THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM ĐƯỜNG DÒNG TRONG CHẤT KHÍ

TS. Nguyễn Văn Biên, Nguyễn Chí Hiến
Khoa Vật lí - Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Ở chương chuyển động của chất lỏng và chất khí (SGK Vật lí 10 nâng cao), một trong những kiến thức trọng tâm là sự phụ thuộc của lực cản môi trường vào hình dạng của vật cản chuyển động trong nó. Để làm rõ bản chất vật lí của sự phụ thuộc này, cần một thiết bị thí nghiệm biểu hiện sự chảy thành dòng của chất lỏng, chất khí quanh vật cản chuyển động trong nó. Tuy nhiên, hiện nay ở trường phổ thông chưa được cung cấp các thiết bị thí nghiệm về nội dung kiến thức này. Vì vậy, việc dạy về những kiến thức này đều không có thí nghiệm.

Một số tác giả đã nghiên cứu xây dựng thiết bị thí nghiệm biểu diễn đường dòng trong chất lỏng [1], chưa có nghiên cứu nào về thiết bị thí nghiệm đường dòng trong chất khí. Trong khi đó việc nghiên cứu sự chuyển động thành dòng trong chất khí là cơ sở rất quan trọng cho các ứng dụng kĩ thuật như trong quá trình chế tạo hình dạng cánh máy bay, vỏ xe ô tô... Chính vì lí do trên, chúng tôi đã tiến hành tiến hành nghiên cứu thiết kế chế tạo thiết bị thí nghiệm biểu diễn đường dòng trong chất khí.

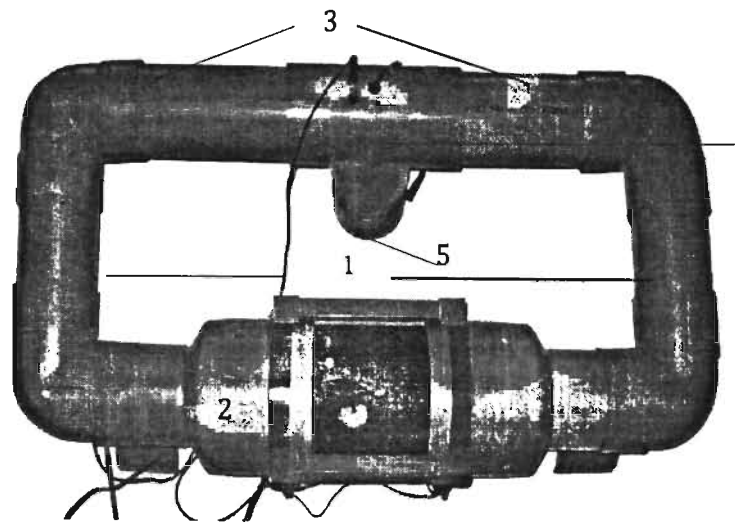
Nhận bài ngày 30/5/2011

1. Chế tạo thiết bị thí nghiệm

- Ống dòng khí liên tục có dạng hình chữ nhật được chế tạo như sau: Hai cạnh ngắn của hình chữ nhật (1) được tạo bằng hai ống nhựa đường kính 9 cm, dài 20 cm. Cạnh dài thứ nhất của hình chữ nhật được ghép bằng hai ống nhựa đường kính 9 cm, dài 30 cm với một ống nhựa đường kính 14 cm dài 40 cm (2) thông qua hai ống chuyển. Cạnh dài còn lại của hình chữ nhật này được nối bằng 2 ống nhựa đường kính 9 cm dài 30 cm (3) với một ống nối hình chữ T (4). Đầu còn lại của ống nối chữ T được bịt kín bằng một ống nhựa chỉ hở một đầu (5). Để nối các cạnh của hình chữ nhật ta dùng các ống nối vuông góc cùng đường kính. (Hình 1)

- Trong ống nhựa nối với hình chữ T lắp một quạt gió nhỏ từ bộ tản nhiệt của máy vi tính cũ (6). Đặt một máy tạo sương vào ống chân hình chữ T sao cho máy tạo sương nằm thẳng đứng (7) (hình 2).

- Ở giữa ống cạnh dài của ống dòng (2) khoét một cửa quan sát (8) có kích thước 15 cm x 10 cm dọc theo ống. Luồn vào



Hình 1. Ống dòng hình chữ nhật

trong ống nhựa (2), ngay trước cửa quan sát các ống hút nước giải khát đường kính 3 mm, dài 10 cm sao cho các ống hút song song với nhau và kín toàn bộ thiết diện ống nhựa (9).

Ngay sau các ống nhựa, tạo một lưới constantan (9) chắn vuông góc ống nhựa bằng cách uốn một sợi dây constantan dài khoảng 2m thành các đường gấp khúc song song và cách đều nhau 1cm. Lưới này được đốt nóng bằng một nguồn điện một chiều 12V. Tốc độ quạt gió có thể thay đổi bằng cách ta nối quạt gió vào nguồn điện có thể thay đổi điện áp hoặc mắc nối tiếp quạt gió với một biến trở.

- Để chiếu sáng cửa quan sát, ta lắp một hệ thống đèn LED gồm 36 đèn được đặt ở 2 rãnh song song hai mép cửa quan sát sao cho mỗi bên gồm 18 đèn và các đèn chiếu theo phương song song với nhau.

- Gò vỏ lon thành những hình trụ có thiết diện là những dạng khí động học khác nhau rồi gắn vào một nam châm tròn qua một thanh nhựa nhỏ để tạo thành các vật cản (hình 3).

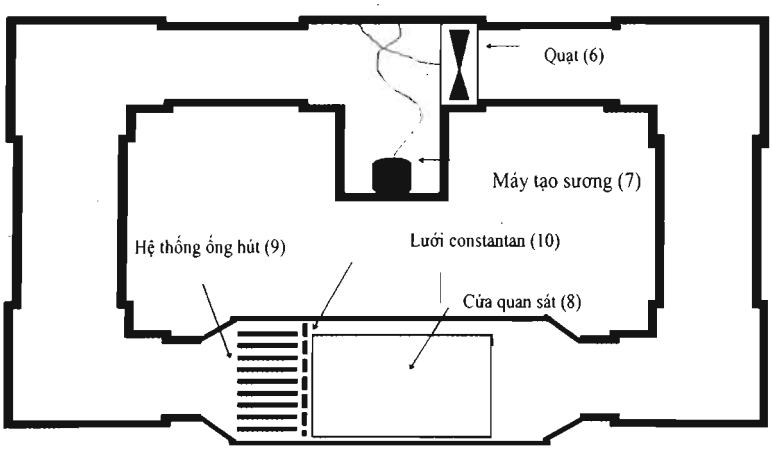
- Để cố định các vật cản trên ống nhựa tại các cửa quan sát, dọc theo thành ống ta gắn một thanh sắt mỏng vào ống nhựa, thanh sắt này sẽ hút các chân đế bằng nam châm của các vật cản đã chế tạo.

2. Nguyên tắc hoạt động

- Đổ nước ngập máy tạo sương rồi cho máy tạo sương hoạt động. Sương được tạo ra từ máy tạo sương (7) sẽ được một chiếc quạt (6) thổi chạy vòng quanh hệ thống ống dẫn đi qua cửa quan sát thành dòng.

- Khi dòng khí chứa những hạt sương chuyển động qua các ống hút nước (9) dòng khí sẽ trở nên ổn định và đều. Tiếp theo, khi dòng khí này gặp tấm lưới constantan nóng ở vài trăm độ, các hạt sương chạm vào dây constantan biến thành hơi nước, do đó dòng khí sẽ trở thành các dải sương song song với nhau.

- Nhờ sự chiếu sáng của hệ thống đèn LED, các hạt sương sẽ tán xạ ánh sáng đến mắt giúp ta dễ dàng quan sát các dải khí chứa sương



Hình 2. Mặt cắt ống dòng hình chữ nhật

3. Tiến hành thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Quan sát sự chảy thành lớp của chất khí

- Bật máy tạo sương khoảng 30 s cho lượng sương được tạo ra là đủ quan sát, bật quạt (7) hoạt động ở tốc độ thấp sao cho có thể nhìn thấy dòng sương đi qua cửa quan sát.

- Bật hệ thống đèn LED và cho lưới constantan hoạt động ta sẽ quan sát được ở cửa quan sát các dải khí chứa sương chuyển động thành lớp.

- Nếu đặt vật cản có mặt cắt có dạng khí động học, ta thấy các dải khí uốn dọc theo bề mặt của khí động học và không tạo thành xoáy (hình 4)

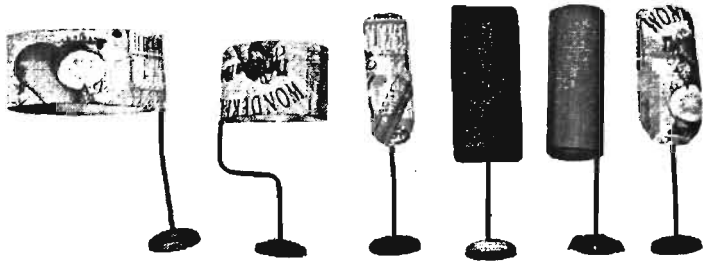
Thí nghiệm 2: Quan sát sự tạo thành xoáy trong chất khí

- Cũng tiến thành thí nghiệm tương tự như thí nghiệm 1, chỉ khác tăng tốc độ của dòng chảy bằng cách tăng tốc độ của quạt (7) ta thấy trên cửa sổ quan sát vẫn thấy những dải sương chuyển động song song với nhau nhưng với vận tốc lớn hơn.

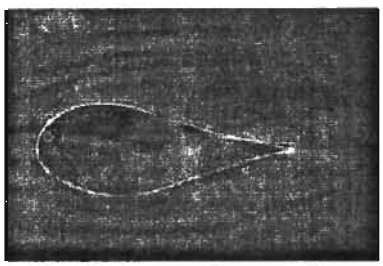
- Đặt một vật cản có hình dạng một thanh mỏng chắn dòng chuyển động của các dải sương ta thấy phía sau thanh mỏng, dòng chảy sẽ tạo thành các xoáy hỗn loạn (hình 5).

- Nếu dùng vật cản có thiết diện hình tròn ta thấy: Ban đầu để vận tốc dòng chảy nhỏ, thì dòng khí chuyển động quanh vật cản thành lớp, phía sau vật cản không có xoáy. Khi tăng vận tốc dòng khí, đến một giá trị nhất định, sẽ xuất hiện xoáy phía sau vật cản.

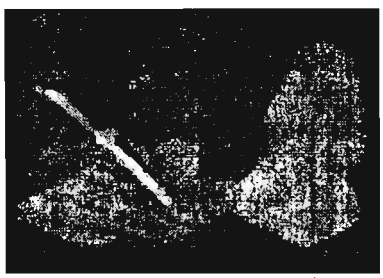
Thí nghiệm 3: Quan sát sự chuyển động luồng khí qua mô hình cánh máy bay và ô tô đồ chơi.



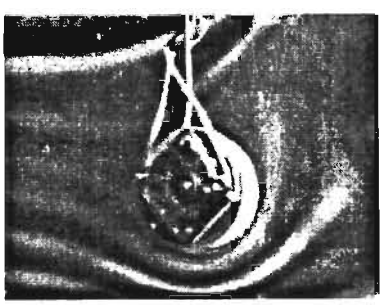
Hình 3. Các vật cản có mặt cắt khác nhau



Hình 4. Sự chảy thành lớp quanh vật có dạng khí động học



Hình 5. Sự tạo thành xoáy của chất khí



Hình 6. Đường dòng quanh vật cản tự quay quanh trục

- Bật máy tạo sương, quạt, hệ thống đèn LED và lưới constantan như thí nghiệm 1.

- Đưa vật cản có thiết diện mặt cắt giống mặt cắt của cánh máy bay, ta thấy dòng khí chuyển động thành lớp dọc theo phần trên và phần dưới cánh máy bay. Dòng khí chuyển động ở sát phần trên cánh máy bay chuyển động nhanh hơn dòng khí chuyển động sát bên dưới cánh máy bay. Điều này lí giải sự tạo thành sự chênh lệch áp suất tĩnh của phần trên và phần dưới cánh máy bay góp phần tạo nên lực nâng tác dụng lên cánh máy bay giúp máy bay bay được.

- Thay vật cản bằng một xe ô tô đồ chơi ta cũng có thể quan sát được sự chuyển động của luồng khí khi gặp vật cản. Ta cũng thấy được với các kiểu xe mô hình có dạng khí động học, dòng khí chuyển động thành dòng còn đối với các xe mô hình có dạng mặt cắt hình vuông hoặc hình chữ nhật thì dòng khí sau xe sẽ tạo thành xoáy.

Thí nghiệm 4: Quan sát hiệu ứng Mác – nút

- Bật máy tạo sương, quạt, hệ thống đèn LED và lưới constantan như thí nghiệm 1.

- Gắn vật cản có thiết diện hình tròn vào một trục mô tơ nhỏ sao cho trục mô tơ trùng trục đối xứng của vật rồi đặt vật vào cửa quan sát.

- Khi mô tơ chưa hoạt động, vật cản đứng yên, dòng khí chuyển động đối xứng hai bên vật cản.

- Bật cho mô tơ hoạt động, vật cản tự xoay quanh trục, ta thấy ở phía luồng khí cùng chiều quay của vật cản chuyển động có vận tốc lớn hơn phía còn lại (hình 6).

- Chính nhờ sự chênh lệch vận tốc này sẽ tạo ra sự chênh lệch áp suất tĩnh giữa hai bên vật cản tạo ra một lực đẩy vuông góc với phương chuyển động của luồng khí. Đây chính là hiệu ứng do nhà bác học Mác – nút (Gustav Magnus) nghiên cứu năm 1850.

4. Khả năng sử dụng thiết bị thí nghiệm trong dạy học

Thiết bị thí nghiệm này có thể được sử dụng làm thí nghiệm biểu diễn khi dạy học về sự chảy thành dòng của chất khí và về những ứng dụng của định luật Béc nu li [2]. Ta cũng có thể tiến hành tổ chức dạy học dự án hoặc tổ chức hoạt động ngoại khóa cho học sinh trong đó học sinh có nhiệm vụ tự chế tạo các thiết bị thí nghiệm biểu diễn về đường dòng và tiến hành thí nghiệm nghiên cứu với chúng để tìm hiểu nguyên tắc hoạt động của nhiều loại ứng dụng trong kĩ thuật, trong thể thao có liên quan.■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Phywe Catalog. Physics Experiment. Göttingen 2009

[2]Nguyễn Thế Khôi (tổng chủ biên), Phạm Quý Tư (chủ biên). Sách giáo khoa Vật lí 10 nâng cao, NXB Giáo dục 2007