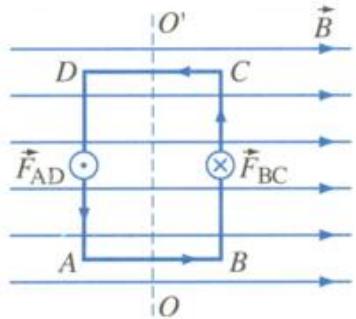


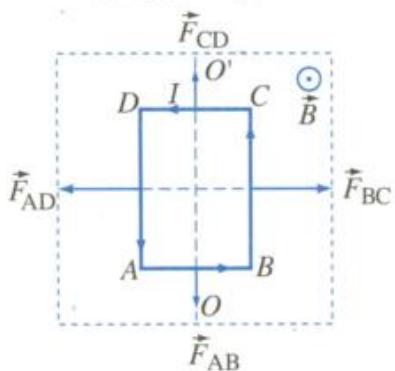
Hình 33.1 Khung dây đặt trong từ trường.

Đường chấm chấm là vị trí của khung khi chưa cho dòng điện vào khung. Đường liền nét là vị trí của khung sau khi cho dòng điện vào khung.



Hình 33.2 Lực từ tác dụng lên khung dây có dòng điện chạy qua.

Khung và các đường sức từ đều nằm trong mặt phẳng hình vẽ.



Hình 33.3 Lực từ tác dụng lên khung dây đặt vuông góc với B.

Khung nằm trong mặt phẳng hình vẽ, các đường sức từ vuông góc với mặt phẳng hình vẽ.

1. Khung dây đặt trong từ trường

a) Thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí như Hình 33.1. ABCD là khung dây cứng có thể quay xung quanh trục OO' .

Cho dòng điện chạy qua khung, ta thấy khung bị quay đi.

b) Lực từ tác dụng lên khung dây có dòng điện

Ta khảo sát lực từ tác dụng lên khung trong hai trường hợp đơn giản :

- Đường sức từ nằm trong mặt phẳng khung.

Giả sử dòng điện trong khung có chiều ABCDA (Hình 33.2). Lực từ tác dụng lên các cạnh AB và CD của khung bằng không vì các cạnh đó song song với đường sức từ.

Vì từ trường đều, nên các lực từ \vec{F}_{AD} và \vec{F}_{BC} tác dụng lên các cạnh AD , BC có độ lớn bằng nhau. Dùng quy tắc bàn tay trái, ta thấy \vec{F}_{BC} hướng ra phía sau còn \vec{F}_{AD} hướng ra phía trước mặt phẳng hình vẽ. Như vậy, khung chịu tác dụng một ngẫu lực. Ngẫu lực này có tác dụng làm quay khung.

Trong trường hợp đường sức không nằm trong mặt phẳng khung, nói chung ngẫu lực từ cũng làm quay khung.

- Đường sức từ vuông góc với mặt phẳng khung.

Giả sử chiều dòng điện và chiều các đường sức từ như trên Hình 33.3. Áp dụng quy tắc bàn tay trái ta thấy các lực từ tác dụng lên các cạnh của khung có chiều như vẽ trên hình đó. Các lực này không làm quay khung. Đó là vị trí duy nhất của khung mà lực từ không làm quay khung.

c) Momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung dây có dòng điện

Ta khảo sát momen ngẫu lực từ trong trường hợp đơn giản trên Hình 33.2.

Gọi d là khoảng cách giữa hai đường tác dụng của hai lực \vec{F}_{AD} , \vec{F}_{BC} (cũng là chiều dài các cạnh AB , DC) thì đại lượng

$$M = F_{BC} \cdot d$$

là momen ngẫu lực từ ứng với trường hợp Hình 33.2.

Gọi cảm ứng từ của từ trường là B , cường độ dòng điện chạy trong khung là I , chiều dài các cạnh BC và AD là l , thì theo định luật Am-pe ta có thể viết các công thức sau :

$$F_{BC} = F_{AD} = IBl$$

Do đó :

$$M = F_{BC}d = IBld$$

Gọi S là diện tích của mặt phẳng khung dây thì $ld = S$. Do đó ta có :

$$M = IBS \quad (33.1)$$

Công thức (33.1) áp dụng cho trường hợp các đường sức từ nằm trong mặt phẳng khung dây. Trong trường hợp các đường sức từ không nằm trong mặt phẳng khung dây thì người ta chứng minh rằng, momen ngẫu lực từ được tính theo công thức :

$$M = IBS \sin \theta \quad (33.2)$$

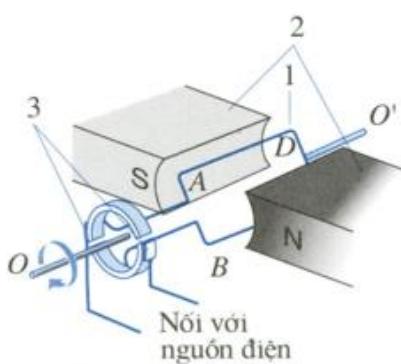
Ở đây θ là góc hợp bởi vectơ cảm ứng từ \vec{B} và vectơ pháp tuyến \vec{n} với mặt phẳng khung dây. Chú ý là chiều của vectơ \vec{n} phải tuân theo quy ước sau : quay cái đinh ốc theo chiều dòng điện trong khung, thì chiều tiến của cái đinh ốc là chiều của vectơ \vec{n} .

2. Động cơ điện một chiều

Một trong những ứng dụng quan trọng của lực từ tác dụng lên khung dây có dòng điện là động cơ điện.

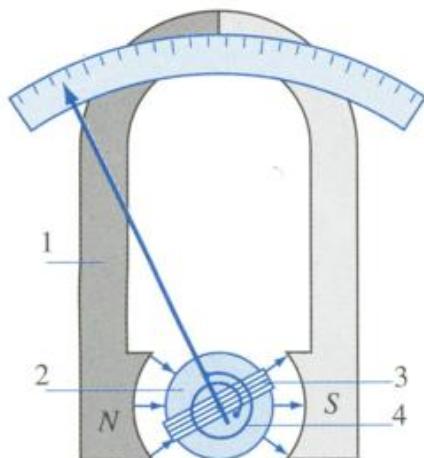
C1 Giả sử dòng điện trong khung dây ở Hình 33.2 có chiều ngược với chiều đã vẽ. Hãy xác định chiều của lực từ tác dụng lên các cạnh của khung trong trường hợp đó.

C2 Trong Hình 33.3, giả sử các đường sức từ có chiều ngược lại, nghĩa là các đường sức từ hướng ra phía sau mặt phẳng hình vẽ thì lực từ tác dụng lên khung dây có chiều như thế nào ?



Hình 33.4 Cấu tạo của động cơ điện một chiều.

1. Khung dây ; 2. Nam châm ; 3. Bộ góp điện gồm hai bán khuyên và hai chổi quét.



Hình 33.5 Cấu tạo của điện kế khung quay.

1. Nam châm hình chữ U ; 2. Lõi sắt ; 3. Khung dây lồng ra bên ngoài lõi sắt ; 4. Lò xo (lò xo thứ hai nằm lấp phía sau lõi sắt).

a) Cấu tạo

Cấu tạo của động cơ điện một chiều được trình bày trên Hình 33.4.

b) Hoạt động

Khi cho dòng điện chạy qua khung, momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung làm cho khung quay xung quanh trục OO' . Bộ góp điện (3) gồm hai bán khuyên và hai chổi quét làm cho mỗi khi mặt phẳng khung vuông góc với đường sức từ, thì dòng điện trong khung đổi chiều. Vì vậy khung dây quay liên tục. Tuy dòng điện trong khung đổi chiều nhưng dòng điện từ nguồn đưa vào khung vẫn là dòng điện một chiều, nên động cơ nói trên gọi là động cơ điện một chiều.

3. Điện kế khung quay

Tác dụng của lực từ làm quay khung dây mang dòng điện còn được ứng dụng trong điện kế khung quay.

a) Cấu tạo

Hình 33.5 trình bày cấu tạo của một điện kế khung quay thường gấp. Khung dây có khoảng vài trăm vòng quấn sát nhau. Khung dây lồng ra bên ngoài lõi sắt và được đặt giữa hai cực một nam châm. Ngoài ra còn có lò xo để giữ khung dây ở vị trí xác định.

b) Hoạt động

Khi cho dòng điện vào khung thì ngẫu lực từ làm khung quay lệch ra khỏi vị trí lúc đầu. Khi đó các lò xo sẽ sinh ra momen cản. Khung càng lệch xa vị trí cân bằng thì momen cản càng lớn. Đến khi momen cản cân bằng với momen ngẫu lực từ thì khung dừng lại. Người ta đã chứng minh rằng khi khung cân bằng thì góc lệch ra khỏi vị trí ban đầu tỉ lệ với cường độ dòng điện trong khung.

Để biến điện kế thành ampe kế hay vôn kế, người ta mắc thêm sơn hay thêm điện trở phụ.

CÂU HỎI

- Hãy chứng tỏ rằng lực từ tác dụng lên khung dây dẫn tạo thành ngẫu lực (chỉ xét trường hợp đường súc từ nằm trong mặt phẳng khung).
- Hãy viết công thức momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung dây khi các đường súc từ nằm trong mặt phẳng khung dây.
- Khi mặt phẳng khung vuông góc với các đường súc từ thì lực từ tác dụng lên khung có tạo thành ngẫu lực không? Nếu có thì momen ngẫu lực bằng bao nhiêu?
- Hãy nêu cấu tạo và hoạt động của động cơ điện một chiều.
- Hãy nêu cấu tạo và hoạt động của điện kế khung quay.

BÀI TẬP

1. Chọn câu sai.

Momen ngẫu lực từ tác dụng lên một khung dây có dòng điện đặt trong từ trường đều

- A. tỉ lệ với diện tích của khung.
- B. có giá trị lớn nhất khi mặt phẳng khung vuông góc với đường súc từ.
- C. phụ thuộc cường độ dòng điện trong khung.
- D. tỉ lệ với cảm ứng từ.

2. Chọn phương án đúng.

Một khung dây phẳng nằm trong từ trường đều, mặt phẳng khung dây chứa các đường súc từ. Giảm cảm ứng từ đi 2 lần và tăng cường độ dòng điện trong khung lên 4 lần thì momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung sẽ tăng lên

- A. 2 lần.
- B. 4 lần.
- C. 6 lần.
- D. 8 lần.

3. Một khung dây hình chữ nhật $ABCD$ đặt trong từ trường đều cảm ứng từ $B = 5 \cdot 10^{-2}$ T. Cạnh AB của khung dài 3 cm, cạnh BC dài 5 cm. Dòng điện trong khung có cường độ 2 A. Tính giá trị lớn nhất của momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung trong hai trường hợp :

- a) cạnh AB của khung vuông góc còn cạnh BC song song với đường súc từ.
- b) cạnh BC của khung vuông góc còn cạnh AB song song với đường súc từ.

4. Một khung dây có kích thước 2 cm x 3 cm đặt trong từ trường đều. Khung dây gồm 200 vòng. Cho dòng điện cường độ 0,2 A đi vào khung dây. Momen ngẫu lực từ tác dụng lên khung có giá trị lớn nhất bằng $24 \cdot 10^{-4}$ N.m. Hãy tính cảm ứng từ của từ trường.