

MASURAREA PRESIUNILOR

1. PRESIUNEA. GENERALITATI SI UNITATI DE MASURA.

Presiunea este o mărime scalară ce caracterizează starea de tensiune din jurul unui punct din interiorul unui fluid, fiind un parametru de stare care depinde direct de temperatură.

În cazul fluidelor în repaus presiunea poartă numele de presiune statică.

În cazul fluidelor în mișcare, în jurul unui punct din fluid se exercită o presiune (numită presiune totală), care este egală cu suma dintre presiunea statică și presiunea dinamică (de impact):

$$p_{tot} = p_{st} + p_{din}$$

cu:

$$p_{din} = \frac{\rho w^2}{2}$$

unde:

ρ - densitatea fluidului $[\text{kg}/\text{m}^3]$;

w - viteza medie a fluidului $[\text{m}/\text{s}]$.

Din punct de vedere dimensional, presiunea are aceeași unitate de mărime cu un efort unitar, și anume N/m^2 (numită și Pascal (Pa), de la numele savantului francez Blaise Pascal).

Presiunea hidrostatică (presiunea exercitată de o coloană de fluid) este:

$$p = \rho g h$$

unde:

g - accelerația gravitațională $[\text{m}/\text{s}^2]$

h - înălțimea coloanei de lichid $[\text{m}]$

Dacă ne raportăm la originea scărilor presiunilor putem defini:

- presiunea absolută p_{abs} , pentru care punctul zero al scării de presiune este vidul absolut;
- presiunea barometrică B , reprezentând presiunea atmosferei;
- presiunea manometrică p_{man} , pentru care scara presiunilor are punctul zero la valoarea presiunii barometrice.

Dacă presiunea absolută este mai mare decât cea barometrică, $p_{abs} > B$, avem:

$$p_{abs} = B + p_{man}$$

Domeniul de presiuni mai mici decât presiunea barometrică ($p_{abs} < B$) poartă numele de domeniu de vacuum, iar în zona respectivă se utilizează presiunea manovacuummetrică:

$$p_{abs} = B - p_{mvac}$$

Factorii de transformare între unitățile de măsură a presiunii.

	N/m ² (Pa)	mm H ₂ O	Mm Hg	at	bar	atm
N/m ² (Pa)	1	0.102	0.75×10^{-2}	1.02×10^{-5}	10^{-5}	0.987×10^{-5}
mm H ₂ O	9.81	1	0.736×10^{-1}	10^{-4}	9.81×10^{-5}	0.968×10^{-4}
mm Hg	133.3	13.6	1	1.36×10^{-3}	1.33×10^{-3}	1.316×10^{-3}
at	0.98×10^5	10^4	735.6	1	0.981	0.968
bar	10^5	1.02×10^4	750	1.02	1	0.987
atm	1.013×10^5	1.033×10^4	760	1.033	1.013	1

De multe ori se utilizează submultipli și multipli unităților de măsură precizate (kPa, MPa, m_{H2O} etc.).

În sistemul anglo-saxon se utilizează unitățile de măsură corespunzătoare (unitatea standard fiind $1 \text{ psi} = 1 \text{ lbf/in}^2 = 6895 \text{ Pa}$).

Presiunea atmosferică normală este $p_0 = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2 = 760 \text{ mm Hg}$.

2. APARATE PENTRU MĂSURAREA PRESIUNII

Clasificarea aparatelor pentru măsurarea presiunii:

După principiul de funcționare	Dupa scările utilizate	Dupa clasa de precizie
- aparate cu coloană de lichid; - aparate cu element elastic; - aparate cu piston și greutate; - aparate electrice; - aparate combinate.	- manometre; - barometre; - vacuumetre; - manovacuumetre.	- aparate etalon; - aparate model; - aparate de lucru.

2.1. Aparate cu coloana de lichid

Principiul de funcționare a acestor aparate are la bază legea hidrostaticii. Presiunea măsurată este echilibrată de către greutatea coloanei de lichid din aparat și poate reprezenta o suprapresiune sau o depresiune (față de presiunea mediului), sau o diferență între două presiuni diferite.

Se construiesc pentru domenii de utilizare de la câțiva mbar la circa 1.5 bar, iar ca lichide de lucru se utilizează alcoolul și apa (pentru presiuni scăzute), mercurul (pentru presiuni mai mari, de până la 1.5 bar). Se utilizează frecvent în măsurări de laborator.

Din punct de vedere constructiv avem patru tipuri de aparate:

- cu tub în formă de U;
- cu rezervor și tub înclinat;
- cu compensare cu două rezervoare;
- aparate de tip balanță inelară.

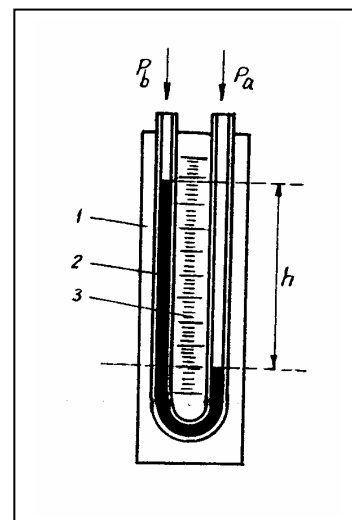
2.1.1. Aparat de tip U

Elemente constructive:

- 1 - suport
- 2 - tub transparent U
- 3 - scară gradată

Diferența de presiune va fi: $p_b - p_a = \rho g h$

Dacă presiunea p_a corespunde presiunii atmosferice, atunci aparatul va măsura presiunea manometrică $p_b = \rho g h$.



Sacara este gradată în mm coloană de lichid, valoarea presiunii obținându-se direct prin citire.

Măsurarea se face prin citirea denivelării h . Citirea trebuie să fie făcută corect la baza meniscului și la același nivel cu acesta.

2.1.2. Aparare cu rezervor și tub

Prezintă avantajul efectuării unei singure citiri având o eroare de măsură mai mică față de aparatele cu tub U unde citirea se efectuează în două locuri.

a) Aparare cu tub vertical

Funcționează după același principiu ca și aparatele cu tub U, însă datorită suprafeței mari a rezervorului, nivelul lichidului va scădea foarte puțin.

Aici scara gradată are reperul zero la partea inferioară a tubului vertical. Umplerea cu lichid manometric se face până ce meniscul lichidului din tub va ajunge în dreptul reperului zero pe scara aparatului. Aparatele pot fi folosite atât ca manometre cât și ca vacuometre, utilizându-se mercurul ca lichid manometric.

Se recomandă ca diametrul tubului să nu fie mai mic de 5 mm, pentru evitarea erorilor datorate fenomenului de capilaritate.

$$\text{Presiunea reală va fi: } p = \rho g h_2 \left(1 + \frac{S_2}{S_1} \right)$$

unde: S_2 – secțiunea tubului vertical;

S_1 – secțiunea rezervorului;

ρ – densitatea lichidului din sistem.

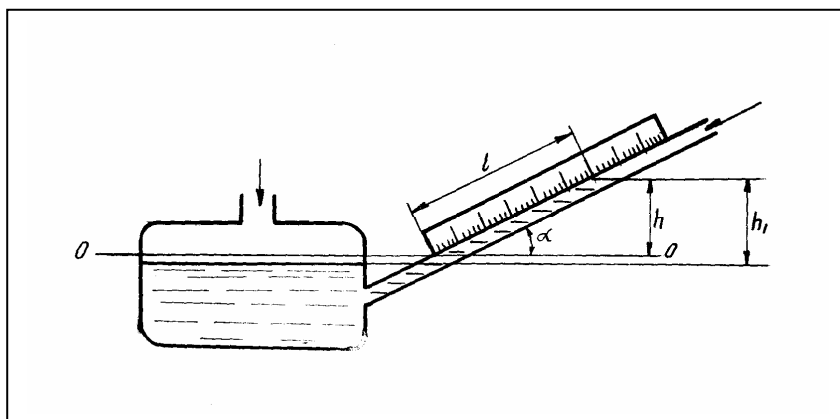
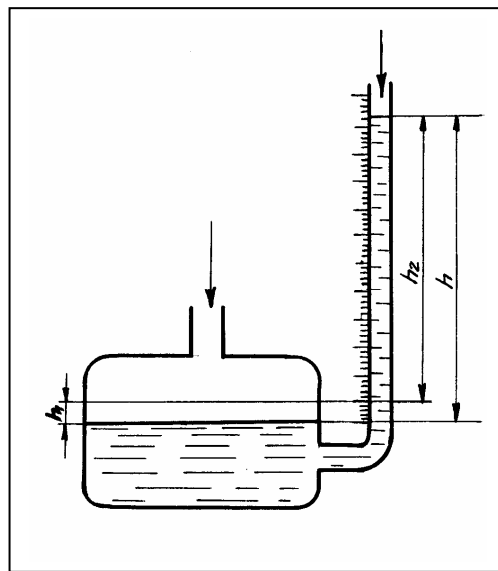
Termenul $k = 1 + \frac{S_2}{S_1}$ reprezintă o mărime constantă, caracteristică fiecărui aparat,

deci: $p = k \cdot \rho g h_2$.

b) Aparatele cu tub înclinat

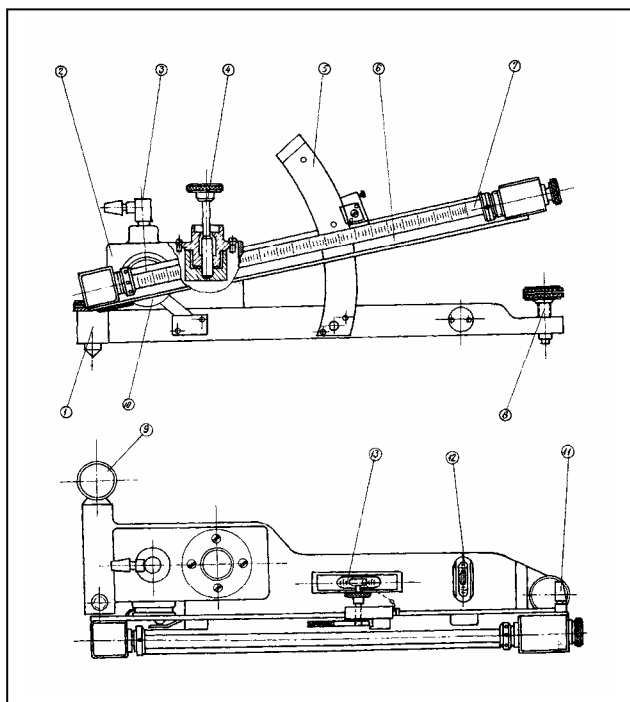
Sunt utilizate pentru măsurarea presiunilor mici și foarte mici, caz în care aparatele cu tub vertical ar introduce erori relative mari. Prin înclinarea tubului se pot obține deplasări importante ale lichidului chiar la presiuni foarte mici, iar pentru a obține deplasări cât mai mari ale lichidului în tub se utilizează lichide cu densități mici (alcool, eter etc.).

Din punct de vedere constructiv aparatele pot avea tubul înclinat, fix sau mobil.



Presiunea reală din aparat va fi dată de relația: $p = \rho g h_1 \left(1 + \frac{s}{S} \right)$.

Neglijând ponderea raportului s/S , se obține: $p = \rho g l \cdot \sin \alpha$.



Micromanometrul cu tub mobil:

- 1 - suportul aparatului
- 2 - rezervor
- 3 - racord presiune
- 4 - surub de reglaj
- 5 - sector circular
- 6 - brat inclinat
- 7 - scara gradata
- 8, 9 - suruburi de calare
- 10 - articulatie
- 11 - racord presiune
- 12, 13 - nivele de calare

Meniscul se aduce in dreptul diviziunii zero de pe scara bratului inclinat 6 cu ajutorul surubului 4.

Notand $k = \rho g \cdot \sin \alpha$ se obtine relatia: $p = k \cdot l$

unde constanta k se inscrie pe sectorul circular, fiind caracteristica unui anumit lichid. In cazul utilizarii unui alt lichid, este necesară o corectie egală cu raportul densitatilor lichidelor.

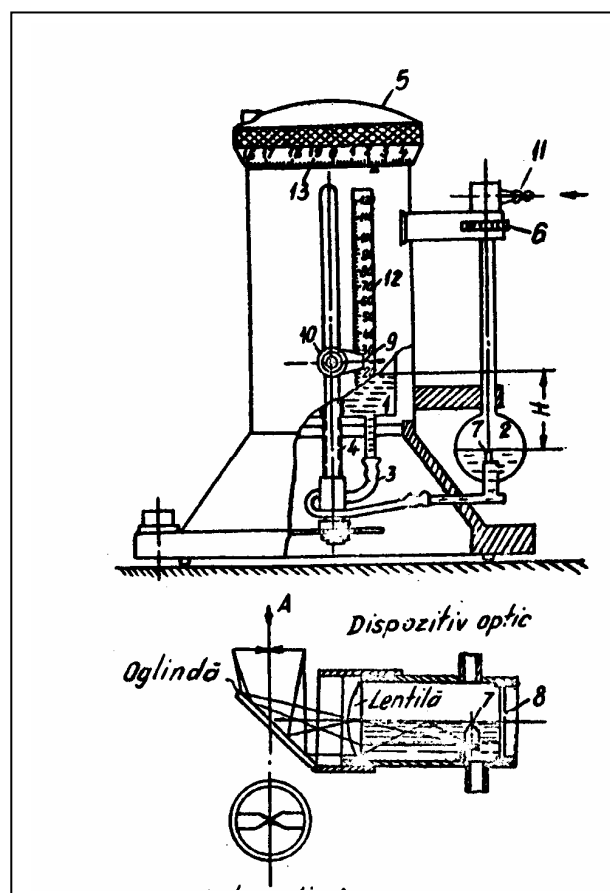
2.1.3. Aparat cu compresoare cu două rezervoare (Askania)

Este un aparat destinat măsurătorilor de precizie din laboratoare sau pentru etalonări.

Cuprinde două rezervoare 1 și 2 ce comunică între ele prin tubul flexibil 3. Vasul 1 se poate deplasa pe verticală cu ajutorul șurubului micrometric 4 fixat de capacul 5. Rezervoarele comunică cu exteriorul prin racordurile 10 și 11.

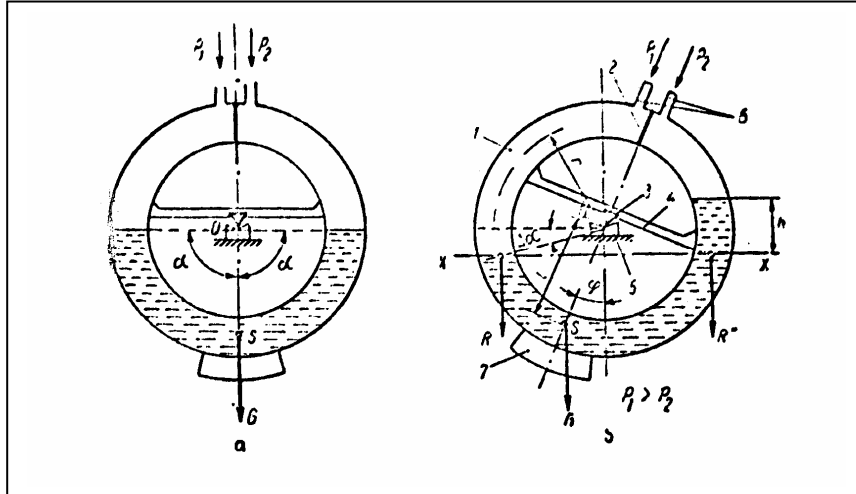
In pozitia inițială, de echilibru, nivelul lichidului in cele două rezervoare are aceeași cotă, iar reperul 9 indică valoarea zero pe scara verticală 12. In același timp, varful 7 atinge suprafața lichidului, astfel încât sistemul optic de lentile și oglinzi permite vederea varfului cap la cap cu imaginea sa rasturnată.

La apariția unei diferențe de presiuni, varful 7 nu mai atinge suprafața apei, astfel încât trebuie ridicat sau coborât rezervorul 1 până la obținerea aceleiași imagini cap la cap (varf în varf).



2.1.4. *Aparate de tipul balanță inelară (tor oscilant)*

Sunt aparate de precizie având o sensibilitate mai mare față de celelalte aparate.



Componenta aparatului
de tip balanță inelară:

- 1- tub inelar
- 2- perete despărțitor
- 3- suport ascuțit
- 4- pârghia
- 5- reazem
- 6- racorduri
- 7- greutate de echilibrare.

Relația de echilibru: $Gl \sin \varphi = (p_1 - p_2)SR$ sau $p_1 - p_2 = \frac{Gl}{SR} \cdot \sin \varphi = k \sin \varphi$

2.2. Aparate cu element elastic

După aspectul elementului elastic, aparatele sunt clasificate astfel:

- aparate cu tub
 - cu tub simplu
 - cu tub polispiralat
- aparate cu membrană
 - se utilizează în cazul mediilor cu vâscozitate mare și a celor agresive, fiind ușor de protejat prin acoperișuri de protecție.
- aparate cu capsulă
 - au avantajul de a fi foarte puțin sensibile la variațiile de temperatură și de a putea fi utilizate pentru măsurători de diferențe de presiuni.
- aparate cu burduf
 - burduful, ca element elastic, poate fi utilizat atât în aparatele de măsură cât și în aparatele pneumatice de comandă și reglare din sistemele de reglare automată.

2.3. Aparate cu piston și greutate

Sunt utilizate ca aparate etalon, eroarea lor de măsură precum și scăderea sensibilității fiind neînsemnată.

Elementul de măsurare al acestor aparate este ansamblul piston-cilindru, principiul de funcționare având la bază legea lui Pascal.

2.4. *Aparate electrice*

Aparatele electrice se utilizează pentru măsurători de presiuni ridicate sau foarte mici, precum și în cazul unor variații rapide a presiunii, cuprinzând două elemente principale:

- traductorul
- aparatul de măsură.

După principiul de funcționare, traductoarele aparatelor electrice se pot clasifica în:

- traductoare rezistive - principiul de funcționare are la bază variația rezistenței electrice a unor conductoare, în funcție de presiune.
- traductoare inductive – principiul de funcționare se bazează pe variația inductanței sau reductanței unui circuit magnetic, variație provocată de schimbarea poziției unui conductor.
- traductoare tensometrice – principiul de funcționare constă în variația rezistenței electrice a unui fir metalic supus unei deformări elastice.
- traductoare piezoelectrice – funcționează pe baza efectului piezoelectric de apariție a unor sarcini electrice pe suprafața unor cristale supuse unor eforturi de comprimare sau întindere.
- traductoare capacitive – principiul de funcționare are la bază fenomenul de variație a capacității electrice a unui condensator la variația dintre armăturile acestuia după legea: $C = \epsilon \cdot S/d$