Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

CHƯƠNG I

MỘT SỐ TÍNH CHẤT VẬT LÝ CƠ BẢN CỦA CHẤT LỎNG

♣ 1-1. ĐỐI TƯỢNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU MÔN HỌC. ỨNG DỤNG.

I.Đối tượng:

Môn học Thuỷ khí động lực ứng dụng, còn được gọi là Cơ học chất lỏng ứng dụng hay gọi một cách gần đúng là Thuỷ lực. Đối tượng nghiên cứu của môn học là chất lỏng. Chất lỏng ở đây hiểu theo nghĩa rộng, bao gồm chất lỏng ở thể nước - Chất lỏng không nén được (Khối lượng riêng ρ không thay đổi) và chất lỏng ở thể khí - Chất lỏng nén được (Khối lượng riêng thay đổi $\rho \neq const$). Để tiện cho việc nghiên cứu, cũng như theo sự phát triển của khoa học, người ta chia chất lỏng thành chất lỏng lý tưởng hay là chất lỏng không nhớt và chất lỏng thực, còn gọi là chất lỏng nhớt (độ nhớt $\mu \neq 0$). Chất lỏng tuân theo quy luật về lực nhớt của Niu-Tơn là chất lỏng Niu-Tơn. Còn những chất lỏng không tuân theo quy luật này người ta gọi là chất lỏng phi Niu-Tơn, như dầu thô chẳng hạn.

Thuỷ khí động lực nghiên cứu các quy luật cân bằng và chuyển động của chất lỏng. Thông thường trong giáo trình, người ta chia thành ba phần:

- Tĩnh học chất lỏng: nghiên cứu các điều kiện cân bằng của chất lỏng ở trạnh thái tĩnh.

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

- Động học chất lỏng: nghiên cứu chuyển động của chất lỏng theo thời gian, không kể đến nguyên nhân gây ra chuyển động.
- Động lực học chất lỏng: nghiên cứu chuyển động của chất lỏng và tác dụng tương hỗ của nó với vật rắn. Cụ thể là phải giải 2 bài toán cơ bản sau đây:

1. Xác định sự phân bố vận tốc, áp suất, khối lượng riêng và nhiệt độ trong chất lỏng.
2. Xác định lực tác dụng tương hỗ giữa chất lỏng và vật rắn xung quanh nó.

Vị trí của môn học: nó là nhịp nối giữa những môn khoa học cơ bản(Toán, Lý..) với những môn kỹ thuật chuyên ngành.

2. Phương pháp nghiên cứu

- Dùng 3 phương pháp sau đây:
- Lý thuyết: Sử dụng công cụ toán học, chủ yếu như toán giải tích, phương trình vi phân. Chúng ta sẽ gặp lại các toán tử vi phân quen thuộc như:

gradient: $\overrightarrow{grad}\, p = \vec{i}\frac{\partial p}{\partial x} + \vec{j}\frac{\partial p}{\partial y} + \vec{k}\frac{\partial p}{\partial z}$

divergent: $div\vec{v} = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z}$

rotor: $rot\vec{v} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ V_x & V_y & V_z \end{vmatrix}$

Toán tử Laplas: $\Delta = \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^x} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$

Đạo hàm toàn phần: $V(x,y,z): \frac{dV}{dt} = \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial x}\frac{\partial x}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial y}\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial z}\frac{\partial z}{\partial t}$

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

Và sử dụng các định lý tổng quát của cơ học như định lý bảo toàn khối lượng, năng lượng, định lý biến thiên động lượng, mômen động lượng, ba định luật trao đổi nhiệt (Fourier), vật chất (Fick), động lượng (Newton).

- Phương pháp thực nghiệm: dùng trong một số trường hợp mà không thể giải bằng lý thuyết, như xác định hệ số cản cục bộ.

- Bản thực nghiệm: kết hợp giữa lý thuyết và thực nghiệm.

3. Ứng dụng:

- Thuỷ khí động lực có ứng dụng rất rộng rãi trong các ngành khoa học, kỹ thuật như giao thông vận tải, hàng không, cơ khí, công nghệ hoá học, vi sinh, vật liệu… vì chúng đều có liên quan đến chất lỏng: nước và khí

♣ 1-2. SƠ LƯỢC LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN MÔN HỌC.

Thuỷ khí động lực biểu thị sự liên hệ rất chặt chẽ giữa khoa học và yêu cầu thực tế. Nông nghiệp đã đòi hỏi thuỷ lợi phát triển rất sớm như kênh đào, đập nước, đóng thuyền, bè… Ở đây chỉ xin nêu ra một số nhà bác học quen thuộc mà qua đó thấy sự phát triển của môn học. Tên tuổi Acsimet (287-212, trước công nguyên) gắn liền với thuỷ tĩnh-lực đẩy Acsimet.

Nhà danh hoạ ý Lêôna Đơvanhxi (1452-1519) đưa ra khái niệm về lực cản của chất lỏng lên các vật chuyển động trong nó. Ông rất muốn biết tại sao chim lại bay được. Nhưng phải hơn 400 năm sau, Jucopxki và Kutta mới giải thích được: đó là lực nâng.

Hai ông L.Ơle (1707-1783) và D.Becnuli (1700-1782) là những người đã đặt cơ sở lý thuyết cho thuỷ khí động lực, tách nó khỏi cơ học lý thuyết để thành một ngành riêng. Hai ông đều là người Thuỵ Sĩ, sau được nữ hoàng Nga mời sang làm việc ở Viện hàn lâm khoa học Pêtêcbua cho đến khi mất. Tên tuổi của Navie và Stôc gắn liền với nghiên cứu chất lỏng thực. Hai ông đã tìm ra phương trình vi phân chuyển động từ năm 1821 đến năm 1845. Nhà

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

bác học người Đức L.Prandtl đã sáng lập ra lý thuyết lớp biên (1904), góp phần giải nhiều bài toán động lực học. Nửa cuối thế kỷ này, thuỷ khí động lực phát triển như vũ bão với nhiều gương mặt sáng chói, kể cả trong nước ta.

♣ 1-3. MỘT SỐ ĐỊNH NGHĨA VÀ TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA CHẤT LỎNG

1. Khối lượng riêng và trọng lượng riêng.

Khối lượng M của chất lỏng được đặc trưng bởi khối lượng của 1 đơn vị thể tích w gọi là *khối lượng riêng* hay khối lượng đơn vị:

$$\rho = \frac{M}{W}(kg/m^3)$$

Tương tự, *trọng lượng riêng* $\gamma = \frac{G}{W}(N/m^3; kG/m^3)$

Trọng lượng 1 vật có khối lượng 1 kg có thể coi bằng 9,8N ;

$$1kG \approx 10N = 1daN$$

Ta có mối liên hệ: $\gamma = \rho g$; $g = 9{,}8\ m/s^2$

Tỷ trọng là tỷ số giữa trọng lượng riêng của chất đó so với trọng lượng riêng của nước ở nhiệt độ t^o=4^{o}C

$$\delta = \frac{\gamma}{\gamma_{n,4}} \quad ,$$

2.Chất lỏng có một số tính chất dễ nhận biết sau đây.

Tính liên tục: vật chất được phân bố liên tục trong không gian. Tính dễ *di động* biểu thị ở chỗ: ứng suất tiếp (nội ma sát) trong chất lỏng chỉ khác 0 khi có chuyển động tương đối giữa các lớp chất lỏng.

Tính nén được: thể tích W của chất lỏng thay đổi khi áp suất tác dụng của áp suất p và nhiệt độ t thay đổi. Ta có hệ số nén được:

$$\beta_p = -\frac{1}{W}\frac{dW}{dp}(m^2/N)$$

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

$$\beta_T = \frac{1}{W}\frac{dW}{dT}(1/^0 K)$$

Mô đuyn đàn hồi: $E = \frac{1}{\beta}$, là khả năng chống lại sự biến dạng của chất lỏng.

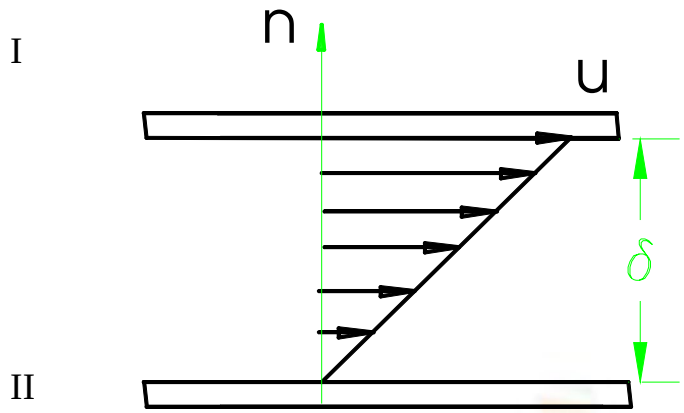
Bảng 1-1:**Khối lượng riêng, trọng lượng riêng, và tỷ trọng của một số chất**

tt	Tên gọi	KLR, ρ,kg/m^3	TLR γ,N/m^3	Tỷ trọng δ	Nhiệt độ ^{0}C	áp suất,at
1.	Nước sạch	1000	9810	1	4	
2.	Xăng	700	6867	0,7	16	
3.	Thuỷ ngân	13.550	132.9255	13,55	15	
4.	Sắt	7.800	76.518	7,8		
5.	Cồn	800	7848	0,8	0	
6.	Dâu madut	900	8829	0,9		
7.	Không khí	1,127	11,77	$1{,}127.10^{-3}$	27	1

3. Tính nhớt và giả thuyết của Newton:

Tính nhớt là tính cản trở chuyển động của chất lỏng. Ta nghiên cứu tính nhớt dựa trên thí nghiệm của Newton. Có hai tấm phẳng (H.1-1): Tấm dưới II cố định; Tấm trên I có diện tích S chuyển động dưới tác dụng của ngoại lực F. Giữa 2 tấm có 1 lớp mỏng chất lỏng h. Sau đó một thời gian nào đó, tấm I sẽ chuyển động đều với vận tốc tương đối v // với tấm II.

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang



H.1-1

Thí nghiệm cho ta thấy rằng các phân tử chất lỏng dính chặt vào tấm I sẽ di chuyển cùng với vận tốc u, còn những phần tử dính chặt vào tấm II thì không chuyển động. Vận tốc các phân tử lỏng giữa 2 tấm phẳng tăng theo quy luật tuyến tính và tỉ lệ với khoảng cách tấm II (H.1-1).

Newton giả thiết là khi chất lỏng chuyển động, nó chảy thành lớp vô cùng mỏng với vận tốc khác nhau, do đó trượt lên nhau. Giữa các lớp chất lỏng chuyển động tương đối với nhau ấy xuất hiện lực ma sát. Đó là lực ma sát trong, còn gọi là lực nhớt:

$$T = \tau.S\ ;$$

ứng suất tiếp:
$$\tau = \mu\frac{du}{dn}; \qquad (1.1)$$

μ là hệ số chỉ phụ thuộc vào chất lỏng giữa hai tấm phẳng, nó đặc trưng cho tính nhớt gọi là ***hệ số nhớt động lực*** hoặc độ nhớt động lực.

Trong đó du/dn là gradient vận tốc theo phương n vuông góc với dòng chảy $\vec{u}$. Những chất lỏng tuân theo (1.1) gọi là chất lỏng Newton như đã nói ở trên.

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

Từ (1.1) rút ra $$\mu = \frac{T}{S\frac{du}{dn}}$$

Nếu lấy S =1 đơn vị; $\frac{du}{dn} = 1$ đơn vị thì μ tương ứng với một lực. Đơn vị đo μ trong hệ SI là N.s/m^2; trong hệ CGS là poa-zơ: P; 1P = 10^{-1}N.s/m^2

Ngoài μ, còn dùng ***hệ số nhớt động hoc***

$$\nu = \mu/\rho$$

trong các biểu thức có liên quan tới chuyển động. Đơn vị đo ν trong hệ SI là m^2/s, trong hệ CGS là:

Stốc: St; 1St = 10^{-4}m^2/s.

Các hệ số μ và ν thay đổi theo nhiệt độ và áp suất. Nhìn chung μ và ν của chất lỏng giảm khi nhệt độ tăng và tăng khi áp suất tăng; của chất khí tăng khi nhiệt độ tăng và giảm khi áp suất tăng.

Ví dụ:

Bảng 1- 2:**Độ nhớt động học của một số chất**

	t, ^{0}C	**ν, St**
Nước	20	0,0001
Dỗu PS-46	30	46
Dầu: IC-30,	50	30
Không khí	27	13,94.10^{-11}

4. Ngoại lực tác dụng lên chất lỏng được chia thành 2 loại:

- Lực mặt là lực tác dụng lên chất lỏng tỉ lệ với diện tích mặt tiếp xúc (như áp lực: P=p.S, lực ma sát: T=τ.S,…)

- Lực khối là lực tác dụng lên chất lỏng tỉ lệ với khối lượng (như trọng lực: G=mg, lực quán tính: Fqt=m.a,…)

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

Chương II

TĨNH HỌC CHẤT LỎNG

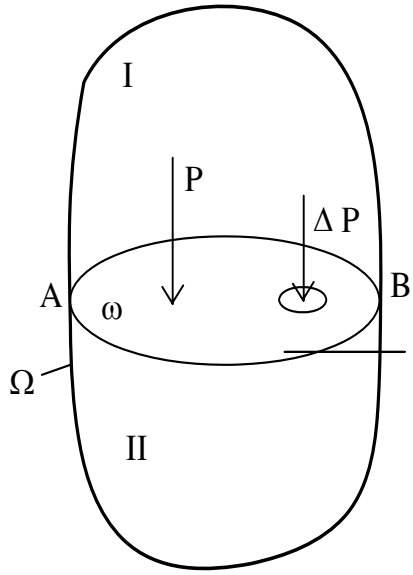
Tĩnh học chất lỏng hay thuỷ tĩnh học nghiên cứu các quy luật về cân bằng của chất lỏng ở trạng thái tĩnh. Người ta phân ra làm 2 trạng thái tĩnh: Tĩnh tuyệt đối - chất lỏng không chuyển động so với hệ toạ độ cố định gắn liền với trái đất; Tĩnh học tương đối - chất lỏng chuyển động so với hệ toạ độ cố định, nhưng giữa chúng không có chuyển động tương đối. Như vậy, ở đây chất lỏng thực và lý tưởng là một. Chương này chủ yếu nghiên cứu áp suất và áp lực do chất lỏng tạo nên.

♣ 2-1. ÁP SUẤT THUỶ TĨNH.

1. Định nghĩa:

Áp suất thuỷ tĩnh là những ứng suất gây ra bởi các ngoại lực tác dụng lên chất lỏng ở trạng thái tĩnh

H.2.1



Để thể hiện rõ hơn khái niệm áp suất thuỷ tĩnh trong chất lỏng, ta xét thể tích chất lỏng giới hạn bởi diện tích Ω (H.2-1). Tưởng tượng cắt khối chất lỏng băng mặt phẳng AB, chất lỏng trong phần I tác dụng lên phần II qua mặt cắt ω. Bỏ I mà vẫn giữ II ở trạng thái cân bằng thì phải thay tác dụng I lên II bằng lực P gọi là áp lực thuỷ tĩnh tác dụng lên mặt ω.

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

Áp suất trung bình $p_{tb} = \frac{P}{\omega}$

Còn áp suất tại điểm M: $p_M = \lim_{\Delta\omega \to 0} \frac{\Delta P}{\Delta\omega}$

Đơn vị của áp suất: N/m^2 = Pa (Pascal)

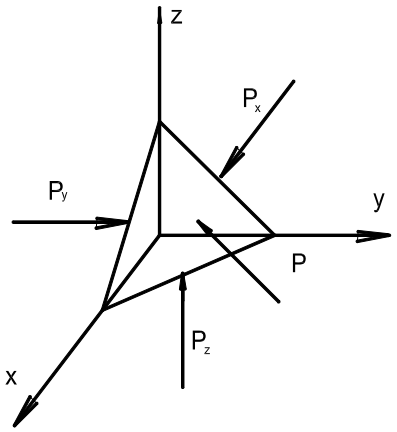
$1at = 9{,}8.10^4 N/m^2 = 10^4 kG/m^2 = 10mH_2O = 10T/m^2 = 1kG/cm^2$

$1bar = 10^5.N/m^2$, $MPa = 10^6\ N/m^2$

Ap suất là một đơn vị véc tơ

2. Hai tính chất của áp suất thuỷ tĩnh

a. Áp suất thuỷ tĩnh luôn luôn tác dụng thẳng góc và hướng vào mặt tiếp xúc (H.2-2).



b. Áp suất thuỷ tĩnh tại mỗi điểm theo mọi phương bằng nhau.

Có thể chứng minh bằng cách xét khối chất lỏng trong một hình 4 mặt có các cạnh dx, dx, dz vô cùng nhỏ bé như hình vẽ. Khi thể tích $\Delta W = dx.dy.dz \neq 0$ thì

$\vec{p}_x \neq \vec{p}_y \neq \vec{p}_z \neq \vec{p}$

Khi $\Delta W = dx.dy.dz \to 0$ thì $p_x = p_y = p_z = p$ (2.1)

♣ 2-2. PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN CÂN BẰNG CỦA CHẤT LỎNG- PHƯƠNG TRÌNH Ơ-LE TĨNH (1755)

Phương trình biểu diễn mối quan hệ giữa ngoại lực tác dụng vào một phần tử chất lỏng với nội lực sinh ra trong đó (tức là áp suất thuỷ tĩnh p)

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

Xét một phần tử chất lỏng hình hộp có các cạnh dx, dy, dz // x, y, z (H.2-3). Trọng tâm M(x,y,z) chịu áp suất thuỷ tĩnh p(x,y,z)

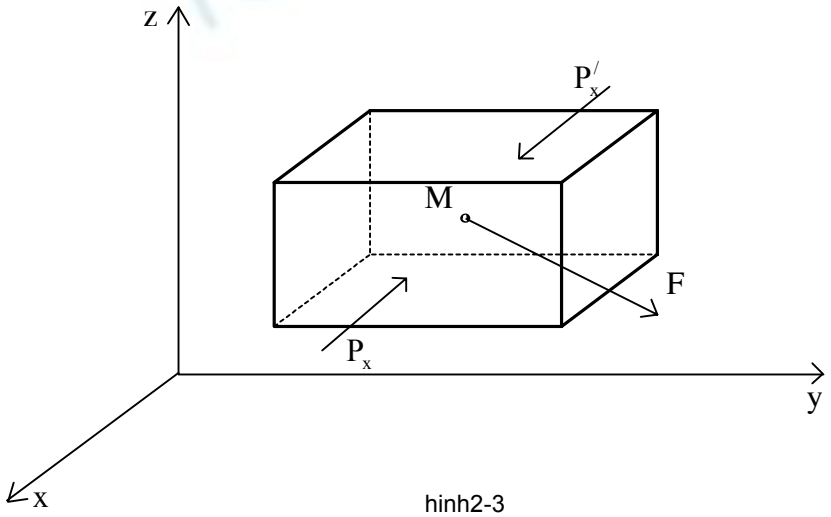
Lực mặt tác dụng lên hình hộp gồm các lực do áp suất thuỷ tĩnh tác động trên 6 mặt (áp lực).

Theo phương ox áp lực từ hai phía sẽ là

$$P_x = \left(p + \frac{1}{2}\frac{\partial p}{\partial x}dx \right) dydz \qquad \text{và} \qquad P'_x = \left(p - \frac{1}{2}\frac{\partial p}{\partial x}dx \right) dydz$$

Lực khối theo phương ox là: $mX = X\rho dxdydz$

Với $m = \rho dxdydz;$



hinh2-3

Lập điều kiện cân bằng của phân tử chất lỏng hình hộp dưới tác dụng của lực khối và áp lực.

Hình chiếu của các lực lên trục x:

$$\sum\nolimits_x = P'_x - P_x + mX = 0 \qquad (2\text{-}2)$$

Thay vào (2-2) ta được:

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

$\sum_x = -\frac{\partial p}{\partial x}dxdydz + X\rho dxdydz = 0$, với: ***m=ρ.dx.dy.dz ≠0***

Hay là $$X - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} = 0$$

Tương tự cho trục y và z: $$Y - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} = 0 \qquad (2\text{-}3)$$

$$Z - \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z} = 0$$

Đó là phương trình Ơle tĩnh viết dưới dạng hình chiếu.

Viết dưới dạng vectơ: $$\vec{F} - \frac{1}{\rho}gradp = 0 \qquad (2\text{-}4)$$

trong đó : $\vec{F}$ là lực khối đơn vị - lực khối của 1 đơn vị khối lượng:

$$\vec{F} = \vec{i}X + \vec{j}Y + \vec{k}Z$$

Nhân các phương trình (2-3) lần lượt với $dx, dy, dz,$ rồi cộng lần lượt lại theo cột, ta được:

$$Xdx + Ydy + Zdz = \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial p}{\partial x}dx + \frac{\partial p}{\partial y}dy + \frac{\partial p}{\partial z}dz\right)$$

hay là $$Xdx + Ydy + Zdz = \frac{1}{\rho}dp \qquad (2\text{-}5)$$

Đây là một dạng khác của phương trình vi phân cân bằng của chất lỏng.

- . *Mặt đẳng áp* là mặt trên đó tại mọi điểm áp suất ***p = const***, hay ***dp=0***.

  Từ (2-5) suy ra phương trình của mặt đẳng áp:

$$Xdx + Ydy + Zdz = 0 \qquad (2\text{-}5')$$

♣ 2-3. PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN THUỶ TĨNH

Là việc áp dụng cụ thể phương trình vi phân cân bằng trong các trường hợp chất lỏng tĩnh tuyệt đối và tĩnh tương đối.

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

1. Chất lỏng tĩnh tuyệt đối

Khái niệm *tĩnh tuyệt đối* là tuyệt đối xét với hệ quy chiếu là trái đất.

Xét khối chất lỏng trong bình chứa đặt cố định dưới mặt đất.T rường hợp này lực khối chỉ có trọng lực hướng xuống: $\vec{G} = m\vec{g}$, nên các thành phần của lực khối sẽ là:

$$X = 0, Y = 0, Z = -g$$

Từ (2-5) ta có: $$-gdz = \frac{1}{\rho}dp$$

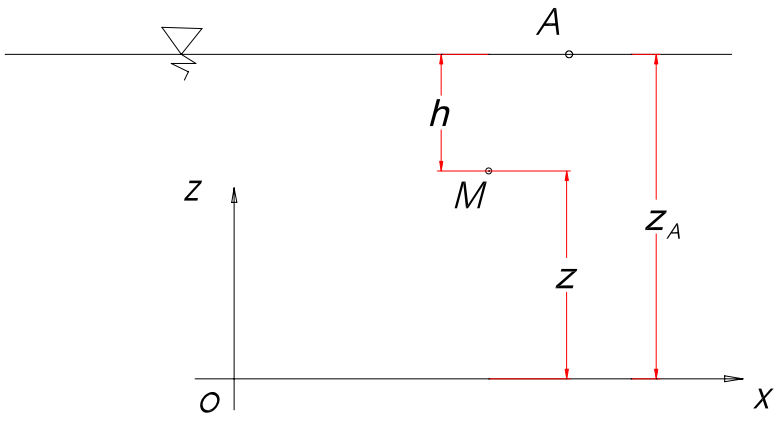
Sau khi tích phân lên, ta được *phương trình cơ bản thuỷ tĩnh:*

$$\frac{p}{\gamma} + z = const = C \qquad (2\text{-}6)$$

Mặt đẳng áp: khi $dp = 0$ ta có phương trình họ mặt đẳng áp là

$$z = \text{const} \qquad (2\text{-}6')$$

Mặt đẳng áp (trong đó có mặt thoáng) là các mặt phẳng nằm ngang



H.2-4

Hệ quả: Tính áp suất điểm*:*

Cần tính áp suất tại điểm A: $p_A = ?$

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

Từ công thức (2-6): $\frac{p_A}{\gamma} + z_A = \frac{p_B}{\gamma} + z_B = .. = Const$

Hay là $\frac{p_A}{\gamma} = \frac{p_B}{\gamma} + (z_B - z_A) \rightarrow p_A = p_B + \gamma(z_B - z_A)$

Nếu ta đặt gốc toạ độ tại măt thoáng $p_B = p_a$ và $z_0 - z_A = h$ là độ sâu từ mặt thoáng đến điểm A, ta được:

$$p_A = p_B + \gamma h \rightarrow p = p_a + \gamma.h \qquad (2\text{-}7)$$

γh là trọng lượng cột chất lỏng cao bằng h và có diện tích đáy bằng 1 đơn vị; $h = \frac{p - p_0}{\gamma}$ biểu thị áp suất, nên có đơn vị là m cột nước, ***1at = 10mH_2O.***

Ý nghĩa của phương trình cơ bản thuỷ tĩnh (2-6).

- ***Y nghĩa hình học hay thuỷ lực.***

z - độ cao hình học

$\frac{p}{\gamma}$ - độ cao của một cột chất lỏng biểu thị áp suất, gọi là độ cao đo áp

$z + \frac{p_t}{\gamma} = H_t = const$ - cột áp thuỷ tĩnh tuyệt đối.

Vậy, trong một môi trường chất lỏng cân bằng, cột áp thuỷ tĩnh của mọi điểm là một hằng số.

Y nghĩa năng lượng.

Xét phân tử chất lỏng quanh điểm A có khối lương ***dm, dG = gdm*** ở độ cao hình học z và chịu áp suất p. So với mặt chuẩn của phân tử có thế năng ***z.gdm = z.dG***, đặc trưng cho vị trí của phân tử, gọi là vị năng. Do chịu áp suất p nên có năng lượng $\frac{p}{\gamma} dG$ - cũng là thế năng, nhưng đặc trưng cho áp suất thuỷ tĩnh tác dụng lên phân tử chất lỏng, gọi là áp năng.

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

Tổng thế năng là $\left(z+\frac{p}{\gamma}\right)dG$

Tính cho một đơn vị trọng lượng chất lỏng: $\left(z+\frac{p}{\gamma}\right)dG/dG = z+\frac{p}{\gamma}$

Trong môi trường chất lỏng cân bằng, theo phương trình cơ bản thuỷ tĩnh,

$$z+\frac{p}{\gamma}=e_t=const$$

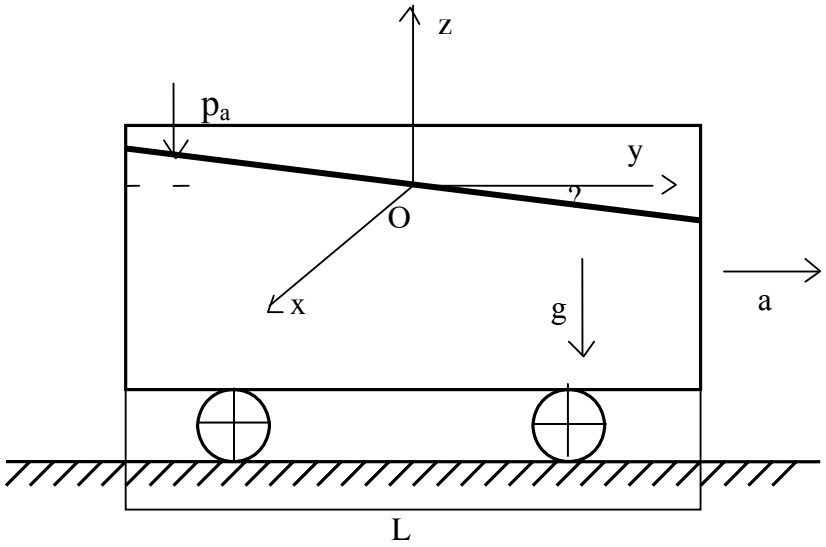
Vậy, thế năng đơn vị của mọi điểm trong một môi trường chất lỏng cân bằng đều bằng nhau và bằng cột áp thuỷ tĩnh H_t.

2.**Tĩnh tương đối.**

Ta xét hai dạng tĩnh tương đối đặc trưng sau đây.

1. Bình chúa chất lỏng chuyển động thẳng thay đổi đều (gia tốc $\vec{a}$= const). Hiện tượng này có trong các xe chở dầu, nước sau khi khởi động, bộ chế hoà khí của ô tô, máy bay v.v..

H. 2-5



Ở đây cần xác định phân bố áp suất trong chất lỏng và mặt đẳng áp.

Chọn hệ toạ độ như hình vẽ (H. 2-5).

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

Xuất phát từ phương trình (2-5) trường hợp này lực khối tác dụng gồm:

trọng lực $\vec{G} = m\vec{g}$, lực quán tính $\vec{F} = -m\vec{a}$. Các hình chiếu của lực khối tương ứng là:

X = 0; Y = - a; Z = -g

Do đó $dp = \rho(-a.dy - g.dz) \rightarrow p = -\rho a y - \rho g z + C$

Khi y = 0, z = 0 thì $p = C = p_o = p_a$ - áp suất mặt thoáng

Vậy, phân bố áp suất tại mọi điểm trong chất lỏng $p = p_0 - \rho a y - \gamma z$

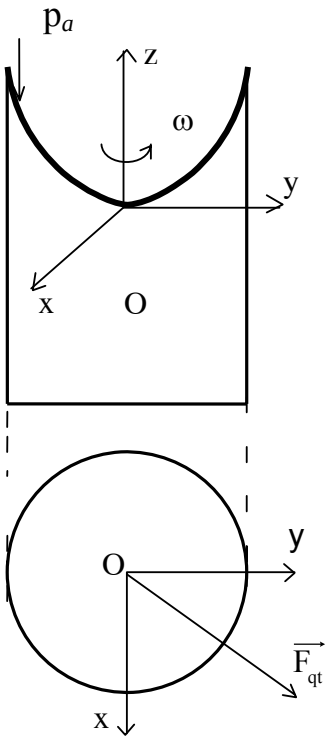
Phương trình mặt đẳng áp: p = const dp = 0

$a dy + g dz = 0 \rightarrow a y + g z = C$

Vậy mặt đẳng áp là mặt phẳng nghiêng một góc α

$$tg\alpha = -\frac{a}{g};$$

.



H. 2-6.
Phân bố áp suất và mặt đẳng áp

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

$-\frac{a}{g} < 0 \rightarrow a > 0$: vận tốc tăng, chuyển động nhanh dần đều, đường dốc xuống như H.2-5.

$-\frac{a}{g} > 0 \rightarrow a < 0$: vận tốc giảm (khi hãm), chuyển động chậm dần đều, đường dốc lên.

2. Bình chứa chất lỏng quay đều theo trục thẳng đứng với vận tốc góc ω = const.(H.2-6)

Lực khối gồm: trọng lực G = mg; lực quán tính li tâm: $F_{qt} = m\omega^2 r$

Các hình chiếu của lực khối đơn vị: $X = \omega^2 x$, $Y = \omega^2 y$, $Z = -g$.

Do đó $dp = \rho(\omega^2 x dx + \omega^2 y dy - g dz)$

$$p = \rho\frac{\omega^2}{2}\left(x^2 + y^2\right) - \rho g z + C$$

khi $x = y = z = 0$, thì $p = C = p_0 = p_a$ và $\rightarrow$

$$p = \rho\frac{\omega^2}{2} r^2 - \gamma . z + p_0$$

Phương trình mặt đẳng áp: $\rho\omega^2\frac{r^2}{2} - \gamma . z = C$

Đó là phương trình một mặt paraboloit quay quanh trục 0z.

Phương trình mặt thoáng khi gốc toạ độ trùng với mặt thoáng: $p = p_0 = p_a$ thì $\rho\omega^2\frac{r^2}{2} - \gamma . z = 0$

Do đó $$\Delta h = z = \rho\frac{\omega^2 r^2}{2\gamma} = \frac{\omega^2 r^2}{2g} \qquad (2\text{-}8)$$

trong đó, Δh- là chiều cao của mặt thoáng so với gốc toạ độ O của điểm có khoảng cách r so với trục quay.

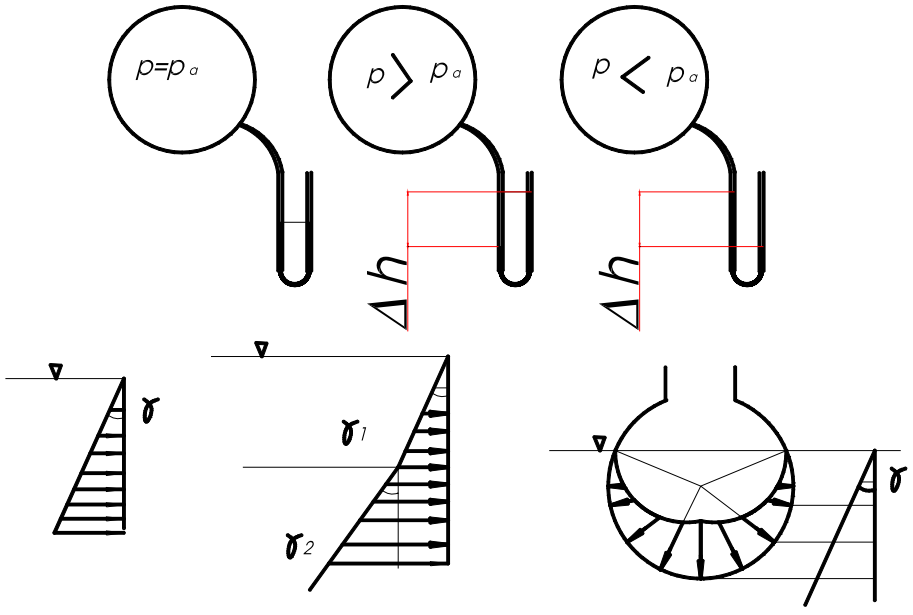
Dựa trên hiện tượng này, người ta chế tạo các máy đo vòng quay, các hệ thống bôi trơn ổ trục, đúc các bánh xe, các ống gang thép v.v..

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

♣2- 4. PHÂN LOẠI ÁP SUẤT, BIỂU ĐỒ ÁP SUẤT

a.Phân loại áp suất:Trên cơ sở công thức tính áp suất điểm (2-7) người ta chế tạo ra các dụng cụ đo áp suất điểm bằng chất lỏng trong ống đo áp chữ U(ống bằng thuỷ tinh có đường kính d = 0,015 m, uốn hình chữ U, chất lỏng là thuỷ ngân hoặc nước, cồn,…). Nối trực tiếp một đầu ống thuỷ tinh qua ống cao su vào điểm cần đo áp suất, một đầu thông với khí trời có áp suất p_a = 1 *at*.

- Khi áp suất cần đo trong bình bằng áp suất khi trời (H.2-7a) thì mực nước hai cột ống chữ U bằng nhau .
- Khi áp suất bình lớn hơn áp suất khí trời(H.2-7b) mực nước cột thông với bình giảm xuống, cột tự do dâng cao hơn nhau một lượng là Δh. Áp suất tính theo (2-7):



H.2-7

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

$p - p_a = \Delta p = \gamma.\Delta h$. Ta định nghĩa là áp suất dư: $\Delta p = \gamma.\Delta h = p_d$.

$$p_d = p - p_a \qquad (2\text{-}9)$$

- Khi áp suất bình nhỏ hơn áp suất khí trời (H.2-7c) mực nước cột thông với bình dâng lên, cột tự do hạ xuống hơn nhau một lượng là $-\Delta h$. Áp suất tính theo (2-7):

  $p - p_a = \Delta p = -\gamma.\Delta h$. Ta định nghĩa là áp chân không: $-\Delta p = \gamma.\Delta h = p_{ck}$.

$$p_{ck} = p_a - p \qquad (2\text{-}10)$$

- Độ chân không được ký hiệu là $H_{cK} = \frac{p_{CK}}{\gamma} = \frac{p_a - p}{\gamma}$. Độ chân không tuyệt đối khi p = 0, $H_{cK} = \frac{p_{CK}}{\gamma} = \frac{p_a - p}{\gamma} = \frac{1.98100}{9810} = 10m(H_2 0)$.

Như vậy, khi trong bình là chân không tuyệt đối thì nước chỉ dâng lên một độ cao là $\Delta h_n = 10m$, còn thuỷ ngân có độ dâng là $\Delta h_{Hg} = (10/13{,}55)\ m$.

b.Biểu đồ áp suất: Là biểu đồ thể hiện sự thay đổi áp suất theo không gian trong các trường hợp chất lỏng là tĩnh tuyệt đôi hay tĩnh tương đối. Để đơn giản ta chỉ xét trường hợp chất lỏng tĩnh tuyệt đối.

Từ biểu tức (2-7) $p = p_a + \gamma.h$ hay

$$p_d = \gamma.h \qquad (2\text{-}11)$$

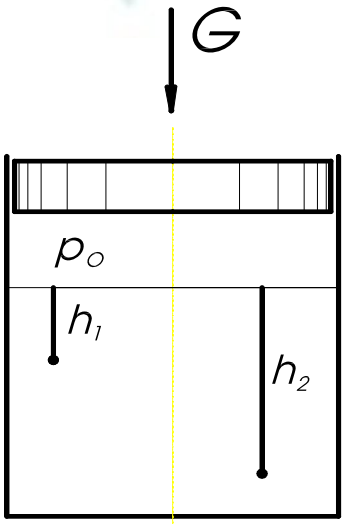
Trong thực tế chỉ cần vẽ biểu đồ với áp suất dư (2-11). Chọn một trục toạ độ là chiều sâu *h* hướng xuống theo thực tế, gốc toạ độ sẽ là điểm nằm trên mặt thoáng (tại đó áp suất dư bằng không), trục toạ độ thứ hai là giá trị áp suất dư p_d(để đơn giản từ sau đây gọi tắt là *p)* có thể chọn bên trái hay phải tuỳ theo cách bố trí bản vẽ. Đồ thị $p = \gamma.h$ là đường thẳng nghiêng với trục *h* một góc α với $tg\alpha = p/h = \gamma$. Để dễ nhớ ta ký hiệu góc $\alpha =$ *"*γ*"* với hàm ý là góc đó (trên biểu đồ là độ) phụ thuộc vào giá trị của trọng lượng riêng chất lỏng $\gamma(N/m^3)$.

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

Vẽ biểu đồ áp suất theo đúng vị trí của vật khi vật chắn là tấm phẳng chú ý phương và chiều của các véctơ áp suất luôn hướng vào và vuông góc bề mặt tác dụng (H.2-7d), với chất lỏng hai lớp ($\gamma_2 > \gamma_1$) trên (H.2-7e), với mặt chiụu tác dụng là bình dạng cầu (H.2-7g).

♣ 2.5. ĐỊNH LUẬT PASCAL VÀ MÁY ÉP THUỶ LỰC

Xét bình nước và khí được đậy kín bởi quả pittong (H.2-8). Ap suất phần khí trên bề mặt nước là p_0 . Ap suất tại điểm 1 và 2 bất kỳ trong lòng nước có độ sâu là h_1 và h_2 trong hai trường hợp tải trọng trên pittong khác nhau:



H.2-8

1- $G = 0$

$$p_{10} = p_0 + \gamma h_1$$

$$p_{20} = p_0 + \gamma h_2$$

2- $G \neq 0$

Trên mặt nước $p_0 + \Delta p$

$$p_1 = p_0 + \gamma h_1 + \Delta p$$

$$= p_{10} + \Delta p$$

$$p_2 = p_0 + \gamma h_2 + \Delta p$$

$$= p_{20} + \Delta p$$

với $\Delta p = P/S$

- *Áp suất tĩnh do ngoại lực tác động lên bề mặt chất lỏng được truyền nguyên vẹn đến mọi điểm trong lòng chất lỏng (với tốc độ âm thanh).*

Tài liệu chỉ xem được một số trang đầu. Vui lòng download file gốc để xem toàn bộ các trang

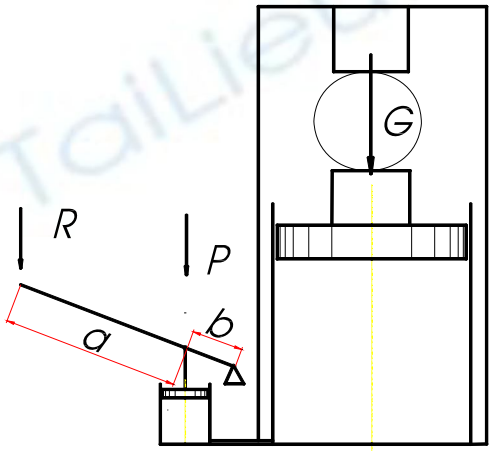
Theo định luật Pascal người ta chế tạo ra máy ép thuỷ lực, máy kích, máy tích năng, các bộ phận truyền lực v.v..

Theo sơ đồ máy ép thuỷ lực (H.2-9):

$$G = \Delta p.\ \pi D^2/4 \qquad P = \Delta p.\pi d^2/4$$

Hệ số khuyếch đại thuỷ lực $K_t = G/P = (D/d)^2$

Hệ số khuyếch đại toàn bộ: $K = G/R = (D/d)^2.(a+b)/b$



H.2-9

♣ 2-5. TÍNH ÁP LỰC THUỶ TĨNH.

Tính áp lực của chất lỏng lên các công trình, thiết bị.

1. áp lực lên thành phẳng.

Tính áp lực P lên diện tích S (H. 2-10). Phải xác định 3 yếu tố: phương chiều, trị số, điểm đặt của P.