

# HÌNH THÀNH KHÁI NIỆM DÒNG ĐIỆN FUCÔ GẮN LIỀN VỚI VIỆC GIẢNG DẠY CÁC ỨNG DỤNG KỸ THUẬT CỦA NÓ

Phạm Xuân Quế

*Khoa Lý - Đại học Sư phạm - ĐHQG Hà Nội*

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Một trong các khái niệm Vật lý được hình thành trong phần cảm ứng điện từ là khái niệm về dòng điện Fucô.

Dòng điện Fucô là một trường hợp đặc biệt của dòng điện cảm ứng, nó được xuất hiện trong các vật dẫn đặc khi các vật dẫn chuyển động trong từ trường hoặc khi các vật đó đặt trong từ trường biến thiên theo thời gian. Do có nhiều tác dụng: tác dụng nhiệt, tác dụng hãm và tác dụng làm quay nên dòng điện Fucô có rất nhiều ứng dụng trong kỹ thuật và đời sống [1]. Bởi vậy cần chú ý hình thành khái niệm về dòng Fucô gắn liền với việc giảng dạy các ứng dụng kỹ thuật của nó.

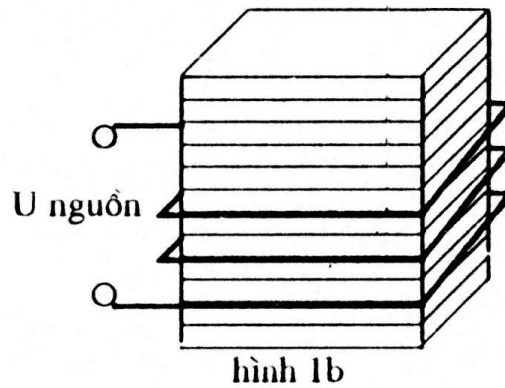
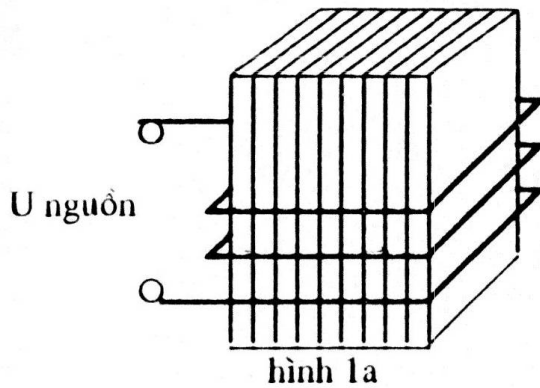
Trước khi nghiên cứu dòng điện Fucô, học sinh đã có khái niệm về các dòng điện quen biết như: dòng điện trong kim loại, dòng điện trong chất điện phân và dòng điện trong chất khí...v...v... Ngoài việc nắm được bản chất của dòng điện trong các môi trường khác nhau, hình dung của học sinh về các dòng điện này về mặt vĩ mô là hoàn toàn xác định. Đối với học sinh, dòng điện thường gắn liền với các đặc điểm như: hình dạng, chiều và độ lớn. Chính các đặc điểm này, trong nhiều trường hợp nó quyết định đến những đặc điểm khác liên quan đến dòng điện. Ví dụ như từ các đặc điểm về hình dạng, chiều và độ lớn của dòng điện trong dây dẫn cho ta xác định phân bố của đường cảm ứng từ, chiều và độ lớn của véc tơ cảm ứng từ tại mỗi điểm do nó gây ra. Dòng điện có dạng ống dây cho thấy từ trường trong lòng nó là đều, ở đó các đường cảm ứng từ là song song và cách đều nhau...v...v...

Thế nhưng hiện nay, khi nghiên cứu dòng Fucô, học sinh không có một hình dung về hình dạng, do đó không thể có hình dung về chiều của nó trong các trường hợp cụ thể được nghiên cứu. Do hình dạng của dòng Fucô không được đề cập đến nên gây khó khăn đặc biệt không giải quyết nổi khi giải thích một số ứng dụng trong kỹ thuật của dòng Fucô. Ở đây ta có thể nêu ra một ví dụ sau: ở các máy biến thế, vô động cơ, máy phát điện, để tránh hình thành dòng điện Fucô có cường độ lớn, gây tiêu hao năng lượng qua việc làm nóng lõi sắt, người ta đã chế tạo lõi từ các lá sắt mỏng sơn cách điện ghép lại [2]. Vấn đề đặt ra ở đây là: các lõi sắt này được ghép lại với nhau như thế nào thì mới

có thể tránh được việc hình thành dòng Fucô có cường độ lớn gây nóng lõi sắt ? Hãy đưa ra ở đây ví dụ về 2 cách ghép lõi biến thế:

- Cách 1 (được trình bày ở hình 1a) là cách ta thường gặp; ở cách này, mặt phẳng của các cuộn dây sơ, thứ cấp đặt vuông góc với mặt phẳng các lá sắt được sơn cách điện ghép lại.

- Cách 2 (được trình bày ở hình 1b); ở cách này, mặt phẳng của các cuộn dây sơ, thứ cấp được đặt song song với mặt phẳng các lá sắt được sơn cách điện ghép lại.



Trên thực tế, các lõi sắt không được ghép theo cách 2 vì khi biến thế hoạt động, nếu dùng lõi sắt ghép theo cách 2 thì lõi sắt đó nóng như khi dùng lõi sắt đặc hoàn toàn. Như vậy, nếu ghép lõi sắt theo cách 2 không thể tránh khỏi sự xuất hiện dòng điện Fucô có cường độ lớn, gây nóng lõi sắt. Nhưng tại sao ở cả 2 cách, các lõi sắt đều được ghép từ các lá sắt mỏng sơn cách điện mà khi biến thế hoạt động, lõi ghép theo cách thứ 2 lại nóng hơn nhiều so với lõi ghép ở cách thứ 1 ? Với việc hình thành khái niệm dòng Fucô như hiện nay thì chưa giúp ta giải thích được vấn đề này.

## II. CON ĐƯỜNG GIÚP HỌC SINH XÁC ĐỊNH HÌNH DẠNG VÀ CHIỀU DÒNG ĐIỆN FUCÔ TRONG CÁC TRƯỜNG HỢP CỤ THỂ

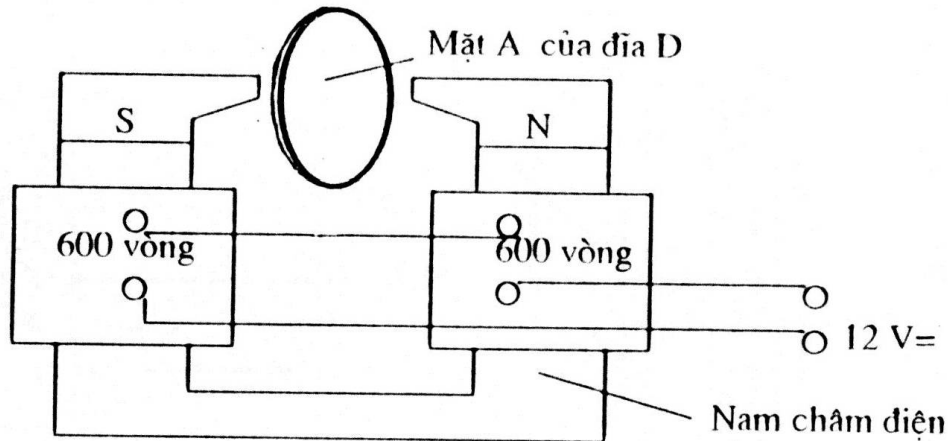
Bài viết này với mục đích giúp học sinh với các kiến thức sẵn có của mình, có thể hình dung cụ thể hơn về dòng Fucô trong các vật dẫn, đặc biệt là về hình dạng của nó để từ đó có cơ sở giải thích được ứng dụng của dòng Fucô trong kĩ thuật.

Hiện nay chưa có một phương tiện nào giúp ta quan sát trực tiếp được hình dạng của dòng Fucô xuất hiện trong vật dẫn đặc. Vậy bằng cách nào giúp học sinh hình dung được hình dạng cụ thể, chiều cụ thể của dòng Fucô trong các trường hợp đang khảo sát?

Để giải quyết vấn đề này, trước hết cần nhận xét rằng dòng Fucô trong vật dẫn đặc có hình dạng, chiều cũng như độ lớn hoàn toàn phụ thuộc vào tính chất biến thiên của từ trường mà vật dẫn đặt trong nó. Ở đây chúng tôi trình bày việc xác định hình dạng và chiều dòng Fucô trong thí nghiệm được mô tả ở hình 60.1 trong sách giáo khoa Vật lí cải cách giáo dục lớp 11 hiện hành. Chính cách xác định hình dạng của dòng Fucô trong trường hợp này cũng áp dụng cho các trường hợp khác và làm cơ sở cho việc giải thích tại sao ghép lõi biến thế theo cách 2 thì lõi lại nóng khi biến thế hoạt động.

Để giúp cho việc phân tích đưa ra hình dạng và chiều cụ thể của dòng điện Fucô trong trường hợp này, chúng tôi đã bố trí thí nghiệm như sau:

Nam châm được sử dụng ở đây là nam châm điện được lắp bằng lõi sắt chữ U của biến thế, ở đầu chữ U lắp thêm 2 chân. Lõi chữ U được lồng vào 2 cuộn dây mắc nối tiếp nhau, mỗi cuộn có số vòng là 600 vòng (xem hình 2). Hai đầu còn lại của 2 cuộn dây được nối với Ac-qui 12V.



hình 2

Giả sử, các đầu cuộn dây được nối với Ac-qui sao cho cực của nam châm điện được bố trí như trong hình 2. Còn đĩa đồng có mặt A đối diện với cực N (Bắc), mặt B đối diện với cực S (Nam) của nam châm điện.

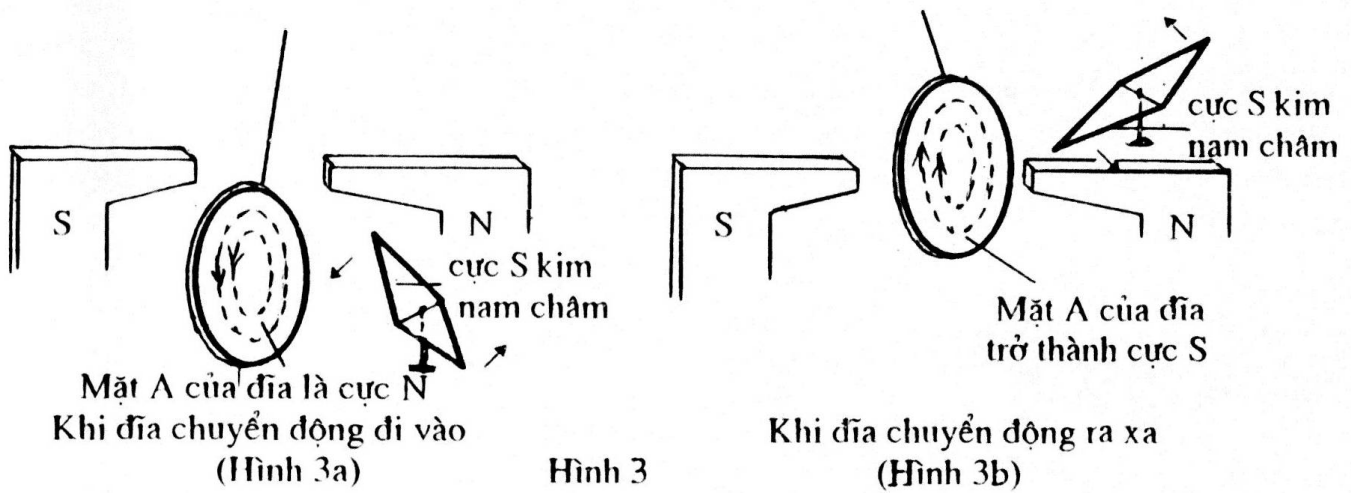
Khi đĩa D bằng đồng chuyển động vào trong từ trường của nam châm điện thì trong đĩa đồng xuất hiện dòng điện cảm ứng. Theo định luật Len-xơ, dòng điện này có chiều sao cho tác dụng của từ trường của nó sinh ra chống lại nguyên nhân sinh ra nó [3], nghĩa là dòng điện cảm ứng có chiều sao cho biến đĩa thành một nam châm điện mà mặt A của đĩa là cực N (Bắc) và mặt B là cực S (Nam) [4], (để cho "đĩa nam châm điện" chống lại chuyển động vào gần nam châm điện). Đến đây ta cần suy luận tiếp để rút ra hình dạng và chiều dòng cảm ứng trong đĩa. Điều đó được tiến hành suy luận như sau:

- Để đĩa trở thành một nam châm điện có 2 cực (như một ống dây mang dòng điện) thì dòng điện chạy trong đĩa cũng phải có dạng đường cong tròn khép kín. Để mặt A của đĩa là cực N, mặt B là cực S thì dòng điện trong đĩa phải có chiều như trong hình 3a.

- Suy luận một cách tương tự, khi đĩa chuyển động ra xa khỏi nam châm điện thì mặt A của đĩa sẽ biến thành cực S, mặt B biến thành cực N. Khi đó chiều dòng điện chạy trong đĩa sẽ ngược lại so với chiều của nó khi chuyển động đi vào (hình 3b).

Ta có thể kiểm nghiệm kết luận trên qua thực nghiệm, tức là sẽ chứng tỏ rằng: khi đĩa chuyển động vào thì mặt A của đĩa trở thành cực N, khi chuyển động ra xa thì mặt A trở thành cực S.

Thí nghiệm được bố trí như sau: Tại gần cực N của nam châm điện và gần (khoảng 1cm) đường chuyển động vào của mặt A của đĩa ta đặt một kim nam châm có thể quay được trên mũi nhọn. Lúc này cực N của nam châm điện sẽ hút cực S của kim nam châm. Khi kim nam châm đứng cân bằng, nó có vị trí như trong hình 3.

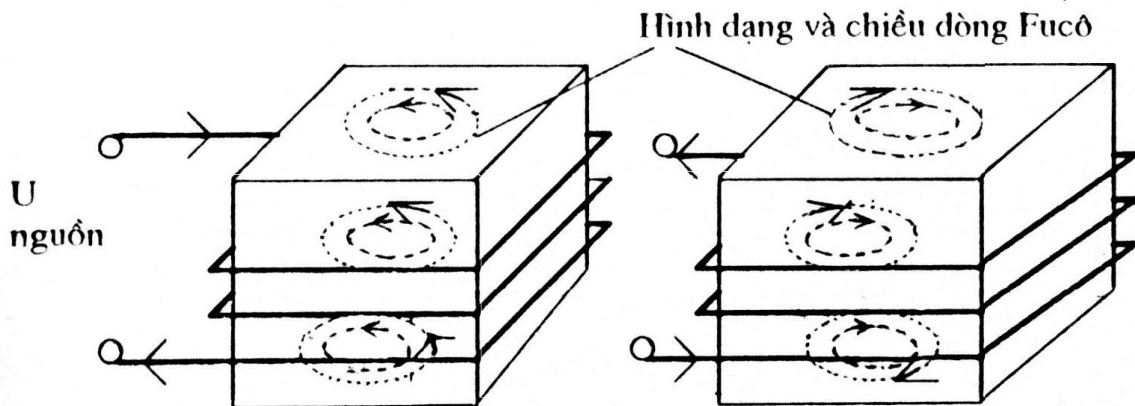


Khi đĩa chuyển động vào ta quan sát thấy kim nam châm quay theo chiều như trong hình 3a (tức là cực S của kim nam châm quay sát vào mặt A của đĩa). Điều đó chứng tỏ rằng, từ trường của đĩa phải có tác dụng hút cực S của kim nam châm hay là mặt A của đĩa phải là cực N. Bố trí một cách tương tự kim nam châm gần đường chuyển động ra xa của đĩa, ta quan sát thấy khi đĩa chuyển động ra thì kim nam châm sẽ quay theo chiều như trong hình 3b (tức là cực S của kim nam châm sẽ chuyển động ra xa so với mặt A của đĩa). Điều đó chứng tỏ từ trường của đĩa phải có tác dụng đẩy cực S của kim nam châm hay là mặt A của đĩa lúc này trở thành cực S (chứ không còn là cực N như khi chuyển động vào nữa).

Để tránh học sinh cho rằng sự quay của kim nam châm là do luồng gió tạo nên khi đĩa chuyển động vào (hoặc ra), trong thí nghiệm ta có thể che một bản nhựa song song với đường chuyển động của đĩa, giữa đĩa và kim nam châm (bản nhựa không vẽ trong hình).

### III. KẾT LUẬN

Như vậy, với con đường như trên, học sinh có thể hình dung được hình dạng và chiều cụ thể của dòng điện Fucô hình thành trong đĩa khi đĩa đi vào và khi đi ra khỏi nam châm điện. Suy luận bằng cách tương tự ta có thể rút ra hình dạng và chiều của nó trong các trường hợp cụ thể khác. Ví dụ như ta có thể suy ra hình dạng (và chiều) của dòng Fucô trong lõi biến thế khi nó là hoàn toàn đặc, ứng với khi cường độ dòng điện trong cuộn dây biến thế đang tăng và chiều dòng điện chỉ ra trong hình (xem hình 4).



Hình 4: Hình dạng và chiều dòng Fucô trong lõi đặc của biến thế (khi I nguồn tăng)

Từ việc hiểu biết về hình dạng này, rõ ràng ta thấy ghép lõi biến thế như cách 2 đã nêu ra ở trên là không hạn chế được sự xuất hiện dòng Fucô có cường độ lớn, vì lúc đó dòng Fucô chạy trong từng lá sắt có điện trở nhỏ. Còn lõi biến thế ghép theo cách 1, do đường cong kín bị chia cắt bởi các lá sắt cách điện nên có tác dụng tạo ra điện trở rất lớn, hạn chế sự xuất hiện dòng Fucô có cường độ lớn.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Xuân Quế. Nghiên cứu việc giảng dạy định luật cảm ứng điện từ và các ứng dụng kỹ thuật của nó ở lớp 9. *Luận án Phó tiến sĩ về lý luận dạy học Vật lý*. Trường Đại học Tổng hợp Potsdam, CHLB Đức, 1991, tr.99.
- [2] Vũ Thanh Khiết, Phạm Quý Tư, Nguyễn Phúc Thuận và Nguyễn Đức Thâm. *Vật lý 11*. Nxb Giáo Dục, 1996, tr. 186.
- [3] Grimsel. *Lehrbuch der Physik*. Band 2, Elektrizitätslehre. BSB B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, 1988, s.121.
- [4] Vũ Thanh khiết, Nguyễn Phúc Thuận và Bùi Gia Thịnh. *Vật lý 11*. Sách giáo viên. Nxb Giáo Dục, 1991, tr.126.

VNU. JOURNAL OF SCIENCE, Nat. Sci., Vol.XV, n<sup>o</sup>4 - 1999

### BUILDING OF THE CONCEPT OF THE EDDY CURRENT IN CONNECTING TO THE TEACHING OF ITS TECHNICAL APPLICATIONS

**Phạm Xuân Quế**

*Faculty of Physics*

*Teacher's Training College - VNU Hanoi*

This article deals with the necessity of building of the concept of the eddy current in connecting to the teaching of its technical applications.

The representation of the concept of the eddy current in the book *Physic 11* can not help pupils to explain the technical applications of the eddy current. The pupils can not explain, why the planes of the primary and secondary coil are placed perpendicular to the planes of the thin and isolated together sheets of the iron core of transformers (they are not placed parallel to the planes of the sheets of core).

To solve this problem, it is necessary to represent the way to determine the form and direction of the eddy current induced in the copper disc in the experiment, as shown in Figure 60.1 in the book *Physic 11* (The author represents also checking the result of this determining by experiment). By this way, it is able to determine the form and direction of the eddy current induced in the core of the active transformers. That is the basic to explain, why the planes of the primary and secondary coil are placed at right angles to the planes of the thin and isolated together sheets of the iron core of transformers, electric motors and generators.