

3.3. REPAUSUL LICHIDELOR GRELE INCOMPRESIBILE

HIDROSTATICA *lichidelor grele* studiază numai fluidele asupra cărora acționează *forțele masice* (greutatea) și *forțele de suprafață* (presiunea hidrostatică).

Condițiile de repaus pentru un fluid greu incompresibil se stabilesc prin compunerea forțelor care acționează asupra unui *cilindru*, poziționat în două *variante extreme* (Fig.3.4.):

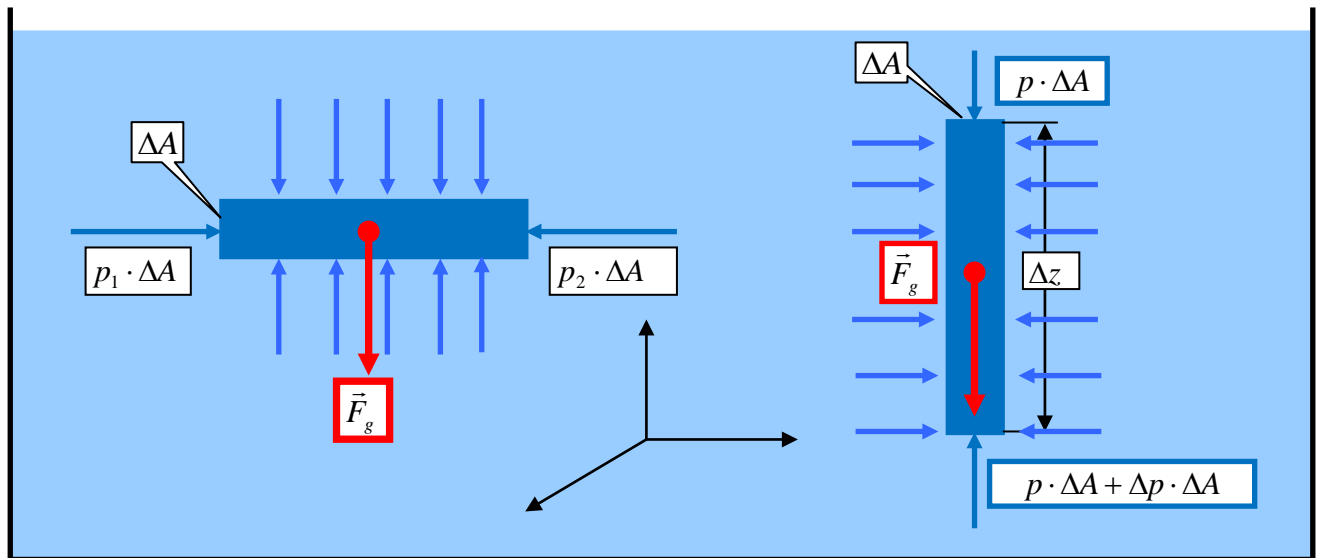


Fig.3.4. Repausul lichidelor grele incompresibile.

- **Orizontal**, situație în care suma proiecțiilor pe orizontală a tuturor forțelor care acționează asupra cilindrului de secțiune transversală infinit mică ΔA (dar diferită de ZERO) este (presiunile perpendiculare pe suprafața laterală a cilindrului se anulează iar proiecția forței masice \vec{F}_g pe orizontală este zero):

$$p_1 \cdot \Delta A - p_2 \cdot \Delta A = 0 \mid \Delta A \text{ rezultând } p_1 = p_2$$

- **Vertical**, situație în care suma proiecțiilor pe verticală a tuturor forțelor care acționează asupra cilindrului de secțiune transversală infinit mică ΔA (dar diferită de ZERO) este (presiunea crește cu adâncimea conform legii generale a hidrostaticii iar presiunile pe suprafața laterală a cilindrului se anulează reciproc):

$$p \cdot \Delta A + F_g - (p + \Delta p) \cdot \Delta A = 0 \text{ cu } F_g = \gamma \cdot \Delta A \cdot \Delta z$$

rezultă că

$$\Delta p = \gamma \cdot \Delta z \Leftrightarrow \frac{\Delta p}{\Delta z} = \gamma \Leftrightarrow \frac{dp}{dz} = \gamma \text{ și mai departe, după integrare: } p + \gamma \cdot z = \text{Const}$$

Notă: $\gamma = \text{const}$, presupune accelerația gravitațională (\vec{g}) constantă, densitatea (ρ) fiind constantă, deoarece fluidul este incompresibil.

Consecintele ecuațiilor condițiilor de echilibru sunt:

- **Suprafața liberă a unui lichid este orizontală** (pe suprafețe mici, pentru ca să se poată accepta paralelismul forțelor de greutate (\vec{G}); dacă suprafețele sunt mari, forțele de greutate sunt convergente...în centrul Pământului), deoarece presiunile pe o suprafața liberă sunt egale:

- $p_1 = p_2$ =presiunea atmosferică

- **Principiul lui Pascal:** Într-un lichid greu aflat în repaus, orice variație de presiune dintr-un punct oarecare al lichidului se transmite cu aceeași intensitate în toate punctele lichidului. **Demonstrație:** Fie două puncte oarecare (P_0 și P_1 ; **Fig.3.5**) din domeniul ocupat de lichidul în repaus. Pentru aceste două puncte la momentul inițial se poate scrie:

$$(P_0): p_0 + \gamma \cdot z_0 = C$$

$$(P_1): p_1 + \gamma \cdot z_1 = C$$

prin scăderea celor două relații rezultă:

$$p_0 - p_1 + \gamma \cdot (z_0 - z_1) = 0$$

Dacă printr-un procedeu oarecare se crește presiunea în punctul P_0 cu Δp_0 , pentru ca lichidul să rămână în repaus trebuie ca și în punctul P_1 să aibă loc o variație de presiune Δp_1 și presiunile în cele două puncte se modifică :

$$(P_0)': p_0 + \Delta p_0 + \gamma \cdot z_0 = C^*$$

$$(P_1)': p_1 + \Delta p_1 + \gamma \cdot z_1 = C^*$$

relația de echilibru devenind după modificarea presiunii cu menținerea stării de repaus :

$$(p_0 + \Delta p_0) - (p_1 + \Delta p_1) + \gamma \cdot (z_0 - z_1) = 0$$

Din compararea celor două ecuații ale stării de repaus pentru starea inițială și după modificarea presiunii rezultă $\Delta p_0 = \Delta p_1$, adică: modificarea de presiune din punctul P_0 se transmite integral și în punctul P_1 și în consecință în orice alt punct al domeniului aflat în repaus/echilibru.

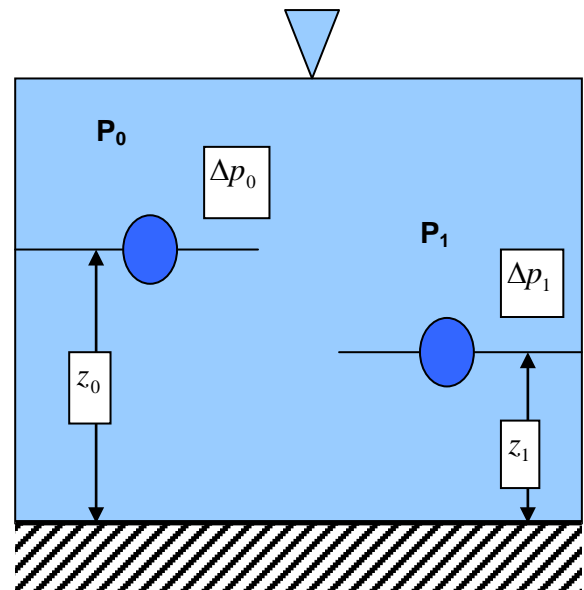


Fig.3.5. Principiul lui Pascal

- **Suprafețele orizontale sunt IZOBARE și echipotențiale** (adică de egală energie potențială în cazul repausului lichidelor incompresibile), în vasele comunicante lichidul se ridică la același nivel indiferent de forma și mărimea secțiunilor acestora (**Fig.3.6**). Pentru realizarea stării de repaus condiția de echilibru este:

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2$$

$$\text{dacă } \rho_1 = \rho_2 \Rightarrow h_1 = h_2$$

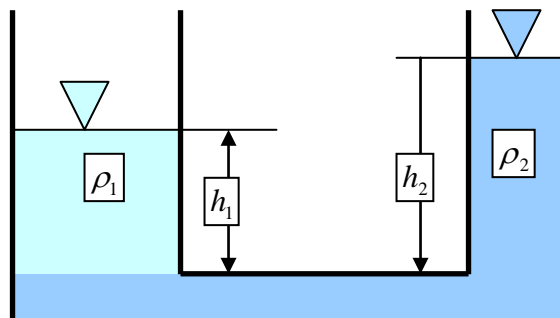


Fig.3.6.Principiul vaselor comunicante

- **Separarea lichidelor imiscibile grele, cu densități diferite** aflate într-un vas se face prin suprafețe orizontale, după densități, în ordinea crescătoare a densităților de la suprafață spre adâncime, iar presiunea la baza coloanei de lichide este (**Fig.3.7**):

$$p_{1+2+3} = p_0 + p_1 + p_2 + p_3 =$$

$$= p_0 + \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot h_3$$

în care

p_0 - presiunea atmosferică.

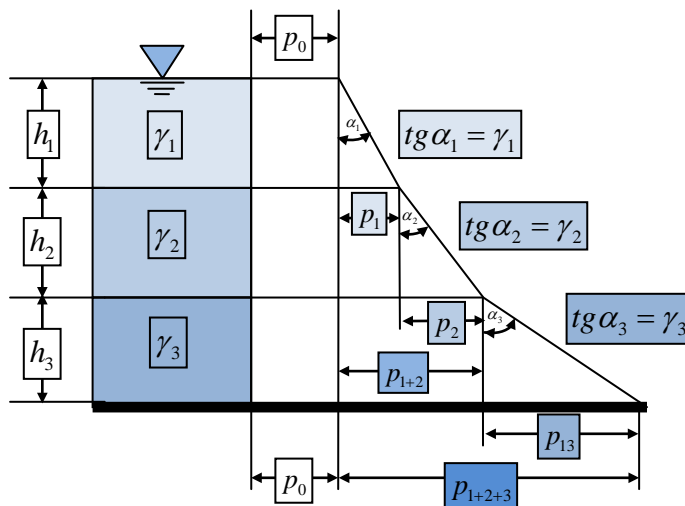


Fig.3.7. Diagrama presiunilor pentru lichide de densități diferite ($\gamma_1 < \gamma_2 < \gamma_3$)