

CHUYÊN ĐỀ 7: CHẤT LỎNG CHUYỂN ĐỘNG ỔN ĐỊNH

4. Giữa đáy một thùng nước hình trụ có một lỗ thùng nhỏ. Mực nước trong thùng cách đáy $H = 30\text{cm}$. Hỏi nước chảy qua lỗ với vận tốc bao nhiêu nếu:

- a) Thùng nước đứng yên?
- b) Thùng nước nâng lên đều?
- c) Thùng nước chuyển động nhanh dần đều đi lên với gia tốc $1,2(\text{m/s}^2)$?
- d) Thùng nước chuyển động ngang với gia tốc $1,2(\text{m/s}^2)$?

Bài giải

a) Thùng nước đứng yên: Theo công thức To-ri-xen-li ta có:

$$v = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,3} = 2,4(\text{m/s})$$

b) Thùng nước nâng lên đều: Xét trong hệ quy chiếu gắn với thùng nước thì gia tốc rơi tự do vẫn là g . Vì vậy ta vẫn có kết quả như câu a:

$$v = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,3} = 2,4(\text{m/s})$$

c) Thùng nước chuyển động nhanh dần đều đi lên với gia tốc $1,2(\text{m/s}^2)$: Xét trong hệ quy chiếu gắn với thùng nước thì gia tốc rơi tự do là $g' = g + a$. Theo công thức To-ri-xen-li ta có:

$$v = \sqrt{2g'H} = \sqrt{2(g+a)H} = \sqrt{2 \cdot (10+1,2) \cdot 0,3} = 2,59(\text{m/s})$$

d) Thùng nước chuyển động ngang với gia tốc $1,2(\text{m/s}^2)$: Xét trong hệ quy chiếu gắn với thùng nước thì gia tốc rơi tự do vẫn là g . Vì vậy ta vẫn có kết quả như câu a:

$$v = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,3} = 2,4(\text{m/s})$$

5. Một con thuyền va phải đá ngầm gây ra một vết thủng có dạng gần như tròn bán kính 1 cm nơi mạn thuyền ở độ sâu 2m so với mặt nước. Thuyền viên mang bình không khí nén ở áp suất 100atm lặn xuống nước quan sát, sau 5 phút tìm được lỗ thủng. Lúc ấy, áp suất khí nén giảm bớt 10%. Thuyền viên bắt đầu bít lỗ thủng và từ lúc ấy tiêu thụ một lượng khí gấp rưỡi lúc quan sát. Sau khoảng thời gian bằng $\frac{1}{4}$ thời gian sửa chữa tối đa cho phép thì đã bít xong lỗ thủng. Điều kiện an toàn là áp suất không khí nén không được thấp hơn 30atm. Tính thể tích nước tràn vào thuyền từ lúc quan sát cho đến khi sửa chữa xong. Coi sự thay đổi diện tích lỗ thủng trong thời gian sửa chữa là không đáng kể và nhiệt độ khí trong bình không đổi; $g = 10(\text{m/s}^2)$.

Bài giải

- Áp dụng phương trình Clapây-rôn – Mendê-lêép, ta được: $pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow p \sim m$.

- Trong thời gian 5 phút tìm lỗ thủng, áp suất giảm 10% nên tiêu thụ khối lượng là $\Delta p = 0,1m$. Do đó, khối lượng còn lại trong bình còn là $m_1 = 0,9m$ và trung bình cứ mỗi phút tiêu thụ khối lượng khí là $0,02m$.

- Trong thời gian sửa chữa lỗ thủng, trung bình cứ mỗi phút tiêu thụ khối lượng khí là: $0,02m \cdot 1,5 = 0,03m$

- Gọi t là thời gian tối đa cho phép sửa chữa thì khối lượng khí còn lại sau thời gian t là:

$$m_2 = m_1 - 0,03mt = 0,9m - 0,03mt$$

Ta có: $\frac{p}{m} = \frac{p_2}{m_2} \Leftrightarrow \frac{100}{m} = \frac{30}{m(0,9 - 0,03t)}$

$$\Leftrightarrow 9 - 0,3t = 3 \Rightarrow t = 20 \text{ phút.}$$

- Thời gian bít xong lỗ thủng là: $\frac{t}{4} = \frac{20}{4} = 5 \text{ phút.}$

- Thời gian từ lúc quan sát cho đến khi sửa chữa xong: $t' = 5 + 5 = 10 \text{ phút} = 600s$.

- Theo công thức Torixenli, vận tốc dòng nước vào lỗ thủng: $v = \sqrt{2gh}$.

- Thể tích nước tràn vào thuyền: $V = Svt' = \pi r^2 \sqrt{2gh}t'$.

$$\Leftrightarrow V = \pi (0,01)^2 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2} \cdot 600 \approx 1,19m^3$$

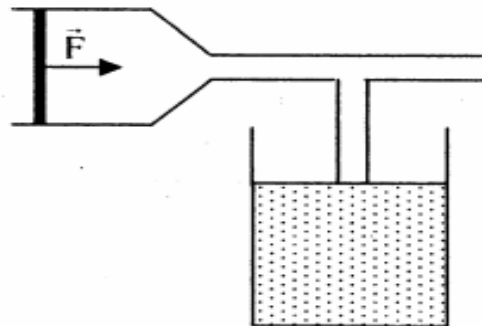
Vậy: Thể tích nước tràn vào thuyền từ lúc quan sát cho đến khi sửa xong là $V \approx 1,19m^3$.

6. Sơ đồ cấu tạo của một máy phun nước như hình vẽ.

Pittông có thể chuyển động không ma sát dọc thành bình.

Tác dụng lên Pittông một lực F không đổi. S_A, S_B, ρ, ρ_0 là tiết diện tại A, B và khối lượng riêng của nước, không khí.

L là lưu lượng của không khí tại A . Tìm độ cao cực đại $h_{\max}$ để máy có thể hoạt động được.



Bài giải

- Để máy phun hoạt động được thì nước phải lên tới điểm B và:

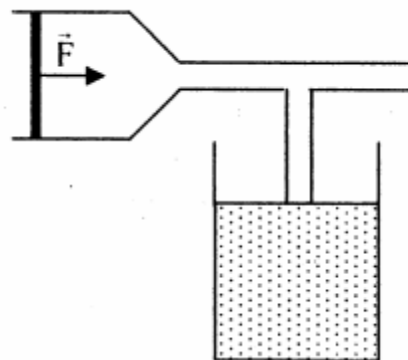
$$p_B = p_o - \rho gh, \quad (p_o : \text{áp suất khí quyển}) \text{ và } p_A = p_o + \frac{F}{S_A}$$

Gọi v_A, v_B là vận tốc của khí tại A, B . Ta có:

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{S_B}{S_A} \Rightarrow v_B = \frac{S_A}{S_B} v_A \text{ và } v_A = \frac{L}{S_A}$$

- Áp dụng định lí Becnuli, ta được:

$$p_A + \frac{1}{2} \rho_0 v_A^2 = p_B + \frac{1}{2} \rho_0 v_B^2$$



$$\Leftrightarrow p_0 + \frac{F}{S_A} + \frac{1}{2}\rho_0 v_A^2 = p_0 + \rho gh + \frac{1}{2}\rho_0 v_B^2$$

$$\Leftrightarrow \rho gh = \frac{1}{2}\rho_0 (v_B^2 - v_A^2) - \frac{F}{S_A} = \frac{1}{2}\rho_0 v_A^2 \left(\frac{S_A^2}{S_B^2} - 1 \right) - \frac{F}{S_A}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}\rho_0 \frac{L^2}{S_A^2} \left(\frac{S_A^2}{S_B^2} - 1 \right) - \frac{F}{S_A} = \frac{1}{2}\rho_0 L^2 \left(\frac{1}{S_B^2} - \frac{1}{S_A^2} \right) - \frac{F}{S_A}$$

$$\Rightarrow h = \frac{1}{\rho h} \left[\frac{1}{2}\rho_0 L^2 \left(\frac{1}{S_B^2} - \frac{1}{S_A^2} \right) - \frac{F}{S_A} \right] \geq 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}\rho_0 L^2 \left(\frac{1}{S_B^2} - \frac{1}{S_A^2} \right) - \frac{F}{S_A} \geq 0 \Rightarrow F \leq \frac{1}{2}\rho_0 L^2 S_A \left(\frac{1}{S_B^2} - \frac{1}{S_A^2} \right)$$

Vậy: Độ cao cực đại $h_{\max}$ để máy có thể hoạt động được là

$$h_{\max} = \frac{1}{\rho h} \left[\frac{1}{2}\rho_0 L^2 \left(\frac{1}{S_B^2} - \frac{1}{S_A^2} \right) - \frac{F}{S_A} \right] \text{ với } F \leq \frac{1}{2}\rho_0 L^2 S_A \left(\frac{1}{S_B^2} - \frac{1}{S_A^2} \right).$$