

CHƯƠNG 1

MỞ ĐẦU

I. GIỚI THIỆU MÔN HỌC CƠ LƯU CHẤT

Đối tượng nghiên cứu:  chất lỏng
chất khí

Phạm vi nghiên cứu :  các qui luật của lưu chất ở trạng thái tĩnh và động.

Mục tiêu nghiên cứu : Nhằm phục vụ trong nhiều lĩnh vực :

➤Thiết kế các phương tiện vận chuyển : xe hơi, tàu thủy, máy bay, hỏa tiễn...

➤Xây dựng: như cấp, thoát nước, công trình thủy lợi (cống, đê, hồ chứa, nhà máy thủy điện ..), tính toán thiết kế cầu, nhà cao tầng...

➤Thiết kế các thiết bị thủy lực : máy bơm, tua bin, quạt gió, máy nén..

➤Khí tượng thủy văn : dự báo bão, lũ lụt , ..

➤Y khoa: mô phỏng tuần hoàn máu trong cơ thể, tính toán thiết kế các máy trợ tim nhân tạo..

➤Trong cuộc sống hằng ngày, cũng cần rất nhiều kiến thức cơ bản về CLC. Ví dụ: Lực hút giữa hai đoàn tàu đang chạy song song nhau, nổi áp suất,...

Phân biệt lưu chất :

➤Lực liên kết giữa các phân tử nhỏ → Có hình dạng phụ thuộc vào vật chứa.

➤Không chịu tác dụng của lực cắt, kéo → Lưu chất là môi trường liên tục.

➤Dưới tác dụng của lực kéo → Lưu chất chảy (không giữ được trạng thái tĩnh ban đầu)

II. CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ CƠ BẢN CỦA LƯU CHẤT

2.1 Khối lượng riêng, trọng lượng riêng, tỷ trọng, thể tích riêng:

➤ Khối lượng riêng: $\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta M}{\Delta V} \quad (\text{kg/m}^3)$ Ví dụ: $\rho_n = 1000 \text{ kg/m}^3$
 $\rho_{kk} = 1,228 \text{ kg/m}^3$

➤ Trọng lượng riêng: $\gamma = \rho g \quad (\text{N/m}^3); \quad (\text{kgf/m}^3); \quad 1 \text{ kgf} = 9,81 \text{ N}$
 $\gamma_n = 9,81 \cdot 10^3 (\text{N/m}^3)$

➤ Tỷ trọng: $\delta = \frac{\rho}{\rho_n}$ Nếu xem $g = \text{const}$ thì: $\delta = \frac{\gamma}{\gamma_n}$

➤ Thể tích riêng: $V = \frac{1}{\rho}$

F^* : Lực hút trái đất (F_s^*, F_n^*).

F : Lực ly tâm (F_s, F_n)

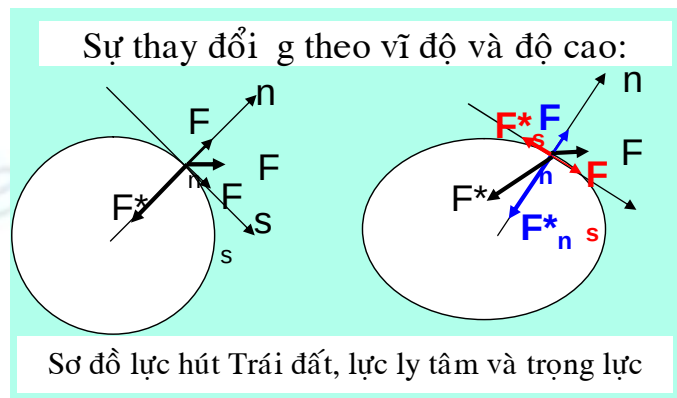
$F_n^* - F_n = G$: lực trọng trường = Mg

Tại xích đạo ($\varphi = 0^\circ$): $g = 9,780 \text{ m/s}^2$

Tại vĩ tuyến $\varphi = 50^\circ$: $g = 9,810 \text{ m/s}^2$

Tại vùng cực: $g = 9,832 \text{ m/s}^2$

g cũng thay đổi theo chiều cao z , z càng lớn, g càng giảm do lực hút của trái đất lên vật giảm



2.2 Tính nén được:

1. Đối với chất lỏng:

➔ Hệ số nén β_p :

$$\beta_p = - \frac{dV / V_0}{dp}$$

➔ Suất đàn hồi K:

$$K = -V_0 \frac{dp}{dV}$$

Hay:

$$K = \rho \frac{dp}{d\rho}$$

$$K_{\text{nước}} = 2,2 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$$

➤ K thường dùng cho chất lỏng, hầu như là hằng số, rất ít phụ thuộc vào áp suất và nhiệt độ

➤ Hầu hết các loại chất lỏng rất khó nén nên được xem như là lưu chất không nén

➤ Một dòng khí chuyển động với vận tốc nhỏ thì sự thay đổi khối lượng riêng không đáng kể nên vẫn được xem là lưu chất không nén.

➤ Khi dòng khí chuyển động với vận tốc lớn hơn 0,3 lần vận tốc âm thanh (khoảng 100 m/s) thì mới xem là lưu chất nén được

2. Đối với chất khí, xem như là khí lý tưởng: ➔

$$pV = RT$$

Hay:

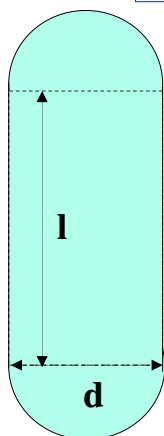
$$p = \rho RT$$

➤ Trong trường hợp khí nén đẳng nhiệt: ➔

$$pV = \text{const}$$

Lưu ý: Trong các công thức trên, áp suất p là áp suất tuyệt đối

Ví dụ 1: Nồi áp lực gồm phần trụ tròn có đường kính $d=1000\text{mm}$, dài $l=2\text{m}$; đáy và nắp có dạng bán cầu. Nồi chứa đầy nước với áp suất p_0 . Xác định thể tích nước cần nén thêm vào nồi để tăng áp suất trong nồi từ $p_0=0$ đến $p_1=1000\text{at}$. Biết hệ số nén của nước là $\beta_p=4,112 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{kgf}=4,19 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{N}$. Xem như bình không giãn nở khi nén



Giải:

Gọi V_0 ; p_0 là thể tích và áp suất nước ở trạng thái đầu; để sau khi nén có:

V_1 ; p_1 là thể tích và áp suất nước ở trạng thái sau;

Như vậy sau khi nén thêm nước vào, thể tích nước V_1 trong bình chính là thể tích bình:

$$V_1 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2} \right)^3 + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \pi l = 2.094395 \text{ m}^3$$

$$\text{Ta có: } \beta_p = -\frac{\Delta V / V_0}{\Delta p} = -\frac{\Delta V / (V_1 - \Delta V)}{\Delta p} \Rightarrow \Delta V = \frac{\beta_p \cdot \Delta p \cdot V_1}{\beta_p \Delta p - 1}$$

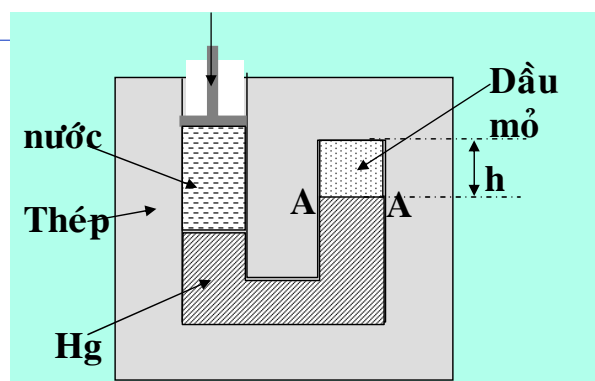
Thế số vào ta được : $\Delta V = V_1 - V_0 = -89.778 \text{ lít}$

Vậy cần nén thêm vào bình 89.778 lít nước

Ví dụ 2:

Dầu mỡ được nén trong xi lanh bằng thép thành dày tiết diện đều như hình vẽ. Xem như thép không đàn hồi. Cột dầu trước khi nén là $h=1,5 \text{ m}$, và mực thuỷ ngân nằm ở vị trí A-A. Sau khi nén, áp suất tăng từ 0 at lên 50 at, thì mực thuỷ ngân dịch chuyển lên một khoảng $\Delta h=4 \text{ mm}$. Tính suất đàn hồi của dầu mỡ

Giải:



$$\beta_p = -\frac{\Delta V / V_0}{\Delta p} = -\frac{S \cdot \Delta h / S \cdot h}{\Delta p} = \frac{\Delta h}{\Delta p \cdot h} = 5.44 \text{ E-}10 \text{ m}^2 / \text{N}$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{\beta_p} = 1.84 \text{ E+}09 \text{ N/m}^2$$

Ví dụ 3: Một bình thép có thể tích tăng 1% khi áp suất tăng thêm 70 MPa. Ở điều kiện chuẩn, bình chứa đầy nước 450 kg ($\rho_{\text{nước}}=1000\text{kg/m}^3$). Biết $K_n=2,06.10^9$ Pa. Tìm khối lượng nước cần thêm vào (ở điều kiện chuẩn) để tăng áp suất trong bình lên 70 MPa.

Giải cách 1:

Thể tích bình lúc đầu V_B tính như sau:
$$V_B = \frac{450}{1000} = 0.45 \text{ m}^3$$

0,45 m³ cũng chính là thể tích nước ban đầu trong bình ở đ.k chuẩn.

Gọi V_0 ; p_0 là thể tích và áp suất nước ở trạng chuẩn; để sau khi nén trở thành V_1 ; p_1 (là thể tích và áp suất nước ở trạng thái sau);

Ta có thể lý luận được V_1 chính là thể tích bình lúc sau:

$$V_1 = V_B + 1\%V_B = 0.4545\text{m}^3$$

Ta có:
$$K = -V_0 \frac{\Delta p}{(V_1 - V_0)} \Rightarrow V_0 = \frac{K.V_1}{K - \Delta p} = 0.470487\text{m}^3$$

Như vậy, thể tích nước cần nén thêm vào bình (**tính với điều kiện chuẩn**): là:

$$\Delta V = V_0 - V_B = 0.470487 - 0.45 = 0.020487\text{m}^3$$

Tương ứng với khối lượng: $\Delta M = 20.48744\text{kg}$

Ví dụ 3: Một bình thép có thể tích tăng 1% khi áp suất tăng thêm 70 MPa. Ở điều kiện chuẩn, bình chứa đầy nước 450 kg ($\rho_{\text{nước}}=1000\text{kg/m}^3$). Biết $K_n=2,06.10^9$ Pa. Tìm khối lượng nước cần thêm vào (ở điều kiện chuẩn) để tăng áp suất trong bình lên 70 MPa.

Giải cách 2:

Thể tích bình lúc đầu V_B tính như sau:
$$V_B = \frac{450}{1000} = 0.45\text{m}^3$$

Gọi V_0 ; p_0 là thể tích và áp suất **nước trong bình** ở trạng ban đầu; $V_0=V_B$

V_1 ; p_1 là thể tích và áp suất nước **nước trong bình** ở trạng thái sau;

Như vậy sau khi nén trong bình còn trống một thể tích là:

$$\Delta V_1 = (V_0 - V_1) + 1\%V_B = -\Delta V + 1\%V_B$$

Ta có:
$$K = -V_0 \frac{\Delta p}{\Delta V} \Rightarrow \Delta V = \frac{-V_0 \cdot \Delta p}{K} \Rightarrow \Delta V_1 = \frac{V_0 \cdot \Delta p}{K} + 1\%V_B = 0.019791\text{m}^3$$

ΔV_1 là thể tích phần trống mà ta cần bổ sung nước thêm vào bình ứng với áp suất p_1
Để tính thể tích nước ΔV_0 tương ứng đó với điều kiện áp suất p_0 , ta cần tính lại một lần nữa qua suất đàn hồi K :
$$K = -\Delta V_0 \frac{\Delta p}{\Delta V_1 - \Delta V_0} \Rightarrow \Delta V_0 = \frac{K \cdot \Delta V_1}{K - \Delta p} \Rightarrow \Delta V_0 = 0.020487\text{m}^3$$

Như vậy, thể tích nước cần nén thêm vào bình (**tính với điều kiện chuẩn p_0**) : là:

$$\Delta V_0 = 0.020487\text{m}^3$$

Tương ứng với khối lượng: $\Delta M = 20.48744\text{kg}$

Ví dụ 4: Nén khí vào bình thép có thể tích $0,3 \text{ m}^3$ dưới áp suất 100 at . Sau thời gian bị rò, áp suất trong bình còn lại 90 at . Bỏ qua sự biến dạng của bình. Tìm thể tích khí bị rò ứng với đ. kiện áp suất khí trời $p_a = 1 \text{ at}$. Xem quá trình nén là đẳng nhiệt

Giải

Gọi V_0 ; p_0 là thể tích và áp suất khí **trong bình** ở trạng chuẩn ban đầu;

V_1 ; p_1 là thể tích và áp suất cũng **của khối khí đó** ở trạng thái sau;

Ta có: $V_0 p_0 = V_1 p_1 \Rightarrow V_1 = \frac{V_0 p_0}{p_1} = 0.333333 \text{ m}^3$

$(V_1 - V_0) = \Delta V$ là thể tích khí bị mất đi (vì bình chỉ còn chứa lại V_0), ứng với áp suất 90 at :

Để tính thể tích khí ΔV_a tương ứng đó với điều kiện áp suất p_a , ta cần tính lại một lần nữa :

$$\Delta V_a = \frac{\Delta V \cdot p_1}{p_a} = 3 \text{ m}^3$$

Ví dụ 4a: (xem Baitap+2.xls, SV tự giải)

Một bình gas ban đầu có khối lượng $M = 15 \text{ kg}$ có áp suất dư $p_0 = 500 \text{ kPa}$. Sau một thời gian sử dụng , áp suất dư trong bình còn lại $p = 300 \text{ Kpa}$. Biết vỏ bình gas có khối lượng 5 kg và không bị thay đổi khi áp suất thay đổi. Tính khối lượng gas đã sử dụng trong thời gian trên

M	p_0, Kpa	p_1, Kpa	M_{v0}	$M_{\text{gaz}0}$	$M_{\text{gaz}1}$	$M_{\text{gazsudung}}$
15	500	300	5	10	6.656078	3.34392242

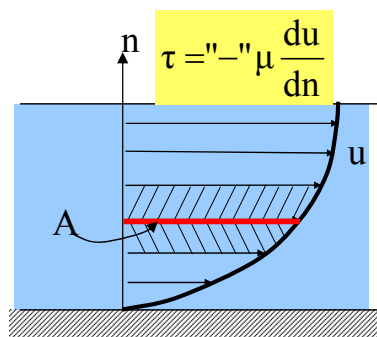
2.3 Tính nhớt:

Chất lỏng Newton chảy tầng $\Rightarrow$ Định luật ms nhớt Newton:

$$\mu : [kg / (m.s); N.s / (m^2); Pa.s, poise]; 1 poise = 0,1 kg / (m.s)$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} : [m^2 / s; stokes]; 1 st = 10^{-4} m^2 / s$$

Như vậy lực ma sát nhớt sẽ tính bằng $F_{ms} = \tau A$



Tính chất của hệ số nhớt μ :

Hệ số nhớt phụ thuộc vào nhiệt độ:

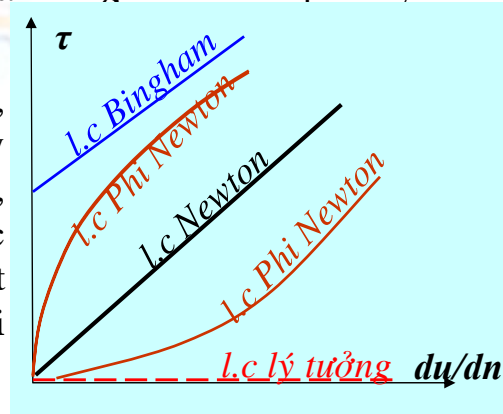
- Chất lỏng: μ giảm khi nhiệt độ tăng
- Chất khí: μ tăng khi nhiệt độ tăng

Hệ số nhớt phụ thuộc vào áp suất:

- Chất lỏng: μ tăng khi p tăng
- Chất khí: μ không đổi khi p thay đổi

Chất lỏng Newton và phi Newton

Hầu hết các loại lưu chất thông thường như nước, xăng, dầu ... đều thỏa mãn công thức Newton, tuy nhiên có một số chất lỏng (hắc ín, nhựa nóng chảy, dầu thô ..) không tuân theo công thức Newton được gọi là chất lỏng phi Newton, hoặc đối với chất lỏng thông thường khi chảy ở trạng thái chảy rối cũng không tuân theo công thức Newton.



Ví dụ

5:

Đường ống có đường kính d , dài l , dẫn dầu với hệ số nhớt μ , khối lượng riêng ρ . Dầu chuyển động theo quy luật sau: $u = ay - ay^2$ ($a > 0$; $0 \leq y \leq d/2$). Tìm lực ma sát của dầu lên thành ống

Giải

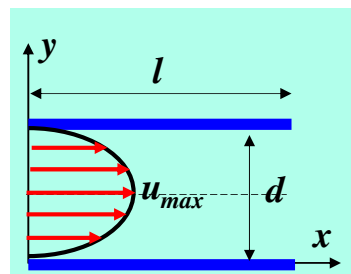
Chọn trục tọa độ như hình vẽ, xét lớp chất lỏng bất kỳ có tọa độ y (lớp chất lỏng này có diện tích là diện tích mặt trụ có đường kính $(d-2y)$). Ta có:

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = \mu(-2ay + ad)$$

Tại thành ống: $y=0$; suy ra:

$$\tau = \mu(ad)$$

Như vậy lực ma sát của dầu lên thành ống là:



$$F_{ms} = \tau A = (\mu ad) \cdot (l\pi d) = \pi \mu a l d^2$$

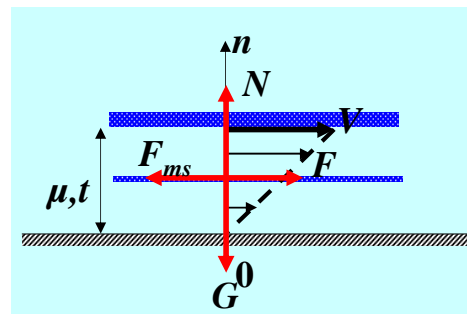
Ví dụ

6:

Tấm phẳng diện tích A trượt ngang trên mặt phẳng trên lớp dầu bôi trơn có bề dày t, hệ số nhớt μ với vận tốc V. Tìm phân bố vận tốc lớp dầu theo phương pháp tuyến n của chuyển động

Giải

Phân tích lực tác dụng lên lớp chất lỏng bất lý có toạ độ n như hình vẽ, ta có:



$$F = F_{ms} = A\mu \frac{du}{dn} \Rightarrow du = \frac{F}{A\mu} dn \Rightarrow u = \frac{F}{A\mu} n + C$$

Tại $n=0$ ta có $u=0$, suy ra $C=0$

Tại $n=t$ ta có $u=V$, suy ra:

$$V = \frac{F}{A\mu} t \Rightarrow F = \frac{VA\mu}{t}$$

Thay vào trên ta có được biến thiên u trên n theo quy luật tuyến tính:

$$u = \frac{V}{t} n$$

Nhận xét thấy ứng suất tiếp $\tau = \text{const}$ trên phương n

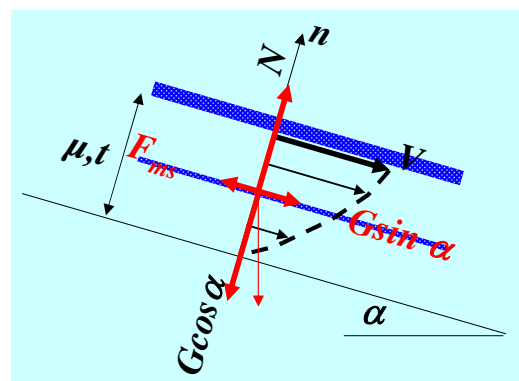
Ví dụ

7:

Tấm phẳng diện tích $A=64 \text{ cm}^2$; nặng $G_p=7,85\text{N}$ trượt trên mặt phẳng nghiêng góc $\alpha=12^\circ$ trên lớp dầu bôi trơn có bề dày $t=0,5\text{mm}$, với vận tốc đều $V=0,05 \text{ m/s}$. Tìm hệ số nhớt μ của lớp dầu và công suất để kéo tấm phẳng ngược dốc với vận tốc nêu trên. Cho $\gamma_{\text{dầu}}=8820 \text{ N/m}^3$

Giải

Bây giờ tấm phẳng chuyển động nhờ lực trọng trường G chiếu trên phương chuyển động:



$$G \sin \alpha = F_{ms}$$

$$\Leftrightarrow A\mu \frac{du}{dn} = (G_p + \gamma A(t - n)) \sin \alpha$$

$$\Rightarrow du = \left(\left[\frac{G_p}{A\mu} + \frac{\gamma t}{\mu} \right] \sin \alpha - \frac{\gamma \sin \alpha}{\mu} n \right) dn$$

$$\Rightarrow u = \left[\frac{G_p}{A\mu} + \frac{\gamma t}{\mu} \right] \sin \alpha n - \frac{\gamma \sin \alpha}{\mu} \frac{n^2}{2} + C$$

Tại $n=0$ ta có $u=0$, suy ra

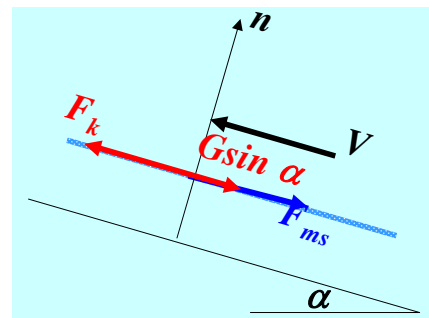
$$C=0$$

Tại $n=t$ ta có $u=V$, suy ra:

$$V = \left[\frac{G_p}{A\mu} + \frac{\gamma t}{\mu} \right] \sin \alpha t - \frac{\gamma \sin \alpha}{\mu} \frac{t^2}{2}$$

$$\Rightarrow \mu = \left[\frac{G_p}{AV} + \frac{\gamma t}{2V} \right] \sin \alpha t = 2.56 \text{Ns/m}^2$$

Để kéo tấm phẳng ngược lên với vận tốc $V=0,05$ m/s, ta cần tác động vào tấm phẳng một lực ngược lên theo phương chuyển động có giá trị bằng F_k :



$$F_k = G \sin \alpha + F_{ms} \Leftrightarrow A\mu \frac{du}{dn} = F_k - G_p \sin \alpha - \gamma A(t-n) \sin \alpha$$

$$\Rightarrow V = \frac{F_k - G_p \sin \alpha - \gamma A t \sin \alpha}{A\mu} t + \frac{\gamma A \sin \alpha^2}{2A\mu} \Rightarrow F_k = \frac{VA\mu}{t} + G \sin \alpha + \frac{\gamma A \sin \alpha t}{2}$$

Thế công thức tính μ vào ta được: $F_k = 2G \sin \alpha + \gamma A \sin \alpha t$

Như vậy ta cần một công suất là :

$$N = V \cdot F_k = V(2G \sin \alpha + \gamma A \sin \alpha t) = 0.164W$$

Ví dụ

8:

Một loại nhớt có ρ, μ chảy đều trên mặt phẳng nghiêng 1 góc α so với mặt phẳng ngang. Tìm bề dày t của lớp nhớt.

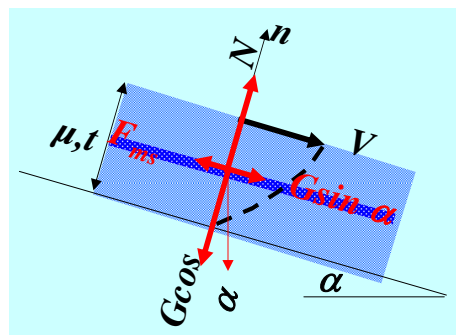
Giải

Chọn hệ trục tọa độ như hình vẽ. Xét lực tác dụng lên một lớp vi phân chất lỏng cân bằng, ở tọa độ y :

$$G \sin \alpha = F_{ms} \Leftrightarrow A\mu \frac{du}{dn} = \gamma(t-y) \sin \alpha$$

$$\Rightarrow du = \left(\frac{\gamma \sin \alpha}{\mu} (t-y) \right) dy$$

$$\Rightarrow u_{y=t} - u_{t=0} = \frac{\gamma \sin \alpha^2}{\mu} - \frac{\gamma \sin \alpha^2}{2\mu}$$



Ta biết rằng tại $y=0$ thì $u=0$, tại $y=t$ thì $u=V$; nên:

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2\mu V}{\gamma \sin \alpha}}$$

Ví dụ 9:

Một trục có đường kính $d=10\text{cm}$ được giữ thẳng đứng bởi một ổ trục dài $l=25\text{cm}$. Khe hở đồng trục có bề dày không đổi bằng $h=0,1\text{mm}$ được bôi trơn bằng dầu nhớt có $\mu=125\text{cpoise}$. Trục quay với tốc độ $n=240$ vòng/ph. Tìm ngẫu lực cản do ổ trục gây ra và công suất tiêu hao.

Giải

$$\mu=125\text{cpoise}=1,25\text{ poise}=1,25\text{dyne.s/cm}^2=0,125\text{ Ns/m}^2$$

Chọn hệ trục tọa độ như hình vẽ. Xét một lớp chất lỏng ở tọa độ y tính từ thành rắn, ta tìm moment lực ma sát của lớp chất lỏng này:

$$M_{ms} = \tau A(r + h - y) = 2\pi d(r + h - y)^2 \mu \frac{du}{dy}$$

Khi trục quay ổn định thì $M_{ms}=M_{trục}=const$

$$\int du = -\int \frac{M}{2\pi\mu l} \left(\frac{1}{(r + h - y)^2} \right) d(r + h - y)$$

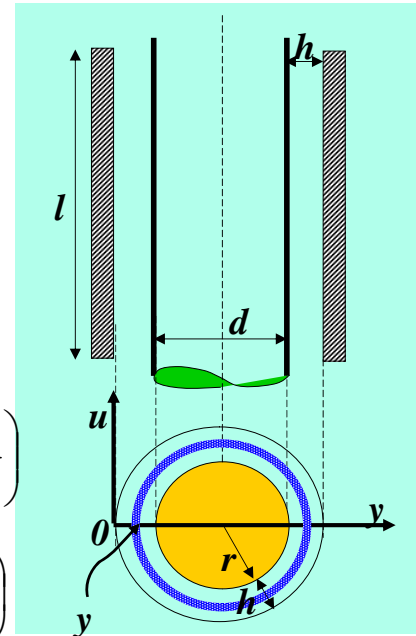
$$\Rightarrow u = \frac{M}{2\pi\mu l} \frac{1}{(r + h - y)} + C$$

Tại $y=0$
thì $u=0$:

$$C = -\frac{M}{2\pi\mu l} \frac{1}{(r + h)} \Rightarrow u = \frac{M}{2\pi\mu l} \left(\frac{1}{r + h - y} - \frac{1}{r + h} \right)$$

Tại $y=h$ thì $u=V = \omega r = \pi n r / 30$:

$$\Rightarrow \frac{\pi n r}{30} = \frac{M}{2\pi\mu l} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r + h} \right)$$



Suy ra moment ma sát:

$$M = \frac{\pi^2 \mu n l}{15} \frac{r^2 (r + h)}{h} = 6.156166 \text{ Nm}$$

Công suất tiêu hao:

$$N = F.V = F.\omega.r = M.\omega = M \frac{\pi n}{30} = 154.72 \text{ W}$$

Để đơn giản, ta xem phân bố vận tốc theo phương y là tuyến tính, lúc ấy:

$$M = \tau_{tru} A_{tru} r = \mu \frac{\omega r}{h} \pi \cdot 2 \cdot r l \cdot r = \frac{\pi^2 \mu n l r^3}{15 h} = 6.168503 \text{ Nm}$$

Ví dụ 10:

Khe hở bề dày t giữa hai đĩa tròn đường kính d nằm ngang cùng trục được bôi trơn bằng dầu nhớt có μ, ρ . Một đĩa cố định, một đĩa quay với tốc độ n vòng/ph. Tìm ngẫu lực cản và công suất.

Chọn hệ trục tọa độ như hình vẽ. Xét một vi phân lớp chất lỏng hình vành khuyên dày dr ở tọa độ y tính từ đĩa cố định ở dưới, lực ma sát tác dụng lên vi phân này là:

$$dF_{ms} = \tau dA = \mu \frac{du}{dy} 2\pi r dr$$

Đây là chuyển động tương đối giữa hai tấm phẳng ngang, nên ta chấp nhận được quy luật tuyến tính của vận tốc theo phương y :

$$\Rightarrow dF_{ms} = \mu \frac{\omega r}{t} 2\pi r dr = \frac{2\pi\mu\omega}{t} r^2 dr$$

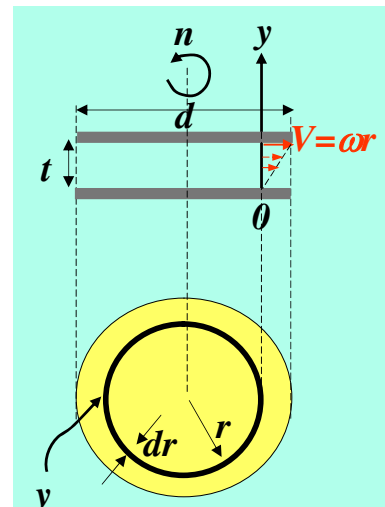
Suy ra : $\Rightarrow dM_{ms} = dF_{ms} \cdot r = \mu \frac{\omega r}{t} 2\pi r dr \cdot r = \frac{2\pi\mu\omega}{t} r^3 dr$

Như vậy moment ma sát: $M = \int_0^{d/2} \frac{2\pi\mu\omega}{t} r^3 dr = \frac{2\pi\mu\omega}{t} \frac{r^4}{4}$

$$M = \frac{\pi^2 n \mu d^4}{960 t}$$

Công suất :

$$N = M \cdot \omega = M \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi^3 n^2 \mu d^4}{28800 t}$$



2.4 Áp suất hơi:

Là áp suất hơi trên bề mặt chất lỏng kín. Khi tốc độ bốc hơi của các phân tử lưu chất bằng tốc độ ngưng tụ thì trên bề mặt lưu chất đạt tới **áp suất hơi bão hòa**.

➤ Áp suất hơi bão hòa tăng theo nhiệt độ

Ví dụ ở 20°C , $p_{\text{bão hòa}}$ của nước là $0,025 \text{ at} = 0,25 \text{ m nước}$

ở 100°C , $p_{\text{bão hòa}}$ của nước là $1 \text{ at} = 10 \text{ m nước}$

➤ Khi áp suất chất lỏng $\leq$ Áp suất hơi bão hòa $\Rightarrow$ chất lỏng bắt đầu sôi (hoá khí).

Ví dụ có thể cho nước sôi ở 20°C nếu hạ áp suất xuống còn $0,025 \text{ at}$.

➤ Trong một số điều kiện cụ thể, hiện tượng Cavitation (khí thực) xảy ra khi áp suất chất lỏng nhỏ hơn $P_{\text{bão hòa}}$