

BÀI THÍ NGHIỆM SỐ 1

XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ CHẢY CỦA DÒNG

I. MỞ ĐẦU

Trong những tính toán có liên quan đến chuyển động của chất lỏng (khí) thì đặc trưng chuyển động của dòng có một giá trị quyết định.

Bằng thí nghiệm, người ta phân định được hai dạng chuyển động của chất lỏng thực và khí: chuyển động dòng (còn gọi là chuyển động tầng) và chuyển động xoáy (còn gọi là chuyển động rối).

Nếu ta quan niệm rằng, dòng chất lỏng (khí) là kết hợp của nhiều nguyên tố thì trong chuyển động tầng, các dòng nguyên tố đó sẽ chuyển động song song với nhau, còn trong chuyển động xoáy, chúng sẽ chuyển động hỗn loạn do chấn động của vận tốc ở mọi điểm của dòng.

Đặc trưng chuyển động của chất lỏng (khí) phụ thuộc vào kích thước của dòng chảy (đường kính tương đương), vận tốc chuyển động, độ nhớt và khối lượng riêng của chất lỏng (khí). Qua nhiều thí nghiệm, Rây-nôn đã thiết lập được một quan hệ phụ thuộc không thứ nguyên giữa các đại lượng trên gọi là chuẩn số Rây-nôn :

$$R_e = \frac{d_{td} \cdot W \cdot \rho}{\mu} = \frac{d_{td} \cdot W}{\nu} ; \quad (1-2)$$

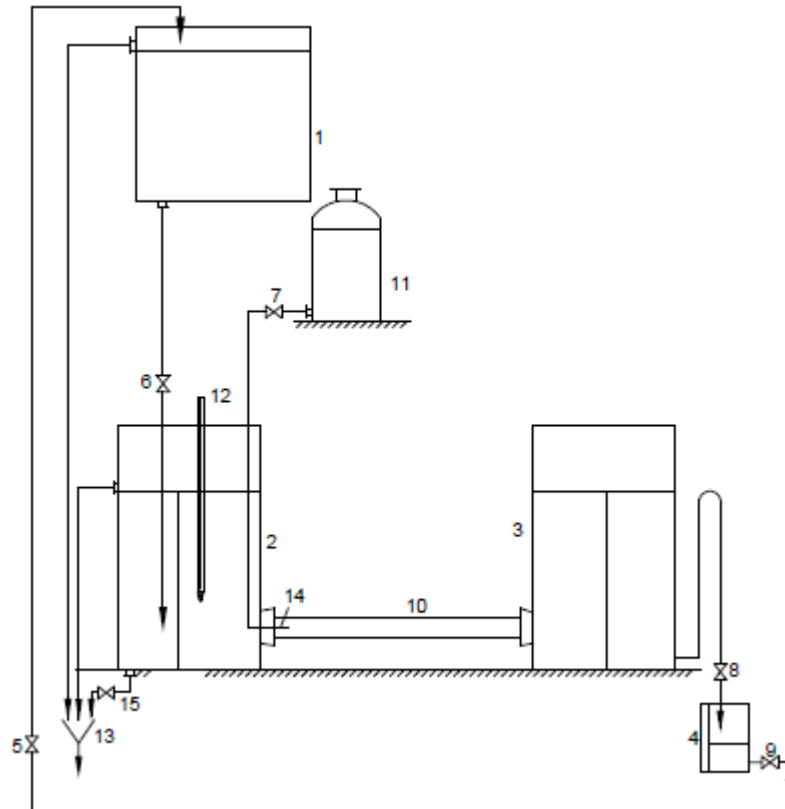
ở đây :	d_{td}	:	đường kính tương đương	m
	W	:	vận tốc trung bình của lưu thể	m/s
	ρ	:	khối lượng riêng của chất lỏng (khí)	Kg/m ³
	μ	:	độ nhớt động lực của chất lỏng (khí)	N.s/m ²
	$\nu = \frac{\mu}{\rho}$:	độ nhớt động học của chất lỏng (khí)	m ² /s

Căn cứ vào giá trị của chuẩn số Rây-nôn, ta sẽ biết được chế độ chuyển động của chất lỏng (khí). Đối với ống nhẵn, thẳng và có tiết diện tròn thì :

Khi :	$Re < 2320$	ta có chế độ chảy tầng (chảy dòng)
	$2320 \leq Re \leq 10.000$	ta có chế độ chảy quá độ
	$Re > 10.000$	ta có chế độ chảy xoáy bền vững

Người ta gọi giá trị $Re = 2320$ là trị số tới hạn dưới còn giá trị $Re = 10.000$ là giá trị tới hạn trên.

Cần phải thấy rằng, giá trị tới hạn của Rây-nôn nói trên, trong một chừng mực nào đấy chỉ là một đại lượng quy ước vì rất khó thấy sự chuyển tiếp đột ngột từ chế độ tầng sang chế độ xoáy. Thường chỉ quan sát được khu vực chuyển tiếp, trong đó chế độ chuyển động tầng dần dần biến mất và chế độ xoáy dần dần xuất hiện.



Hình 1.1. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Thùng cao vị | 9. Van tháo nước khỏi bình lửng |
| 2. Thùng chứa nước | 10. ống thủy tinh, đường kính $\Phi = 25\text{mm}$,
chiều dài $l = 14000\text{ mm}$ |
| 3. Thùng nhận | 11. Bình nước màu |
| 4. Bình lửng | 12. Nhiệt kế |
| 5. Van mở nước lên thùng cao vị | 13. Rãnh thoát nước về bể |
| 6. Van mở nước vào thùng chứa | 14. Kim dẫn tia nước màu |
| 7. Van điều chỉnh nước màu | 15. Van tháo nước khỏi thùng chứa |
| 8. Van điều chỉnh dòng chảy | |

II. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM

1. Làm quen với hệ thống thiết bị thí nghiệm
2. Quan sát các biến đổi xảy ra trong dòng chảy của chất lỏng (khí) ở các chế độ chuyển động khác nhau.
3. Xác định chế độ chuyển động của chất lỏng (khí)

III. SƠ ĐỒ THÍ NGHIỆM

(Xem sơ đồ hình 1.1).

Nước từ bể chứa đặt dưới nền nhà (trên sơ đồ không vẽ) được bơm ly tâm đưa lên thùng cao vị 1, lưu lượng được điều chỉnh bằng van 5. Nếu lượng nước vào quá nhiều sẽ qua ống chảy tràn để trở về bể chứa. Trong thí nghiệm nước sẽ từ thùng cao vị 1 theo ống dẫn có đặt van điều chỉnh 6 để vào thùng chứa 2. Để giữ mức nước ổn định trong thùng chứa, tại đây có đặt ống chảy tràn để dẫn lượng nước thừa vào bể. Từ thùng chứa 2 nước theo ống thủy tinh 10 - bộ phận chủ yếu của thiết bị - đi sang thùng nhận 3 rồi qua ống xiphông có lắp van điều chỉnh 8 để chảy vào bình lường có chia độ 4. Nước được tháo cạn khỏi bình lường sau mỗi thí nghiệm nhờ van 9. Nước màu chứa trong bình 11 qua ống dẫn nhỏ và kim tiêm 14 đi vào trục tâm của ống thủy tinh 10. Độ lớn của tia nước màu được điều chỉnh bằng van 7. Khi kết thúc thí nghiệm nước cần được tháo cạn khỏi các thùng cao vị, thùng chứa, thùng lường... bằng hệ thống đường ống và các van tương ứng. Nhiệt độ của nước được xác định bằng nhiệt kế 12.

IV. THỨ TỰ TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

Thí nghiệm được bắt đầu từ việc thiết lập chế độ chảy dòng trong ống thủy tinh, sau đó tăng dần vận tốc của dòng nước sang chế độ chảy quá độ rồi cuối cùng là chế độ chảy xoáy. Quan sát sự thay đổi của tia nước màu với mỗi chế độ chảy khác nhau, đồng thời đo lại các đại lượng cần thiết để tính giá trị của chuẩn số Re. Với mỗi chế độ chảy (chảy dòng, quá độ, chảy xoáy) làm 3 thí nghiệm với giá trị vận tốc khác nhau từ nhỏ đến lớn.

Trình tự thí nghiệm tiến hành như sau:

1. Quan sát, tìm hiểu và kiểm tra sơ đồ hệ thống thiết bị.
2. Kiểm tra nguồn cung cấp nước trên thùng cao vị 1 (một thùng cao vị chưa có nước hoặc mực nước thấp thì báo cho cán bộ hướng dẫn vận hành dùng bơm và điều chỉnh van 5), nước màu trong bình 11 các van, khóa, nhiệt kế, thì kế...
3. Đóng chặt các van 6, 7, 8, 15
4. Mở từ từ van 6 cho nước từ thùng cao vị vào thùng chứa 2 để tránh gây xáo trộn mạnh nước trong thùng 2.
5. Điều chỉnh kim dẫn nước màu đặt đúng trục tâm của ống thủy tinh.
6. Sau khi nước đã chứa đầy trong thùng ống thủy tinh 10, thùng nhận 3 và bắt đầu chảy tràn từ thùng chứa 2 vào phễu 13 thì đóng bớt van 6 để cho nước chảy vào thùng 2 không nhiều và đều đặn. Sau đó mở từ từ van 8 cho nước chảy với một lưu lượng rất nhỏ vào bình lường 4 trong khi van 9 vẫn mở để nước không tích lại trong bình lường.
7. Mở từ từ van 7 dẫn nước màu vào ống thủy tinh 10 kết hợp điều chỉnh van 8 sao cho dòng nước màu chảy vào ống thủy tinh mảnh như sợi chỉ và thẳng theo trục ống. Quan

sát hiện tượng dòng chảy tầng qua tia màu giữ nguyên hình dạng thẳng và mảnh, song song với trục ống.

8. Đóng van 9 để giữ nước lại trong bình lượng đồng thời bấm thì kế để xác định lưu lượng của dòng chảy (qua lượng nước đo được trong bình lượng và thời gian tương ứng). Với mỗi độ mở của van 8 tiến hành đo 3 lần rồi lấy kết quả trung bình.

9. Tăng từ từ độ mở của van 8 để tăng lưu lượng của dòng chảy cho đến khi nào tia nước màu chảy trong ống thủy tinh qua giai đoạn bị gợn sóng rồi bị cuộn xoáy và biến mất (tức là đã bị hòa lẫn vào dòng nước chính). Với mỗi độ mở của van 8 lại tiến hành quan sát hiện tượng và đo các thông số như ở mục 7 và mục 8. Chú ý mỗi lần chỉ tăng độ mở của van 8 một chút để đảm bảo với mỗi chế độ chảy của dòng (chảy tầng, quá độ, chảy xoáy) ít nhất có được 3 giá trị lưu lượng khác nhau.

10. Đo nhiệt độ của nước bằng nhiệt kế 12.

11. Kết thúc thí nghiệm : đóng van nước màu 7, van 6, van 5, tắt bơm nếu có bơm có vận hành trong thời gian thí nghiệm, mở van 15, van 9 để tháo cạn nước khỏi hệ thống và bình lượng. Báo cáo bảng số liệu kết quả thí nghiệm với cán bộ hướng dẫn, dọn dẹp lau chùi khô ráo nơi thí nghiệm trước khi ra về.

V. CÂU HỎI KIỂM TRA

1. Thế nào là chế độ chảy dòng, chảy xoáy, chảy quá độ?
2. Thế nào là chuẩn số Re? ý nghĩa vật lý của nó.
3. Phân bố tốc độ dòng theo tiết diện ngang của ống dẫn như thế nào khi chảy dòng và chảy xoáy.
4. Nêu các đại lượng nằm trong chuẩn số Re và ảnh hưởng của chúng tới chế độ chảy?
5. Thế nào là bán kính thủy lực và đường kính tương đương.
6. Chỉ ra các giá trị tới hạn của chuẩn số Re ở các chế độ chuyển động của chất lỏng : chảy dòng, chảy xoáy, chảy quá độ.

VI. TÍNH TOÁN

1. Vận tốc nước chảy trong ống xác định theo công thức:

$$W = \frac{V_{tb}}{0,785d_{td}^2}, \text{ m/s} \quad (1-2)$$

ở đây : V_{tb} - lưu lượng nước đo được trung bình, m^3/s
 d_{td} - đường kính tương đương của ống dẫn, m

2. Tính giá trị của chuẩn số Rây-nôn theo công thức (1-1) ứng với các vận tốc khi :

- Dạng tia mực màu thẳng
- Dạng tia mực màu gợn sóng
- Dạng tia mực màu cuộn xoáy và tan lẫn trong nước

3. Kết quả thí nghiệm và tính toán ghi vào bảng sau:

Dạng tia mực	Số lần đo	Thời gian thí nghiệm τ (s)	Lưu lượng đo được V (m^3/s)	Lưu lượng trung bình V_{tb} (m^3/s)	Nhiệt độ của nước $t, ^\circ C$	Độ nhớt của nước $\mu(Ns/m^2)$	Vận tốc W m/s	Chuẩn số Rây-nôn Re
Thẳng	1							
	2							
	3							
Gợn sóng đầu	1							
	2							
	3							
Cuộn và tan trong nước	1							
	2							
	3							

4. Nhận xét thí nghiệm

.....

.....

.....

.....