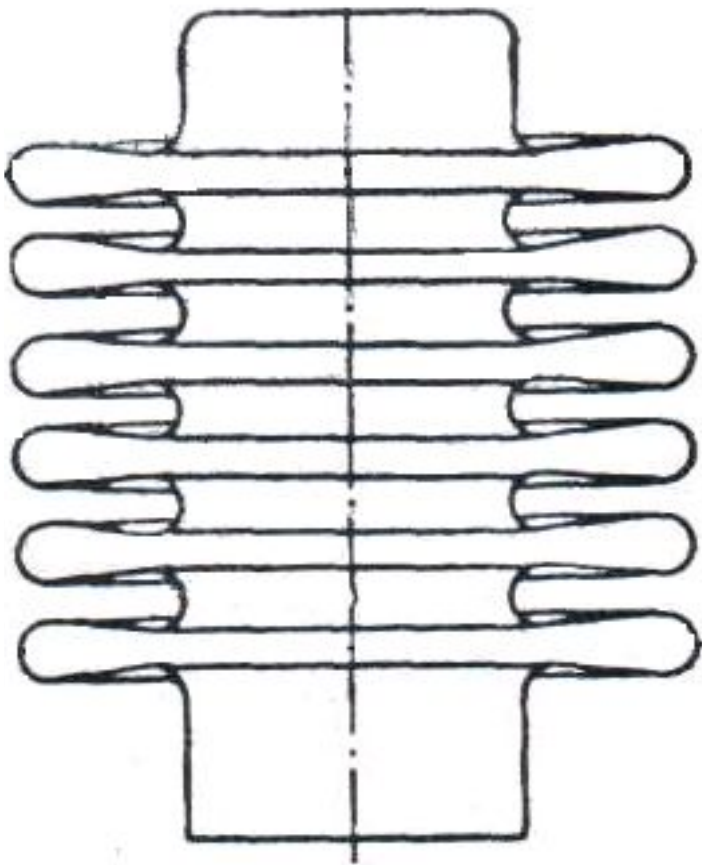


Манометр с многовинтовой трубчатой пружиной для регистрирующих манометров

Многовитковая пружина длиннее одновитковой, поэтому ее свободный конец при том же давлении перемещается значительно больше.



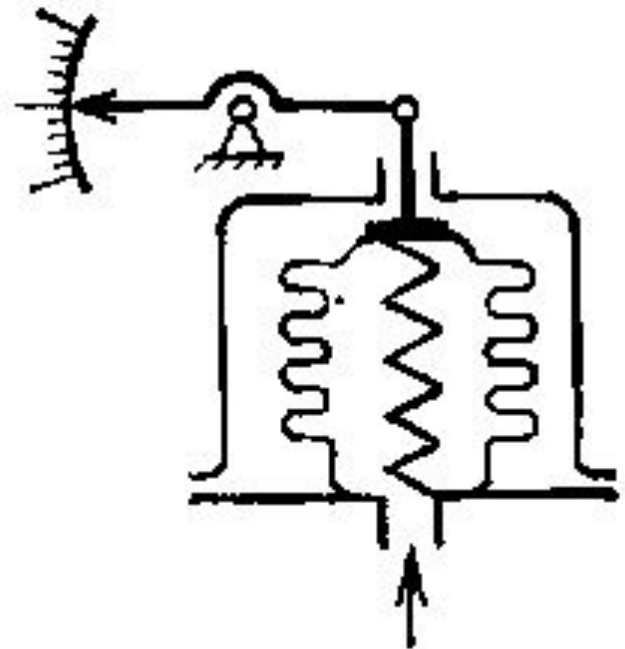
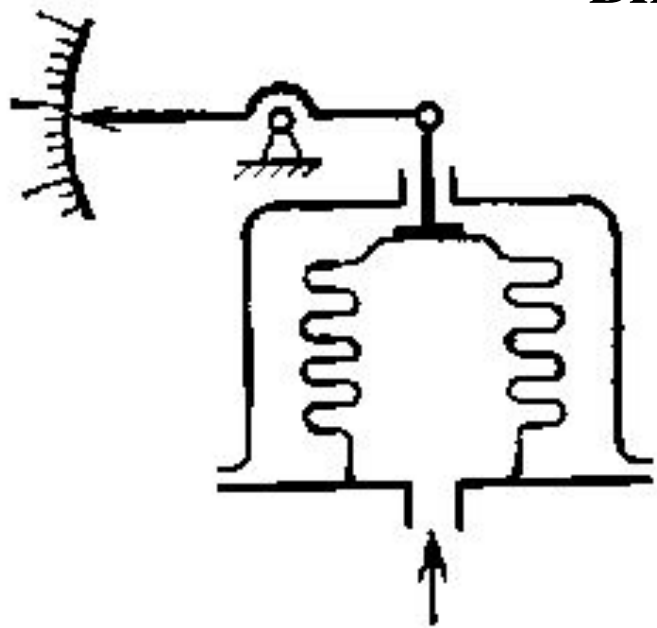
3.2. Сильфонные манометры



**Чувствительным
элементом является
сильфон –
тонкостенный
цилиндр с
кольцевыми
складками (гофрами)**

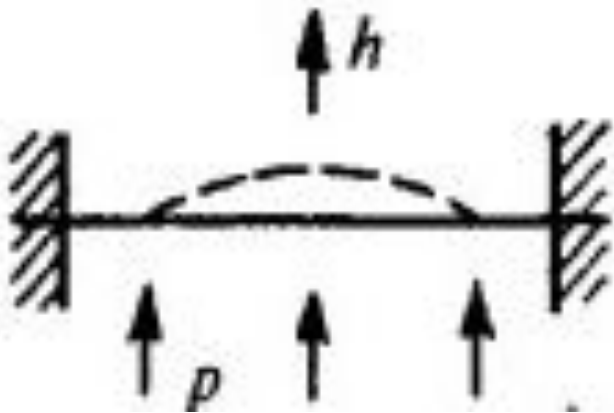
Принцип действия сильфонного манометра основан на уравнивании избыточного давления силами упругой деформации сильфона. Избыточное давление подводят внутрь сильфона, при этом длина сильфона увеличивается, вследствие чего стрелка прибора через систему рычагов движется по шкале.

Для уменьшения влияния гистерезиса внутрь сильфона помещают пружину

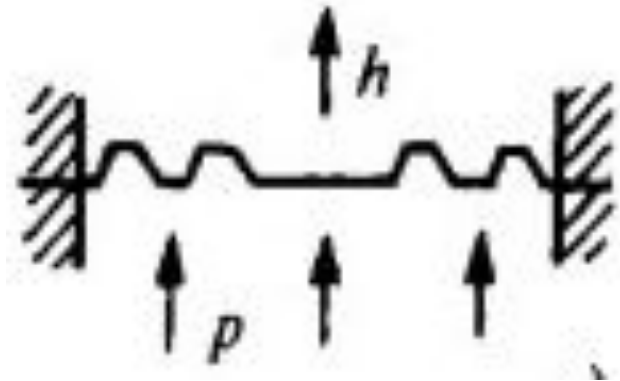


3.3. Мембранные манометры

Чувствительным элементом является плоская (*а*) или гофрированная (*б*) мембрана.



а



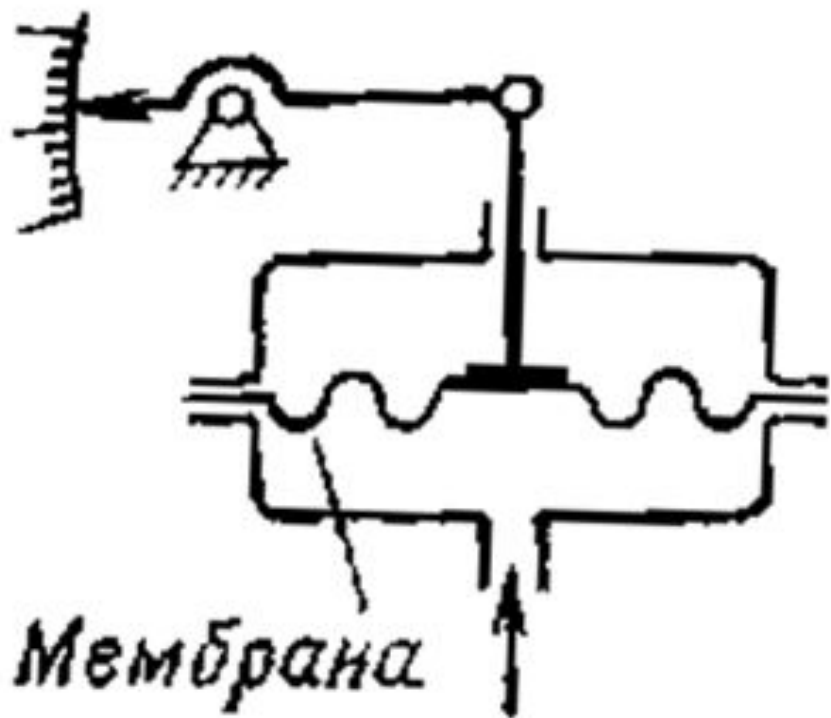
б

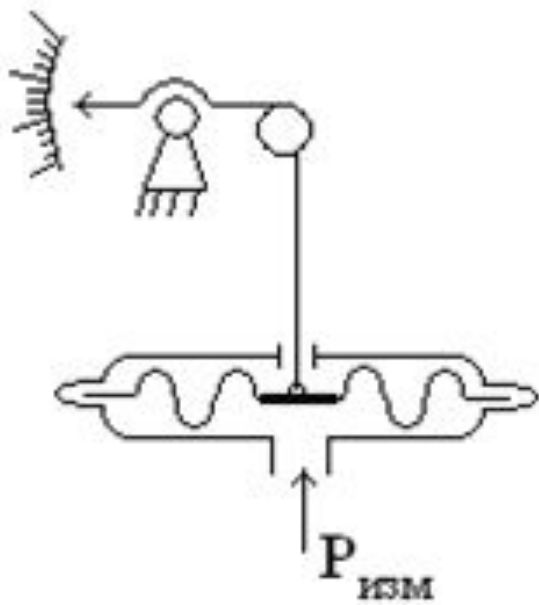
Принцип действия мембранных манометров основан на изменении кривизны мембраны под действием давления. При увеличении давления мембрана изгибается, и ее центр перемещается.

Перемещение центра мембраны с помощью передаточного механизма передается на отсчетное устройство или в преобразователь перемещения

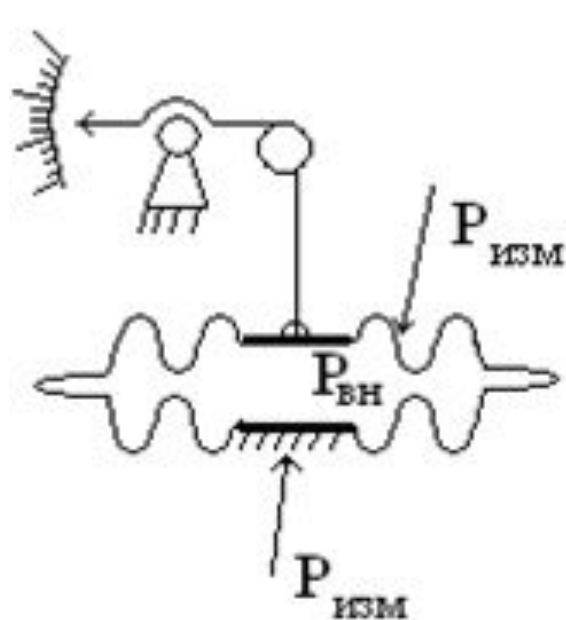
Манометры с жесткой мембраной

**Гофрировка мембраны
увеличивает ее
жесткость и преобразует
характеристику
мембраны в линейную**

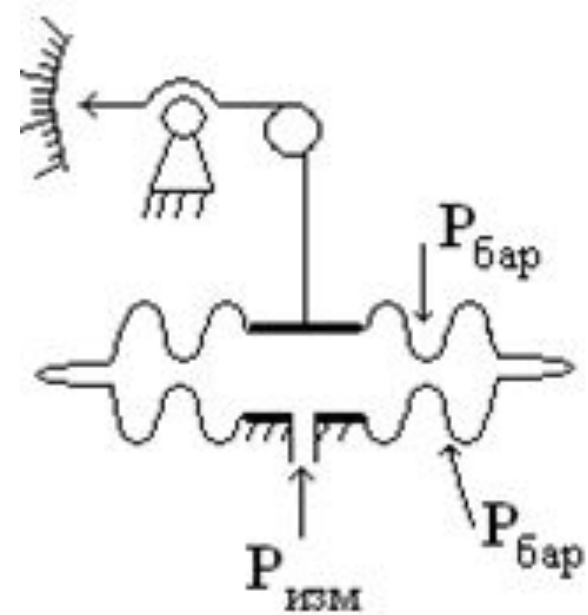




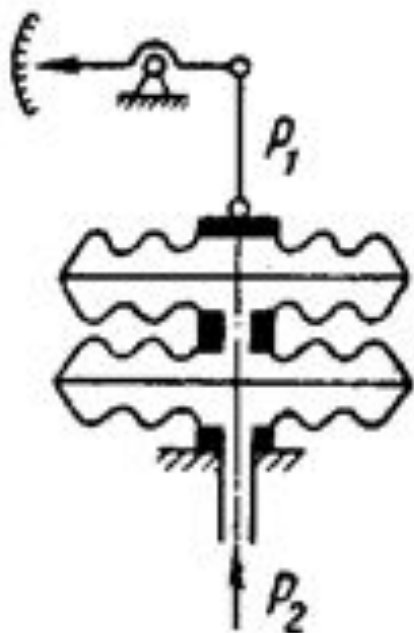
Мембрана



Анероидная
коробка

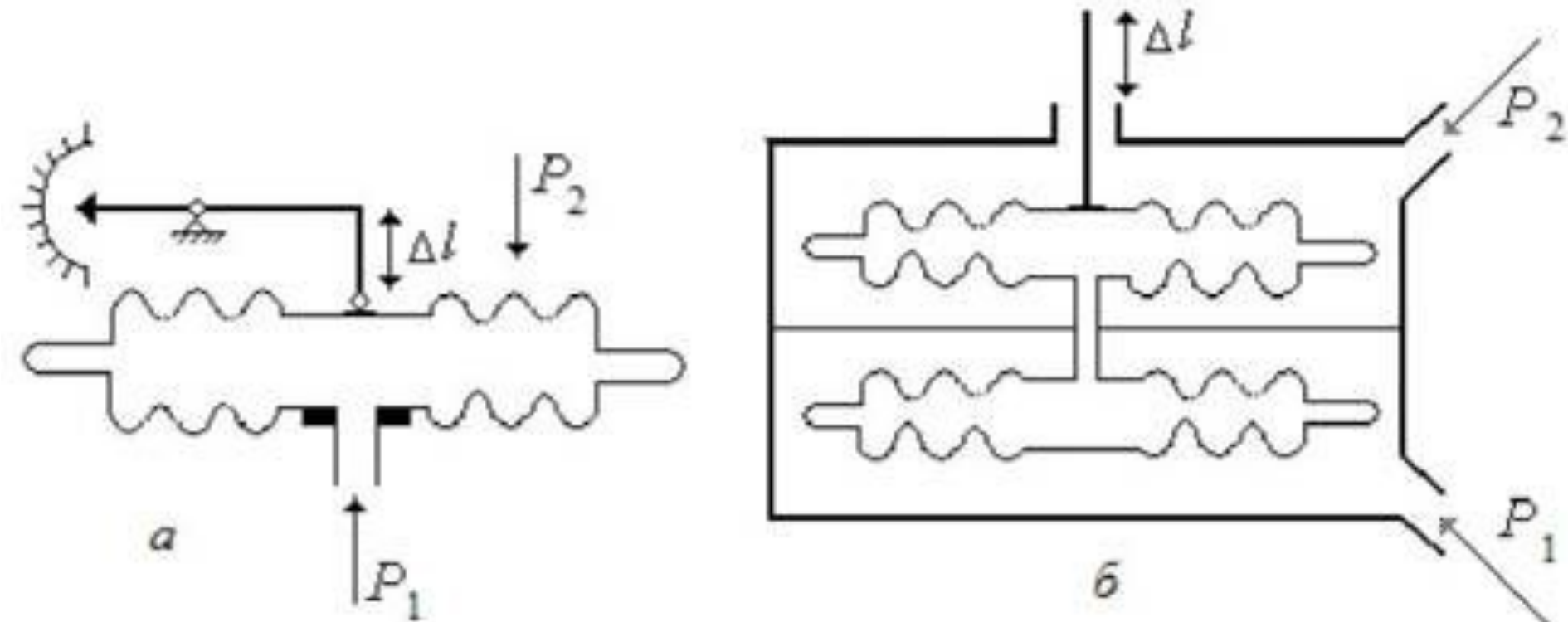


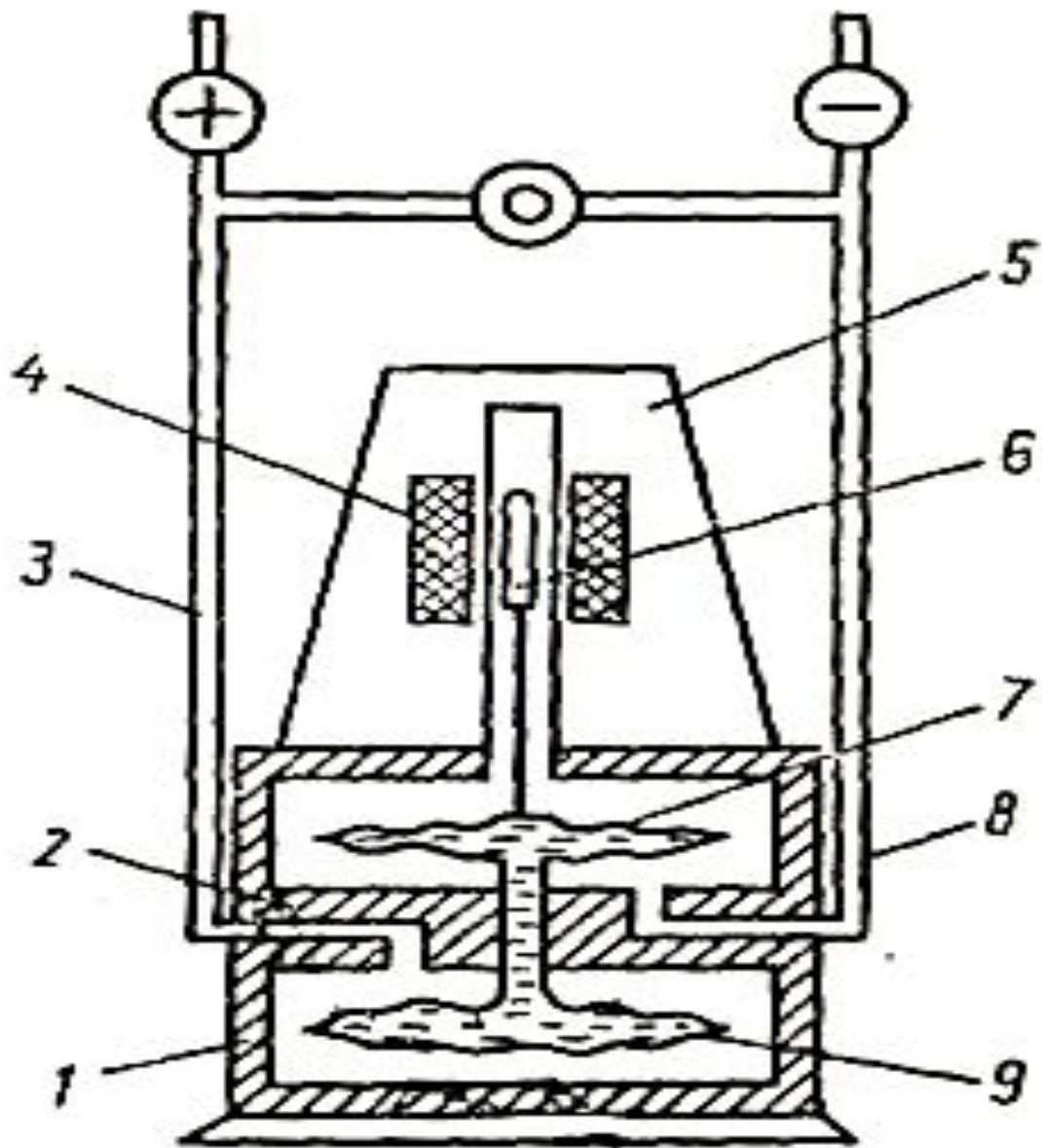
Манометрическая
коробка



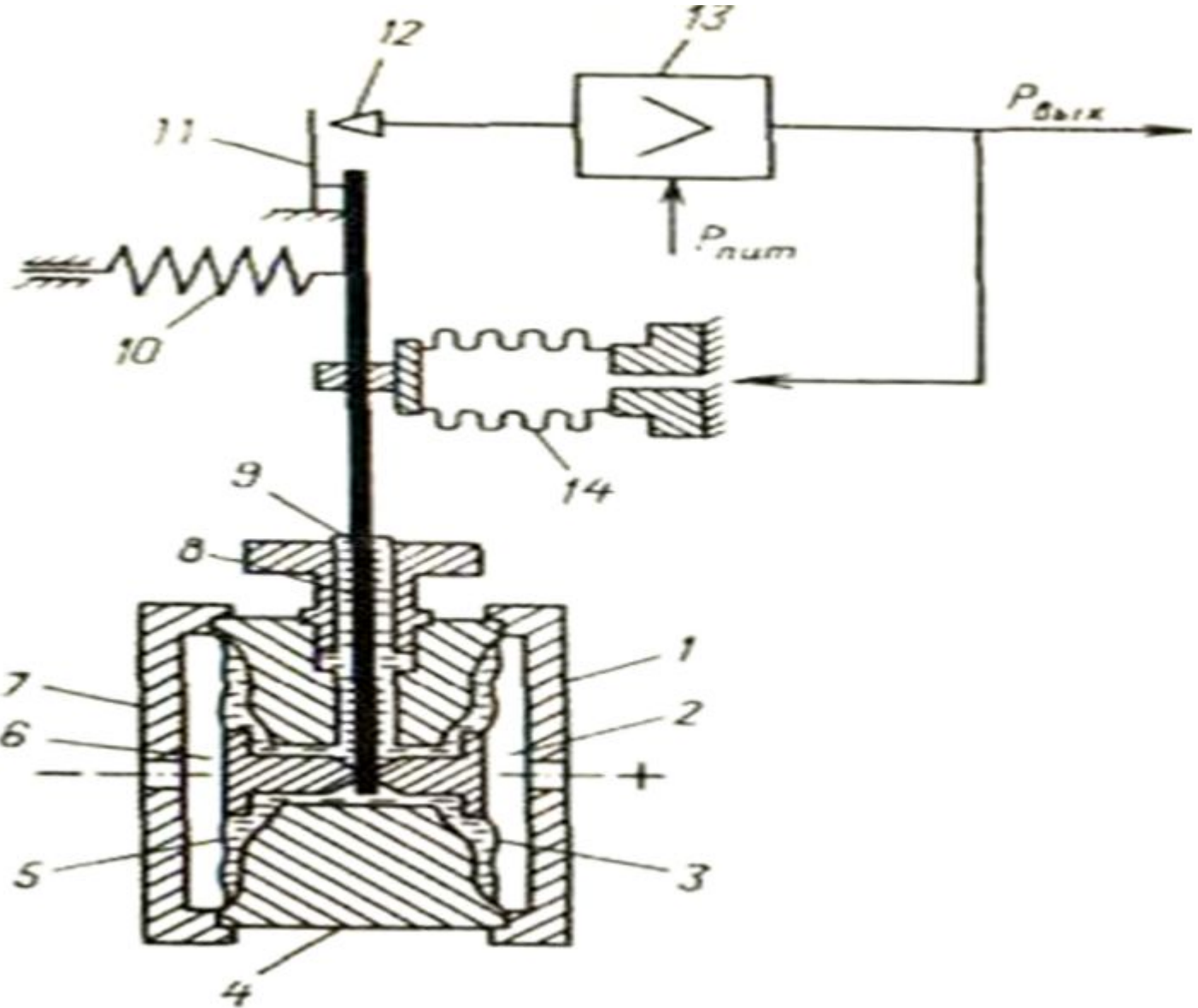
Мембранный блок

Мембранные дифманометры





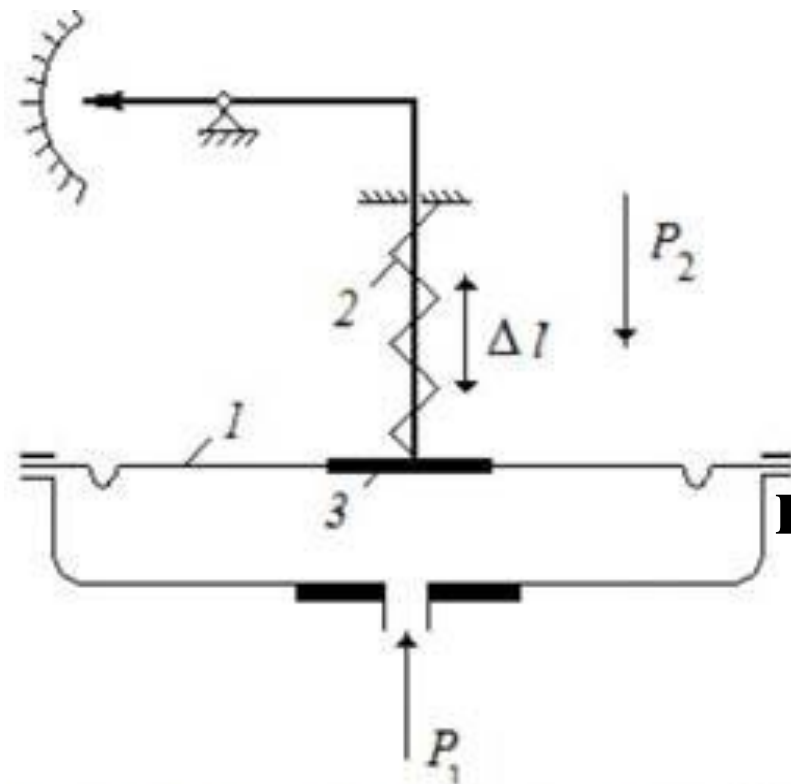
Мембранный дифманометр ДМ



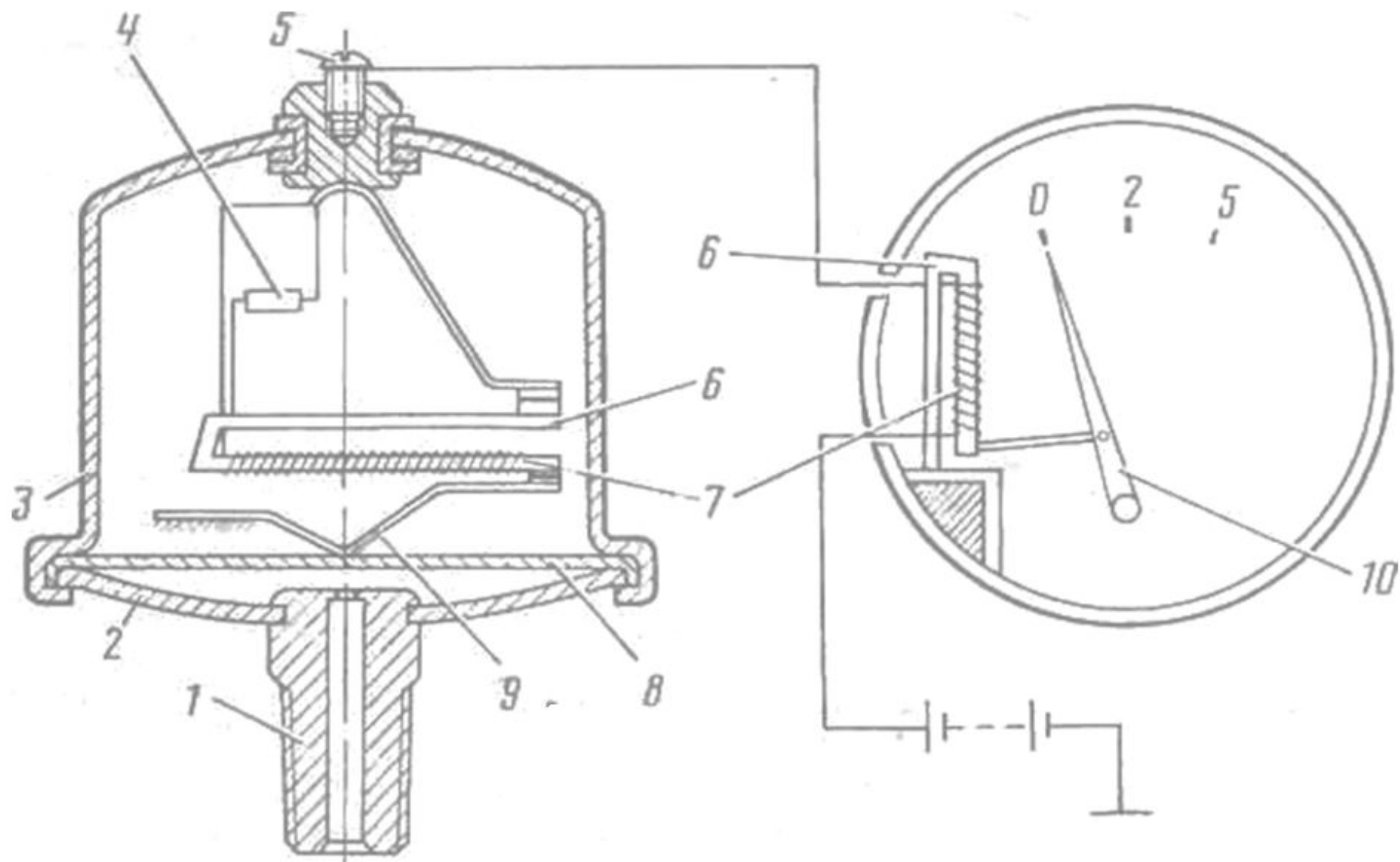
Пневматический измерительный преобразователь перепада давления 13ДД

Манометры с вялой пружиной

Вялые мембраны изготавливаются из эластичных материалов: из резины с тканевой основой, из ткани с газонепроницаемой пропиткой или из особых пластмасс.



Для компенсации силы, развиваемой мембраной 1 под действием давления, применяют цилиндрическую винтовую пружину 2

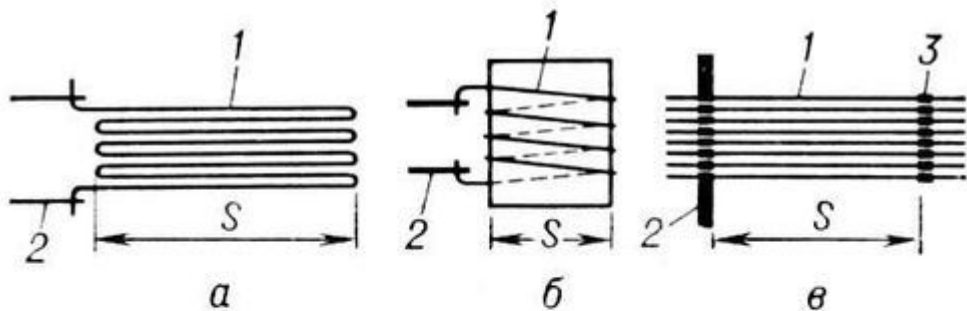


4. Электрические преобразователи давления

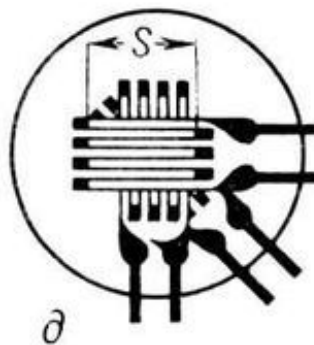
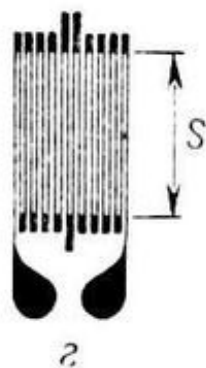
ЭПД преобразуют измеряемое давление в унифицированный токовый сигнал

Принцип действия основан на изменении сопротивления проводников или полупроводников при воздействии внешнего давления

ЭПД относятся к мембранным манометрам, для измерения деформаций которых используют тензометрический измерительный преобразователь .



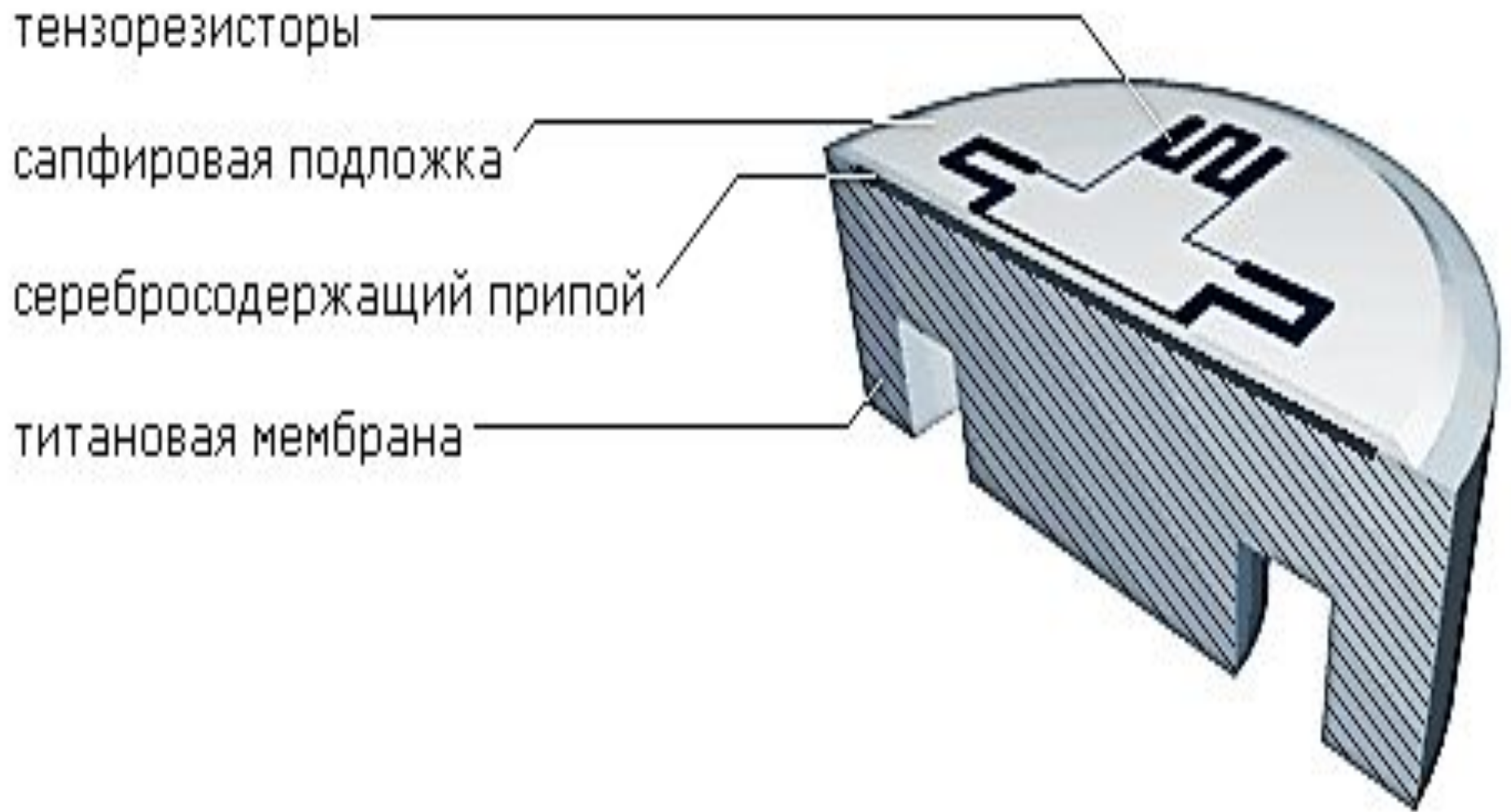
Тензометрический измерительный преобразователь (тензорезистор, тензосопротивление) – преобразователь, который преобразует деформацию твердого тела, вызванную приложенным к нему давлением, в электрический сигнал.



СТРОЕНИЕ ЭПД

- ✓ **Металлическая мембрана**
- ✓ **Пластина из монокристаллического сапфира**
- ✓ **Кремниевые пленочные тензорезисторы**
- ✓ **Измерительная схема, включающая
неуравновешенный мост**

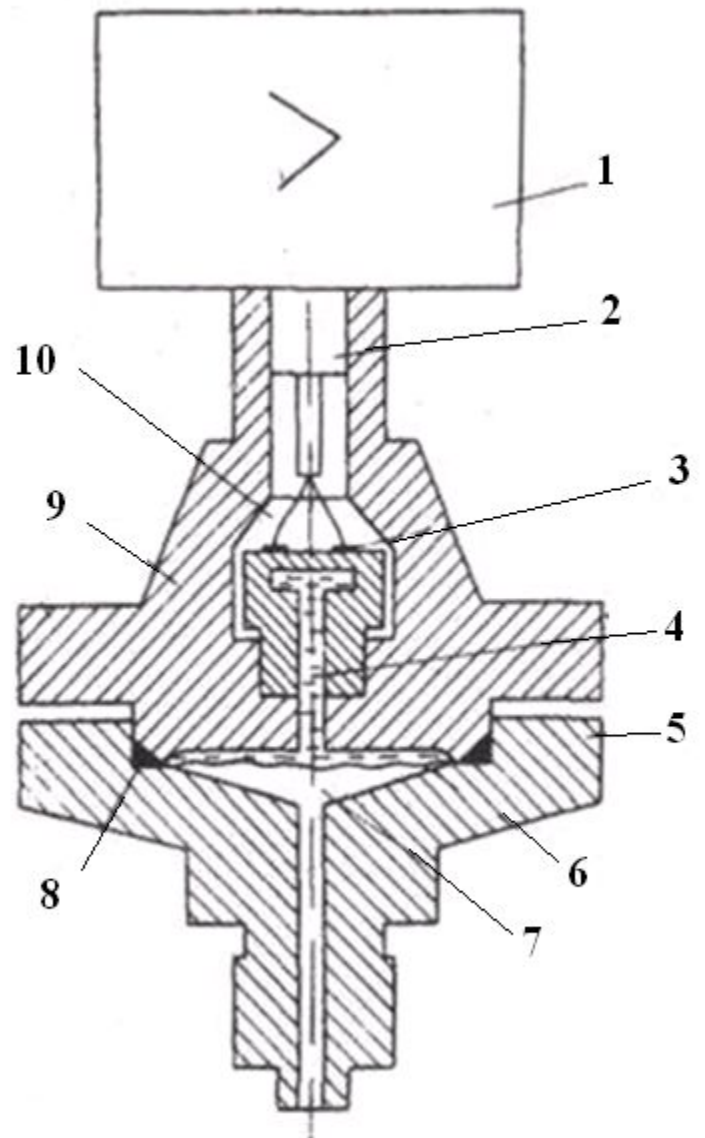
Деформация мембраны, пропорциональная приложенному давлению, приводит к деформации тензорезисторов и изменению их сопротивления, которое преобразуется в **ТОКОВЫЙ ВЫХОДНОЙ СИГНАЛ.**

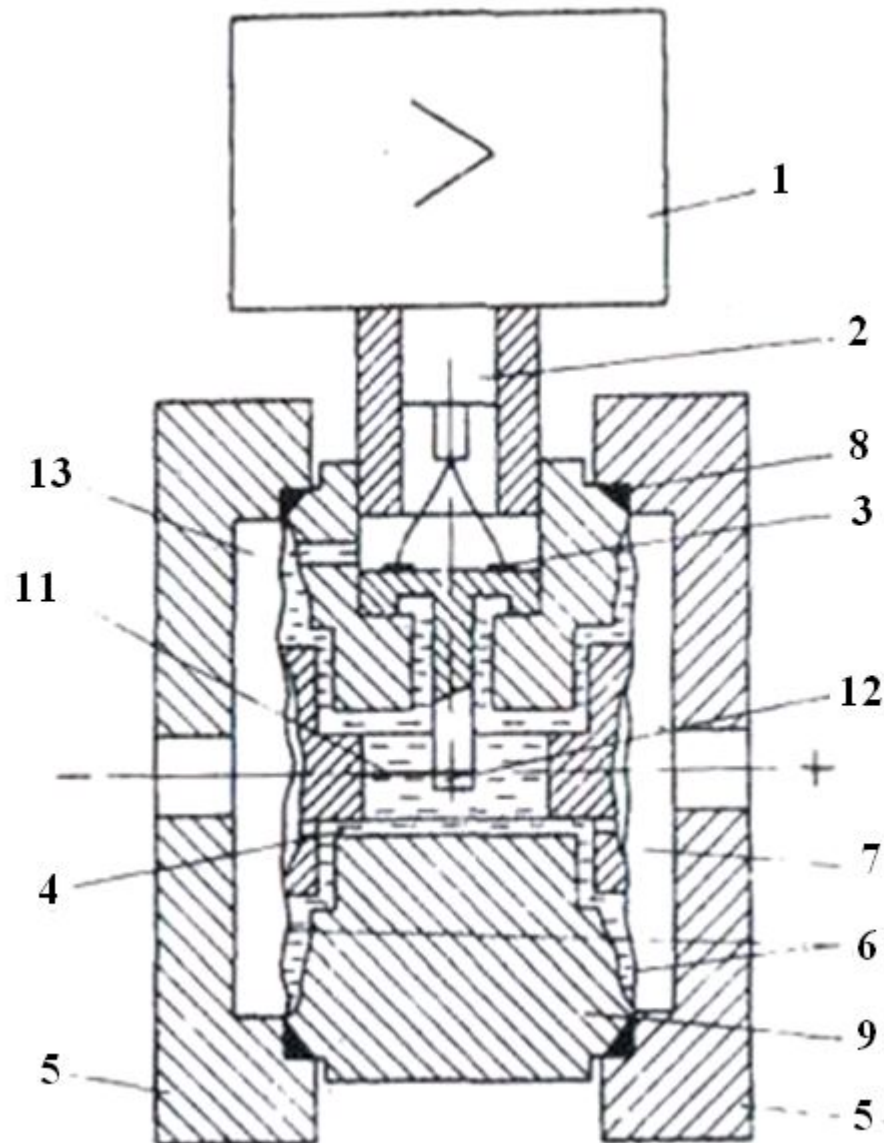


Упрощенный вид тензорезисторного чувствительного элемента

Модификации электрических преобразователей давления

- Сапфир 22 ДА – для измерения абсолютного давления;
- Сапфир 22ДИ – для измерения избыточного давления;
- Сапфир 22ДВ – для измерения разряжения;
- Сапфир 22 ДИВ - для измерения давления – разряжения;
- Сапфир 22 ДД – для измерения разности давлений;
- Сапфир 22 ДГ – для измерения гидростатического давления;

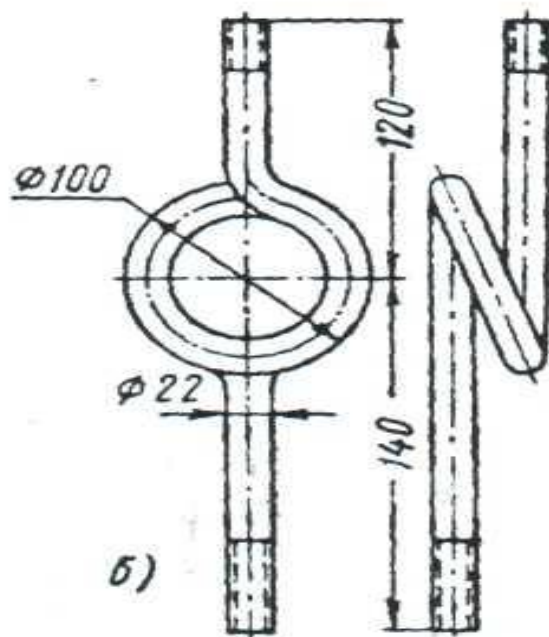
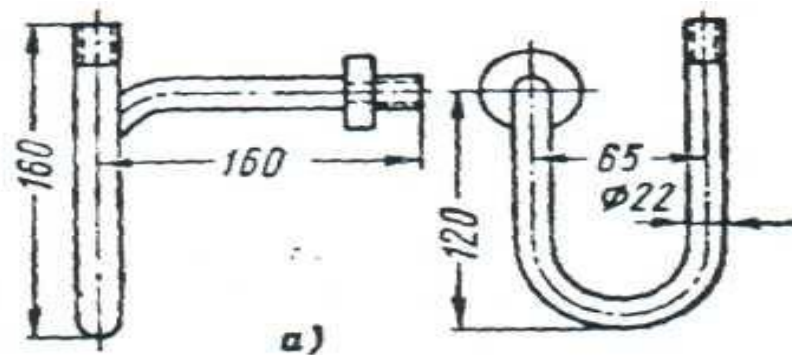




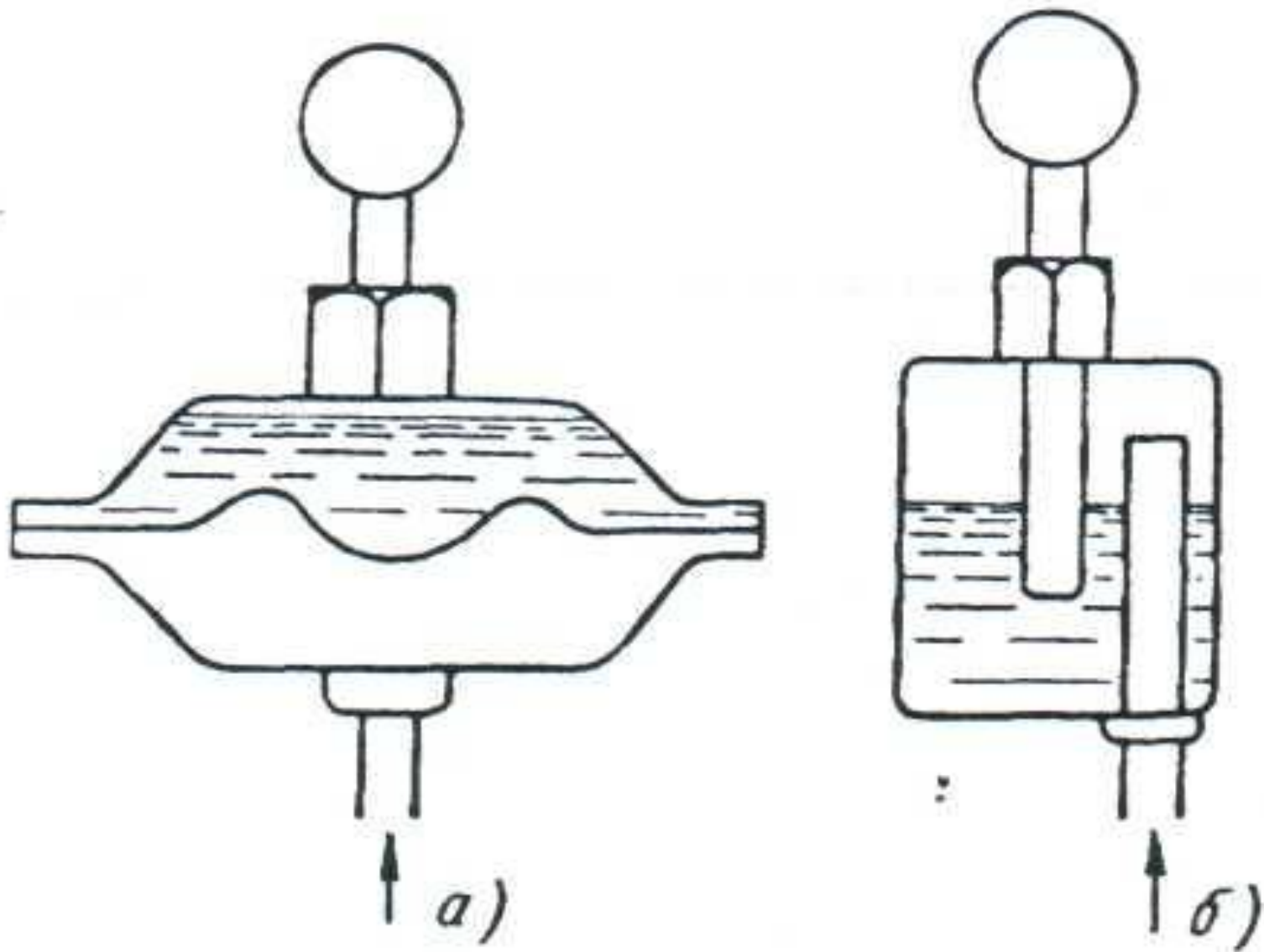
Преобразователь давления Сапфир 22ДД

**Общие
требования при
измерении
давления**

- 1. Допустимое рабочее давление не должно превышать $\frac{3}{4}$ верхнего предела шкалы**
- 2. Место отбора давления необходимо выбирать на прямолинейных участках трубопровода**
- 3. При измерении давления газа или пара в горизонтальных и наклонных трубопроводах давление следует отбирать выше оси трубопровода, а при измерении давления жидкостей - ниже оси**
- 4. Для защиты манометра от действия высокой температуры измеряемой среды перед манометром устанавливают сифонную трубку**
- 5. Для защиты манометра от агрессивных сред перед манометром устанавливают разделительное устройство (мембрана или защитный сосуд)**



Сифонные трубки



Разделительные устройства:

а – мембранное устройство, б – защитный сосуд