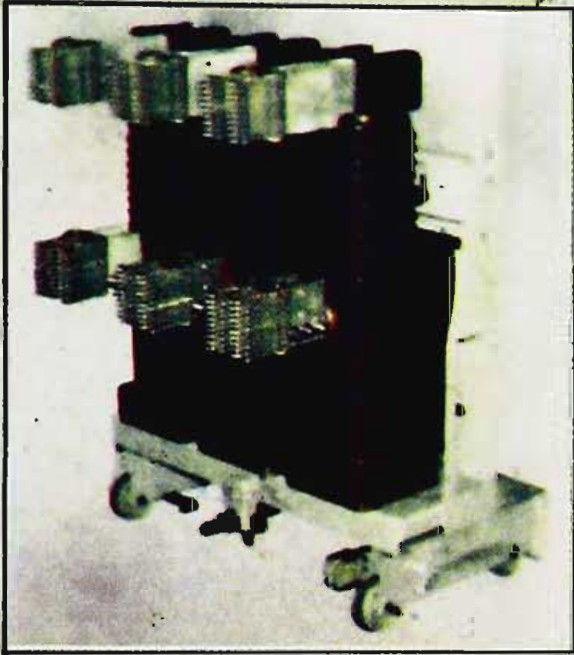
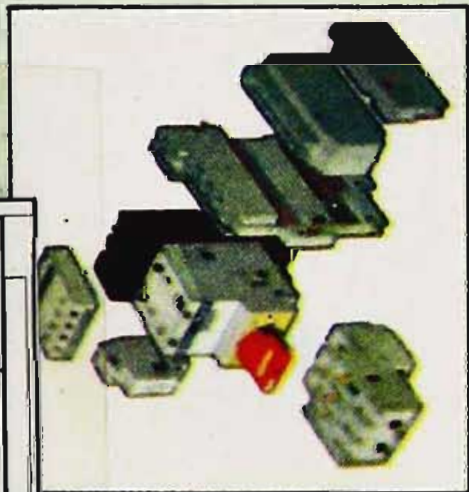


NGUYỄN XUÂN PHÚ - TÔ ĐẰNG

M 6(2)
13486



Khí cụ điện



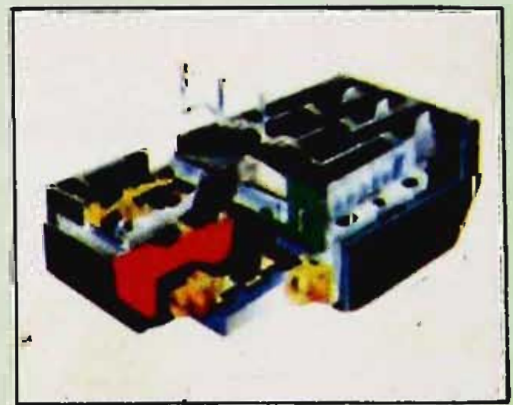
KẾT CẤU
SỬ DỤNG & SỬA CHỮA



Thu Vien DHKTCN-TN



MGT07030926

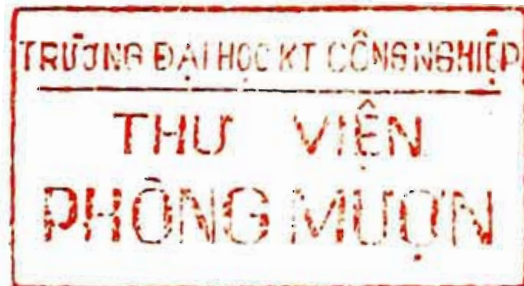


NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

- 1998 -

NGUYỄN XUÂN PHÚ - TÔ ĐĂNG

**KHÍ CỤ ĐIỆN
KẾT CẤU - SỬ DỤNG
VÀ SỬA CHỮA**



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây, việc lắp đặt, sử dụng và sửa chữa các khí cụ điện trong công, nông nghiệp và các ngành kinh tế khác, ngày càng phát triển nhanh chóng.

Số lượng khí cụ điện được sử dụng trong các ngành tăng lên không ngừng. Mặt khác, các khí cụ điện ngày càng được cải tiến và càng hoàn thiện về phương diện kỹ thuật nhằm đáp ứng yêu cầu của người sử dụng là thật an toàn, đảm bảo thao tác đúng và tin cậy, đồng thời tuổi thọ cao.

Đi đôi với số người sử dụng thao tác khí cụ điện ngày càng đông thì số người tham gia vào công tác lắp đặt và sửa chữa cũng tăng lên nhanh chóng. Do vậy, việc tìm hiểu về kết cấu, nguyên lý làm việc và tính năng kỹ thuật của các khí cụ điện để lắp đặt, sử dụng và sửa chữa, khôi phục là điều rất quan trọng và bổ ích.

Nhằm đáp ứng được yêu cầu trên, cuốn sách này đã biên soạn và được Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật giới thiệu với bạn đọc vào năm 1978. Nay, do yêu cầu của độc giả, trước những tiến bộ khoa học kỹ thuật mới, chúng tôi biên soạn lại và bổ sung những khí cụ và thiết bị điện mới, có những khí cụ điện được chào hàng từ năm 1988 đến đầu năm 1994 của các nước Tây Âu.

Cuốn sách giới thiệu ngắn gọn nguyên lý làm việc, kết cấu, số liệu kỹ thuật của một số khí cụ điện đã được nhập vào nước ta và đang thịnh hành tại các nước Tây Âu. Ngoài ra, cuốn sách còn giới thiệu một số thiết bị tự động bảo vệ động cơ và mạch điện tránh sự cố do quá tải, ngắn mạch hay những trường hợp không hình thường khác. Cuốn sách còn trình bày cách tính toán lựa chọn các khí cụ điện và thiết bị cao - hạ áp, cách bảo quản, bảo dưỡng, kiểm tra lắp đặt và tính toán sửa chữa các khí cụ điện thông dụng.

Chương 1 của cuốn sách trình bày về lý thuyết cơ sở khí cụ điện để giúp người đọc hiểu sâu thêm các chương sau và có thể dùng nó làm cơ sở phân tích sự khác nhau của khí cụ điện khi sửa chữa.

Cuốn sách thích hợp cho tuyệt đại đa số công nhân đang công tác trong lĩnh vực điện công nghiệp và tại các cơ sở điện, chi nhánh điện. Cuốn sách còn được dùng làm tài liệu thiết kế lắp đặt và tính toán sửa chữa cho các chuyên viên, kỹ sư.

Ngày 10.1.1995

Các tác giả

CHƯƠNG I

LÝ THUYẾT CƠ SỞ KHÍ CỤ ĐIỆN

§ 1-1. PHÂN LOẠI VÀ CÁC YÊU CẦU CƠ BẢN

1-1-1. Phân loại

Khí cụ điện là những thiết bị điện dùng để đóng, cắt, điều khiển, điều chỉnh và bảo vệ các lưới điện, mạch điện, máy điện và các máy móc sản xuất. Ngoài ra nó còn được dùng để kiểm tra và điều chỉnh các quá trình không điện khác.

Khí cụ điện được sử dụng rộng rãi ở các nhà máy phát điện, các trạm biến áp, trong các xí nghiệp công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, thủy lợi, giao thông vận tải và quốc phòng v.v...

Ở nước ta khí cụ điện hầu hết được nhập từ nhiều nước khác nhau nên quy cách không thống nhất, việc bảo quản và sử dụng có nhiều thiếu sót nên hư hỏng khá nhiều, gây thiệt hại đáng kể về kinh tế. Do đó việc nâng cao chất lượng sử dụng, bổ túc kiến thức bảo dưỡng, bảo quản và kỹ thuật sửa chữa khí cụ điện phù hợp điều kiện khí hậu nhiệt đới của ta là nhiệm vụ quan trọng cần thiết hiện nay.

Để thuận lợi cho nghiên cứu sử dụng và sửa chữa khí cụ điện, người ta phân loại như sau :

a) Theo công dụng gồm có :

- Khí cụ điện dùng để đóng cắt lưới điện, mạch điện, (ví dụ : cầu dao, aptômát, máy ngắt, v.v...).
- Khí cụ điện dùng để mở máy, điều chỉnh tốc độ, điều chỉnh điện áp và dòng điện (ví dụ : côngtactor, khởi động từ, bộ khống chế, biến trở, điện trở, v.v...).
- Khí cụ điện dùng để duy trì tham số điện ở giá trị không đổi (ví dụ : thiết bị tự động điều chỉnh điện áp, dòng điện, tần số, tốc độ, nhiệt độ, v.v...)
- Khí cụ điện dùng để bảo vệ lưới điện, máy điện (ví dụ : role, aptômát, cầu chì, v.v...)
- Khí cụ điện đo lường (ví dụ : máy biến dòng, máy biến áp đo lường).

b) Theo điện áp gồm có :

- Khí cụ điện cao thế : được chế tạo để dùng ở điện áp định mức từ 1000V trở lên.
- Khí cụ điện hạ thế được chế tạo để dùng ở điện áp dưới 1000V (thường chỉ đến 660V).

c) Theo loại dòng điện : khí cụ điện dùng trong mạch điện một chiều và xoay chiều.

d) Theo nguyên lý làm việc có các loại : điện từ, cảm ứng, nhiệt, có tiếp điểm và không có tiếp điểm v.v...

e) Theo điều kiện làm việc và dạng bảo vệ, gồm có : khí cụ điện làm việc ở vùng nhiệt đới, ở vùng có nhiều rung động, vùng mỏ có khí nổ, ở môi trường có chất ăn mòn hóa học, loại để hở, loại bọc kín v.v...

1-1-2. Các yêu cầu cơ bản đối với khí cụ điện

Khí cụ điện cần phải thỏa mãn các yêu cầu sau :

- Khí cụ điện phải đảm bảo sử dụng lâu dài với các thông số kỹ thuật ở định mức. Nói một cách khác : dòng điện qua vật dẫn không được vượt quá trị số cho phép, vì nếu không sẽ làm nóng khí cụ điện và chóng hỏng.

- Khí cụ điện phải ổn định nhiệt và ổn định điện động. Vật liệu phải chịu nóng tốt và có cường độ cơ khí cao vì khi quá tải hay ngắn mạch, dòng điện lớn có thể làm khí cụ điện bị hư hỏng hay biến dạng.

- Vật liệu cách điện phải tốt để khi xảy ra quá điện áp trong phạm vi cho phép, khí cụ điện không bị chọc thủng.

- Khí cụ điện phải đảm bảo làm việc được chính xác, an toàn, song phải gọn nhẹ, rẻ tiền và dễ gia công, dễ lắp ráp, dễ kiểm tra và sửa chữa.

- Ngoài ra khí cụ điện phải làm việc ổn định ở các điều kiện khí hậu và môi trường yêu cầu.

§ 1-2. LỰC ĐIỆN ĐỘNG

Lực điện động là lực sinh ra khi một vật dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường. Lực đó tác dụng lên vật dẫn và có xu hướng làm thay đổi hình dáng vật dẫn để từ thông xuyên qua mạch vòng vật dẫn có giá trị cực đại.

Trong hệ thống gồm vài vật dẫn mang dòng điện, bất kỳ một vật dẫn nào trong chúng cũng có thể được coi là đặt trong từ trường tạo nên bởi các dòng điện chạy trong các vật dẫn khác. Do đó giữa các vật dẫn mang dòng điện, luôn luôn có từ thông tổng tương hỗ móc vòng, kết quả luôn luôn có các lực cơ học (được gọi là lực điện động). Tương tự như vậy cũng có các lực điện động sinh ra giữa vật mang dòng điện và khối sắt từ.

Chiều của lực điện động được xác định bằng quy tắc "bàn tay trái" hoặc bằng nguyên tắc chung như sau : "lực tác dụng lên vật dẫn mang dòng điện có xu hướng làm biến đổi hình dáng mạch vòng dòng điện sao cho từ thông móc vòng qua nó tăng lên".

Trong điều kiện sử dụng bình thường, các lực điện động đều nhỏ và không gây nên biến dạng các chi tiết mang dòng điện của các khí cụ điện. Tuy nhiên khi có ngắn mạch, các lực này trở nên rất lớn có thể gây nên biến dạng hay phá hỏng chi tiết và thậm chí cả khí cụ điện. Vì vậy cần thiết phải tiến hành tính toán khí cụ điện (hoặc từng bộ phận) về mặt sức bền chịu lực điện động, nghĩa là không bị phá hỏng khi có dòng điện ngắn mạch cực đại tức thời chạy qua. Việc tính toán đó lại càng cần thiết nếu ta muốn có được khí cụ điện kích thước bé (do có thể đặt được các bộ phận mang dòng điện gần nhau theo điều kiện cho phép).

Để tính toán lực điện động, có thể dùng hai phương pháp :

- Phương pháp thứ nhất dựa trên định luật tác dụng tương hỗ của dây dẫn mang dòng điện và từ trường (tức định luật Biot-Savart).

- Phương pháp thứ hai là phương pháp cân bằng năng lượng.

1-2-1. Phương pháp tính lực điện động dựa trên định luật tác dụng tương hỗ giữa dây dẫn mang dòng điện và từ trường

+ Một dây dẫn thẳng, dài l , mang dòng điện i , đặt trong từ trường có cảm ứng từ B , chịu tác dụng một lực cơ học có giá trị tính bằng công thức sau :

$$F = i l B \sin\beta, \text{ N} \quad (1-1)$$

ở đây β là góc giữa chiều của vectơ cảm ứng từ và chiều của dòng điện chạy trong dây dẫn (H.1-1 a).

+ Một hệ thống gồm hai dây dẫn 1 và 2 đặt tùy ý (H.1-1, b), có các dòng điện i_1 và i_2 chạy qua. Trường hợp này dây dẫn 1 mang dòng điện i_1 được coi là đặt trong từ trường tạo bởi dòng điện i_2 chạy trong dây dẫn 2 (ngược lại cũng vậy). Khi đó lực điện động tác dụng giữa hai dây dẫn mang dòng điện i_1 và i_2 được tính bằng công thức sau :

$$F = C i_1 i_2 \frac{\mu_0}{4\pi}, \quad (1-2)$$

ở đây - μ_0 là độ từ thẩm của không khí : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$, H/m.

- Dây dẫn đặt trong không khí : $\mu_{td} = 1$ (độ từ thẩm tương đối bằng 1),

- C là hằng số, phụ thuộc kích thước hình học của hai dây dẫn, còn gọi là hệ số mạch vòng.

Nếu thay trị số của μ_0 vào (1-2) và tính lực theo Niuton, ta được :

$$F = 10^{-7} i_1 i_2 C, \text{ N} \quad (1-3)$$

Ở đây i_1 và i_2 tính bằng A.

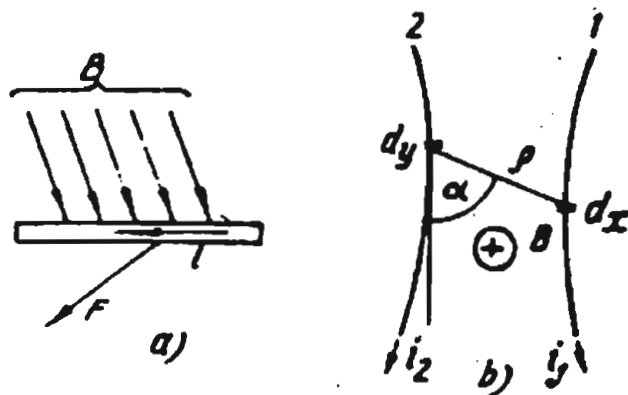
1-2-2. Phương pháp cân bằng năng lượng để tính lực điện động

+ Một dây dẫn hay một mạch vòng mang điện i , có năng lượng từ tính theo công thức sau :

$$W = L \frac{i^2}{2}. \quad (1-4)$$

Ở đây, L - điện cảm của mạch.

Sự biến dạng liên tục mạch vòng (biến đổi vị trí của các chi tiết hay bộ phận mang dòng điện) hoặc biến đổi vị trí tương hỗ của mạch vòng dẫn đến làm biến đổi năng lượng từ dự trữ. Khi đó công của lực trong hệ thống bất kỳ bằng biến thiên dự trữ năng lượng của hệ thống đó :



Hình 1-1. a, b - Xác định lực điện động giữa các dây dẫn song song.

$$F \cdot dx = dW, \quad (1-5)$$

ở đây : dW – biến thiên năng lượng dự trữ của hệ thống khi biến dạng hệ thống theo hướng x dưới tác dụng của lực F . Do đó lực điện động trong mạch vòng hoặc giữa các mạch vòng, tác dụng theo hướng x , bằng tốc độ biến thiên của dự trữ năng lượng của hệ thống khi biến dạng nó theo hướng đã cho :

$$F_x = \frac{dW}{dx} = \frac{i^2}{2} \cdot \frac{dL}{dx} \quad (1-6)$$

+ Hai mạch vòng mang các dòng điện i_1 và i_2 , có năng lượng từ tính bằng công thức :

$$W = L_1 \frac{i_1^2}{2} + L_2 \frac{i_2^2}{2} + M i_1 i_2 \quad (1-7)$$

Ở đây : L_1, L_2 – tự cảm của các mạch vòng;
 M – hổ cảm của hai mạch vòng.

Lực điện động giữa hai mạch vòng mang dòng điện i_1 và i_2 , tác dụng tương hổ theo hướng x :

$$F_x = \frac{i_1^2}{2} \cdot \frac{dL_1}{dx} + \frac{i_2^2}{2} \cdot \frac{dL_2}{dx} + i_1 i_2 \frac{dM}{dx} \quad (1-8)$$

1-2-3. Lực điện động của một số dạng dây dẫn

a) Tính lực điện động tác dụng lên dây dẫn thẳng mang dòng điện i

Bài toán.

Một dây dẫn mang dòng điện $i = 10A$, dài $l = 1m$, đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 1T$ [1 tesla (1T) = $\frac{1Vb}{m^2}$], hướng của từ trường lệch so với hướng của dây dẫn một góc $\beta = 45^\circ$.

Giải.

Theo công thức (1-1), ta có :

$F = i l B \sin\beta = 10 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \sin 45^\circ = 7,07N$. Nếu hướng từ trường vuông góc với hướng của dây dẫn, ta có : $F_{\max} = 10N$.

b) Tính lực điện động giữa hai dây dẫn song song có tiết diện tròn, mang dòng điện i_1 và i_2

Một hệ thống gồm hai dây dẫn song song có tiết diện tròn 1 và 2 (II.1-1. c và d), đặt cách nhau a mang các dòng điện i_1 và i_2 . Tính lực điện động theo phương pháp thứ nhất. Áp dụng công thức (1-3) với chú ý là ở đây $\sin\beta = 1$ vì các dây dẫn nằm trong cùng mặt phẳng, vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng đó, ta có :

$$F = 10^{-7} i_1 i_2 C$$