

BÀI THÍ NGHIỆM SỐ 5

XÁC ĐỊNH SỰ PHÂN BỐ VẬN TỐC TRONG ỐNG DẪN

I. MỞ ĐẦU

Trong thủy lực học, người ta coi dòng chất lỏng là kết hợp của nhiều nguyên tố. Sự ứng dụng khái niệm các dòng nguyên tố riêng biệt đó phần lớn phụ thuộc vào độ nhớt - một tính chất quan trọng của tất cả các chất lỏng thực.

Chất lỏng chuyển động trong ống có hai chế độ chính :

Chế độ chảy dòng ($Re \leq 2320$) và chế độ chảy xoáy ($Re \geq 10^4$). Ngoài ra còn có chế độ chuyển động chuyển tiếp giữa hai chế độ trên gọi là chế độ quá độ.

Trong chế độ chảy dòng, các dòng nguyên tố chuyển động dọc theo trục và song song với nhau, không có sự trộn lẫn theo chiều ngang. Nếu ống có tiết diện tròn thì tất cả các dòng nguyên tố có vận tốc bằng nhau sẽ phân bố theo các lớp đồng tâm và vận tốc của các lớp đó đều khác nhau. Ở giữa tâm ống, vận tốc cực đại. Vận tốc giảm từ tâm ống đến thành ống và ở thành vận tốc bằng "không". Quan hệ giữa vận tốc cực đại và vận tốc trung bình là :

$$\frac{W_{tb}}{W_{max}} = 0,5$$

Trong chế độ chảy xoáy, chuyển động của chất lỏng rất phức tạp. Ngoài chuyển động theo trục, các phần tử chất lỏng của dòng luôn luôn thay đổi cả về hướng lẫn cường độ. Khi nghiên cứu chế độ xoáy, người ta không lấy vận tốc tức thời mà lấy trị số trung bình của vận tốc cục bộ. Quan hệ giữa vận tốc cực đại và vận tốc trung bình là

$$\frac{W_{tb}}{W_{max}} = 0,8 - 0,9$$

Cần chú ý rằng, quan hệ giữa vận tốc cực đại và vận tốc trung bình nói ở trên chỉ đúng với trường hợp khoảng cách từ mặt đo đến chỗ cửa vào của lưu thể là thẳng và không bé hơn 50 lần đường kính ống (với khoảng cách như vậy mới đảm bảo ổn định dòng ở chỗ đo).

Để đo vận tốc của lưu thể ở một điểm bất kỳ trên tiết diện ngang của ống, thường người ta dùng ống Pi - tô.

Vận tốc của dòng nguyên tố tại điểm đo xác định theo công thức :

$$W = \sqrt{\frac{2\Delta P_w}{\rho}}, \quad m/s \quad (5-1)$$

ở đây : ΔP_w - áp suất vận tốc, N/m^2 ;

ρ - khối lượng riêng của dòng chất lỏng (khí), kg/m^3

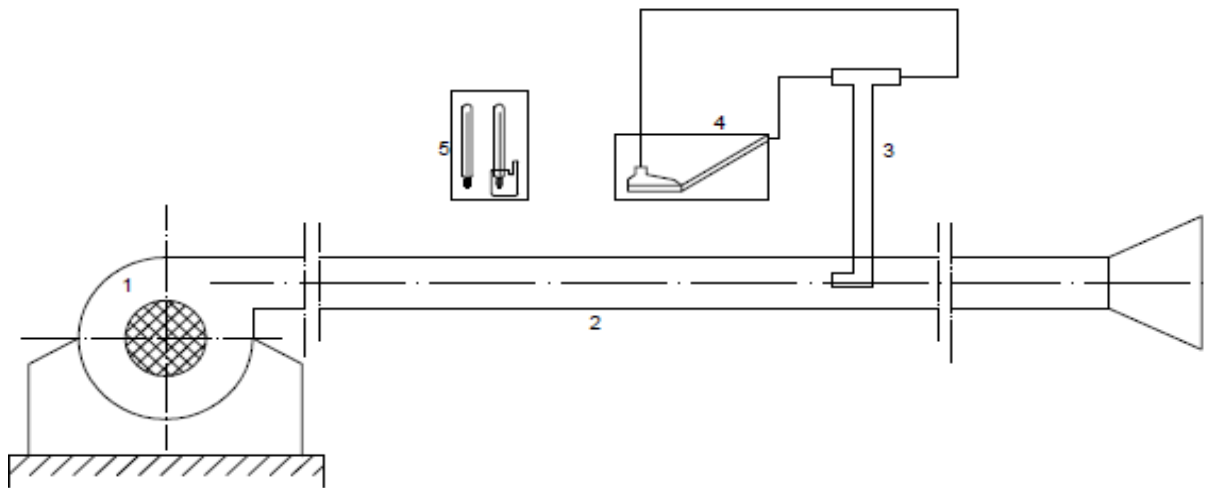
Muốn xác định được vận tốc trung bình, người ta phải tiến hành đo vận tốc ở nhiều điểm khác nhau trên tiết diện ngang của ống.

Nếu ta đặt kết quả của các vận tốc đo được trên hình vẽ cắt dọc của đường ống theo tỷ lệ tương ứng và nối các điểm ứng với các vận tốc đó, ta sẽ thu được một đường cong gọi là đường cong phân bố vận tốc trong ống dẫn.

II. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM

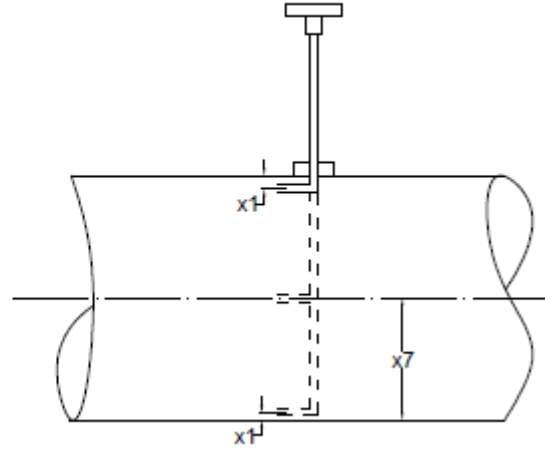
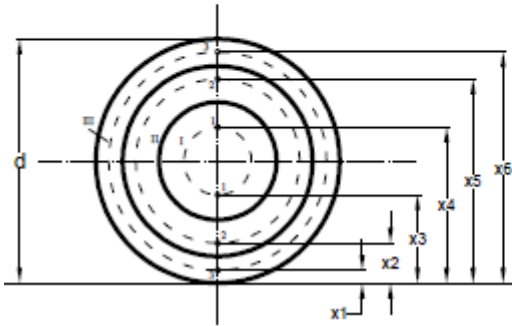
Đo vận tốc ở các điểm khác nhau của mặt cắt ngang của ống dẫn, xác định sự phân bố vận tốc trong ống và tính vận tốc trung bình của lưu thể đi trong ống.

III. SƠ ĐỒ THÍ NGHIỆM



Hình 5.1: Sơ đồ thí nghiệm

- | | | |
|-----------------------|--|----------|
| 1. Quạt ly tâm | 2. Ống dẫn không khí $d_{tr} = 145\text{mm}$, $L = 6120\text{mm}$ | |
| 3. Ống Pi - tô - Pran | 4. Áp kế vi phân | 5. Ẩm kế |



Hình 5.2: Sự phân chia thiết diện ống dẫn thành các hình vành khăn có diện tích bằng nhau **Hình 5.3 :** Vị trí ống đo áp khi đo ở những điểm biên

IV. THỨ TỰ TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

1. Quan sát và kiểm tra hệ thống thí nghiệm theo sơ đồ.
2. Chuẩn bị các dụng cụ đo: áp kế, ẩm kế, ống Pi-tô, phong vũ biểu...
3. Cho quạt chạy và khi đã ổn định thì tiến hành đo vận tốc.
4. Phương pháp đơn giản và phổ biến dùng để xác định vận tốc trung bình trong ống dẫn như sau :

- Chia mặt cắt ngang của ống thành nhiều hình vành khăn có diện tích bằng nhau I, II, III (xem hình 5- 2 và 5-3). Mỗi hình vành khăn lại chia thành hai phần có diện tích bằng nhau theo đường vòng (đường chấm). Các điểm 1, 2, 3 ở trên đường vòng là các điểm trung bình của các tiết diện I, II, III. Vận tốc đo ở các điểm 1, 2, 3 là vận tốc trung bình của các diện tích I, II, III. Vì rằng các diện tích đó bằng nhau nên trung bình số học vận tốc các điểm 1, 2, 3 sẽ là vận tốc trung bình của lưu thể. Nếu số hình vành khăn càng nhiều thì trị số đo càng chính xác.

Khoảng cách x từ thành ống dẫn đến các điểm 1, 2, 3 được xác định theo công thức sau :

$$x = \frac{d}{2} \left(1 \pm \sqrt{\frac{2n-1}{2N}} \right) \quad (5-2)$$

- Trong đó :
- d - đường kính ống dẫn, m;
 - n - số đường vòng chia hình vành khăn ra 2 phần bằng nhau (kể từ tâm ống);
 - N - số diện tích vành khăn.

Chú ý : Các vị trí các điểm $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ tính theo công thức trên : dấu "+" đối với các điểm x ở phía trên trục; dấu "-" đối với các điểm x ở phía dưới trục. Ở trên đoạn ống dẫn ta bố trí thước chia độ sẵn từ 0 - 200mm ứng với đường kính của ống dẫn khí. Vị trí của các điểm x được đặt theo kim chỉ trên thước chia độ đó.

Công thức trên rút ra từ điều kiện diện tích I, II, III bằng nhau.

Các giá trị đo được ghi vào bảng

Thứ tự điểm đo	Giá trị khoảng cách x	ΔP_w , mm cột cồn			ΔP_w trung bình		Vận tốc tại điểm đo, m/s
		Lần 1	Lần 2	Lần 3	mm cột cồn	N/m ²	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7	$x = d/2$						

5. Khi đã thí nghiệm xong thì tắt quạt. Ghi các số liệu vào nhật ký thí nghiệm, báo cáo với cán bộ hướng dẫn. Dọn vệ sinh sạch sẽ nơi thí nghiệm trước khi ra về.

V. CÂU HỎI KIỂM TRA

1. Phân biệt tốc độ cục bộ, tốc độ tức thời, tốc độ trung bình của dòng chảy trong ống dẫn?
2. Phân bố tốc độ dòng theo tiết diện ngang của ống dẫn như thế nào khi chảy dòng và chảy xoáy?
3. Quan hệ giữa tốc độ trung bình và tốc độ cực đại của dòng khí chảy dòng và chảy xoáy?
4. Cấu tạo và nguyên lý đo tốc độ của ống Pi - tô?

VI. TÍNH TOÁN

1. Xác định khối lượng riêng của không khí ẩm :

$$\rho = 1,293 \frac{B - P_{bh}}{101325} \cdot \frac{273}{T} + \varphi \cdot \rho_{bh} \quad (5-3)$$

ở đây :

B- áp suất phong vũ biểu của không khí ở điều kiện thí nghiệm, N/m^2 ;

φ - độ ẩm tương đối của không khí, xác định theo ẩm kế và bảng tra.

P_{bh} - áp suất hơi nước bão hòa, xác định theo nhiệt độ của nhiệt kế khô ở điều kiện thí nghiệm, N/m^2 .

T - nhiệt độ không khí ở điều kiện thí nghiệm, $^{\circ}K$.

ρ_{bh} - khối lượng riêng của hơi bão hòa ở điều kiện nhiệt độ nhiệt kế khô, kg/m^3 .

101325 - áp suất không khí khô (ở điều kiện tiêu chuẩn), N/m^2 .

2. Tính vận tốc trung bình:

$$W_{tb} = \frac{\sum_{i=1}^{i=6} W_i}{6}, m/s \quad (5-4)$$

3. Quan hệ giữa vận tốc trung bình và vận tốc cực đại :

$$A = \frac{W_{rb}}{W_{max}} \quad (5-5)$$

4. Chuẩn số Rây - nô :

$$Re = \frac{d \cdot W_{rb} \cdot \rho}{\mu} \quad (5-6)$$

Trong đó :

d - Đường kính ống dẫn, m;

ρ - Khối lượng riêng của lưu thể (không khí ẩm), $kg.m^3$

μ - Độ nhớt của lưu thể, Ns/m^2 (tính theo nhiệt kế khô).

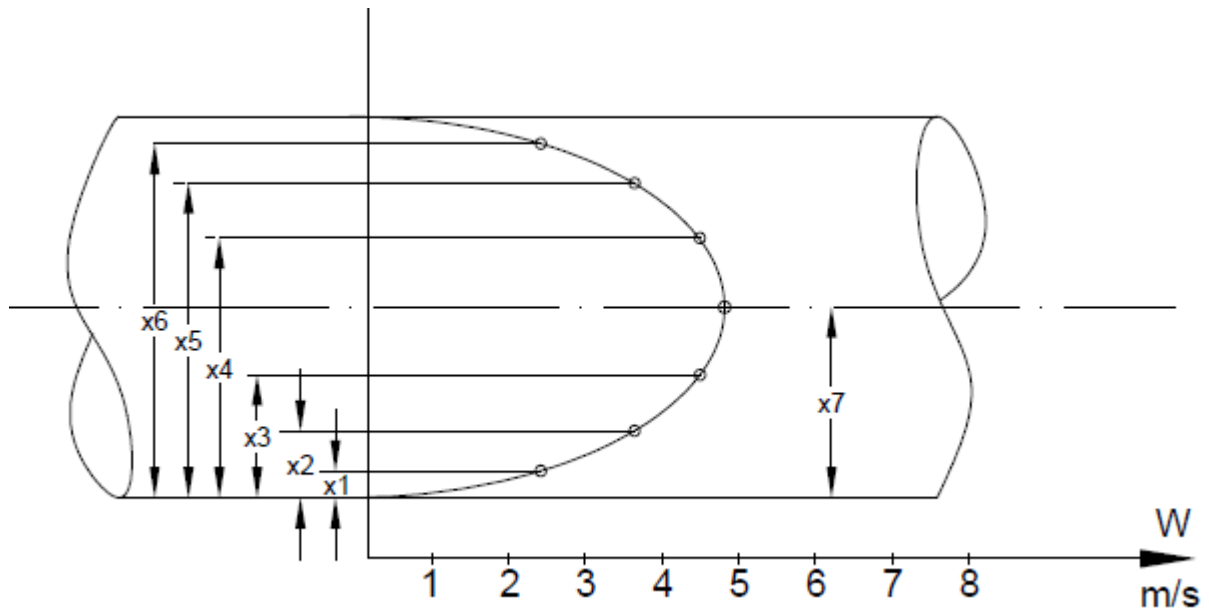
5. Lưu lượng của lưu thể :

$$Q = W_{tb} \cdot F, m^3/s \quad (5-7)$$

F - Tiết diện ngang của ống dẫn, m^2 .

6. Cách vẽ đường phân bố vận tốc.

Trên giấy kẻ ly, vẽ mặt cắt dọc của ống dẫn theo tỷ lệ tương xứng và đặt vị trí các điểm đo ứng với đại lượng x. Lấy vị trí các điểm đo làm gốc và coi bằng "không", ta đặt các đoạn ứng với vận tốc của các điểm đo. Nối nút các đoạn đó ta được đường cong phân bố vận tốc.



VII. NỘI DUNG BÁO CÁO THÍ NGHIỆM

1. Mục đích thí nghiệm.
2. Sơ đồ hệ thống thí nghiệm.
3. Tính toán và vẽ đường phân bố vận tốc.
4. Nhận xét thí nghiệm

.....

.....

.....

.....

.....