

THIẾT KẾ CHẾ TẠO BỘ THÍ NGHIỆM CƠ CHẤT LỎNG GỌN NHẹ DÙNG ĐỂ GIẢNG DẠY CHO HỆ ĐÀO TẠO TỪ XA **

TRẦN THÚC TÀI *

I. MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU:

Sinh viên hệ đào tạo từ xa nếu phải đến Phòng thí nghiệm tại cơ sở 465 Nơ Trang Long, thành phố Hồ Chí Minh để học môn thí nghiệm Cơ chất lỏng sẽ gặp nhiều khó khăn, xa xôi cách trở, tốn kém tiền bạc và thời gian ... nhất là sinh viên ở các tỉnh như: Phú Yên, Bến Tre, Kiên Giang, Cà Mau... Là giáo viên cơ hữu của trường, tôi rất cảm thông với những khó khăn đó nên đã cố gắng nghiên cứu thiết kế chế tạo Bộ thí nghiệm cơ chất lỏng vừa bảo đảm nội dung môn học vừa dễ dàng mang đến các địa phương.

II. MÔ TẢ GIẢI PHÁP :

1. Giải pháp hiện hành: Môn học Thí nghiệm Cơ chất lỏng được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Cơ chất lỏng của Trường Đại Học Mở Tp.HCM đặt tại Cơ sở số 465 Nơ Trang Long, Quận Bình Thạnh. Phòng thí nghiệm được trang bị máy thí nghiệm cơ chất lỏng đặt cố định với hệ thống cấp thoát nước liên tục khi vận hành. Sinh viên học môn Thí nghiệm Cơ chất lỏng phải có mặt đúng giờ, đúng địa điểm quy định.

2. Giải pháp sáng kiến: Trên cơ sở nội dung của môn học, giảng viên đã nghiên cứu thiết kế chế tạo Bộ thí nghiệm Cơ chất lỏng gọn nhẹ có thể xếp gọn trong một thùng nhựa dung tích 25 lít. Với bộ thí nghiệm này, các thí nghiệm cơ bản vừa đáp ứng được yêu cầu của môn học vừa có thể đem đi giảng dạy tại các tỉnh xa, rất thuận tiện cho người học hệ đào tạo từ xa cũng như tiết kiệm được các khoản chi phí ăn ở và đi lại.

III. NỘI DUNG THỰC HIỆN :

Song song với việc chế tạo bộ thí nghiệm, giảng viên đã thiết kế lại bài giảng làm nổi rõ ý nghĩa thiết thực của môn học. Học viên cảm thấy lý thú khi được tận mắt tận tay thực hiện những thí nghiệm chứng minh một cách rõ ràng những điều mà khi học lý thuyết người học cảm thấy mơ hồ và khó hiểu, những điều mà rất nhiều người ngộ nhận cũng như hiểu sai về tính chất, đặc trưng của tĩnh học và động học chất lưu. Điều này sẽ được làm sáng tỏ qua từng bài thí nghiệm.

Ví dụ:

➤ Thí nghiệm bơm nước vào thùng bằng máy bơm.

Khi bơm nước vào thùng chứa người ta thường bơm ở vị trí đầu thùng vì cho rằng

* Giảng viên cơ hữu Khoa Kỹ thuật và Công nghệ Trường ĐH Mở Tp. HCM

** Đề tài đạt giải thưởng Sáng tạo KHKT hạng 2 của Liên đoàn lao động Tp. HCM

dòng nước thoát ra tự do từ vị trí đầu thùng mạnh hơn so với ở vị trí đáy thùng (do bị đè nén bởi lớp nước phía trên).Thí nghiệm đã chứng minh ngược lại. Với cùng một thể tích nước được bơm vào thùng thì bơm ở vị trí đáy thùng có thời gian bơm ngắn hơn, lưu lượng bơm lớn hơn!

➤ Thí nghiệm thiết lập phương trình Becnoulli (khảo sát dòng chảy trong ống khi đi qua mặt cắt co hẹp).

Nhiều người vẫn nghĩ rằng khi đi qua mặt cắt co hẹp thì áp lực sẽ tăng vì khi vào mặt cắt co hẹp các phần tử nước chèn ép lẫn nhau (ví như khi dùng vòi nước để rửa xe ta thường bóp hẹp đầu vòi để dòng nước xịt ra mạnh hơn). Thí nghiệm khảo sát dòng chảy đã chứng minh rằng khi đi qua ống có mặt cắt co hẹp thì áp lực dòng chảy sẽ giảm xuống chứ không hề tăng lên! Tại mặt cắt co hẹp vận tốc phải tăng để bảo đảm lưu lượng không đổi. Phương trình năng lượng được thiết lập trên cơ sở định luật bảo toàn năng lượng đã giải thích điều này: năng lượng của dòng chảy gồm hai thành phần chính là thế năng và động năng trong đó áp lực đại diện cho thế năng và vận tốc đại diện cho động năng => khi động năng tăng thì thế năng giảm.

➤ Thí nghiệm Đo đặc tổn thất dòng chảy

Người học sẽ được chứng kiến và ghi nhận những tổn thất năng lượng trong dòng chảy, và hiểu được thế nào là tổn thất cục bộ, thế nào là tổn thất đường dài, và sẽ thấy rằng khi tiết diện lớn hơn thì tổn thất sẽ nhỏ hơn. Vì vậy khi thiết kế lắp đặt đường ống dẫn nước ta sẽ chấp nhận chi phí cao cho đường ống có tiết diện lớn, để khi vận hành khai thác tổn thất năng lượng trên đường ống sẽ nhỏ => hiệu quả sử dụng cao.

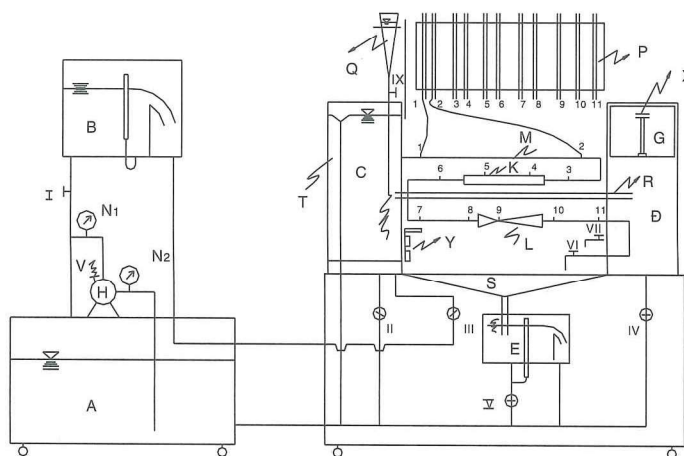
➤ Thí nghiệm “Dòng chảy qua lỗ và vòi” cũng hàm chứa những điều rất lý thú như: với cùng chiều cao cột nước áp và đường kính lỗ thoát như nhau thì vận tốc dòng chảy qua lỗ lớn hơn vận tốc dòng chảy qua vòi (tia nước qua lỗ bắn xa hơn) và nhiều người cũng sẽ nghĩ rằng nếu vận tốc qua lỗ lớn hơn thì lưu lượng qua lỗ cũng sẽ lớn hơn, nhưng thí nghiệm lại cho ta thấy điều ngược lại. Xô nước hứng qua vòi đầy nhanh hơn xô nước hứng qua lỗ, chứng tỏ lưu lượng chảy qua vòi lớn hơn.

Tương tự như vậy, người học cũng sẽ nhận được những kết quả lý thú khi tiến hành thí nghiệm đo lưu lượng trên ống Venturi, đo vận tốc bằng ống dò Pitot v.v...

IV. TRÌNH BÀY GIẢI PHÁP :

PHẦN 1 : Mô tả máy thí nghiệm tại phòng thí nghiệm Cơ chất lỏng

MÔ TẢ HỆ THỐNG THÍ NGHIỆM
THỦY LỰC ĐẠI CƯƠNG



PHẦN 2 : Bộ thí nghiệm Cơ chất lỏng được thiết kế gọn nhẹ (chứa gọn trong một thùng nhựa có dung tích 25 lít) dựa trên nguyên lý vận hành của máy thí nghiệm đã nêu trên .



PHẦN 3 : Các thí nghiệm chủ yếu trong nội dung môn học :

1) Thí nghiệm máy bơm :

Tiêu chí: Tính hiệu suất về mặt thời gian cho máy bơm trong 2 trường hợp:

1-Bơm ở miệng thùng. 2-Bơm ở đáy thùng. => So sánh và Kết Luận: Ở vị trí đáy thùng lưu lượng bơm lớn hơn => thời gian ngắn, tiết kiệm điện...

Quá trình thí nghiệm:

Sử dụng mô hình thu nhỏ gồm: máy bơm có công suất 7W, cột nước áp do máy bơm tạo ra $h=85\text{cm}$, thùng chứa có dung tích 25lít, được thiết kế hai vị trí bơm tại miệng thùng và đáy thùng. Thực hiện bơm 18 lít nước vào thùng

1-Bơm ở vị trí miệng thùng: thời gian bơm là $5'39'' = 339''$

2-Bơm ở vị trí đáy thùng: thời gian bơm là $3'47'' = 227''$

Tính hiệu suất thời gian:
$$T = \frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{339 - 227}{339} = 3 \%$$

So sánh và kết luận: Ở vị trí đáy thùng lưu lượng bơm lớn hơn $\Rightarrow$ thời gian ngắn, tiết kiệm điện năng.

2) Thí nghiệm khảo sát phương trình Bernoulli :

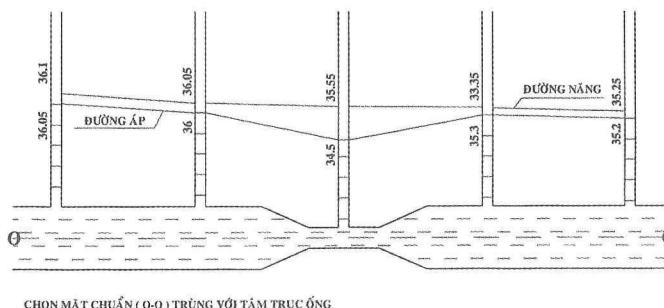
Tiêu chí: khảo sát PT Bernoulli $\Rightarrow$ Dòng chảy qua mặt cắt co hẹp: vận tốc tăng, áp suất giảm $\Rightarrow$ có nhiều ứng dụng thực tế ...

Quá trình thí nghiệm:

1-Sơ đồ ống Venturi:

Khảo sát Phương trình Bernoulli

BIỂU ĐỒ ĐƯỜNG NĂNG VÀ ĐƯỜNG ÁP



2-Thí nghiệm khảo sát phương trình Bernoulli với ống Venturi được thiết kế có ba đoạn chính $\phi 27 - \phi 21 - \phi 27$ được đặt các ống dò áp lực theo sơ đồ nguyên lý nêu trên. Quá trình thí nghiệm với lưu lượng

$Q = 0,25$ lít/s, các kết quả được ghi trong sơ đồ trên.

3-Fương trình Becnoulli: được thiết lập trên nguyên lý bảo toàn năng lượng:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + H_A - H_E - H_L = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}$$

Trong đó : Z : cao độ so với mặt chuẩn

P : áp suất ; γ : trọng lượng riêng của chất lỏng

V : vận tốc dòng chảy ; α : hệ số sửa chữa động năng

g : gia tốc trọng trường

H_A : năng lượng thêm vào

H_E : năng lượng lấy ra

H_L : năng lượng tổn thất

Trong quá trình thí nghiệm trên ống Venturi, không có năng lượng thêm vào ($H_A=0$), không có năng lượng lấy ra ($H_E=0$), còn lại thành phần H_L chính là tổn thất. Nếu chất lỏng là lý tưởng sẽ không có tổn thất trong dòng chảy thì đường năng lượng sẽ là một đường nằm ngang, còn đối với chất lỏng thực vì có tổn thất nên đường năng lượng giảm theo chiều dòng chảy. Mặt khác ta thấy rõ hiện tượng khi chất lỏng đi qua mặt cắt co hẹp áp lực giảm (tại vị trí co hẹp cột nước áp giảm).

3) Thí nghiệm đo đặc tổn thất :

Tiêu chí : Tính toán tổn thất cột nước cho các trường hợp:

Tổn thất cục bộ, tổn thất đường dài (do thu hẹp đột ngột, do mở rộng đột ngột, do chuyển hướng dòng chảy, do vận chuyển trên đường ống...) => Kết luận: Trong dòng chảy thực => tổn thất là hiện hữu và cần phải đo đạc để thiết kế (TK) đường ống cấp hoặc thoát nước ...

Quá trình thí nghiệm :

1-Tổn thất cục bộ (vd điển hình: đo tổn thất do chuyển hướng dòng chảy) đo tổn thất năng lượng qua co 90° đối với ống $\phi 27$ & $\phi 21$, kết quả thí nghiệm cho thấy: với lưu lượng 0,25 lít/s tổn thất qua co $\phi 27$ là 2,40 cm ; tổn thất qua co $\phi 21$ là 9,20 cm.

2-Tổn thất đường dài (vd điển hình: đo tổn thất đường dài) đo tổn thất đường dài trên ống $\phi 27$ & $\phi 21$, kết quả thí nghiệm cho thấy: với lưu lượng 0,25 lít/s tổn thất qua 1m ống $\phi 27$ là 4,50 cm; tổn thất qua 1 m ống $\phi 21$ là 8,40 cm.

So sánh và kết luận: khi thiết kế đường ống dẫn chất lỏng ta ưu tiên chọn đường kính tiết diện lớn, mặc dù chi phí ban đầu có tốn kém song sẽ đạt được hiệu quả cao trong quá trình khai thác.

4) Thí nghiệm đo lưu lượng dòng chảy bằng đồng hồ thủy cục:

Tiêu chí: đo lưu lượng bằng đồng hồ thủy cục kết hợp với đồng hồ đếm thời gian => Kết Luận: Lưu lượng dòng chảy đi qua tất cả các mặt cắt trên dòng chảy là như nhau, đó là tiền đề dẫn đến Phương trình liên tục:

$$\omega_1 v_1 = \omega_2 v_2 = \omega_3 v_3 = \dots = \omega_n v_n$$

Quá trình thí nghiệm:

1-Dòng chảy qua đồng hồ định lượng đo tại vị trí đầu nguồn: Đồng hồ định lượng được sử dụng là đồng hồ thủy cục (đồng hồ nước sử dụng trong các hộ gia đình), đồng hồ có năm ô số và 3 kim quay vòng trong đó vòng quay nhanh nhất là $\times 0,001\text{m}^3$ (1lít) $\Rightarrow$ 1lít/vòng, quá trình đo kết hợp với đồng hồ thời gian ở chế độ đếm giây (s). Kết quả đo được 4 vòng trên 16s $\Rightarrow$ lưu lượng = 0,25l/s.



2-Dòng chảy ở vị trí cuối nguồn chảy vào xô nhựa dung tích 4 lít, thời gian đo được từ khi bắt đầu hứng đến khi đầy thùng là 16s $\Rightarrow$ lưu lượng = 0,25l/s

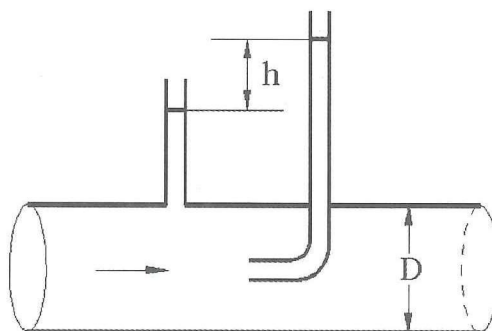
Kết luận: Lưu lượng đo được tại vị trí đầu nguồn và vị trí cuối nguồn là như nhau $\Rightarrow$ Phương trình liên tục đã được chứng minh bằng thực nghiệm.

5) Thí nghiệm đo vận tốc dòng chảy bằng ống dò Pitốt:

Tiêu chí: Đo vận tốc dòng chảy bằng ống dò Pitốt $\Rightarrow$ Phương pháp đo đơn giản nhưng hiệu quả, phương pháp đo này được ứng dụng nhiều trong thực tế.

Quá trình thí nghiệm :

1-Sơ đồ cấu tạo ống dò Pitốt: được thiết kế trên đoạn ống PVC $\phi 27$ có hai đầu dò áp lực, một đầu dò thẳng và một đầu có đoạn được uốn cong hướng vào tâm dòng chảy như hình vẽ:



2-Quá trình đo: Lưu lượng qua ống: 0,25l/s ; chênh lệch cột áp $h=2,5\text{cm}$ đường kính trong của ống $d=0,023\text{m}$

$$V_{thuc} = \frac{Q}{\omega} = \frac{0,000250}{0,000415} = 0,6\text{m/s}$$

$$V_{lytuong} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,025} = 0,7\text{m/s}$$

$$\Rightarrow \varphi = \frac{V_{thuc}}{V_{lytuong}} = \frac{0,6}{0,7} = 0,86$$

Kết luận: Sau khi xác định được hệ số φ ta thành lập công thức:

$$V_{thuc} = \varphi \sqrt{2gh}$$

Từ công thức này ta chỉ cần có giá trị chênh lệch cột áp h là ta tính được ngay vận tốc thực của dòng chảy, trong thực tế người ta thường lập sẵn bảng tra ($h \Rightarrow V$) sau đó chỉ cần đọc giá trị h là tra bảng ta có ngay giá trị V .

6) Thí nghiệm dòng chảy qua lỗ và vòi:

Tiêu chí: Khảo sát dòng chảy qua lỗ và vòi khi có cùng đường kính lỗ thoát và áp suất cột nước tương đương $\Rightarrow$ Kết luận : Quỹ đạo dòng chảy là một nhánh Parabol bậc hai. Dòng chảy qua lỗ có vận tốc lớn hơn, trong khi đó dòng chảy qua vòi lại có lưu lượng lớn hơn ...

Quá trình thí nghiệm :

1-Các thông số kỹ thuật: Vật liệu chế tạo là ống nhựa PVC $\phi 21$ với quy cách:

- chiều dài vòi: $L_{vòi} = 103\text{mm}$; đường kính vòi $D_{vòi} = 18\text{mm}$
- bề dày lỗ : $L_{lỗ} = 2,50\text{mm}$; đường kính lỗ $D_{lỗ} = 18\text{mm}$

2-Thực hiện thí nghiệm: Lần lượt cho nước chảy từ thùng qua lỗ và vòi, đồng thời ghi nhận độ xa của tia nước thoát ra, sau đó hứng nước vào xô nhựa dung tích 4 lít và tính thời gian để đo lưu lượng ta được kết quả như sau:

* So sánh vận tốc: - dòng chảy qua lỗ bắn xa : 1,20m

- dòng chảy qua vòi bắn xa : 1,05m

$\Rightarrow$ vận tốc qua lỗ lớn hơn vận tốc qua vòi ($V_{lỗ} > V_{vòi}$)

* So sánh lưu lượng: - lưu lượng qua lỗ $Q_{lỗ} = 4\text{ lít}/10\text{s} = 0,4\text{ l/s}$

- lưu lượng qua vòi $Q_{vòi} = 4\text{ lít}/7\text{s} = 0,57\text{ l/s}$

$\Rightarrow$ lưu lượng qua lỗ nhỏ hơn lưu lượng qua vòi ($Q_{lỗ} < Q_{vòi}$)

Các thí nghiệm nêu trên đã thể hiện nội dung cơ bản của môn học, tuy nhiên bộ thí nghiệm sẽ được tiếp tục nghiên cứu bổ sung, hoàn thiện để đáp ứng tốt hơn yêu cầu của môn học TN Cơ Chất Lỏng.

Lời kết:**- Khả năng áp dụng của giải pháp:**

Đề tài nghiên cứu thiết kế chế tạo Bộ thí nghiệm Cơ Chất Lỏng gọn nhẹ đã được chọn báo cáo trong “Hội Thảo Khoa Học” ngày 27/10/2006 của Khoa Kỹ Thuật - Công Nghệ và khả năng áp dụng của giải pháp đã được chứng minh qua thực tế giảng dạy tại các tỉnh: Tiền Giang, An Giang, Kiên Giang, Bến Tre, Cà Mau, Bình Dương, Phú Yên ...

- Hiệu quả kinh tế, xã hội:

Sinh viên hệ đào tạo từ xa nếu phải đến Phòng thí nghiệm tại cơ sở 465 Nơ Trang Long, thành phố Hồ Chí Minh để học môn thí nghiệm Cơ chất lỏng sẽ gặp rất nhiều khó khăn, xa xôi cách trở, tốn kém tiền bạc và thời gian ... Cụ thể có thể tính như sau: nếu phải thực hiện 25 tiết học tại Tp.HCM thì sẽ phải mất 3 ngày (chưa kể thời gian đi và về) và bình quân một sinh viên sẽ phải tốn tổng cộng khoảng 500.000 đ cho chi phí ăn ở, tàu xe đi lại. Theo bản xác nhận khối lượng giảng dạy của Trung tâm Đào tạo Từ xa, từ tháng 11/2005 đến tháng 12/2006 đã có tổng số 360 sinh viên hoàn thành môn học này. Vậy tổng số tiền tiết kiệm được sẽ là :

$$500.000\text{đ/sv} \times 360\text{sv} = 180.000.000\text{đ} \text{ (Một trăm tám mươi triệu đồng.)}$$