

Лекція 8

Загальні відомості та принципи будови засобів для вимірювання тиску

План:

1. Поняття «тиск як фізична величина».
2. Класифікація приладів для виміру тиску.
3. Принципи будови приладів для вимірювання тиску.

Питання 1. Поняття «тиск як фізична величина»

Тиском називають фізичну величину, яка дорівнює відношенню модуля сили **F**, що діє перпендикулярно поверхні, до площі **S** цієї поверхні.

$$P = \frac{F}{S}$$

За одиницю виміру тиску в СІ прийнятий тиск, що створює сила 1 Н на перпендикулярну до неї поверхню площею 1 м². Ця одиниця називається Паскалем.

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$$

Взаємозв'язок системних та несистемних одиниць виміру тиску

$$\begin{aligned} 1 \text{ Па} &= 9,86923 \cdot 10^{-6} \text{ атм} \\ &= 10^{-5} \text{ Бар} \\ &= 1,0197 \cdot 10^{-5} \text{ кгс/см}^2 \\ &= 0,10197 \text{ кгс/м}^2 \\ &= 7,5006 \cdot 10^{-3} \text{ мм.рт.ст.} \end{aligned}$$

Атмосферним називається найбільший тиск, обумовлений вагою усього стовпа повітря від поверхні Землі до межі атмосфери. На рівні моря атмосферний тиск дорівнює 101325 Па. Зі збільшенням висоти над рівнем моря атмосферний тиск зменшується.

При вимірах розрізняють *надлишковий, абсолютний і вакууметричний* тиск. При цьому за нуль (початок відліку) приймають атмосферний тиск.

Сума атмосферного і надлишкового тисків являє собою **абсолютний тиск**, тобто

$$P_{абс} = P_{атм} + P_{надл}.$$

Якщо абсолютний тиск менше атмосферного, то їхня різниця називається **розрідженням** або **вакуумом**:

$$P_{вак} = P_{атм} - P_{абс}.$$

Питання 2. Класифікація приладів для виміру тиску

Для виміру тиску використовуються спеціалізовані прилади - манометри

Манометри за діапазоном виміру поділяються на групи:

- манометри (для надлишкового P);
- вакуумметри (P нижче атмосферного);
- напорометри (надлишковий P до 0.04 МПа);
- тягометри (розрідження до 0.04 МПа);
- тягонапорометри;
- барометри (атмосферний P);
- диференціальні (для різниці P).

За принципом перетворення:

- рідинні;
- деформаційні;
- грузопоршневі;
- електричні;
- іонізаційні;
- теплові.

За призначенням:

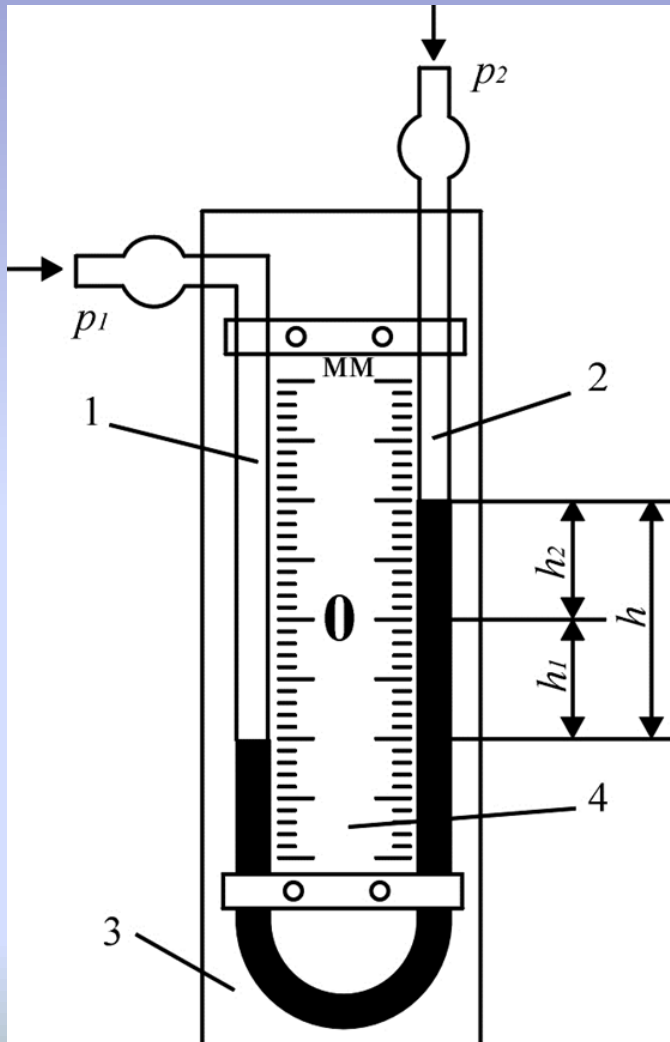
- технічні (для неагресивних середовищ);
- електроконтактні;
- вібростійки;
- вибухозахищені;
- корозійностійкі;
- аміачні (для агресивних середовищ);
- надвисокого тиску.

Питання 3. Принципи будови приладів для виміру тиску

РІДИННІ МАНОМЕТРИ

- двотрубні рідинні манометри;
- однотрубні рідинні манометри;
- мікроманометри.

Двотрубний рідинний манометр



1,2 - скляні
трубки

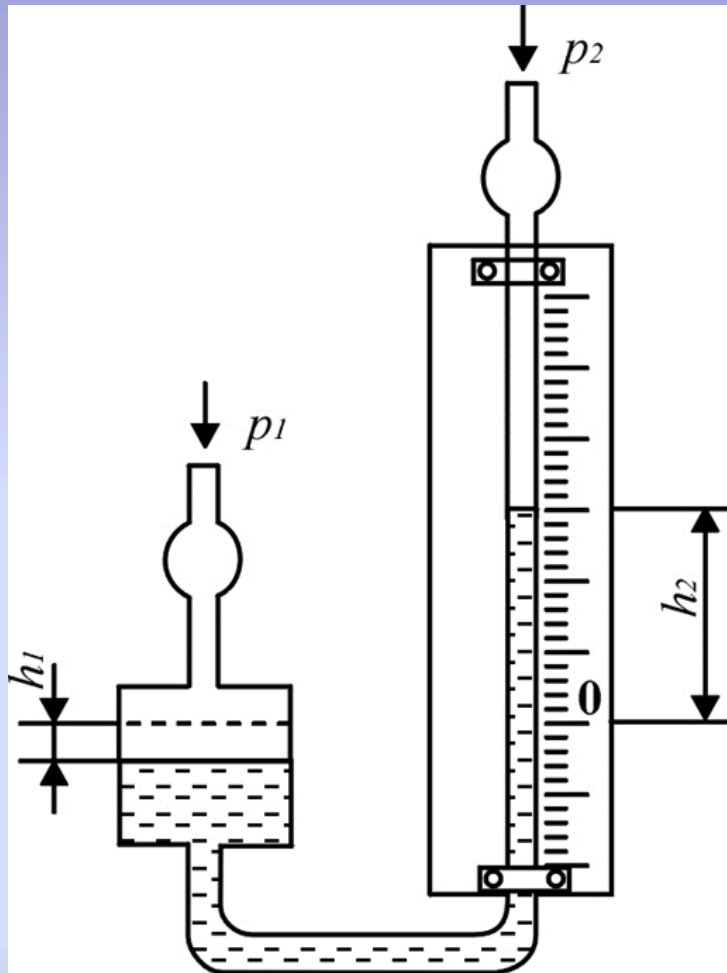
3 - дерев'яна або
металева основа

4 - шкальна
пластина

Трубчатий рідинний манометр —

<https://www.youtube.com/watch?v=wxlJ5l4KhIE>

Однотрубний (чашковий) рідинний манометр

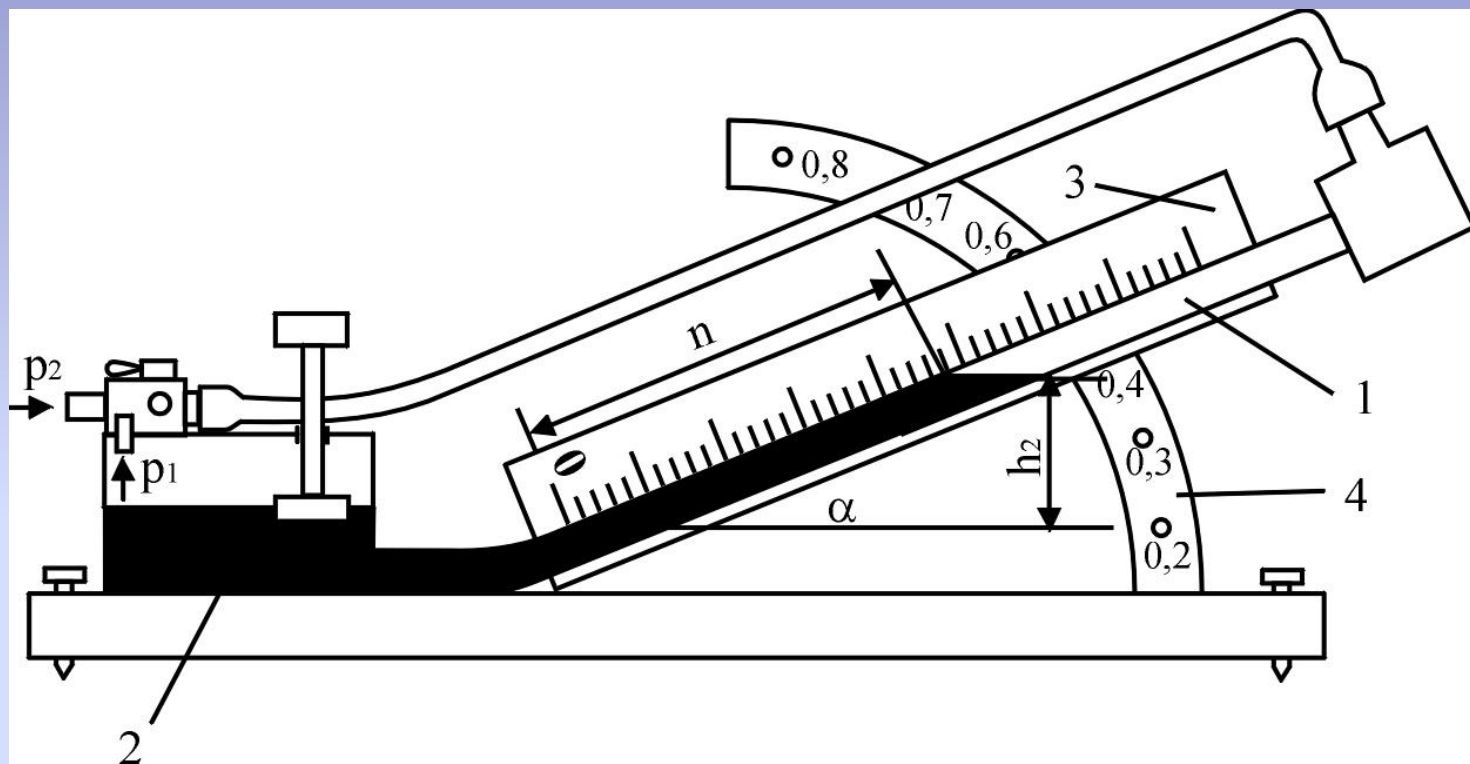


F - площа поперечного
перерізу широкого
сосуду

f - площа поперечного
перерізу скляної
трубки

$$p_1 - p_2 = \rho \cdot g \cdot (h_1 + h_2) = \rho \cdot g \cdot h_2 \left(1 + \frac{f}{F} \right)$$

Мікроманометр



- 1 – скляна трубка; 2 – резервуар з рідиною; 3 – шкала;
4 – нахилений упор;

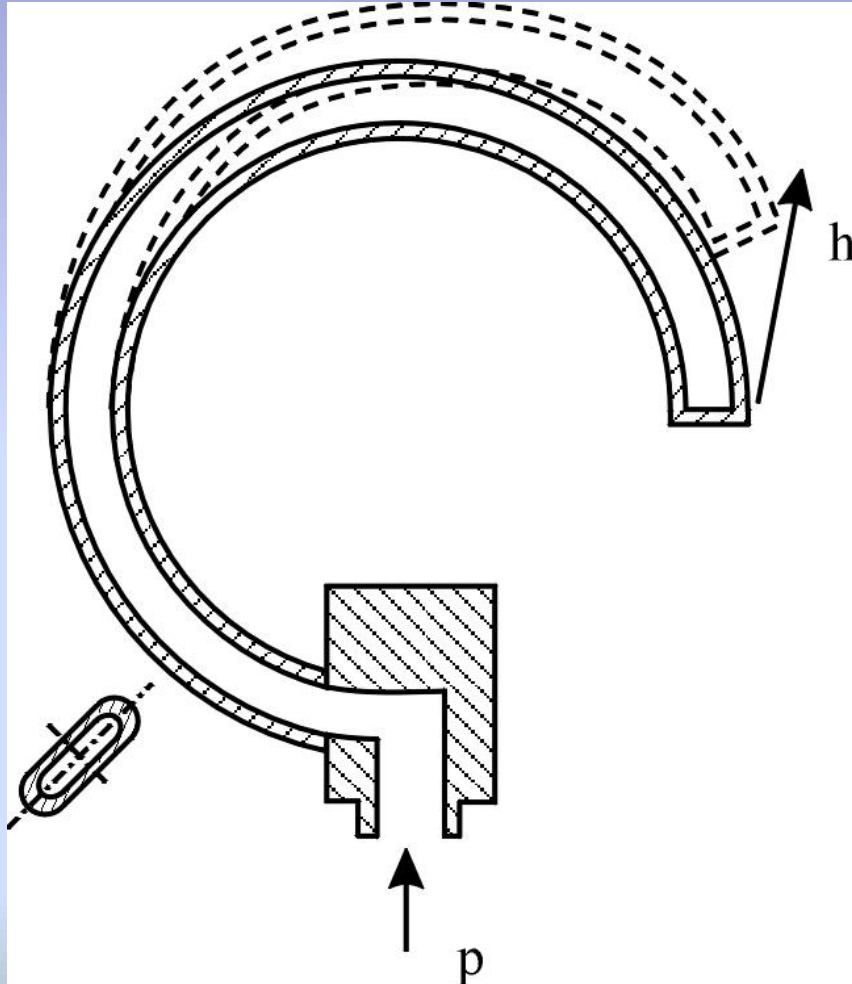
ДЕФОРМАЦІЙНІ МАНОМЕТРИ

- трубчасті пружини;
- сильфони;
- гофровані мембрани;
- мембранні коробки;
- м'які мембрани з жорстким центром.

Одновиткова трубчаста пружина (трубка Бурдона)

Принцип визначення тиску по пружній деформації тонкої оболонки був запропонований в 1846 німецьким ученим Рудольфом Шинцем, а окремий випадок цього методу - визначення тиску по деформації порожньої *трубчастої пружини* - в 1849 році запатентований французьким годинникарем Еженом Бурдоном, за іменем якого трубчасту пружину часто називають трубкою Бурдона.

Одновиткова трубчаста пружина (трубка Бурдона)

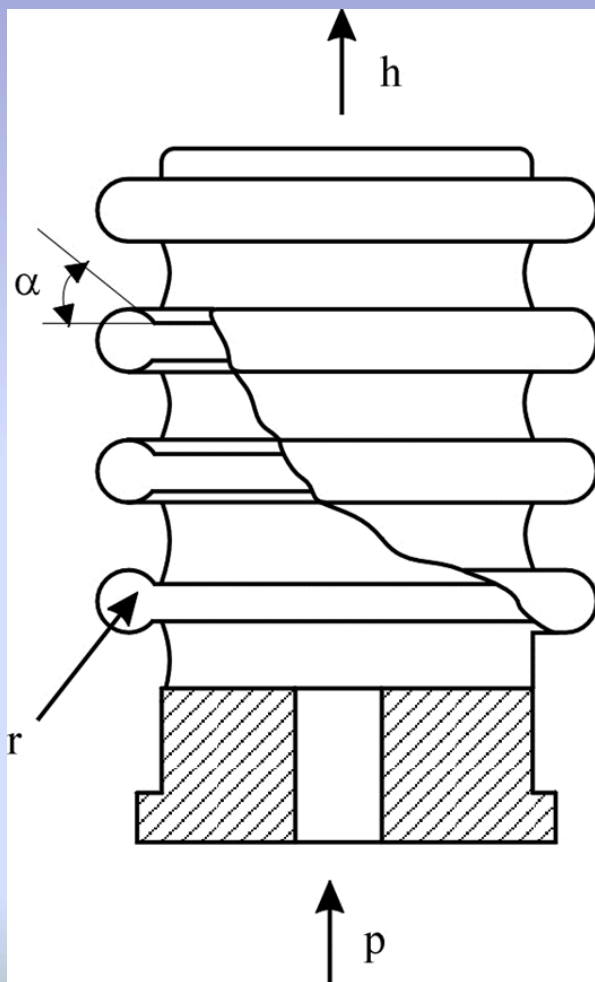


Матеріал
виготовлення:

- до 5 МПа - латунь, бронза;
- більше 5 МПа - сплави нікеля, легіровані сталі.

$h = 1 - 3 \text{ мм}$

Сильфон

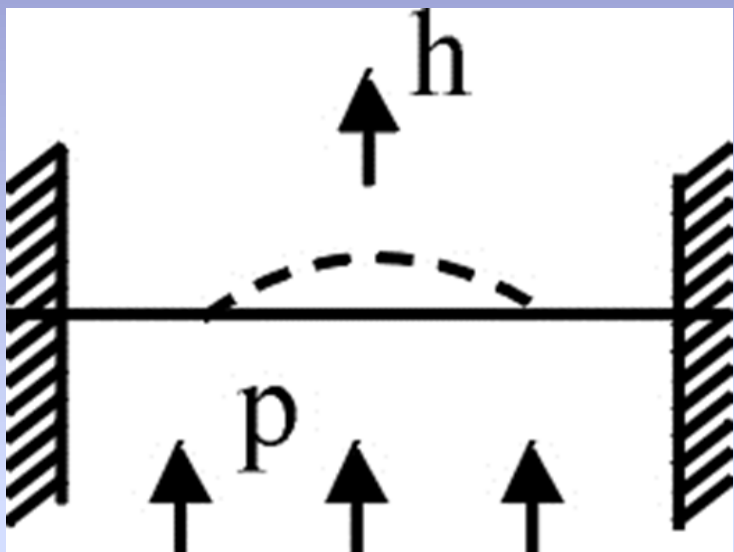


r - радіус закруглення
гофр;

α - кут ущільнення гофр;

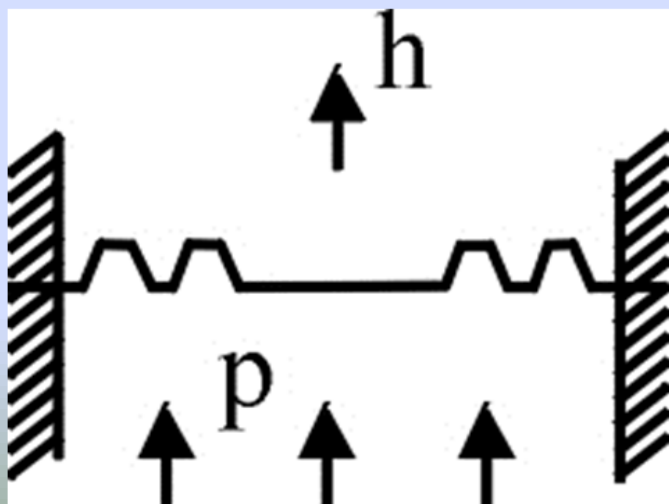
h - переміщення робочої
точки.

Мембранні чутливі елементи

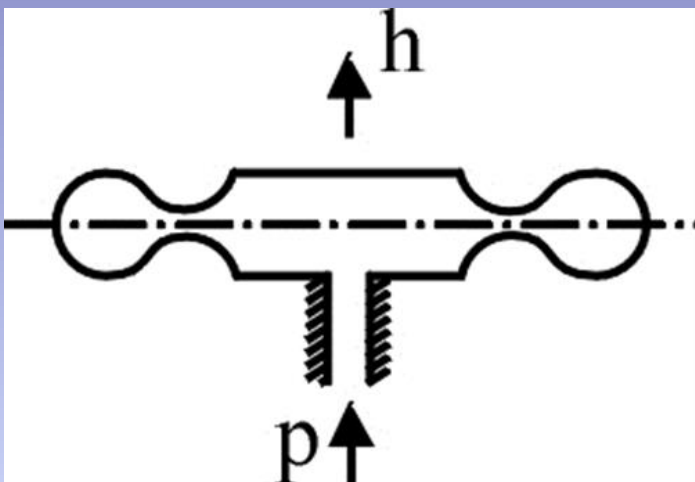


- плоска мембрана;

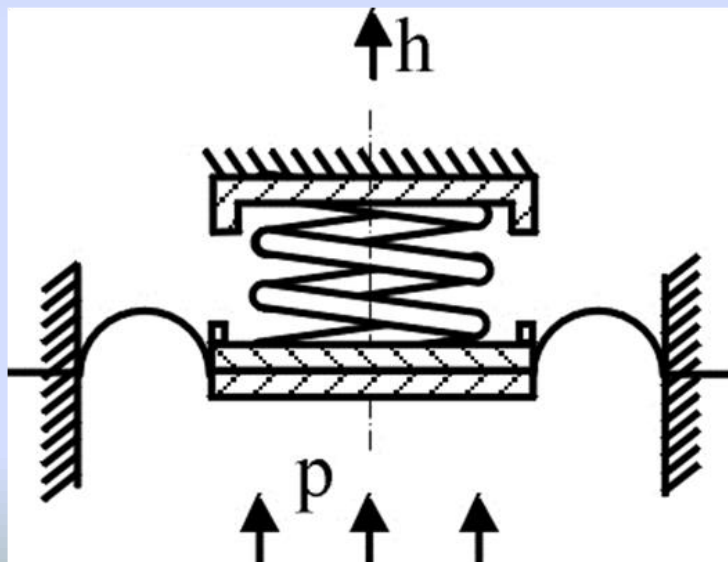
- гофрована мембрана:



- пільчасті;
- трапецеїдальні;
- синусоїдальні.

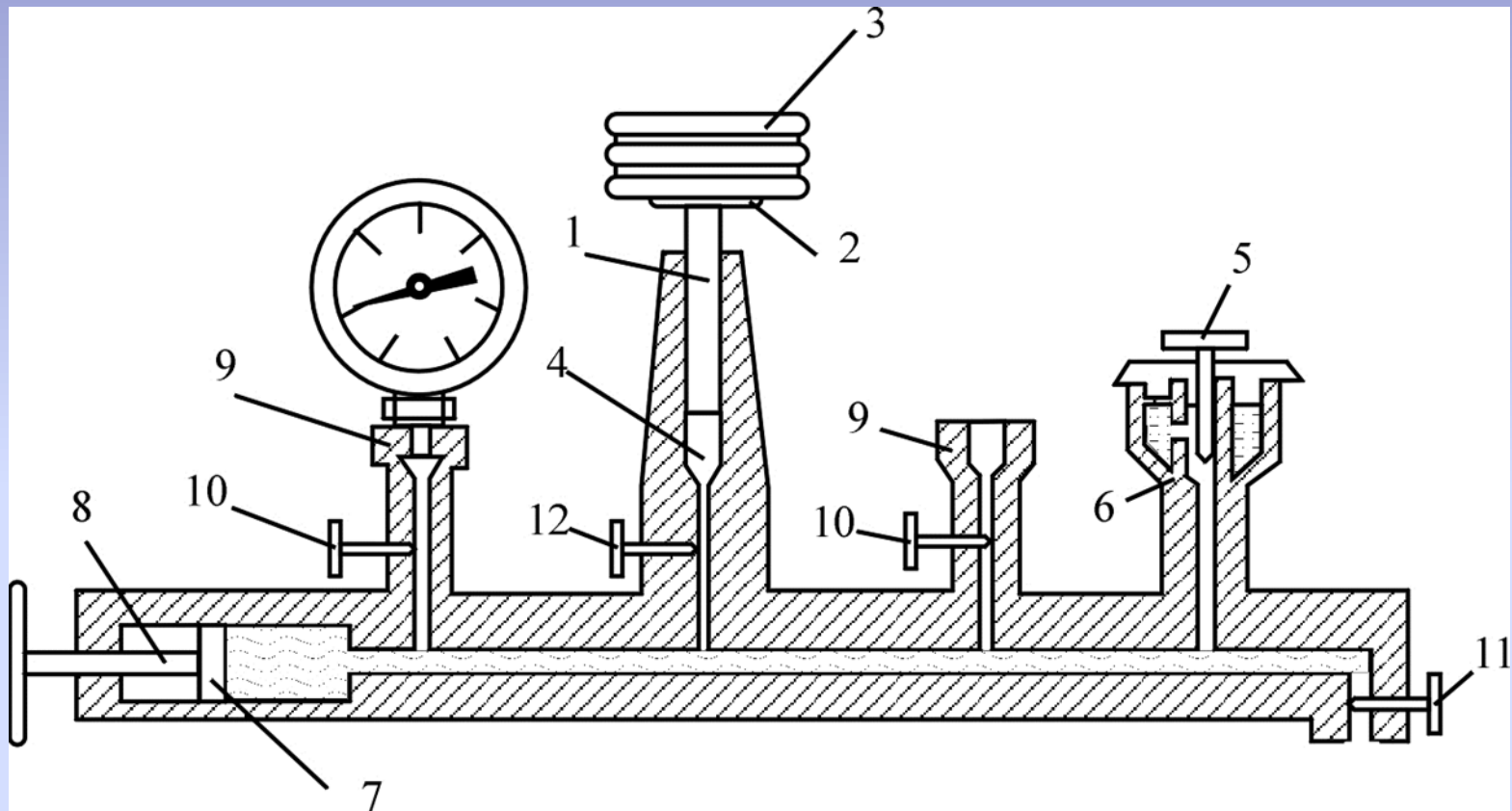


- мембранна коробка



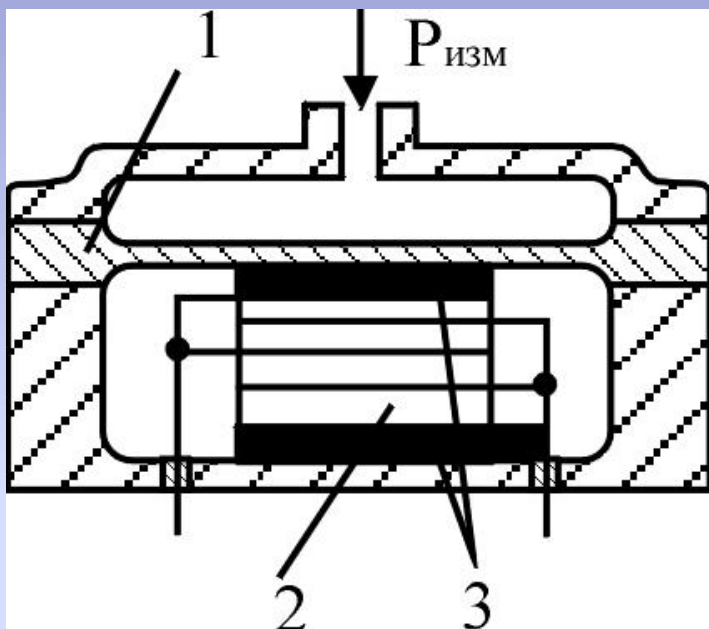
- млява мембрана

ГРУЗОПОРШНЕВІ МАНОМЕТРИ



Діапазон вимірів від 10^{-1} до 10^{13} Па

П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНІ МАНОМЕТРИ



- 1 - мембрана
- 2 - кварцові пластини
- 3 - металізовані
плоскості

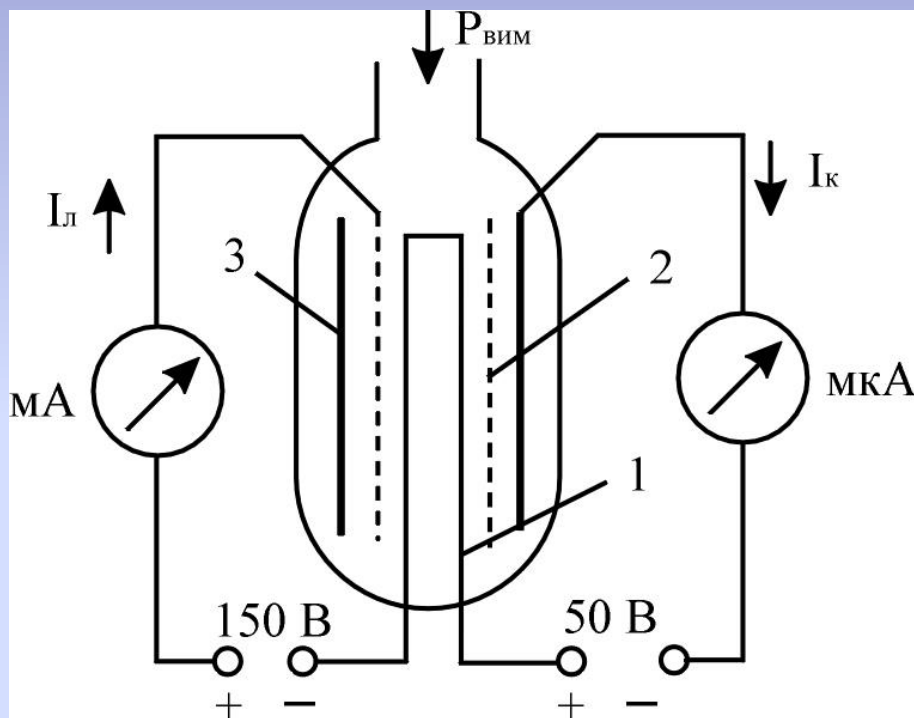
Електричний заряд Q

$$Q = k \cdot F = k \cdot p \cdot S$$

k - п'єзоелектрична постійна, Кл Н⁻¹

S - ефективна площа поверхні мембрани

ІОНІЗАЦІЙНІ МАНОМЕТРИ



1 - скляна
манометрична лампа;

2 - анодна сітка;

3 - іонний колектор

Діапазон виміру:

від 10^{-1} до 10^{-8} Па

Завдання на самопідготовку

- Автоматика для запобігання вибухам і пожежам. Посібник./ Дерев'янко О.А. та інш. – Харків: АЦЗУ, 2006.– С. 136-138.