

CHẾ TẠO THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM ĐƯỜNG DÒNG TRONG CHẤT LỎNG

TS. Nguyễn Văn Biên, Nguyễn Chí Hiến

Khoa Vật lý - Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Khi dạy học về sự chảy thành dòng của chất lỏng và chất khí (Vật lý 10 nâng cao), GV cần tiến hành một thí nghiệm minh họa sự chảy thành dòng và sự chảy tạo xoáy của chất lỏng, chất khí khi gặp vật cản. Muốn vậy, cần tạo ra các dòng chảy và điều chỉnh được vận tốc chảy của các lớp chất lỏng, chất khí. Với thí nghiệm được mô tả trong SGK, việc điều chỉnh tốc độ dòng chảy là khó thực hiện. Do đó, HS chỉ quan sát được sự chảy thành dòng của chất lỏng mà không quan sát được sự xuất hiện các cuộn xoáy khi gặp vật cản. Trong khi đó, việc tồn tại các cuộn xoáy chính là nguyên nhân căn bản gây ra lực cản của các vật chuyển động trong chất lỏng và chất khí, điều mà các nhà nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật của kiến thức này rất quan tâm [1], [2]. Để khắc phục hạn chế này của thiết bị thí nghiệm trong SGK, chúng tôi đã thiết kế, chế tạo thành công TBTN để biểu diễn đường dòng trong chất lỏng. Thiết bị này không những cho phép quan sát hình ảnh của đường dòng khi gặp các vật cản hình dạng khác nhau mà

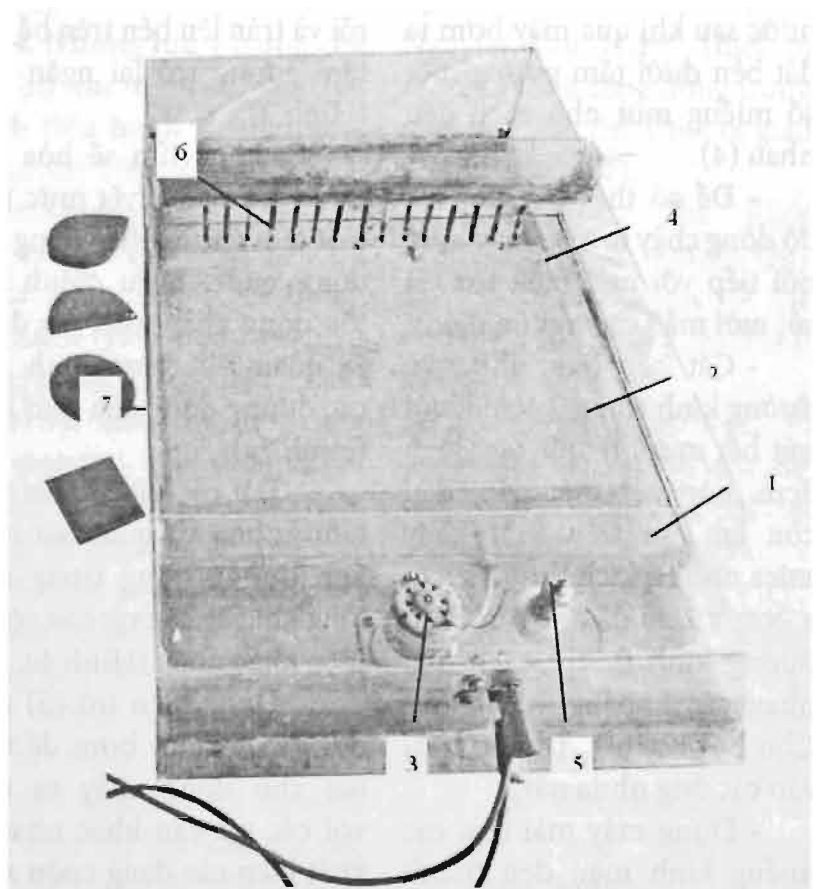
còn có thể quan sát sự hình thành các cuộn xoáy sau vật cản khi vận tốc dòng chảy đủ lớn.

1. Chế tạo thiết bị thí nghiệm

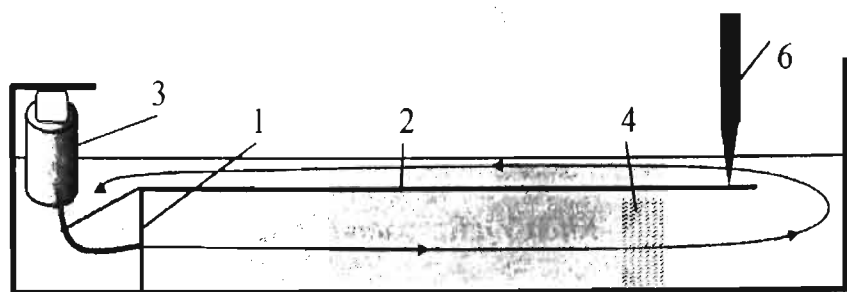
- Cắt mica thành 2 tấm có kích thước 7cm x 50cm và 2 tấm có kích thước 7cm x 30cm, dùng keo gắn chúng lại với nhau và gắn lên tấm kính có kích thước 30cm x 50cm để

tạo thành một cái khay (Hình 1).

- Dựng một thanh mica (1) có kích thước 1,5cm x 30cm có 1 lỗ đường kính 0,8 cm ở giữa vuông góc với đáy khay và với hai cạnh dài của khay. Thanh này cách hai cạnh ngắn lần lượt là 8cm và 42cm và chia khay thành 2 ngăn: ngăn nhỏ có kích thước 8cm x 30cm, ngăn lớn có kích



Hình 1: Các bộ phận của thiết bị thí nghiệm biểu diễn đường dòng trong chất lỏng



Hình 2: Máy bơm nước (3)

tạo ra lớp nước chuyển động ổn định trên mặt gương (2)

thước 42cm x 30cm.

Dùng keo gắn một tấm gương (2) có kích thước 30cm x 35cm song song với đáy khay lên trên thanh mica (1).

- Gắn máy bơm nước (3) vào thành khay bên ngăn nhỏ để bơm nước từ ngăn nhỏ sang ngăn lớn qua tấm mica (1). Để giảm sự xoáy của nước sau khi qua máy bơm ta đặt bên dưới tấm gương một số miếng mút nhỏ cách đều nhau (4).

Để có thể thay đổi tốc độ dòng chảy ta mắc máy bơm nối tiếp với một biến trở (5) rồi mới mắc vào nguồn điện.

- Cắt các ống nhựa có đường kính trong 0,4cm (ruột bút hết mực) thành các đoạn 3cm, bóp bẹt một đầu, đầu còn lại gắn trên một khay mica nhỏ có kích thước 29cm x 2cm x 2cm đã đục sẵn 16 lỗ đường kính 0,5cm cách đều nhau các khoảng 1,5cm (6). Cho bột $KMnO_4$ (thuốc tím) vào các ống nhựa này.

- Dùng máy mài mài các miếng kính màu đen thành các hình dạng khác nhau để tạo thành các vật cản (7).

2. Tiến hành thí nghiệm

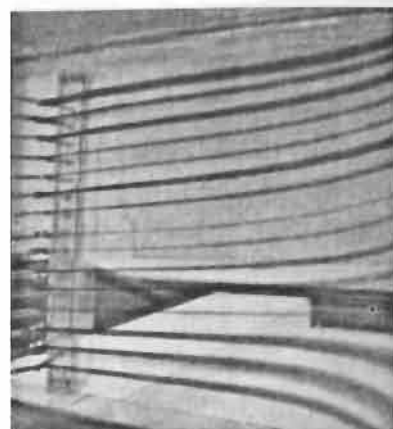
Cho nước sạch vào khay sao cho mực nước vừa tới gương (2). Đặt thanh gắn các ống nhựa chứa thuốc tím lên đầu tấm gương (2). Khi máy bơm (3) hoạt động nó hút nước từ bên ngăn nhỏ chuyển sang phần không gian nằm dưới gương bên ngăn lớn rồi và tràn lên bên trên bề mặt tấm gương trở lại ngăn nhỏ (Hình 2).

- Thuốc tím sẽ hòa vào nước tạo ra các vết mực trên mặt tấm gương theo dạng của dòng nước. Điều chỉnh vận tốc dòng chảy nhỏ, ổn định, ta quan sát được hình ảnh các đường dòng của chất lỏng (Hình 3a).

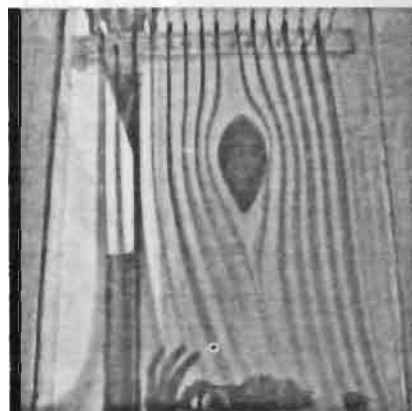
- Đặt các vật cản lên trên tấm gương và quan sát hình ảnh đường dòng trong chất lỏng khi gặp các vật cản có tiết diện khác nhau (Hình 4a, 4b).

- Dùng biến trở (5) thay đổi tốc độ máy bơm để tăng tốc cho dòng chảy ta thấy với các vật cản khác nhau sẽ xuất hiện các dạng cuộn xoáy khác nhau (Hình 4c), với các vật cản có thiết diện dạng khí

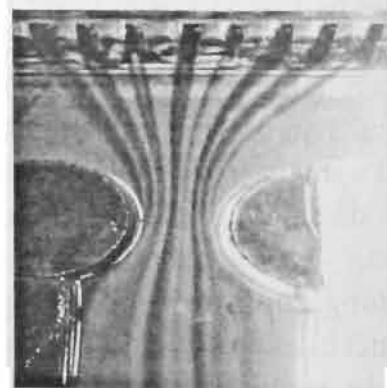
động học, hầu như không thấy có cuộn xoáy. Kết quả này minh họa vì sao các vật chuyển động trong chất lỏng có dạng khí động học chịu lực cản nhỏ hơn so với các vật cản có hình dạng khác.



Hình 3a: Hình ảnh dòng chảy ổn định



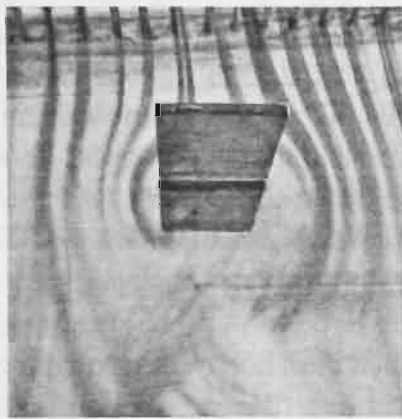
Hình 3b: Vật cản hình khí động học với vận tốc nhỏ



Hình 4a: Minh họa đường dòng ống dòng có thiết diện khác nhau



Hình 4b: Dòng chảy chậm qua vật cản dạng tấm phẳng



Hình 4c: Dòng chảy nhanh qua vật cản dạng tấm phẳng

3. Phân tích kết quả thí nghiệm

Cũng giống như chất khí, khi vận tốc dòng chảy của chất lỏng là nhỏ thì chất có sự chảy ổn định, không cuộn xoáy. Khi chất lỏng chảy ổn định, mỗi phần tử của chất khí chuyển động theo một đường nhất định không giao nhau, gọi là đường dòng. Vận tốc của phần tử chất lỏng tại mỗi điểm xác định trên đường dòng có phương tiếp tuyến với đường dòng và có độ lớn không đổi. Và khi vận tốc của chất lỏng nhỏ thì đối với một

số vật cản có hình dạng khí động học thì chất lỏng vẫn chảy thành dòng.

- Khi dòng chảy chuyển động với tốc độ lớn gặp các vật cản (hoặc ngược lại vật có hình dạng khác nhau chuyển động trong chất lỏng đứng yên), nếu hình dạng vật không có dạng khí động học, phía sau vật sẽ xuất hiện các cuộn xoáy. Do vận tốc các điểm trong cuộn xoáy và vận tốc dòng chảy phía trước của vật có sự chênh lệch dẫn đến có sự chênh lệch áp suất động, sự chênh lệch áp suất này tạo nên sự chênh lệch áp suất tĩnh và do đó xuất hiện lực cản.

4. Những lưu ý trong chế tạo bộ thí nghiệm và tiến trình tiến hành thí nghiệm. Để có thể biểu diễn một cách rõ nét sự chảy thành dòng của chất lỏng, khi chế tạo cần chú ý các điểm sau: Hệ thống ống nhựa chứa thuốc tím phải giống và cách đều nhau; - Làm giảm các hiệu ứng bờ, căng mặt ngoài; Cần điều chỉnh để mặt gương và mặt nước trùng với phương nằm ngang.

5. Khả năng sử dụng thí nghiệm trong dạy học. Cũng giống như bộ thí nghiệm biểu diễn đường dòng của chất khí, bộ thí nghiệm này trước hết phù hợp với thí nghiệm biểu diễn tại lớp khi học các kiến thức về chất lưu, nhưng cũng hoàn toàn thích hợp khi giao cho HS tự chế tạo và tiến

hành thí nghiệm ở nhà.

Thiết bị thí nghiệm đã chế tạo minh họa rõ ràng các quá trình chuyển động của chất lỏng với vận tốc xác định khi có và không có vật cản.

Ta cũng có thể sử dụng phối hợp thiết bị thí nghiệm này và thiết bị thí nghiệm biểu diễn đường dòng trong chất khí [1] với phần mềm mô phỏng hỗ trợ tính toán định lượng để đưa ra hình dạng tối ưu của các phương tiện giao thông đường thủy, cũng như thiết diện cắt của cánh máy bay [3].

Tài liệu tham khảo chính

1. Nguyễn Văn Biên, Nguyễn Chí Hiên: Thiết bị thí nghiệm đường dòng trong chất khí, Tạp chí Thiết bị giáo dục số 70 (2011).

2. Nguyễn Thế Khôi (Tổng chủ biên), Nguyễn Quý Tư (chủ biên) và các tác giả khác: Vật lí 10 nâng cao. NXB Giáo dục 2007.

3. Nguyễn Văn Biên: Sử dụng điện thoại di động trong dạy học vật lí. Tạp chí thiết bị, Số đặc biệt tháng 10/2011.

Summary: This article describes an apparatus that makes water flow observable for aerodynamic experiments such as demonstration of laminar and turbulence flow...The apparatus is a do-it-yourself construction with low-budget material.