

4.4.2. Presiunea unui fluid în mișcare.....	1
4.4.2.1. Presiunea statică.....	1
4.4.2.2. Presiunea totală	2
4.4.2.3. Modelul de calcul	3
4.4.2.4. Succesiunea prelucrărilor	4

4.4.2. Presiunea unui fluid în mișcare

Presiunea totală (p_0) a unui fluid în mișcare are două componente:

- **Presiunea statică** (p)
- **Presiunea dinamică** (impact/ stagnare) (p_d)

4.4.2.1. Presiunea statică

Într-o mișcare **permanentă** și omogen **uniformă** a unui **lichid perfect**, adică o mișcare în care **liniile de curent** sunt **rectilinii și paralele** iar **viteza** este aceeași în orice punct al domeniului de curgere și constantă în timp, într-o secțiune plan orizontală (**Fig.4.13**), în orice punct al domeniului este aceeași **presiune statică** p .

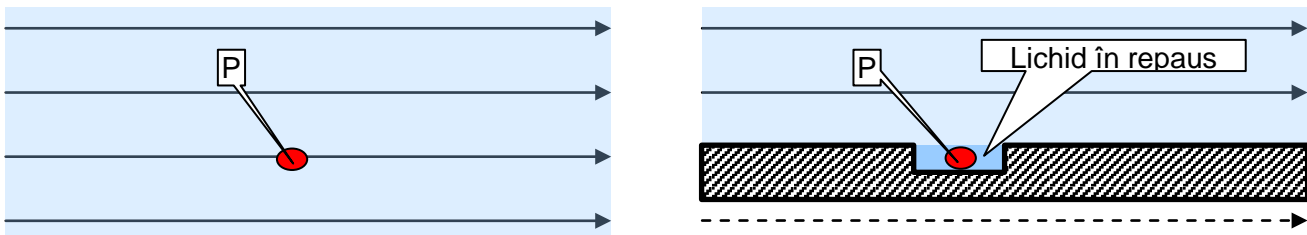


Fig.4.13. Presiunea statică într-o mișcare permanentă și uniformă

Introducerea unui perete solid, plan vertical și paralel cu liniile de curent nu perturbă curgerea.

Presiunea statică se măsoară în vecinătatea unui perete paralel cu liniile de curent, într-o cavitate realizată în perete respectiv (**priză de presiune statică**), și racordată la un manometru (**Fig.4.15**). Măsurarea presiunii statice într-un punct oarecare al curentului de lichid, se realizează și prin amplasarea în vecinătatea punctului respectiv a unui perete

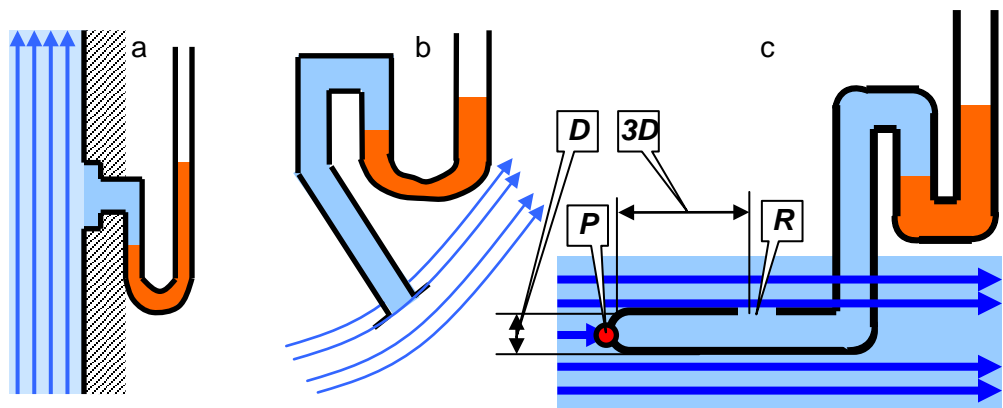


Fig.4.15. Dispozitive pentru măsurat presiunea statică

solid printr-un disc de dimensiuni reduse amplasat paralel cu liniile de curent și prevăzut cu un orificiu aflat în legătură cu un manometru. (**discul cu Ser**, **Fig.4.15.b**). O altă variantă este cea a **sondei de**

presiune statică realizată dintr-un tub subțire, de diametru D , îndoit în unghi drept, având o extremitate închisă și de **formă hidrodinamică** și celalaltă extremitate racordată la un manometru (Fig.4.15.c). Forma hidrodinamică reduce perturbațiile produse în curentul de lichid de prezența tubului, iar la trei diametre distanța ($3D$) de capătul închis al tubului aceste perturbații sunt neglijabile. Extremitatea închisă a tubului este plasată în punctul P unde se dorește măsurarea presiunii statice iar în punctul R , plasat la $3D$, se execută un orificiu în peretele lateral al tubului. Datorită pătrunderii lichidului în tub prin orificiul R , manometrul măsoară **presiunea statică** din R , presiune care este identică cu presiunea din P în curentul neperturbat. Deoarece în **regim neperturbat** presiunea statică din R este identică cu presiunea statică din P rezultă că presiunea măsurată de manometru este **presiunea statică din P** .

4.4.2.2. Presiunea totală

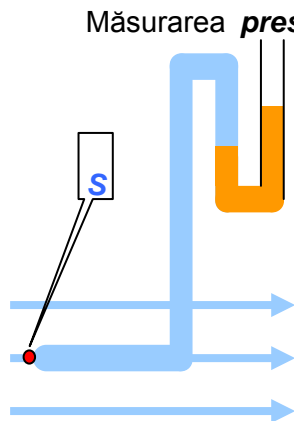


Fig.4.17. Tubul Pitot

Măsurarea **presiunii totale** într-un punct de stagnare S al unui obstacol se face prin realizarea unei cavități în obstacol și racordarea acelei cavități la un manometru, realizându-se astfel o **priză de presiune totală** (Fig.4.16.). După pătrunderea lichidului în cavitate și realizarea stării de echilibru, manometrul indică presiunea totală din S .

Măsurarea **presiunii totale** într-un punct al unui curent de lichid se face cu **tubul Pitot** care transformă orice punct din domeniul de curgere într-un punct de stagnare (S). Tubul Pitot este un tub subțire îndoit în unghi drept cu o extremitate deschisă, îndreptată în sens contrar curentului și cealaltă extremitate racordată la un

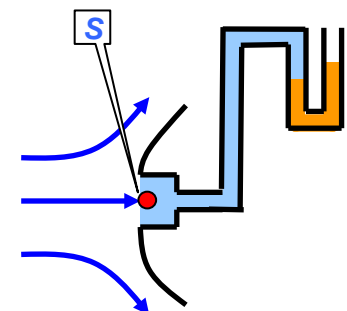


Fig.4.16. Măsurarea presiunii totale

manometru care măsoară presiunea totală (Fig.4.17).

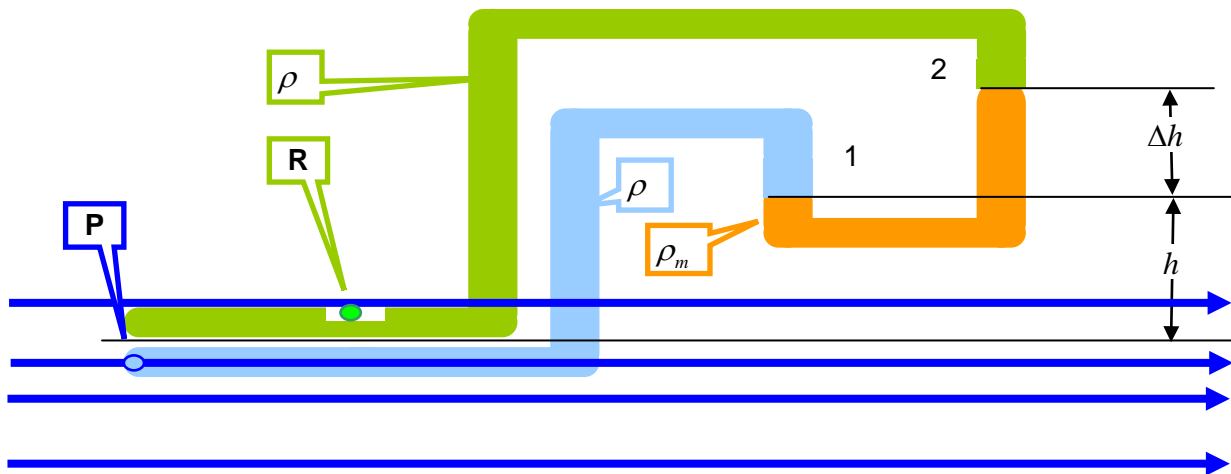


Fig.4.18. Tubul Pitot-Prandtl

4.4.2.3. Modelul de calcul

Calculul **vitezei** într-un punct oarecare al unui curent de lichid se bazează pe ecuația fundamentală a lui Bernoulli iar dispozitivul utilizat este **tubul Pitot-Prandtl (Fig.4.18)**, rezultat din reunirea într-un singur aparat a sondei de **presiune statică** și a tubului Pitot de **presiune totală**.

Considerând că **P** și **R** au aceeași cotă (tuburile sunt foarte subțiri), se poate scrie:

$$\left. \begin{aligned} p_P &= p_1 + \gamma \cdot h \\ p_R &= p_2 + \gamma \cdot (h + \Delta h) \\ p_1 &= p_2 + \Delta h \cdot \gamma_m \end{aligned} \right\} \text{din care rezultă că } p_P = p_R + (\gamma_m - \gamma) \cdot \Delta h$$

în care :

$p_P = p + p_d$ - **presiunea totală** din P (măsurată cu **tubul Pitot**)

p - **presiunea statică**

p_d - **presiunea dinamică**/de impact/de stagnare (**Fig.4.19**) a cărei relație de calcul rezultă din observația că presiunea în punctul A este mai mare decât presiunea în punctul B (de stagnare) cu o valoare egală cu **presiunea dinamică**:

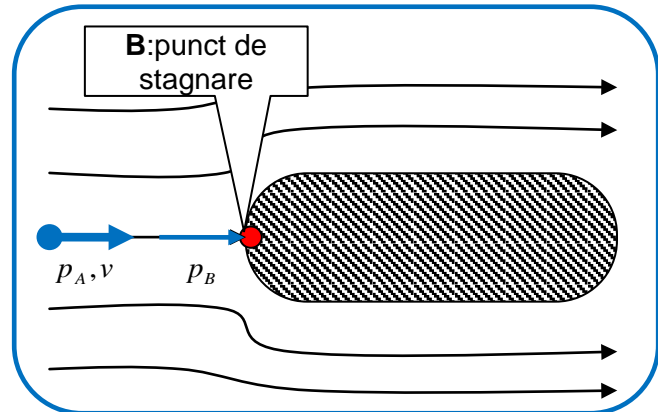


Fig.4.19. Punct de stagnare

$$\frac{p_A}{\gamma} + \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{p_B}{\gamma} \Rightarrow p_A - p_B = \rho \frac{v^2}{2} = p_d$$

$p_R = p$ - **presiunea statică** din P (măsurată cu **sonda de presiune statică**)

ρ_m - densitatea fluidului utilizat în manometru ($\gamma_m = \rho_m \cdot g$; g - accelerația gravitațională)

După înlocuiri rezultă:

$$v^2 = \frac{2}{\rho} \cdot (\gamma_m - \gamma) \cdot \Delta h = \frac{2}{\rho} \cdot (\rho_m \cdot g - \rho \cdot g) \cdot \Delta h = 2 \cdot g \cdot \left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1 \right) \cdot \Delta h$$

ajungându-se în final la relația pentru determinarea **vitezei de curgere** a fluidului perfect aflat în mișcare **permanentă**, omogen **uniformă**, adică o mișcare în care **liniile de curent** sunt **rectilinii și paralele** iar **viteza** este aceeași în orice punct al domeniului de curgere și constantă în timp, într-o secțiune plan orizontală:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1 \right) \cdot \Delta h}$$

4.4.2.4. Succesiunea prelucrărilor

Tubul Pitot-Prandtl (**Fig.4.20**) este utilizat pentru măsurarea debitului apei într-o conductă cu diametrul cunoscut ($D = 105.0\text{mm}$).

Manometrul citește o **diferență de presiune statică** ($\Delta h = 83\text{mm}$ de tetraclorură de carbon; $\rho_{\text{CCl}_4} = 1594 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) iar **coeficientul de corecție** al aparatului este stabilit prin calibrarea aparatului ($C = 0.95$).

Să se calculeze **viteza în centrul** tubului (v), **viteza medie** (v_{med}) și **debitul** conductei (Q).

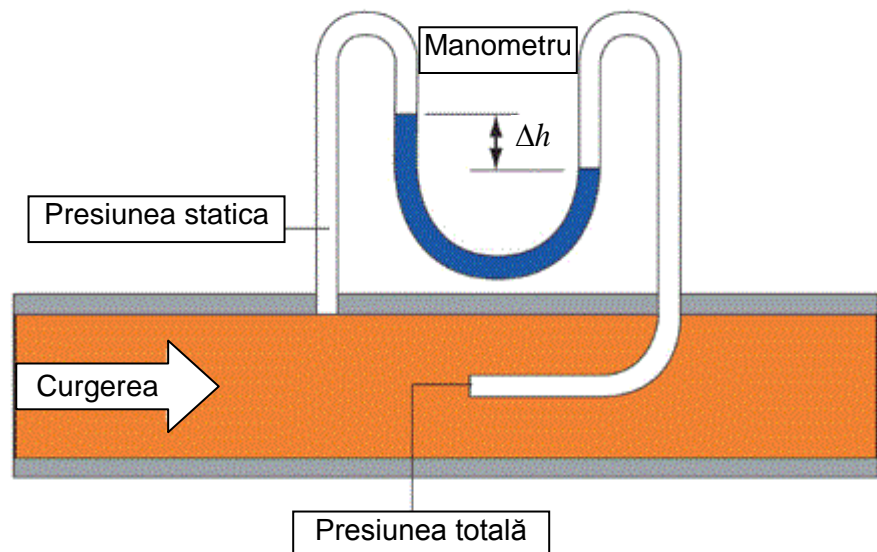


Fig.4.20. Reprezentarea schematic a tubului Pitot-Prandtl

1. Calculul **vitezei maxime** a apei în conductă (viteza în centrul secțiunii conductei) cu formula:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(\frac{\rho_{\text{CCl}_4}}{\rho} - 1 \right) \cdot \Delta h}$$

2. Calculul vitezei medii (v_{med}) prin aplicarea coeficientului de corecție $C = 0.95$:

$$v_{\text{med}} = C \cdot v$$

3. Calculul debitului conductei cu relația:

$$Q = v_{\text{med}} \cdot \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right)$$

NOTA. Coeficientul de corecție al aparatului ($C = 0.95$) se determină experimental și include efectul frecării fluidului de conductă precum și efectul rezistențelor hidraulice introduse de dispozitiv.