

ĐỖ NGỌC LONG

SỬA CHỮA, LẮP ĐẶT QUẠT VÀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN

TOÀN TẬP



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

ĐỖ NGỌC LONG

**SỬA CHỮA, LẮP ĐẶT
QUẠT VÀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN
TOÀN TẬP**

TÁI BẢN LẦN THỨ BA CÓ CHỈNH LÝ VÀ BỔ SUNG



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2006**

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN: PGS, TS TÔ ĐĂNG HẢI

BIÊN TẬP: NGUYỄN ĐĂNG

NGUYỄN THỊ KHOÀI

SỬA CHẾ BẢN: THU NGÂN

ĐỖ NGỌC LONG

BÌA VÀ TRÌNH BÀY: THÚY HẠNH

6.6C21-08
KHKT-06 328-06

IN 500 CUỐN, KHỔ 16X24cm TẠI CÔNG TY CỔ PHẦN IN 15 (CƠ SỞ 2) - 34A
NGUYỄN KHOÀI - HN. GIẤY PHÉP XUẤT BẢN SỐ 136-2006/ CXB/ 328-06/ KHKT
CẤP NGÀY 12/4/2006. IN XONG VÀ NỘP LƯU CHIẾU QUÍ II NĂM 2006.

LỜI NÓI ĐẦU

Ấn phẩm "Tự học quán quạt và động cơ điện" phát hành lần đầu năm 1993; sau nhiều lần tái bản và nổi bản; năm 2003 được cải biên, nâng cấp và đổi tên thành "Sửa chữa, lắp đặt quạt và động cơ điện". Từ ngày đổi tên cho đến nay ấn phẩm đã được tái bản lần thứ ba. Với tinh thần cầu thị; chúng tôi luôn chăm chú lắng nghe những thông tin phản hồi từ bạn đọc để kịp thời sửa đổi, bổ sung cho ấn phẩm ngày một thêm hoàn thiện. Chúng tôi đã nhận được một số thư bày tỏ tình cảm, nêu một số thắc mắc và đề nghị làm rõ thêm một số nội dung trong ấn phẩm. Qua ý kiến bạn đọc chúng tôi nhận thấy, ấn phẩm đã thỏa mãn được yêu cầu của đa số bạn đọc trong lĩnh vực học tập và sửa chữa động cơ điện. Tuy nhiên, không tránh khỏi những thiếu sót trong khâu biên soạn, chế bản và đồ họa.

Trong lần tái bản này, chúng tôi tập trung khắc phục triệt để những thiếu sót trên đồng thời giải quyết một số nội dung trong thư bạn đọc. Đặc biệt; với sự cộng tác của hai nhà sản xuất động cơ hàng đầu tại Việt Nam là Công ty Chế tạo Điện cơ Hà Nội và Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari; chúng tôi cung cấp cho bạn đọc thông số kỹ thuật, kích thước lắp đặt và chiếm chỗ của hai thương hiệu động cơ đang được ưa chuộng nhất trên thị trường Việt Nam là "Điện Cơ" và "Việt – Hung" để làm căn cứ cho việc tính toán, phục hồi các động cơ của hai thương hiệu trên trong trường hợp mất số liệu gốc; đồng thời cung cấp những thông số cần thiết cho việc thiết kế điện xi nghiệp và thiết kế động lực cho lĩnh vực cơ khí chế tạo; nó còn làm cơ sở để tra cứu tìm ký hiệu động cơ có sẵn khi cần thay thế động cơ hỏng nhập ngoại.

Để tiết kiệm thì giờ cho nhiều bạn đọc trung thành với ấn phẩm; chúng tôi giữ nguyên các chương, mục như phiên bản năm 2005; những nội dung mới bổ sung được bố trí nối tiếp với phần phụ lục; những nội dung vừa được chỉnh lý, sửa đổi, giải thích, mở rộng được chèn xen kẽ trong các chương, mục tương ứng; ai quan tâm đến chương, mục nào chỉ cần đọc lại chương, mục đó chứ không phải đọc lại toàn bộ ấn phẩm.

Một lần nữa xin chân thành cảm ơn các bạn đọc và doanh nghiệp đã gửi thư và cung cấp tài liệu. Chúng tôi mong muốn nhận được sự cộng tác nhiệt tình hơn nữa của quý vị trong thời gian tới. Thư xin gửi về một trong hai địa chỉ sau: Đỗ Ngọc Long, P505B, 78 Láng Hạ, Đống Đa, Hà Nội hoặc Ban Biên tập sách, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Những bạn đọc có nhu cầu tìm hiểu sâu về thương hiệu động cơ "Điện Cơ" và "Việt – Hung" hoặc cần tư vấn về sửa chữa, lắp đặt cho hai loại động cơ này xin liên hệ với các địa chỉ.

1. Kỹ sư Nguyễn Kỳ Nam, Phòng Kỹ thuật Công ty TNHH Nhà nước một Thành viên Chế tạo Điện cơ Hà Nội, Km 12, Quốc lộ 32, Phú Diễn, Từ Liêm, Hà Nội. Điện thoại: 04 8374205, di động: 0912 305185.

2. Kỹ sư Phạm Thái Sơn, Phòng Kỹ thuật Công ty TNHH Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari, thị trấn Đông Anh, Hà Nội. Điện thoại: 04 9685098, di động: 0983 051959.

Tác giả

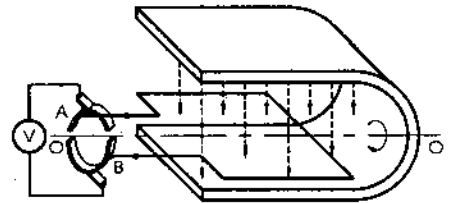
Chương 1. KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ NGUỒN ĐIỆN XOAY CHIỀU

Người thợ sửa chữa động cơ điện phải thường xuyên tiếp xúc với nguồn điện xoay chiều, nếu không hiểu rõ về nó thì sẽ khó khăn trong việc tiếp thu những kiến thức về động cơ điện xoay chiều. Để tìm hiểu một cách hệ thống, thiết tưởng cũng nên nhắc lại đôi điều cần thiết về dòng điện xoay chiều, nó sẽ giúp tiếp thu một cách dễ dàng hơn các phần tiếp theo của cuốn sách. Ở đây, chúng tôi chỉ đề cập tới những điều có tính “khắc cốt, ghi xương” những điều mà bất cứ người thợ quán dây máy điện nào cũng cần phải nắm được. Những bạn đã có kiến thức vững vàng về nguồn điện xoay chiều, có thể không cần phải đọc chương này.

1-1. Dòng điện xoay chiều một pha

Trong phần đầu của cuốn “Tự quán và sửa biến áp thông dụng”, chúng tôi đã trình bày cách tạo ra dòng điện xoay chiều. Ở đây, chúng tôi xin giới thiệu tóm lược lại những khái niệm cơ bản.

Cho một khung dây có n vòng dây quay đều với vận tốc góc ω quanh trục OO' của nó trong từ trường của nam châm vĩnh cửu (h. 1-1). Từ thông Φ qua khung dây biến thiên tuần hoàn theo thời gian t làm xuất hiện trong khung dây một suất điện động cảm ứng e biến thiên tuần hoàn. Vì suất điện



Hình 1-1. Khung dây quay trong từ trường làm xuất hiện suất điện động cảm ứng.

động e biến thiên tuần hoàn theo thời gian t với vận tốc góc ω nên khi nối khung dây với mạch ngoài, ở hai đầu AB của khung dây sẽ thu được điện áp u cũng biến thiên tuần hoàn. Phương trình của điện áp u có dạng:

$$u = U_m \sin \omega t, \quad (1-1)$$

u - giá trị điện áp tức thời;

U_m - giá trị cực đại của điện áp xoay chiều, còn gọi là biên độ;

ω - tần số góc (bằng vận tốc góc của khung quay);

t - thời gian.

Khi nối khung dây với mạch ngoài, ở mạch ngoài sẽ có dòng điện i chạy trên tải:

$$i = I_m \sin(\omega t + \varphi), \quad (1-2)$$

i - giá trị tức thời của dòng xoay chiều;

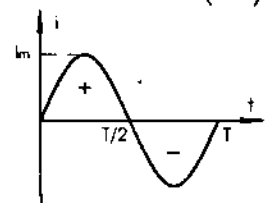
I_m - giá trị cực đại của dòng xoay chiều (biên độ);

ω - tần số góc;

t - thời gian;

φ - góc lệch pha giữa điện áp và dòng điện.

Dựa vào biểu thức của dòng điện, người ta vẽ được đường biểu diễn của dòng điện i có dạng hình sin như hình 1-2.



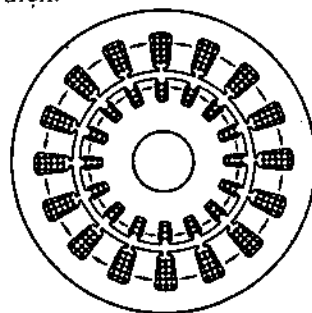
Hình 1-2. Đồ thị dòng điện xoay chiều một pha.

Dòng điện này gọi là dòng xoay chiều một pha. Nó có độ lớn và chiều biến đổi theo thời gian.

Để lấy dòng điện ra mạch ngoài, người ta dùng hệ thống vành khuyên và chổi quét như ở hình 1-1, hệ thống này được gọi là bộ góp.

Máy phát điện sinh ra dòng một pha được gọi là máy phát điện một pha. Trong máy phát điện, phần tạo ra từ trường gọi là phần cảm, phần tạo ra dòng điện gọi là phần ứng. Các máy phát điện nhỏ thường có phần cảm là nam châm vĩnh cửu còn các máy phát điện lớn thường có phần cảm là nam châm điện.

Các cuộn dây của phần cảm và phần ứng đều được quấn trên các lõi bằng tôn silic để tăng cường từ thông qua chúng. Hình 1-3 mô tả mặt cắt ngang của máy phát điện xoay chiều một pha thông dụng. Các mũi tên chỉ chiều dòng điện chạy qua các cuộn dây.



Hình 1-3. Mặt cắt ngang máy phát điện xoay chiều một pha.

Phần cảm cũng như phần ứng (bao gồm các cuộn dây và lõi thép) có thể là bộ phận cố định hoặc chuyển động. Dòng điện xoay chiều dùng trong sinh hoạt thường có tần số 50Hz. Nếu máy có một cuộn dây và một nam châm (tức một cặp cực Bắc - Nam) thì rôto phải quay với vận tốc 50vg/s, tức 3000vg/ph. Để giảm số vòng quay 2, 3, ..., k lần, người ta tăng số cuộn dây và số cặp cực lên 2, 3, ..., k lần (số cuộn dây luôn bằng số cặp cực). Nếu máy có p cặp cực quay với vận tốc góc n vg/ph thì tần số dòng điện phát ra là:

$$f = \frac{n}{60} \quad (1-3)$$

f - tần số dòng điện xoay chiều.

1-2. Ý nghĩa về giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều

Công thức (1-2) dùng để xác định giá trị tức thời của dòng điện xoay chiều, tức giá trị của dòng điện xoay chiều tại một thời điểm nào đó. Mạng điện lưới của chúng ta có tần số $f = 50\text{Hz}$, tức có 50 chu kỳ được thực hiện trong một giây, cho nên dòng điện và điện áp của nó biến thiên rất nhanh theo thời gian. Khi khảo sát một đại lượng, điều mà người ta quan tâm nhiều hơn không phải là tác dụng tức thời của dòng điện ở từng thời điểm mà là tác dụng của nó trong một thời gian dài. Vì vậy, người ta không cần biết giá trị tức thời của dòng điện mà cần biết giá trị của dòng điện gây ra một tác dụng trong một thời gian dài. Người ta dùng khái niệm cường độ hiệu dụng để đánh giá mức độ tác dụng lâu dài của dòng điện xoay chiều.

Cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều được xác định bằng độ lớn của dòng điện một chiều, khi chạy qua cùng một dây dẫn, trong cùng một thời gian thì tỏa ra cùng một nhiệt lượng. Giá trị của nó được xác định qua biểu thức:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad (1-4)$$

I - cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều;

I_m - giá trị cực đại của dòng điện xoay chiều.

Nghĩa là, xét về tác dụng tỏa nhiệt trong một thời gian dài thì dòng điện xoay chiều $i = I_m \sin \omega t$ tương đương với dòng điện một chiều có độ lớn: $I = I_m / \sqrt{2}$

Tương tự, cũng xác định được điện áp hiệu dụng của mạch điện xoay chiều là:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad (1-5)$$

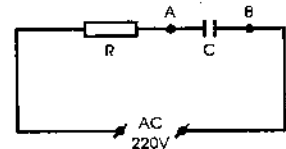
U - điện áp hiệu dụng;

U_m - độ lớn cực đại của điện áp xoay chiều.

Cường độ hiệu dụng và điện áp hiệu dụng có ý nghĩa rất quan trọng trong kỹ thuật. Nhờ có nó người ta mới xác định được tác dụng của dòng điện xoay chiều lên các phần tử của mạch điện là lớn hay bé. Khi người ta nói, mạng điện này có điện áp 110V, mạng điện kia có điện áp 220V tức là nói tới giá trị điện áp hiệu dụng của nó. Dùng vôn kế hoặc ampe kế sẽ đo được các giá trị hiệu dụng của dòng điện và điện áp xoay chiều.

Hiểu được ý nghĩa về giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều sẽ giúp chúng ta có thể xác định được độ lớn cực đại về dòng điện hoặc điện áp của nó thông qua các giá trị hiệu dụng.

Ví dụ. Trong một mạch điện xoay chiều có mắc một tụ điện nối tiếp một điện trở như hình 1-4. Vấn đề đặt ra là, phải xác định xem cần phải sử dụng loại tụ có điện áp đánh thủng bằng bao nhiêu vôn là vừa?



Hình 1-4. Tính điện áp đánh thủng của tụ điện dựa vào điện áp hiệu dụng.

Giả sử, dùng vôn kế xoay chiều đo được điện áp hiệu dụng giữa hai đầu AB của tụ là 200V. Từ công thức (1-5) sẽ xác định được độ lớn cực đại của điện áp xoay chiều tại hai đầu tụ điện như sau:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_m = U\sqrt{2} = 200\sqrt{2} \approx 283V$$

Vậy tụ điện trên phải chịu được điện áp lớn hơn độ lớn cực đại của điện áp xoay chiều đặt lên hai má cực của nó. Cụ thể là, điện áp đánh thủng của tụ phải lớn hơn 283V.

Bằng cách này sẽ giúp xác định được điện áp đánh thủng của tụ khởi động trong các động cơ điện xoay chiều một pha một cách dễ dàng.

1-3. Quan hệ giữa dòng điện và điện áp trên các đoạn mạch

1-3-1. Dòng điện xoay chiều trên đoạn mạch chỉ có điện trở

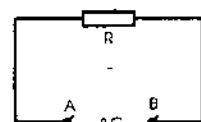
Giữa hai đầu AB của mạch điện ở hình 1-5, duy trì một điện áp xoay chiều:

$$u = U_m \sin \omega t. \quad (1-6)$$

Trong mạch sẽ xuất hiện dòng điện xoay chiều có dạng:

$$i = I_m \sin \omega t. \quad (1-7)$$

Người ta nói rằng, dòng điện xoay chiều trên đoạn mạch chỉ có điện trở thuận biến thiên tuần hoàn cùng tần số và cùng pha với điện áp.



Hình 1-5. Điện trở trong mạch điện xoay chiều.

1-3-2. Dòng điện xoay chiều trên đoạn mạch chỉ có tụ điện

Giữa hai đầu AB của mạch điện (h.1-6), duy trì một điện áp xoay chiều có dạng:

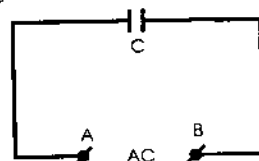
$$u = U_m \sin \omega t, \quad (1-8)$$

trong mạch sẽ xuất hiện dòng điện xoay chiều có dạng:

$$i = I_m \sin(\omega t + \pi/2). \quad (1-9)$$

Người ta nói rằng, dòng điện xoay chiều trên đoạn mạch chỉ có tụ điện biến thiên tuần hoàn cùng tần số nhưng sớm pha hơn điện áp một góc $\pi/2$.

Trong kỹ thuật, người ta lợi dụng tính chất này để tạo ra 2 dòng điện lệch pha nhau 90° . Cùng với các cuộn dây stato, chúng sẽ thiết lập nên từ trường quay trong các động cơ điện xoay chiều một pha và hai pha.



Hình 1-6. Tụ điện trong mạch điện xoay chiều.

Cần phải nhớ rằng, mạch có tụ điện chỉ có dòng điện khi nguồn điện là xoay chiều, còn nguồn một chiều sẽ không có dòng điện (tụ điện có khả năng dẫn dòng xoay chiều). Mặt khác, tụ điện cũng làm cản trở sự lưu thông của dòng điện xoay chiều như điện trở trong dòng điện một chiều vậy. Sự cản trở đó được gọi là dung kháng của tụ điện, nó được xác định bằng công thức:

$$Z_C = \frac{1}{\omega C}, \quad (1-10)$$

Z_C - dung kháng của tụ điện;

ω - tần số góc của dòng điện xoay chiều;

C - điện dung của tụ điện.

Như vậy, tụ điện có điện dung càng lớn, đồng thời, dòng điện có tần số càng lớn, thì độ cản trở dòng điện càng nhỏ.

1-3-3. Dòng điện xoay chiều trong đoạn mạch chỉ có cuộn cảm

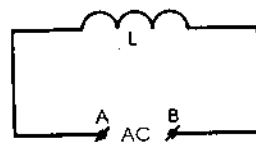
Giữa hai đầu AB của mạch điện (h.1-7), duy trì một điện áp xoay chiều có dạng:

$$u = U_m \sin \omega t, \quad (1-11)$$

trong mạch sẽ xuất hiện dòng điện xoay chiều có dạng:

$$i = I_m \sin(\omega t - \pi/2). \quad (1-12)$$

Người ta nói rằng, dòng điện xoay chiều trên đoạn mạch chỉ có cuộn cảm, biến thiên tuần hoàn cùng tần số nhưng trễ pha hơn điện áp một góc $\pi/2$ (90°).



Hình 1-7. Cuộn cảm trong mạch điện xoay chiều.

Người ta cũng lợi dụng tính chất này để thiết lập nên từ trường quay trong các động cơ điện xoay chiều một pha và hai pha.

Khác với tụ điện, cuộn cảm cho cả dòng xoay chiều lẫn dòng một chiều đi qua. Nhưng với dòng điện xoay chiều, cuộn cảm cũng làm cản trở sự lưu thông của nó giống như tụ điện. Sự cản trở này được gọi là cảm kháng của cuộn cảm, nó được xác định bằng công thức:

$$Z_L = \omega L, \quad (1-13)$$

Z_L - cảm kháng của cuộn cảm;

ω - tần số góc của dòng điện xoay chiều;

L - độ tự cảm của cuộn cảm.

Như vậy, cuộn cảm có độ tự cảm càng lớn, đồng thời dòng điện xoay chiều có tần số càng lớn thì độ cản trở dòng điện càng lớn.

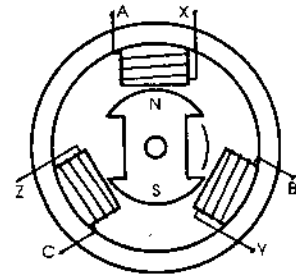
Người ta sử dụng các tính chất này của cuộn cảm và tụ điện để làm các bộ lọc.

1-4. Dòng điện xoay chiều ba pha

Nguồn điện sử dụng trong sinh hoạt là nguồn điện xoay chiều một pha nhưng việc dùng máy phát điện một pha để sản xuất ra dòng điện một pha lại không kinh tế và việc vận chuyển dòng điện đi xa lại gây tổn thất điện năng lớn. Vì vậy, ngày nay người ta sản xuất và truyền tải dòng điện xoay chiều ba pha là chủ yếu.

Dòng điện xoay chiều ba pha là hệ thống 3 dòng xoay chiều một pha, tạo ra bởi 3 suất điện động xoay chiều cùng biên độ, cùng tần số nhưng lệch nhau về pha là 120° hay về thời gian là $1/3$ chu kỳ.

Dòng điện xoay chiều ba pha do máy phát điện xoay chiều ba pha tạo ra. Nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều ba pha giống như máy phát điện xoay chiều một pha. Chỗ khác nhau chỉ là cách bố trí các cuộn dây của phần ứng. Người ta dùng 3 cuộn dây giống hệt nhau bố trí lệch nhau $1/3$ vòng tròn trên stato. Rôto (phần cảm) là một nam châm điện (h.1-8).



Hình 1-8. Cấu tạo của máy phát điện ba pha.

Khi rôto quay đều, từ thông qua 3 cuộn dây của stato biến thiên tuần hoàn, trong 3 cuộn dây sẽ xuất hiện 3 suất điện động cảm ứng cùng biên độ (vì ba cuộn dây giống hệt nhau), cùng tần số (vì rôto quay đều) nhưng lệch nhau về pha là 120° hay về thời gian là $1/3$ chu kỳ (vì 3 cuộn dây đặt lệch nhau $1/3$ chu vi vòng tròn). Nếu nối các đầu dây của 3 cuộn dây với 3 mạch ngoài giống nhau thì 3 dòng điện trong các mạch đó cũng lệch pha nhau 120° . Có thể viết phương trình của 3 dòng điện đó như sau:

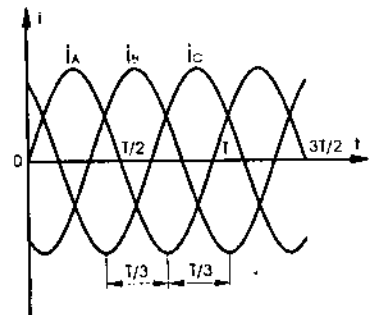
$$i_A = I_m \sin \omega t \quad (1-14)$$

$$i_B = I_m \sin(\omega t - 2\pi/3) \quad (1-15)$$

$$i_C = I_m \sin(\omega t + 2\pi/3) \quad (1-16)$$

Từ các phương trình này, vẽ được các đường biểu diễn của 3 dòng điện trên cùng hệ tọa độ như ở hình 1-9.

Nếu đưa mỗi pha điện ra một mạch ngoài riêng rẽ, trong mỗi mạch sẽ có một dòng điện xoay chiều giống như dòng điện do máy phát điện một pha cung cấp, và phải dùng tới 6 dây dẫn để dẫn 3 pha điện. Công dụng của máy phát điện ba pha



Hình 1-9. Đồ thị của dòng điện xoay chiều ba pha.

khi đó không khác gì máy phát điện một pha. Chỉ khi sử dụng đồng thời cả 3 pha điện một cách thích hợp, máy phát ba pha mới phát huy được những ưu điểm của nó mà máy phát một pha không có được. Một trong những ưu điểm đó là, tiết kiệm dây dẫn và giảm hao phí điện năng. Để đạt được điều đó, có 2 cách mắc mạch điện ba pha là cách mắc hình sao và cách mắc hình tam giác.

1-4-1. Cách mắc hình sao (Y)

Ba điểm đầu A, B, C của 3 cuộn dây ở máy phát điện ba pha được nối ra ngoài bằng 3 dây dẫn khác nhau, gọi là 3 dây pha. Ba điểm cuối X, Y, Z còn lại của các cuộn dây được nối ra ngoài bằng một dây dẫn chung, gọi là dây trung hòa (h.1-10).

Tải tiêu thụ có thể mắc theo lối hình sao nhưng không bắt buộc. Cách mắc tải hình sao được thể hiện trên hình 1-10.

Dòng điện ở các pha sau khi chạy qua tải trở về dây trung hòa sẽ có chiều ngược nhau tại mọi thời điểm. Nếu tải giống nhau hoàn toàn thì dòng điện tổng trên dây trung hòa sẽ bằng không. Trên thực tế, bao giờ cũng có sự chênh lệch nào đó giữa các tải tiêu thụ nên trong dây trung hòa vẫn có một dòng điện nhưng yếu hơn hẳn so với dòng điện ở các dây pha. Vì vậy, chỉ cần dùng dây dẫn có tiết diện nhỏ để làm dây trung hòa. Dây trung hòa luôn được nối xuống đất (tại trạm điện) nên nó được gọi là dây mát hay dây nguội, khác với dây pha gọi là dây lửa hay dây nóng.

Mạng điện sinh hoạt trong dân dụng sử dụng một pha của lưới điện ba pha, vì vậy có một dây nóng và một dây nguội.

Ở đây thường có sự nhầm lẫn, không phải ở bất cứ đâu dòng điện chạy trong dây nguội cũng đều nhỏ hơn trong dây nóng. Kích thước của dây nguội chỉ được phép nhỏ hơn dây nóng khi nó được sử dụng là dây trung hòa chung cho cả ba pha. Từ sau tủ chia pha, mỗi pha được tách riêng ra bằng một dây nóng và một dây nguội thì dòng điện chạy trong hai dây đó là như nhau. Bởi vậy, trong đoạn này, kích thước dây nguội phải lớn bằng kích thước dây nóng.

Điện áp giữa một dây pha và dây trung hòa (giữa một dây nóng và một dây nguội) được gọi là điện áp pha U_f . Điện áp giữa hai dây pha (giữa hai dây nóng) được gọi là điện áp dây U_d . Giữa chúng có mối liên hệ:

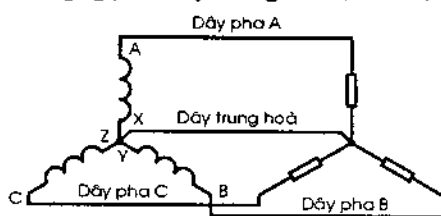
$$U_d = \sqrt{3}U_f, \quad (1-17)$$

Ví dụ. Một mạng điện ba pha hình sao có điện áp mỗi pha là 127V. Vậy điện áp giữa hai dây nóng (giữa hai dây pha) là:

$$U_d = \sqrt{3}.127 = 220V$$

Hoặc một mạng điện ba pha hình sao khác có điện áp mỗi pha là 220V. Vậy điện áp dây (giữa hai dây pha) là:

$$U_d = \sqrt{3}.220 = 380V$$



Hình 1-10. Cách mắc mạch điện xoay chiều ba pha hình sao.

Hiểu được như vậy sẽ giúp có quyết định đúng đắn về cách mắc tải thành hình sao hay hình tam giác sao cho thích hợp với điện áp của mạng điện ba pha, điện áp định mức của tải và các tính chất của nó.

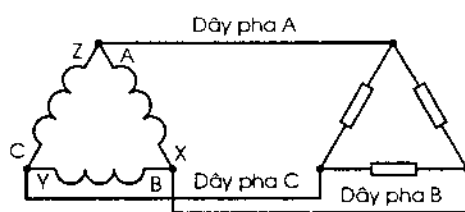
Khi người ta nói, mạng điện này có điện áp 220/380V thì có nghĩa là, đó là mạng ba pha hình sao có điện áp pha 220V và điện áp dây 380V.

1-4-2. Cách mắc hình tam giác (Δ)

Nguồn ba pha hay tải ba pha có thể mắc theo hình tam giác. Khi đó, điểm cuối của cuộn dây này được nối với điểm đầu của cuộn dây kia thành ba mối nối. Ba mối đó được đưa ra ngoài bằng ba dây pha (h.1-11).

Tải tiêu thụ có thể mắc theo hình tam giác như hình 1-11 hoặc mắc hình sao như hình 1-10 nhưng bỏ dây trung hòa.

Mạng điện xoay chiều ba pha hình tam giác chỉ có ba dây pha chứ không có dây trung hòa. So với cách mắc hình sao, nó đòi hỏi sự đối xứng tốt hơn ở các tải. Trong mạng điện xoay chiều ba pha hình tam giác thì điện áp pha (U_p) bằng điện áp dây (U_d). Nếu người ta nói, mạng điện này có điện áp 3 x 220V thì có nghĩa là, đó là mạng ba pha hình tam giác có điện áp dây 220V.

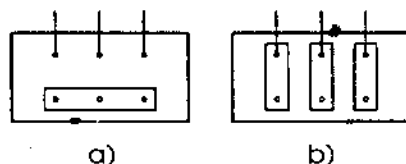


Hình 1-11. Cách mắc mạng điện xoay chiều ba pha hình tam giác.

Trong kỹ thuật, người ta có thể mắc một tải hình tam giác vào một mạng điện hình sao hoặc ngược lại. Tùy thuộc vào điện áp lưới và điện áp ghi trên etyket của các thiết bị mà quyết định cách đấu chúng thành hình sao hay hình tam giác. Đấu sao thì dấu như hình 1-12, a còn đấu tam giác thì dấu như hình 1-12, b. Đấu hình sao để sử dụng cho mạng điện có điện áp cao còn đấu hình tam giác để sử dụng cho mạng điện có điện áp thấp.

Tóm lại, dòng điện xoay chiều ba pha có những ưu điểm nổi bật mà dòng điện xoay chiều một pha không có được. Đó là:

- Bằng cách mắc hình sao hay hình tam giác, nó tải được ba dòng điện một pha mà chỉ cần ba dây dẫn (trường hợp mắc tam giác) hoặc ba dây dẫn to và một dây dẫn nhỏ (trường hợp mắc hình sao). Do đó, tiết kiệm được chi phí và giảm tổn thất điện năng trên đường dây.
- Dòng điện xoay chiều ba pha có thể dễ dàng tạo ra được từ trường quay trong động cơ không đồng bộ ba pha là loại động cơ có công suất lớn, dễ sản xuất hơn động cơ không đồng bộ một pha. Chiều quay của chúng cũng có thể thay đổi dễ dàng.
- Với động cơ không đồng bộ ba pha có thể dễ dàng mắc các cuộn dây theo các kiểu hình sao hay tam giác, tùy theo điện áp của lưới điện và điện áp định mức của động cơ.



Hình 1-12. Cách dấu Y và hình Δ trên bản cực động cơ điện xoay chiều ba pha.

Chương 2. NGUYÊN TẮC CẤU TẠO CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN

2-1. Nguyên lý chung

Để hiểu được nguyên lý hoạt động của động cơ điện, hãy quan sát thí nghiệm sau.

Giữa hai nhánh của nam châm vĩnh cửu chữ U đặt một kim nam châm nhỏ và mảnh có thể quay được quanh trục OO' trùng với trục của nam châm chữ U . Cần phải hiểu rằng, nam châm vĩnh cửu bao giờ cũng có hai cực, cực Nam được ký hiệu bằng chữ S còn cực Bắc được ký hiệu bằng chữ N . Từ trường do nam châm vĩnh cửu sinh ra có các đường sức hướng từ cực Bắc sang cực Nam (ra Bắc, vào Nam). Dưới tác dụng của từ trường, kim nam châm sẽ có vị trí như trên hình 2-1, tức là cực Nam của kim sẽ đối diện với cực Bắc của nam châm và ngược lại (cùng cực thì đẩy nhau, khác cực thì hút nhau).

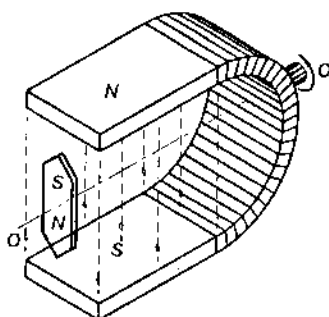
Hãy dùng lực làm cho nam châm chữ U quay quanh trục OO' với vận tốc ω không đổi theo một chiều nào đó. Như vậy, từ trường giữa hai nhánh của nam châm chữ U cũng được quay với vận tốc ω không đổi theo chiều quay của nam châm.

Dưới tác dụng của lực điện từ, kim được quay cùng vận tốc và cùng chiều với từ trường quay. Người ta nói rằng, kim nam châm quay đồng bộ với từ trường.

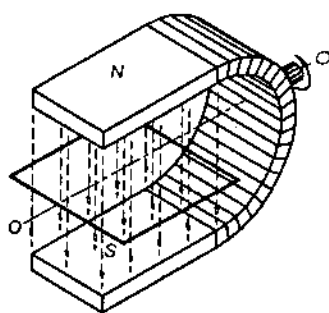
Bây giờ, thay vào vị trí của kim nam châm một khung dây khép kín (đồng, nhôm) có thể quay được quanh trục OO' , nam châm chữ U vẫn được quay với chiều và vận tốc như cũ (h.2-2). Khi đó, khung dây được quay nhanh dần cùng chiều với chiều quay của từ trường và nhanh chóng đạt tới vận tốc gần bằng vận tốc quay của từ trường rồi giữ nguyên ở vận tốc đó. Người ta nói rằng, khung dây quay không đồng bộ với từ trường.

Có thể giải thích hiện tượng này như sau.

Khi nam châm vĩnh cửu chữ U quay, từ thông qua khung dây biến thiên, trong khung dây xuất hiện dòng điện cảm ứng. Theo định luật Lenx, dòng điện này lại sinh ra từ trường nhằm chống lại sự biến thiên của từ thông sinh ra nó. Từ trường này tác dụng tương hỗ với từ trường của nam châm chữ U làm xuất hiện lực từ tác dụng lên các cạnh của khung dây tạo thành mômen quay làm quay khung. Khung dây phải quay cùng chiều với chiều quay của nam châm chữ U để làm giảm vận tốc biến thiên của từ thông qua nó. Nếu vận tốc quay của khung bằng vận tốc quay của nam châm chữ U thì vận tốc tương đối giữa khung và từ trường bằng không, từ thông qua khung dây không biến thiên nữa,



Hình 2-1. Tác dụng của từ trường quay lên một kim nam châm.



Hình 2-2. Tác dụng của từ trường quay lên một khung dây.

dòng điện cảm ứng mất đi. Lúc này, khung sẽ quay chậm lại do ma sát với không khí và ma sát giữa khung với trục quay. Nhưng khung vừa quay chậm lại thì từ thông qua khung lại biến thiên, lực điện từ lại xuất hiện và khung lại phải quay theo. Khi mômen quay cân bằng với mômen cản thì khung quay đều nhưng vận tốc quay của khung bao giờ cũng nhỏ hơn vận tốc quay của từ trường.

Như vậy, nhờ có từ trường quay mà khung dây đã quay được với vận tốc gần bằng vận tốc của từ trường. Máy có cấu tạo theo nguyên tắc ở trên gọi là động cơ không đồng bộ hay động cơ dị bộ (không cùng vận tốc).

Để làm tăng mômen quay của khung, người ta chế tạo khung bằng rất nhiều vòng dây dưới dạng các cuộn dây. Các cuộn dây này được đặt trong các rãnh của một khối thép dẫn từ hình trụ (có cách điện với rãnh) để tăng cường từ thông qua chúng. Tâm của khối thép có gắn cố định một trục. Nhờ có trục này mà chuyển động quay của khung được truyền ra ngoài để sử dụng cho những mục đích khác nhau trong kỹ thuật cũng như trong dân dụng.

Trên thực tế, từ trường quay được tạo ra bằng cách, cho dòng điện chạy qua các cuộn dây cố định đặt lệch nhau 90° hay 120° trong không gian xung quanh khối thép hình trụ. Các cuộn dây này được đặt vào trong các rãnh của một khối thép dẫn từ hình vành khăn. Tùy theo dòng điện chạy vào trong các cuộn dây là dòng một chiều hay dòng xoay chiều, dòng một pha hay dòng ba pha mà người ta có các kiểu đấu, nối các cuộn dây lại với nhau cho thích hợp.

Khi cho dòng điện chạy qua các cuộn dây ở khối thép hình vành khăn, các cuộn dây này sẽ sinh ra từ trường quay. Dưới tác dụng của từ trường quay, ở các cuộn dây trong khối thép hình trụ sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng có chiều chống lại sự biến thiên của từ thông sinh ra nó. Kết quả làm cho khối thép hình trụ phải quay theo chiều quay của từ trường.

Như vậy, động cơ điện là thiết bị dùng để chuyển đổi điện năng (năng lượng điện) thành cơ năng (năng lượng cơ học) dưới dạng chuyển động quay. Nó hoạt động dựa trên hiện tượng lực điện từ. Những động cơ sử dụng nguồn điện một chiều được gọi là động cơ điện một chiều, những động cơ sử dụng nguồn điện xoay chiều được gọi là động cơ điện xoay chiều.

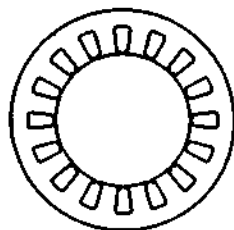
2-2. Cấu tạo của động cơ điện

Động cơ điện là thiết bị hoạt động dựa trên hiện tượng lực điện từ cho nên cấu tạo cơ bản của nó gồm có bộ phận điện là cuộn dây và bộ phận dẫn từ là lõi thép. Theo kết cấu, động cơ điện bao giờ cũng có 2 phần là phần tĩnh (stato) và phần quay (rôto) được ngăn cách nhau bằng khe hở không khí.

Stato là một khối thép hình vành khăn được đặt vừa khít trong một vỏ kim loại. Vỏ này có 2 nắp ở 2 đầu. Chính giữa 2 nắp có chứa 2 ổ bạc hoặc ổ bi. Vỏ và nắp có nhiệm vụ định vị cho rôto và stato được đồng tâm để khi quay, chúng không bị va chạm vào nhau.

Trong lòng stato người ta khoét các rãnh để đặt các cuộn dây gọi là các cuộn dây stato, nó có nhiệm vụ tạo ra từ trường quay. Tùy theo cấu tạo của các cuộn dây stato mà các rãnh này có thể bằng nhau hoặc có thể rộng, hẹp khác nhau.

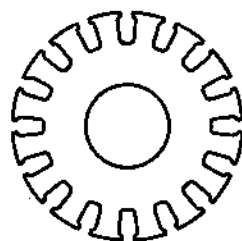
Để chống dòng Phuoc sinh nóng động cơ, stato không phải được đúc liền một khối mà được ghép bằng thép lá kỹ thuật điện mỏng, bên ngoài của các lá thép có phủ một lớp sơn cách điện. Đa số các stato đều nằm bên ngoài, chỉ trong một số trường hợp đặc biệt stato mới được đặt nằm bên trong (các loại quạt trần). Hình 2-3 mô tả một lá thép stato trong những động cơ thông dụng.



Hình 2-3. Hình dạng lá thép stato.

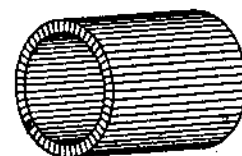
Rôto là một khối thép hình trụ cũng được ghép bằng thép lá kỹ thuật điện với rãnh ở mặt ngoài. Trong các rãnh có đặt các cuộn dây gọi là cuộn dây rôto. Chúng có nhiệm vụ sinh ra dòng điện cảm ứng để tác dụng tương hỗ với từ trường quay làm quay rôto.

Chính giữa tâm của rôto có một trục tròn và thẳng. Trục này sẽ được xuyên qua hai nắp của động cơ ở chỗ ổ bạc hoặc ổ bi để truyền chuyển động quay của rôto ra phía ngoài. Rôto này được gọi là rôto quấn dây. Nó có nhược điểm phải sử dụng bộ góp bằng chổi quét và vành khuyên nên hay hỏng và sinh nhiễu điện từ. Hình 2-4 mô tả một lá thép rôto quấn dây của động cơ điện thông dụng.



Hình 2-4. Hình dạng lá thép rôto quấn dây.

Đa số các động cơ không đồng bộ đang sử dụng trong kỹ thuật và dân dụng hiện nay đều sử dụng rôto có cuộn dây thường xuyên ngắn mạch. Loại rôto này có mặt ngoài được xẻ thành những rãnh. Bên trong các rãnh có các thanh đồng, nhôm hoặc nhôm pha chì, được nối với nhau ở hai đầu tạo thành một cái lồng (h. 2-5). Loại rôto này được gọi là rôto ngắn mạch hay rôto lồng sóc vì nó có dạng giống như cái lồng lồng nhốt sóc ở Bắc Âu. Mỗi đôi thanh nhôm có tác dụng như một khung dây khép kín, cả cái lồng hình thành một cuộn dây ngắn mạch.



Hình 2-5. Cấu tạo của rôto lồng sóc.

2-3. Công dụng và phân loại động cơ điện

So với động cơ hơi nước và động cơ đốt trong, động cơ điện có ưu điểm tiếng ồn nhỏ, không gây ô nhiễm cho môi trường, kích thước nhỏ gọn, dùng nguồn năng lượng rẻ tiền, tiện lợi trong sử dụng, có khả năng tự động hóa và điều khiển từ xa... Vì vậy, nó được sử dụng rộng rãi trong kỹ thuật cũng như trong dân dụng.

Trong dân dụng, động cơ điện dùng để phục vụ cho tiện nghi sinh hoạt của con người. Đó là quạt điện, tủ lạnh, điều hòa nhiệt độ, video, radio cassette, máy quay đĩa, máy bơm nước, máy xay xát nhỏ...

Trong công nghiệp, đa số các máy đều có nguồn động lực là động cơ điện. Ở đó, động cơ điện được sử dụng để truyền động lực cho các máy công cụ nhờ hệ thống truyền lực bằng puli, dây cuaroa, trục khuỷu và các bánh răng trung gian. Tùy theo yêu cầu về công suất mà các động cơ điện có thể có các kích thước khác nhau. Các động cơ điện có công suất lớn thì kích thước phải lớn và ngược lại. Theo cấu tạo và nguồn điện sử dụng, người ta chia động cơ thành động cơ điện một chiều và động cơ điện xoay chiều.

Động cơ điện một chiều có mômen khởi động lớn và có khả năng điều chỉnh vô cấp vận tốc quay nhưng do cấu tạo phức tạp nên chỉ sử dụng trong những trường hợp cần thiết như cần phải điều chỉnh vận tốc trơn, mịn trong một khoảng rộng và trong các thiết bị di động mà nguồn điện là pin và ắc quy.

Động cơ điện xoay chiều là loại động cơ được sử dụng phổ biến nhất trong kỹ thuật cũng như trong dân dụng. Bởi vậy, trong phạm vi của cuốn sách, chúng tôi sẽ dành nhiều thời gian để giới thiệu loại động cơ này.

Động cơ rôto ngắn mạch là loại động cơ xoay chiều thông dụng, chỉ trong những trường hợp đặc biệt người ta mới chế tạo rôto quấn dây.

Tùy theo nguồn điện xoay chiều cung cấp cho động cơ mà người ta phân động cơ điện xoay chiều làm 3 loại chính sau:

1. *Động cơ điện xoay chiều một pha*: là loại động cơ chỉ sử dụng một pha của lưới điện xoay chiều ba pha (một dây nóng và một dây nguội). Điện áp sử dụng của nó có thể là 110V có thể là 220V có ghi ở trên etyket của động cơ. Đặc điểm nhận biết là động cơ chỉ có 2 dây điện vào.
2. *Động cơ điện xoay chiều hai pha*: là loại động cơ chỉ sử dụng 2 pha của lưới điện xoay chiều ba pha (2 dây nóng). Điện áp sử dụng của nó thường là 220V hoặc 380V. Loại động cơ này chỉ có 2 dây điện vào. Sau này sẽ hiểu rõ, động cơ điện xoay chiều hai pha và động cơ điện xoay chiều một pha có thể gộp vào cùng một loại.
3. *Động cơ điện xoay chiều ba pha*: là loại động cơ sử dụng cả 3 pha của lưới điện xoay chiều ba pha (3 dây nóng). Điện áp pha của động cơ này có thể là 110V hoặc 220V còn điện áp dây của nó có thể là 220V, 380V hoặc 660V... Đặc điểm nhận biết của động cơ này là có 3 dây điện vào.

Chương 3. KIẾN THỨC CƠ BẢN VỀ DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU

3-1. Từ trường quay trong các động cơ điện xoay chiều

Như trên đã giới thiệu, động cơ điện xoay chiều hoạt động dựa trên nguyên lý lực điện từ và việc sử dụng từ trường quay, Từ trường quay là nguyên nhân cơ bản để động cơ điện quay.

Cấu tạo của động cơ điện xoay chiều gồm có hai phần chính là phần tĩnh (stato) và phần động (rôto). Rôto và stato đều được ghép bằng thép lá kỹ thuật điện mỏng và đều có xẻ các rãnh. Bên trong các rãnh có đặt các cuộn dây, gọi là cuộn dây rôto hoặc cuộn dây stato.

Các động cơ điện xoay chiều thông dụng hiện nay đều sử dụng rôto ngắn mạch (lồng sóc), chỉ trong những trường hợp đặc biệt người ta mới sử dụng rôto quấn dây.

Cuộn dây stato có tác dụng tạo ra từ trường quay khi có dòng điện biến thiên tuần hoàn chạy qua. Từ trường quay sẽ làm xuất hiện ở các cuộn dây rôto một suất điện động cảm ứng. Khi các cuộn dây rôto kín mạch, sẽ có dòng điện cảm ứng chạy

qua. Dòng điện này tác dụng tương hỗ với từ trường của stato để tạo nên mômen quay trên trục động cơ. Vì dòng điện trong rôto xuất hiện do hiện tượng cảm ứng điện từ nên động cơ không đồng bộ còn gọi là động cơ cảm ứng.

Nếu cuộn dây được chế tạo hoặc sửa chữa đúng, từ trường quay của stato phân bố trong đường kính lõi thép stato và khe hở giữa stato và rôto sẽ có dạng hình sin. Kết quả, làm cho động cơ làm việc tốt và ổn định. Nếu cuộn dây được chế tạo hoặc sửa chữa không đúng, từ trường quay của stato sẽ không có dạng hình sin. Kết quả làm méo và hạ thấp đặc tính mômen quay lúc khởi động, làm tổn thất năng lượng tăng lên, gây nóng và giảm hiệu suất làm việc của động cơ.

Trong quá trình sửa chữa, vẫn gặp trường hợp động cơ được quấn chuẩn theo số liệu gốc về số vòng và cỡ dây nhưng vận tốc quay không đạt được như cũ. Đó là sai lầm trong khi vẽ lại sơ đồ đấu dây của động cơ.

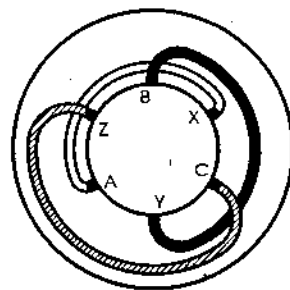
Sau đây, chúng tôi sẽ lần lượt giới thiệu cách tạo ra từ trường quay trong các loại động cơ điện xoay chiều thông dụng. Qua đó, làm cơ sở cho việc hiểu biết kiến thức về dây quấn trong các loại động cơ này.

3-1-1. Từ trường quay ở các cuộn dây stato động cơ điện xoay chiều ba pha

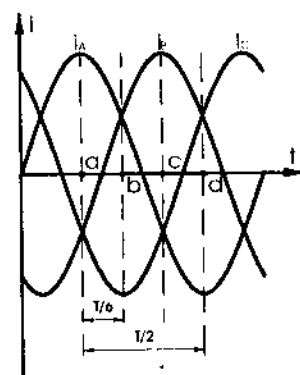
Động cơ điện xoay chiều ba pha là động cơ sử dụng cả 3 pha của lưới điện xoay chiều ba pha. Nhờ tính chất đặc biệt của dòng điện xoay chiều ba pha, từ trường quay trong động cơ điện xoay chiều ba pha được tạo ra một cách dễ dàng nhất. Trong phần này, chúng tôi xin giới thiệu cách tạo ra từ trường quay trong động cơ điện xoay chiều ba pha.

Trong các rãnh stato, người ta đặt cố định 3 cuộn dây AX, BY và CZ giống hệt nhau, lệch nhau 120° trong không gian (h. 3-1) rồi cho hệ thống dòng ba pha có cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch pha nhau 120° về thời gian (gọi là hệ thống dòng ba pha đối xứng) chạy qua (h. 3-2).

Để đơn giản, hãy coi như mỗi cuộn dây chỉ có một vòng dây; các đầu A, B, C được coi là đầu đầu của các cuộn dây; các đầu X, Y, Z được coi là đầu cuối của chúng và quy ước: ở bán chu kỳ dương của các dòng điện xoay chiều i_A, i_B, i_C trên hình 3-2; các cuộn dây stato có dòng điện chạy từ đầu đầu đến đầu cuối; đến bán chu kỳ âm thì dòng điện lại chạy ngược từ cuối đến đầu. Từ đó, vẽ được chiều dòng điện trên các cuộn dây tại các thời điểm như ở hình 3-3. Ở đây, các dấu nối được bỏ qua không vẽ, rôto lồng sóc được biểu thị là một vòng tròn bên trong stato, dòng điện đi vào cuộn dây được ký hiệu bằng dấu (+), dòng điện đi ra cuộn dây được ký hiệu bằng dấu (-).



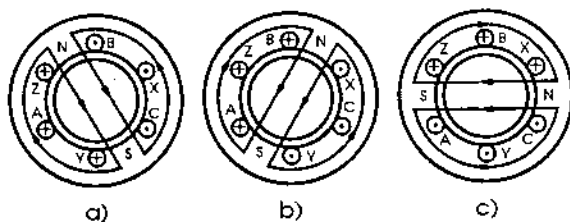
Hình 3-1. Ba cuộn dây đặt lệch nhau 120° trong không gian.



Hình 3-2. Đồ thị dòng điện xoay chiều ba pha.

Tại thời điểm *a*: nhìn vào hình 3-2 sẽ thấy, dòng điện i_A chạy trên cuộn AX dương, còn dòng điện i_B chạy trên cuộn BY và dòng điện i_C chạy trên cuộn CZ đều âm. Trên cuộn AX có dòng điện chạy từ đầu A đến đầu X, đầu A có dòng điện đi vào được đánh dấu (+), đầu X có dòng điện đi ra được đánh dấu (-), trên cuộn BY có dòng chạy từ đầu Y đến đầu B, đầu Y có dòng điện đi vào được đánh dấu (+), đầu B có dòng điện đi ra được đánh dấu (-). Tương tự, trên cuộn CZ cũng đánh được dấu (+) ở đầu Z và dấu (-) ở đầu C. Nhìn vào hình 3-3, *a* sẽ thấy, chiều dòng điện ở các đầu dây được chia làm hai cụm, cụm gồm các đầu Z, A, Y có dòng điện đi vào, còn cụm gồm các đầu B, X, C có dòng điện đi ra.

Các dòng điện trên khi chạy qua dây dẫn sẽ sinh ra xung quanh nó một từ trường với các đường sức được xác định theo quy tắc vụn nút chai (nếu cho cái vụn nút chai tiến theo chiều dòng điện thì chiều quay của cái vụn nút chai sẽ chỉ chiều của đường sức từ trường). Trên hình 3-3, *a*,



Hình 3-3. Sự hình thành cực từ trong cuộn dây stato động cơ điện xoay chiều ba pha.

cụm dây dẫn có dòng điện đi vào sẽ hình thành một từ trường có đường sức là những đường cong khép kín mà chiều của nó theo chiều kim đồng hồ, cụm dây dẫn có dòng điện đi ra cũng hình thành một từ trường với chiều đường sức ngược chiều kim đồng hồ (chiều mũi tên trên hình vẽ). Các đường sức bao giờ cũng hướng từ cực Bắc sang cực Nam (ra Bắc, vào Nam). Vì thế, chỗ nào có các đường sức đi ra sẽ là cực Bắc (N) còn chỗ nào có các đường sức đi vào sẽ là cực Nam (S). Như vậy, từ trường tổng hợp do các cuộn dây stato tạo ra trên hình 3-3, *a* đã hình thành cực từ với một cặp cực N-S.

Tại thời điểm *b*: dòng i_A chạy qua cuộn AX và dòng i_B chạy qua cuộn BY đều dương, còn dòng i_C chạy qua cuộn CZ âm. Trên hình 3-3, *b* các đầu A, Z, B được đánh dấu (+), các đầu X, C, Y được đánh dấu (-). Theo chiều dòng điện cũng vẽ được chiều đường sức và theo chiều đường sức cũng xác định được một cặp cực N-S như ở thời điểm *a*. Nhưng ở đây, chúng đã quay đi được một góc 60° theo chiều kim đồng hồ.

Tương tự cũng xác định được tại thời điểm *c*, từ trường do cuộn dây stato sinh ra cũng hình thành một cặp cực N-S nhưng đã quay thêm được 60° nữa theo chiều kim đồng hồ (h. 3-3, *c*).

Rõ ràng, dòng điện xoay chiều ba pha này đã hình thành một từ trường và quay trong không gian bên trong stato. Trong trường hợp đã cho ở trên, từ trường này quay theo chiều kim đồng hồ, thực hiện được một góc 60° sau một khoảng thời gian bằng $1/6$ chu kỳ ($T/6$). Do đó, sẽ quay được cả một vòng sau thời gian bằng cả chu kỳ.

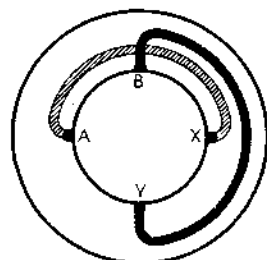
Từ trường quay đã được tạo ra trong động cơ điện xoay chiều ba pha. Thay đổi chiều quay của từ trường được thực hiện bằng cách, đổi vị trí của 2 trong 3 đầu dây của lưới điện đấu vào động cơ.

3-1-2. Từ trường quay ở cuộn dây stato động cơ điện xoay chiều hai pha

Động cơ điện xoay chiều hai pha là loại động cơ sử dụng 2 pha điện của lưới điện xoay chiều ba pha.

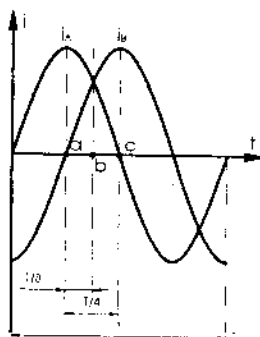
Bây giờ, chúng tôi sẽ giới thiệu cách tạo ra từ trường quay ở cuộn dây stato khi chỉ có 2 pha của lưới điện xoay chiều ba pha.

Trong các rãnh của lõi thép stato, người ta đặt 2 cuộn dây cố định AX và BY giống hệt nhau, lệch nhau trong không gian một góc 90° (h. 3-4) rồi cho 2 dòng điện cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch pha nhau 90° (1/4 chu kỳ) về thời gian $i_A = I_m \sin \omega t$ và $i_B = I_m \sin(\omega t - 90^\circ)$ chạy qua (h. 3-5).



Hình 3-4. Hai cuộn dây đặt lệch nhau 90° trong không gian.

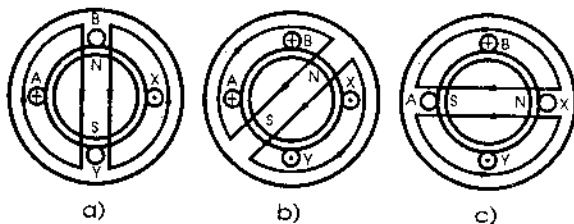
Để đơn giản; cũng coi như mỗi cuộn dây chỉ có một vòng dây; các đầu A, B được coi là đầu của các cuộn dây; các đầu X, Y được coi là cuối của chúng và cũng quy ước: ở bán chu kỳ dương của các dòng điện xoay chiều i_A và i_B trên hình 3-5; dòng điện chạy từ đầu đầu đến đầu cuối của các cuộn dây; đến bán chu kỳ âm thì dòng điện lại chạy ngược lại. Từ đó, vẽ được chiều của dòng điện trên các cuộn dây tại các thời điểm a, b, c như ở hình 3-6.



Hình 3-5. Hai dòng điện lệch pha nhau 90° .

Tại thời điểm a, trên hình 3-5, dòng i_A dương, còn dòng i_B bằng không. Như vậy, trên hình 3-6, a có dòng điện chạy từ đầu A đến đầu X của cuộn AX, còn trên cuộn BY không có dòng chạy qua. Đầu A được đánh dấu (+), đầu X được đánh dấu (-). Theo chiều dòng điện, vẽ được chiều đường sức theo quy tắc vụn nút chai và theo chiều đường sức, xác định được một cặp cực N - S.

Tại thời điểm b, trên hình 3-5, dòng i_A và dòng i_B đều dương. Như vậy, trên hình 3-6, b; cuộn AX có dòng chạy từ đầu A đến đầu X còn cuộn BY có dòng chạy từ đầu B đến đầu Y; các đầu A, B đánh dấu (+); các đầu X, Y được đánh dấu (-). Theo chiều dòng điện, vẽ được các đường sức và theo chiều đường sức cũng xác định được một cặp cực N - S như ở thời điểm a nhưng đã quay đi được một góc 45° theo chiều kim đồng hồ.



Hình 3-6. Sự hình thành cực từ ở cuộn dây stato động cơ điện xoay chiều hai pha.

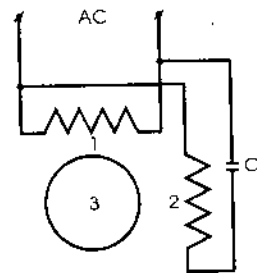
Tương tự, cũng xác định được tại thời điểm c, từ trường của các cuộn dây stato cũng hình thành một cặp cực N - S nhưng đã quay thêm được 45° nữa theo chiều như cũ (h. 3-6. c).

Rõ ràng, dưới tác dụng của 2 dòng điện xoay chiều lệch pha nhau một góc 90° về thời gian, từ trường do các cuộn dây stato tạo ra đã hình thành cực từ, có chiều

biến đổi trong không gian bên trong stato. Trong trường hợp đã cho ở trên, từ trường này quay theo chiều kim đồng hồ, thực hiện được một góc 45° sau khoảng thời gian $1/8$ chu kỳ ($T/8$). Do đó, sẽ quay được một vòng sau thời gian bằng một chu kỳ. Từ trường quay trong động cơ điện xoay chiều hai pha đã được tạo ra. Đối chiều quay của từ trường sẽ được thực hiện bằng cách, đảo chéo đầu một trong hai cuộn dây nói trên.

Hai pha điện của dòng điện ba pha có góc lệch pha 120° (tức $1/3$ chu kỳ). Do đó, nếu sử dụng động cơ hai pha vào lưới điện ba pha, dù có đúng điện áp định mức thì hiệu suất của nó cũng bị giảm, vì góc lệch pha về không gian 90° không phù hợp với góc lệch pha về thời gian 120° .

Trên thực tế, để có được 2 dòng điện cùng biên độ nhưng lệch pha nhau một góc 90° về thời gian (tức $1/4$ chu kỳ) người ta đấu nối tiếp tụ điện vào một trong hai cuộn dây trên (h. 3-7). Tính chất này của dòng điện xoay chiều, chúng tôi đã trình bày trước trong mục 1-3. Trên hình 3-7, rôto lồng sóc 3 được ký hiệu là một vòng tròn, các cuộn dây 1 và 2 được vẽ vuông góc với nhau xung quanh rôto để biểu thị rằng, chúng được đặt lệch nhau 90° (độ điện) trong không gian. Thông thường, người ta không vẽ rôto 3 mà chỉ vẽ hai cuộn dây vuông góc. Như thế cũng đủ hiểu, chúng được đặt lệch nhau trong không gian 90° độ điện.



Hình 3-7. Dùng tụ điện để tạo ra hai dòng điện xoay chiều lệch pha 90° .

Ở đây, cần phân biệt khái niệm, 2 cuộn dây đặt lệch nhau trong không gian 90° độ điện khác với khái niệm 2 cuộn dây đặt lệch nhau trong không gian 90° độ hình học.

Một góc bằng 360° trong không gian khi một cạnh của góc quét hết một vòng tròn, còn 360° độ điện là góc từ một cực từ này đến một cực từ tiếp theo cùng tên. Do đó, 90° độ điện có thể bằng 90° độ hình học nếu như động cơ chỉ có 2 cực, sẽ bằng một nửa 90° độ hình học nếu như động cơ có số cực gấp đôi... Chúng tôi sẽ giới thiệu lại vấn đề này trong mục 3-4.

Động cơ điện xoay chiều hai pha đấu theo hình 3-7, có thể sử dụng được cả ở lưới điện hai pha (2 dây nóng) cũng như lưới điện một pha thông thường (một dây nóng, một dây nguội). Chẳng hạn, một động cơ điện xoay chiều hai pha điện áp $220V$ có thể mắc vào 2 dây nóng của mạng điện ba pha hình tam giác $3 \times 220V$ hoặc cũng có thể mắc vào một dây nóng và một dây nguội của lưới điện ba pha hình sao $220/380V$. Lúc này, nó hoạt động như một động cơ điện xoay chiều một pha. Ở mục sau sẽ thấy, động cơ điện xoay chiều hai pha chỉ là một dạng đặc biệt của động cơ điện xoay chiều một pha.

3-1-3 Từ trường quay ở cuộn dây stato động cơ điện xoay chiều một pha

Động cơ điện xoay chiều một pha là loại động cơ có công suất nhỏ (cỡ vài kilôoat trở lại), nó được sử dụng khá rộng rãi trong kỹ thuật cũng như trong dân dụng do dùng được ở mạng điện một pha $110V$ hay $220V$ thông thường. Động cơ điện xoay chiều một pha có rôto lồng sóc và cuộn dây một pha đặt trong rãnh stato. Bây giờ chúng tôi sẽ giới thiệu cách tạo ra từ trường quay trong loại động cơ này.

Giả sử, trong rãnh lõi thép stato chỉ đặt một cuộn dây thì khi cho dòng điện xoay chiều một pha chạy qua, trong động cơ chỉ sinh ra từ trường đập mạch (tức không có từ trường quay). Từ trường này có thể phân tích thành hai từ trường quay trong không gian với vận tốc và độ lớn bằng nhau nhưng ngược chiều. Do vậy, mômen quay tổng hợp ở trên rôto bằng không. Kết quả, động cơ không thể quay được.

Lúc này, nếu dùng lực cơ học mới cho động cơ quay theo chiều nào đó thì nó sẽ quay theo chiều ấy nhưng do có mômen khởi động rất nhỏ nên động cơ quay lờ đờ và gần như không kéo được tải. Để khởi động động cơ điện xoay chiều một pha người ta phải sử dụng những sơ đồ đặc biệt như dùng cuộn dây phụ khởi động hay dùng vòng đồng chập mạch. Sau đây, chúng tôi xin trình bày lần lượt từng loại sơ đồ kể trên.

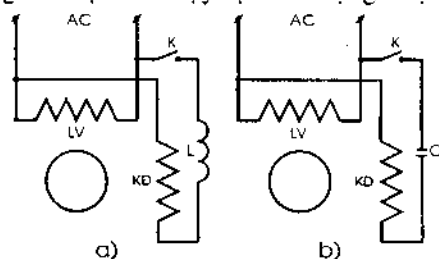
1. Khởi động động cơ điện xoay chiều một pha bằng cuộn dây phụ khởi động

Để tạo ra từ trường quay trong thời gian khởi động, người ta đặt thêm vào trong lõi thép stato một cuộn dây thứ hai nữa gọi là cuộn dây phụ khởi động (thường gọi là cuộn đề hay cuộn khởi động). Cuộn dây thứ nhất được gọi là cuộn chạy, cuộn công tác hay cuộn làm việc.

Cuộn khởi động được đặt lệch trong không gian so với cuộn làm việc một góc 90° (độ điện), tương tự như cuộn dây thứ hai của động cơ điện xoay chiều hai pha. Ở đây, nó là cuộn dây phụ và đôi khi chỉ sử dụng trong thời gian khởi động nên kích thước dây nhỏ hơn cuộn làm việc. Khi gặp một động cơ mà được quấn bằng hai, ba cỡ dây thì có thể khẳng định ngay là động cơ điện xoay chiều một pha.

Để có được từ trường quay như ở động cơ điện xoay chiều hai pha, người ta cũng làm cho dòng điện trong cuộn dây làm việc và cuộn dây khởi động lệch nhau 90° về thời gian ($1/4$ chu kỳ) bằng cách đấu nối tiếp với cuộn dây phụ khởi động một cuộn cảm hoặc một tụ điện (h. 3-8). Động cơ điện như vậy tự khởi động được khi đấu vào lưới điện một pha. Đấu bằng cuộn cảm, dòng điện trong cuộn làm việc và cuộn khởi động không bao giờ đạt được lệch pha đúng 90° nên mômen khởi động nhỏ, ít thấy dùng. Khi đấu bằng tụ điện, điều kiện lệch pha gần 90° được thực hiện nên được sử dụng khá rộng rãi do có mômen khởi động lớn.

Như vậy, động cơ điện xoay chiều một pha dùng cuộn dây phụ khởi động có nguyên tắc hoạt động giống hết động cơ điện xoay chiều hai pha. Điểm khác nhau duy nhất ở đây là, cả 2 cuộn dây của động cơ điện xoay chiều hai pha được quấn cùng cỡ dây còn cuộn dây khởi động trong động cơ điện xoay chiều một pha được quấn bằng cỡ dây bé hơn cỡ dây cuộn làm việc. Có thể dùng động cơ điện xoay chiều hai pha để mắc vào mạng điện xoay chiều một pha hoặc cũng có thể dùng động cơ điện xoay chiều một pha để mắc vào 2 dây pha của mạng điện xoay chiều ba pha. Miễn sao, vẫn đảm bảo đúng điện áp làm việc của động cơ là được.



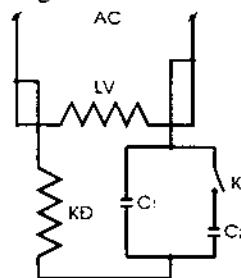
Hình 3-8. Mạch điện nguyên lý động cơ điện xoay chiều một pha: a) đấu nối tiếp cuộn cảm với cuộn dây phụ khởi động; b) đấu nối tiếp tụ điện với cuộn dây phụ khởi động.

Tuy nhiên, trong thực tế người ta không chế tạo động cơ điện xoay chiều hai pha. Khi đã có được 2 pha của lưới điện xoay chiều ba pha thì chắc chắn sẽ có được cả 3 pha điện của nó. Sử dụng động cơ điện xoay chiều ba pha ở những nơi đó sẽ có lợi hơn nhiều vì vừa có khả năng cho công suất lớn vừa có kích thước nhỏ gọn lại tiêu tốn ít điện năng hơn. Còn những nơi chỉ có lưới điện một pha thông thường thì đã có động cơ điện xoay chiều một pha đáp ứng.

Vì thế, kể từ đây, hãy coi như động cơ điện xoay chiều hai pha và động cơ điện xoay chiều một pha chỉ là một và gọi chung là động cơ điện xoay chiều một pha. Nói đến động cơ điện xoay chiều một pha thì phải hiểu, đó là loại động cơ 2 dây, có thể là một dây nóng và một dây nguội, có thể là cả 2 dây đều nóng.

Trong động cơ điện xoay chiều một pha, cuộn dây phụ khởi động có thể được đấu liên tục trong suốt thời gian vận hành, có thể chỉ sử dụng trong thời gian khởi động. Đấu liên tục sẽ cho mômen khởi động lớn, nhưng hiệu suất làm việc thấp (hiệu suất làm việc là tỷ số giữa công suất thực hiện được trên trục động cơ và công suất tiêu thụ từ nguồn). Nghĩa là, tổn điện và sinh nhiệt vô ích trên bầu động cơ. Đấu không liên tục sẽ cho hiệu suất cao hơn nhưng mômen khởi động lại giảm.

Để cải thiện đặc tính khởi động của động cơ điện xoay chiều một pha, có khi người ta sử dụng 2 tụ điện, một để khởi động, được ngắt ra khi động cơ đã đạt lên tới 70 đến 80% vận tốc định mức và một thường trực, luôn đấu nối tiếp với cuộn khởi động (h. 3-9). Khi đó, cả mômen khởi động và hiệu suất của động cơ đều được cải thiện. Để ngắt cuộn khởi động ra khỏi lưới điện sau khi động cơ đã quay đều, người ta dùng công tắc kiểu li tâm, rôle từ, rôle nhiệt hoặc rôle điện tử. Công dụng và cách sử dụng từng loại, chúng tôi sẽ nói kỹ trong mục 4-2-1.

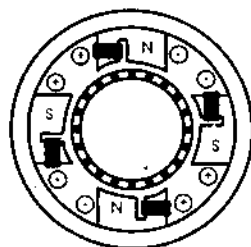


Hình 3-9. Dùng hai tụ điện để cải thiện đặc tính khởi động cho động cơ điện xoay chiều một pha.

2. Khởi động động cơ điện xoay chiều một pha bằng vòng đồng chập mạch

Với những động cơ điện xoay chiều một pha có công suất rất nhỏ (cỡ vài trăm oát), người ta không dùng cuộn dây phụ mà dùng vòng đồng chập mạch để khởi động. Đó là loại có kết cấu đơn giản nhất trong các loại động cơ điện xoay chiều hiện nay. Ở đây, vòng chập mạch đóng vai trò cuộn dây phụ khởi động, stato cực lõi và cuộn dây quấn tập trung (tổ bối đơn). Loại động cơ này thường gọi tắt là động cơ vòng chập (h. 3-10).

Trên khoảng 1/3 bề rộng của mỗi lõi thép cực lõi, người ta đặt một vòng đồng, đóng vai trò như vòng dây thứ cấp của máy biến áp. Trong đó, cuộn sơ cấp chính là các bối dây cực. Khi có dòng điện xoay chiều một pha chạy vào cuộn dây stato, trong mạch từ stato sẽ xuất hiện từ thông đập mạch Φ . Từ thông này, khi đi qua mỗi cực sẽ phân thành hai thành phần. Thành phần đi qua phần lõi cực có vòng đồng ngắn mạch là Φ' , thành phần đi qua phần lõi cực không có vòng ngắn mạch là Φ'' . Φ' sẽ làm xuất hiện trong vòng đồng ngắn



Hình 3-10. Mặt cắt ngang động cơ điện xoay chiều một pha kiểu vòng chập mạch.

mạch một suất điện động cảm ứng e_{nm} , và do đó có một dòng điện ngắn mạch i_{nm} chạy qua. i_{nm} lại tạo nên một từ thông Φ_{nm} có chiều chống lại từ thông Φ' sinh ra nó. Hai từ thông Φ' và Φ_{nm} trừ khử lẫn nhau sẽ còn lại từ thông Φ_p chạy trong phần mạch từ có vòng ngắn mạch và khép mạch qua rôto. Từ thông này được gọi là từ thông phụ. Còn lại từ thông Φ'' là thành phần từ thông đi qua phần lõi cực không có vòng ngắn mạch và cũng khép mạch từ qua lõi thép rôto. Từ thông này được gọi là từ thông chính.

Kết quả, thu được từ thông chính và từ thông phụ lệch nhau về không gian một góc α và lệch nhau về thời gian một góc β . Hai từ thông lệch nhau trong không gian và thời gian sẽ tạo nên từ trường quay làm cho rôto lồng sóc quay về phía có vòng khép mạch. Xin nhấn mạnh, bao giờ rôto cũng quay về phía có vòng khép mạch. Cho nên, vòng khép mạch ở các cực luôn được đặt thống nhất về cùng một phía.

Động cơ điện xoay chiều một pha kiểu vòng khép có ưu điểm: kết cấu đơn giản, làm việc tin cậy, dễ chế tạo, dễ sửa chữa; nếu phát hiện chính xác bởi dây cực hỏng, có thể tháo riêng bởi đó ra để sửa mà không làm hỏng bởi dây bên cạnh. Nhược điểm chủ yếu của động cơ này là hiệu suất thấp vì có tổn hao đáng kể ở vòng đồng ngắn mạch làm nóng động cơ. Từ trường quay của nó không phải là hình sin mà là hình bầu dục cho nên mômen khởi động nhỏ và không thể chế tạo động cơ có công suất lớn.

3-2. Xử lý vận tốc trong động cơ điện xoay chiều

Trong các động cơ điện nói chung và động cơ điện xoay chiều nói riêng, vận tốc quay là một chỉ tiêu rất quan trọng. Muốn thỏa mãn được trong mọi lĩnh vực của sản xuất và dân dụng, động cơ cần phải có các vận tốc quay thích hợp. Nếu như, loại máy công cụ này cần động cơ kéo có vận tốc quay 2800v/g/ph thì loại máy công cụ kia lại cần động cơ kéo với vận tốc quay 1500v/g/ph... Vận tốc quay của các loại động cơ điện đã được các nhà chế tạo tính toán sẵn và được ghi trên etyket hoặc catalog của chúng. Khi sửa chữa, không nên tùy tiện thay đổi vì có thể dẫn đến hậu quả, hoặc phá hỏng các máy công cụ hoặc gây ra quá tải làm cháy động cơ. Việc thay đổi vận tốc quay của động cơ chỉ được áp dụng khi có sự thay đổi tải của nó.

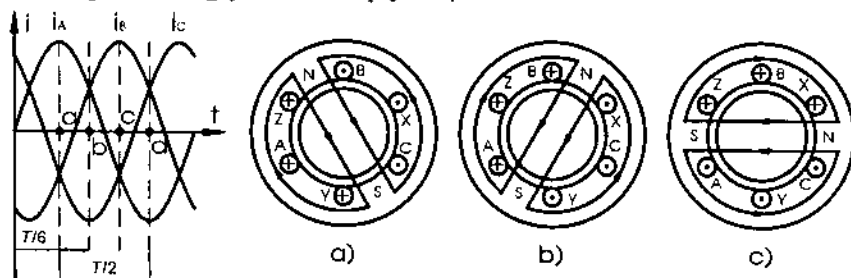
Nhìn chung, các loại động cơ có vận tốc quay càng chậm thì kết cấu cuộn dây càng phức tạp và ngược lại. Ngày nay, xu thế sử dụng động cơ điện có vận tốc quay chậm ngày càng phổ biến vì ít gây tiếng ồn và tiết kiệm điện. Các động cơ điện xoay chiều một pha sử dụng làm quạt điện là một ví dụ điển hình. Các quạt điện có chất lượng cao là quạt có vận tốc quay chậm nhưng nhiều gió. Bởi vì, điều người ta quan tâm là lượng gió do quạt tạo ra (được tính bằng m^3/ph) chứ không phải là vận tốc quay của nó. Quạt có vận tốc quay nhanh mà ít gió thường tiêu tốn nhiều điện, bầu nóng, gây ồn và xoáy, ảnh hưởng đến sức khỏe người sử dụng. Dĩ nhiên, các quạt quay chậm muốn có lượng gió lớn và tản thì phải được lắp cánh to và cong.

Vậy thì, vấn đề đặt ra là, cái gì quyết định đến vận tốc quay của động cơ điện và muốn thay đổi vận tốc quay của chúng thì xử lý như thế nào? Hiểu được điều đó sẽ giúp người thợ sửa chữa nắm vững được cơ sở lý thuyết của công nghệ lồng, đấu cuộn dây trong động cơ điện và có khả năng thành lập được sơ đồ đấu dây cho bất

cứ loại động cơ nào, kể cả trường hợp đã bị phá mất cuộn dây cũ. Có hai phương pháp là phương pháp xử lý bằng điện từ và phương pháp xử lý bằng điện tử.

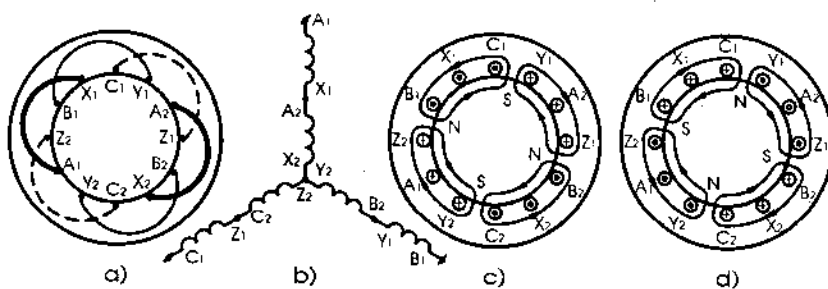
3-2-1. Phương pháp xử lý bằng điện từ

Như chúng tôi đã trình bày, các động cơ không đồng bộ có vận tốc quay của rôto gần bằng vận tốc quay của từ trường do cuộn dây stato tạo ra. Vậy muốn biết vận tốc quay của động cơ phụ thuộc vào cái gì thì cần phải xét xem, vận tốc quay của từ trường do những yếu tố nào quyết định.



Hình 3-11. Sự hình thành cực từ trong động cơ điện xoay chiều ba pha khi có 3 cuộn dây.

Ở phần trước, khi nghiên cứu cách tạo ra từ trường quay trong động cơ điện xoay chiều ba pha (mục 3-1-1) đã kết luận, nếu có 3 cuộn dây đặt lệch nhau trong không gian 120 độ điện thì từ trường quay sẽ có một cặp cực $N - S$ (2 cực) và thực hiện một góc quay 60° sau khoảng thời gian $1/6$ chu kỳ ($T/6$). Do đó, sẽ quay được một vòng sau cả chu kỳ ($h. 3-11$). Bây giờ, nếu chia 3 cuộn dây AX, BY và CZ ra làm 6 cuộn dây nhỏ giống hệt nhau $A_1X_1 - A_2X_2; B_1Y_1 - B_2Y_2; C_1Z_1 - C_2Z_2$. Nghĩa là, số cuộn dây gấp 2 lần lớn hơn và dấu chúng như hình 3-12, a, b thì khi đấu điện xoay chiều ba pha vào sẽ được từ trường quay có gấp đôi số cực. Nghĩa là, có 2 cặp cực (4 cực).



Hình 3-12. Sự hình thành cực từ trong động cơ điện xoay chiều ba pha khi có 6 cuộn dây nhỏ.

Thật vậy, ở thời điểm a , dòng i_A chạy trên các cuộn $A_1X_1 - A_2X_2$ dương còn dòng i_B chạy trên các cuộn $B_1Y_1 - B_2Y_2$ và dòng i_C chạy trên các cuộn $C_1Z_1 - C_2Z_2$ đều âm. Trên các cuộn $A_1X_1 - A_2X_2$ có dòng chạy từ đầu A_1 đến đầu X_2 . Các đầu A_1, A_2 được đánh dấu (+), các đầu X_1, X_2 được đánh dấu (-). Trên các cuộn $B_1Y_1 - B_2Y_2$ có dòng chạy từ đầu Y_2 đến đầu B_1 . Các đầu Y_2, Y_1 được đánh dấu (+), các đầu B_2, B_1 được đánh dấu (-). Trên các cuộn $C_1Z_1 - C_2Z_2$ có dòng chạy từ đầu Z_2 đến đầu C_1 . Các đầu Z_2, Z_1 được đánh dấu (+), các đầu C_2, C_1 được đánh dấu (-) ($h. 3-12, c$). Nhìn vào

hình 3-12, c sẽ thấy, chiều dòng điện trong các đầu dây được chia làm 4 cụm. Theo từng cụm chiều dòng điện, vẽ được các chiều đường sức theo quy tắc vận nút chai và theo chiều đường sức, xác định được 2 cực *S* và 2 cực *N* như trên hình 3-12, c.

Bằng cách như vậy cũng xác định được tại thời điểm *d*, từ trường do cuộn dây stato tạo ra cũng có 4 cực, nhưng đã quay được một góc 90° sau thời gian $1/2$ chu kỳ ($T/2$). Vì thế, sẽ quay được 180° (nửa vòng tròn) sau thời gian cả chu kỳ (*h.* 3-12, *d*). Như vậy, so với trường hợp dùng 3 cuộn dây để có 2 cực thì khi dùng 6 cuộn dây để có 4 cực, vận tốc quay của từ trường đã giảm đi một nửa.

Với cách làm tương tự, đối với động cơ điện xoay chiều hai pha và một pha cũng nhận thấy rằng, khi số cuộn dây tăng lên gấp đôi thì số cực cũng tăng lên gấp 2 lần và vận tốc quay của từ trường cũng sẽ giảm đi một nửa.

Một cách tổng quát, vận tốc quay của từ trường trong động cơ điện xoay chiều nói chung được biểu thị qua công thức:

$$n = \frac{60f}{p}, \quad (3-1)$$

n - vận tốc quay của từ trường quay (vg/ph);

f - tần số dòng điện lưới (Hz);

p - số cặp cực (bằng một nửa số cực).

Theo công thức (3-1) thì, vận tốc quay của từ trường (còn gọi là vận tốc đồng bộ) tỉ lệ thuận với tần số điện lưới và tỉ lệ nghịch với số cặp cực của động cơ điện. Muốn thay đổi vận tốc quay của từ trường (cũng tức là thay đổi vận tốc quay của động cơ) cần phải thay đổi số cực hoặc thay đổi tần số điện lưới. Tần số điện lưới là một đại lượng bất biến (50Hz), nên vận tốc quay của động cơ điện xoay chiều chủ yếu phụ thuộc vào số cực của nó. Số cực của động cơ điện xoay chiều bao giờ cũng là số chẵn: 2 cực ($p=1$), 4 cực ($p=2$), 6 cực ($p=3$), 8 cực ($p=4$)... Theo đó, vận tốc đồng bộ (vận tốc quay của từ trường) sẽ có các loại 3000vg/ph, 1500vg/ph, 1000vg/ph, 750vg/ph...

Ở chế độ không tải, vận tốc quay của động cơ điện xấp xỉ bằng vận tốc đồng bộ. Khi chạy đủ tải, vận tốc quay của động cơ thường đạt từ 94 đến 98% vận tốc đồng bộ. Cá biệt, có loại chỉ đạt 90% vận tốc đồng bộ.

Trên etyket hoặc catalog của động cơ, người ta thường ghi vận tốc quay của nó ở chế độ đủ tải. Qua đó, có thể suy ra được vận tốc đồng bộ và từ vận tốc đồng bộ sẽ tính được số cực của động cơ theo công thức (3-1).

Ví dụ. Một quạt bàn cánh 400mm, trong catalog có ghi vận tốc quay 1400vg/ph. Có thể suy ra quạt này có vận tốc đồng bộ 1500vg/ph. Từ công thức (3-1) sẽ tính ra số cực của quạt là:

$$n = \frac{60f}{p} \Rightarrow p = \frac{60f}{n} = \frac{60.50}{1500} = 2 \text{ cặp}$$

Vậy, khi sửa chữa, cần phải quán sao cho quạt này có 2 cặp cực (4 cực) thì mới đạt được vận tốc như cũ.

Việc tạo nên số cực đúng là điều đặc biệt cần thiết trong khi sửa chữa động cơ điện. Muốn có số cực đúng cần lưu ý đến 3 yếu tố cơ bản tạo nên số cực. Đó là, số

cuộn dây nhỏ (sau này sẽ gọi là tổ bối dây), độ rộng (tính bằng số rãnh) của các cuộn dây nhỏ và cách đấu các cuộn dây lại với nhau.

Cần phải nói thêm rằng, tuy số cực là yếu tố chính quyết định vận tốc quay của các loại động cơ điện nhưng để có thể quay đúng vận tốc ở chế độ có tải thì phải xét đến công suất của động cơ nữa. Công suất mà không đủ để kéo tải thì động cơ sẽ bị quay chậm lại, trường hợp xấu có thể làm cháy động cơ.

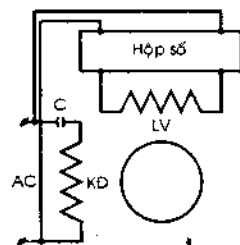
Công suất động cơ chủ yếu lệ thuộc vào thể tích lõi thép rôto, thể tích lõi thép stato và kích thước dây quấn động cơ. Khi sửa chữa, chỉ cần quan tâm đến kích thước dây quấn là đủ. Kích thước dây quấn mà quá nhỏ thì khi kéo tải, động cơ sẽ bị quay chậm lại và phát nóng, rất khó xử lý.

Ngoài ra, trong một số loại động cơ điện dùng trong dân dụng (quạt điện chẳng hạn) còn có yêu cầu thường xuyên thay đổi vận tốc quay. Trong trường hợp này, phương pháp thay đổi số cực tỏ ra kém hiệu quả do vận tốc quay bị thay đổi quá đột ngột và phải sử dụng các loại chuyển mạch phức tạp. Đối với các loại động cơ này, người ta thường dùng phương pháp thay đổi điện áp đặt vào một trong các cuộn dây để thay đổi vận tốc quay của nó (h. 3-13).

Trong phương pháp này, cuộn dây đầu nối tiếp với tụ khởi động được đấu cố định với lưới điện còn cuộn dây làm việc đấu qua hộp số hoặc các cuộn dây số để thay đổi điện áp đặt lên nó.

Trên thực tế, người ta hay dùng các sơ đồ đặc biệt để thay đổi điện áp đặt vào cả 2 cuộn dây để đạt hiệu quả điều khiển vận tốc tốt hơn. Trong mục "Các động cơ điện xoay chiều có cuộn dây số" sẽ trình bày rõ từng loại sơ đồ nói trên.

Đối với những động cơ dùng trong công nghiệp, người ta thường dùng hộp giảm tốc để điều chỉnh từng cấp cho các vận tốc cố định hoặc dùng động cơ vô cấp hay hộp biến tần để điều chỉnh vận tốc trơn và mịn trong một dải rộng. Nguyên tắc hoạt động của những thiết bị này chúng tôi sẽ giới thiệu riêng trong chương 10.



Hình 3-13. Thay đổi điện áp đặt vào các cuộn dây để thay đổi vận tốc của động cơ.

3-2-2. Phương pháp xử lý bằng điện tử

Trước đây, mạch điện tử chỉ dùng để điều chỉnh vận tốc cho một số loại quạt kiểu vòng chập nhưng hiện nay đã áp dụng cho tất cả các loại động cơ và quạt điện xoay chiều khác.

Trong các động cơ và quạt điện xoay chiều sử dụng mạch điện tử thế hệ cũ, cuộn dây stato thường không có các cuộn dây số lồng chung. Mạch điện tử ở đây đóng vai trò như một cuộn dây số lắp ngoài. Nó có nhiệm vụ, làm thay đổi dòng điện (điện áp) xoay chiều đưa vào động cơ (quạt) để điều chỉnh vận tốc của chúng. Sau đây, chúng tôi xin phân tích cho hai loại mạch cụ thể.

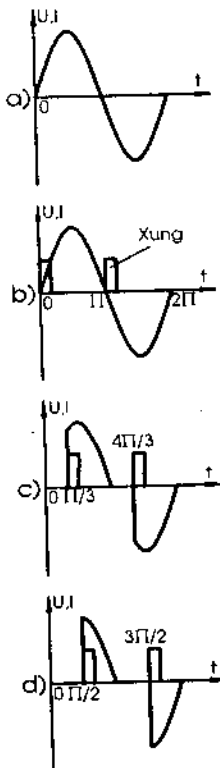
1. Mạch điều khiển bằng linh kiện rời

Trong các loại quạt có nguồn gốc từ Liên Xô (cũ) hay sử dụng mạch điều khiển bằng linh kiện rời. Mạch điện nguyên lý của nó được thể hiện trên hình 3-14. Gồm

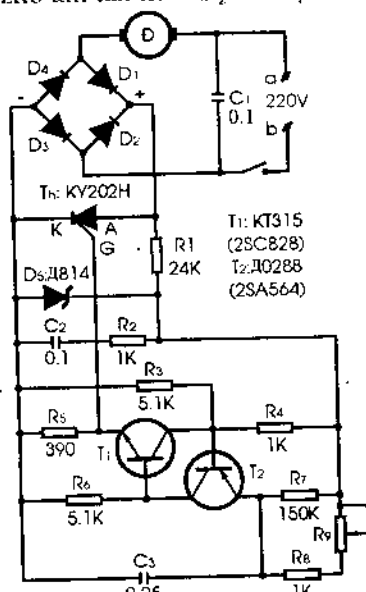
có cầu diôt $D_1 + D_4$; tirixto T_h ; điện trở phân áp R_1 ; diôt ổn áp D_5 ; mạch lọc nguồn R_2, C_2 ; bộ tạo xung gồm tranzito âm tần ngược T_1 ; tranzito âm tần xuôi T_2 và một số điện trở, tụ điện khác.

Giả sử, ở nửa chu kỳ đầu của điện áp mạng bên ngoài, đầu dây a có điện áp dương hơn đầu dây b , dòng điện sẽ chạy từ đầu dây a , qua quạt, qua diôt D_1 , qua tirixto T_h , qua diôt D_3 rồi về đầu dây b . Đến nửa chu kỳ sau, đầu dây b có điện áp dương hơn đầu dây a . Dòng điện lại chạy ngược từ đầu dây b qua diôt D_2 , qua tirixto T_h , qua diôt D_4 , qua quạt rồi về đầu dây a . Như vậy, trong cả 2 nửa chu kỳ, dòng điện chạy qua quạt đã đổi chiều 2 lần (giống như dòng điện 50Hz ở mạch ngoài) còn dòng chạy qua tirixto thì có chiều không đổi từ A (anôt) đến K (catôt).

Người ta tính toán sao cho, trong cả 2 nửa chu kỳ đều có 2 xung bằng nhau do bộ dao động tích thoát đưa tới cực G của tirixto. Do vậy, biên độ của dòng điện xoay chiều chạy qua quạt trong cả 2 nửa chu kỳ luôn luôn được đối xứng. Quạt chạy bình thường. Bây giờ, nếu khống chế được dòng điện (điện áp) trên tirixto thì sẽ khống chế được dòng điện (điện áp) trên quạt và sẽ điều khiển được vận tốc quạt.



Hình 3-15. Dòng xung điều khiển để khống chế dòng chạy qua quạt.



Hình 3-14. Mạch điều chỉnh vận tốc trong quạt bầu CATYPH - 2.

Tirixto có đặc điểm, chỉ cần đưa vào cực của G của nó một xung điều khiển rất nhỏ (cỡ vài chục miliampe) là đã có thể điều khiển được dòng điện ra đến hàng trăm ampe và điện áp đến hàng nghìn vôn. Xung đó do bộ tạo xung T_1, T_2 đưa tới.

Khi điều chỉnh chiết áp R_9 , người ta đã làm thay đổi hằng số thời gian $\tau = RC$ của mạch (R gồm R_8 và R_9 ; C tức tụ C_3). vì vậy, tần số dao động của bộ tạo xung được thay đổi. Tần số dao động thay đổi tức là thời điểm tạo xung thay đổi. Thời điểm tạo xung sẽ quyết định dòng chạy qua quạt là lớn hay bé. Hình 3-15 mô tả quan hệ giữa thời điểm tạo xung với dòng điện chạy qua quạt.

Trên hình 3-15, a là đường biểu diễn dòng điện bên ngoài trước công tác của quạt. Hình 3-15, b là đường biểu diễn dòng điện trên quạt ứng với thời điểm tạo xung $t = 0$ và $t = \pi$. Nó gần như giống hoàn toàn với đường a . Lúc này, quạt quay với vận tốc nhanh nhất. Hình 3-15, c ứng với thời điểm tạo xung $t = \pi/3$ và $t = 4\pi/3$. Lúc này, dòng điện đã bị xén mất $1/3$, vận tốc quạt chỉ còn bằng $2/3$ lúc đầu. Hình 3-15, d ứng với thời điểm tạo xung $t = \pi/2$ và $t = 3\pi/2$. Dòng điện đã bị xén mất $1/2$. Quạt đã bị giảm tốc xuống một nửa.

Cứ như vậy, tùy theo vị trí của chiết áp mà thời điểm tạo xung được thay đổi theo. Đồng thời, vận tốc quạt cũng được điều chỉnh tương ứng.

Điện trở R_1 và diốt D_5 để ổn định điện áp một chiều cấp cho bộ tạo dao động. R_2C_2 lọc nguồn sau nắn. Các điện trở R_3, R_4, R_5, R_6 để định chế độ làm việc của T_1, T_2 . Tụ C_1 để dập tia lửa, bảo vệ công tắc.

Bộ điều khiển vận tốc như trên gọi là bộ điều khiển công suất. Nó có kết cấu gọn, hiệu suất sử dụng điện năng cao, điều chỉnh vận tốc một cách trơn và nhẹ nhàng nhưng giá thành đắt, khó sửa chữa, khó thay thế (hay hỏng tirixto).

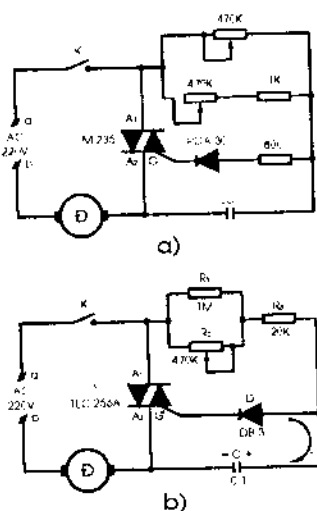
Khi tirixto bị hỏng, đấu tắt hai cực A, K thì quạt quay vận tốc nhanh nhất nhưng sẽ mất tác dụng điều chỉnh. Muốn kiểm tra tirixto, phải tháo nó ra khỏi mạch rồi đo điện trở giữa A và K. Cả hai chiều đo, điện trở phải lớn vô cực. Nếu là tirixto loại p thì sẽ đo được điện trở giữa cực K và cực G, nếu là loại n thì sẽ đo được điện trở giữa cực A và cực G (đa số là loại p). Chúng có một điện trở thuận nhỏ hơn điện trở ngược, giống như khi đo diốt thông thường. Muốn biết tirixto còn tốt hay không thì đặt que âm (dương pin) về phía cực A, que dương (âm pin) về phía cực K, lấy ngón tay ướt hoặc lưỡi chạm từ cực G sang cực A hoặc cực K, trị số điện trở đang từ vô cực giảm xuống vài trăm kilôm là tốt (bằng với việc đưa một xung về kích thích cực G), nếu không thấy giảm là cực G đã mất tác dụng.

2. Điều khiển bằng mạch tổ hợp

Mạch này thường được sử dụng trong các loại quạt có nguồn gốc từ Trung Quốc, Đài Loan... Nó được lắp như các sơ đồ ở hình 3-16, a, b. Hãy xét mạch hình 3-16, b. Nó gồm có chiết áp điều chỉnh R_2 điện trở phân dòng R_1 , điện trở hạn chế R_3 , diốt xung D , mạch tổ hợp T và tụ điện C . Mạch tổ hợp này thực chất là một triac. Bình thường, nó không dẫn điện nhưng khi có xung điều khiển kích thích vào cực cửa G, nó dẫn điện cả 2 chiều.

Giả sử, nửa chu kỳ đầu, điện áp mạng bên ngoài có dấu a dương hơn dấu b, diốt D được phân cực thuận. Có một xung dương nắn qua diốt D đi tới cực cửa G để khởi động triac T . Dòng điện sẽ chạy từ đầu dây a qua chân A_1, A_2 của T , qua quạt rồi về đầu dây b. Đồng thời, trong nửa chu kỳ này, Tụ C được nạp điện theo chiều mũi tên trên hình vẽ. Đến nửa chu kỳ sau, đầu dây b có điện áp dương hơn đầu dây a, diốt D phân cực nghịch nên không có dòng tới điều khiển mạch tổ hợp. Nhưng lúc này tụ C lại phóng điện từ má cực dương (+) qua D , qua chân G, A_2 của T rồi về má cực âm (-). Triac lại được khởi động. Có một dòng điện từ đầu dây b, qua quạt, qua chân A_2, A_1 của T rồi về đầu dây a.

Như vậy, trong cả 2 bán kỳ đều có dòng chạy qua quạt theo chiều ngược nhau. Đó là dòng xoay chiều nên quạt quay bình thường.



Hình 3-16. Mạch điện nguyên lý điều chỉnh vận tốc động cơ bằng triac.

Khi điều chỉnh chiết áp R_2 là đã điều chỉnh dòng nắn qua diốt D và dòng nạp vào C nên điều khiển được dòng chạy qua T , tức dòng chạy qua quạt. Nhờ đó, điều chỉnh được vận tốc quay của quạt (tham khảo thêm mạch ở hình 10-5 trang 261).

Ngoài ra, trong một số loại quạt, người ta còn dùng hình thức điều khiển bằng cảm quang, nút bấm hay điều khiển từ xa. Các loại mạch này đều dựa trên cơ sở của hai loại mạch mà chúng tôi vừa giới thiệu ở trên. Tất nhiên, mạch điện sẽ phức tạp hơn nhiều vì còn có một số chức năng phụ khác. Chẳng hạn, loại điều khiển từ xa thì phải có thêm bộ phận nhận tín hiệu điều khiển bằng tế bào quang điện, bộ phận giải mã để chuyển thành tín hiệu điện tương ứng đưa tới khối chế mạch tạo xung để mở các triac tương ứng... Loại điều khiển bằng cảm quang hoặc nút bấm thì mỗi một nút sẽ tác động vào một mạch điện để đưa tới khối chế mạch tạo xung, làm biến đổi cường độ dòng xung điện, tương tự người ta đặt chiết áp ở các vị trí khác nhau trong các sơ đồ trên.

Cần phải có những kiến thức sâu về điện tử mới tiếp thu được những vấn đề này, chúng tôi xin phép trình bày sâu hơn ở chương 10.

3.3. Các khái niệm cơ bản về dây quấn động cơ điện xoay chiều

Ở trên chúng tôi đã nói nhiều tới khái niệm cuộn dây. Cuộn dây trong động cơ điện xoay chiều có thể là cuộn dây rôto, có thể là cuộn dây stato. Cuộn dây stato còn được chia ra nhiều loại: cuộn dây pha, cuộn dây làm việc, cuộn dây khởi động và cuộn dây số.

Cuộn dây pha được sử dụng trong động cơ điện xoay chiều ba pha. Mỗi pha có một cuộn dây, đó là cuộn dây pha A, cuộn dây pha B và cuộn dây pha C. Mỗi cuộn dây được đưa ra ngoài 2 đầu dây. Theo chiều lồng dây, người ta gọi đầu lồng vào trước là đầu đầu pha, đầu lồng vào sau là đầu cuối pha.

Cuộn dây làm việc, cuộn dây khởi động và cuộn dây số được sử dụng trong động cơ điện xoay chiều một pha. Mỗi cuộn dây cũng được đưa ra ngoài 2 đầu dây, đầu lồng trước được gọi là đầu đầu cuộn, đầu lồng sau được gọi là đầu cuối cuộn. Thông thường, mỗi cuộn dây được lồng thành một lớp theo chu vi vòng tròn lõi thép stato, cuộn dây làm việc được lồng vào trước rồi đến cuộn dây số (nếu có), cuối cùng là cuộn dây khởi động. Cuộn dây làm việc bao giờ cũng có cỡ dây lớn nhất, tiếp đến là cỡ dây cuộn số, bé nhất là cỡ dây cuộn khởi động.

Các động cơ một pha chỉ sử dụng tụ điện trong thời gian khởi động (dùng tụ khởi động) cuộn dây khởi động thường có số vòng ít hơn (số bố dây ít hơn) cuộn dây làm việc. Các động cơ một pha sử dụng tụ điện thường trực, số bố dây của cuộn khởi động và cuộn làm việc thường bằng nhau.

Mỗi cuộn dây trong động cơ điện xoay chiều lại lại chia ra nhiều cuộn dây nhỏ để tạo nên số cực theo yêu cầu về vận tốc quay của động cơ, mỗi cuộn dây nhỏ lại do nhiều bố dây hợp thành, mỗi bố dây là do nhiều vòng dây quấn liên tiếp tạo ra. Để tránh nhầm lẫn giữa các cuộn dây lớn (cuộn dây pha, cuộn dây làm việc, cuộn dây khởi động...) với các cuộn dây nhỏ, hãy quy ước gọi các cuộn dây nhỏ là "nhóm bố dây" hay "tổ bố dây".

Nhóm bối dây hay tổ bối dây là một tập hợp gồm nhiều bối dây quấn liên tiếp với nhau rồi được lồng vào các rãnh cạnh nhau trong lõi thép stato hoặc rôto, sao cho dòng điện chạy trong các bối dây luôn cùng chiều tại mọi thời điểm.

Số bối dây trong một tổ bối thường từ một đến 6 bối. Những tổ bối chỉ có một bối dây được gọi là tổ bối đơn, những tổ bối có 2 bối dây được gọi là tổ bối đôi, những tổ bối có ba bối dây được gọi là tổ bối ba...

Trong một tổ bối, khoảng cách từ rãnh đầu đến rãnh cuối của nó được gọi là độ rộng của tổ, nó được xác định bằng một phần của tổng số cực (nếu tính theo chu vi lõi thép rôto hoặc stato) hoặc xấp xỉ bằng một bước cực (nếu tính theo số rãnh). Bước cực τ là tỉ số giữa số rãnh lõi thép stato (hoặc rôto) với số cực của động cơ:

$$\tau = \frac{Z}{2p}, \quad (3-2)$$

τ - bước cực, tính bằng số rãnh;

Z - số rãnh lõi thép stato (hoặc rôto);

$2p$ - số cực động cơ.

Ví dụ. Trong động cơ 4 cực ($p = 2$), 24 rãnh, độ rộng của mỗi tổ bối bằng 1/4 chu vi lõi thép stato hoặc xấp xỉ bằng 6 rãnh (đếm từ rãnh đầu đến rãnh cuối).

Một tổ bối dây cũng có 2 đầu dây ra để đấu nối với các tổ bối khác. Đầu được lồng vào trước gọi là đầu tổ, đầu được lồng vào sau được gọi là cuối tổ.

Khi quấn các bối dây trong một tổ bối, người ta thường dùng khuôn liên hoàn quấn một lều từ bối dây thứ nhất đến bối dây cuối cùng để đỡ mất công hàn nối, giảm các mối hàn, tiết kiệm đồng và tăng chất lượng kỹ thuật của động cơ. Bởi vì, những mối nối là những chỗ dễ gây sự cố nhất.

Bối dây hay còn gọi là bin dây gồm một số vòng dây quấn liên tiếp, tạo thành một bối dây có 2 cạnh, được lồng vào 2 rãnh khác nhau của stato (hoặc rôto). Phần bối dây nằm trong rãnh được gọi là cạnh, là bộ phận tác dụng của bối dây tạo ra từ trường quay (nếu là bối dây stato) hoặc cảm ứng ra suất điện động (nếu là cuộn dây rôto). Bộ phận đầu nối, nối liền giữa 2 cạnh tác dụng và nằm ngoài rãnh, không tham gia trong quá trình biến đổi năng lượng. Do đó, càng rút ngắn càng kinh tế miễn sao vẫn thuận tiện cho công nghệ lồng và quá trình làm mát cuộn dây. Phần đầu nối chỉ có tác dụng nối các dây dẫn trong hai rãnh.

Bối dây cũng có 2 đầu, một đầu được gọi là đầu bối một đầu được gọi là cuối bối. Từ cạnh nọ sang cạnh kia của bối dây, đếm được bao nhiêu rãnh, đó chính là độ rộng của bối. Biết độ rộng của bối dây là để biết khoảng cách mà lồng bối dây vào rãnh lõi thép stato (hoặc rôto). Độ rộng của bối dây cũng được xác định dựa theo bước cực τ . Ở phần tính toán để thành lập sơ đồ đấu dây, chúng tôi sẽ giới thiệu cụ thể hơn.

Tóm lại, phần điện của động cơ điện xoay chiều nói chung gồm những cuộn dây lớn (cuộn dây pha, cuộn dây làm việc, cuộn dây khởi động, cuộn dây số...) đặt trong các rãnh lõi thép stato (hoặc rôto), mỗi cuộn dây lại có nhiều tổ bối dây (cuộn dây nhỏ), mỗi tổ bối dây lại có nhiều bối dây (bin dây), mỗi bối dây lại có nhiều vòng dây.

Theo cách đặt dây trong rãnh, người ta chia ra làm cuộn dây lớp đơn và cuộn dây lớp kép. Cuộn dây lớp đơn khi trong rãnh chỉ có một cạnh của bội dây. Cuộn dây lớp kép khi trong rãnh có 2 cạnh của 2 bội dây.

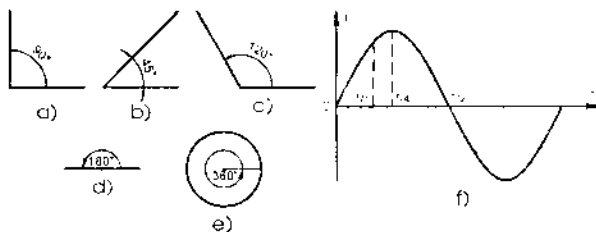
3-4. Vị trí đặt các cuộn dây trong động cơ điện xoay chiều

Khi lồng các cuộn dây vào rãnh lõi thép stato (hoặc rôto) cần phải xác định vị trí để đặt các cuộn dây. Vị trí đặt các cuộn dây là một trong những yếu tố quyết định để tạo ra từ trường quay và thiết lập nên đúng số cực trong động cơ điện xoay chiều nói chung.

Như chúng tôi đã trình bày, 3 cuộn dây pha của động cơ điện xoay chiều ba pha phải được đặt lệch nhau trong không gian 120 độ điện, còn cuộn dây làm việc và cuộn dây khởi động trong động cơ điện xoay chiều một pha phải được đặt lệch nhau trong không gian 90 độ điện. Vậy độ điện là gì? có bảng độ hình học không? Muốn hiểu được điều đó, hãy ôn lại chút ít kiến thức mà chắc ai cũng đều còn nhớ.

Trong hình học, góc vuông là góc 90° , $1/2$ góc vuông (góc nhọn) là góc 45° , $3/2$ góc vuông (góc tù) là góc 120° , 2 góc vuông (góc bẹt) là góc 180° , 4 góc vuông (góc đầy) là góc 360° . Đó là độ hình học (h. 3-17, a, b, c, d, e).

Trong dao động điện, cả chu kỳ T của dòng điện xoay chiều là góc 360° (2π , tính theo radian), nửa chu kỳ là góc 180° (π), $1/4$ chu kỳ là góc 90° ($\pi/2$), $1/6$ chu kỳ là góc 60° ($\pi/3$). Đó là độ điện (h. 3-17, f).

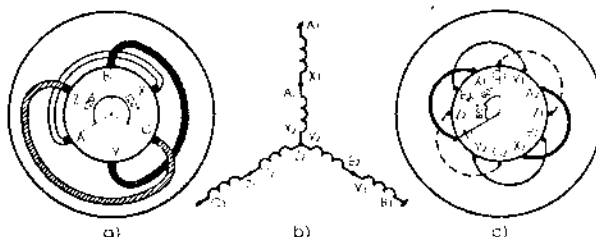


Hình 3-17. Khái niệm về độ điện và độ hình học.

Vấn đề cần phải xem xét là, các cuộn dây trong động cơ điện xoay chiều được đặt lệch nhau trong không gian 90 hay 120 độ điện sẽ bằng bao nhiêu độ hình học? là cái mà có thể ước lượng hoặc đo được bằng thước. Độ hình học có thể bằng, có thể nhỏ hơn độ điện, tùy theo số cực của động cơ. Hãy lấy động cơ điện xoay chiều ba pha làm ví dụ.

Khi động cơ điện xoay chiều ba pha chỉ có 3 cuộn dây pha đặt lệch nhau trong không gian 120 độ điện thì từ trường quay chỉ có 2 cực ($p = 1$). Người ta đặt vị trí của các cuộn dây pha trong lõi thép stato lệch nhau 120 độ điện như ở hình 3-18, a.

Nếu từ tâm điểm của stato, kẻ một đoạn thẳng đi qua đầu đầu cuộn dây pha A thì sau khi quét đoạn thẳng đó đi 120° theo chiều kim đồng hồ sẽ gặp đầu đầu cuộn dây pha B và quét tiếp 120° nữa sẽ gặp tiếp đầu đầu cuộn dây pha C. Người ta nói rằng, trong trường hợp này, 120 độ điện bằng 120 độ hình học



Hình 3-18. So sánh giữa độ điện và độ hình học trong động cơ điện xoay chiều ba pha.

Khi chia mỗi cuộn dây pha ra làm 2 cuộn dây nhỏ (2 tổ bối) và đấu chúng như hình 3-18, *b* thì từ trường quay sẽ có 4 cực ($p = 2$). Lúc này, vị trí của các cuộn dây pha trong lõi thép stato lệch nhau 120° điện được đặt như hình 3-18, *c*. Cũng dùng phương pháp quét đoạn thẳng như trên sẽ thấy, mới quét đi một góc 60° đã gặp đầu đầu pha *B* và quét tiếp 60° nữa thì gặp tiếp đầu đầu pha *C*. Người ta nói rằng, trong trường hợp này, 120° điện bằng 60° độ hình học.

Như vậy, khi số cực của động cơ điện tăng gấp đôi thì độ hình học chỉ bằng một nửa độ điện.

Với cách làm như thế đối với động cơ điện xoay chiều một pha cũng thu được kết quả tương tự.

Một cách tổng quát, khi số cực của từ trường quay trong động cơ điện xoay chiều tăng lên gấp bao nhiêu lần thì độ hình học sẽ nhỏ hơn độ điện bấy nhiêu lần so với trường hợp từ trường quay chỉ có 2 cực. Độ hình học được xác định thông qua biểu thức:

$$\text{Độ hình học} = \frac{\text{Độ điện}}{p}, \quad (3-3)$$

p - số cặp cực (bằng một nửa số cực).

Như vậy, trong động cơ điện xoay chiều ba pha, 3 cuộn dây pha phải được đặt lệch nhau trong không gian theo chu vi vòng tròn lõi thép stato (hoặc rôto) $120/p$ độ hình học còn trong động cơ điện xoay chiều một pha, cuộn dây làm việc và cuộn dây khởi động phải được đặt lệch nhau trong không gian $90/p$ độ hình học.

Độ hình học có thể dễ dàng ước lượng bằng cách, chia chu vi vòng tròn lõi thép stato (hoặc rôto) làm 4 phần bằng nhau, mỗi phần sẽ ứng với một góc 90° độ hình học. Chia đôi mỗi phần đó ra thì mỗi nửa sẽ ứng với góc 45° độ hình học...

Trong thực tế, người ta hay dùng đại lượng bước cực τ để xác định vị trí cho các cuộn dây. Trong động cơ điện xoay chiều ba pha, mỗi cuộn dây pha sẽ được đặt lệch nhau trong không gian $2/3$ bước cực (tính theo số rãnh). Còn trong động cơ điện xoay chiều một pha, cuộn dây làm việc và cuộn dây khởi động được đặt lệch nhau trong không gian $1/2$ bước cực (tính theo số rãnh).

Ví dụ 1. Một động cơ điện xoay chiều ba pha, 4 cực ($p = 2$) có số rãnh $Z = 48$. Hãy xác định xem các cuộn dây pha trong động cơ đó được đặt lệch nhau trong không gian như thế nào?

Nếu xác định theo độ hình học thì các cuộn dây pha phải được đặt lệch nhau $120/p = 60^\circ$ độ hình học. Nếu xác định theo số rãnh thì các cuộn dây pha phải đặt lệch nhau:

$$\frac{2}{3} \tau = \frac{2}{3} \cdot \frac{Z}{2p} = \frac{2}{3} \cdot \frac{48}{4} = 8 \text{ rãnh}$$

Vậy, các đầu đầu (hoặc các đầu cuối) của các cuộn dây pha phải được đặt lệch nhau trong không gian 60° độ hình học hoặc 8 rãnh. Nghĩa là nếu pha *A* bắt đầu từ rãnh số 1 thì pha *B* sẽ bắt đầu từ rãnh số $1 + 8 = 9$ và pha *C* sẽ bắt đầu từ rãnh số $9 + 8 = 17$.

Ví dụ 2. Một động cơ điện xoay chiều một pha, 4 cực ($p = 2$), 16 rãnh. Hãy xác định xem cuộn dây làm việc và cuộn dây khởi động được đặt lệch nhau trong không gian như thế nào?

Nếu xác định theo độ hình học thì chúng lệch nhau $90:2 = 45$ độ hình học. Nếu xác định theo số rãnh thì chúng lệch nhau:

$$\frac{1}{2} \tau = \frac{1}{2} \cdot \frac{Z}{2p} = \frac{1}{2} \cdot \frac{16}{4} = 2 \text{ rãnh}$$

Vậy, đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn dây làm việc sẽ lệch so với đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn dây khởi động 45 độ hình học hoặc 2 rãnh, Nghĩa là, nếu cuộn dây làm việc bắt đầu từ rãnh số 1 thì cuộn dây khởi động sẽ bắt đầu từ rãnh số $1+2 = 3$ và ngược lại.

Xác định vị trí của các cuộn dây là để biết được vị trí bắt đầu và kết thúc của chúng mà lồng và đấu dây chứ chưa phải đã nắm được toàn bộ thông tin về cuộn dây. Để có thể sửa chữa được các cuộn dây trong các động cơ điện còn cần phải biết đó là cuộn dây lớp đơn hay lớp kép? có bao nhiêu tổ bối dây? tổ bối dây kiểu gì? độ rộng của mỗi tổ bối? khoảng cách từ cạnh đầu tổ nọ đến cạnh cuối của tổ kia? mỗi tổ có bao nhiêu bối dây? độ rộng mỗi bối và cuối cùng là cách đấu nối dây trong chúng?

Trong những phần tiếp theo, chúng tôi sẽ lần lượt giới thiệu để bạn đọc nắm được những kiến thức cần thiết đó.

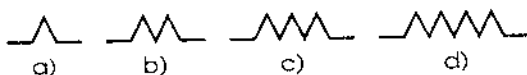
3-5. Các loại ký hiệu và sơ đồ đấu dây

Khi mới làm quen với sơ đồ đấu dây, thường hay nhầm lẫn giữa cuộn dây lớn (cuộn dây pha, cuộn dây làm việc, cuộn dây khởi động, cuộn dây số...) với cuộn dây nhỏ (tổ bối dây), giữa tổ bối dây với bối dây (bìn dây). Để khắc phục vấn đề này, chúng tôi xin đưa ra ba dạng ký hiệu để phân biệt cho ba loại trên như sau.

3-5-1. Các ký hiệu

1. Dạng ký hiệu có hình răng cưa (h. 3-19)

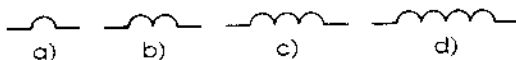
Dùng để biểu diễn các cuộn dây lớn (cuộn dây pha, cuộn dây làm việc, cuộn dây khởi động, cuộn dây số...). Trong dạng ký hiệu này, số tổ trong một cuộn dây được biểu thị bằng số răng. Chẳng hạn, hình có 2 răng là cuộn dây có 2 tổ bối, hình có 4 răng là cuộn dây có 4 tổ bối...



Hình 3-19. Biểu diễn cuộn dây bằng ký hiệu hình răng cưa:
a) cuộn dây có một tổ bối; b) cuộn dây có hai tổ bối;
c) cuộn dây có ba tổ bối; d) cuộn dây có bốn tổ bối.

2. Dạng ký hiệu có hình gợn sóng (h. 3-20)

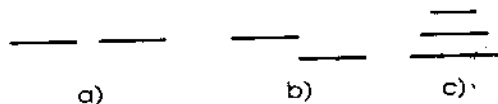
Dùng để biểu diễn các tổ bối dây. Trong dạng ký hiệu này, số bối dây trong một tổ được biểu thị bằng số gợn sóng. Chẳng hạn, một hình có một gợn sóng là một tổ bối đơn, một hình có 2 gợn sóng là một tổ bối đôi...



Hình 3-20. Biểu diễn tổ bối dây bằng ký hiệu hình gợn sóng: a) tổ bối đơn; b) tổ bối đôi; c) tổ bối ba; d) tổ bối bốn.

3. Dạng ký hiệu bằng một gạch đậm (h. 3-21)

Dùng để biểu thị các bố dây. Trong dạng ký hiệu này, nếu gạch nọ cách xa gạch kia thì có nghĩa là bố nọ lồng cách xa bố kia, nếu gạch nọ gối đầu lên gạch kia thì có nghĩa là bố nọ và bố kia có cạnh lồng chung rãnh (lớp kép), nếu gạch nọ nằm trong lòng gạch kia thì có nghĩa là bố nọ ôm lấy bố kia (tổ bố dây kiểu mẹ con).



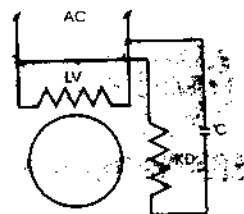
Hình 3-21. Biểu diễn bố dây bằng gạch đậm:
a) bố nọ lồng cách xa bố kia; b) hai bố có cạnh lồng chung rãnh; c) các bố dây kiểu đồng tâm.

Từ các dạng ký hiệu trên sẽ có các dạng sơ đồ sau.

3-5-2. Các sơ đồ

1. Sơ đồ nguyên lý (h. 3-22)

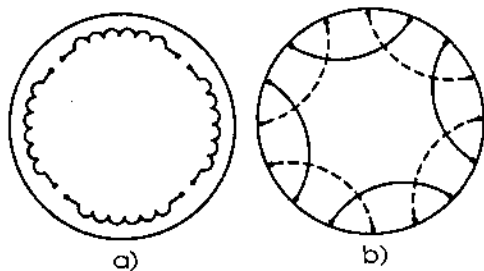
Nhìn vào sơ đồ có thể xác định được đây là động cơ điện xoay chiều một pha gồm 2 cuộn dây, cuộn dây làm việc có 4 tổ bố, cuộn dây khởi động cũng có 4 tổ bố.



Hình 3-22. Sơ đồ nguyên lý động cơ điện xoay chiều một pha.

2. Sơ đồ tròn (h. 3-23)

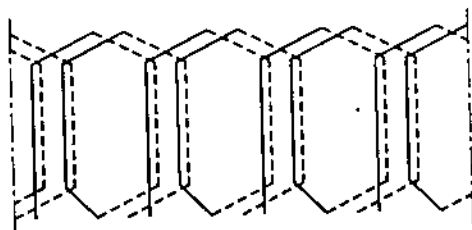
Nhìn vào hình 3-23, a sẽ biết được đó là động cơ chỉ có một lớp dây, cuộn dây gồm có 4 tổ bố, mỗi tổ có 6 bố dây. Hình 3-23, b cho biết, đây là loại động cơ có 2 lớp dây, mỗi lớp gồm 4 tổ bố đơn (4 bố). Loại sơ đồ này, lớp dây vào trước được vẽ bằng nét đứt, lớp dây vào sau được vẽ bằng nét liền. Nó có ưu điểm, dễ vẽ và có khả năng thể hiện được kiểu tổ bố dây và cách đặt chúng trong rãnh nhưng nếu vẽ toàn bộ các đầu nối thì rất rối.



Hình 3-23. Biểu diễn cách lồng dây bằng sơ đồ tròn:
a) có một lớp dây; b) có hai lớp dây.

3. Sơ đồ dọc (h. 3-24)

Sơ đồ dọc còn gọi là sơ đồ hình trái. Loại sơ đồ này, những cạnh nằm dưới được vẽ bằng nét đứt, những cạnh nằm trên được vẽ bằng nét liền. Nó có thể biểu diễn được toàn bộ tính chất của cuộn dây nhưng nếu vẽ cho toàn bộ cuộn dây thì rất rườm rà và khá công phu. Nhìn vào sơ đồ ở hình 3-24 có thể hiểu được, đây là cuộn dây có 4 tổ bố đôi, cuộn dây lớp kép.

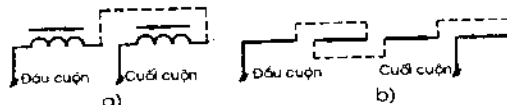


Hình 3-24. Biểu diễn cuộn dây bằng sơ đồ dọc.

4. Sơ đồ ngang (h. 3-25)

Nhìn vào sơ đồ hình 3-25, *a* phải hiểu rằng, đây là cuộn dây có 2 tổ bố ba, còn cuộn dây hình 3-25, *b* là cuộn dây có 4 tổ bố đơn (4 bố dây cực). Loại sơ đồ này, khó thể hiện được kiểu tổ bố dây nhưng lại rất dễ nhìn thấy cách đấu nối dây giữa chúng.

Để giúp bạn đọc dễ hình dung, khi vẽ sơ đồ cho toàn bộ động cơ chúng tôi sẽ sử dụng kết hợp từ 2 đến 3 loại sơ đồ kể trên. Loại sơ đồ tròn để thể hiện cách lồng các bố dây vào rãnh còn loại sơ đồ dọc hoặc sơ đồ ngang để biết cách nối dây giữa chúng với nhau.



Hình 3-25. Biểu diễn cách nối các tổ bố dây và các bố dây bằng sơ đồ ngang.

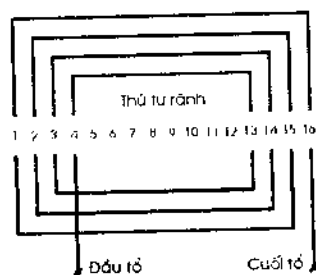
3-6. Các kiểu tổ bố dây

Căn cứ theo hình dạng của bố dây và cách lồng dây, người ta chia các tổ bố dây thành các kiểu như tổ bố dây lớp đơn kiểu đồng tâm (mẹ con), tổ bố dây lớp đơn kiểu đồng khuôn (hoa sen hoặc giốc lòng tôm), tổ bố dây lớp kép kiểu đồng khuôn (giốc lòng tôm kép)...

3-6-1. Tổ bố dây lớp đơn kiểu đồng tâm

Thường được sử dụng trong các động cơ điện xoay chiều một pha và động cơ điện xoay chiều ba pha có công suất dưới 10kW. Đặc điểm của kiểu tổ bố dây này là, trong mỗi rãnh chỉ có một cạnh của một bố dây, độ rộng của các bố dây lớn nhỏ không đều nhau, bố lớn ôm lấy bố nhỏ và cùng có chung một tâm cho nên gọi là mẹ con hay đồng tâm. Độ rộng của các bố dây thường hơn kém nhau 2 rãnh.

Ví dụ. Trong một tổ bố bốn, bố bé nhất choán 10 rãnh, bố lớn hơn choán 12 rãnh, bố lớn nữa choán 14 rãnh và bố lớn nhất choán 16 rãnh (h. 3-26). Các rãnh 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, sẽ được lồng cho các tổ bố dây của cuộn dây khác.

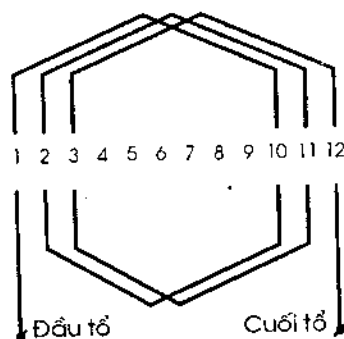


Hình 3-26. Tổ bố dây kiểu đồng tâm.

3-6-2. Tổ bố dây lớp đơn kiểu đồng khuôn

Kiểu này được sử dụng nhiều trong động cơ điện xoay chiều ba pha công suất lớn, đôi khi có sử dụng trong quạt trần và quạt bàn. Nó có đặc điểm, trong mỗi rãnh chỉ có một cạnh của một bố và độ rộng của các bố trong tổ đều bằng nhau, chúng được quấn bằng cùng một loại khuôn nên gọi là đồng khuôn.

Giả sử trong một tổ bố ba, bố thứ nhất choán 10 rãnh, bố thứ hai cũng choán 10 rãnh và bố thứ ba cũng choán 10 rãnh (h. 3-27). Các rãnh 4, 5, 6, 7, 8, 9 được lồng cho các tổ bố của cuộn dây khác.

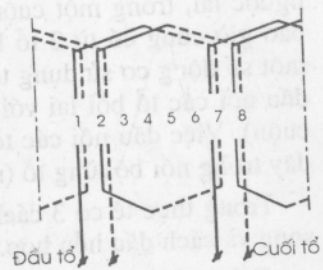


Hình 3-27. Tổ bố dây lớp đơn kiểu đồng khuôn.

3-6-3. Tổ bối dây lớp kép kiểu đồng khuôn

Kiểu này được sử dụng phổ biến trong các động cơ điện xoay chiều ba pha công suất nhỏ và các động cơ điện xoay chiều một pha thông dụng. Kiểu tổ bối này cũng có độ rộng các bối dây bằng nhau nhưng trong mỗi rãnh có 2 cạnh của 2 bối dây (h. 3-28).

Kiểu này có ưu điểm, tiết kiệm được khối lượng dây đồng và cải thiện được đặc tính điện của động cơ nhưng lại có nhược điểm khó lồng dây vì có các bối chờ.



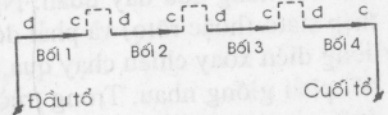
Hình 3-28. Tổ bối dây lớp kép kiểu đồng khuôn.

3-7. Cách đấu các bối dây trong một tổ bối

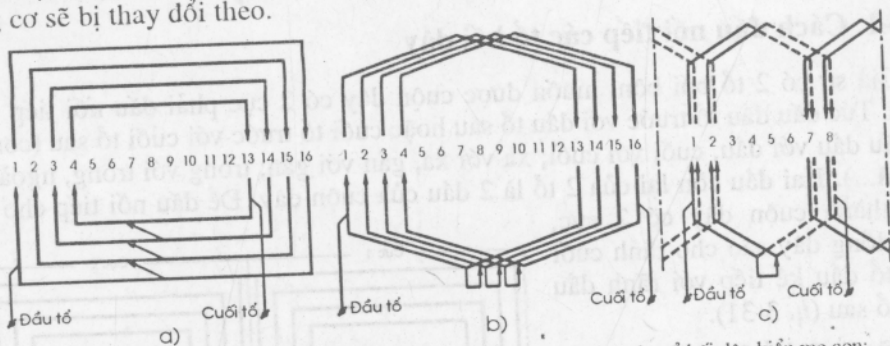
Khi đấu nối các bối dây trong một tổ bối lại với nhau, phải đấu sao cho dòng điện chạy trong các bối dây của tổ phải cùng chiều tại mọi thời điểm. Ngoài ra, đối với tổ bối dây lớp kép, dòng điện ở lớp trên và lớp dưới của một rãnh cũng phải cùng chiều với nhau. Muốn vậy, phải đấu cuối của bối dây thứ nhất với đầu của bối dây thứ hai, cuối của bối dây thứ hai với đầu của bối dây thứ ba...

Trên thực tế, các bối dây cùng tổ được quấn dính liền nhau cho nên việc đấu các bối dây của tổ lại với nhau được thực hiện ngay từ khâu lồng các bối dây vào rãnh.

Hình 3-29 thể hiện cách đấu dây trong một tổ bối bằng sơ đồ ngang. Trong loại sơ đồ này, các mũi tên chỉ chiều dòng điện. Nếu biểu diễn theo sơ đồ dọc thì cách đấu các bối dây trong một tổ bối được thể hiện như ở hình 3-30. Nhìn vào sơ đồ ngang sẽ thấy rất rõ, dòng điện chạy trong tất cả các bối dây của nó có chiều không đổi. Nếu một trong các bối dây của tổ có chiều dòng điện chạy ngược lại thì trong tổ sẽ có sự phân cực dẫn đến số cực của toàn bộ động cơ sẽ bị thay đổi theo.



Hình 3-29. Biểu diễn cách đấu dây trong một tổ bối theo sơ đồ ngang.



Hình 3-30. Cách đấu các bối dây trong một tổ bối : a) cách đấu dây cho tổ bối dây kiểu mẹ con; b) cách đấu dây cho tổ bối dây kiểu giống lồng tôm; c) cách đấu dây cho tổ bối dây lớp kép.

3-8. Cách đấu các tổ bối trong một cuộn dây

Trong một tổ bối có thể có vài bối dây nhưng cũng có thể chỉ có một bối dây, gọi là tổ bối đơn hay bối dây cực (vì mỗi bối dây thường ứng với một cực, thường gặp ở các động cơ điện xoay chiều một pha dùng làm quạt bàn hay quạt trần) nhưng

ngược lại, trong một cuộn dây không bao giờ có trường hợp chỉ có một tổ bối mà bao giờ cũng có từ 2 tổ bối trở lên. Thông thường, số tổ bối là số chẵn, cá biệt ở một số động cơ sử dụng tổ bối đơn mới có số tổ lẻ. Vấn đề đặt ra là, phải biết cách đấu nối các tổ bối lại với nhau để tạo thành cuộn dây có 2 đầu (đầu cuộn và cuối cuộn). Việc đấu nối các tổ bối chỉ được thực hiện sau khi đã đấu nối xong các bối dây trong nội bộ từng tổ (nếu như mỗi tổ có từ 2 bối trở lên).

Trong thực tế có 3 cách đấu các tổ bối dây là, cách đấu nối tiếp, cách đấu song song và cách đấu hỗn hợp.

Đấu nối tiếp là đấu cho dòng điện đi liên tiếp từ tổ đầu đến tổ cuối của cuộn dây. Cách đấu này làm cho đường đi của dòng điện dài nhất nên thường được sử dụng khi cần cho động cơ làm việc ở điện áp cao.

Đấu song song là đấu cho dòng điện đi song song một lượt qua tất cả các tổ của cuộn dây. Cách đấu này, đường đi của dòng điện ngắn nhất nên thường được sử dụng khi cần cho động cơ làm việc ở điện áp thấp.

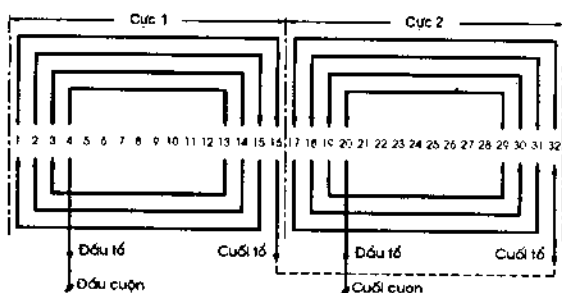
Ngoài ra, trong một nhánh đấu song song lại có thể có vài tổ đấu nối tiếp. Trường hợp này người ta gọi là đấu hỗn hợp.

Dù đấu nối tiếp, đấu song song hay đấu hỗn hợp thì cũng phải đảm bảo điều kiện, thiết lập được số cực đúng theo yêu cầu về vận tốc quay và phải thỏa mãn yêu cầu đối xứng của dây quấn. Nghĩa là, các tổ bối dây phải rải đều theo chu vi lõi thép stato (hoặc rôto) và phải đối xứng nhau qua trục của động cơ. Ngoài ra, khi có dòng điện xoay chiều chạy qua, chiều dòng điện trong tất cả các bối dây của một tổ bối phải giống nhau. Trong trường hợp cuộn dây 2 lớp, dòng điện ở lớp trên và lớp dưới của một rãnh phải cùng chiều ở mọi thời điểm. Khi đấu song song và đấu hỗn hợp, điện trở một chiều và cảm kháng Z_L của các mạch rẽ phải như nhau (sai lệch không quá 2%). Nghĩa là, số tổ trong các nhánh song song phải bằng nhau, số bối trong một tổ phải như nhau, số vòng trong một bối phải giống nhau và dây dùng để quấn chúng phải cùng cỡ.

3-8-1. Cách đấu nối tiếp các tổ bối dây

Giả sử có 2 tổ bối bốn, muốn được cuộn dây có 2 cực phải đấu nối tiếp cùng phía. Tức đầu đầu tổ trước với đầu tổ sau hoặc cuối tổ trước với cuối tổ sau (còn gọi là đầu đầu với đầu, cuối với cuối; xa với xa, gần với gần; trong với trong, ngoài với ngoài...). Hai đầu còn lại của 2 tổ là 2 đầu của cuộn dây. Để đấu nối tiếp cho 2 tổ bối thành cuộn dây có 2 cực, phải lồng dây sao cho rãnh cuối của tổ đầu kế tiếp với rãnh đầu của tổ sau (h. 3-31).

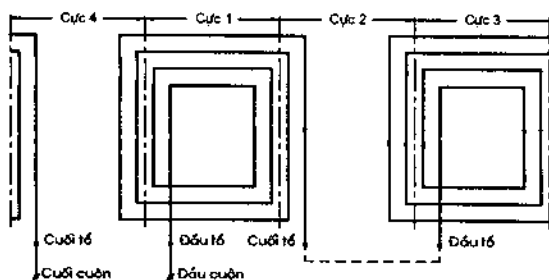
Cũng có thể đấu nối tiếp 2 tổ bối bốn để có được cuộn dây 4 cực bằng cách đấu khác phía, tức là phải đầu đầu tổ trước với cuối tổ sau hoặc cuối tổ trước với đầu tổ sau (còn gọi là đầu đầu với cuối, cuối với đầu; xa



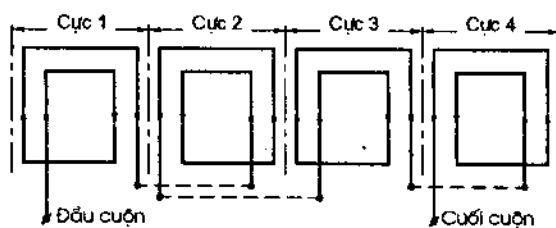
Hình 3-31. Đấu nối tiếp 2 tổ bối để được cuộn dây 2 cực.

với gần, gần với xa; trong với ngoài, ngoài với trong...). Hai đầu còn lại của 2 tổ là 2 đầu của cuộn dây. Để đầu nối tiếp cho 2 tổ bố thành một cuộn dây có 4 cực, phải lồng dây sao cho rãnh cuối của tổ đầu cách rãnh đầu tổ sau một số rãnh đúng bằng số rãnh nằm giữa rãnh cuối tổ sau và rãnh đầu của tổ đầu (h. 3-32).

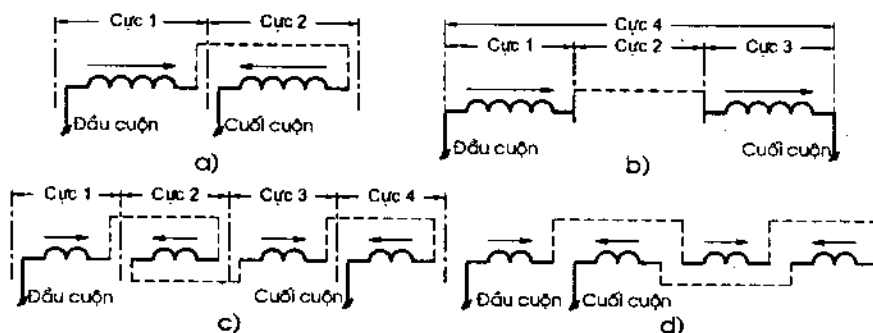
Đôi khi gặp những động cơ có đường kính trong của stato nhỏ, dùng 2 tổ bố bốn sẽ khó lồng dây. Muốn dễ thao tác và tiết kiệm dây đồng, người ta san 2 tổ bố bốn thành 4 tổ bố đôi rồi đấu như hình 3-33 để vẫn được 4 cực như khi dùng 2 tổ bố bốn. Cách đấu này gọi là đấu bố đôi. Muốn vậy, phải đấu nối tiếp cùng phía cho các tổ bố dây. Nghĩa là đầu cuối tổ I với cuối tổ II, đầu tổ II với đầu tổ III... Còn lại đầu tổ I là đầu của cuộn dây và đầu tổ IV là cuối của cuộn dây. Cách đấu này, khi lồng dây phải lồng cho rãnh cuối của tổ I liền với rãnh đầu của tổ II, rãnh cuối của tổ II liền với rãnh đầu của tổ III, rãnh cuối của tổ III liền với rãnh đầu của tổ IV và rãnh cuối của tổ IV liền với rãnh đầu của tổ I.



Hình 3-32. Đấu nối tiếp 2 tổ bố để được cuộn dây 4 cực.



Hình 3-33. Đấu nối tiếp bố đôi 2 tổ bố bốn thành 4 tổ bố đôi.



Hình 3-34. Biểu diễn cách đấu nối tiếp các tổ bố dây bằng sơ đồ ngang.

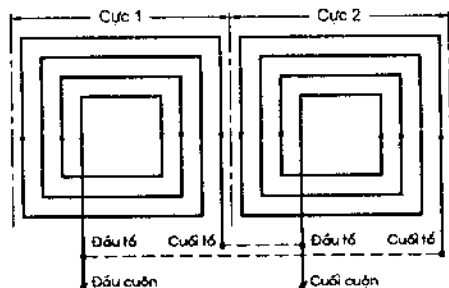
Tóm lại, khi thực hiện đấu nối tiếp các tổ bố dây trong một cuộn dây, nếu đấu nối tiếp cùng phía (đầu với đầu, cuối với cuối) để cho dòng điện chạy trên các tổ bố liền tiếp luôn đổi chiều, thì sẽ được cuộn dây có số cực đúng bằng số tổ, còn khi đấu nối tiếp khác phía (đầu với cuối, cuối với đầu) để cho dòng điện chạy trên các tổ bố liền tiếp luôn cùng chiều thì sẽ được cuộn dây có số cực gấp đôi số tổ. Chính vì vậy mà trong các động cơ điện có số tổ lẻ, người ta phải áp dụng cách đấu nối tiếp khác phía, vì số tổ lẻ khi nhân đôi lên vẫn được số cực chẵn. Biểu diễn bằng sơ đồ ngang cách đấu trên sẽ thấy rất rõ điều đó (h. 3-34, a, b, c).

Khi đã xác định được chiều dòng điện trong các tổ bối, không nhất thiết phải đấu thứ tự từ tổ bối đầu đến tổ bối cuối và cũng không nhất thiết phải đấu cùng phía hay khác phía, mà miễn sao, đấu cho chiều dòng điện trong các tổ bối không thay đổi là được. Trong các cuộn số của quạt bàn, người ta hay áp dụng cách đấu này. Hình 3-34, *d* là cách đấu biến điệu cách quãng để vẫn có được chiều dòng điện (số cực) như ở hình 3-34, *c*.

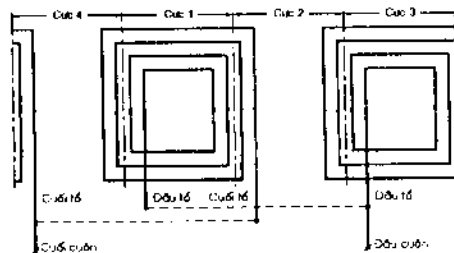
3-8-2. Cách đấu song song các tổ bối dây

Khi cho động cơ điện làm việc ở điện áp thấp, số vòng dây quấn cho một cuộn dây phải ít và tiết diện dây quấn phải lớn. Muốn vậy, người ta đấu song song các tổ bối dây.

Để cho vận tốc quay của động cơ không đổi, số cực của động cơ khi đấu song song các tổ bối dây vẫn phải đúng bằng số cực khi đấu nối tiếp. Giả sử có 2 tổ bối bốn, muốn đấu thành cuộn dây có 2 cực thì phải đấu song song khác phía. Tức là phải đấu chụm đầu tổ trước với cuối tổ sau thành một mối, cuối tổ trước với đầu tổ sau thành một mối. Đó chính là đầu và cuối của cuộn dây. Để đấu song song 2 tổ bối thành cuộn dây có 2 cực, phải lồng dây sao cho rãnh cuối tổ trước liền với rãnh đầu tổ sau, rãnh cuối tổ sau liền với rãnh đầu tổ trước (h.3-35).

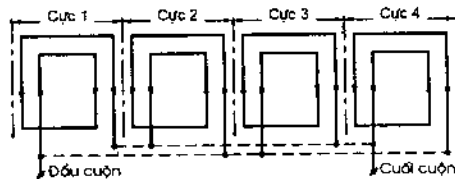


Hình 3-35. Đấu song song 2 tổ bối dây để được cuộn dây 2 cực.



Hình 3-36. Đấu song song 2 tổ bối dây để được cuộn dây 4 cực.

Cũng có thể đấu 2 tổ bối bốn để có được cuộn dây 4 cực bằng cách đấu song song cùng phía. Tức là, đấu chụm đầu tổ trước với đầu tổ sau thành một mối, cuối tổ trước với cuối tổ sau thành một mối. Hai mối đó chính là đầu và cuối của cuộn dây. Để đấu song song 2 tổ bối thành cuộn dây có 4 cực, phải lồng dây sao cho rãnh cuối tổ trước cách rãnh đầu tổ sau một số rãnh đúng bằng số rãnh giữa rãnh cuối của tổ sau và rãnh đầu tổ trước (h. 3-36).



Hình 3-37. Đấu song song bốn tổ bối 2 tổ bối bốn thành cuộn dây bốn cực.

Để dễ thao tác và tiết kiệm dây đồng, cũng có thể bỏ đôi 2 tổ bối bốn thành 4 tổ bối đôi để đấu song song thành cuộn dây có 4 cực như khi để 2 tổ bối bốn. Muốn vậy, phải đấu song song khác phía luân phiên. Tức là phải đấu chụm đầu tổ I, cuối tổ II, đầu tổ III, cuối tổ IV làm một mối; cuối tổ I, đầu tổ II, cuối tổ III, đầu tổ IV làm một mối. Hai mối đó chính là đầu và cuối của cuộn dây. Cách đấu này, phải lồng dây sao cho rãnh đầu của tổ nọ liền với rãnh cuối của tổ kia (h. 3-37).

Tóm lại, khi thực hiện đấu song song các tổ bối dây trong một cuộn dây, nếu đấu song song khác phía (trường hợp có 2 tổ) hoặc song song khác phía luân phiên (trường hợp 3 tổ trở lên) để cho chiều dòng điện trong các tổ bối liên tiếp luôn đổi chiều thì sẽ có được cuộn dây có số cực đúng bằng số tổ bối còn khi đấu song song cùng phía để cho chiều dòng điện trong các tổ bối liên tiếp luôn cùng chiều thì sẽ có được cuộn dây có số cực gấp đôi số tổ bối. Biểu diễn các cách đấu trên bằng sơ đồ ngang cũng nhận thấy điều đó (h. 3-38).

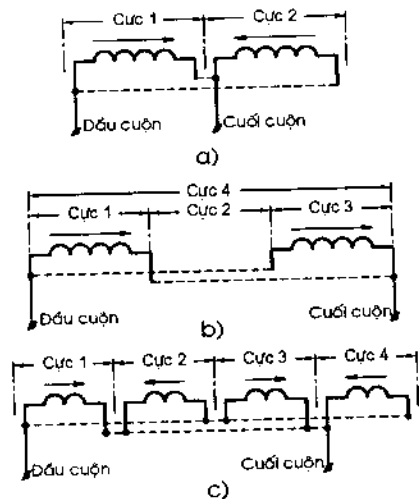
Nguyên tắc chung của cách đấu song song là, chọn các đầu có chiều dòng điện đi vào đấu chụm vào một mối, các đầu có chiều dòng điện đi ra đấu chụm vào một mối. Hai mối đó chính là đầu và cuối của cuộn dây. Hình 3-39 biểu diễn lại cách đấu các tổ bối dây ở hình 3-38.

3-8-3. Cách đấu hỗn hợp các tổ bối dây

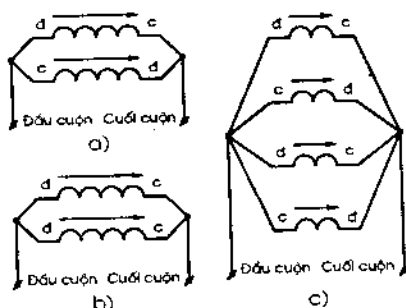
Cách đấu song song các tổ bối dây chúng tôi vừa giới thiệu ở mục 3-8-2 nhằm mục đích để bạn đọc nắm kiến thức một cách có hệ thống chứ trong thực tế ít khi có trường hợp đấu song song tất cả các tổ bối dây. Thông thường, các tổ bối dây trong một cuộn dây được đấu nối tiếp để làm việc ở điện áp cao (220V chẳng hạn), đến khi làm việc ở điện áp thấp đi một nửa (110V), người ta đấu cuộn dây thành hai dây song song, mỗi dây gồm một nửa số tổ bối mắc nối tiếp. Vì khi làm việc ở 110V, cần số vòng giảm đi một nửa nhưng tiết diện dây phải lớn gấp đôi so với khi làm việc ở 220V. Cách đấu như thế được gọi là đấu hỗn hợp.

Đấu hỗn hợp chỉ được áp dụng khi số tổ bối là số chẵn và phải có từ 4 tổ bối trở lên. Giả sử, trong một cuộn dây có 4 tổ bối ba. Để được cuộn dây có 4 cực, khi làm việc ở 220V phải đấu nối tiếp cùng phía cả 4 tổ bối (h. 3-40, a) khi làm việc ở 110V phải đấu thành 2 dây song song, mỗi dây 2 tổ bối nối tiếp (h. 3-40, b).

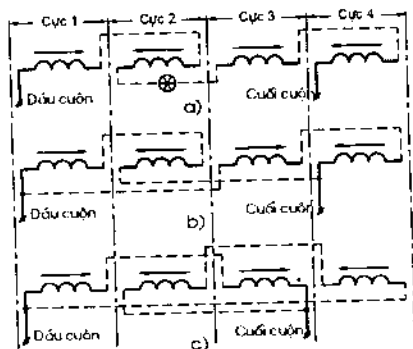
Khi chuyển từ cách đấu nối tiếp sang cách đấu 2 dây song song, chỉ việc cắt mối nối ở chỗ chia đôi số tổ (dấu hoa thị trên hình 3-40, a) rồi



Hình 3-38. Biểu diễn cách đấu song song các tổ bối dây bằng sơ đồ ngang.



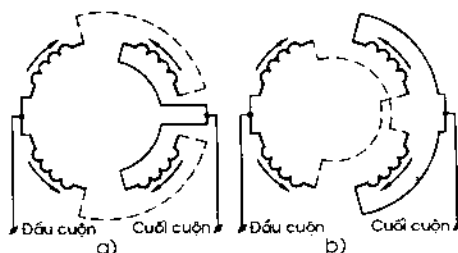
Hình 3-39. Nguyên tắc đấu song song các tổ bối dây theo chiều dòng điện: a) đấu song song khác phía 2 tổ bối bốn; b) đấu song song cùng phía 2 tổ bối bốn; c) đấu song song luân phiên khác phía 4 tổ bối bốn.



Hình 3-40. Cách đấu hỗn hợp các tổ bối dây: a) đấu nối tiếp 4 tổ bối ba để được cuộn dây 4 cực; b) đấu song song 2 dây 4 tổ bối ba để được cuộn dây 4 cực; c) đấu song song 2 dây 4 tổ bối ba để được cuộn dây 4 cực đối xứng.

chọn 2 đầu có dòng điện đi vào chập vào làm một mối, 2 đầu có dòng điện đi ra chập vào làm một mối. Hai mối đó chính là đầu và cuối của cuộn dây.

Ngoài ra, các tổ bố trí nối tiếp trong một dây cần phải bố trí trải đều trong cả chu vi lõi thép chứ không nên dồn tập trung vào một phía. Vì nếu như vậy, có thể sinh ra dòng điện quấn chạy trong các mạch song song, gây nóng và tăng cường tiếng kêu trong động cơ. Muốn vậy, người ta đấu nối tiếp cách quãng các tổ bố trí như ở hình 3-40, c. Để hình dung cụ thể hơn, hãy dùng sơ đồ tròn ở hình 3-41 để biểu diễn cách đấu này.



Hình 3-41. Biểu diễn cách đấu 2 dây song song bằng sơ đồ tròn: a) cách đấu 2 dây song song chưa đối xứng; b) cách đấu 2 dây song song đã đối xứng.

Chương 4. SƠ ĐỒ ĐẦU DÂY TRONG CÁC ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA THÔNG DỤNG

Trong chương 3, chúng tôi đã giới thiệu một cách có hệ thống cách tạo ra từ trường quay trong các động cơ điện xoay chiều thông dụng và cách đấu nối các bố trí dây cũng như các tổ bố trí dây trong một cuộn dây. Thế nhưng, trong các động cơ điện xoay chiều không phải chỉ có một cuộn dây mà thường có vài cuộn dây. Chẳng hạn; động cơ điện xoay chiều ba pha có các cuộn dây pha; động cơ điện xoay chiều một pha có cuộn dây làm việc, cuộn dây khởi động, cuộn dây số... Vấn đề đặt ra là, phải biết cách đấu các cuộn dây đó lại với nhau như thế nào để đảm bảo đúng chế độ làm việc của từng loại động cơ.

Ngoài ra, một số động cơ lại có nhu cầu sử dụng được 2 loại điện áp khác nhau (110V và 220V), vậy khi chuyển đổi điện áp thì đấu dây như thế nào, trường hợp nào thì đấu được, trường hợp nào thì không đấu được, và khi không thể đấu được thì ống dây sẽ được quấn lại bằng cách nào?

Sơ đồ đấu dây trong các động cơ điện xoay chiều khá đa dạng và không kém phần phức tạp. Để giúp bạn đọc dễ theo dõi, chúng tôi chọn ra một số loại động cơ điện xoay chiều một pha điển hình, bố trí theo trình tự từ đơn giản đến phức tạp để giới thiệu trong chương này. Trong mỗi loại động cơ, chúng tôi sẽ dùng từ một đến ba cách biểu diễn cuộn dây để giảm bớt sự rườm rà trên các sơ đồ. Hiểu được toàn bộ chương này có nghĩa là đã nắm được những kiến thức cơ bản về động cơ điện xoay chiều một pha.

4-1. Sơ đồ đấu dây trong các động cơ điện xoay chiều một pha vòng chập

Động cơ điện xoay chiều một pha kiểu vòng chập là loại động cơ có cấu tạo đơn giản nhất. Nó không có những chi tiết rườm rà như tụ điện, ngắt điện, cuộn dây số, cuộn dây khởi động... Trong động cơ điện xoay chiều một pha vòng chập chỉ có duy nhất một cuộn dây làm việc, được lồng thành một lớp xung quanh lõi thép stato (rôto lồng sóc).

Cuộn dây của động cơ điện loại này chỉ gồm những tổ bối đơn (bối dây cực), được bố trí thưa thớt, rải đều theo chu vi lõi thép stato. Các bối dây cực có thể là số chẵn, có thể là số lẻ, tùy theo mỗi loại động cơ và cách đấu dây giữa chúng.

Ngày nay, động cơ vòng chap chỉ còn thấy xuất hiện trong dân dụng. Đa số các động cơ này được sử dụng làm quạt bàn và quạt trần. Sau đây là một số loại động cơ điện xoay chiều một pha vòng chap thông dụng.

4-1-1. Động cơ điện một pha vòng chap có số cực bằng số tổ bối

Đặc điểm của động cơ này là stato cực lõi, mỗi bối dây cực có độ rộng bằng một phần trên tổng số cực theo chu vi lõi thép stato (loại 2 cực có độ rộng bối dây chiếm $1/2$ chu vi lõi thép stato, loại 4 cực có độ rộng bối dây chiếm $1/4$ chu vi lõi thép stato...), cạnh cuối của bối dây trước được lồng kế tiếp với cạnh đầu của bối dây sau, cạnh cuối của bối dây sau được lồng kế tiếp với cạnh đầu của bối dây tiếp theo... (lồng chung rãnh).

Cách đấu dây trong loại động cơ này là đấu nối tiếp cùng phía (đầu với đầu hoặc cuối với cuối...). Hai đầu còn lại của bối dây đầu và bối dây cuối được đấu vào 2 dây của lưới điện xoay chiều một pha. Rôto luôn quay về phía vòng chap.

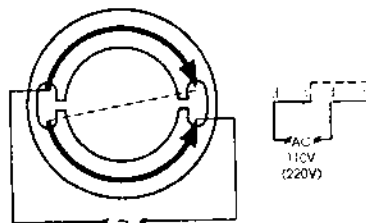
Do các cạnh của 2 bối dây cực được lồng sát vào nhau nên không áp dụng được cách đấu nối tiếp khác phía (cuối bối trước với đầu bối sau) hoặc cách đấu song song cùng phía (đầu chụm với đầu, cuối chụm với cuối) để được động cơ có số cực gấp đôi số tổ bối. Vì như thế, độ rộng của các cực (bước cực) sẽ không bằng nhau nên động cơ quay bị giật cực.

Sau đây là một số loại động cơ cụ thể hay gặp.

1. Động cơ điện một pha vòng chap 2 cực, 2 tổ bối đơn

Động cơ này có 2 bối dây cực, độ rộng mỗi bối chiếm $1/2$ chu vi lõi thép stato. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây như hình 4-1.

Không được phép áp dụng cách đấu 2 dây song song cho loại động cơ này để chuyển từ điện 220V xuống điện 110V vì không đảm bảo được tính đối xứng của dây quấn cho một dây song song. Muốn chuyển từ điện áp 220V xuống điện áp 110V phải quấn lại cuộn dây bằng 2 bối dây cực khác với số vòng bằng một nửa còn tiết diện dây tăng lên gấp đôi.



Hình 4-1. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây động cơ điện một pha vòng chap 2 cực, 2 tổ bối đơn.

Xin nhấn mạnh, tiết diện dây chứ không phải đường kính dây tăng lên gấp đôi. Để tiết diện dây tăng lên gấp đôi, đường kính dây chỉ cần tăng lên 1,41 lần so với đường kính dây cũ.

Ngược lại, khi quấn chuyển từ điện 110V lên 220V thì số vòng của một bối dây cực tăng lên gấp đôi còn tiết diện dây quấn giảm xuống một nửa. Nghĩa là, giảm xuống 0,71 lần so với đường kính cũ. Sau đó, đấu nối tiếp hai bối dây cực lại như trước.

Ví dụ. Một quạt con cóc điện 110V có 2 bối dây cực, mỗi bối 580 vòng $\Phi 0,31$. Khi quấn chuyển sang 220V phải quấn thành 2 bối, mỗi bối 1160 vòng $\Phi (0,31 \times 0,71) = 0,22$.

2. Động cơ điện một pha vòng chập 4 cực, 4 tổ bối đơn

Động cơ này có 4 bối dây cực, độ rộng mỗi bối chiếm 1/4 chu vi lõi thép stato. Cấu tạo và cách đấu dây như sơ đồ ở hình 4-2.

Động cơ điện 220V có số vòng dây của một bối nhiều gấp đôi nhưng tiết diện dây quấn chỉ nhỏ bằng một nửa so với động cơ điện 110V.

Những động cơ điện 220V khi làm việc ở lưới điện 110V, đấu thành 2 dây song song, mỗi dây gồm 2 bối đối diện nối tiếp cách quãng khác phía (để đảm bảo tính đối xứng của dây quấn cho một dây song song) như ở hình 4-2, c, d.

Những động cơ dùng đã nhiều năm, dây quấn có thể bị lão hóa nên dễ đứt, nếu đấu lại toàn bộ như trên sẽ làm hỏng cuộn dây. Có thể cắt mối nối giữa bối thứ hai và bối thứ ba (h. 4-2, b) để chia cuộn dây thành 2 nửa rồi chọn 2 đầu có dòng điện đi vào chụm lại làm một mối, 2 đầu có dòng điện đi ra chụm lại làm một mối. Hai mối đó được nối với 2 dây của lưới điện xoay chiều một pha 110V. Cách này, động cơ quay không được êm tuyệt đối nhưng vẫn có thể chấp nhận được.

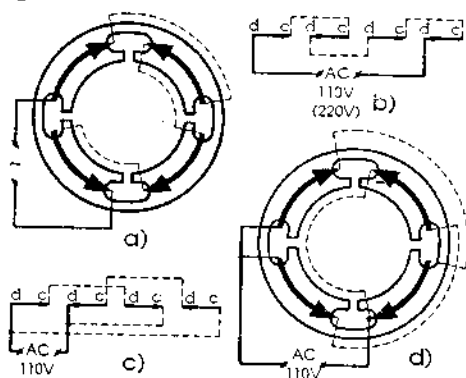
Khi quấn lại ống dây, nếu muốn chuyển đổi điện áp cho động cơ, điều chỉnh số vòng và cỡ dây giống như ở động cơ 2 cực, 2 tổ bối đơn.

3. Động cơ một pha vòng chập 6 cực, 6 tổ bối đơn

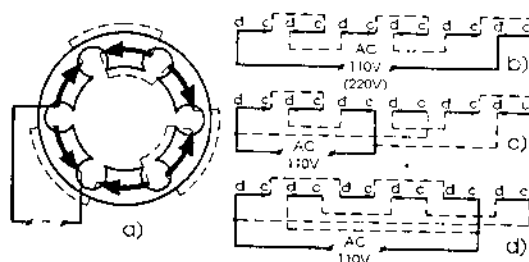
Động cơ này có 6 bối dây cực, độ rộng mỗi bối dây chiếm 1/6 chu vi lõi thép stato. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây như hình 4-3.

Động cơ điện 110V chỉ khác động cơ điện 220V về số vòng và cỡ dây quấn cho từng bối. Những động cơ điện 220V muốn dùng ở lưới điện 110V, đấu thành 2 dây song song, mỗi dây 3 bối nối tiếp (h. 4-3, c, d). Cách làm này không được khuyến khích vì không đảm bảo được tính đối xứng của dây quấn trong một dây song song nên động cơ chạy bị rung, lắc nhiều.

Chỉ nên áp dụng trong những trường hợp đặc biệt cần thiết. Nếu quấn đổi từ điện 110V sang điện 220V hoặc ngược lại, làm như ở động cơ 2 cực, 2 tổ bối đơn.



Hình 4-2. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha vòng chập 4 cực, 4 tổ bối đơn.

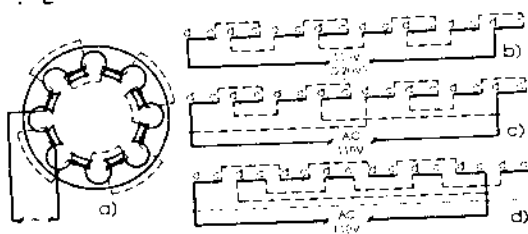


Hình 4-3. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha vòng chập 6 cực, 6 tổ bối đơn.

4. Động cơ một pha vòng chap 8 cực, 8 tổ bối đơn

Động cơ này có 8 bối dây cực. Độ rộng mỗi bối dây chiếm $1/8$ chu vi lõi thép stato. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây như ở hình 4-4.

Những động cơ điện 220V muốn làm việc ở lưới điện 110V, đấu thành 2 dây song song, mỗi dây 4 bối nối tiếp (h. 4-4, c, d). Khi quán chuyển từ điện 110V sang điện 220V hoặc ngược lại, làm như ở động cơ 2 cực, 2 tổ bối đơn.



Hình 4-4. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha vòng chap 8 cực, 8 tổ bối đơn.

4-1-2. Động cơ điện một pha vòng chap có số cực gấp đôi số tổ bối

Đặc điểm của loại động cơ này là, stato cực lõi, mỗi bối dây cực có độ rộng bằng một phần của tổng số cực, khoảng cách từ cạnh cuối bối trước đến cạnh đầu bối sau vừa bằng độ rộng của một bối.

Cách đấu dây trong loại động cơ này là đấu nối tiếp khác phía. Tức là, cuối bối trước nối với đầu bối sau hoặc đầu bối trước nối với cuối bối sau, 2 đầu còn lại của bối dây đầu và bối dây cuối nối ra 2 dây của lưới điện xoay chiều một pha. Rôto luôn quay về phía vòng chap.

1. Động cơ một pha vòng chap 4 cực, 2 tổ bối đơn

Loại động cơ này có 2 bối dây cực. Độ rộng mỗi bối dây chiếm $1/4$ chu vi lõi thép stato. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây như ở hình 4-5, a, b.

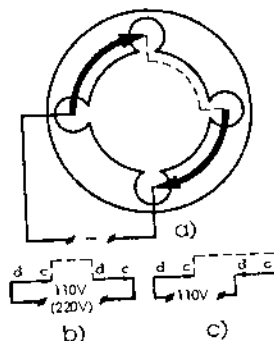
Có thể chuyển thành động cơ 2 cực bằng cách đấu nối tiếp cùng phía như sơ đồ ở hình 4-5, c.

Động cơ này chỉ dùng được một điện áp hoặc 110V hoặc 220V. Động cơ điện 220V có số vòng dây quấn gấp đôi nhưng tiết diện dây chỉ bằng một nửa so với động cơ điện 110V.

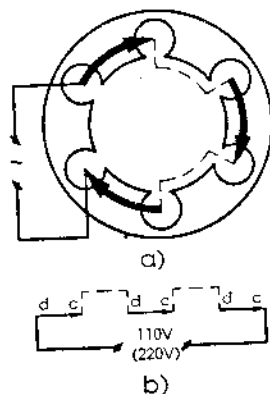
Không được phép đấu thành 2 dây song song để chuyển từ điện 220V xuống điện 110V. Muốn chuyển đổi điện áp phải quấn lại ống dây giống cách làm của động cơ 2 cực, 2 tổ bối đơn.

2. Động cơ một pha vòng chap 6 cực, 3 tổ bối đơn

Loại động cơ này có 3 bối dây cực. Độ rộng mỗi bối dây chiếm $1/6$ chu vi lõi thép stato. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây như ở hình 4-6. Động cơ này chỉ dùng được một loại điện áp hoặc 110V hoặc 220V. Khi muốn thay đổi điện áp phải quấn lại cuộn dây theo cách làm ở động cơ 2 cực, 2 tổ bối đơn.



Hình 4-5. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây của động cơ một pha vòng chap 4 cực, 2 tổ bối đơn.

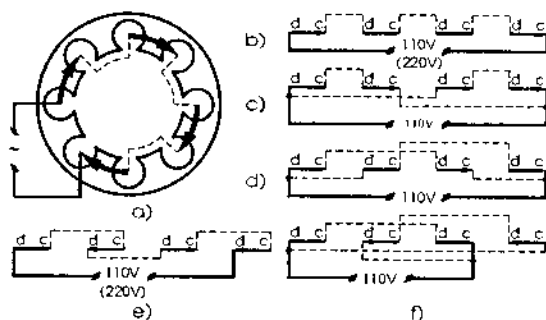


Hình 4-6. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây động cơ một pha vòng chap 6 cực, 3 tổ bối đơn.

2 tổ bối đơn. Không áp dụng được cách đấu 2 dây song song để chuyển đổi từ điện 220V xuống điện 110V. Không được phép đấu nối tiếp cùng phía vì sẽ tạo nên số cực lẻ.

3. Động cơ một pha vòng chập 8 cực, 4 tổ bối đơn

Loại này có 4 bối dây cực, độ rộng mỗi bối dây chiếm 1/8 chu vi lõi thép stato. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây như ở hình 4-7, a, b. Những động cơ điện 220V muốn chuyển xuống điện 110V, đấu thành 2 dây, mỗi dây 2 bối nối tiếp (h. 4-7, c, d). Có thể đấu nối tiếp cùng phía hoặc đấu song song 2 mạch rẽ, mỗi mạch gồm 2 bối đối diện nối tiếp khác phía để chuyển thành động cơ 4 cực (h. 4-7, e, f).

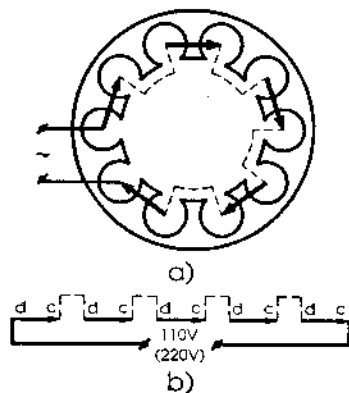


Hình 4-7. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây động cơ một pha vòng chập 8 cực, 4 tổ bối đơn.

4. Động cơ một pha vòng chập 10 cực 5 tổ bối đơn

Trong quạt trần, để có được vận tốc chậm nhưng cuộn dây lại đơn giản, người ta hay áp dụng cách đấu nối tiếp khác phía nhằm tạo ra số cực gấp đôi số bối dây cực. Những động cơ điện xoay chiều một pha vòng chập từ 10 cực trở lên dùng làm quạt trần, chủ yếu áp dụng cách đấu này. Với động cơ trên, độ rộng mỗi bối dây cực chiếm 1/10 chu vi lõi thép stato. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây như ở hình 4-8, a, b.

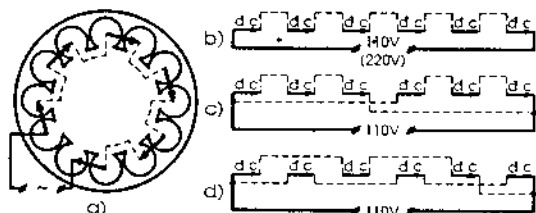
Động cơ này chỉ dùng được một cấp điện áp hoặc 110V hoặc 220V. Khi muốn chuyển đổi điện áp phải quấn lại cuộn dây như cách làm ở động cơ 2 cực, 2 tổ bối đơn. Không áp dụng được cách đấu nối tiếp cùng phía hoặc cách đấu song song khác phía vì sẽ tạo nên số cực lẻ.



Hình 4-8. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha vòng chập 10 cực, 5 tổ bối đơn.

5. Động cơ một pha vòng chập 12 cực, 6 tổ bối đơn

Trong động cơ này, độ rộng mỗi bối dây cực chiếm 1/12 chu vi lõi thép stato, cạnh cuối của bối trước cách cạnh đầu của bối sau một khoảng bằng độ rộng bối dây. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây như hình 4-9, a, b. Động cơ điện 220V muốn chuyển thành động cơ điện 110V, đấu thành 2 dây song song, mỗi dây 3 bối nối tiếp khác phía (h. 4-9, c, d).



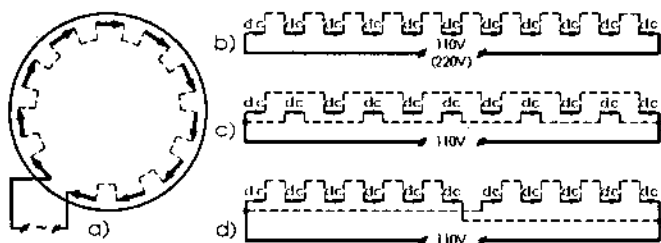
Hình 4-9. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha vòng chập 12 cực, 6 tổ bối đơn.

Có thể đấu nối tiếp cùng phía hoặc đấu hai dây song song, mỗi dây 3 bội nối tiếp cùng phía để được động cơ 6 cực nhưng thực tế không thấy dùng vì trong quạt trần, người ta cần nhiều cực để được vận tốc chậm chứ không cần vận tốc cao. Khi quán chuyển đổi từ điện 110V sang điện 220V hoặc ngược lại, làm như ở động cơ 2 cực 2 tổ bội đơn.

6. Động cơ một pha vòng chập nhiều cực

Trong các quạt trần kiểu vòng chập, loại lớn nhất có tới 24 cực (Marellie, Eol...). Chúng tôi quy ước, các động cơ điện một pha vòng chập có từ 16 cực trở lên gọi chung là động cơ điện một pha nhiều cực, chúng có thể có 8, 9, 10, 11, hoặc 12 bội dây cực. Độ rộng mỗi bội chiếm một khoảng bằng chu vi lõi thép stato chia cho số cực. Khoảng cách giữa 2 cạnh kề nhau của 2 bội dây liên tiếp bằng độ rộng của một bội dây. Các quạt đời cổ thường sử dụng điện áp 110V, các quạt đời mới thường sử dụng điện áp 220V. Dù sử dụng điện áp nào thì cũng đều áp dụng cách đấu nối tiếp khác phía để được số cực gấp đôi số bội dây (h. 4-10, a, b). Đối với các quạt điện 220V, có thể đấu thành 2 dây song song mỗi dây một nửa số bội mắc nối tiếp khác phía để dùng ở lưới điện 110V. Các quạt điện 110V, khi sử dụng ở mạng 220V phải quấn lại ống dây như ở động cơ 2 cực, 2 tổ bội đơn hoặc dùng biến áp tự ngẫu.

Về nguyên tắc, khi số bội dây cực là số lẻ thì không được phép đấu thành 2 dây song song để chuyển đổi từ điện 220V xuống điện 110V. Nhưng trong thực tế, những quạt có 9 hoặc 11 bội vẫn có thể đấu được như ở hình 4-10, c, d. Lúc đó, số bội



Hình 4-10. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây động cơ một pha vòng chập nhiều cực.

dây trong mỗi dây sẽ hơn kém nhau một bội. Khi số bội dây trong một dây ít thì hơn kém nhau một bội là đáng kể, nhưng khi số bội nhiều thì lại trở thành không đáng kể. Dĩ nhiên, quạt quay không thể êm tuyệt đối như khi có 2 dây cân đối nhưng vẫn có thể chấp nhận được. Một số quạt đấu theo cách này đã nhiều năm nhưng vẫn hoạt động tốt.

Các loại động cơ điện một pha vòng chập nhiều cực có số cực là số chẵn thì có thể đấu nối tiếp cùng phía hoặc 2 dây song song, mỗi dây một nửa số bội nối tiếp khác phía để được động cơ có số cực bằng số bội, nhưng thực tế không thấy dùng. Cách này chỉ áp dụng cho những động cơ có 6 cực trở xuống.

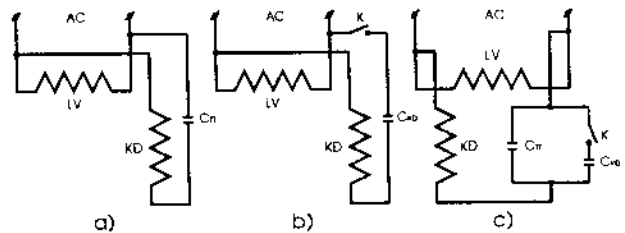
4-2. Sơ đồ đấu dây trong động cơ điện xoay chiều một pha tự điện

Động cơ điện xoay chiều một pha tự điện là loại động cơ có 2 cuộn dây, cuộn dây làm việc và cuộn dây phụ khởi động (rôto lồng sóc). Hai cuộn dây này luôn đặt lệch nhau trong không gian 90 độ điện. Cuộn dây làm việc có đường kính lớn hơn, thường chiếm từ 1/2 đến 2/3 số rãnh stato, được lồng vào trước. Cuộn dây khởi

động có đường kính bé hơn, thường chiếm từ 1/3 đến 1/2 số rãnh stato, được lồng vào sau.

Động cơ điện xoay chiều một pha tụ điện có 2 loại, một loại có tụ điện đấu thường trực trong suốt thời gian vận hành và một loại có tụ điện chỉ sử dụng trong thời gian khởi động. Cho dù dùng tụ khởi động hay tụ thường trực, trong mỗi động cơ điện xoay chiều một pha kiểu này đều có ít nhất một tụ điện đấu nối tiếp với cuộn dây khởi động. Bởi vậy, để phân biệt với động cơ điện xoay chiều một pha vòng chập, trong thực tế người ta quen gọi loại động cơ này là động cơ một pha tụ điện. Sơ đồ nguyên lý của nó được thể hiện trên hình 4-11.

Những động cơ dùng tụ thường trực, cả 2 cuộn dây đều tham gia thành lập mômen quay trong suốt thời gian vận hành nên cuộn khởi động thường có số vòng nhiều hơn cuộn làm việc và tụ C phải có điện dung nhỏ. Những động cơ dùng tụ khởi động, cuộn khởi động chỉ tham gia trong thời gian khởi động nên thường có số vòng ít hơn cuộn làm việc và tụ C cần có điện dung lớn.



Hình 4-11. Sơ đồ nguyên lý động cơ một pha tụ điện : a) dùng tụ thường trực; b) dùng tụ khởi động; c) dùng cả tụ khởi động và tụ thường trực.

4-2-1. Công dụng và cấu tạo của công tắc ngắt điện

Trong các động cơ sử dụng tụ khởi động, cuộn khởi động chỉ được phép hoạt động trong thời gian rất ngắn. Vì vậy, phải có một khí cụ để ngắt nó ra khỏi mạch điện khi cần thiết, đó là công tắc ngắt điện. Công tắc ngắt điện có thể đặt giữa tụ C với cuộn khởi động, có thể đặt giữa tụ C với lưới điện, miễn sao thuận tiện cho cách đấu nối dây là được. Để ngắt cuộn khởi động ra khỏi mạch điện, người ta có thể dùng công tắc nhân công hoặc công tắc tự động. Công tắc nhân công phải có người trực tiếp thao tác đóng, ngắt nên ngày nay ít thấy dùng. Công tắc tự động thông dụng có 4 loại: công tắc li tâm, rơle nhiệt, rơle từ và rơle điện từ. Vai trò của các loại công tắc này rất quan trọng. Một công tắc tốt phải thỏa mãn được 2 yêu cầu, đóng mạch chắc chắn và ngắt mạch dứt khoát, an toàn. Thiếu một trong 2 yêu cầu đó có thể dẫn đến hậu quả làm cháy động cơ.

Nếu công tắc không đóng mạch thì cuộn khởi động sẽ không làm việc, động cơ không quay, điện năng sẽ biến thành nhiệt năng làm cho nó nóng lên. Nếu công tắc không ngắt mạch thì động cơ đã quay rồi, cuộn khởi động vẫn bị nối liền mạch. Cuộn này có số vòng ít mà tụ C_{KD} lại có trị số cao nên dòng điện chạy trên nó rất lớn làm cháy cuộn dây. Khi gặp những động cơ dùng tụ khởi động mà bị cháy cuộn dây, cần kiểm tra cộng tắc tự động xem có bị hỏng không. Nếu không, chính nó sẽ làm hỏng nốt cuộn dây vừa mới sửa chữa xong. Có thể dùng ôm kế để kiểm tra xem các vít bạch kim có nhả ra, đóng vào một cách chắc chắn không, hoặc dùng phương pháp đo dòng điện. Hãy dùng một ampe kế xoay chiều (loại đo được dòng lớn) mắc nối tiếp với một trong hai dây điện vào của động cơ (nếu dùng ampe kế kim thì chỉ cần kẹp lên một trong hai dây điện vào). Khi cho động cơ khởi động, ampe kế phải

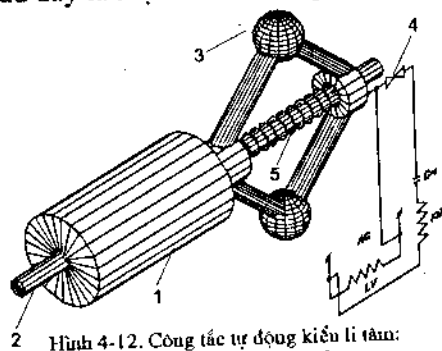
chỉ thị một dòng điện nào đó, đến khi động cơ quay đều thì ampe kế phải chỉ thị một dòng điện nhỏ hơn hẳn, như thế là công tác hoạt động bình thường. Nếu động cơ quay đều rồi mà số đo trên ampe kế không tụt xuống thì có nghĩa là, công tác tự động không ngắt mạch ra được. Nếu ampe kế có chỉ thị một dòng điện mà động cơ lại không quay thì có thể do công tác tự động không đóng liền mạch nên cuộn dây khởi động không được làm việc.

Lưu ý, dòng điện ở chế độ khởi động của tất cả các loại động cơ thường có trị số lớn hơn dòng điện ở chế độ làm việc gấp vài lần. Vì vậy, phương pháp trên phải dựa trên cơ sở so sánh với thông số kinh nghiệm do được trên các loại động cơ.

Các công tác sử dụng đã lâu ngày, có thể có muội than ở các má vít, đôi khi chỉ cần lau chùi lại là sự cố đã được khắc phục. Sau đây là một số kiểu công tác thông dụng.

1. Công tác tự động kiểu li tâm

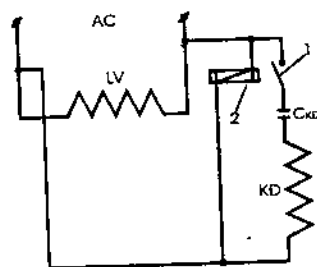
Công tác tự động kiểu li tâm luôn đặt trên trục động cơ. Nó có thể lắp trước hoặc sau tụ khởi động, tùy ý. Lúc bình thường, lò xo 5 đẩy cho 2 vít bạch kim 4 luôn đóng. Khi động cơ đã quay đạt tới 70 đến 80% vận tốc định mức thì 2 quả nặng 3 sẽ văng ra 2 bên do lực li tâm, lò xo 5 bị ép lại, 2 vít bạch kim mở ra, mạch điện cuộn dây khởi động bị hở. Cả C_{KD} lẫn cuộn dây khởi động ngừng hoạt động (h. 4-12).



Hình 4-12. Công tác tự động kiểu li tâm:
1) rôto; 2) trục động cơ; 3) quả nặng;
4) vít bạch kim; 5) lò xo.

2. Công tác tự động kiểu role từ

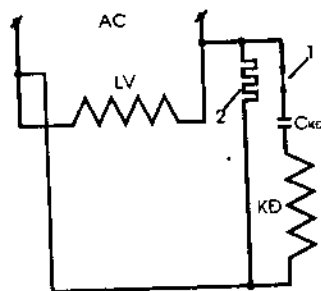
Công tác này thường sử dụng trong tủ lạnh, máy điều hòa nhiệt độ... Lúc bình thường, hai vít bạch kim 1 luôn đóng. Khi đóng điện vào động cơ, có dòng chạy qua cuộn dây làm việc và cuộn dây khởi động, động cơ quay ngay. Sau ít giây, vận tốc của động cơ đạt $70 \div 80\%$ vận tốc định mức, role 2 sẽ tác động. Nó hút cho 2 vít bạch kim 1 nhả ra, cuộn dây khởi động và tụ C_{KD} được ngắt khỏi mạch điện (h. 4-13).



Hình 4-13. Công tác tự động kiểu role từ:
1) vít bạch kim; 2) role từ.

3. Công tác tự động kiểu role nhiệt

Lúc bình thường, 2 vít bạch kim 1 luôn đóng, mạch điện cuộn dây khởi động được nối liền. Khi đóng điện, động cơ quay ngay. Sau vài giây, role nhiệt bắt đầu nóng lên. Nhiệt độ sẽ làm giãn nở thanh kim loại, đẩy 2 vít bạch kim nằm xa nhau ra, cuộn khởi động và tụ C_{KD} ngắt ra khỏi mạch điện (h. 4-14).



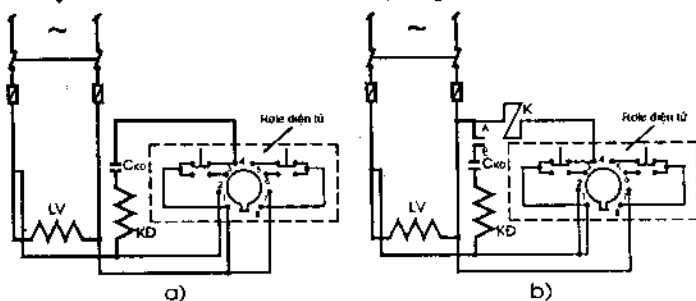
Hình 4-14. Công tác tự động kiểu role nhiệt:
1) vít bạch kim; 2) role nhiệt.

4. Công tắc tự động kiểu role điện tử

Ba loại công tắc ngắt điện trên có kích thước công kênh và độ tin cậy không cao. Ngày nay, người ta sử dụng phổ biến loại công tắc ngắt điện kiểu role thời gian điện tử. Loại này có kích thước nhỏ gọn, khá bền và có khả năng điều chỉnh thời gian cắt chính xác đến vài phần trăm giây, rất phù hợp với động cơ điện. Nguyên lý hoạt động của nó như sau.

Khi đóng nguồn điện xoay chiều vào, role thời gian điện tử được cấp nguồn qua chân 2-7, mạch trễ trong role thời gian bắt đầu làm việc và tính thời gian. Cặp tiếp điểm thường đóng 1-4 nối liền mạch cho cuộn khởi động, động cơ quay ngay. Đến đúng thời điểm đã đặt trên role, mạch trễ sẽ đưa một xung điều khiển đến không chế cặp tiếp điểm 1-4 làm cho nó hở mạch, cuộn khởi động được ngắt ra khỏi mạch điện. Tình trạng trên được duy trì suốt cho đến khi cắt điện nguồn và sẽ được lặp lại khi đóng điện nguồn (h. 4-15, a).

Đối với những động cơ công suất lớn, dòng qua role thời gian điện tử (thường cỡ 3A trở xuống) có thể sẽ không đủ cho động cơ khởi động, khi đó phải đấu qua một role khác lớn hơn.



Hình 4-15. Mạch nguyên lý công tắc tự động kiểu role điện tử:
a) mạch đấu trực tiếp; b) mạch đấu qua role trung gian.

Role thời gian lúc này trở thành role trung gian (h. 4-15, b). Khi đóng điện nguồn, cặp tiếp điểm thường đóng 1-4 của role thời gian nối liền mạch cho cuộn hút K của role lớn. Nó hút cho cặp tiếp điểm thường mở $A-B$ của role lớn đóng lại, mạch cuộn khởi động được nối liền, động cơ quay ngay. Đến thời điểm đã đặt, mạch trễ sẽ điều khiển cho cặp tiếp điểm 1-4 mở ra, cuộn hút K ngừng hút, cặp tiếp điểm $A-B$ trở về trạng thái mở, cuộn khởi động được ngắt ra khỏi mạch điện.

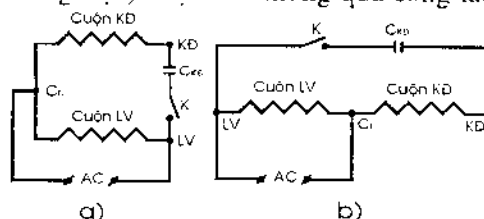
4-2-2. Đặc điểm chung về dây quấn động cơ điện xoay chiều một pha tụ điện

Động cơ điện xoay chiều một pha tụ điện có loại chỉ có 2 cực, có loại tới 20 cực (quat trần) nhưng thông dụng nhất là loại 2 cực, 4 cực, 6 cực. Các loại còn lại gọi chung là động cơ nhiều cực. Các động cơ nhiều cực chủ yếu sử dụng các tổ bố đơn nên tuy nhiều cực nhưng cuộn dây không đến nỗi phức tạp lắm.

Dù động cơ nhiều cực hay ít cực thì dây quấn stator cũng chỉ gồm có 2 cuộn dây. Cuộn làm việc có cỡ dây lớn được lồng vào trước thành một lớp rải đều theo chu vi lõi thép stator, cuộn khởi động có cỡ dây nhỏ được lồng thành một lớp dè lên trên cuộn làm việc, sao cho bảo đảm tính đối xứng của dây quấn qua trục động cơ. Đôi khi, người ta còn lồng cho 2 cuộn dây xen kẽ nhau cùng một lượt (cuộn dây đồng khuôn kiểu góc lồng tôm). Mỗi cuộn dây đều có 2 đầu, một đầu đầu và một đầu cuối nhưng cuối cùng phải đấu chụm lại thành 3 mối dây như hình 4-16, a, b. Mỗi

có 2 đầu của 2 cuộn dây đấu chung nhau được gọi là mối dây chung, ký hiệu chữ C_n . Mỗi có đầu còn lại của cuộn làm việc gọi là mối dây làm việc, ký hiệu chữ LV . Mỗi có đầu còn lại của cuộn khởi động được gọi là mối dây khởi động, ký hiệu chữ KD . Hai dây điện vào bao giờ cũng đấu vào mối dây chung và mối dây làm việc. Mối dây khởi động sẽ được đấu với một đầu tụ điện, đầu còn lại của tụ điện đấu trực tiếp về mối dây làm việc (nếu là tụ thường trực) hoặc đấu thông qua công tắc ngắt điện tự động (nếu là tụ khởi động).

Có thể dùng ôm kế để xác định 3 mối dây trên bằng cách đo luân phiên 2 mối dây một. Hai mối nào có điện trở lớn nhất là mối dây làm việc và mối dây khởi động, mối còn lại là mối dây chung. Để phân biệt mối nào là mối dây làm việc, mối nào là mối dây khởi động



Hình 4-16. Cách đấu các cuộn dây trong động cơ một pha tự điện.

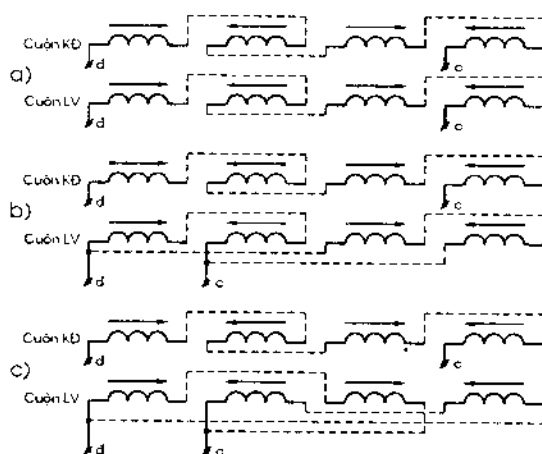
chỉ việc đo mỗi dây chung với 2 mối dây đó, mối nào có điện trở lớn hơn là mối dây khởi động, mối nào có điện trở nhỏ hơn là mối dây làm việc.

Khi lồng dây vào trong rãnh lõi thép stato phải chú ý sao cho cuộn làm việc và cuộn khởi động luôn lệch nhau trong không gian 90° điện. Tức là, đầu đầu hoặc đầu cuối của cuộn làm việc phải lệch so với đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn khởi động $90/p$ độ hình học hay một nửa bước cực (tính theo số rãnh).

Cuộn làm việc và cuộn khởi động cũng được cấu tạo từ những tổ bối dây. Số tổ bối trong mỗi cuộn dây luôn bằng nhau và đúng bằng số cực của động cơ. Trong một tổ bối có thể có một bối dây có thể có nhiều bối dây, tùy theo mỗi loại động cơ. Các động cơ dùng tụ thường trực, số bối trong một tổ của cuộn khởi động và số bối trong một tổ của cuộn làm việc thường bằng nhau. Các động cơ dùng tụ khởi động, số bối trong một tổ của cuộn khởi động thường ít hơn số bối trong một tổ của cuộn làm việc. Các loại quạt điện hay dùng kiểu tổ đồng khuôn, cuộn dây lớp đơn hoặc lớp kép. Những động cơ ít cực hay dùng kiểu tổ mẹ con.

Đối với những động cơ chỉ sử dụng một cấp điện áp, người ta thường áp dụng cách đấu nối tiếp cùng phía các tổ bối dây để tạo nên số cực bằng số tổ (h. 4-17, a). Khi đấu chuyển từ điện 220V sang điện 110V, người ta áp dụng cách đấu 2 dây song song, mỗi dây một nửa số tổ đấu nối tiếp cùng phía (h. 4-17, b) hoặc nối tiếp cách quãng khác phía (h. 4-17, c) cho cuộn làm việc, cuộn khởi động giữ nguyên cách đấu cũ.

Để tạo nên đúng số cực của động cơ, khi cấu tạo cuộn dây cần chú ý mấy điểm chính sau:



Hình 4-17. Đấu chuyển từ điện 220V sang điện 110V cho động cơ một pha tự điện.

- Số tổ bố trong cuộn làm việc và cuộn khởi động luôn bằng nhau và bằng số cực động cơ.

- Độ rộng của mỗi tổ bố phải bằng một phần của tổng số cực (tính theo chu vi lõi thép stato) hoặc xấp xỉ bằng bước cực τ (tính theo rãnh). Cạnh đầu của tổ nơ và cạnh cuối của tổ kia trong một cuộn dây phải được đặt liên tiếp kề nhau.

- Phải đấu dây sao cho dòng điện trong các tổ liên tiếp luôn đổi chiều còn dòng điện trong các bố cùng tổ luôn cùng chiều. Nếu là cuộn dây lớp kép thì dòng điện chạy trong lớp trên và lớp dưới của một rãnh phải cùng chiều tại mọi thời điểm.

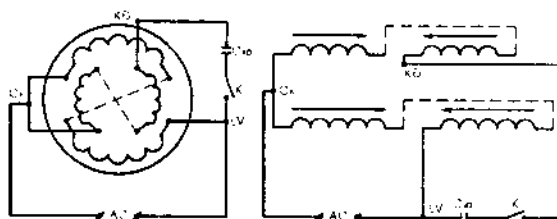
4-2-3. Động cơ một pha tự điện 2 cực, 4 tổ bố

Động cơ điện xoay chiều một pha tự điện 2 cực là loại đơn giản nhất trong số các động cơ tự điện. Cuộn khởi động và cuộn làm việc của động cơ này đều gồm có 2 tổ bố dây, mỗi tổ có thể nhiều bố có thể ít bố tùy theo mỗi loại động cơ nhưng số bố trong một tổ của mỗi cuộn dây phải bằng nhau. Mỗi cuộn dây sẽ được lồng thành một lớp theo vòng tròn lõi thép stato, 2 tổ bố của mỗi cuộn dây phải đối xứng nhau qua trục động cơ. Cuộn dây làm việc có thể được lồng vào trước, có thể được lồng vào sau, điều đó không quan trọng. Đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn làm việc và đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn khởi động phải lệch nhau trong không gian 90 độ hình học hoặc một nửa bước cực (tính theo rãnh).

Độ rộng của mỗi tổ bố phải chiếm 1/2 chu vi vòng tròn lõi thép stato hoặc xấp xỉ bằng một bước cực (tính theo rãnh). Cạnh đầu tổ trước phải liền kề với cạnh cuối tổ sau và ngược lại. Đa số các động cơ tự điện 2 cực đều dùng kiểu tổ mệ con, ít thấy trường hợp có tổ bố đơn.

Tổ trước và tổ sau của từng cuộn dây được đấu nối tiếp cùng phía còn các bố trong cùng một tổ được đấu nối tiếp khác phía. Đầu đầu của cuộn làm việc và đầu đầu của cuộn khởi động được chụm với nhau làm một dây chung, đầu cuối cuộn làm việc được đưa ra làm một dây làm việc, đầu cuối cuộn khởi động được đưa ra làm một dây khởi động. Hai dây điện vào được đấu với một dây chung và một dây làm việc, mỗi dây khởi động đấu qua tụ điện để về một dây làm việc. Nếu là tự khởi động thì phải đấu vào trước hoặc sau tụ điện một công tắc tự động (h. 4-18).

Động cơ một pha tự điện 2 cực, 4 tổ bố như trên không được phép đấu thành động cơ 4 cực. Muốn đấu thành động cơ 4 cực thì phải cấu tạo lại cuộn dây sao cho độ rộng mỗi tổ bố chỉ bằng 1/4 chu vi vòng tròn lõi thép stato và khoảng cách từ cạnh đầu tổ nơ đến cạnh cuối tổ kia phải gần bằng độ rộng của một tổ.

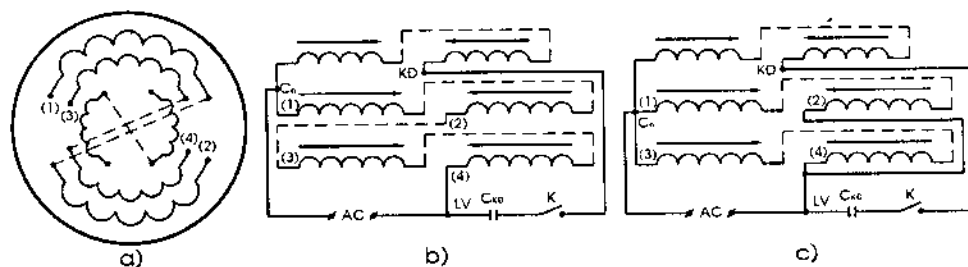


Hình 4-18. Cấu tạo và cách đấu dây trong động cơ một pha tự điện 2 cực.

Động cơ này chỉ dùng được một cấp điện áp hoặc 110V hoặc 220V. Không được phép đấu thành 2 dây song song để dùng ở lưới điện 110V. Muốn chuyển từ điện 220V xuống điện 110V phải quấn lại ống dây bằng cách, quấn cho số vòng trong mỗi bố của từng cuộn dây giảm xuống một nửa còn tiết diện dây tăng lên gấp đôi,

tức đường kính tăng lên 1,41 lần. Muốn chuyển đổi từ điện 110V lên 220V phải quấn cho số vòng trong một bố của từng cuộn dây tăng lên gấp đôi còn tiết diện dây quấn giảm xuống một nửa, tức đường kính giảm xuống 0,71 lần.

Động cơ một pha tự điện 2 cực muốn sử dụng được cả 2 điện áp phải dùng phương pháp đặc biệt để chế tạo cuộn dây, phương pháp chập 2 sợi dây quấn cùng một lượt cho cuộn làm việc. Dĩ nhiên, số vòng dây quấn phải giảm xuống một nửa còn cỡ dây quấn thì bằng cỡ dây của động cơ 220V ở cách quấn thông thường bên trên. Như vậy, cuộn dây làm việc sẽ có 4 đầu dây ra, 2 đầu đầu và 2 đầu cuối, hình thành 2 lớp dây lồng chung rãnh. Tổ với tổ vẫn đấu nối tiếp cùng phía (h. 4-19).



Hình 4-19. Phương pháp quấn chập đôi 2 sợi dây cho cuộn làm việc động cơ một pha tự điện 2 cực. 4 tổ bố để dùng 2 cấp điện áp.

Hãy đánh số cho 2 đầu đầu là (1) và (3), 2 đầu cuối là (2) và (4). Dùng ôm kế đo từng cặp đầu - cuối thì (1) phải thông với (2), (3) phải thông với (4).

Khi dùng ở điện 220V, số vòng dây phải nhiều và cỡ dây chỉ cần nhỏ nên người ta đấu cho 2 lớp dây nối tiếp nhau bằng cách nối (2) với (3), (1) trở thành đầu cuộn dây làm việc, (4) trở thành cuối cuộn dây làm việc. Cũng có thể nối (1) với (4) để cho (3) trở thành đầu cuộn, (2) trở thành cuối cuộn. Thực tế không cần phải đánh số như thế, chỉ cần đo bất kỳ một đầu với một cuối, nếu thấy chúng không thông với nhau thì đó chính là 2 đầu cần nối, một đầu còn lại và một cuối còn lại chính là đầu và cuối của cuộn làm việc. Chẳng hạn, đã nối được như hình 4-19, b. Chụm đầu (1) với đầu cuộn khởi động làm mỗi dây chung, đầu (4) đưa ra làm mỗi dây làm việc, đầu cuối cuộn khởi động đưa ra làm mỗi dây khởi động để đấu qua tụ điện về mỗi dây làm việc, hai dây điện vào đấu vào mỗi dây chung và mỗi dây làm việc.

Khi dùng ở điện 110V, số vòng dây phải giảm xuống một nửa còn tiết diện dây phải tăng lên gấp đôi nên phải đấu cho 2 lớp dây song song với nhau bằng cách, chập 2 đầu đầu lại với nhau thành một mối, 2 đầu cuối lại với nhau thành một mối, đó là đầu và cuối của cuộn làm việc, 2 đầu đầu chung được chụm với đầu của cuộn khởi động làm mỗi dây chung, 2 đầu cuối chung được đưa ra làm mỗi dây làm việc, cuối cuộn khởi động được đưa ra làm mỗi dây khởi động, điện áp 110V đặt vào giữa mỗi dây chung và mỗi dây làm việc (h. 4-19, c).

Tuy nhiên, không nhất thiết phải chập 2 sợi dây lại để quấn cùng một lượt. Có thể quấn riêng từng sợi thành các bố và tổ bố trên cùng một khuôn quấn, sao cho có cùng kích thước, kiểu dáng và số vòng. Sau đó lồng chung chúng vào các rãnh tương ứng của cuộn dây.

Qua các sơ đồ ở hình 4-18 và 4-19, bạn đọc đã nắm được cách đấu dây trong động cơ một pha tự điện 2 cực. Theo cách ký hiệu mà chúng tôi đã quy ước trong mục 3-5 thì các sơ đồ này mới cho biết những thông tin về cách đấu dây đến từng tổ bối. Thế nhưng, trong một tổ bối có thể còn có vài bối dây riêng rẽ. Các bối dây này cần phải nối lại với nhau để tạo thành tổ bối dây. Bước này đã được làm ngay từ khâu lồng dây vào rãnh (các bối dây trong một tổ được quấn dính liền nhau gọi là dính đôi, dính ba, dính bốn...).

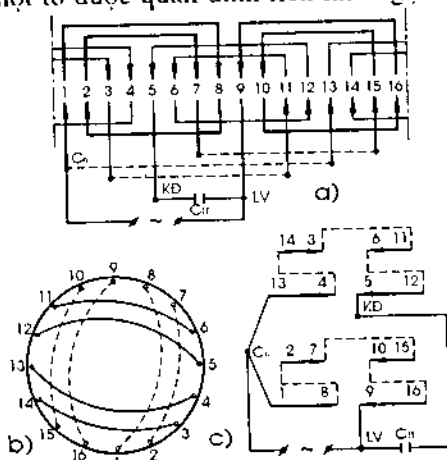
Để giúp bạn đọc làm quen với thực tế và tránh sự hiểu lầm giữa cuộn dây với tổ bối dây, chúng tôi xin trích dẫn một số ví dụ điển hình, hướng dẫn cách đấu dây chi tiết đến từng bối cho các loại động cơ một pha tự điện 2 cực thông dụng.

Ví dụ 1. Một động cơ một pha 2 cực dùng tụ thường trực có số rãnh $Z = 16$, cuộn làm việc và cuộn khởi động gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8. Cấu tạo ống dây và cách đấu dây như hình 4-20.

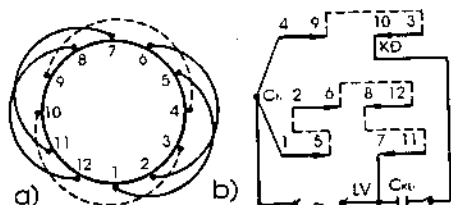
Hai tổ bối dây của mỗi cuộn phải được lồng đối diện nhau qua trục động cơ như hình 4-20, b. Hãy chọn rãnh số 1 là đầu đầu cuộn làm việc, vậy đầu đầu cuộn khởi động phải lệch so với rãnh số 1 90 độ hình học hoặc một nửa bước cực:

$$\frac{1}{2} \tau = \frac{1}{2} \cdot \frac{Z}{2p} = \frac{1}{2} \cdot \frac{16}{2} = 4 \text{ rãnh}$$

Nghĩa là, đầu đầu của cuộn khởi động phải lồng vào rãnh số 13 hoặc rãnh số 5. Chọn rãnh số 13. Sơ đồ đấu dây chi tiết đến từng bối thể hiện trên hình 4-20, a, c. Để cho dòng điện chạy trên 2 bối dây của mỗi tổ cùng chiều, phải đấu các bối nối tiếp khác phía (đầu 8 với 2; 10 với 16...). Muốn được động cơ 2 cực, dòng điện chạy trên tổ trước và tổ sau phải ngược chiều. Bởi vậy, phải đấu tổ với tổ nối tiếp cùng phía (đầu 3 với 11; 7 với 15). Đầu dây ở rãnh số 1 và đầu dây ở rãnh số 13 được chụm lại làm mỗi dây chung, đầu dây ở rãnh số 9 được lấy ra làm mỗi dây làm việc, đầu dây ở rãnh số 5 được lấy ra làm mỗi dây khởi động. Đổi chiều quay của động cơ bằng cách đổi đầu cho cuối, cuối cho đầu của một trong 2 cuộn dây trên, chẳng hạn, đổi 13 cho 5; 5 cho 13.



Hình 4-20. Cấu tạo và cách đấu dây trong động cơ một pha tự điện 2 cực, 16 rãnh, 4 tổ bối đôi kiểu mẹ con.



Hình 4-21. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha tự điện 2 cực, 12 rãnh, cuộn làm việc gồm 2 tổ bối đôi, cuộn khởi động gồm 2 tổ bối đơn.

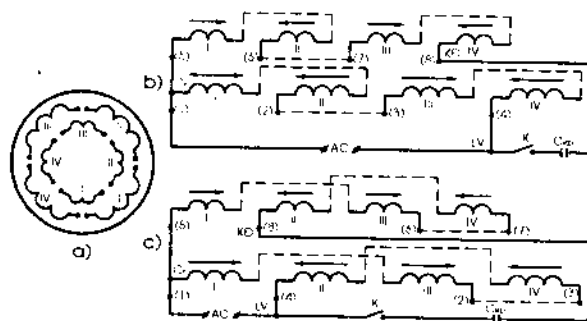
Vi dụ 2. Một động cơ một pha 2 cực dùng tụ khởi động có số rãnh $Z = 12$. Cuộn làm việc gồm 2 tổ bối đôi kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 5 rãnh, cuộn khởi động gồm 2 tổ bối đơn với khoảng cách lồng dây 6 rãnh. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-21.

Hai tổ bối của từng cuộn dây được lồng đối diện nhau qua trục động cơ như hình 4-21, *a*. Hãy chọn đầu đầu của cuộn làm việc là rãnh số 1. Vậy đầu đầu của cuộn khởi động phải là rãnh số 4 hoặc rãnh số 10. Chọn rãnh số 4. Sơ đồ đấu dây chi tiết đến từng bối được thể hiện trên hình 4-21, *b*, *c*.

Nhìn vào hình 4-21, *b* sẽ thấy rất rõ, 2 bối dây trong từng tổ của cuộn làm việc được đấu nối tiếp khác phía để có các dòng điện cùng chiều (nối 5 với 2; 8 với 11) còn tổ trước với tổ sau của từng cuộn dây được đấu nối tiếp cùng phía để có các dòng điện ngược chiều (nối 9 với 3; 6 với 12). Sau khi đấu xong, 2 cuộn dây chỉ còn lại 4 đầu dây. Nếu dùng ôm kế kiểm tra thì đầu ở rãnh số 1 phải thông với đầu ở rãnh số 7, đầu ở rãnh số 4 phải thông với đầu ở rãnh số 10. Chạm 1 với 4 lại để đưa ra làm mỗi dây chung, đầu ở rãnh số 7 được đưa ra làm mỗi dây làm việc, đầu ở rãnh số 10 được đưa ra làm mỗi dây khởi động. Đảo chiều quay của động cơ được thực hiện bằng cách đổi chỗ 4 cho 10 hoặc 1 cho 7.

4-2-4. Động cơ điện một pha tự điện 4 cực, 8 tổ bối

Động cơ điện xoay chiều một pha tự điện 4 cực, 8 tổ bối là loại động cơ được sử dụng rất rộng rãi trong kỹ thuật cũng như trong dân dụng (đa số mạch động lực trong các máy móc đều dùng động cơ 1450vg/ph, các loại quạt bàn cánh 300 và 400mm cũng là động cơ bốn cực...). Cuộn khởi động và cuộn làm việc của động cơ này đều gồm có 4 tổ bối dây, mỗi tổ có thể có nhiều bối, có thể chỉ có một bối tùy theo mỗi loại động cơ nhưng số bối trong mỗi tổ của một cuộn dây phải bằng nhau. Mỗi cuộn dây được lồng thành một lớp theo chu vi lõi thép stato. Cuộn dây làm việc thường được lồng vào trước và có cỡ dây to, cuộn dây khởi động thường được lồng vào sau và có cỡ dây nhỏ. Đôi khi người ta còn lồng xen kẽ, cứ một tổ của cuộn làm việc lại một tổ của cuộn khởi động (kiểu giốc lồng tôm). Bốn tổ bối của từng cuộn dây phải đối xứng nhau từng cặp qua trục động cơ. Đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn làm việc phải lệch so với đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn khởi động 45 độ hình học hoặc một nửa bước cực (tính theo rãnh). Độ rộng của một tổ bối phải chiếm 1/4 chu vi lõi thép stato hoặc xấp xỉ một bước cực (tính theo rãnh). Cạnh đầu của tổ trước phải liền kề với cạnh cuối của tổ sau và ngược lại. Các tổ có thể dùng kiểu đồng khuôn, có thể dùng kiểu mẹ con. Các quạt bàn hay dùng kiểu tổ bối đơn, cuộn dây lớp đơn hoặc lớp kép.



Hình 4-22. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha tự điện, 4 cực, 8 tổ bối.

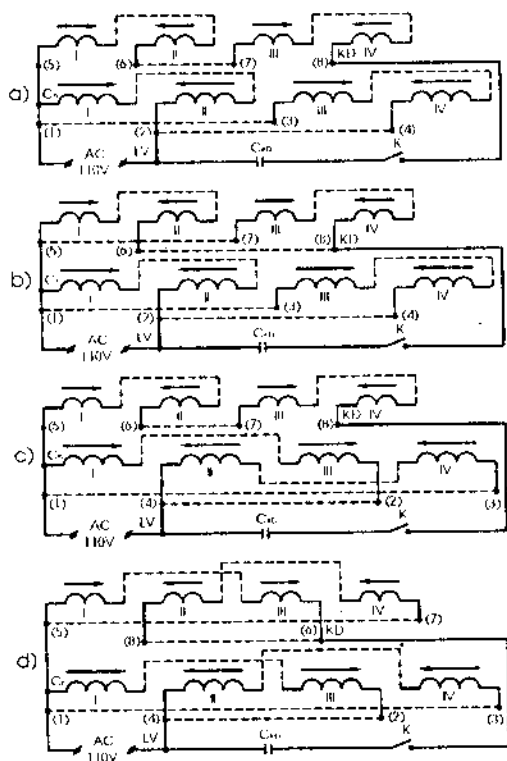
Cách đấu dây trong động cơ một pha tự điện 4 cực vẫn là giữa tổ với tổ nối tiếp cùng phía hoặc nối tiếp cách quãng khác phía để cho dòng điện chạy trên các tổ bối liên tiếp đổi chiều 4 lần, còn giữa bối với bối thì đầu nối tiếp khác phía để dòng điện chạy trên các bối cùng tổ luôn cùng chiều. Đầu đầu cuộn làm việc và đầu đầu cuộn khởi động được chụm lại làm một dây chung, đầu cuối cuộn làm việc đưa ra làm một dây làm việc, đầu cuối cuộn khởi động đưa ra làm một dây khởi động, mỗi dây khởi động được đấu qua tụ điện để về mỗi dây làm việc. Nếu là tự khởi động thì phải đấu vào trước hoặc sau tụ điện một công tắc tự động. Hai dây điện vào được đấu vào mỗi dây chung và mỗi dây làm việc (h.4-22).

Động cơ 4 cực kiểu này không được phép đấu thành động cơ 8 cực. Muốn đấu thành động cơ 8 cực phải cấu tạo lại cuộn dây sao cho độ rộng của mỗi tổ bối chỉ bằng $1/8$ chu vi lõi thép stato và khoảng cách từ cạnh cuối của tổ trước đến cạnh đầu của tổ sau phải gần bằng độ rộng của một tổ rồi áp dụng cách đấu nối tiếp khác phía cho các tổ bối dây.

Động cơ này có thể dùng được điện 110V, có thể dùng được điện 220V, tùy theo số vòng và cỡ dây quấn cho các cuộn dây. Những động cơ điện 220V muốn chuyển thành điện 110V, hoặc có thể quấn lại ống dây như cách làm ở mục 4-2-3, hoặc có thể đấu thành 2 dây song song, mỗi dây gồm 2 tổ bối nối tiếp như hình 4-23.

Ở hình 4-23, a, cuộn làm việc được đấu thành 2 dây song song mỗi dây gồm 2 tổ bối liên tiếp nối tiếp cùng phía, cuộn khởi động vẫn giữ nguyên cách đấu như ở điện 220V. Cách này có thuận tiện, không phải phá nhiều đầu nối mà chỉ việc cắt mỗi nối giữa tổ thứ II và tổ thứ III của cuộn làm việc ở hình 4-22, b rồi chọn 2 đầu có dòng điện đi vào chụm lại làm một mối để đấu với đầu cuộn khởi động làm một dây chung, 2 đầu có dòng điện đi ra chụm lại làm một mối để đưa ra làm một dây làm việc, mỗi dây khởi động lấy ở cuối cuộn khởi động. Nhược điểm của cách đấu này là, cuộn khởi động có số vòng nhiều mà cỡ dây bé nên dòng điện chạy qua nó không lớn làm cho mômen khởi động giảm, cuộn làm việc không đảm bảo được tính đối xứng của dây quấn trong một dây song song nên xuất hiện dòng điện quấn làm rung, lắc và phát nóng động cơ.

Ở hình 4-23, b, cả cuộn khởi động và cuộn làm việc đều được đấu thành 2 dây song song, mỗi dây gồm 2 tổ bối



Hình 4-23. Đấu đổi động cơ một pha tự điện bốn cực, tám tổ bối, điện 220V xuống điện 110V.

liên tiếp nối tiếp cùng phía. Cách đấu này khắc phục được nhược điểm thứ nhất của cách đấu ở hình 4-23, *a* nhưng nhược điểm thứ hai vẫn chưa được khắc phục.

Ở hình 4-23, *c*, cuộn làm việc được đấu thành 2 dây song song, mỗi dây gồm 2 tổ bối đối xứng nhau nối tiếp cách quãng khác phía, cuộn khởi động giữ nguyên như khi dùng điện áp 220V. Cách đấu này khắc phục được nhược điểm thứ hai của cách đấu trên hình 4-23, *a* nhưng nhược điểm thứ nhất vẫn tồn tại.

Ở hình 4-23, *d*, cả cuộn khởi động và cuộn làm việc đều được đấu thành 2 dây song song, mỗi dây gồm 2 tổ bối đối xứng nhau nối tiếp cách quãng khác phía. Cách đấu này khắc phục được cả 2 nhược điểm trên hình 4-23, *a*.

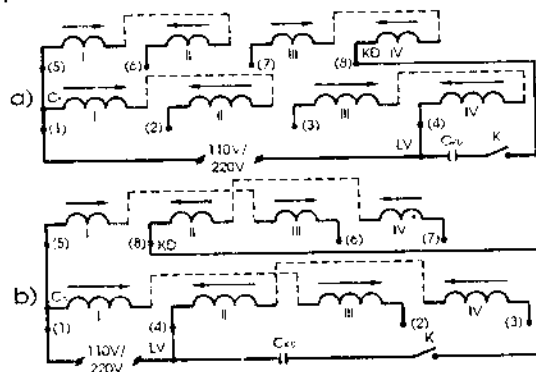
Ở tất cả các cách đấu trên, khi chuyển sang dùng điện 110V, tụ điện phải có điện dung lớn gấp đôi nhưng điện áp đánh thủng thì chỉ cần nhỏ bằng một nửa so với khi dùng điện 220V.

Dù thực hiện bất kỳ cách đấu nào, cũng đều phải tuân thủ các nguyên tắc là, dòng điện chạy trên các tổ bối liên tiếp luôn ngược chiều nhau, khi đấu thành 2 dây song song thì chọn 2 đầu có dòng điện đi vào chụm lại làm một mối, 2 đầu có dòng điện đi ra chụm lại làm một mối, đó là đầu và cuối của cuộn dây.

Các động cơ một pha tụ điện 4 cực điện 110V muốn chuyển sang điện 220V, chỉ còn cách quấn lại ống dây như cách làm ở mục 4-2-3.

Đôi khi, người ta còn chế tạo những động cơ có thể dùng được cả điện 110V cả điện 220V. Những động cơ đó bắt buộc phải có một chuyển mạch. Khi muốn dùng điện 110V hay 220V chỉ việc gạt chuyển mạch sang các vị trí tương ứng có ghi số 110V hay 220V. Nhiệm vụ của cái chuyển mạch là để đổi cho các tổ trong các cuộn dây trở thành đầu nối tiếp (khi dùng 220V) hay đấu 2 dây song song (khi dùng điện 110V). Muốn vậy, trong mỗi cuộn dây cần phải đấu sao cho có 4 đầu dây ra. Hãy lấy các số lẻ (1), (3) để đánh dấu cho các đầu dây có dòng điện đi vào của cuộn làm việc và (5), (7) để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi vào của cuộn khởi động. Các số chẵn (2), (4) để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi ra ở cuộn làm việc và (6), (8) để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi ra ở cuộn khởi động. Nếu kiểm tra bằng ăm kế thì (1) phải thông với (2); (3) phải thông với (4); (5) phải thông với (6) và (7) phải thông với (8) (h. 4-24, *a*, *b*).

Trong cả 2 sơ đồ trên, đầu dây (1) của cuộn làm việc và đầu dây (5) của cuộn khởi động luôn chụm lại để làm một dây chung, mối dây làm việc luôn đấu cố định vào đầu dây (4), mối dây khởi động luôn đấu cố định vào đầu dây (8). Khi gạt chuyển mạch về 220V, đầu dây (2) sẽ được nối với đầu dây (3), đầu dây (6) sẽ được nối với đầu dây (7), tất cả các tổ bối trong 2 cuộn dây đều được đấu nối tiếp, các sơ đồ ở hình 4-24, *a* và hình 4-24, *b* sẽ trở thành các sơ



Hình 4-24. Cách đánh số cho các đầu dây để đấu vào chuyển mạch 110V/220V.

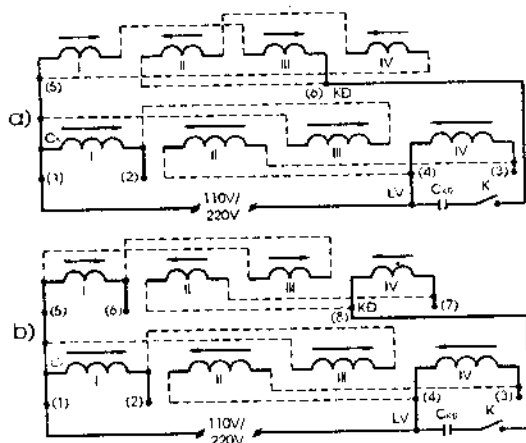
đồ ở hình 4-22, *b* và hình 4-22, *c* để dùng cho điện 220V. Khi gạt chuyển mạch về vị trí 110V, tùy theo mỗi loại động cơ mà chuyển mạch hoặc có thể nối đầu dây (1) với đầu dây (3), đầu dây (2) với đầu dây (4), đầu dây (6) với đầu dây (7) để trở thành các sơ đồ hình 4-23, *a*, *c* hoặc có thể nối đầu dây (1) với đầu dây (3), đầu dây (2) với đầu dây (4), đầu dây (5) với đầu dây (7), đầu dây (6) với đầu dây (8) để trở thành các sơ đồ hình 4-23, *b*, *d* nhằm sử dụng ở mạng điện 110V.

Các động cơ một pha tự điện sử dụng được cả 2 loại điện áp có thuận tiện, khi cần chuyển đổi điện áp người ta chỉ việc gạt chuyển mạch về vị trí thích hợp là được nhưng do có nhiều đầu dây nên nếu không có kinh nghiệm thì rất dễ bị nhầm khi đấu chúng vào chuyển mạch.

Dưới góc độ của công tác sửa chữa, việc quán cho động cơ dùng điện 110V hay 220V là điều đã được xác định từ trước tùy thuộc vào lưới điện nơi động cơ đó sử dụng. Vậy khi quán lại động cơ chỉ nên áp dụng các sơ đồ ở hình 4-22 để quán cho một cấp điện áp hoặc 110V hoặc 220V. Muốn vậy, phải xét xem động cơ đó trước đây được quán cho điện 110V hay 220V và hiện nay cần quán cho điện áp nào. Nếu phải quán chuyển đổi điện áp thì nên căn cứ vào số vòng, cỡ dây, cách đấu các cuộn dây cụ thể trên động cơ hỏng và cách điều chỉnh số liệu dây quán ở mục 4-2-3 để có phương án sửa chữa thích hợp. Những động cơ trước đây đã chế tạo hoặc sửa chữa để dùng điện 220V mà ống dây vẫn còn tốt, nay có nhu cầu sử dụng ở mạng điện 110V thì nên đấu lại ống dây theo các sơ đồ ở hình 4-23. Việc quán cho động cơ sử dụng được cả 2 cấp điện áp chỉ nên áp dụng trong trường hợp cần thiết, bắt buộc và chỉ thực hiện được cho những động cơ mà nguyên bản có thiết kế dùng được cả 2 cấp điện áp, tức đã có sẵn chuyển mạch 110/220V ở bên trong. Khi quán lại ống dây cho động cơ này cần vẽ lại vị trí các đầu dây ở chuyển mạch (theo màu vỏ dây), phân tích và vẽ sơ đồ cách đấu các cuộn dây trước khi phá bỏ ống dây cũ.

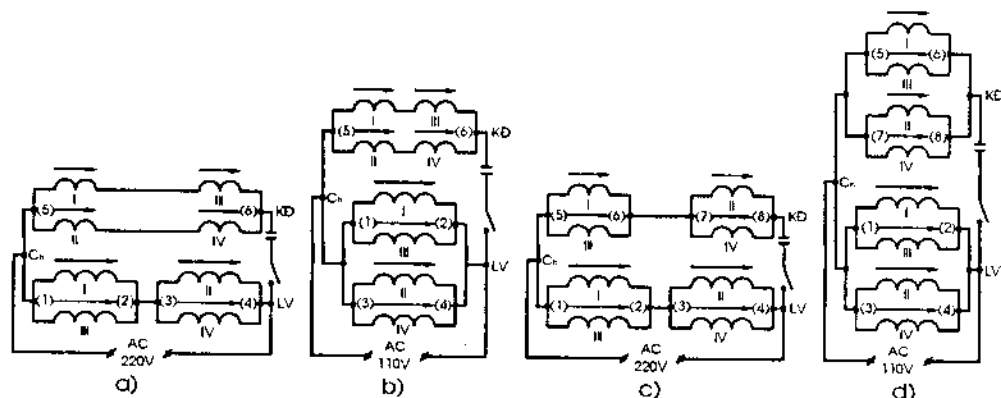
Ngoài các sơ đồ kể trên, trong quá trình sửa chữa chúng tôi còn gặp một loại động cơ một pha tự điện 4 cực dùng được cả 2 cấp điện áp có sơ đồ đầu dây khá đặc biệt. Tuy rất hiếm nhưng chúng tôi thấy cần phải nói đến để nếu có gặp bạn đọc sẽ đỡ lúng túng. Sơ đồ đầu dây của nó được thể hiện trên hình 4-25.

Ở hình 4-25, *a*, cuộn khởi động được đấu cố định thành 2 dây song song, mỗi dây gồm 2 tổ đối diện nhau nối tiếp khác phía như những sơ đồ bình thường. Hãy đánh số (5) cho đầu có dòng điện đi vào và số (6) cho đầu có dòng điện đi ra. Cuộn làm việc được đấu thành 2 nhóm tổ đối diện, mỗi nhóm gồm 2 tổ đối diện nhau đấu song song. Muốn vậy, phải chọn 2 đầu có dòng điện đi vào chụm lại làm một, 2 đầu có dòng điện đi ra chụm lại làm một. Trường hợp cụ thể ở trên là chụm đầu với đầu, cuối với cuối. Sau khi đã đấu xong, cuộn làm



Hình 4-25. Sơ đồ đầu dây đặc biệt động cơ một pha tự điện bốn cực, tám tổ đối diện sử dụng cả hai cấp điện áp.

việc sẽ còn lại 4 đầu dây. Hãy dùng các số lẻ (1), (3) để đánh dấu cho 2 đầu có dòng điện đi vào và các số chẵn (2), (4) để đánh dấu cho 2 đầu có dòng điện đi ra. Đầu dây (1) và đầu dây (5) luôn được chum lại làm một dây chung, đầu dây (4) luôn được tách ra làm một dây làm việc, đầu dây (6) luôn được tách ra làm một dây khởi động. Khi gạt chuyển mạch sang 220V, đầu dây (2) sẽ được nối với đầu dây (3), 2 nhóm tổ bối dây của cuộn làm việc sẽ được đấu nối tiếp với nhau. Có thể biểu diễn sơ đồ ở hình 4-25, *a* dưới dạng tương đương như ở hình 4-26, *a*. Khi gạt chuyển mạch sang 110V, đầu dây (1) sẽ được nối với đầu dây (3), đầu dây (2) sẽ được nối với đầu dây (4), 2 nhóm tổ bối dây của cuộn làm việc sẽ được đấu song song với nhau, sơ đồ hình 4-25, *a* sẽ tương đương với sơ đồ ở hình 4-26, *b*.



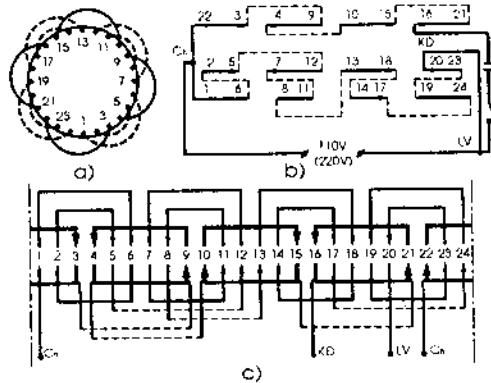
Hình 4-26. Biểu diễn tương đương sơ đồ ở hình 4-25 khi chuyển mạch ở các vị trí.

Ở hình 4-25, *b*, cả cuộn làm việc và cuộn khởi động đều được đấu thành 2 nhóm tổ bối dây, mỗi nhóm gồm 2 tổ bối đối diện nhau đấu song song. Như vậy, mỗi cuộn dây sẽ có 4 đầu dây ra. Hãy lấy các số lẻ (1), (3), (5), (7) để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi vào, các số chẵn (2), (4), (6), (8) để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi ra của 2 cuộn dây. Đầu dây (1) và đầu dây (5) luôn được chum lại với nhau làm một dây chung, mỗi dây làm việc luôn được đấu vào đầu dây (4), mỗi dây khởi động luôn được đấu vào đầu dây (8). Khi gạt chuyển mạch về vị trí 220V, đầu dây (2) sẽ được nối với đầu dây (3), đầu dây (6) sẽ được nối với đầu dây (7), sơ đồ ở hình 4-25, *b* sẽ tương đương với sơ đồ ở hình 4-26, *c*. Khi gạt chuyển mạch về vị trí 110V, đầu dây (1) sẽ được nối với đầu dây (3), đầu dây (2) sẽ được nối với đầu dây (4), đầu dây (5) sẽ được nối với đầu dây (7), đầu dây (6) sẽ được nối với đầu dây (8). Sơ đồ ở hình 4-25, *b* sẽ tương đương với sơ đồ ở hình 4-26, *d*.

Chúng tôi đã trình bày xong sơ đồ đấu dây trong các động cơ điện xoay chiều một pha tự động 4 cực thông dụng. Sau đây là một số ví dụ điển hình, hướng dẫn cách đấu dây đến từng bối.

Ví dụ 1. Một động cơ một pha 4 cực sử dụng tụ điện khởi động có số rãnh $Z = 24$, cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đối diện kiểu mẹ con, khoảng cách lồng dây 4-6. Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn, khoảng cách lồng dây 6 rãnh. Cấu tạo ống dây và cách đấu dây được thể hiện trên hình 4-27.

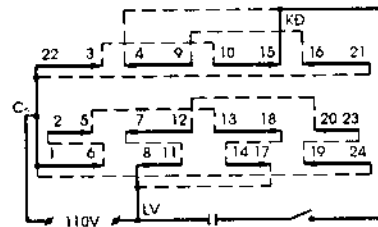
Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 4-6 và cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn với khoảng cách lồng dây 6 rãnh được lồng vào rãnh lõi thép stato như hình 4-27, a. Khi lồng phải đảm bảo sao cho từng cặp tổ một đối xứng nhau qua trục động cơ. Hãy chọn rãnh số 1 là đầu đầu của cuộn làm việc, vậy đầu đầu của cuộn khởi động phải lệch so với rãnh số 1 45 độ hình học hoặc một nửa bước cực (3 rãnh), đó là rãnh số 4 hoặc rãnh số 22. Chọn rãnh số 22. Cách đấu dây cho toàn bộ động cơ được thể hiện trên hình 4-27, b. Trong một tổ bối dây của cuộn làm việc phải được đấu nối tiếp khác phía để dòng điện chạy trong 2 bối dây cùng tổ luôn cùng chiều. Giữa tổ trước với tổ sau của cả 2 cuộn dây phải được đấu nối tiếp cùng phía để được dòng điện trên các tổ liên tiếp nhau đối chiều 4 lần. Đầu ở rãnh số 1 và đầu ở rãnh số 22 được chụm lại làm mối dây chung, đầu ở rãnh số 20 được đưa ra làm mối dây làm việc, đầu ở rãnh số 16 được đưa ra làm mối dây khởi động.



Hình 4-27. Cấu tạo ống dây và cách đấu dây trong động cơ một pha 4 cực, 24 rãnh, cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đôi, cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn.

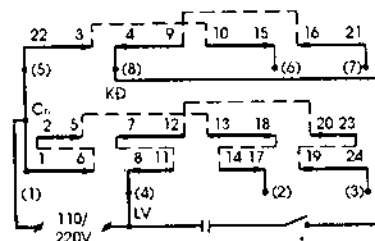
Biểu diễn bằng sơ đồ dọc trông rồi nên dễ nhầm. Chúng tôi xin trình bày bằng cả 2 loại sơ đồ để bạn đọc làm quen, sau này sẽ chỉ biểu diễn bằng sơ đồ ngang.

Nếu là động cơ điện 220V, khi có nhu cầu sử dụng ở lưới điện 110V phải đấu lại như sơ đồ ở hình 4-28.



Hình 4-28. Đấu chuyển từ điện 220V sang điện 110V động cơ ở hình 4-27.

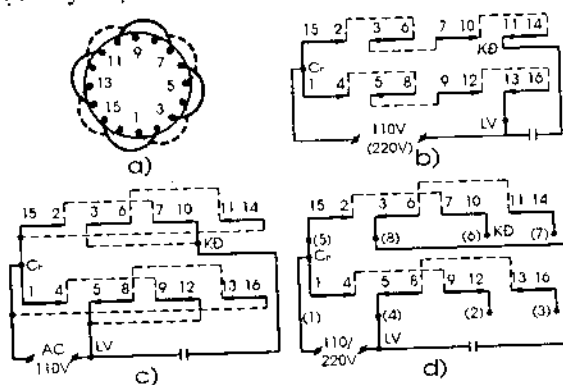
Nếu là động cơ có chuyển mạch đối 110/220V thì phải đấu dây theo sơ đồ ở hình 4-29. Khi gạt chuyển mạch sang vị trí 220V, đầu dây (2) được nối với đầu dây (3), đầu dây (6) được nối với đầu dây (7). Cả 4 tổ bối trong mỗi cuộn dây đều được đấu nối tiếp để sử dụng điện 220V. Khi gạt chuyển mạch sang vị trí 110V, đầu dây (1) được nối với đầu dây (3), đầu dây (2) được nối với đầu dây (4), đầu dây (5) được nối với đầu dây (7), đầu dây (6) được nối với đầu dây (8). Mỗi cuộn dây được đấu thành 2 dãy song song, mỗi dãy gồm 2 tổ bối điện nhau nối tiếp khác phía (giống hình 4-28) để sử dụng điện áp 110V.



Hình 4-29. Cách đấu động cơ ở hình 4-27 để sử dụng được 2 loại điện áp.

Ví dụ 2. Một động cơ một pha 4 cực dùng tụ thường trực có số rãnh $Z = 16$, cuộn làm việc và cuộn khởi động đều gồm 4 tổ bối đơn, khoảng cách lồng dây 4 rãnh. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây được thể hiện trên hình 4-30.

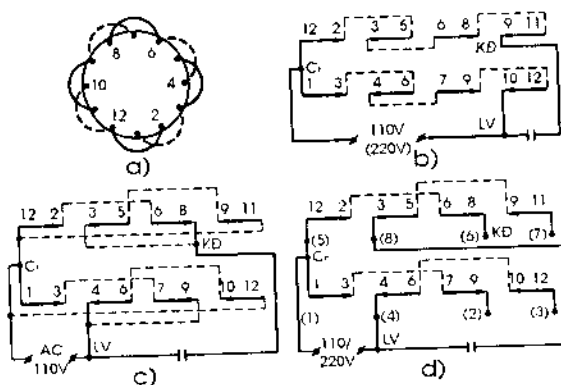
Cả 8 tổ bối của 2 cuộn dây đều có khoảng cách lồng dây 4 rãnh nên có thể lồng được ống dây có từng cặp tổ đối xứng nhau qua trục động cơ như hình 4-30, a. Hãy chọn rãnh số 1 là đầu đầu của cuộn làm việc. Vậy đầu đầu của cuộn khởi động phải lệch so với rãnh số 1 45 độ hình học hay một nửa bước cực (2 rãnh). Đó là rãnh số 3 hoặc rãnh số 15. Chọn rãnh số 15. Sơ đồ đấu dây thông dụng dùng cho bất kỳ điện áp nào được thể hiện trên hình 4-30, b. Nếu là động cơ điện 220V, khi có nhu cầu sử dụng ở mạng 110V có thể đấu lại ống dây như hình 4-30, c. Nếu là động cơ có chuyển mạch 110/220V thì ống dây phải được đấu như hình 4-30, d. Cách đánh dấu các đầu dây và quy luật nối các đầu dây khi gạt chuyển mạch về 110V hay 220V, giống như ở hình 4-29.



Hình 4-30. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây của động cơ một pha 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn.

Ví dụ 3. Một động cơ một pha 4 cực dùng tụ thường trực có số rãnh $Z = 12$, cuộn khởi động và cuộn làm việc đều gồm 4 tổ bối đơn với khoảng cách lồng dây 3 rãnh, cuộn dây lớp kép. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-31.

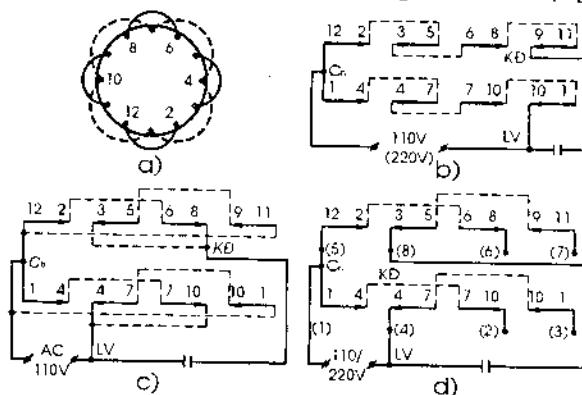
Cả 8 tổ bối của 2 cuộn dây đều có khoảng cách lồng dây 3 rãnh nên lồng được ống dây có từng cặp tổ đối xứng nhau qua trục động cơ như ở hình 4-31, a. Trong loại động cơ này, các rãnh 3, 6, 9, 12 phải có độ rộng gấp đôi các rãnh khác để có thể lồng được 2 cạnh của 2 bối dây khác nhau. Nếu chọn đầu ở rãnh số 1 là đầu đầu của cuộn làm việc thì đầu đầu của cuộn khởi động phải lệch so với rãnh số 1 45 độ hình học hay một nửa bước cực (1,5 rãnh), tức rãnh số 2 hoặc rãnh số 12. Chọn rãnh số 12. Động cơ này chỉ khác động cơ ở hình 4-30 về cách lồng các bối dây vào rãnh lõi thép stato và cách chọn các đầu đầu của 2 cuộn dây mà thôi, cách đấu dây vẫn tương tự như nhau. Nghĩa là, trong mọi trường hợp đều đấu như hình 4-31, b, khi chuyển từ động cơ 220V sang động cơ 110V đấu như hình 4-31, c và khi sử dụng chuyển mạch 110/220V thì đấu như hình 4-31, d.



Hình 4-31. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha 4 cực, 12 rãnh, 8 tổ bối đơn, cuộn dây lớp kép.

Ví dụ 4. Một động cơ một pha 4 cực dùng tụ thường trực có số rãnh $Z = 12$. Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn, khoảng cách lồng dây 3 rãnh, cuộn dây lớp đơn. Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn, khoảng cách lồng dây 4 rãnh, cuộn dây lớp kép. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây được thể hiện trên hình 4-32.

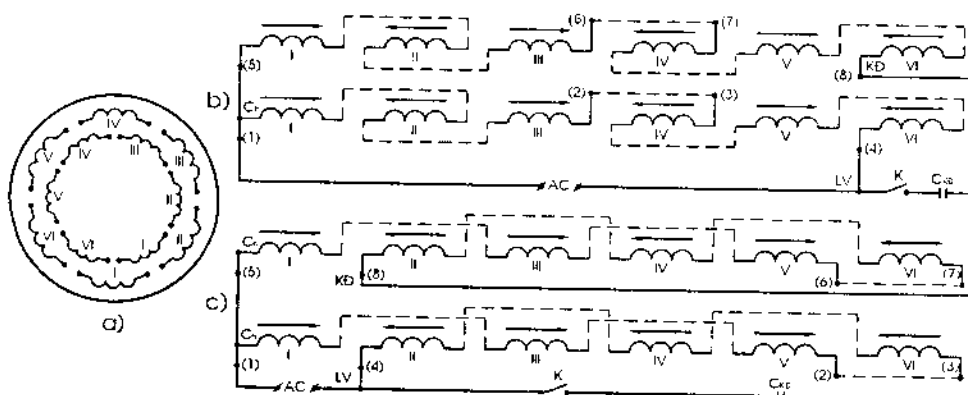
Tám tổ bối của 2 cuộn dây được lồng vào rãnh lõi thép stato có từng cặp tổ đối xứng nhau qua trục động cơ như hình 4-32, *a*. Các rãnh 1, 4, 7, 10 phải có độ rộng lớn hơn các rãnh khác. Nếu chọn rãnh số 1 là đầu đầu cuộn làm việc thì đầu đầu cuộn khởi động phải lệch so với rãnh số 1 45 độ hình học hay một nửa bước cực (1,5 rãnh). Tức là rãnh số 2 hoặc rãnh số 12. Chọn rãnh số 12. Cũng như kiểu động cơ ở hình 4-31, động cơ này chỉ khác động cơ ở hình 4-30 ở cách lồng các tổ bối dây vào rãnh và cách chọn các đầu đầu của 2 cuộn dây mà thôi (cách đấu dây vẫn giống nhau). Thông thường, động cơ được đấu như sơ đồ ở hình 4-32, *b* để dùng ở điện áp 110V hoặc 220V. Những động cơ dùng điện 220V có thể đấu lại theo sơ đồ ở hình 4-32, *c* để dùng ở mạng điện 110V. Những động cơ có chuyển mạch 110/220V được đấu như sơ đồ ở hình 4-32, *d*.



Hình 4-32. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây của động cơ một pha 4 cực, 12 rãnh. Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn, cuộn dây lồng kép. Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn, cuộn dây lồng kép.

4-2-5. Động cơ một pha tự điện 6 cực, 12 tổ bối

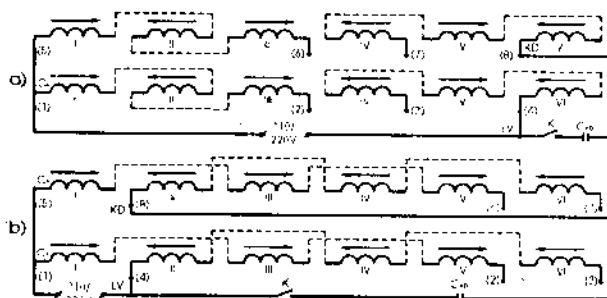
Động cơ một pha tự điện 6 cực là loại động cơ mà cuộn khởi động và cuộn làm việc của nó đều gồm có 6 tổ bối dây. Mỗi tổ có thể có nhiều bối, có thể chỉ có một bối tùy theo mỗi loại động cơ nhưng số bối trong mỗi tổ của một cuộn dây phải bằng nhau.



Hình 4-33. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha tự điện 6 cực, 12 tổ bối.

Mỗi cuộn dây cũng được lồng thành một lớp theo chu vi vòng tròn lõi thép stato. Cuộn làm việc thường được lồng vào trước và có cỡ dây to, cuộn khởi động thường được lồng vào sau và có cỡ dây nhỏ. Đôi khi người ta cũng áp dụng cách lồng xen kẽ, cứ một tổ của cuộn làm việc lại một tổ của cuộn khởi động. Sáu tổ bối dây của từng cuộn dây phải đối xứng nhau từng cặp qua trục động cơ. Đầu đầu (hoặc đầu

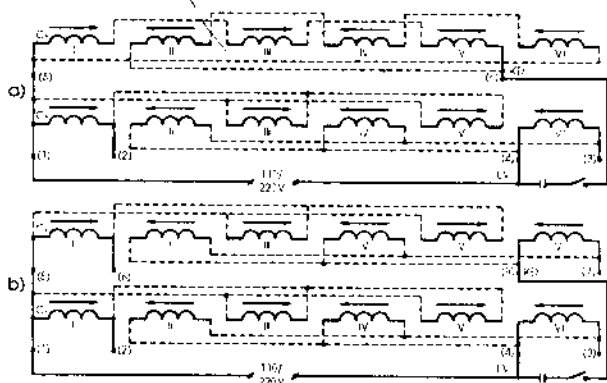
Với những động cơ có chuyển mạch đổi điện 110/220V, cuộn làm việc và cuộn khởi động cũng phải được đấu cho có bốn đầu dây ra. Hãy dùng các số lẻ (1), (3), (5), (7) để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi vào, các số chẵn (2), (4), (6), (8) để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi ra (h. 4-35). Đầu dây (1) luôn được chụm với đầu dây (5) để làm mỗi dây chung. Mỗi dây làm việc luôn được đấu vào đầu dây (4). Mỗi dây khởi động luôn đấu vào đầu dây (8). Khi gạt chuyển mạch sang 220V, đầu dây (2) sẽ được nối với đầu dây (3), đầu dây (6) sẽ được nối với đầu dây (7), tất cả 6 tổ bối dây



Hình 4-35. Cách đấu dây trong động cơ một pha tự điện, 6 cực có chuyển mạch 110/220V.

trong mỗi cuộn dây đều được đấu nối tiếp. Sơ đồ ở hình 4-35, a sẽ trở thành sơ đồ ở hình 4-33, b. Sơ đồ ở hình 4-35, b sẽ trở thành sơ đồ ở hình 4-33, c để sử dụng ở mạng điện 220V. Khi gạt chuyển mạch sang 110V, đầu dây (1) sẽ được nối với đầu dây (3), đầu dây (2) sẽ được nối với đầu dây (4), đầu dây (5) sẽ được nối với đầu dây (7), đầu dây (6) sẽ được nối với đầu dây (8). Sáu tổ bối trong mỗi cuộn dây sẽ được đấu thành 2 dãy song song, mỗi dãy gồm 3 tổ bối liên tiếp nối tiếp cùng phía hoặc cách quãng nối tiếp khác phía. Sơ đồ ở hình 4-35, a sẽ trở thành sơ đồ ở hình 4-34, b. Sơ đồ ở hình 4-35, b sẽ trở thành sơ đồ ở hình 4-34, d.

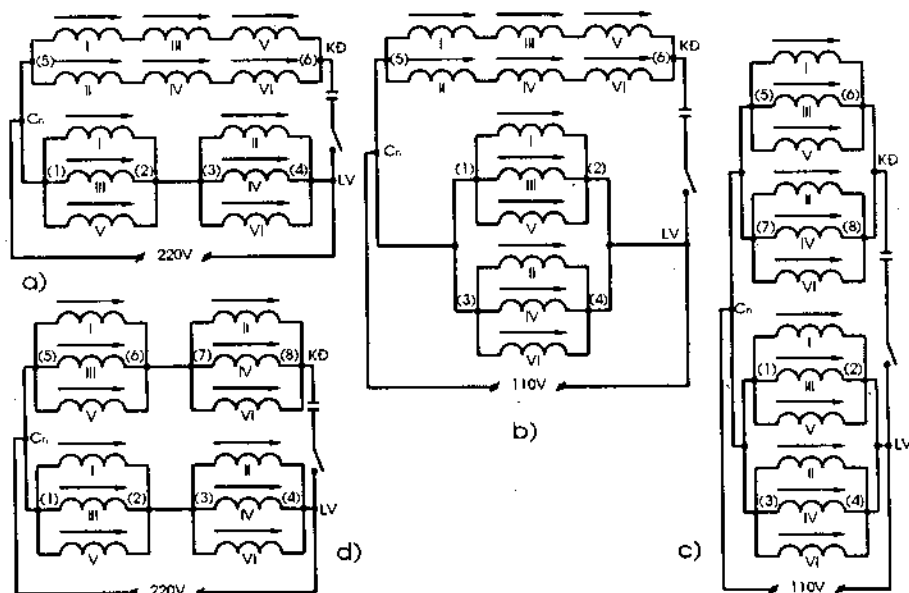
Động cơ một pha tự điện sáu cực cũng có một loại sơ đồ đấu dây khá đặc biệt, xin trình bày để bạn đọc tham khảo (h. 4-36). Ở hình 4-36, a, cuộn khởi động được đấu cố định thành 2 dãy song song, mỗi dãy gồm 3 tổ cách quãng nối tiếp khác phía hình thành 2 đầu dây ra. Hãy đánh số (5) cho đầu có dòng điện đi vào và số (6) cho đầu có dòng điện đi ra. Cuộn làm việc được đấu thành 2 nhóm tổ bối dây, mỗi nhóm gồm 3 tổ bối cách quãng đấu song song. Muốn vậy, phải chọn 3 đầu có dòng điện đi vào chụm lại làm một, 3 đầu có dòng điện đi ra chụm lại làm một. Trường hợp cụ thể ở trên là chụm 3 đầu đầu với nhau và 3 đầu cuối với nhau. Khi đấu xong, cuộn làm việc sẽ còn lại 4 đầu dây ra. Hãy dùng các số lẻ (1), (3) để đánh dấu cho 2 đầu có dòng điện đi vào và các số chẵn (2), (4) để đánh dấu cho 2 đầu có dòng điện đi ra. Đầu dây (1) và đầu dây (5) luôn được chụm lại làm mỗi dây chung, mỗi dây làm việc luôn đấu vào đầu dây (4), mỗi dây khởi động luôn đấu vào đầu dây (6). Khi gạt chuyển mạch sang 220V, đầu dây (2) sẽ được nối thông với đầu dây



Hình 4-36. Sơ đồ đấu dây đặc biệt động cơ một pha tự điện 6 cực sử dụng cả hai cấp điện áp.

đầu dây (2) sẽ được nối thông với đầu dây (3), đầu dây (4) sẽ được nối thông với đầu dây (5), đầu dây (6) sẽ được nối thông với đầu dây (7), đầu dây (8) sẽ được nối thông với đầu dây (1). Khi gạt chuyển mạch sang 110V, đầu dây (2) sẽ được nối thông với đầu dây (3), đầu dây (4) sẽ được nối thông với đầu dây (5), đầu dây (6) sẽ được nối thông với đầu dây (7), đầu dây (8) sẽ được nối thông với đầu dây (1). Khi gạt chuyển mạch sang 220V, đầu dây (2) sẽ được nối thông với đầu dây (3), đầu dây (4) sẽ được nối thông với đầu dây (5), đầu dây (6) sẽ được nối thông với đầu dây (7), đầu dây (8) sẽ được nối thông với đầu dây (1).

(3), 2 nhóm tổ bố dây của cuộn làm việc sẽ được đấu nối tiếp nhau, sơ đồ ở hình 4-36, *a* tương đương với sơ đồ ở hình 4-37, *a*. Khi gạt chuyển mạch sang vị trí 110V, đầu dây (1) sẽ được nối thông với đầu dây (3), đầu dây (2) sẽ được nối thông với đầu dây (4), 2 nhóm tổ bố dây của cuộn làm việc sẽ được đấu song song với nhau. Sơ đồ ở hình 4-36, *a* sẽ tương đương với sơ đồ ở hình 4-37, *b*.



Hình 4-37. Biểu diễn tương đương sơ đồ hình 4-36 khi chuyển mạch ở các vị trí.

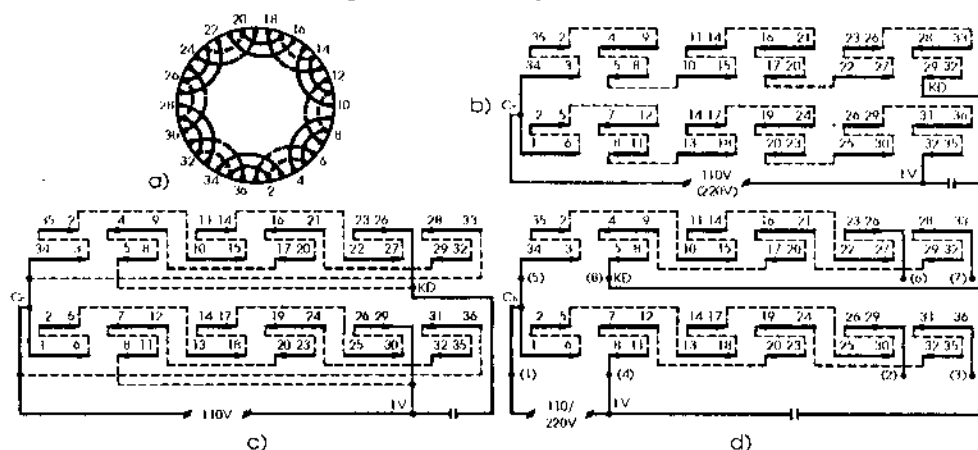
Ở hình 4-36, *b* cả cuộn khởi động và cuộn làm việc đều được đấu thành 2 nhóm tổ bố dây, mỗi nhóm gồm 3 tổ cách quãng đấu song song. Như vậy, mỗi cuộn dây sẽ có 4 đầu dây ra. Hãy dùng các số lẻ (1), (3), (5), (7) để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi vào và các số chẵn (2), (4), (6), (8) để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi ra của 2 cuộn dây. Đầu dây (1) và đầu dây (5) luôn được chụm lại làm mỗi dây chung, mỗi dây làm việc luôn được đấu vào đầu dây (4), mỗi dây khởi động luôn được đấu vào đầu dây (8). Khi gạt chuyển mạch về 220V, đầu dây (2) sẽ được nối thông với đầu dây (3), đầu dây (6) sẽ được nối thông với đầu dây (7). Cả 2 nhóm tổ bố dây của cả 2 cuộn dây đều được đấu nối tiếp. Sơ đồ ở hình 4-36, *b* sẽ tương đương với sơ đồ ở hình 4-37, *d*. Khi gạt chuyển mạch sang 110V, đầu dây (1) sẽ được nối thông với đầu dây (3), đầu dây (2) sẽ được nối thông với đầu dây (4), đầu dây (5) sẽ được nối thông với đầu dây (7), đầu dây (6) sẽ được nối thông với đầu dây (8), 2 nhóm tổ bố dây của 2 cuộn dây được đấu song song. Sơ đồ ở hình 4-36, *b* sẽ tương đương với sơ đồ ở hình 4-37, *c*.

Nhìn chung, động cơ một pha tự điện 6 cực và động cơ một pha tự điện 4 cực có sơ đồ đấu dây tương đối giống nhau. Điểm khác nhau cơ bản giữa 2 loại động cơ là cách cấu tạo ống dây stato. Trong động cơ 4 cực, cuộn làm việc và cuộn khởi động luôn lệch nhau trong không gian 45 độ hình học còn trong động cơ 6 cực chúng chỉ lệch nhau 30 độ hình học mà thôi.

Bây giờ, chúng tôi xin giới thiệu cách đấu dây đến từng bối cho một động cơ 6 cực điển hình.

Ví dụ. Một động cơ 6 cực dùng tụ thường trực có số rãnh $Z = 36$, cuộn làm việc và cuộn khởi động đều gồm 6 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 4-6, cuộn dây lớp kép. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-38.

Mười hai tổ bối đôi của cả 2 cuộn dây được lồng vào trong rãnh lõi thép stato như hình 4-38. *a.* Trong mỗi cuộn dây đều có từng cặp tổ bối đối xứng nhau qua trục động cơ. Hãy chọn đầu ở rãnh số 1 làm đầu đầu của cuộn làm việc. Vậy, đầu đầu của cuộn khởi động phải lệch so với rãnh số 1 30 độ hình học hoặc một nửa bước cực (3 rãnh), tức là rãnh số 4 hoặc rãnh số 34. Khi quấn cho điện áp 110V hoặc 220V đều có thể đấu dây theo sơ đồ ở hình 4-38. *b.* Quấn cho 110V thì số vòng trong một bối của từng cuộn dây bằng một nửa còn tiết diện dây lớn gấp đôi so với khi quấn cho 220V. Những động cơ đã quấn cho 220V khi sử dụng ở mạng 110V, đấu lại theo sơ đồ ở hình 4-38. *c.* Nếu động cơ có chuyển mạch 110/220V, đấu dây như sơ đồ ở hình 4-38. *d.* Quy luật nối các đầu dây khi chuyển mạch ở vị trí 110V và vị trí 220V, chúng tôi đã trình bày nhiều lần ở các mục trên.



Hình 4-38. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha tụ điện 6 cực, 12 tổ bối đôi kiểu mẹ con, khoảng cách lồng dây 4-6, cuộn dây lớp kép.

4-2-6. Động cơ một pha tụ điện nhiều cực

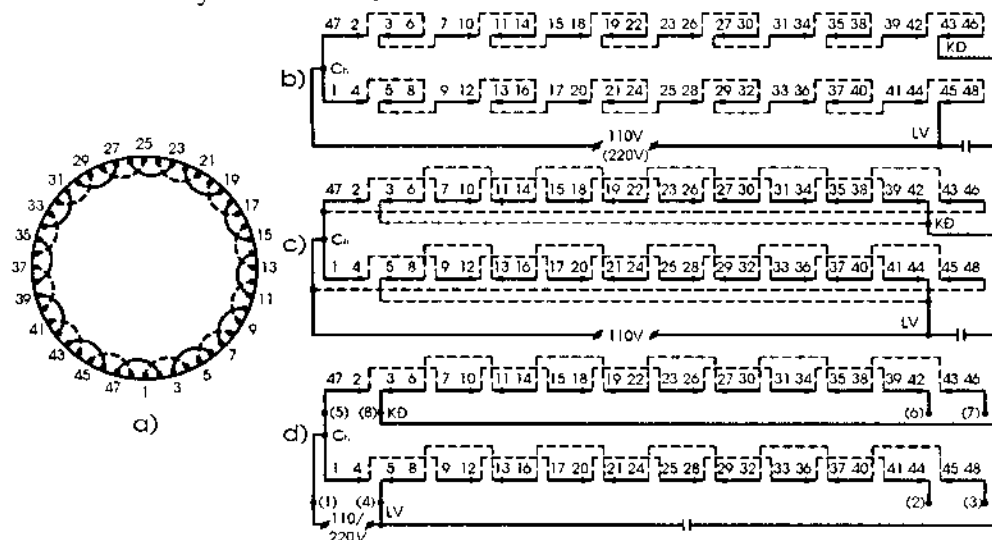
Các động cơ một pha tụ điện có từ 8 cực trở lên gọi chung là động cơ một pha tụ điện nhiều cực. Nó có đặc điểm, động cơ có bao nhiêu cực thì mỗi cuộn dây có bấy nhiêu tổ bối dây. Các tổ bối dây chủ yếu là tổ bối đơn kiểu đồng khuôn, cuộn dây lớp đơn hoặc lớp kép. Hai cuộn dây thường được lồng vào trong rãnh lõi thép stato theo kiểu hoa sen hoặc giốc lồng tôm kép. Đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn làm việc luôn lệch so với đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn khởi động $90/p$ độ hình học hoặc một nửa bước cực (tính theo rãnh). Độ rộng của mỗi tổ bối (cũng tức là độ rộng của mỗi bối dây cực) luôn bằng một phần của tổng số cực tính theo chu vi vòng tròn lõi thép stato.

Phương pháp đấu dây và các loại sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha tụ điện nhiều cực hoàn toàn giống các động cơ 4 cực hoặc 6 cực. Điểm khác nhau duy nhất

ở đây là, trong động cơ 4 cực và 6 cực có thể có các tổ bố gồm nhiều bố dây còn trong động cơ nhiều cực, chủ yếu sử dụng tổ bố đơn nên tuy nhiều cực nhưng đấu dây lại khá đơn giản.

Sau đây, chúng tôi xin trích dẫn 2 loại động cơ một pha tự điện nhiều cực điển hình dùng làm quạt điện để bạn đọc làm quen với cách đấu dây của chúng.

Ví dụ 1. Một quạt trần tự điện 12 cực có số rãnh $Z = 48$. Hai cuộn dây đều gồm 12 tổ bố đơn, cuộn dây lớp đơn với khoảng cách lồng dây 4 rãnh. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-39.



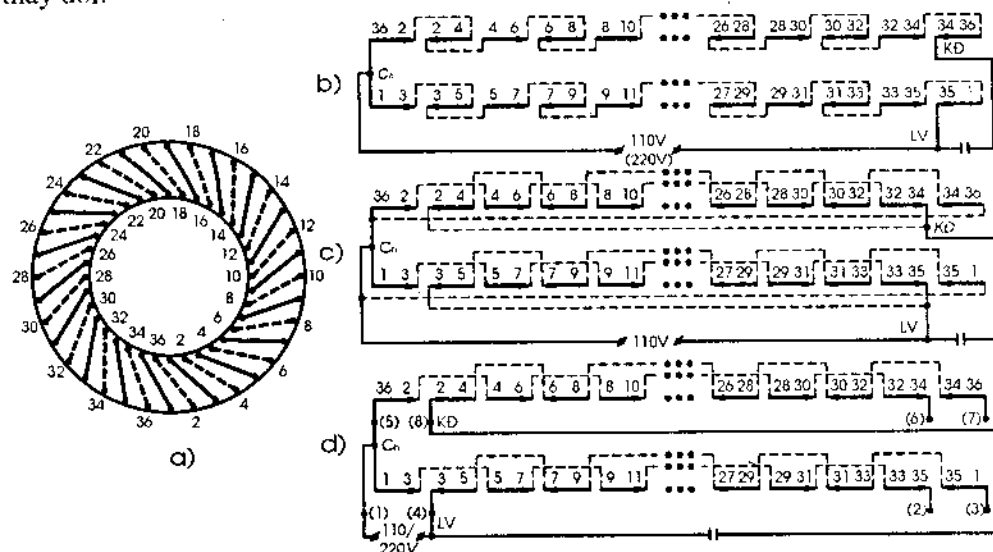
Hình 4-39. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần tự điện 12 cực, 48 rãnh.

Hai cuộn dây được lồng vào trong rãnh lõi thép stato theo kiểu hoa sen như hình 4-39, a. Hãy chọn đầu ở rãnh số 1 là đầu đầu của cuộn dây làm việc. Vậy đầu đầu của cuộn khởi động phải lệch so với rãnh số 1 một nửa bước cực (2 rãnh) tức là rãnh số 3 hoặc rãnh số 47 (chọn rãnh số 47). Quấn cho điện áp 110V hay 220V đều đấu dây theo sơ đồ ở hình 4-39, b. Quấn cho 220V thì số vòng của một bố dây cực phải nhiều gấp đôi còn tiết diện dây quấn nhỏ đi một nửa so với khi quấn cho 110V. Những động cơ đã quấn cho 220V, khi muốn sử dụng ở mạng điện 110V, đấu lại theo sơ đồ ở hình 4-39, c. Những động cơ có chuyển mạch 110/ 220V, đấu dây theo sơ đồ ở hình 4-39, d. Cách đánh dấu các đầu dây và quy luật nối các đầu dây của chuyển mạch, giống như ở các động cơ 4 cực và 6 cực.

Ví dụ 2. Một quạt trần tự điện 18 cực có số rãnh $Z = 36$, 2 cuộn dây đều gồm 18 bố dây cực với khoảng cách lồng dây 3 rãnh, cuộn dây lớp kép. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-40.

Hai cuộn dây được lồng vào trong rãnh lõi thép stato theo kiểu góc lồng tôm kép như hình 4-40, a. Hãy chọn đầu ở lớp trên rãnh số 1 làm đầu đầu của cuộn làm việc, vậy đầu đầu của cuộn khởi động phải lệch so với rãnh số 1 một nửa bước cực (1 rãnh) tức là rãnh số hai lớp trên hoặc rãnh số 36 lớp trên (chọn rãnh số 36 lớp trên). Quấn cho điện áp 110 hay 220V đều có thể đấu dây theo sơ đồ ở hình 4-40, b.

Quạt dùng điện 110V và quạt dùng điện 220V chỉ khác nhau về số vòng và cỡ dây cho một bội ở mỗi cuộn dây. Khi muốn chuyển từ điện 220V sang 110V, đấu lại theo sơ đồ ở hình 4-40, c. Đối ngược lại, phải quấn lại ống dây theo cách làm ở mục 4-2-3. Muốn dùng chuyển mạch 110/220V, đấu dây theo sơ đồ hình 4-40, d. Cách đánh dấu các đầu dây và quy luật nối các đầu dây của chuyển mạch không có gì thay đổi.



Hình 4-40. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần tự điện 18 cực, 36 rãnh, cuộn dây lớp kép.

4-3. Động cơ điện xoay chiều một pha có cuộn dây số

Các động cơ điện xoay chiều một pha dùng trong sinh hoạt như quạt điện, máy đánh trứng, máy xay sinh tố... thường xuyên có nhu cầu thay đổi vận tốc quay cho phù hợp với mục đích sử dụng.

Khi nghiên cứu về vận tốc quay trong mục 3-2, chúng tôi đã giới thiệu các phương pháp xử lý vận tốc quay của động cơ trên cơ sở thay đổi số cực và thay đổi điện áp đặt vào các cuộn dây. Thay đổi số cực làm cho vận tốc quay biến đổi quá đột ngột cho nên trong thực tế, phương pháp thay đổi điện áp đặt vào các cuộn dây được áp dụng phổ biến hơn.

Về nguyên tắc, muốn thay đổi vận tốc quay của động cơ điện xoay chiều một pha, chỉ cần thay đổi điện áp đặt vào một trong 2 cuộn dây của nó. Nhưng để có được hiệu quả điều khiển tốt hơn và dễ đơn giản hóa các sơ đồ đấu dây, người ta hay sử dụng các sơ đồ làm thay đổi điện áp đặt vào cả 2 cuộn dây nhờ các cuộn dây số lắp ở trong hoặc ngoài động cơ. Sau đây, chúng tôi xin giới thiệu cụ thể về các loại sơ đồ này.

4-3-1. Động cơ có cuộn dây số lắp ngoài

Tất cả các loại quạt trần, bất kể là quạt trần vòng chập hay quạt trần tự điện đều điều khiển vận tốc bằng cách sử dụng cuộn dây số lắp ngoài. Cuộn dây số lắp ngoài

(còn gọi là hộp số) là một cuộn dây được quấn trên lõi thép từ bằng tôn silic với nhiều đầu dây ra. Cuộn dây này được đấu nối tiếp với một trong 2 dây điện vào của động cơ điện xoay chiều một pha (h. 4-41).

Thực chất của cuộn dây số lắp ngoài là một cuộn dây điện cảm, nó lợi dụng cảm kháng Z_L và điện trở thuần R_L của cuộn dây để ngăn cản dòng điện xoay chiều chạy qua động cơ. Sự cản trở này làm xuất hiện trên hai đầu cuộn dây số một sụt áp U_L , làm cho điện áp ở hai đầu động cơ điện bị sụt thấp hơn điện áp nguồn một lượng bằng điện áp U_L đã bị sụt trên cuộn dây số. Khi di chuyển con trượt sang các vị trí khác nhau, số vòng tác dụng của cuộn dây số thay đổi làm cho điện áp đặt vào 2 đầu động cơ bị thay đổi theo. Ở vị trí 1, cuộn dây số bị đấu tắt, động cơ quay với vận tốc nhanh nhất. Ở vị trí 5, cuộn dây số có số vòng tác dụng lớn nhất, động cơ quay với vận tốc chậm nhất. Đối với các loại quạt, vận tốc chậm nhất thường bằng một nửa vận tốc nhanh nhất.

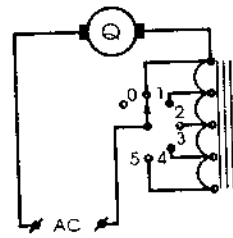
Như vậy, thực chất hộp số là một cuộn cảm chứ không phải biến áp tự ngẫu. Nó chỉ có tác dụng làm cho động cơ quay chậm lại chứ không thể tăng cho động cơ quay nhanh lên khi điện mạng bên ngoài bị tụt quá thấp.

4-3-2. Động cơ có cuộn dây số lắp trong

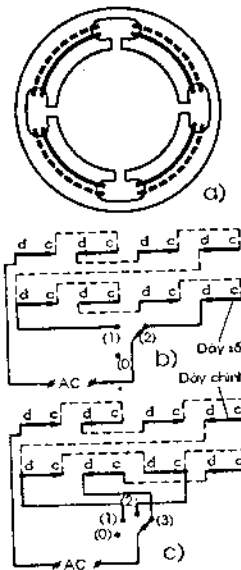
Cuộn dây số lắp trong thường được sử dụng trong các loại quạt bàn 4 cực. Bởi vậy, chúng tôi xin lấy quạt bàn làm ví dụ điển hình để khảo sát. Trong các loại quạt này, cuộn dây số được lồng vào các rãnh lõi thép stato giống như các cuộn dây khác. Nó làm nhiệm vụ khống chế điện áp đặt vào các cuộn dây chứ không làm thay đổi số cực của động cơ. Cho nên, cuộn dây số phải được lồng chung rãnh với các cuộn dây. Thông thường, nó được lồng chung rãnh với một cuộn dây nhưng cá biệt có trường hợp lồng chung rãnh với cả 2 cuộn dây, tùy thuộc vào các rãnh của chúng còn rộng hay chật. Đối với các quạt vòng chập 4 cực, cuộn dây số được lồng chung rãnh với các bội dây cực. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây của loại quạt này như hình 4-42.

Trong hình 4-42, a cuộn dây số được chia làm 4 bội để lồng chung rãnh với 4 bội dây cực. Chúng được đấu nối tiếp liên tiếp cùng phía giống quy luật đấu cuộn dây chính, nếu là quạt chỉ có 2 số (h. 4-42, b) hoặc đấu nối tiếp cách quãng khác phía, nếu là quạt có 3 số (h. 4-42, c). Dù là quạt 2 số hay quạt 3 số thì đầu cuối của cuộn dây chính phải được đấu với đầu đầu của cuộn dây số để cho 2 cuộn dây nối tiếp nhau.

Với quạt 2 số, Khi dùng số (1), điện áp mạng được đặt trực tiếp vào 2 đầu cuộn dây chính, quạt quay với vận tốc lớn. Khi dùng số (2), cả 4 bội dây số đều tham gia cản, quạt quay vận tốc nhỏ.



Hình 4-41. Cách mắc hộp số cho động cơ điện xoay chiều một pha.



Hình 4-42. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong quạt điều chỉnh vòng chập 4 cực có cuộn dây số lắp trong.

Với quạt 3 số, khi dùng số (1), diện áp mạng đặt trực tiếp vào 2 đầu cuộn dây chính, quạt quay vận tốc lớn nhất. Khi dùng số (3), cả 4 bối dây số đều tham gia cản, quạt quay vận tốc chậm nhất. Khi dùng số (2), chỉ có 2 bối dây số tham gia cản, quạt quay vận tốc trung bình. Nhưng để đảm bảo tính đối xứng của dây quấn, phải sử dụng 2 bối dây số đối diện nhau. Chính vì vậy, trong trường hợp này cần áp dụng cách đấu nối tiếp cách quãng khác phía cho cuộn dây số.

Chú ý, trong mọi trường hợp đều phải đấu cuối của cuộn dây chính với đầu của cuộn dây số. Tuyệt đối cấm cách đấu chập đầu cuộn dây chính với đầu cuộn dây số hoặc cuối cuộn dây chính với cuối cuộn dây số. Vì làm như thế, dòng điện chạy trên 2 lớp dây của cùng một rãnh sẽ ngược chiều nhau, gây nên hiện tượng khử từ làm cháy quạt.

Có một số loại như quạt Opduma của Liên Xô (cũ), cuộn dây số chỉ gồm có một bối dây được lồng chung rãnh với một bối dây cực để được động cơ 2 số. Khi sử dụng vận tốc thấp, quạt quay bị rung nhiều vì không bảo đảm được tính đối xứng của dây quấn. Nếu quấn lại ống dây, nên san ra thành 4 bối dây số để lồng chung với 4 bối dây cực như hình 4-42, a.

Muốn xác định các mối dây trong quạt vòng chập có cuộn dây số lắp trong phải dùng ôm kế để đo điện trở một chiều của các cuộn dây.

Nếu là quạt 2 số thì phải có 3 mối dây ra, 2 mối dây số và một mối đầu cuộn dây chính. Đo luân phiên từng cặp 2 mối dây một, 2 mối dây nào có điện trở ít nhất đó là mối dây số (1) và mối dây số (2), mối còn lại là mối đầu cuộn dây chính. Đo mỗi đầu cuộn dây chính với 2 mối dây số, mối nào có điện trở ít hơn là mối dây số (1), mối nào có điện trở nhiều hơn là mối dây số (2).

Nếu là quạt 3 số thì phải có 4 đầu dây ra, 3 mối dây số và một đầu cuộn dây chính. Đo luân phiên từng mối dây một với 3 mối dây còn lại đến mối dây nào xuất hiện 2 giá trị điện trở nhỏ bằng nhau và một giá trị điện trở lớn hơn hẳn thì đó là mối dây số (2). Hai mối dây tương ứng cho 2 giá trị điện trở nhỏ bằng nhau là mối dây số (1) và số (3), mối dây tương ứng cho giá trị điện trở lớn là mối đầu cuộn dây chính. Đo mỗi đầu cuộn dây chính với 3 mối dây số, mối nào có điện trở nhỏ nhất là mối dây số (1), mối nào có điện trở trung bình là mối dây số (2), mối nào có điện trở lớn nhất là mối dây số (3).

Đối với các quạt bàn 4 cực tụ điện, cuộn làm việc và cuộn khởi động đều gồm có 4 bối dây cực, cuộn dây số có thể được lồng chung rãnh với bất cứ cuộn dây nào. Thông thường, nó được chia làm 2 cuộn, mỗi cuộn gồm 4 bối có cỡ dây lớn hơn cuộn khởi động nhưng bé hơn cuộn làm việc và được lồng thành 2 lớp dây chung rãnh với cuộn khởi động. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-43, a, b. Đối với loại quạt này, đầu cuộn làm việc được đưa ra làm mối dây làm việc, cuối cuộn làm việc được chụm với đầu cuộn số thứ nhất làm mối dây số (3), cuối cuộn số thứ nhất được chụm với đầu cuộn số thứ hai làm mối dây số (2), cuối cuộn số thứ hai được chụm với đầu cuộn khởi động làm mối dây số (1), cuối cuộn khởi động được đưa ra làm mối dây khởi động, 2 dây điện vào được đấu với mối dây làm việc và điểm giữa của con trượt. Khi dùng số (3), diện áp mạng đặt trực tiếp vào 2 đầu cuộn làm việc, 2 cuộn dây số trở thành dây khởi động, cuộn khởi động có số vòng nhiều nhất, quạt quay với vận tốc lớn nhất. Khi dùng số (1), cả 2 cuộn dây số đều

tham gia cản, cuộn khởi động có số vòng ít nhất, quạt quay với vận tốc nhỏ nhất. Khi dùng số (2), cuộn dây số thứ nhất tham gia cản, cuộn dây số thứ hai trở thành dây khởi động, cuộn khởi động có số vòng trung bình, quạt quay với vận tốc trung bình. Như vậy, trong quạt bàn 4 cực tụ điện có cuộn dây số lắp trong, việc thay đổi vận tốc được thực hiện bằng cách, thay đổi vị trí của mỗi dây chung để làm thay đổi số vòng dây hữu hiệu của cả 2 cuộn dây. Để hiểu sâu hơn xin tham khảo thêm mục “Động cơ điện xoay chiều một pha có phân tử ngược” (trang 74).

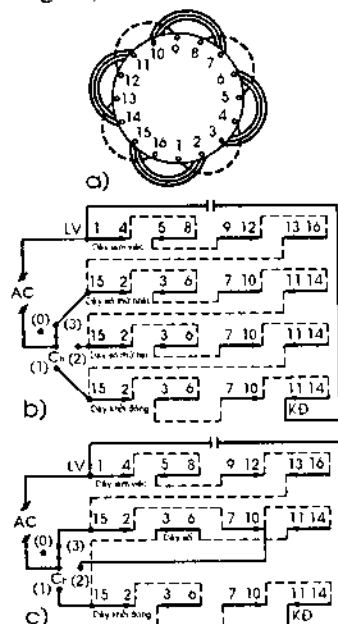
Cách lồng và đấu dây như hình 4-43, a, b thường thấy ở các quạt bàn nhập khẩu. Trong đó, một số loại (như Hitachi), cuộn dây số thứ nhất được lồng chung rãnh với cuộn dây làm việc có cỡ dây nhỉnh hơn, cuộn dây số thứ hai được lồng chung rãnh với cuộn khởi động có cỡ dây nhỏ hơn cuộn kia chút ít. Ngoài ra, lại có loại (như Sanyo) dùng cuộn dây lớp kép (giống các sơ đồ ở hình 4-31 và 4-32), cả 2 cuộn dây số đều được lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

Nguyên tắc chung để đấu các loại quạt trên là phải đấu chụm đầu cuộn dây nọ với cuối cuộn dây kia theo cách làm ở hình 4-43, b. Nghĩa là đấu theo một chiều nào đó hết 4 lượt vòng tròn, bắt đầu từ đầu đầu của cuộn làm việc (mọi cách đấu khác đều không đúng).

Để đỡ mất thời gian lẫn tìm và giảm số lượng mối hàn, người ta thường quấn cho 4 bối của mỗi cuộn dây dính liền với nhau (dính bốn) như khi quấn các bối dây trong một tổ. Khi lồng dây xong chỉ còn lại 8 đầu dây, đầu cuộn làm việc sử dụng làm mối dây làm việc, cuối cuộn khởi động sử dụng làm mối dây khởi động, 6 đầu dây còn lại được đấu chụm lại thành 3 đôi (đầu + cuối) để làm 3 mối dây số.

Đối với các loại quạt sản xuất trong nước, người ta hay dẫn 2 cuộn dây số lại làm một cuộn có 4 bối dây rồi lồng chung rãnh với cuộn khởi động và đấu như hình 4-43, c. Khi dùng số (3), điện áp mạng đặt trực tiếp vào 2 đầu cuộn làm việc, 4 bối dây số trở thành dây khởi động, quạt quay vận tốc lớn nhất. Khi dùng số (1), cả 4 bối dây số đều tham gia cản, cuộn khởi động có số vòng ít nhất, quạt quay với vận tốc chậm nhất. Khi dùng số (2), 2 bối dây số tham gia cản, 2 bối còn lại trở thành dây khởi động, quạt quay với vận tốc trung bình. Để đảm bảo tính đối xứng của dây quấn, người ta thường sử dụng từng cặp 2 bối dây số đối diện nhau cho một vận tốc bằng cách đấu nối tiếp cách quãng khác phía cho cuộn dây số. Khi quấn như vậy, số vòng trong một bối dây số phải nhiều gấp đôi so với cách quấn ở hình 4-43, b.

Như vậy, trong quạt bàn tụ điện có cuộn dây số lắp trong phải có 5 mối dây ra, một mối dây làm việc, một mối dây khởi động, và 3 mối dây số. Muốn xác định chúng, phải dùng ôm kế để đo luân phiên từng mối dây một với 4 mối dây còn lại. Đến mối dây nào xuất hiện 2 giá trị điện trở nhỏ bằng nhau và 2 giá trị điện trở lớn hơn hẳn thì đó là mối dây số (2), 2 mối dây tương ứng cho 2 giá trị điện trở nhỏ



Hình 4-43. Cấu tạo và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện 4 cực, 3 vận tốc, cuộn dây lớp đơn.

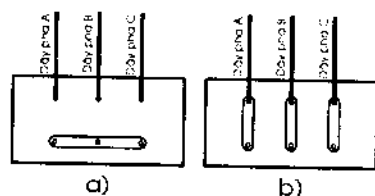
bằng nhau là mỗi dây số (1) và mỗi dây số (3), mỗi dây tương ứng cho giá trị điện trở lớn nhất là mỗi dây khởi động, mỗi dây tương ứng cho giá trị điện trở lớn thứ hai là mỗi dây làm việc. Do mỗi dây làm việc với 3 mỗi dây số, mỗi nào có điện trở nhỏ là mỗi dây số (3), mỗi nào có điện trở trung bình là mỗi dây số (2), mỗi nào có điện trở lớn là mỗi dây số (1).

4-4. Phân tích chiều quay trong động cơ điện xoay chiều

Khi sửa chữa động cơ điện xoay chiều nói chung và động cơ điện xoay chiều một pha tụ điện nói riêng, ngoài việc đảm bảo cho động cơ quay đúng vận tốc khi có tải mà không sinh nhiệt quá giới hạn cho phép còn phải quan tâm đến chiều quay của động cơ nữa. Động cơ mà quay ngược thì không thể sử dụng được. Khác với máy biến áp, động cơ điện khi sửa chữa xong muốn thử xem có đạt hay không, người ta phải hàn, nối, cột, bó, lắp ráp hoàn chỉnh rồi mới tiến hành thử được. Nếu lúc này động cơ lại quay ngược thì thật mất thì giờ. Bởi vậy, cần phải biết cách phân tích chiều quay của động cơ điện xoay chiều và cách xử lý khi chúng quay ngược để đỡ mất thời gian làm lại nhiều lần.

Trong động cơ điện xoay chiều, rôto luôn quay cùng chiều với từ trường quay. Chiều quay của từ trường lại phụ thuộc vào cách đấu dây và vị trí đặt các cuộn dây. Về nguyên tắc, người ta chỉ quy định, các cuộn dây được đặt lệch nhau trong không gian 90 hay 120 độ điện chứ không quy định chúng lệch nhau về phía nào. Do đó, khi lồng, đấu dây có thể tùy ý đấu theo chiều kim đồng hồ hay ngược chiều kim đồng hồ, đấu cho cuộn này đứng trước cuộn kia đứng sau tùy theo thói quen của từng người, miễn sao có đủ số cực và đảm bảo đúng góc lệch giữa các cuộn dây là được. Điều đó tất yếu dẫn đến việc, động cơ sẽ quay thuận hay quay ngược.

Đối với động cơ điện xoay chiều ba pha, khi đấu xong, 3 cuộn dây của 3 pha phải đưa ra trên bản cực 6 đầu dây. Nếu động cơ đấu hình sao thì 3 đầu cuối của 3 cuộn dây đấu chập lại với nhau, còn 3 đầu đầu được đấu vào 3 dây pha (h. 4-44, a). Nếu động cơ đấu hình tam giác thì đầu đầu cuộn này đấu với đầu cuối cuộn kia thành 3 mỗi dây để đấu ra 3 dây pha (h. 4-44, b). Muốn đổi chiều quay của động cơ điện xoay chiều ba pha, chỉ việc đảo đảo chéo 2 trong 3 dây từ lưới điện vào động cơ là được. Chẳng hạn, đấu đảo dây pha A vào trụ giữa, dây pha B ra trụ bên trái.



Hình 4-44. Cách đấu Y và Δ trên bản cực của động cơ điện xoay chiều ba pha.

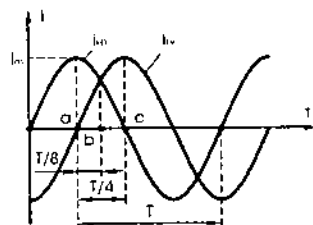
Đối với động cơ điện xoay chiều một pha kiểu vòng chập, dù đấu ngược hay đấu xuôi cũng đều quay về phía vòng chập. Vì vậy, khi lồng dây phải chú ý quay đầu stato cho đúng. Nếu không, chỉ còn cách lắp lộn đảo sau lên đảo trước.

Đối với động cơ điện xoay chiều một pha tụ điện, việc thay đổi chiều quay có khó hơn đôi chút. Chúng tôi xin được phân tích kỹ cho loại động cơ này.

4-4-1. Chiều quay của động cơ một pha tụ điện có cuộn dây số lắp ngoài

Chiều quay của động cơ một pha tụ điện có cuộn dây số lắp ngoài phụ thuộc vào chiều lồng, đấu dây và vị trí đặt các cuộn dây. Trong các sơ đồ giới thiệu ở

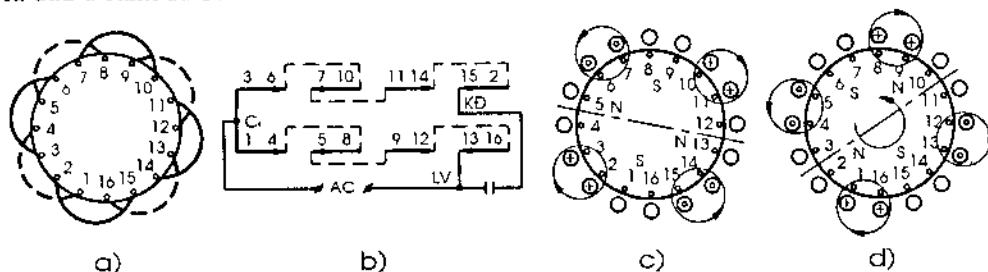
chương 4, chúng tôi mới sử dụng tới cách lồng, dấu dây ngược chiều kim đồng hồ và cuộn khởi động luôn lệch so với cuộn làm việc một nửa bước cực về phía sau (xét theo chiều dấu dây). Trên thực tế, không nhất thiết phải lồng, dấu dây ngược chiều kim đồng hồ và đã là động cơ không có cuộn dây số lắp trong thì có thể tùy ý chọn vị trí cuộn khởi động đứng trước hoặc đứng sau cuộn làm việc. Mỗi khi thay đổi chiều lồng, dấu dây hoặc thay đổi cách chọn vị trí của các cuộn dây đều dẫn đến sự thay đổi chiều quay của động cơ điện. Cấu tạo ống dây của động cơ một pha tự điện khá phong phú, có loại dấu dây về phía trước (phía lắp tải), có loại dấu dây về phía sau. Nếu đứng từ phía dấu dây mà xét, có loại quay thuận chiều kim đồng hồ, có loại quay ngược chiều kim đồng hồ. Để chủ động chọn chiều lồng dấu dây và vị trí đặt các cuộn dây trong động cơ một pha không có cuộn dây số lắp trong cần phải phân biệt được 2 trường hợp, khi cuộn khởi động lệch về phía trước cuộn làm việc và khi cuộn khởi động lệch về phía sau cuộn làm việc một nửa bước cực thì động cơ sẽ quay thuận hay ngược chiều dấu dây? Hãy xét cho từng trường hợp cụ thể.



Hình 4-45. Đồ thị dòng điện xoay chiều trong động cơ một pha tự điện.

Nhờ tác dụng của tụ điện, dòng điện chạy trên cuộn làm việc sẽ chậm pha hơn dòng điện chạy trên cuộn khởi động một góc 90 độ ($\pi/2$). Hình 4-45 biểu diễn 2 dòng điện đó trên cùng một hệ tọa độ.

Giả sử có một động cơ một pha tự điện 4 cực, 16 rãnh, mỗi cuộn dây gồm 4 tổ bối đơn được lồng dấu dây thuận chiều kim đồng hồ, dấu đầu cuộn khởi động lệch so với dấu đầu cuộn làm việc một nửa bước cực về phía trước. Cấu tạo ống dây và sơ đồ dấu dây như hình 4-46, a, b. Nếu chọn dấu ở rãnh số 1 là dấu đầu của cuộn làm việc thì dấu đầu của cuộn khởi động lệch một nửa bước cực về phía trước phải là dấu ở rãnh số 3.



dánh được dấu (+) ở các rãnh 3, 10, 11, 2 và dấu (.) ở các rãnh 6, 7, 14, 15. Từ đó vẽ được các đường sức và theo chiều đường sức xác định được 2 cực N và 2 cực S (h. 4-46, c).

Tại thời điểm c , trên hình 4-45 dòng i_{LV} dương nên trên cuộn làm việc có dòng chạy từ đầu ở rãnh số 1 đến đầu ở rãnh số 13 còn dòng i_{KD} bằng không nên trên cuộn khởi động không có dòng chạy qua. Tương tự như trên, cũng đánh được các dấu (+) và các dấu (.) ở trên đầu các bội dây, qua đó cũng xác định được 2 cực N và 2 cực S (h. 4-46, d).

Nhìn vào hình 4-46, c và 4-46, d sẽ nhận thấy, từ thời điểm a đến thời điểm c ($1/4T$), từ trường đã quay được 45° theo ngược chiều kim đồng hồ. Như vậy, trong động cơ điện xoay chiều một pha tự điện có cuộn dây số lắp ngoài, khi chọn đầu đầu của cuộn khởi động lệch về phía trước đầu đầu của cuộn làm việc một nửa bước cực thì động cơ sẽ quay ngược chiều với chiều đầu dây.

Với cách làm tương tự như trên sẽ có kết quả, khi chọn đầu đầu của cuộn khởi động lệch về phía sau so với đầu đầu của cuộn làm việc một nửa bước cực, động cơ sẽ quay cùng chiều với chiều đầu dây.

Hiểu được điều đó sẽ giúp lựa chọn được chiều đầu dây và vị trí của các cuộn dây cho phù hợp với chiều quay của động cơ. Chẳng hạn, một động cơ được đầu dây về phía trước, nhìn từ phía đầu dây thì động cơ phải quay cùng chiều kim đồng hồ. Vậy, có thể lồng, đầu dây thuận chiều kim đồng hồ với đầu đầu cuộn khởi động lệch về phía sau một nửa bước cực so với đầu đầu cuộn làm việc hoặc có thể lồng, đầu dây ngược chiều kim đồng hồ với đầu đầu cuộn khởi động lệch về phía trước so với đầu đầu cuộn làm việc một nửa bước cực. Một động cơ khác được đầu dây về phía sau, nhìn từ phía đầu dây thì động cơ phải quay ngược chiều kim đồng hồ. Vậy, có thể lồng, đầu dây ngược chiều kim đồng hồ với đầu đầu cuộn khởi động lệch về phía sau một nửa bước cực so với đầu đầu cuộn làm việc hoặc có thể lồng, đầu dây thuận chiều kim đồng hồ với đầu đầu cuộn khởi động lệch về phía trước so với đầu đầu cuộn làm việc một nửa bước cực.

Khi động cơ điện xoay chiều một pha tự điện có cuộn dây số lắp ngoài bị quay ngược, nếu không muốn lồng, đầu lại dây, có thể xử lý bằng cách, đảo chéo 2 đầu của một trong 2 cuộn dây của nó. Chẳng hạn, đảo đầu cho cuối, cuối cho đầu của cuộn dây khởi động.

Chúng tôi thấy, có một số người cắt đầu dây điện vào ở mối dây làm việc trên hình 4-46, b đem đầu lên đầu kia của tụ điện ở chỗ mối dây khởi động để thay đổi chiều quay của động cơ. Như vậy là không đúng vì lúc đó cuộn dây khởi động phải làm nhiệm vụ của cuộn dây làm việc và ngược lại. Cuộn khởi động có cỡ dây bé, không chịu được dòng lớn nên phát nóng động cơ, cuộn làm việc có số vòng ít nên mômen khởi động nhỏ, làm cho vận tốc động cơ bị giảm.

4-4-2. Chiều quay của động cơ điện xoay chiều một pha tự điện có cuộn dây số lắp trong

Trong động cơ một pha tự điện có cuộn dây số lắp trong, mặc dù khi lồng, đầu dây phải đầu từ mối dây làm việc (đầu đầu của cuộn làm việc) đầu đi cho hết 4 lượt vòng tròn nhưng khi xét chiều quay của nó lại phải xét từ mối dây chung (các mối

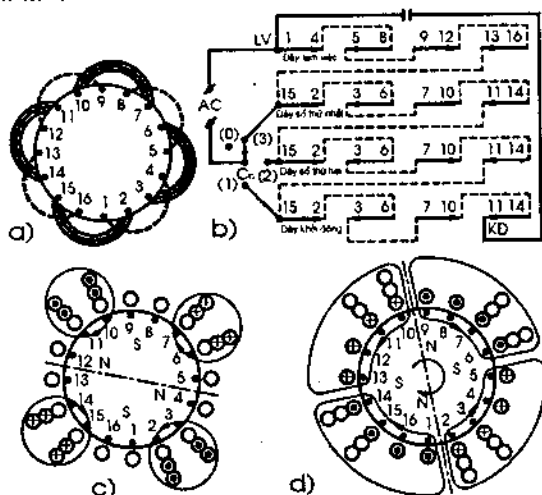
dây số) xét đi. Mặt khác, khi đấu dây luôn phải đấu chụm đầu cuộn nọ với cuối cuộn kia cho nên để đảm bảo cho cuộn khởi động luôn lệch so với cuộn làm việc một nửa bước cực thì đầu đầu cuộn khởi động luôn phải được chọn lệch về phía sau đầu đầu cuộn làm việc một nửa bước cực theo chiều đấu dây. Bởi vậy, muốn thay đổi chiều quay trong động cơ điện xoay chiều một pha tự điện có cuộn dây số lắp trong chỉ có cách duy nhất là thay đổi chiều đấu dây. Để chủ động chọn chiều đấu dây cho từng động cơ cụ thể, cần phải biết được động cơ một pha tự điện có cuộn dây số lắp trong được quay thuận hay quay ngược so với chiều đấu dây. Hãy xét cho một trường hợp cụ thể sau.

Giả sử có một quạt bàn tự điện 4 cực, 3 số, 16 rãnh. Cuộn làm việc và cuộn khởi động đều gồm có 4 tổ bối đơn. Dây số được quấn thành 2 cuộn, mỗi cuộn 4 tổ bối chung rãnh với dây khởi động. Hãy đấu dây ngược chiều kim đồng hồ để xét xem quạt sẽ quay theo chiều nào?

Khi lồng, đấu dây ngược chiều kim đồng hồ thì cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trên bắt buộc phải thực hiện như hình 4-47, a, b. Nghĩa là, đầu đầu của cuộn khởi động phải lệch về phía sau đầu đầu của cuộn làm việc 2 rãnh, tức là phải ở rãnh số 15. Khi xét chiều quay cho quạt loại này có thể xét cho trường hợp chuyển mạch đổi vận tốc ở vị trí nào cũng được nhưng để cẩn thận hơn, hãy xét cho trường hợp chuyển mạch đang ở số (2) là tốt nhất và cũng chỉ cần xét cho 2 thời điểm là đủ. Hãy xét cho thời điểm a và thời điểm c.

Tại thời điểm a, trên hình 4-45 dòng i_{KD} dương nên trên ống dây có dòng chạy từ số (2) đến mỗi dây khởi động còn dòng i_{LV} bằng không nên không có dòng chạy qua cuộn làm việc. Đánh được dấu (+) ở các rãnh số 15 của cuộn số thứ hai, số 6 của cuộn số thứ hai, số 7 của cuộn số thứ hai, số 14 của cuộn số thứ hai, số 15 của cuộn khởi động, số 6 của cuộn khởi động, số 7 của cuộn khởi động, số 14 của cuộn khởi động và dấu (-) ở các rãnh số 2 của cuộn số thứ hai, số 3 của cuộn số thứ hai, số 10 của cuộn số thứ hai, số 11 của cuộn số thứ hai, số 2 của cuộn khởi động, số 3 của cuộn khởi động, số 10 của cuộn khởi động, và số 11 của cuộn khởi động. Theo chiều dòng điện vẽ được chiều đường sức và theo chiều đường sức xác định được 2 cực N và 2 cực S như ở hình 4-47, c.

Tại thời điểm c, trên hình 4-45 dòng i_{LV} dương nên trên ống dây có dòng chạy từ số (2) đến mỗi dây làm việc còn dòng i_{KD} bằng không nên không có dòng chạy qua cuộn khởi động. Đánh được dấu (+) ở các rãnh số 11 của cuộn số thứ nhất, số 10 của cuộn số thứ nhất, số 3 của cuộn số thứ nhất, số 2 của cuộn số thứ nhất, số 13



Hình 4-47. Phân tích chiều quay trong động cơ một pha tự điện có cuộn dây số lắp trong.

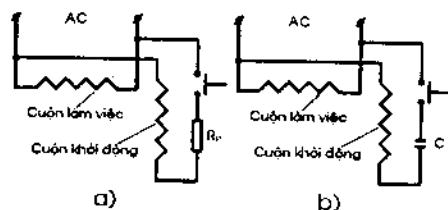
của cuộn làm việc, số 12 của cuộn làm việc, số 5 của cuộn làm việc, số 4 của cuộn làm việc và dấu (.) ở các rãnh số 14 của cuộn số thứ nhất, số 7 của cuộn số thứ nhất, số 6 của cuộn số thứ nhất, số 15 của cuộn số thứ nhất, số 16 của cuộn làm việc, số 9 của cuộn làm việc, số 8 của cuộn làm việc và số 1 của cuộn làm việc. Theo chiều dòng điện vẽ được các đường sức và theo chiều đường sức xác định được 2 cực N và 2 cực S như hình 4-47, d .

Nhìn vào hình 4-47, c và 4-47, d sẽ thấy, từ thời điểm a đến thời điểm c ($1/4T$) từ trường đã quay được 45° theo chiều kim đồng hồ.

Tóm lại, trong động cơ một pha tự điện có cuộn dây số lắp trong, rôto luôn quay ngược chiều với chiều dấu dây. Vì vậy, khi tiến hành quấn lại ống dây động cơ điện xoay chiều một pha tự điện có cuộn dây số lắp trong, cần phải căn cứ vào vị trí dấu dây (dấu phía trước hay phía sau) và chiều quay của động cơ mà quyết định chiều lồng, dấu dây cho phù hợp. Chẳng hạn, một quạt bàn 4 cực, 3 số được dấu dây về phía trước, nhìn từ phía dấu dây, quạt được quay cùng chiều kim đồng hồ. Vậy phải lồng, dấu dây ngược chiều kim đồng hồ. Một quạt bàn khác được dấu dây về phía sau, nhìn từ phía dấu dây, quạt quay ngược chiều kim đồng hồ. Vậy phải lồng, dấu dây thuận chiều kim đồng hồ.

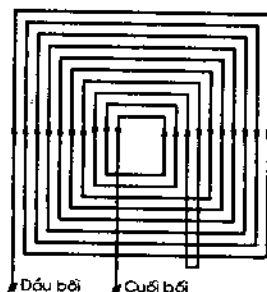
4-5. Động cơ điện xoay chiều một pha có phần tử ngược

Một số loại động cơ trong máy cưa, máy mài, máy bào, máy lạnh, máy nén khí... hay dùng hình thức khởi động bằng phần tử ngược. Loại này bắt buộc phải có một rơle tự ngắt hay nút bấm để ngắt cuộn khởi động ra khỏi lưới điện khi động cơ đã quay đều. Thực chất của hình thức khởi động bằng phần tử ngược là khởi động bằng điện trở.



Hình 4-48. Sơ đồ nguyên lý động cơ một pha khởi động bằng phần tử ngược.

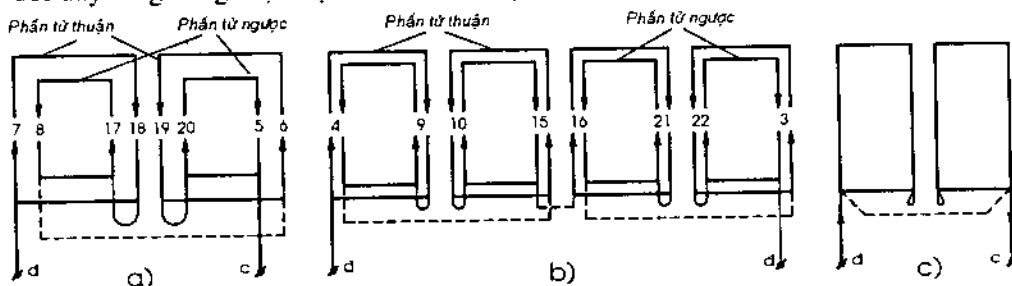
Như chúng tôi đã trình bày ở các mục trên, trong tất cả các động cơ một pha mà cuộn dây phụ khởi động không dấu liên tục trong suốt thời gian vận hành, cuộn dây làm việc thường chiếm $2/3$ số rãnh stato nên có điện trở tác dụng lớn, cuộn dây phụ khởi động chỉ chiếm $1/3$ số rãnh stato nên có điện trở tác dụng nhỏ. Điện trở tác dụng Z gồm có cảm kháng Z_L của cuộn dây và điện trở thuần R (điện trở một chiều) của nó. Để nâng cao điện trở tác dụng cho cuộn dây khởi động, người ta có thể dấu nối tiếp với nó một điện trở phụ R_p như hình 4-48, a . Động cơ như thế là động cơ khởi động bằng điện trở, khác với động cơ khởi động bằng tụ điện ở hình 4-48, b . Điện trở phụ R_p có thể là điện trở thực dấu ở bên ngoài như chúng tôi vừa nói ở trên có thể là điện trở ảo, tức điện trở một chiều của cuộn khởi động. Để làm tăng điện trở này người ta dùng dây có tiết diện bé và được kéo dài ra bằng một số vòng dây quấn ngược. Chẳng hạn, một bối dây có 10 vòng, trong đó 7 vòng dây thuận chiều còn 3 vòng dây quấn ngược chiều (h. 4-49). Ba vòng dây ngược sẽ làm triệt tiêu tác dụng của 3 vòng dây thuận nên từ thông chỉ được thành lập bởi 4 vòng dây còn lại còn điện trở một chiều thì được hình thành



Hình 4-49. Bối dây có vòng dây quấn ngược.

bởi cả 10 vòng dây. Như vậy, nhờ có một số vòng dây quấn ngược mà số vòng hữu hiệu trong cả cuộn dây khởi động không tăng, trong khi đó điện trở một chiều của nó lại khá lớn. Trong sơ đồ quạt bàn tụ điện có cuộn dây số lắp trong người ta đã lợi dụng tính chất này để làm thay đổi điện trở một chiều của cuộn dây làm việc và số vòng dây hữu hiệu của cuộn khởi động khi đặt chuyển mạch ở các số khác nhau nhằm làm thay đổi vận tốc quay của quạt.

Các dây dẫn quấn ngược nằm trong một rãnh được gọi chung là một phần tử ngược. Nó có thể được lồng chung rãnh hoặc riêng rãnh với các bố dây trong cuộn khởi động. Trường hợp lồng riêng rãnh thì các cuộn dây thường được cấu tạo từ các tổ bố dây kiểu mẹ con còn các phần tử ngược thì được quấn thành những bố dây riêng rẽ rồi được lồng lọt vào trong lòng bố dây thuận của cuộn khởi động (h. 4-50, a). Trường hợp lồng chung rãnh thì phần tử ngược được quấn thành những bố dây lồng cùng một lượt với các bố dây của cuộn khởi động (h. 4-50, b).



Hình 4-50. Biểu diễn cuộn dây có phần tử ngược bằng sơ đồ dọc.

Trong các sơ đồ dọc người ta quy ước, nếu phần tử ngược lồng chung rãnh với phần tử thuận thì bố dây ngược được vẽ nằm trong bố dây thuận (h. 4-50, b) hoặc biểu diễn bằng một bố dây bình thường nhưng có thêm một vòng khuyên để chỉ sự đổi chiều dòng điện trong bố dây ngược (h. 4-50, c). Khi đấu dây phải đấu sao cho chiều dòng điện ở trên bố dây thuận và bố dây ngược ở cùng một tổ luôn ngược chiều nhau tại mọi thời điểm. Cực tính các cực từ sẽ được xác định bởi chiều dòng điện trong các bố dây có số vòng dây lớn hơn, tức xác định theo phần tử thuận.

Các động cơ điện xoay chiều một pha có phần tử ngược trong khởi động có loại 2 cực, 4 cực và 6 cực nhưng thông dụng nhất là loại 2 cực và 4 cực (rôto lồng sóc). Cấu tạo các cuộn dây trong động cơ này tương tự như trong động cơ một pha tụ điện thông thường. Cuộn làm việc thường được cấu tạo từ những tổ bố đôi, bố ba, bố bốn kiểu mẹ con, cuộn dây lớp đơn. Cuộn khởi động thường được cấu tạo từ những tổ bố đơn hoặc bố đôi kiểu mẹ con, cuộn dây lớp đơn. Phần tử ngược có thể lồng chung với một hoặc cả 2 bố dây của tổ, có thể lồng riêng rãnh thành một bố dây riêng lẻ bên trong bố dây thuận.

Khi đấu dây phải đấu sao cho dòng điện chạy trên các tổ bố dây liên tiếp của cả 2 cuộn dây (ở cuộn khởi động là tổ bố dây thuận liên tiếp) luôn đổi chiều còn dòng điện trong các bố cùng tổ luôn cùng chiều. Riêng dòng điện chạy trên các phần tử ngược ở trong cuộn khởi động phải có chiều ngược với chiều dòng điện của các bố dây thuận trong tổ tại mọi thời điểm.

Khi lồng dây phải chú ý sao cho cuộn làm việc và cuộn khởi động luôn lệch nhau trong không gian 90 độ điện. Tức là, đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn làm

việc phải lệch so với đầu đầu (hoặc đầu cuối) của cuộn khởi động $90/p$ độ hình học hay một nửa bước cực (tính theo rãnh). Đầu đầu của cuộn làm việc và đầu đầu của cuộn khởi động được chụm lại làm một dây chung, đầu cuối cuộn làm việc đưa ra làm một dây làm việc, đầu cuối cuộn khởi động đưa ra làm một dây khởi động. Hai dây điện vào được đấu với một dây chung và một dây làm việc. Một dây khởi động đấu với một đầu của rơle tự ngắt, đầu kia của rơle đấu trực tiếp về một dây làm việc (h.4-51).

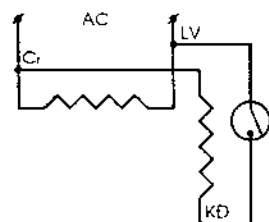
Trong các loại động cơ dùng tụ trong thời gian khởi động, đôi khi người ta cũng sử dụng phần tử ngược cho cuộn dây phụ khởi động. Động cơ như thế gọi là động cơ điện xoay chiều một pha khởi động bằng tụ điện với cuộn khởi động có điện trở tăng cường. Cấu tạo các cuộn dây và hình thức đấu dây giống hết động cơ điện xoay chiều một pha khởi động bằng phần tử ngược nói trên. Điểm khác nhau duy nhất là giữa một dây khởi động và một dây làm việc, ngoài rơle tự ngắt ra còn có thêm một tụ điện nữa mắc nối tiếp. Khi gặp loại động cơ chỉ có rơle tự ngắt giữa 2 một dây trên thì có thể khẳng định chắc chắn rằng, trong cuộn khởi động sẽ có phần tử ngược còn những loại động cơ có thêm tụ điện nữa thì phải bình tĩnh xem xét trước khi tháo gỡ cuộn dây.

Nếu rơle tự ngắt bị hỏng có thể thay thế bằng nút bấm. Nhưng khi vận hành, thời gian bấm không được quá 3 giây và không được bấm quá 3 lần liên tiếp ở trạng thái nguội hoặc quá một lần ở trạng thái nóng.

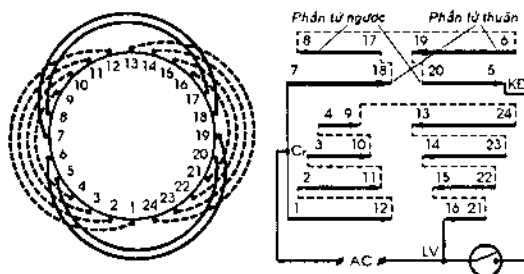
Để giúp bạn đọc làm quen, chúng tôi xin giới thiệu sơ đồ đấu dây chi tiết cho một số động cơ khởi động bằng phần tử ngược.

Ví dụ 1. Một động cơ một pha, 2 cực, 24 rãnh, 4 tổ bố, khởi động bằng phần tử ngược. Cuộn làm việc gồm 2 tổ bố bốn kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8-10-12, cuộn dây lớp đơn. Cuộn khởi động gồm 2 tổ bố đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12, cuộn dây lớp đơn. Phần tử ngược được lồng riêng rãnh với phần tử thuận, bố lồng mười rãnh là phần tử ngược, bố lồng 12 rãnh là phần tử thuận. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-52.

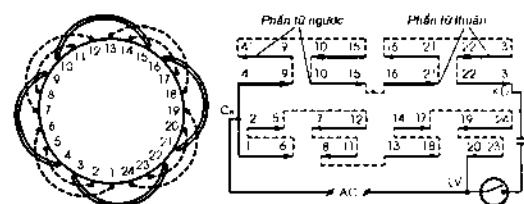
Ví dụ 2. Một động cơ một pha, 4 cực, 24 rãnh, 8 tổ bố, khởi động bằng tụ điện, có điện trở tăng cường cho cuộn khởi động (phần tử ngược). Cuộn làm việc gồm 4 tổ bố đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 4-6, cuộn dây lớp đơn. Cuộn khởi động



Hình 4-51. Sơ đồ đấu dây động cơ một pha có phần tử ngược.



Hình 4-52. Động cơ một pha, 2 cực, 24 rãnh, 4 tổ bố có phần tử ngược lồng riêng rãnh với phần tử thuận.



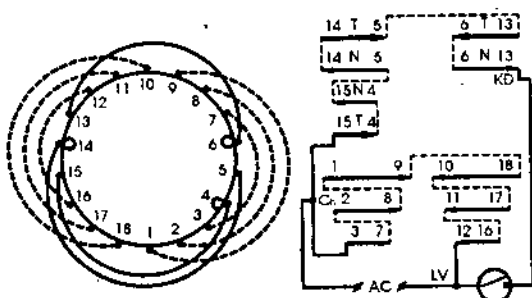
Hình 4-53. Động cơ một pha tụ điện 4 cực, 24 rãnh, 8 tổ bố, có phần tử ngược lồng chung rãnh với phần tử thuận.

gồm 4 tổ bối đơn, khoảng cách lồng dây 6 rãnh, cuộn dây lớp đơn. Trong mỗi bối dây có một phần tử thuận và một phần tử ngược. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-53.

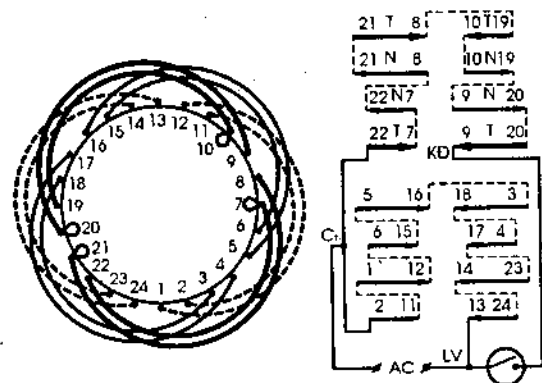
Ví dụ 3. Một động cơ một pha, 2 cực, 18 rãnh, 4 tổ bối, khởi động bằng phần tử ngược. Cuộn làm việc gồm 2 tổ bối ba với khoảng cách lồng dây 5-7-9, cuộn dây lớp đơn. Cuộn khởi động gồm một tổ bối đơn và một tổ bối đôi với khoảng cách lồng dây 8-10, cuộn dây lớp đơn. Trong mỗi bối dây đều có một phần tử thuận và một phần tử ngược. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-54.

Ví dụ 4. Một động cơ một pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bối, khởi động bằng phần tử ngược. Cuộn làm việc gồm 2 lớp dây lồng đề lên nhau, mỗi lớp gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12. Cuộn khởi động cũng gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12. Trong mỗi bối đều có một phần tử thuận và một phần tử ngược. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-55.

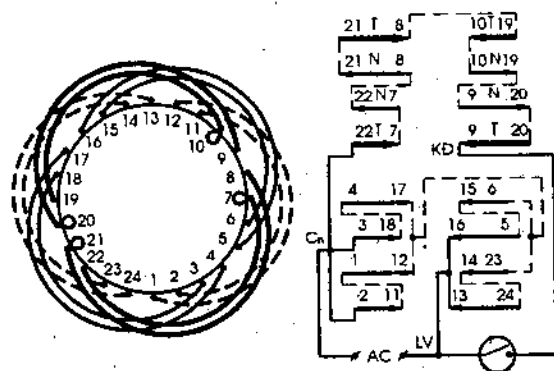
Ví dụ 5. Một động cơ một pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bối, khởi động bằng phần tử ngược. Cuộn làm việc gồm 2 lớp dây, mỗi lớp 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12, cuộn dây lớp đơn, đấu dây thành 2 nhóm nối tiếp, mỗi nhóm gồm 2 tổ bối song song. Cuộn khởi động gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12, cuộn dây lớp đơn, trong mỗi bối có một phần tử thuận và một phần tử ngược. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 4-56.



Hình 4-54. Động cơ một pha, 2 cực, 18 rãnh, 4 tổ bối có phần tử ngược không đối xứng lồng chung rãnh với phần tử thuận.



Hình 4-55. Động cơ một pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bối, lồng dây theo kiểu ba pha, có phần tử ngược lồng chung rãnh với cả 2 bối dây của cuộn khởi động.



Hình 4-56. Động cơ một pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bối, lồng dây theo kiểu ba pha, cuộn làm việc đấu thành 2 nhóm dây song song, cuộn khởi động có phần tử ngược lồng chung với cả 2 bối dây.

4-6. Động cơ điện xoay chiều một pha có rôto quấn dây

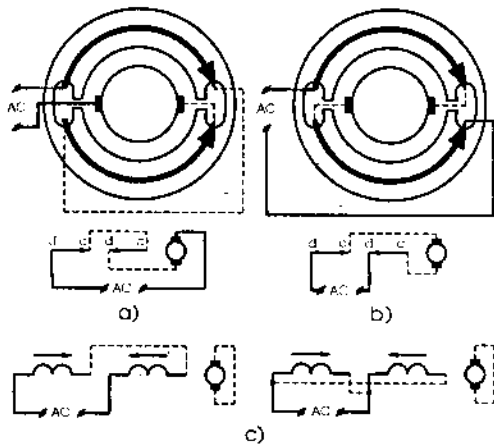
Bên cạnh các động cơ một pha có rôto lồng sóc, trên thị trường còn thấy lưu hành những động cơ một pha có rôto quấn dây. Đó là những động cơ dùng làm máy bơm nước, máy cưa, máy mài, máy khoan, máy bào, máy khâu, máy xay xát nhỏ và các máy công cụ cầm tay... Loại động cơ này có mômen khởi động lớn, thích hợp với chế độ khởi động có tải nhưng do cấu tạo phức tạp nên chỉ được sử dụng trong những trường hợp mà rôto lồng sóc không thể thay thế được. Trong mục này chúng tôi xin giới thiệu tóm tắt về cấu tạo của nó để bạn đọc tham khảo.

4-6-1. Cấu tạo cuộn dây stato động cơ một pha có rôto quấn dây

Cuộn dây stato của loại động cơ này có cấu tạo gần giống cuộn dây stato động cơ một pha loại 2 cực nhưng không có cuộn khởi động cũng không có vòng đồng chập mạch mà chỉ có duy nhất một cuộn dây làm việc gồm 2 tổ bố trí dây đối diện nhau đầu nối tiếp hoặc song song. Trong một tổ bố trí dây có thể có nhiều bố trí, có thể chỉ có một bố trí, tùy theo mỗi loại động cơ nhưng độ rộng của mỗi tổ luôn chiếm $1/2$ chu vi vòng tròn lõi thép stato. Vì luôn chỉ có 2 tổ bố trí dây nên loại động cơ này chỉ cho một loại vận tốc tương ứng với vận tốc của động cơ 2 cực tụ điện hoặc vòng chập. Muốn thay đổi vận tốc quay của nó, người ta phải dùng những cuộn dây số lồng chung rãnh với cuộn dây cực như trong động cơ vòng chập có cuộn dây số lắp trong, dùng biến trở điều chỉnh từ bên ngoài hoặc dùng các bánh không trung gian để thay đổi hệ số truyền.

Những động cơ chỉ gồm có 2 tổ bố trí đơn, cuộn dây stato không đấu trực tiếp với 2 dây của lưới điện bên ngoài mà được đấu nối tiếp qua cuộn dây rôto như hình 4-57, a, b. Trong hình 4-57, a, 2 tổ bố trí dây được đấu nối tiếp cùng phía, hình thành cuộn dây có 2 đầu. Đầu đầu cuộn được nối với một dây của lưới điện, đầu cuối cuộn được nối với một chổi điện, chổi điện thứ hai nối ra dây còn lại của lưới điện một pha. Dòng điện sẽ chạy xuyên qua 2 tổ bố trí dây stato, qua chổi điện thứ nhất, qua cuộn dây rôto, ra chổi điện thứ hai rồi về khép kín nguồn và ngược lại. Trong hình 4-57, b, 2 dây của lưới điện xoay chiều một pha được nối với 2 đầu đầu hoặc 2 đầu cuối của 2 tổ, 2 đầu còn lại của chúng được nối với 2 chổi điện. Dòng điện sẽ chạy xuyên qua từ tổ bố trí dây thứ nhất, qua chổi điện, qua cuộn dây rôto, ra chổi điện bên kia, qua tổ bố trí dây thứ hai rồi về khép kín nguồn và ngược lại.

Những động cơ mà trong mỗi tổ có nhiều bố trí dây thì cuộn dây stato được đấu trực tiếp với 2 dây của lưới điện bên ngoài. Dòng điện chỉ chạy qua 2 tổ bố trí dây của cuộn dây stato chứ không chạy qua cuộn dây rôto. Nghĩa là, trong cuộn dây rôto

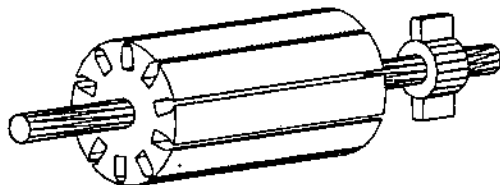


Hình 4-57. Sơ đồ đấu dây stato trong động cơ điện xoay chiều một pha có rôto quấn dây.

chỉ có dòng điện cảm ứng chạy qua. Vì vậy, sẽ không có dây nào của lưới điện nối với 2 chổi điện. Chổi điện chỉ có nhiệm vụ nối tất 2 đầu một số tổ bố trí dây của cuộn dây rôto để khởi động. Sơ đồ mạch điện của loại động cơ này như hình 4-57, c.

4-6-2. Cấu tạo cuộn dây rôto động cơ một pha có rôto quấn dây

Rôto của các loại động cơ này có dạng hình trụ, được ghép bằng thép lá kỹ thuật điện mỏng với rãnh ở mặt ngoài, trong các rãnh có đặt các cuộn dây rôto. Trên trục của động cơ về phía sau (phía không lắp tải) có gắn một bộ góp gồm 2 chổi điện bằng graphit (quen gọi là chổi than) và những thanh dẫn bằng đồng lá ghép lại thành một vành khuyên bao lấy quanh trục. Các thanh dẫn này được cách điện với nhau và cách điện với trục động cơ. Trên các thanh dẫn, người ta hàn các đầu của các tổ bố trí dây trong cuộn dây rôto.

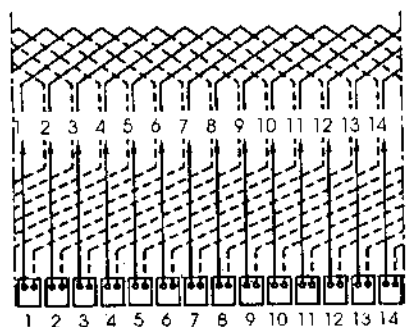


Hình 4-58. Cấu tạo rôto động cơ điện xoay chiều một pha rôto ruột quấn.

Mỗi thanh dẫn luôn được nối với một đầu và một cuối của 2 tổ bố trí dây liền nhau. Khi động cơ quay, 2 chổi điện đặt lệch nhau trong không gian 180° được quét trên các thanh dẫn đó (h. 4-58). Ngoài ra, đối với những động cơ mà cuộn dây stato được cấu tạo từ 2 tổ bố trí đôi, bố ba... còn có thêm một cơ cấu nữa gọi là chổi quét phụ. Khi động cơ đã quay đều, chổi quét phụ sẽ nối tất cả các thanh dẫn trên cổ góp lại với nhau. Lúc này, rôto quấn dây có tác dụng như rôto lồng sóc.

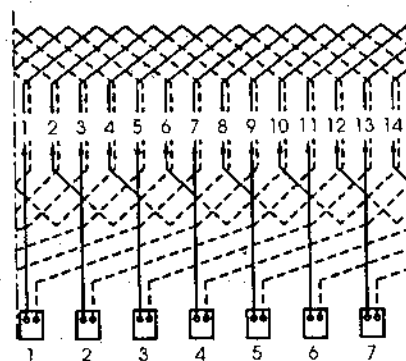
Trong tất cả các động cơ một pha rôto quấn dây, số rãnh lõi thép rôto và số thanh dẫn luôn chia hết cho nhau, khi thì chúng bằng nhau, khi thì số rãnh nhiều gấp đôi số thanh dẫn, khi thì số thanh dẫn nhiều gấp đôi số rãnh.

Trường hợp số rãnh bằng số thanh dẫn, cuộn dây rôto sẽ gồm những tổ bố trí đơn và số tổ bố trí phải bằng số rãnh (bằng số thanh dẫn). Độ rộng của mỗi tổ bố trí luôn chiếm $1/2$ chu vi vòng tròn lõi thép rôto. Nếu để cho đầu trực có thanh dẫn hướng vào phía lòng và lóng, đầu dây từ trái sang phải thì sơ đồ lồng, đầu dây như hình 4-59. Khi đó, các đầu đầu tổ luôn được nối với thanh dẫn đối diện với rãnh chứa nó, còn các đầu cuối tổ thì được nối với thanh dẫn đứng bên trái thanh dẫn đã nối cho đầu đầu tổ.



Hình 4-59. Đầu cuộn dây rôto vào cổ góp trong trường hợp số thanh dẫn bằng số rãnh.

Trường hợp số rãnh gấp đôi số thanh dẫn thì cuộn dây rôto sẽ gồm những tổ bố trí đôi và

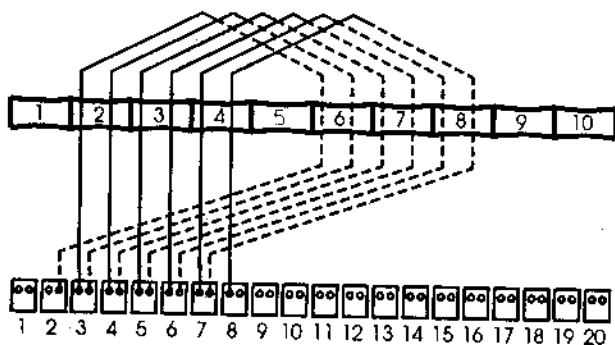


Hình 4-60. Đầu cuộn dây rôto vào cổ góp trong trường hợp số rãnh nhiều gấp đôi số thanh dẫn.

số tổ phải bằng một nửa số rãnh (bằng số thanh dẫn). Độ rộng của mỗi tổ bối luôn chiếm $1/2$ chu vi vòng tròn lõi thép rôto. Cách đấu các đầu dây của các tổ với các thanh dẫn như hình 4-60.

Trường hợp số thanh dẫn nhiều gấp đôi số rãnh, cuộn dây rôto sẽ gồm những tổ bối đơn và số tổ phải bằng số rãnh (bằng một nửa số thanh dẫn). Độ rộng mỗi tổ bối luôn chiếm $1/2$ chu vi vòng tròn lõi thép rôto. Khi quấn các tổ bối dây, phải dùng hai sợi dây quấn đồng thời một lượt để được mỗi tổ bối dây có 4 đầu (2 đầu đầu tổ và 2 đầu cuối tổ) rồi nối các đầu dây với các thanh dẫn như hình 4-61.

Nhìn chung, sơ đồ dây quấn rôto động cơ điện xoay chiều một pha không có gì phức tạp nhưng trong điều kiện sửa chữa thủ công, đa số phải quấn tay, rải dây trực tiếp vào rãnh nên không đạt các yêu cầu về cân bằng và đối xứng của dây quấn. Vì vậy, chất lượng của động cơ rôto ruột quấn sau sửa chữa phụ thuộc chủ yếu vào tay nghề



Hình 4-61. Đấu cuộn dây rôto vào cổ góp trong trường hợp số thanh dẫn nhiều gấp đôi số rãnh.

của các kỹ thuật viên. Muốn tìm hiểu kỹ hơn về vấn đề này, xin mời đọc thêm trang cuối của các mục 6-5-1 và 6-5-4 ở chương “Máy điện một chiều”. Những động cơ được chế tạo hoặc sửa chữa công nghiệp thì khi vận hành không tải sẽ có tiếng rú căng, tròn còn những động cơ sửa chữa thủ công thì tiếng rú sẽ bị gằn và tia lửa điện sinh ra trên cổ góp cũng lớn hơn.

Chương 5. SƠ ĐỒ ĐẤU DÂY TRONG ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU BA PHA

Động cơ điện xoay chiều ba pha là loại động cơ sử dụng cả ba pha của lưới điện xoay chiều ba pha. Nó có khả năng cho công suất lớn nhưng mức tiêu thụ điện năng lại nhỏ. Bởi vậy, hầu hết các động cơ sử dụng trong các máy công cụ đều là động cơ điện xoay chiều ba pha.

Phần điện trong động cơ điện xoay chiều ba pha không có những chi tiết rườm rà như cổ góp, chổi than, công tắc và tụ điện mà chỉ có duy nhất 3 cuộn dây giống hệt nhau đặt lệch nhau trong không gian 120° điện (rôto lồng sóc). Ba cuộn dây này thường đưa ra ngoài 6 đầu dây đấu cố định trên bản cực của động cơ. Từ đây, người ta thực hiện đấu các cuộn dây thành hình sao hoặc hình tam giác cho phù hợp với mạng điện bên ngoài, đấu hình sao để dùng ở điện áp cao, đấu tam giác để dùng ở điện áp thấp. Trên etyket của mỗi động cơ đều có ghi chế độ điện áp của nó ứng với từng cách đấu. Chẳng hạn, một động cơ điện xoay chiều ba pha có ghi 220/380V thì có nghĩa là, khi đấu tam giác sử dụng được ở mạng có điện áp dây 220V còn khi đấu sao sử dụng được ở mạng có điện áp dây 380V.

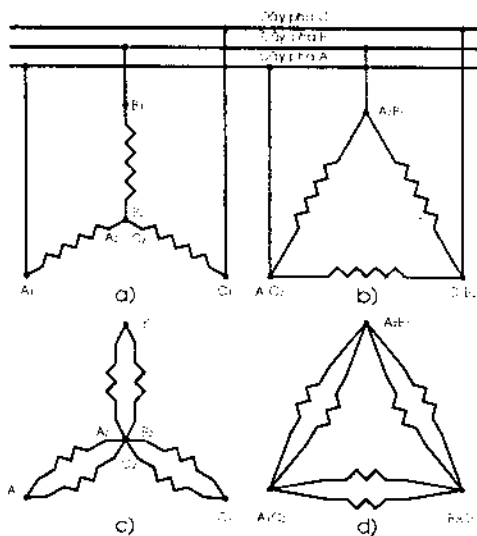
5-1. Đặc điểm chung về dây quấn động cơ điện xoay chiều ba pha

Dây quấn stato động cơ điện xoay chiều ba pha gồm có 3 cuộn dây giống hệt nhau, mỗi cuộn dây ứng với một pha. Đó là cuộn dây pha A, cuộn dây pha B, cuộn dây pha C. Mỗi cuộn dây pha cũng được cấu tạo từ những tổ bố dây đầu nối tiếp, song song hay hỗn hợp hình thành một cuộn dây có 2 đầu, đầu lồng vào trước được gọi là đầu đầu pha, đầu lồng vào sau được gọi là đầu cuối pha. Như vậy, 3 cuộn dây pha trong động cơ điện xoay chiều ba pha sẽ có 3 đầu đầu pha và 3 đầu cuối pha. Hãy dùng chỉ số 1 để đánh dấu cho các đầu đầu pha và chỉ số 2 để đánh dấu cho các đầu cuối pha. Theo đó sẽ có đầu đầu của pha A là A_1 , đầu đầu của pha B là B_1 , đầu đầu của pha C là C_1 ; đầu cuối của pha A là A_2 , đầu cuối của pha B là B_2 , đầu cuối của pha C là C_2 .

Khi đấu hình sao (ký hiệu chữ Y) thì 3 đầu đầu pha hoặc 3 đầu cuối pha phải chụm lại thành một mối, 3 đầu còn lại được đấu vào 3 dây pha của lưới điện xoay chiều ba pha (h. 5-1, a). Khi đấu tam giác (ký hiệu Δ) thì phải đấu chụm từng cặp đầu pha nọ với cuối pha kia lại thành 3 mối dây chung, 3 mối đó được nối với 3 dây pha của lưới điện xoay chiều ba pha (h. 5-1, b). Khi sử dụng ở mạng điện có điện áp dây giảm thấp một nửa người ta thường đấu các cuộn dây pha thành 2 dây song song, mỗi dây gồm một nửa số tổ bố nối tiếp. Nếu đấu động cơ thành hình sao sẽ có dạng như hình 5-1, c, còn gọi là đấu 2 hình sao hoặc hình sao kép (ký hiệu 2Y), nếu đấu động cơ thành hình tam giác sẽ có dạng như hình 5-1, d, còn gọi là đấu 2 tam giác hoặc tam giác kép (ký hiệu 2 Δ).

Ba cuộn dây pha của động cơ điện xoay chiều ba pha phải thỏa mãn các yêu cầu cơ bản sau đây:

1. Kích thước và số vòng dây quấn của mỗi cuộn dây pha phải hoàn toàn giống nhau. Mỗi pha chiếm 1/3 tổng số dây dẫn và 1/3 số rãnh lõi thép stato.
2. Các đầu đầu hoặc các đầu cuối của các cuộn dây pha phải được đặt lệch nhau 120 độ điện, tức $120/p$ độ hình học hoặc 2/3 bước cực (tính theo rãnh).
3. Mỗi cuộn dây pha phải có cùng một số tổ bố dây và được đấu giống nhau. Số vòng dây hữu hiệu của một pha phải bằng nhau.
4. Số tổ bố dây và số vòng dây của một mạch nhánh song song của từng pha phải giống nhau và luôn đối xứng từng cặp qua trục động cơ.



Hình 5-1. Đấu hình sao và hình tam giác vào lưới điện ba pha của động cơ điện xoay chiều ba pha.

Cách đấu các tổ bối dây trong cùng một pha hoàn toàn giống như cách đấu các tổ bối dây trong một cuộn dây của động cơ điện một pha mà chúng tôi đã giới thiệu rất kỹ trong chương 3 và chương 4. Nghĩa là:

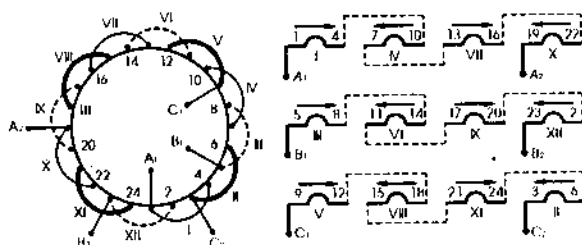
- Khi đấu nối tiếp cùng phía để cho dòng điện trên các tổ bối liên tiếp cùng pha luôn đổi chiều thì sẽ được số cực bằng số tổ bối trong một pha còn khi đấu nối tiếp khác phía để cho dòng điện trên các tổ bối liên tiếp cùng pha luôn cùng chiều thì sẽ được số cực gấp đôi số tổ bối.
- Khi đấu song song khác phía (trường hợp có 2 tổ bối) hoặc song song khác phía luân phiên (trường hợp có 3 tổ bối trở lên) để cho dòng điện trên các tổ bối liên tiếp cùng pha luôn đổi chiều thì sẽ được số cực đúng bằng số tổ bối trong một pha còn khi đấu song song cùng phía để cho dòng điện chạy trong các tổ bối liên tiếp cùng pha luôn cùng chiều thì sẽ được số cực gấp đôi số tổ bối trong một pha.
- Ngoài ra, người ta cũng áp dụng cách đấu các tổ bối cùng pha thành 2 dãy song song, mỗi dãy gồm một nửa số tổ bối nối tiếp để dùng cho điện áp mạng thấp hơn một nửa so với khi đấu nối tiếp tất cả các tổ bối.

Khác với cuộn dây làm việc và cuộn dây khởi động trong động cơ điện xoay chiều một pha, mỗi cuộn dây pha trong động cơ điện xoay chiều ba pha không được lồng thành một lớp riêng rẽ theo chu vi lõi thép stato mà trong một lớp người ta thường lồng xen kẽ, cứ một tổ của pha A lại một tổ của pha B rồi một tổ của pha C. Mặt khác, các cuộn dây pha lại hoàn toàn giống nhau về số tổ, cỡ dây và kiểu dáng nên cái khó nhất trong công đoạn đấu dây là việc xác định các tổ bối dây cùng pha. Có xác định được chúng thì mới tìm được các đầu dây thích hợp để đấu lại với nhau.

Ở trên có nói tới các tổ bối dây liên tiếp cùng pha nhưng thực tế trong ống dây chúng lại không nằm liên sát bên nhau như trong một cuộn dây của động cơ điện xoay chiều một pha mà thường nằm cách quãng ra 2 tổ bối và khi thì nằm ở lớp trên, khi thì nằm ở lớp dưới. Bởi vậy, liên tiếp ở đây phải hiểu rộng ra là, giữa 2 tổ liên tiếp cùng pha sẽ có 2 tổ của 2 pha khác. Để dễ hình dung hãy quan sát cách lồng và đấu dây cho một động cơ cụ thể dưới đây.

Giả sử, có một động cơ điện xoay chiều ba pha 4 cực, 24 rãnh, mỗi cuộn dây pha gồm 4 tổ bối đơn với khoảng cách lồng dây 4 rãnh, cuộn dây lớp đơn. Người ta lồng và đấu dây như hình 5-2.

Để xác định các tổ bối cùng pha, trước hết phải xác định được 3 tổ bối đầu pha của 3 pha. Hãy lấy bất kỳ tổ bối nào làm tổ đầu của pha A (thường chọn tổ bối gần hộp cực nhất). Chẳng hạn, chọn tổ I làm tổ đầu pha A và lấy đầu đầu của nó làm đầu cuộn dây pha A thì đầu cuộn



Hình 5-2. Xác định các tổ bối dây cùng pha trong động cơ điện xoay chiều ba pha.

dây pha B sẽ là đầu đầu của tổ III (cách 2 tổ bối) và đầu của cuộn dây pha C sẽ là đầu đầu của tổ V (lại cách 2 tổ bối). Sau khi đã chọn xong tổ bối dây đầu pha, việc xác định các tổ cùng pha sẽ được thực hiện dễ dàng bằng cách cứ cách quãng 2 tổ

bồi cho đến hết. Tức là, cứ bỏ qua 2 tổ lại chọn một tổ như I + IV + VII + X; III + VI + IX + XII; V + VIII + XI + II... Trên hình 5-2, các tổ bồi thuộc pha A được vẽ nét liền mảnh, các tổ bồi thuộc pha B được vẽ nét đứt, các tổ bồi thuộc pha C được vẽ nét liền đậm. Như vậy, trong từng lớp cũng như trong toàn ống dây, các tổ bồi của các pha được đan xen kẽ vào nhau, cứ mỗi tổ bồi của pha này lại đến 2 tổ bồi của 2 pha kia, lần lượt cho đến hết. Các tổ bồi cùng pha luôn đối xứng nhau từng cặp qua trục động cơ.

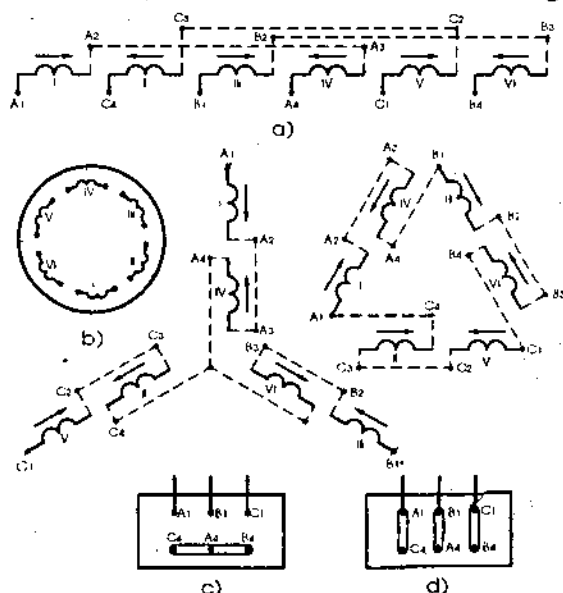
Thực tế, người ta hay dùng bước cực τ để xác định các tổ đầu pha. Theo cách này thì đầu dây của pha này phải lệch so với đầu dây của pha kia $2/3$ bước cực. Cụ thể với động cơ ở hình 5-2, nếu chọn đầu dây pha A ở rãnh số 1 thì đầu dây pha B phải lệch so với rãnh số 1 $2/3$ bước cực ($\frac{2}{3}\tau = \frac{2}{3} \cdot \frac{Z}{2p} = \frac{2}{3} \cdot \frac{24}{4} = 4$ rãnh) tức là rãnh số 5 và đầu dây pha C phải lệch so với rãnh số 5 4 rãnh, tức là rãnh số 9.

Động cơ điện xoay chiều ba pha có loại chỉ có 2 cực, có loại nhiều cực nhưng thông dụng nhất là loại 2 cực, 4 cực, và 6 cực. Sau đây, chúng tôi sẽ lần lượt giới thiệu sơ đồ đầu dây cho từng loại động cơ trên.

5-2. Sơ đồ đầu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ

Động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ bồi là một trong những động cơ ba pha đơn giản nhất. Mỗi cuộn dây pha của động cơ này đều gồm 2 tổ bồi dây, mỗi tổ có thể nhiều bồi, có thể ít bồi, tùy theo mỗi loại động cơ nhưng số bồi trong một tổ luôn bằng nhau. Có thể lồng thành 2 lớp dây theo kiểu hoa sen hoặc lồng thành cuộn dây lớp kép theo kiểu giốc lòng tôm. Dù lồng theo kiểu nào thì cũng phải bảo đảm, cứ một tổ của pha này lại đến 2 tổ của 2 pha kia, lần lượt cho đến hết. Hai tổ bồi của cùng một pha luôn đối xứng nhau qua trục động cơ. Đầu đầu (hoặc đầu cuối) của mỗi cuộn dây phải lệch nhau trong không gian 120° hình học hoặc $2/3$ bước cực (tính theo rãnh). Độ rộng của mỗi tổ bồi luôn chiếm $1/2$ chu vi lõi thép stato hoặc xấp xỉ bằng một bước cực (tính theo rãnh). Đa số các động cơ ba pha, 2 cực đều dùng kiểu tổ đồng khuôn, đôi lúc có dùng kiểu tổ mẹ con, ít thấy trường hợp tổ bồi đơn.

Để được động cơ 2 cực, phải đầu dây sao cho dòng điện chạy trên 2 tổ cùng pha ngược chiều nhau. Như vậy, trong toàn bộ động cơ, dòng điện phải đổi chiều 6 lần. Hãy lấy các chỉ số lẻ 1 và 3 để đánh dấu cho các đầu tổ có dòng



Hình 5-3. Cấu tạo và sơ đồ đầu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ bồi.

điện đi vào, các chỉ số chẵn 2 và 4 để đánh dấu cho các đầu tổ có dòng điện đi ra. Sau khi xác định xong các tổ cùng pha sẽ dùng chúng đánh dấu cho 12 đầu dây của 6 tổ để sau này để phân biệt mà đấu dây.

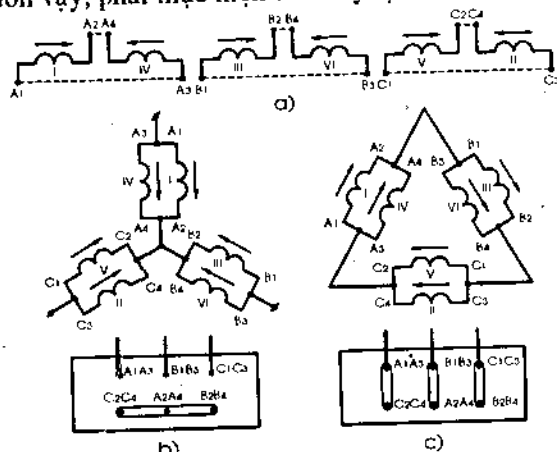
Nếu chọn tổ I làm tổ đầu của pha A và lấy đầu đầu của nó làm đầu cuộn dây pha A (A_1) thì đầu cuộn dây pha B (B_1) phải là đầu đầu tổ III (bỏ qua một tổ) và đầu của cuộn dây pha C (C_1) phải là đầu đầu tổ V (lại bỏ qua một tổ). Theo đó, 2 tổ cùng pha của pha A là tổ I và tổ IV (bỏ hai tổ chọn một tổ), 2 tổ cùng pha của pha B là tổ III và tổ VI, 2 tổ cùng pha của pha C là tổ V và tổ II. Dùng các chỉ số vừa quy định ở trên, sẽ đánh dấu được cho các đầu dây như hình 5-3, a.

Thông thường, các động cơ được đấu theo kiểu một hình sao và một hình tam giác. Khi đó, 2 tổ bối dây của mỗi pha sẽ được đấu nối tiếp cùng phía để cho dòng điện chạy trên chúng luôn ngược chiều còn các bối trong cùng một tổ được đấu nối tiếp khác phía để dòng điện chạy trên các bối trong tổ luôn cùng chiều. Sau khi đấu xong, 3 cuộn dây pha sẽ còn lại 6 đầu dây, gồm 3 đầu đầu pha (A_1, B_1, C_1) và 3 đầu cuối pha (A_4, B_4, C_4). Chúng sẽ được đưa ra ngoài đấu cố định trên bản cực của động cơ. Khi dùng ở mạng điện ba pha có điện áp cao, động cơ được đấu thành hình sao như hình 5-3, c. Khi đó, 3 đầu cuối của 3 pha A_4, B_4, C_4 được đấu chụm lại làm một mối còn 3 đầu đầu A_1, B_1, C_1 được đấu lên 3 dây pha của lưới điện bên ngoài. Khi dùng ở mạng điện ba pha có điện áp thấp, động cơ được đấu thành hình tam giác như hình 5-3, d. Khi đó, đầu pha này được nối với cuối pha kia thành 3 mối chung, 3 mối đó được đấu lên 3 dây pha của lưới điện bên ngoài.

Động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ bối như trên không được phép đấu thành động cơ 4 cực. Muốn đấu thành động cơ 4 cực phải cấu tạo lại cuộn dây, sao cho độ rộng của mỗi tổ bối chỉ bằng $1/3$ chu vi lõi thép stato.

Động cơ này chỉ dùng được 2 cấp điện áp ứng với 2 cách đấu Y và Δ (có ghi trên etyket của động cơ). Muốn dùng ở mạng điện có điện áp dây thấp hơn một nửa, có thể đấu thành 2 hình sao (2Y) hoặc 2 hình tam giác (2 Δ) bằng cách, đấu cho 2 tổ bối của mỗi pha song song nhau, muốn vậy, phải thực hiện đấu dây lại từ bên trong động cơ chứ không thể chuyển đổi dễ dàng trên hộp cực được. Hãy làm như sau.

Cắt 3 mối nối giữa tổ trước với sau của cả 3 pha, chọn 2 đầu có dòng điện đi vào chụm lại làm mối dây đầu pha, 2 đầu có dòng điện đi ra chụm lại làm mối dây cuối pha. Ba đầu đầu pha (A_1A_3, B_1B_3, C_1C_3) và 3 đầu cuối pha (A_2A_4, B_2B_4, C_2C_4) vẫn được đấu cố định ở các vị trí cũ trên bản cực của động cơ. Khi nối liền 3 trụ dưới của bản cực còn 3 trụ trên nối trực tiếp với 3 dây pha (như cách đấu Y ở hình 5-3) thì động cơ



Hình 5-4. Đấu lại động cơ điện xoay chiều ba pha, 2 cực, 6 tổ từ 1 Δ và 1Y thành 2 Δ và 2Y.

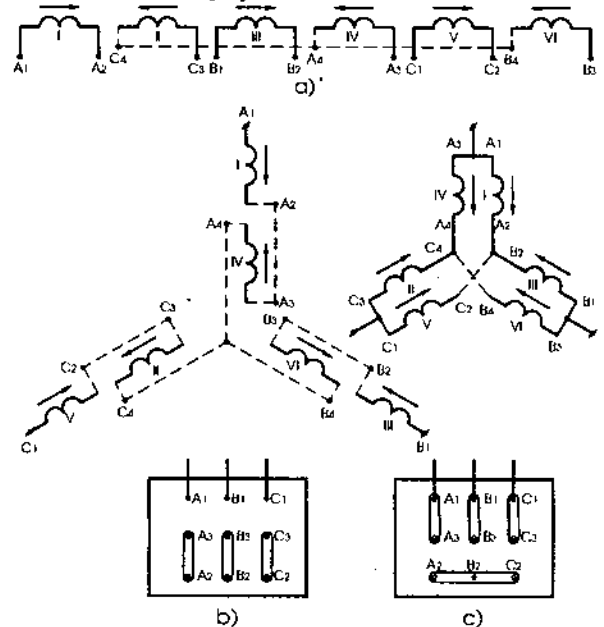
sẽ trở thành 2Y (*h.* 5-4; *b*). Khi nối một trụ trên với một trụ dưới thành từng đôi một thì động cơ sẽ trở thành 2Δ (*h.* 5-4, *c*).

Việc đấu lại cho động cơ từ 1Δ và 1Y sang 2Δ và 2Y tuy khá dễ dàng nhưng phải có những người thợ chuyên nghiệp mới làm được việc đó. Vấn đề đặt ra là làm sao có thể chuyển đổi dễ dàng ngay trên bản cực để người sử dụng có thể tự làm lấy được. Bởi vậy, người ta đã chế tạo ra một số loại động cơ đặc biệt có thể chuyển đổi được từ cách đấu này sang cách đấu khác cho phù hợp với các loại điện áp mạng khác nhau. Đó là loại động cơ đấu kiểu 1Y và 2Y, loại động cơ đấu kiểu 1Δ và 2Δ, loại động cơ đấu kiểu 2Y và 2Δ... Sơ đồ đấu dây và chế độ điện áp ứng với từng cách đấu cho mỗi loại động cơ cụ thể có ghi trên etyket hoặc catalog của nó. Sau đây là sơ đồ đấu dây của các loại động cơ 2 cực, 6 tổ kể trên.

5-2-1. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ kiểu 1 hình sao và 2 hình sao

Loại động cơ này, ở bản cực phải có 9 trụ đấu dây để đấu cho 9 đầu dây ra. Để đưa được 9 đầu dây ra đấu cố định trên bản cực, hãy quan sát cách làm hình 5-5, *a*.

Sáu tổ bối của 3 cuộn dây pha gồm 12 đầu dây, 6 đầu đầu tổ và 6 đầu cuối tổ. Hãy lấy 2 chỉ số lẻ 1 và 3 để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi vào và 2 chỉ số chẵn 2 và 4 để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi ra của mỗi pha. Ở pha A sẽ đánh được dấu A₁ ở đầu tổ I, đầu A₂ ở cuối tổ I, đầu A₃ ở cuối tổ IV và đầu A₄ ở đầu tổ IV. Tương tự ở pha B cũng đánh được các dấu B₁, B₂, B₃, B₄ và ở pha C cũng đánh được các dấu C₁, C₂, C₃, C₄ như trên hình 5-5, *a*. Ba đầu có dòng điện đi ra của 3 tổ cuối pha luôn được đấu chụm lại với nhau thành một mối để lại bên trong động cơ, đó là các đầu A₄, B₄, C₄. Ba đầu



Hình 5-5. Động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ kiểu 1Y và 2Y.

này sẽ hình thành điểm nút (điểm gặp nhau của ba pha - còn gọi là điểm trung tính) cho cả cách đấu 1Y và 2Y. Như vậy, 6 tổ bối dây chỉ còn lại 9 đầu dây gồm 3 đầu đầu tổ và 6 đầu cuối tổ. Chín đầu dây này sẽ được đưa ra đấu cố định trên bản cực theo quy luật ở hình 5-5, *b*, *c*. Ba dây pha của lưới điện bên ngoài luôn được đấu vào 3 trụ ở hàng trên cùng. Muốn đấu thành 1Y thì nối cho 3 trụ ở hàng giữa và 3 trụ ở hàng dưới cùng liền với nhau từng đôi một. Khi đó, sơ đồ đấu dây có dạng như hình 5-5, *b*. Muốn đấu thành 2Y thì nối cho 3 trụ ở hàng cuối cùng dính liền với

nhau, còn 3 trụ ở hàng trên cùng và 3 trụ ở hàng giữa liền với nhau từng đôi một. Khi đó, sơ đồ đấu dây có dạng như hình 5-5, c.

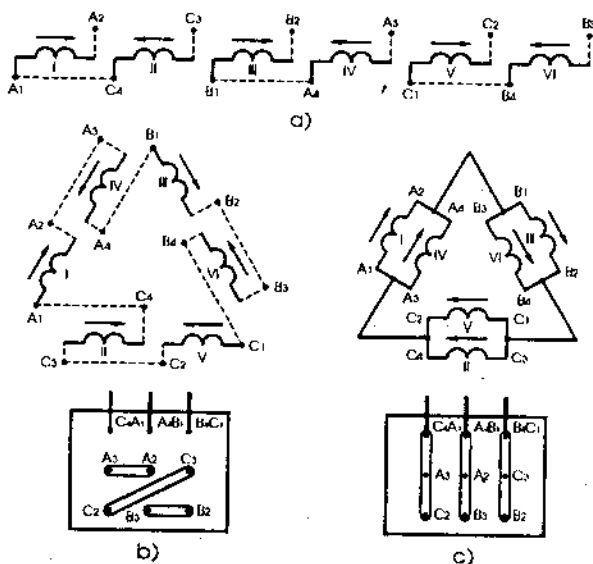
Ở đây, thấy có 2 điểm nút $A_2B_2C_2$ và $A_4B_4C_4$. Nếu 6 tổ bối dây của động cơ hoàn toàn giống nhau và điện áp mạng ba pha bên ngoài hoàn toàn cân đối thì điện thế giữa 2 điểm nút sẽ bằng nhau tại mọi thời điểm. Bởi vậy, việc 2 điểm nút này dính vào với nhau làm một như hình 5-4, b hoặc tách ra làm đôi như hình 5-5, c hoàn toàn không ảnh hưởng đến chế độ làm việc của động cơ. Khi sửa chữa, gặp những động cơ ở dạng trên, chỉ cần đo điện áp giữa 2 điểm nút, nếu thấy điện áp bằng không thì có nghĩa là cả 6 tổ bối dây hoạt động bình thường, nếu thấy có điện áp thì có nghĩa là một vài tổ bối dây đã bị sự cố, điện áp càng cao thì sự cố càng nặng.

5-2-2. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ kiểu 1 tam giác và 2 tam giác

Loại động cơ này, trên bản cực cũng có 9 trụ dấu dây để đấu cho 9 dấu dây ra. Để có 9 dấu dây đưa ra đấu cố định trên bản cực hãy làm như sau.

Dùng các chỉ số lẻ 1 và 3 để đánh dấu cho các dấu có dòng điện đi vào, các chỉ số chẵn 2 và 4 để đánh dấu cho các dấu có dòng điện đi ra trên 2 tổ của mỗi pha (h. 5-6, a). Khi động cơ được đấu thành 1Δ , ở 3 góc của tam giác luôn thấy, dấu cuối của pha A được nối với dấu đầu của pha B (A_4B_1), dấu cuối của pha B được nối với dấu đầu của pha C (B_4C_1), dấu cuối của pha C được nối với dấu đầu của pha A (C_4A_1). Vì vậy, phải tìm được 6 dấu dây trên để đấu lại thành 3 mối dây cho 3 góc của tam giác.

Để đơn giản, hãy bẻ 6 dấu đầu của 6 tổ vào phía tâm của stato còn 6 dấu cuối của chúng bẻ ra phía ngoài. Sáu dấu dây bẻ vào tâm chình là 6 dấu cần tìm. Chọn bất kỳ một dấu nào trong số 6 dấu dây ấy làm dấu đầu pha A (A_1) rồi dấu chụm với dấu dây đứng ngay bên cạnh nó (chọn theo chiều nào cũng được) để được mối dây ở góc thứ nhất (C_4A_1). Chụm tiếp 2 dấu dây bên cạnh C_4 lại với nhau để được mối dây ở góc thứ hai (A_4B_1). Hai dấu dây còn lại sẽ thuộc về mối dây ở góc thứ ba (B_4C_1). Ba mối dây này luôn được đưa ra dấu cố định trên 3 trụ ở hàng trên cùng của bản cực. Ba dây pha của lưới



Hình 5-6. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ kiểu 1Δ và 2Δ .

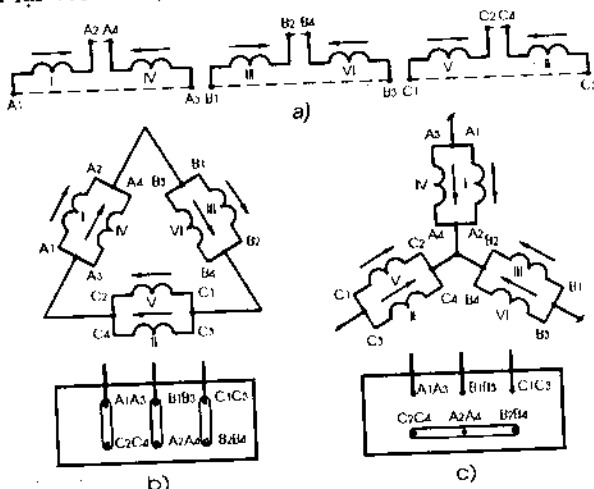
diện bên ngoài sẽ đưa vào 3 trụ nói trên. Sáu dấu dây còn lại đã được bẻ ra phía ngoài stato sẽ là 6 dấu dây cần phải đưa tiếp ra dấu trên 2 hàng trụ bên dưới của bản

cực. Khi chọn đầu dây A_1 nên tìm cách đánh dấu lại bằng cách, vạch lên lõi thép stato để biết nó thuộc tổ bố dây nào. Đầu cuối của tổ có chứa đầu dây A_1 là đầu dây A_2 . Bên cạnh A_2 (theo chiều đã chọn ở trên) lần lượt là các đầu dây C_3 , B_2 , A_3 , C_1 và B_3 . Sáu đầu dây này được đưa ra đầu cố định trên bản cực theo quy luật ở hình 5-6, b, c.

Muốn đấu thành 1Δ thì nối cho 3 trụ ở hàng giữa và 3 trụ ở hàng dưới cùng liên với nhau từng đôi một như hình 5-6, b. Khi đó, 2 tổ bố trong mỗi pha được đấu nối tiếp cùng phía. Muốn đấu thành 2Δ thì nối cho 3 hàng trụ liên với nhau từng cột như hình 5-6, c. Khi đó, 2 tổ bố trong mỗi pha được đấu song khác phía.

5-2-3. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ kiểu 2 tam giác và 2 hình sao

Loại động cơ này, trên bản cực chỉ có 6 trụ đầu dây để đấu cho 6 đầu dây ra như những động cơ kiểu 1Δ và $1Y$ thông dụng. Để có 6 đầu dây đưa ra đầu cố định ngoài bản cực, trên 2 tổ của mỗi pha phải chọn 2 đầu có dòng điện đi vào đầu chụm lại thành một mối, 2 đầu có dòng điện đi ra đầu chụm lại thành một mối. Nghĩa là, 2 đầu có chỉ số lẻ 1; 3 đầu chụm lại với nhau, 2 đầu có chỉ số chẵn 2; 4 đầu chụm lại với nhau (h. 5-7, a). Như vậy, 12 đầu dây của 6 tổ chỉ còn lại 6 mối dây đôi A_1A_3 , A_2A_4 , B_1B_3 , B_2B_4 , C_1C_3 , C_2C_4 đưa ra đầu trên bản cực theo quy luật ở hình 5-7, b, c. Muốn đấu thành 2Δ thì nối cho 3 trụ ở hàng trên và 3 trụ ở hàng dưới nối liên với nhau từng đôi một như hình 5-7, b. Muốn đấu thành $2Y$ thì nối cho 3 trụ ở hàng dưới dính liền lại với nhau như hình 5-7, c. Cả 2 cách đấu trên, 2 tổ bố trong một pha đều được đấu song song khác phía.



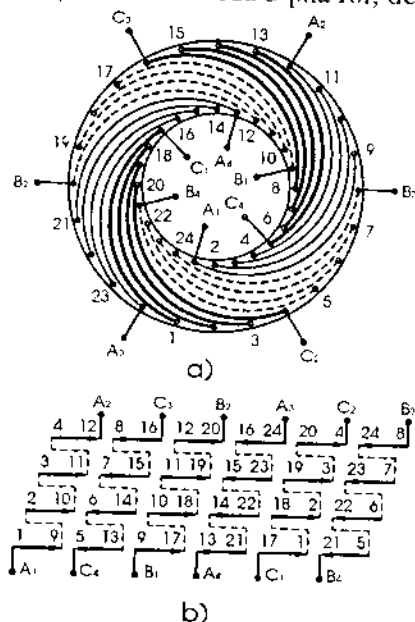
Hình 5-7. Động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ kiểu 2Δ và $2Y$.

Trên đây, chúng tôi đã trình bày toàn bộ các sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ bố. Để giúp bạn đọc làm quen với thực tế, chúng tôi xin giới thiệu cách đấu dây chi tiết đến từng tổ cho 2 loại động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ điển hình.

Ví dụ 1. Một động cơ ba pha, 2 cực có số rãnh $Z = 24$. Mỗi pha gồm có 2 tổ bố bốn kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 9 rãnh. Cuộn dây lớp kép. Cấu tạo ống dây như hình 5-8, a.

Hãy bẻ tất cả các đầu ở lớp trên của các tổ về phía tâm lõi thép stato, tất cả các đầu ở lớp dưới của các tổ về phía ngoài lõi thép stato. Các đầu bẻ vào phía tâm chính là 6 đầu đầu của 6 tổ bố dây, sẽ được chọn làm 3 đầu đầu của ba pha A_1 , B_1 , C_1 và ba đầu cuối của chúng A_4 , B_4 , C_4 . Nếu chọn đầu ở lớp trên rãnh số 1 làm đầu

dầu cuộn dây pha A (A_1) thì dầu đầu cuộn dây pha B (B_1) phải lệch so với rãnh số 1 $2/3$ bước cực (8 rãnh), tức là rãnh số 9 và dầu đầu cuộn dây pha C (C_1) phải là dầu ở lớp trên rãnh số 17 (lại lệch 8 rãnh). Khi đã chọn được 3 dầu cuối của 3 pha rồi, để dàng xác định được 3 dầu cuối pha bằng cách, cứ bỏ qua 2 dầu dây đứng bên cạnh để chọn theo chiều đã đánh số). Cụ thể, từ dầu A_1 (rãnh số 1), bỏ qua 2 dầu dây đứng bên cạnh để chọn lấy dầu dây thứ tư (rãnh số 13) làm dầu cuối pha A (A_4), từ dầu B_1 , bỏ qua 2 dầu dây là tới dầu cuối pha B (B_4 - rãnh số 21), từ dầu C_1 , bỏ qua 2 dầu dây là tới dầu cuối pha C (C_4 - rãnh số 5). Sáu dầu dây bề ra phía ngoài lõi thép stato sẽ được xác định bằng cách dùng ôm kế để đo thông mạch (dầu thông với A_1 là dầu A_2 , dầu thông với A_4 là dầu A_3 , dầu thông với B_1 là dầu B_2 , dầu thông với B_4 là dầu B_3 , dầu thông với C_1 là dầu C_2 , dầu thông với C_4 là dầu C_3) hoặc lần từ dầu A_1 lần đi. Tổ nào có chứa dầu A_1 thì cuối tổ đó là dầu A_2 (rãnh số 12 lớp dưới), bên cạnh A_2 theo chiều đánh số, lần lượt là các dầu C_3 (rãnh số 16 lớp dưới), B_2 (rãnh số 20 lớp dưới), A_3 (rãnh số 24 lớp dưới), C_2 (rãnh số 4 lớp dưới), B_3 (rãnh số 8 lớp dưới). Toàn bộ 12 dầu dây đã được đánh dấu như trên hình 5-8, *b*.



Hình 5-8. Cách xác định các dầu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bởi bốn kiểu đồng khuôn, cuộn dây lớp kép.

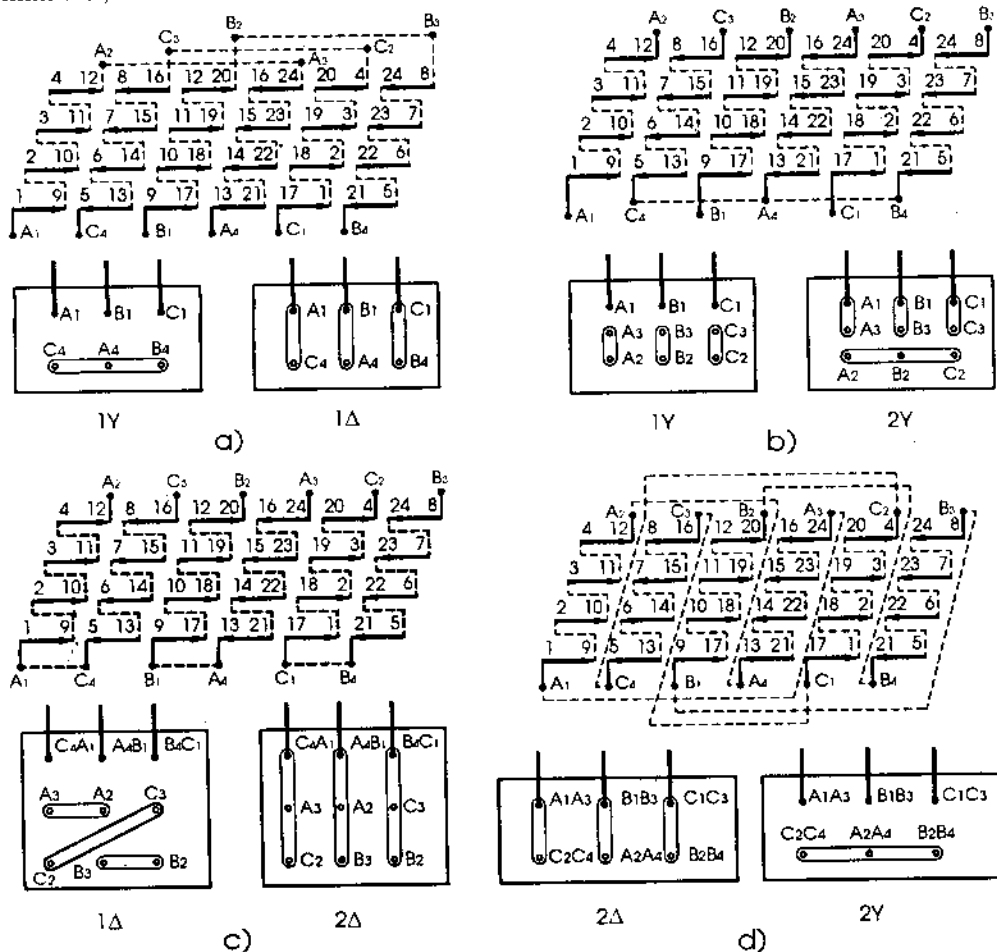
Nếu là động cơ thông dụng kiểu 1Δ và 1Y thì phải đấu chụm 6 dầu dây bề ra phía ngoài lại từng đôi một thành 3 mỗi dây chung A_2A_3 , B_2B_3 , C_2C_3 bằng cách, chọn bất kỳ một dầu nào đó đem đấu với dầu dây thứ tư (bỏ qua 2 dầu dây đứng liền bên cạnh). Cụ thể, đem dầu ở rãnh số 4 chụm với dầu ở rãnh số 16, dầu ở rãnh số 8 chụm với dầu ở rãnh số 20, dầu ở rãnh số 12 chụm với dầu ở rãnh số 24 (lấy 2 dầu đối diện qua trục đấu lại với nhau). Ba mối này để lại bên trong động cơ. Sáu dầu dây còn lại được đưa ra ngoài đấu cố định trên bản cực theo quy luật ở hình 5-9, *a*.

Nếu là động cơ kiểu 1Y và 2Y thì phải đấu chụm 3 dầu cuối pha lại thành một mối chung $A_4B_4C_4$ để tạo thành điểm nút của hình sao, mối này để lại bên trong động cơ. Chín dầu dây còn lại được đưa ra đấu trên bản cực theo quy luật ở hình 5-9, *b*.

Nếu là động cơ kiểu 1Δ và 2Δ thì phải đấu chụm 6 dầu dây bề vào phía tâm lõi thép stato từng đôi một thành 3 mỗi dây đôi C_4A_1 , A_4B_1 , B_4C_1 để làm 3 góc của tam giác. Ba mối dây này cùng với 6 dầu dây còn lại được đưa ra đấu cố định trên bản cực của động cơ theo quy luật ở hình 5-9, *c*.

Nếu là động cơ kiểu 2Δ và 2Y thì trong mỗi pha phải đấu chụm 2 dầu dây có dòng điện đi vào (chỉ số lẻ) làm một mối, 2 dầu dây có dòng điện đi ra (chỉ số chẵn) làm một mối. Toàn bộ động cơ còn lại 6 mối dây đôi A_1A_3 , A_2A_4 , B_1B_3 , B_2B_4 ,

C_1C_3, C_2C_4 . Sáu mối này đưa ra dấu cố định trên bản cực theo quy luật ở hình 5-9, d.

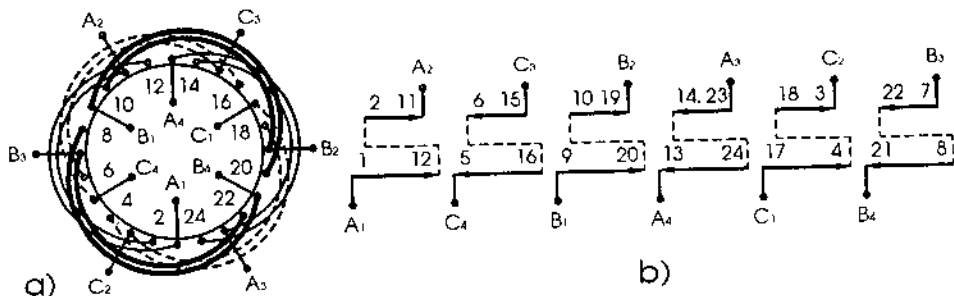


Hình 5-9. Các sơ đồ đấu dây cho động cơ ở hình 5-8.

Ví dụ 2. Một động cơ ba pha, 2 cực, 24 rãnh. Mỗi cuộn dây pha gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con, cuộn dây lớp đơn. Cấu tạo ống dây như hình 5-10, a.

Để đơn giản, hãy bỏ 6 đầu dây của 6 tổ vào phía tâm lõi thép stato, còn 6 đầu cuối của chúng bỏ ra phía ngoài. Sáu đầu bỏ vào tâm sẽ được chọn làm 3 đầu đầu và 3 đầu cuối của 3 pha. Nếu chọn đầu ở rãnh số 1 làm đầu đầu pha A (A_1) thì đầu đầu pha B (B_1) phải lệch so với rãnh số 1 $2/3$ bước cực (8 rãnh) tức là rãnh số 9 và đầu đầu pha C (C_1) phải ở rãnh số 17 (lại lệch 8 rãnh). Đối diện với đầu A_1 (qua tâm stato) là đầu cuối pha A (A_4), đối diện với đầu B_1 là đầu cuối pha B (B_4), đối diện với đầu C_1 là đầu cuối pha C (C_4). Sáu đầu dây bỏ ra phía ngoài được xác định bằng cách đo đầu A_1 với chúng, đầu nào thông mạch thì đó là đầu A_2 . Tính theo chiều đánh số, bên cạnh A_2 sẽ lần lượt là các đầu C_3, B_2, A_3, C_2 và B_3 . Toàn bộ 12 đầu dây đã được đánh dấu như trên hình 5-10, b.

Từ đây, cách đấu các đầu dây lại với nhau và cách đưa chúng ra đầu trên bản cực cho các kiểu động cơ 1Y và 1Δ, 1Y và 2Y, 1Δ và 2Δ, 2Δ và 2Y hoàn toàn giống như các sơ đồ ở hình 5-9.



Hình 5-10. Cách xác định các đầu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bởi đôi kiểu mẹ con, cuộn dây lớp đầu.

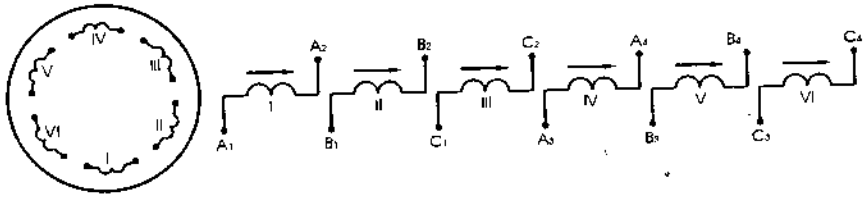
5-3. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 4 cực, 6 tổ

Trong động cơ này, mỗi pha cũng gồm có 2 tổ bởi dây được lồng xen kẽ, cứ một tổ của pha này lại đến 2 tổ của 2 pha kia, nhưng do có số cực gấp đôi số tổ trong một pha nên cách chọn các tổ đầu pha có khác so với cách chọn ở động cơ 2 cực, 6 tổ.

Mặc dù, đầu đầu pha nọ luôn lệch so với đầu đầu pha kia $2/3$ bước cực (tính theo rãnh) nhưng trong không gian chúng chỉ lệch nhau $120/p = 60$ độ hình học, hoặc tính theo tổ thì chúng chỉ lệch nhau có một tổ. Nghĩa là, nếu chọn tổ I làm tổ đầu pha A và lấy đầu đầu của nó làm đầu cuộn dây pha A (A_1) thì đầu cuộn dây pha B (B_1) phải là đầu đầu tổ II và đầu cuộn dây pha C (C_1) phải là đầu đầu tổ III. Theo đó, 2 tổ cùng pha của pha A là tổ I và tổ IV (bỏ qua 2 tổ chọn một tổ), 2 tổ cùng pha của pha B là tổ II và tổ V và 2 tổ cùng pha của pha C là tổ III và tổ VI (lại bỏ qua 2 tổ).

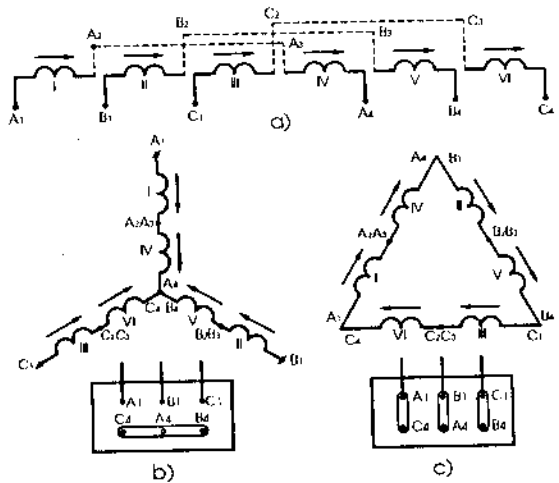
Muốn trở thành động cơ 4 cực, độ rộng của mỗi tổ bởi dây chỉ được chiếm $1/3$ chu vi lõi thép stato và phải nối dây sao cho dòng điện chạy trên 2 tổ cùng pha luôn cùng chiều tại mọi thời điểm. Tức là, nối tổ thứ I với tổ thứ IV, tổ thứ II với tổ thứ V, tổ thứ III với tổ thứ VI theo kiểu nối tiếp khác phía hoặc song song cùng phía. Như vậy, trong toàn bộ động cơ, dòng điện chạy trên 6 tổ bởi cùng chiều tại mọi thời điểm. Hãy dùng các chỉ số lẻ 1 và 3 để đánh dấu cho các đầu tổ có dòng điện đi vào, các chỉ số chẵn 2 và 4 để đánh dấu cho các đầu tổ có dòng điện đi ra của các pha.

Để đơn giản, cũng bề cho 6 đầu đầu của 6 tổ vào phía tâm lõi thép stato còn 6 đầu cuối của chúng bề ra phía ngoài. Chọn bất kỳ một đầu nào về phía tâm làm đầu đầu pha A (A_1) thì bên cạnh nó, 5 đầu còn lại lần lượt sẽ là B_1 , C_1 , A_2 , B_2 và C_2 (tính theo chiều nào cũng được). Sáu đầu được bề ra phía ngoài được xác định bằng cách đo đầu A_1 với chúng, đầu nào thông mạch là A_2 , vẫn theo chiều trên, những đầu đứng bên cạnh A_2 lần lượt sẽ là B_2 , C_2 , A_1 , B_1 và C_1 . Mười hai đầu dây cho 6 tổ đã đánh dấu xong. Cấu tạo ống dây và vị trí các đầu dây như hình 5-11.



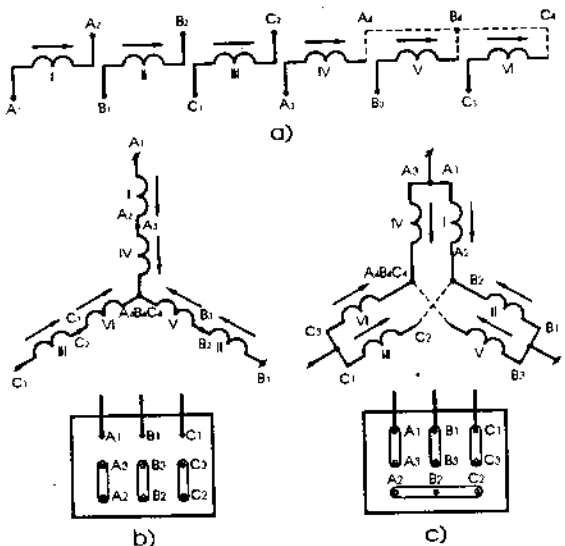
Hình 5-11. Cấu tạo ống dây và cách đánh dấu các đầu dây trong động cơ ba pha, 4 cực, 6 tổ.

Nếu là động cơ thông dụng kiểu 1Y và 1Δ thì trên bản cực phải có 6 đầu dây ra gồm 3 đầu dây pha A_1, B_1, C_1 và 3 đầu cuối pha A_4, B_4, C_4 . Muốn vậy, phải đấu nối tiếp khác phía cho 2 tổ bội của mỗi pha để được 3 mối dây chung A_2A_3, B_2B_3, C_2C_3 . Ba mối này để lại trong động cơ (h. 5-12, a). Sáu đầu dây còn lại đưa ra dấu cố định trên bản cực theo quy luật ở hình 5-12. Đầu 1Y thì dấu như hình 5-12, b, đầu 1Δ thì dấu như hình 5-12, c.



Hình 5-12. Cách đấu 1Y và 1Δ cho động cơ ba pha, 4 cực, 6 tổ.

Nếu là động cơ đặc biệt kiểu 1Y và 2Y thì phải đấu chụm 3 đầu cuối pha lại thành một mối $A_4B_4C_4$ để làm điểm nút của hình sao (h. 5-13, a). Mối này để lại bên trong động cơ. Ba đầu cuối pha luôn nằm bên cạnh nhau về phía ngoài lõi thép stato. Muốn tìm chúng, hãy lần từ đầu A_1 . Đối diện với A_1 qua tâm là A_3 . Đo A_3 với 6 đầu dây phía ngoài, đầu nào thông mạch là A_4 . Theo chiều đã chọn, 2 đầu đứng bên cạnh là B_4 và C_4 . Chín đầu dây còn lại đưa ra dấu cố định trên bản cực theo quy luật ở hình 5-13. Đầu 1Y thì dấu như hình 5-13, b, đầu 2Y thì dấu như hình 5-13, c.

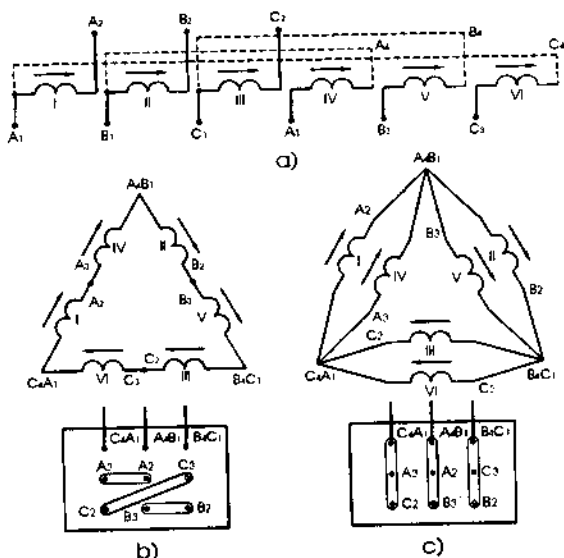


Hình 5-13. Cách đấu 1Y và 2Y cho động cơ ba pha, 4 cực, 6 tổ.

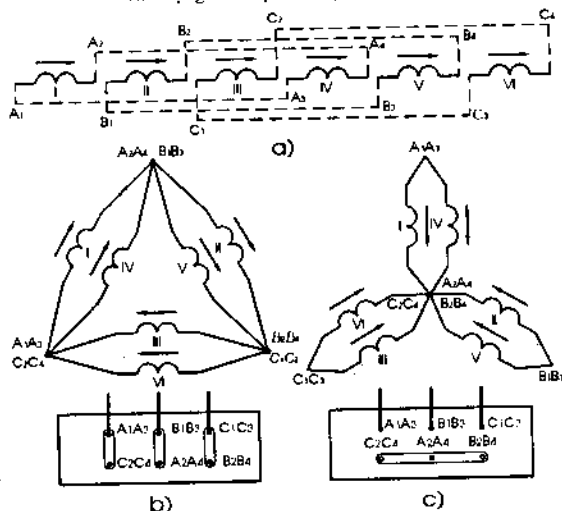
Nếu là động cơ đặc biệt kiểu 1Δ và 2Δ thì phải đấu chụm đầu pha nọ với cuối pha kia thành 3 mối dây đôi A_4B_1, B_4C_1, C_4A_1 để

làm 3 góc của tam giác (h. 5-14, a). Ba mối này luôn đưa ra dấu cố định vào 3 trụ ở hàng trên cùng ngoài bản cực. Ba dây pha của lưới điện bên ngoài cũng được đưa vào 3 trụ nói trên. Sáu đầu dây còn lại được đưa ra dấu trên 2 hàng trụ phía dưới của bản cực theo quy luật ở hình 5-14. Đầu 1Δ thì dấu như hình 5-14, b, đầu 2Δ thì dấu như hình 5-14, c.

Nếu là động cơ đặc biệt kiểu 2Δ và 2Y thì trong một pha, phải chọn 2 đầu có dòng điện đi vào chụm lại làm một mối, 2 đầu có dòng điện đi ra chụm lại làm một mối, tức là chụm các đầu có chỉ số chẵn lại với nhau, các đầu có chỉ số lẻ lại với nhau. Cả động cơ hình thành 6 mối dây đôi $A_1A_3, A_2A_4, B_1B_3, B_2B_4, C_1C_3, C_2C_4$ (h. 5-15, a). Muốn vậy, trong 6 đầu dây bẻ vào phía tâm stato, cứ chọn 2 đầu đối diện nhau qua tâm chụm lại với nhau làm một mối để được 3 mối dây đôi đầu pha A_1A_3, B_1B_3, C_1C_3 . Sáu đầu dây bẻ ra phía ngoài cũng làm như thế để được 3 mối dây đôi cuối pha A_2A_4, B_2B_4, C_2C_4 . Sáu mối dây đôi này đưa ra dấu cố định trên bản cực của động cơ như hình 5-15. Đầu 2Δ thì dấu như hình 5-15, b, đầu 2Y thì dấu như hình 5-15, c.



Hình 5-14. Cách đấu 1Δ và 2Δ cho động cơ ba pha, 4 cực, 6 tổ bối.

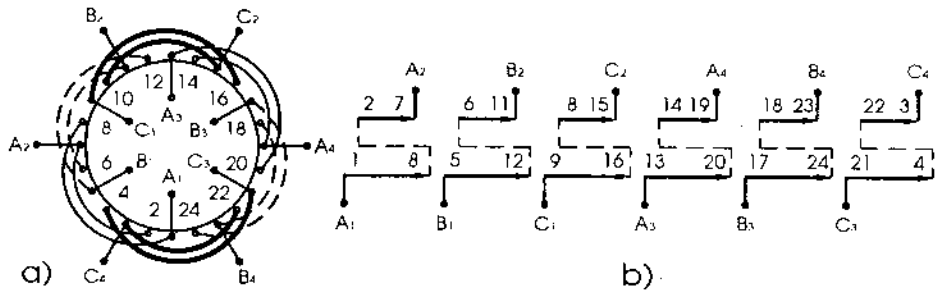


Hình 5-15. Cách đấu 2Δ và 2Y cho động cơ ba pha, 4 cực, 6 tổ bối.

Ở trên, chúng tôi đã giới thiệu toàn bộ các sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 4 cực, 6 tổ. Nhìn chung, động cơ này chỉ khác động cơ 2 cực, 6 tổ ở cách xác định các đầu dây mà thôi. Khi đã xác định xong 12 đầu dây cho 6 tổ, việc đấu các đầu dây lại với nhau và việc đưa các đầu dây ra dấu trên bản cực hoàn toàn giống như cách làm của các sơ đồ tương ứng ở động cơ 2 cực, 6 tổ.

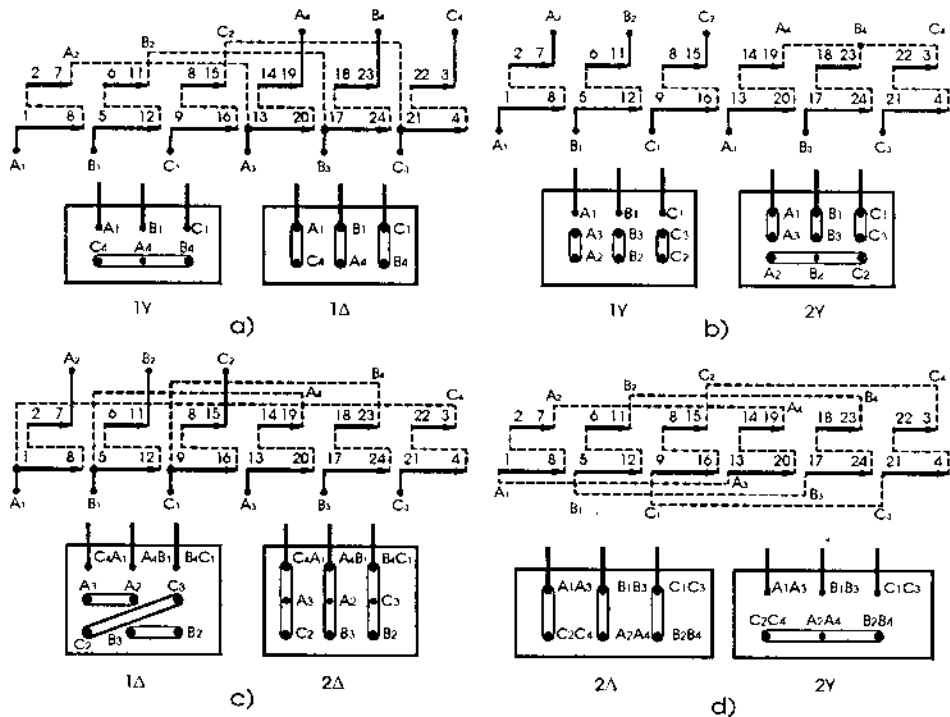
Sau đây, chúng tôi xin trích dẫn 2 ví dụ hướng dẫn cách đấu dây đến từng bối cho loại động cơ này để bạn đọc làm quen với thực tế.

Ví dụ 1. Một động cơ ba pha, 4 cực, 24 rãnh. Mỗi cuộn dây pha gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 8-6, cuộn dây lớp đơn. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 5-16.



Hình 5-16. Cấu tạo ống dây và cách đánh dấu các đầu dây trong động cơ ba pha, 4 cực.
6 tổ bối đôi với khoảng cách lồng dây 8-6, cuộn dây lớp đơn.

Hãy bẻ 6 đầu đầu của 6 tổ vào phía tâm lõi thép stator, còn 6 đầu cuối của chúng bẻ ra phía ngoài. Nếu chọn đầu ở rãnh số 1 làm đầu đầu cuộn dây pha A (A_1) thì đầu đầu cuộn dây pha B (B_1) phải lệch so với rãnh số 1 $2/3$ bước cực (4 rãnh) tức là rãnh số 5 và đầu đầu của cuộn dây pha C (C_1) phải ở rãnh số 9 (lại lệch 4 rãnh). Ba đầu còn lại lần lượt sẽ là A_3, B_3, C_3 (tính theo chiều đánh số). Đầu đầu A_1 với 6 đầu dây bẻ ra phía ngoài đầu nào thông mạch thì đó là A_2 , bên cạnh A_2 lần lượt sẽ là B_2, C_2, A_4, B_4 và C_4 (tính theo chiều đánh số). Nhìn vào hình 5-16 sẽ thấy, các tổ đầu



Hình 5-17. Các sơ đồ đấu dây cho động cơ ở hình 5-16.

pha của loại động cơ này đứng ngay cạnh nhau chứ không cách ra một tổ như loại động cơ điện xoay chiều ba pha, 2 cực, 6 tổ.

Nếu là động cơ thông dụng kiểu 1Δ và 1Y thì phải đưa ra đầu trên bản cực 6 đầu dây gồm 3 đầu đầu pha A_1, B_1, C_1 và 3 đầu cuối pha A_4, B_4, C_4 . Sáu đầu dây còn lại đấu thành 3 mỗi dây đôi A_2A_3, B_2B_3, C_2C_3 để lại ở trong động cơ (h. 5-17, a).

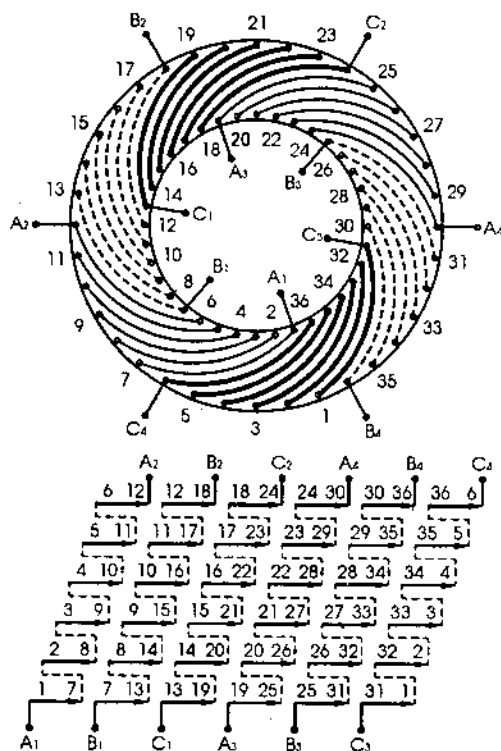
Nếu là động cơ đặc biệt kiểu 1Y và 2Y thì phải chụm 3 đầu cuối pha lại thành điểm nút $A_4B_4C_4$ để lại ở trong động cơ. Chín đầu dây còn lại được đưa ra đầu cố định trên bản cực như hình 5-17, b.

Nếu là động cơ đặc biệt kiểu 1Δ và 2Δ thì phải đấu được 3 mỗi dây đôi C_4A_1, A_4B_1, B_4C_1 làm 3 góc của tam giác. Ba mỗi này cùng với 6 đầu dây còn lại đưa ra đầu cố định trên bản cực (h. 5-17, c).

Nếu là động cơ đặc biệt kiểu 2Δ và 2Y thì trong 2 tổ cùng pha phải chọn 2 đầu có chỉ số lẻ chụm lại với nhau thành mỗi dây đầu pha, 2 đầu có chỉ số chẵn chụm lại với nhau thành mỗi dây cuối pha. Muốn vậy, trong 6 đầu dây bẻ vào tâm và 6 đầu dây bẻ ra ngoài, cứ chọn 2 đầu đối diện nhau qua tâm chụm lại làm một mối. Toàn bộ động cơ hình thành 6 mỗi dây đôi gồm 3 mỗi dây đầu pha A_1A_3, B_1B_3, C_1C_3 và 3 mỗi dây cuối pha A_2A_4, B_2B_4, C_2C_4 . Sáu mỗi dây này đưa ra đầu cố định trên bản cực của động cơ như hình 5-17, d.

Ví dụ 2. Một động cơ ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 6 tổ bố trí sáu kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 7 rãnh, cuộn dây lớp kép. Cấu tạo ống dây và cách đánh dấu đầu dây lớp kép.

Hãy bẻ 6 đầu dây ở lớp trên vào phía tâm lõi thép stato còn 6 đầu dây ở lớp dưới thì bẻ ra phía ngoài. Chọn đầu bẻ vào trong ở rãnh số 1 làm đầu đầu cuộn dây pha A (A_1). Vậy đầu đầu cuộn dây pha B (B_1) phải lệch so với rãnh số 1 $2/3$ bước cực (6 rãnh) tức là rãnh số 7 và đầu đầu cuộn dây pha C (C_1) phải ở rãnh số 13 (lại lệch 6 rãnh). Ba đầu bẻ vào phía trong còn lại lần lượt sẽ là A_3, B_3 và C_3 (tính theo chiều đánh số). Đầu đầu dây A_1 với 6 đầu dây bẻ ra phía ngoài, đầu nào thông mạch là đầu A_2 . Bên cạnh A_2 theo chiều đánh số lần lượt sẽ là B_2, C_2, A_4, B_4 , và C_4 . Toàn bộ 12 đầu dây của động cơ trên đã đánh dấu xong. Từ đây, việc tiến hành đấu dây cho mỗi kiểu động cơ cụ thể hoàn toàn giống cách làm ở các hình 5-17.



Hình 5-18. Cấu tạo ống dây và cách đánh dấu các đầu dây trong động cơ ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 6 tổ bố trí sáu kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 7 rãnh, cuộn dây lớp kép.

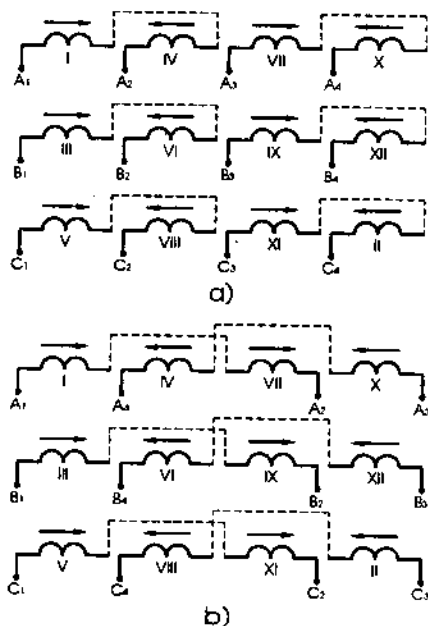
5-4. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 4 cực, 12 tổ

Trong loại động cơ này, mỗi cuộn dây pha gồm có 4 tổ bối dây được lồng xen kẽ cứ một tổ của pha này lại đến 2 tổ của 2 pha kia, lần lượt cho đến hết. Mỗi tổ có thể có nhiều bối, có thể chỉ có một bối, tùy theo mỗi loại động cơ nhưng số bối trong một tổ luôn bằng nhau. Trong mỗi pha, 4 tổ bối phải đối xứng nhau từng cặp qua trục động cơ. Đầu đầu (hoặc đầu cuối) của mỗi cuộn dây pha luôn lệch nhau trong không gian 60 độ hình học hoặc $2/3$ bước cực (tính theo rãnh). Để được động cơ 4 cực, độ rộng mỗi tổ luôn chiếm $1/4$ chu vi lõi thép stato và phải đấu dây sao cho dòng điện chạy trên 4 tổ bối liên tiếp cùng pha đối chiều 4 lần.

Do có số tổ trong một pha bằng số cực nên cách chọn các tổ đầu pha giống như cách chọn ở động cơ 2 cực, 6 tổ. Tức là, nếu chọn tổ I là tổ đầu của pha A và lấy đầu đầu của nó làm đầu cuộn dây pha A (A_1) thì đầu cuộn dây pha B (B_1) phải là đầu đầu của tổ III (bỏ qua một tổ) và đầu cuộn dây pha C (C_1) phải là đầu đầu tổ V (lại bỏ qua một tổ). Theo đó, 4 tổ cùng pha A là tổ I, IV, VII, X; 4 tổ cùng pha B là tổ III, VI, IX, XII và 4 tổ cùng pha C là V, VIII, XI, II (bỏ qua 2 tổ chọn một tổ).

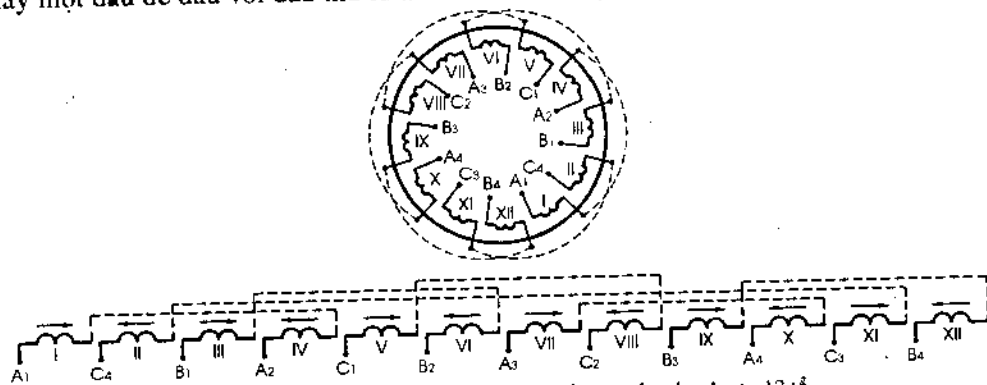
Động cơ ba pha, 4 cực, 12 tổ cũng có loại thông dụng với kiểu đấu dây 1Δ và 1Y và 3 loại đặc biệt với 3 kiểu đấu dây giống 2 loại động cơ mà chúng tôi vừa giới thiệu ở trên. Muốn thực hiện được cho bất kỳ kiểu đấu nào, trong toàn bộ động cơ chỉ được phép giữ lại 12 đầu dây, trong đó mỗi pha gồm có 4 đầu dây, 2 đầu dây có dòng điện đi vào và 2 đầu dây có dòng điện đi ra. Vì thế, phải thực hiện đấu nối tiếp từng cặp 2 tổ bối một cho từng pha như hình 5-19. Thông thường, người ta chọn 2 tổ bối cùng pha đứng gần nhau nhất đem đầu nối tiếp cùng phía như hình 5-19, a, cách nối này gọi là nối ngắn. Khi đó, mỗi pha chỉ còn lại 4 đầu dây và cũng dùng các chỉ số lẻ 1 và 3 để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi vào, các chỉ số chẵn 2 và 4 để đánh dấu cho các đầu có dòng điện đi ra. Đôi khi, để tăng chất lượng kỹ thuật của động cơ, người ta phải đấu nối tiếp cách quãng ra một tổ bối cùng pha để đảm bảo tính đối xứng của dây quấn trong một dãy song song như hình 5-19, b. Cách nối này gọi là nối dài. Cách nối dài dễ nhầm lẫn nên chỉ sử dụng trong những trường hợp đặc biệt cần thiết. Ở đây, chúng tôi chỉ hướng dẫn trường hợp thông dụng với cách nối ngắn.

Để thực hiện cách nối ngắn, chỉ việc bẻ 12 đầu đầu của 12 tổ vào phía tâm lõi thép stato còn 12 đầu cuối của chúng thì bẻ ra phía ngoài. Mười hai đầu nằm ở phía ngoài chính là những đầu dây để thực hiện đấu nối tiếp cùng phía cho từng cặp



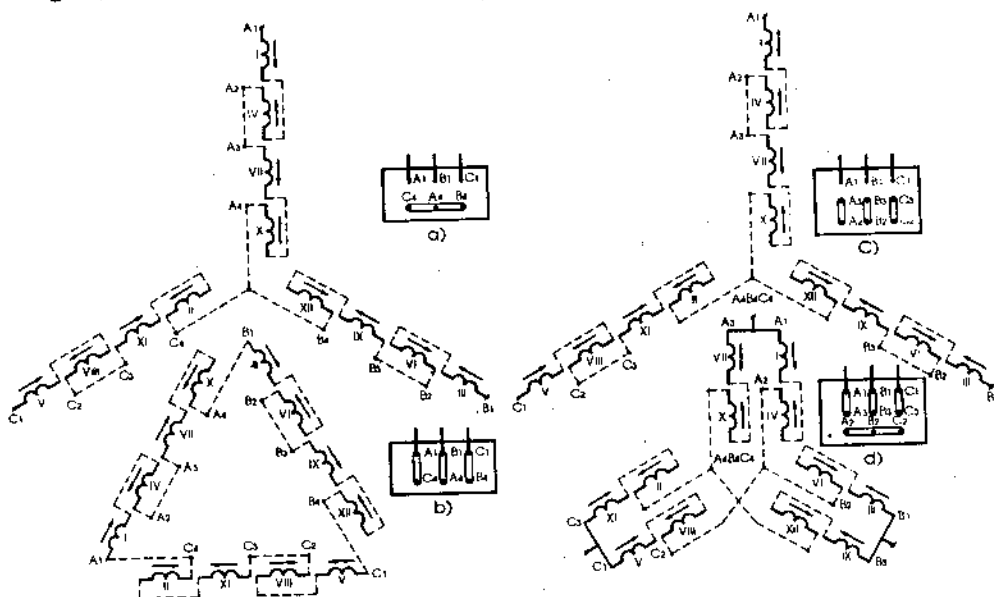
Hình 5-19. Cách đấu nối tiếp để giữ lại 4 đầu dây cho mỗi cuộn dây pha.

tổ bởi gắn nhau trong mỗi pha. Còn 12 đầu bẽ vào phía tâm chính là những đầu dây cần giữ lại. Hãy chọn bất kỳ một đầu bẽ vào phía tâm nào làm đầu dây pha A (A_1), đo A_1 với 12 đầu ở phía ngoài, đầu nào thông mạch thì nối ngay nó với đầu thứ tư (bỏ qua 2 đầu bên cạnh) theo chiều lồng dây. Sau đó, cứ bỏ qua một đầu lại chọn lấy một đầu để đấu với đầu thứ tư theo chiều đã chọn, lần lượt cho đến hết.



Hình 5-20. Cách xác định các đầu dây trong động cơ ba pha, 4 cực, 12 ổ.

Mười hai đầu bẽ vào phía trong sẽ được xác định như sau. Đối diện với A_1 qua tâm là A_3 . Đo A_3 với các đầu dây còn lại, đầu nào thông mạch là A_4 , đối diện với A_4 qua tâm là A_2 . Từ đầu dây A_1 theo chiều lồng dây, bỏ qua một đầu là tới đầu dây B_1 , đối diện với B_1 qua tâm là B_3 . Đo B_3 với các đầu dây còn lại, đầu nào thông mạch là B_4 , đối diện với B_4 qua tâm là B_2 . Từ đầu dây B_1 theo chiều lồng dây, lại bỏ qua một đầu dây nữa là tới C_1 , đối diện với C_1 là C_3 . Đo C_3 với các đầu dây còn lại, đầu nào thông mạch là C_4 , đối diện với C_4 qua tâm là C_2 .

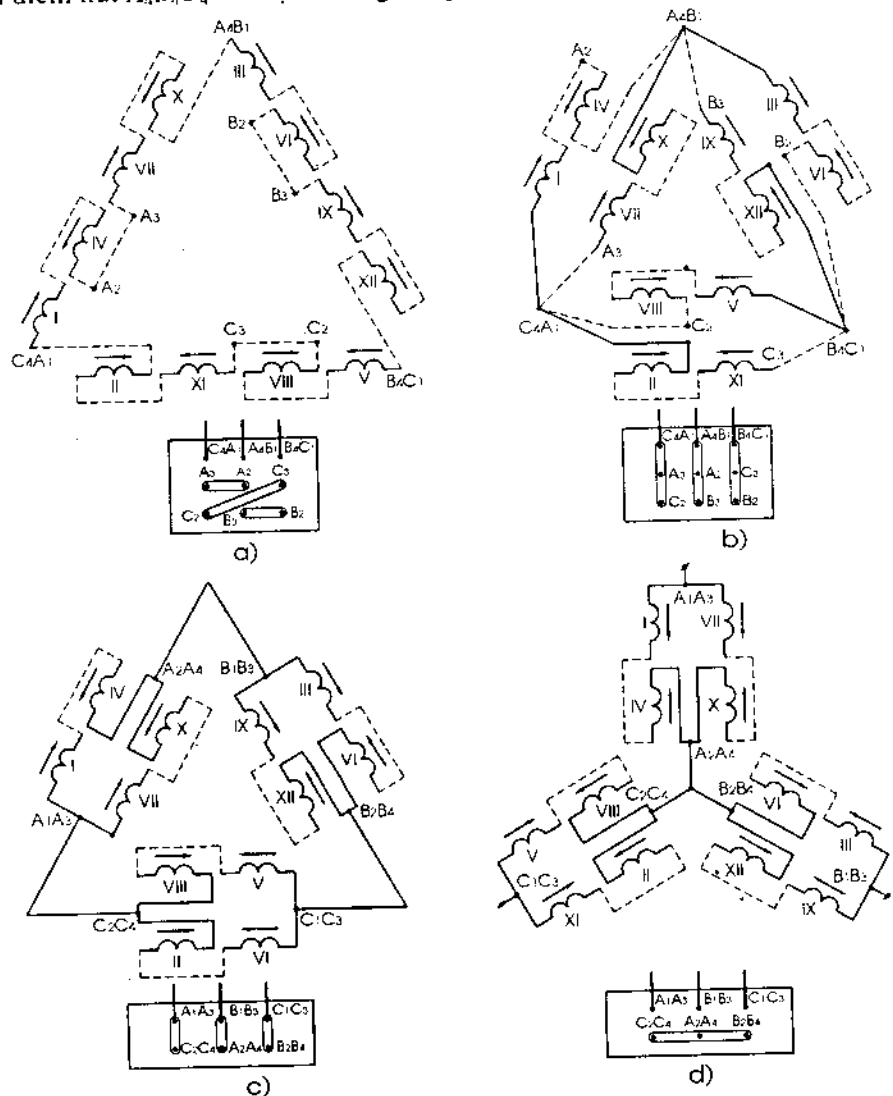


Hình 5-21. Đầu 1Y và 1Δ; 1Y và 2Y động cơ ba pha, 4 cực, 12 ổ.

Toàn bộ 12 đầu dây bề ra phía ngoài đã được dấu thành 6 mối dây để lại trong động cơ, 12 đầu dây còn lại đã được xác định xong như hình 5-20. Từ đây, việc sử dụng 12 đầu dây đã được đánh dấu để dấu cho các kiểu động cơ cụ thể hoàn toàn giống như trong động cơ 2 cực, 6 tổ và động cơ 4 cực, 6 tổ. Cụ thể là 4 cách dấu dưới đây.

Nếu là động cơ thông dụng kiểu 1Y và 1Δ thì phải dấu chụm A_2 với A_3 lại một mối, B_2 với B_3 lại một mối, C_2 với C_3 lại một mối. Ba mối dây đôi này để lại trong động cơ. Sáu mối dây còn lại đưa ra dấu cố định trên bản cực. Đầu 1Y thì dấu như hình 5-21, a, đầu 1Δ thì dấu như hình 5-21, b.

Nếu là động cơ đặc biệt kiểu 1Y và 2Y thì phải dấu chụm 3 đầu cuối pha lại thành điểm nút $A_4B_4C_4$ để lại ở trong động cơ. Chín đầu dây còn lại đưa ra dấu trên



Hình 5-22. Dấu 1Δ và 2Δ, 2Y và 2Y động cơ ba pha, 4 cực, 12 tổ.

bản cực. Đầu 1Y thì đầu như hình 5-21, c, đầu 2Y thì đầu như hình 5-21, d.

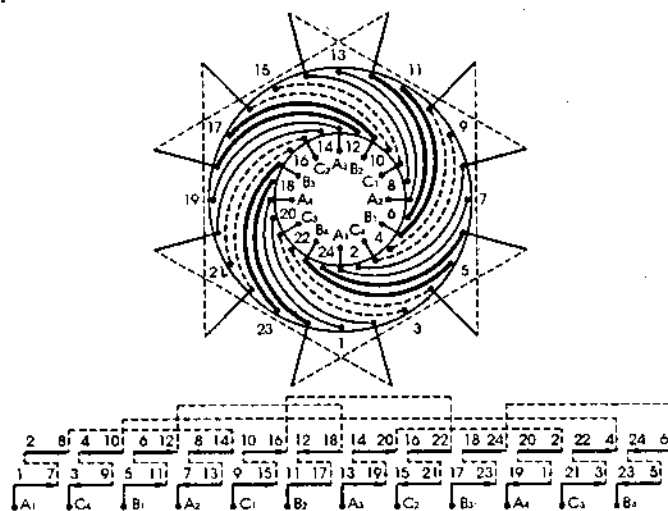
Nếu là động cơ đặc biệt kiểu 1Δ và 2Δ thì phải nối được 3 mỗi dây đôi làm 3 góc của tam giác A_4B_1 , B_4C_1 , C_4A_1 đưa ra đầu ở hàng trên cùng ngoài bản cực. Sáu đầu dây còn lại đưa tiếp ra đầu ở 2 hàng trụ phía dưới. Đầu 1Δ thì đầu như hình 5-22, a, đầu 2Δ thì đầu như hình 5-22, b.

Nếu là động cơ đặc biệt kiểu 2Δ và 2Y thì phải đấu chụm các đầu có chỉ số lẻ lại với nhau, các đầu có chỉ số chẵn lại với nhau thành 6 mỗi dây đôi A_1A_3 , A_2A_4 , B_1B_3 , B_2B_4 , C_1C_3 , C_2C_4 đưa ra đầu cố định trên bản cực của động cơ. Đầu 2Δ thì đầu như hình 5-22, c, đầu 2Y thì đầu như hình 5-22, d.

Sau đây, chúng tôi xin trích dẫn 2 loại động cơ ba pha, 4 cực, 12 tổ điển hình hướng dẫn cách đấu đến tận bố dây.

Ví dụ 1. Một động cơ ba pha, 4 cực, 24 rãnh, 12 tổ bố đôi kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 7 rãnh, cuộn dây lớp kép. Cấu tạo ống dây và cách xác định các đầu dây như hình 5-23.

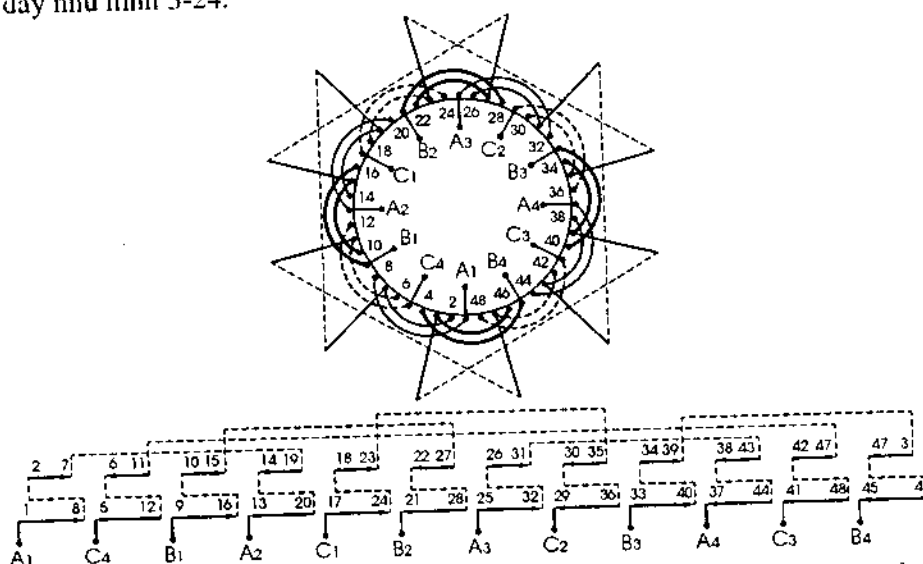
Hãy bẻ 12 đầu dây ở lớp trên vào phía tâm lõi thép stato còn 12 đầu dây ở lớp dưới thì bẻ ra phía ngoài. Các đầu bẻ ra phía ngoài đấu lại với nhau từng đôi một thành 6 mỗi nối để lại trong động cơ. Chọn bất kỳ một đầu bẻ vào tâm nào làm đầu đầu pha A (A_1), chẳng hạn, chọn đầu ở rãnh số 1. Đo A_1 với các đầu bẻ ra phía ngoài, chọn được đầu ở rãnh số 8 để bắt đầu đấu dây. Theo chiều đánh số, đầu này phải nối với



Hình 5-23. Cấu tạo ống dây và cách xác định các đầu dây trong động cơ ba pha, 4 cực, 24 rãnh, 12 tổ bố đôi kiểu đồng khuôn, cuộn dây lớp kép.

đầu ở rãnh số 14 (bỏ qua 2 đầu đứng bên cạnh). Sau đó, bỏ qua đầu ở rãnh số 10, đem đầu ở rãnh số 12 nối với đầu ở rãnh số 18. Lại bỏ qua đầu ở rãnh số 14, đem đầu ở rãnh số 16 nối với đầu ở rãnh số 22. Quá trình cứ tuần tự như thế, lần lượt cho đến hết. Các đầu dây còn lại ở lớp trên được xác định bằng cách tính từ đầu A_1 , lệch $2/3$ bước cực (4 rãnh) là đầu đầu pha B (B_1) ở rãnh số 5, lệch 4 rãnh nữa là đầu đầu pha C (C_1) ở rãnh số 9. Đối diện với A_1 qua tâm là A_3 , thông mạch với A_3 là A_4 , đối diện với A_4 qua tâm là A_2 ; đối diện với B_1 qua tâm là B_3 , thông mạch với B_3 là B_4 , đối diện với B_4 qua tâm là B_2 ; đối diện với C_1 qua tâm là C_3 , thông mạch với C_3 là C_4 , đối diện với C_4 qua tâm là C_2 . Toàn bộ 12 đầu dây cần thiết đã được xác định xong. Từ đây, có thể dễ dàng sử dụng chúng để đấu thành động cơ kiểu 1Y và 1Δ, 1Y và 2Y, 1Δ và 2Δ, 2Δ và 2Y... Theo nguyên tắc chung mà chúng tôi đã làm mẫu nhiều lần ở trên.

Ví dụ 2. Một động cơ ba pha, 4 cực, 48 rãnh, 12 tổ bố trí kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 8-6, cuộn dây lớp đơn. Cấu tạo ống dây và cách xác định các đầu dây như hình 5-24.



Hình 5-24. Cấu tạo ống dây và cách xác định các đầu dây trong động cơ ba pha, 4 cực, 48 rãnh, 12 tổ bố trí kiểu mẹ con, cuộn dây lớp đơn.

Mười hai đầu dây đầu tổ được bẻ vào phía tâm lõi thép stato còn 12 đầu dây cuối tổ bẻ ra phía ngoài. Chọn đầu ở rãnh số 1 làm đầu đầu cuộn dây pha A (A_1), do A_1 với các đầu dây phía ngoài tìm được đầu ở rãnh số 7 để bắt đầu nối dây. Theo chiều đánh số, nối đầu dây ở rãnh số 7 với đầu dây ở rãnh số 19, bỏ qua đầu dây ở rãnh số 11, đem đầu dây ở rãnh số 15 nối với đầu dây ở rãnh số 27, cứ thế lần lượt cho đến hết. Từ đầu dây A_1 , đối diện với nó qua tâm là A_3 rãnh số 25, thông mạch với A_3 là A_4 rãnh số 37, đối diện với A_4 qua tâm là A_2 rãnh số 13. Lệnh so với A_1 $2/3$ bước cực (8 rãnh) là đầu đầu cuộn dây pha B (B_1) rãnh số 9. Đối diện với B_1 là B_3 rãnh số 33, thông mạch với B_3 là B_4 rãnh số 45, đối diện với B_4 là B_2 rãnh số 21. Lại lệnh so với B_1 8 rãnh là đầu đầu cuộn dây pha C (C_1) rãnh số 17, đối diện với C_1 là C_3 rãnh số 41, thông mạch với C_3 là C_4 rãnh số 5, đối diện với C_4 là C_2 rãnh số 29.

Toàn bộ 12 đầu dây của động cơ đã được xác định xong. Việc sử dụng 12 đầu dây này được lập lại theo đúng quy luật đã trình bày ở trên.

5-5. Sơ đồ đầu dây trong động cơ ba pha, 6 cực, 18 tổ

Trong loại động cơ này, mỗi cuộn dây pha gồm có 6 tổ bố trí dây được lồng xen kẽ, cứ một tổ của pha này lại đến 2 tổ của 2 pha kia lần lượt cho đến hết. Mỗi tổ có thể có nhiều bố trí, có thể chỉ có một bố trí, tùy theo mỗi loại động cơ, nhưng số bố trí trong một tổ luôn bằng nhau. Trong mỗi pha, 6 tổ bố trí phải đối xứng nhau từng cặp qua trục động cơ. Đầu đầu (hoặc đầu cuối) của mỗi cuộn dây pha luôn lệch nhau trong không gian 40 độ hình học hoặc $2/3$ bước cực (tính theo rãnh). Để được động cơ 6 cực, độ rộng mỗi tổ bố trí dây luôn chiếm $1/6$ chu vi lõi thép stato và phải đầu

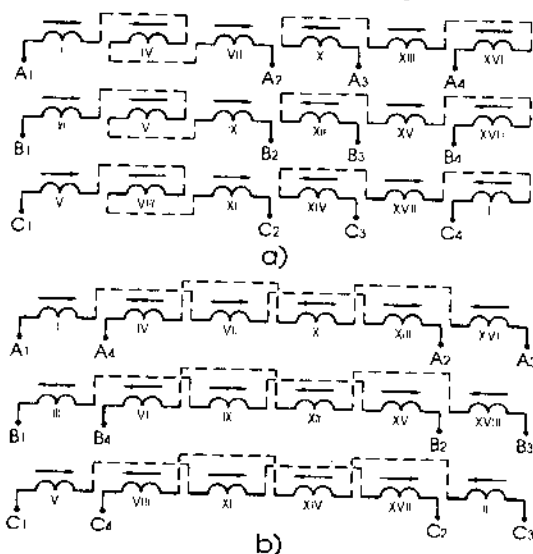
sao cho dòng điện chạy trên 6 tổ bối liên tiếp cùng pha đối chiều 6 lần. Như vậy, trong toàn bộ động cơ, dòng điện phải đối chiều 18 lần.

Cách chọn các tổ đầu pha hoàn toàn giống như trong động cơ 2 cực, 6 tổ và động cơ 4 cực, 12 tổ. Nghĩa là, nếu chọn tổ I là tổ đầu pha A và lấy đầu đầu của nó làm đầu cuộn dây pha A (A_1) thì đầu cuộn dây pha B (B_1) phải là đầu đầu tổ III (bỏ qua một tổ) và đầu cuộn dây pha C (C_1) phải là đầu đầu tổ V (lại bỏ qua một tổ). Theo đó, 6 tổ cùng pha A là I, IV, VII, X, XIII, XVI; 6 tổ cùng pha B là III, VI, IX, XII, XV, XVIII, 6 tổ cùng pha C là V, VIII, XI, XIV, XVII và II (bỏ qua 2 tổ chọn một tổ).

Để thực hiện được cho bất kỳ kiểu đấu dây nào, trong toàn bộ động cơ chỉ được phép để lại 12 đầu dây. Trong đó, mỗi cuộn dây pha chỉ còn lại 4 đầu dây. Muốn vậy, trong mỗi pha phải chia ra làm 2 cụm, mỗi cụm gồm có 3 tổ bối đấu nối tiếp. Trong một cụm, người ta có thể đấu nối tiếp cùng phía cho 3 tổ bối đứng gần nhau gọi là cách nối ngắn như hình 5-25, a, hoặc đấu nối tiếp khác phía cho 3 tổ bối đứng cách quãng nhau gọi là cách nối dài như hình 5-25, b. Trong cả 2 cách nối này, những đầu có dòng điện đi vào đều mang chỉ số 1 và 3, những đầu có dòng điện đi ra đều mang chỉ số 2 và 4. Cách nối dài cho chất lượng cao nhưng dễ nhầm lẫn nên chỉ sử dụng trong những động cơ có chất lượng cao. Sau đây, chúng tôi xin hướng dẫn cách xác định các đầu dây một cách dễ dàng nhất trong cách nối ngắn.

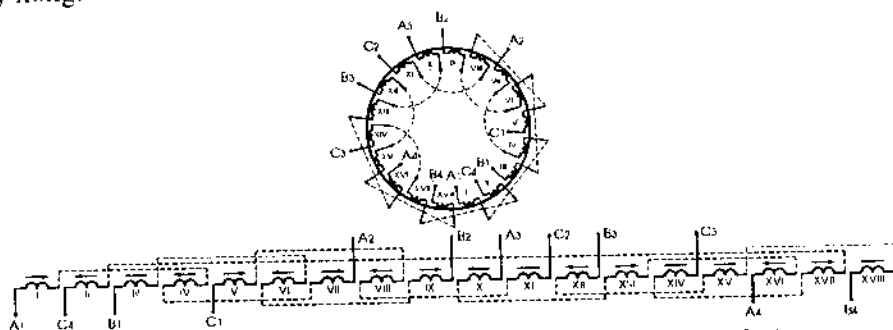
Sau khi lồng dây xong, 18 tổ bối sẽ còn lại 36 đầu dây, gồm 18 đầu đầu tổ và 18 đầu cuối tổ. Nếu không khôn khéo thì riêng việc lần tìm được các đầu dây để đặt tên cho chúng và nối chúng lại với nhau cũng đã mất khá nhiều thời gian và có không ít trường hợp nhầm lẫn. Để đơn giản, hãy tiến hành theo hình 5-26 qua mấy bước sau:

- Bỏ 18 đầu đầu tổ vào phía tâm lõi thép stato, còn 18 đầu cuối tổ bỏ ra phía ngoài.
- Chọn bất kỳ một đầu bỏ vào phía tâm làm đầu đầu cuộn dây pha A (A_1). Theo chiều lồng dây, bỏ qua một đầu là đến đầu đầu cuộn dây pha B (B_1), lại bỏ qua một đầu nữa là đầu đầu cuộn dây pha C (C_1). Đầu nằm giữa A_1 và B_1 là đầu cuối cuộn dây pha C (C_4). Ngược theo chiều lồng dây, bỏ qua một đầu là đến đầu cuối cuộn dây pha B (B_4), lại bỏ qua một đầu nữa là đến đầu cuối cuộn dây pha A (A_4). Như vậy, trong số 12 đầu dây cần thiết thì 6 đầu dây đã được xác định xong, bao gồm 3 đầu đầu pha và 3 đầu cuối pha. Hãy đánh dấu lấy chúng để khỏi phải tìm lại.



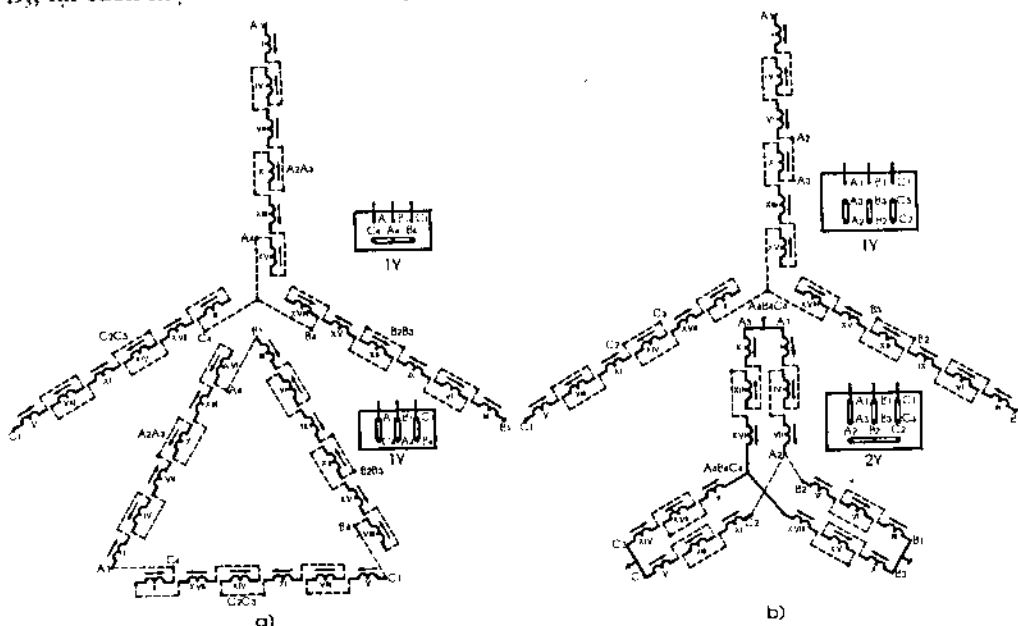
Hình 5-25. Cách đấu nối tiếp trong động cơ ba pha, 6 cực, 18 tổ để mỗi cuộn dây pha chỉ còn lại 4 đầu dây.

- Trong số các đầu dây bề vào phía tâm còn lại, giữa B_1 và C_1 có một đầu dây chưa được xác định, đầu này sẽ được chọn làm mốc để đấu dây. Từ đầu mốc, theo chiều lồng dây, cứ cách một lại chọn lấy một cho đến đầu dây thứ sáu (kể cả đầu mốc) thì dừng lại. Đem từng đầu dây trong số 6 đầu dây vừa chọn nối với đầu dây đứng thứ tư kể từ nó (bỏ qua 2 đầu đứng bên cạnh) theo chiều lồng dây. Kết quả được 6 mối nối để lại trong động cơ. Mười tám đầu dây bề vào phía trong đã được xử lý xong.



Hình 5-26. Cách xác định các đầu dây trong động cơ ba pha, 6 cực, 18 tổ bố.

- Đo đầu mốc với 18 đầu dây bề ra phía ngoài, đầu thông mạch thứ 2 theo chiều lồng dây là A_2 . Từ A_2 theo chiều lồng dây, cách một đầu là đến B_2 , lại cách một đầu nữa là đến C_2 , giữa B_2 và C_2 là A_3 . Từ A_3 theo chiều lồng dây, cách một đầu là đến B_3 , lại cách một đầu nữa là đến C_3 . Sáu đầu dây còn lại đã được xác định xong.

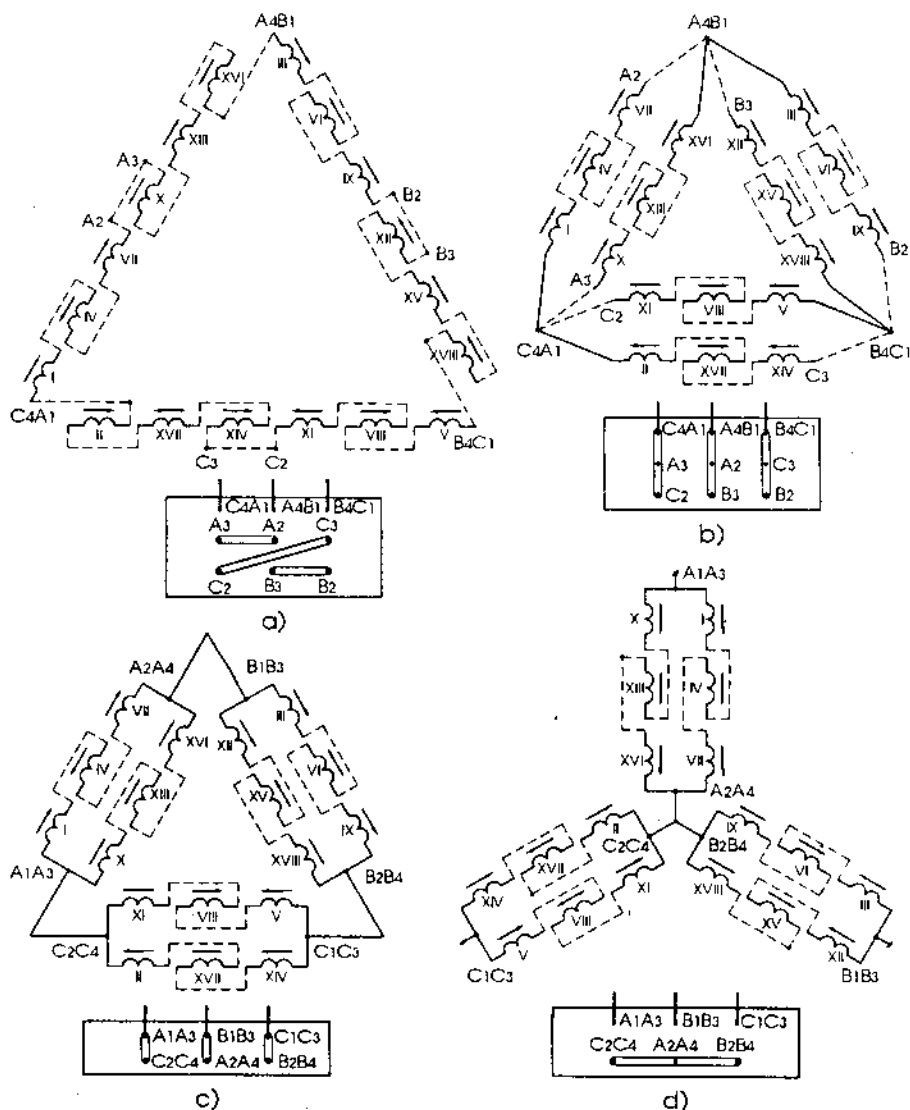


Hình 5-27. Cách đấu 1Y và 1Δ, 1Y và 2Y cho động cơ ba pha, 6 cực, 18 tổ bố.

- Còn lại 12 đầu dây bề ra phía ngoài nữa sẽ được xác định bằng cách, lấy đầu nằm giữa B_3 và C_3 làm đầu mốc thứ hai. Từ đầu mốc này, theo chiều lồng dây, cứ

cách một lại chọn lấy một cho đến đầu thứ sáu (kể cả đầu mốc) thì dừng lại. Đem từng đầu dây trong số 6 đầu dây đã chọn nối với đầu dây đứng thứ tư kể từ nó theo chiều lỏng dây để được 6 mối nối. Sáu mối này luôn được để lại trong động cơ.

Như vậy, 24 đầu dây cần nối lại với nhau từng đôi một đã được nối xong thành 12 mối nối để lại ở trong động cơ, 12 đầu dây còn lại cũng đã được xác định xong. Từ đây mọi việc sẽ trở nên hết sức đơn giản, chỉ còn là những công việc quen thuộc mà chúng tôi đã giới thiệu nhiều lần ở trong các động cơ 2 cực, 6 tổ; 4 cực, 6 tổ và 4 cực, 12 tổ. Cụ thể, khi đấu thành động cơ thông dụng kiểu 1Y và 1Δ thì đấu như hình 5-27, a khi đấu thành động cơ đặc biệt kiểu 1Y và 2Y thì đấu như hình 5-27, b khi đấu thành động cơ đặc biệt kiểu 1Δ và 2Δ thì đấu như hình 5-28, a, b khi đấu

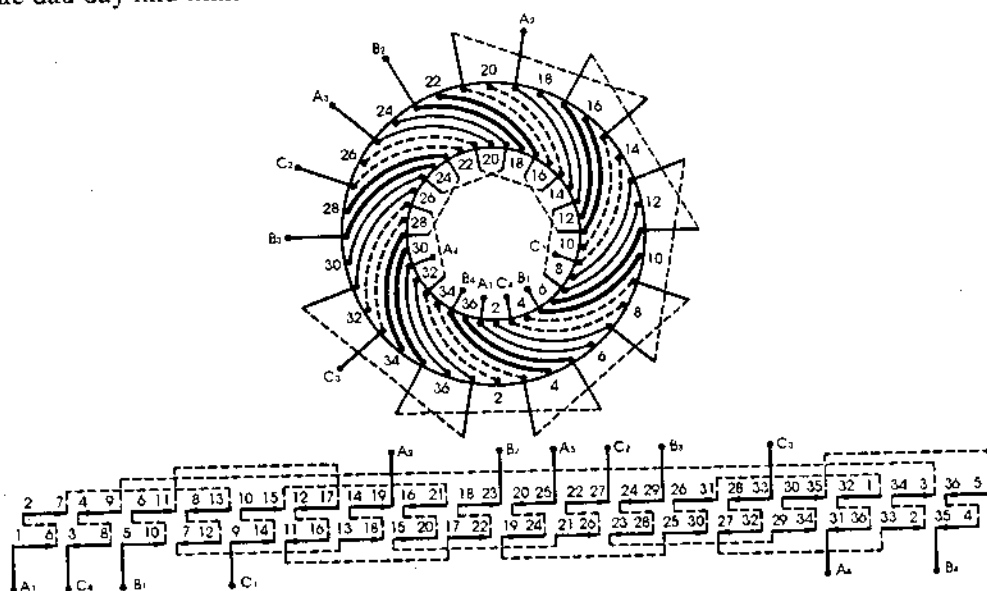


Hình 5-28. Cách đấu 1Δ và 2Δ, 2Δ và 2Y cho động cơ ba pha, 6 cực, 18 tổ hồi.

thành động cơ đặc biệt kiểu 2Δ và $2Y$ thì dấu như hình 5-28, c, d...

Bây giờ chúng tôi xin giới thiệu cách dấu dây đến từng bối cho 2 loại động cơ ba pha, 6 cực, 18 tổ cụ thể để bạn đọc làm quen.

Ví dụ 1. Một động cơ ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 18 tổ bối đôi kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 6 rãnh, cuộn dây lớp kép. Cấu tạo ống dây và cách đánh dấu các dấu dây như hình 5-29.



Hình 5-29. Cấu tạo ống dây và cách xác định các dấu dây trong động cơ ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 18 tổ bối đôi kiểu đồng khuôn, cuộn dây lớp kép.

Hãy bỏ 18 dấu dây ở lớp trên vào phía tâm lõi thép stato còn 18 dấu dây ở lớp dưới bỏ ra phía ngoài. Chọn dấu ở rãnh số 1 lớp trên làm dấu đầu cuộn dây pha A (A_1). Vậy dấu đầu cuộn dây pha B (B_1) phải là dấu ở rãnh số 5 lớp trên (bỏ qua một dấu theo chiều đánh số) và dấu đầu cuộn dây pha C (C_1) phải là dấu ở rãnh số 9 lớp trên (lại bỏ qua một dấu). Giữa A_1 và B_1 là dấu cuối cuộn dây pha C (C_2) ở rãnh số 3 lớp trên. Ngược theo chiều đánh số, cách C_2 một dấu là dấu cuối cuộn dây pha B (B_2) ở rãnh số 35 lớp trên và dấu cuối cuộn dây pha A (A_2) ở rãnh số 31 lớp trên (lại bỏ qua một dấu). Giữa B_1 và C_1 là dấu dây ở rãnh số 7 lớp trên dùng làm dấu mốc để nối dây. Từ dấu mốc theo chiều đánh số, cứ cách một dấu dây lại nhặt lấy một dấu cho đến dấu thứ sáu (kể cả dấu mốc) thì dừng lại. Đó là các dấu ở rãnh số 7, 11, 15, 19, 23 và 27 lớp trên. Mỗi dấu dây này sẽ được nối với dấu thứ tư của nó. Cụ thể, dem dấu ở rãnh số 7 nối với dấu ở rãnh số 13, dấu ở rãnh số 11 nối với dấu ở rãnh số 17, dấu ở rãnh số 15 nối với dấu ở rãnh số 21, dấu ở rãnh số 19 nối với dấu ở rãnh số 25, dấu ở rãnh số 23 nối với dấu ở rãnh số 29, dấu ở rãnh số 27 nối với dấu ở rãnh số 33. Sáu mối nối này sẽ được để lại trong động cơ. Tất cả các dấu bỏ vào phía tâm đã được xử lý xong.

Đo dấu mốc ở rãnh số 7 lớp trên với các dấu dây bỏ ra phía ngoài sẽ tìm được dấu thông mạch ở rãnh số 19 lớp dưới (thông mạch xa), đó chính là dấu A_2 . Theo

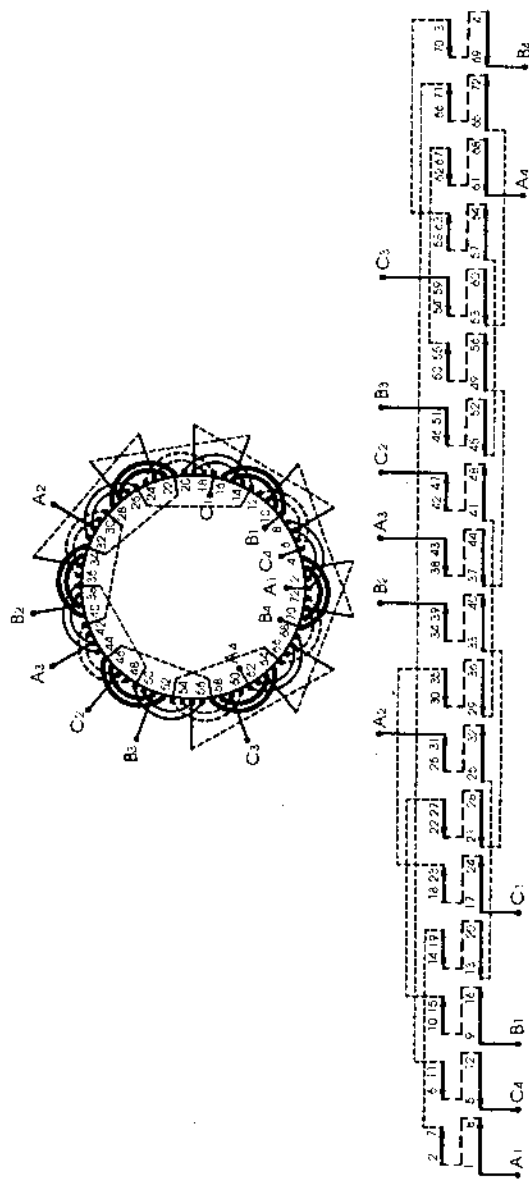
chiều đánh số, cách A_2 một đầu là B_2 ở rãnh số 23 và C_2 ở rãnh số 27 (lại cách một đầu). Giữa B_2 và C_2 là A_3 ở rãnh số 25. Theo chiều đánh số, cách A_3 một đầu là B_3 ở rãnh số 29 và C_3 ở rãnh số 33 (lại cách một đầu). Giữa B_3 và C_3 là đầu mốc thứ hai để nối dây ở rãnh số 31. Tương tự như trên, theo chiều đánh số, cũng nhặt ra được 6 đầu dây để nối với đầu thứ tư của nó như hình 5-29.

Tất cả các đầu dây bẻ ra phía ngoài đã được xử lý xong. Trong toàn bộ động cơ lúc này hình thành 12 đầu dây đã được đặt tên và 12 mối nối. Các mối nối luôn được lồng ống gen cách điện và để lại trong động cơ còn 12 đầu dây được sử dụng linh hoạt cho từng cách đấu của các loại động cơ cụ thể. Những việc khó khăn nhất đã được hoàn tất. Từ đây chỉ còn là những công việc quen thuộc đã trở thành quy luật cho mọi loại động cơ.

Ví dụ 2. Một động cơ ba pha, 6 cực, 72 rãnh, 18 tổ bố trí đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 8-6, cuộn dây lớp đơn. Cấu tạo ống dây và cách xác định các đầu dây như hình 5-30.

Bằng các phương pháp tương tự như ở ví dụ 1, cũng nối được các đầu dây cần thiết và đặt tên cho các đầu dây còn lại như ở hình 5-30.

Như vậy, dù kiểu tổ bố trí dây, số rãnh, cách lồng dây có khác nhau nhưng quy luật đặt tên cho các đầu dây và quy luật nối dây trong động cơ 6 cực, 18 tổ vẫn đúng trong mọi trường hợp. Điểm khác nhau duy nhất ở đây là, các đầu đầu (hoặc đầu cuối) của các cuộn dây pha được lệch nhau nhiều hay ít là tùy thuộc vào số rãnh của động cơ.



Hình 5-30. Cấu tạo ống dây và cách xác định các đầu dây trong động cơ ba pha, 6 cực, 72 rãnh, 18 tổ bố trí đôi kiểu mẹ con, cuộn dây lớp đơn.

5-6. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha nhiều vận tốc

Một số động cơ ba pha dùng trong các máy công cụ như máy tiện, máy phay, máy bào, máy mài... người ta không dùng cuộn dây số để điều khiển vận tốc như

động cơ một pha mà dùng phương pháp thay đổi số cực. Muốn vậy, phải đấu đảo các phần của cuộn dây stato để được một số đôi cực và do đó được một số vận tốc tương ứng. Cuộn dây như thế gọi là cuộn dây đảo số cực hay cuộn dây nhiều vận tốc. Thông thường, người ta chế tạo cuộn dây đảo số cực theo tỉ số 2:1, tức khi đảo dây sẽ có 2 số cực gấp đôi nhau. Ví dụ loại 4/2 cực, loại 8/4 cực, loại 12/6 cực...

Muốn được động cơ có 2 vận tốc với tỉ số khác tỉ số trên, chẳng hạn loại 6/4 cực, loại 8/6 cực... người ta phải chế tạo 2 cuộn dây cùng lồng trên một lõi thép stato để tạo nên các số cực khác nhau. Lại có những động cơ yêu cầu có 3 hoặc 4 vận tốc. Những loại này cũng phải chế tạo 2 cuộn dây stato cùng lồng trên một lõi thép, trong đó, một cuộn 2 vận tốc bằng cách đảo số cực và một cuộn một vận tốc hoặc cả 2 cuộn đều 2 vận tốc. Cuộn dây stato một vận tốc chúng tôi đã giới thiệu trong các sơ đồ đấu dây ở trên. Như vậy, để hiểu được sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha nhiều vận tốc, chỉ cần nghiên cứu cách đấu dây cho cuộn dây stato 2 vận tốc với tỉ số đảo cực 2:1 là đủ.

Như chúng tôi đã phân tích, muốn thay đổi số cực trong động cơ điện xoay chiều phải thay đổi số tổ bối dây và cách đấu dây trong chúng. Ở đây, người ta không tìm cách thay đổi số tổ bối dây mà sử dụng giải pháp khôn ngoan hơn là thay đổi cách đấu dây giữa các tổ cùng pha để thay đổi chiều dòng điện chạy trên chúng. Khi dòng điện chạy trên các tổ bối liên tiếp cùng pha luôn đổi chiều thì động cơ sẽ có số cực đúng bằng số tổ bối của một pha còn khi dòng điện chạy trên các tổ bối liên tiếp cùng pha luôn cùng chiều thì động cơ sẽ có số cực gấp đôi số tổ.

Để thực hiện được cuộn dây 2 vận tốc theo tỉ số 1:2 cuộn dây stato phải thỏa mãn yêu cầu chính là, số tổ bối dây trong một pha phải là số chẵn. Tức là có thể chia được làm hai phần bằng nhau để dễ dàng chuyển đổi cách đấu từ nối tiếp sang 2 dây song song hoặc ngược lại. Khi đó, một pha thường chế tạo có 3 đầu ra gồm đầu đầu, đầu giữa và đầu cuối. Ngoài ra, độ rộng của mỗi tổ bối cũng phải chọn dung hòa giữa số cực ít và số cực nhiều. Chẳng hạn, trong loại động cơ 4/2 cực, 6 tổ độ rộng mỗi tổ bối phải chọn dung hòa giữa 1/3 và 1/2 chu vi lõi thép stato, tức 5/12 của nó.

Thông thường, cuộn dây 2 vận tốc được chế tạo theo kiểu góc lồng tôm kép vì cuộn dây lớp đơn có đường cong từ trường xấu hơn. Các động cơ 2 vận tốc thông dụng là loại 4/2 cực, 6 tổ và 8/4 cực, 12 tổ. Chúng chỉ dùng được một cấp điện áp có ghi trên etyket của động cơ. Việc đảo cực được thực hiện ngay từ trên bản cực và bao giờ trên nó cũng chỉ có 6 mối dây đôi. Khi muốn làm việc với vận tốc nhanh (số cực ít) thì đấu cho động cơ thành 1Δ còn khi muốn làm việc với vận tốc chậm (số cực nhiều) thì đấu cho động cơ thành 2Y. Sau đây, chúng tôi xin giới thiệu sơ đồ đấu dây cho 2 loại động cơ nói trên:

5-6-1. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 4/2 cực, 6 tổ

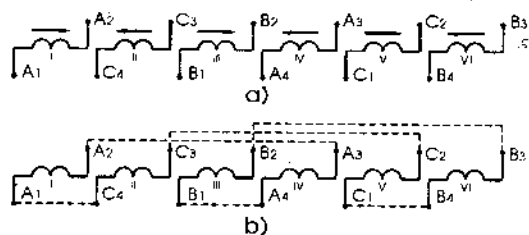
Trong loại động cơ này, độ rộng mỗi tổ bối phải chiếm 5/12 chu vi lõi thép stato. Toàn bộ động cơ chỉ đưa ra bản cực 6 mối dây đôi. Bởi vậy, phải đấu chụm từng cặp 2 đầu dây làm một mối. Hãy làm như sau.

Cách chọn các tổ đầu pha và cách chọn các tổ cùng pha cũng như cách đặt tên cho các đầu dây hoàn toàn giống như động cơ 2 cực 6 tổ, tức xác định theo số cực

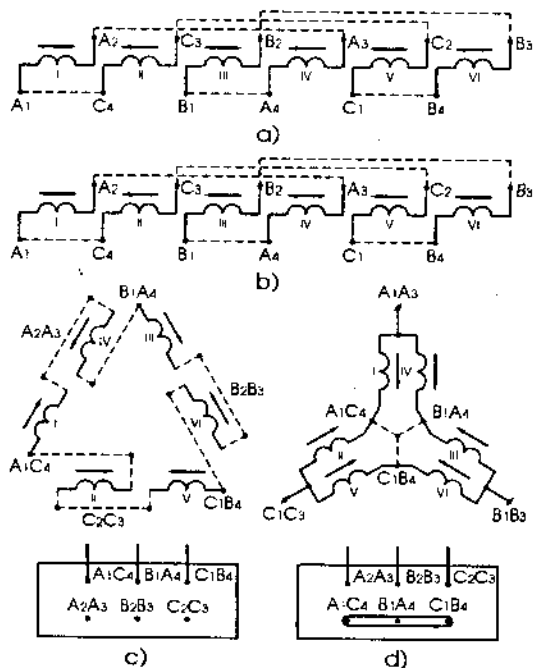
ít. Khi đó, dòng điện chạy trên 6 tổ bối phải đổi chiều 6 lần. Mười hai đầu dây của 6 tổ được xác định như hình 5-31, *a*.

Hai tổ bối của mỗi pha phải được đấu nối tiếp nên phải đấu chụm 2 mỗi dây cuối tổ của từng pha lại với nhau để được ba mỗi dây đôi A_2A_3 , B_2B_3 , C_2C_3 . Ba mỗi này được đưa ra ngoài bản cực dùng để đấu 2Y khi muốn đảo thành động cơ 4 cực. Tiếp đến, nối đầu của pha này với cuối của pha kia thành 3 mỗi dây đôi A_1C_4 , B_1A_4 , C_1B_4 . Ba mỗi này được đưa ra ngoài bản cực để đấu 1Δ khi cần đảo thành động cơ 2 cực (h. 5-31, *b*).

Để đơn giản, hãy bẻ 6 đầu đầu của 6 tổ vào phía tâm lõi thép stato còn 6 đầu cuối của chúng bẻ ra phía ngoài. Sáu đầu bẻ vào tâm, đem chụm đầu tổ I với đầu tổ II, đầu tổ III với đầu tổ IV, đầu tổ V với đầu tổ VI. Đó là 3 mỗi dây đôi A_1C_4 , B_1A_4 , C_1B_4 dùng để đấu 1Δ. Đối với sáu đầu bẻ ra ngoài cứ đem bất kỳ đầu nào đó chụm với đầu thứ tư của nó (theo chiều nào cũng được) để được 3 mỗi dây đôi A_2A_3 , B_2B_3 , C_2C_3 dùng để đấu 2Y (h. 5-32, *a*, *b*). Khi muốn được động cơ 2 cực, 3 dây pha của lưới điện đấu vào hàng trụ có 3 mỗi dây đôi A_1C_4 , B_1A_4 , C_1B_4 . Lúc này động cơ trở thành 1Δ như hình 5-32, *a*, *c*. Khi muốn được động cơ 4 cực, 3 dây pha của lưới điện được đấu vào hàng trụ có 3 mỗi dây đôi A_2A_3 , B_2B_3 , C_2C_3 . Ba trụ còn lại được nối dính liền với nhau. Lúc này động cơ trở thành 2Y như hình 5-32, *b*, *d*.



Hình 5-31. Cách xác định các đầu dây trong động cơ ba pha, 6 tổ, 4/2 cực.



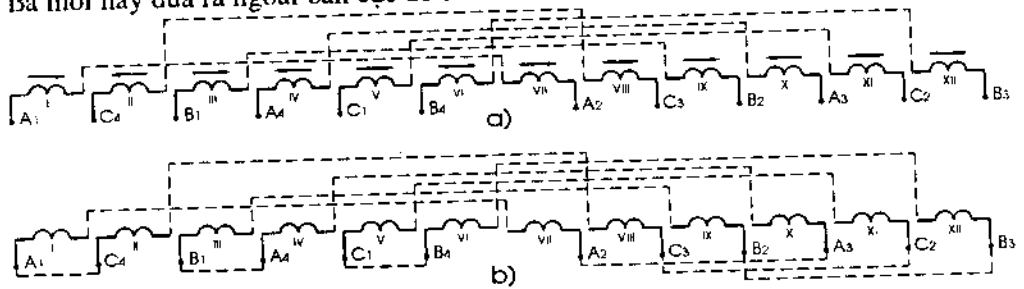
Hình 5-32. Cách đấu động cơ ba pha, 6 tổ, 2 vận tốc thành 1Δ để được 2 cực và 2Y để được 4 cực.

5-6-2. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 8/4 cực, 12 tổ

Loại động cơ này cũng đưa ra trên bản cực 6 mỗi dây đôi, gồm 3 mỗi để đấu 1Δ và 3 mỗi để đấu 2Y. Cách xác định các tổ đầu pha và các tổ cùng pha cũng như cách đặt tên cho các đầu dây giống như trong động cơ ba pha 4 cực, 12 tổ nhưng khi nối dây phải thực hiện cách nối dài chứ không được dùng cách nối ngắn. Cụ thể, các đầu dây phải được xác định như hình 5-33, *a*.

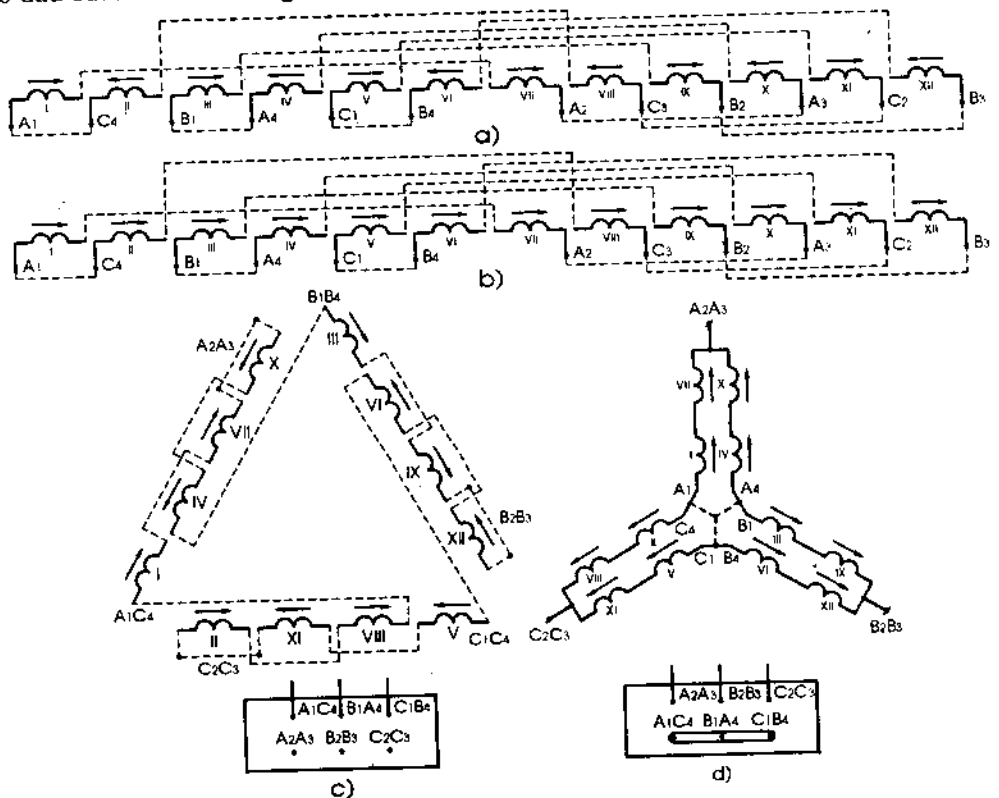
Bốn tổ bối của mỗi pha phải được đấu nối tiếp nên phải chụm 2 đầu dây giữa pha của từng pha lại thành 3 mỗi dây đôi A_2A_3 , B_2B_3 , C_2C_3 . Ba mỗi này được đưa ra

ngoài bản cực để dấu 2Y. Còn lại 3 đầu đầu và 3 đầu cuối của các pha phải được chụm đầu của pha này với cuối của pha kia thành 3 mối dây đôi A_1C_4 , B_1A_4 , C_1B_4 . Ba mối này đưa ra ngoài bản cực để dấu 1Δ.



Hình 5-33. Cách xác định các đầu dây trong động cơ ba pha, 12 tổ, 8/4 cực.

Để đơn giản, hãy bẻ 6 đầu đầu của 6 tổ đầu tiên vào phía tâm của lõi thép stato và cứ nhét 2 đầu đứng cạnh nhau chụm lại làm một mối dây đôi, đó là A_1C_4 , B_1A_4 , C_1B_4 . Bẻ tiếp 6 đầu đầu của 6 tổ còn lại về phía ngoài rồi đem chúng chụm với 6 đầu cuối của 6 tổ đầu tiên từng đôi một theo quy luật 1+6. Tức đem đầu cuối của tổ I chụm với đầu đầu của tổ VII, đầu cuối của tổ II chụm với đầu đầu của tổ VIII... cứ thế lần lượt cho đủ 6 mối dây đôi. Sáu mối này để lại trong động cơ. Còn lại 6 đầu cuối của 6 tổ đứng sau bẻ tiếp vào phía tâm rồi đem chụm từng đôi một theo



Hình 5-34. Cách mắc động cơ ba pha, 12 tổ thành 1Δ để được 4 cực và 2Y để được 8 cực.

quy luật 1+3. Tức đem cuối tổ VII chụm với cuối tổ X, cuối tổ VIII chụm với cuối tổ XI, cuối tổ IX chụm với cuối tổ XII. Đó là 3 mối dây đôi A_2A_3 , C_2C_3 , B_2B_3 được đưa ra ngoài bản cực để dấu 2Y (*h. 5-33, b*).

Khi muốn động cơ làm việc với vận tốc nhanh (4 cực) 3 dây pha của lưới điện được đấu vào hàng trụ có 3 mối dây đôi A_1C_4 , B_1A_4 , C_1B_4 . Lúc này động cơ có dạng 1Δ như hình 5-34, *a, c*.

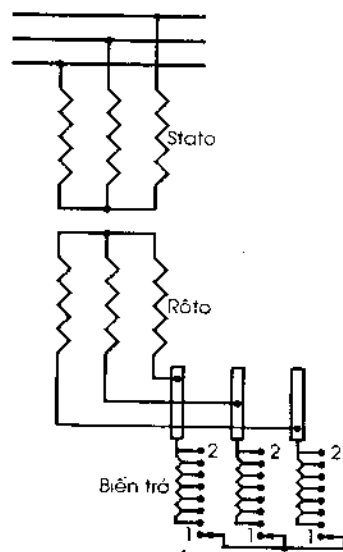
Khi muốn động cơ làm việc với vận tốc chậm (8 cực), 3 dây pha của lưới điện được đấu vào hàng trụ có 3 mối dây đôi A_2A_3 , B_2B_3 , C_2C_3 . Ba trụ còn lại được nối dính liền với nhau. Lúc này động cơ có dạng 2Y như hình 5-34, *b, d*.

5-7. Rôto ba pha quấn dây

Tuy đa số các động cơ ba pha đều dùng rôto lồng sóc nhưng đôi khi cũng gặp các động cơ chuyên dụng dùng rôto quấn dây. Nhìn chung, sơ đồ đấu dây và cách chế tạo cuộn dây rôto ba pha không mấy khác lạ so với cuộn dây stato ba pha. Bởi vậy, chúng tôi chỉ giới thiệu qua để có gặp bạn đọc sẽ đỡ lúng túng.

Tương tự như ở stato, rôto của động cơ điện xoay chiều ba pha cũng được đập bằng thép lá kỹ thuật điện mỏng nhưng xẻ rãnh ở mặt ngoài. Bên trong các rãnh có đặt 3 cuộn dây pha. Các cuộn dây này cũng được nối Y hoặc Δ như các cuộn dây stato.

Khi nối Y, cả 3 đầu đầu của 3 pha được nối với nhau thành một điểm, 3 đầu cuối còn lại được nối đến 3 vành khuyên cố định trên trục động cơ. Giữa 3 vành này có cách điện với nhau và với trục. Quét trên 3 vành là 3 chổi điện bằng graphit được nối với một biến trở ba pha Y. Tùy theo vị trí của biến trở mà có thể nối tiếp với cuộn dây rôto các điện trở phụ ít hoặc nhiều. Khi con trượt của biến trở ở vị trí 1, mạch rôto bị ngắt. Khi con trượt ở vị trí 2, mạch rôto bị ngắn mạch (*h. 5-35*). Biến trở này có nhiệm vụ giảm dòng khởi động để đảm bảo an toàn cho động cơ và lưới điện. Đôi khi, người ta còn dùng điện cảm hoặc đổi nối Y-Δ thay cho biến trở. Dùng điện cảm hoặc đổi nối Y-Δ thì mômen khởi động bị giảm, chỉ được áp dụng cho những động cơ có công suất nhỏ và trong trường hợp khởi động không tải. Khởi động bằng điện trở phụ đưa vào rôto có thể làm cho mômen khởi động bằng mômen *max* nên được ứng dụng rộng rãi hơn.



Hình 5-35. Cách mắc rôto động cơ ba pha quấn dây hình sao

Ở các động cơ ba pha có công suất dưới 10kW, cuộn dây rôto thường có kiểu tổ mề con, cuộn dây lớp đơn theo kiểu hoa sen hoặc vành rế. Với những động cơ công suất trên 10kW, cuộn dây rôto thường có kiểu tổ đồng khuôn, cuộn dây lớp kép theo kiểu góc lồng tôm kép.

Nhìn chung, các sơ đồ dây quấn rôto ba pha theo các kiểu lớp đơn và lớp kép không có gì khác so với các sơ đồ cuộn dây stato mà chúng tôi vừa giới thiệu ở trên. Hình dạng và sơ đồ đấu dây tương tự như ở cuộn dây stato. Cuộn dây rôto lớp đơn thường được sử dụng ở những rôto có rãnh kiểu nửa kín và dây dẫn có tiết diện tròn, bôi dây mềm. Cuộn dây rôto lớp kép thường được sử dụng ở rôto có rãnh hở, dùng dây dẫn có tiết diện chữ nhật, bôi dây cứng. Số vòng dây trong mỗi bội dây của rôto pha nhiều hay ít tùy thuộc suất điện động cảm ứng trong từng pha dây quấn khi rôto đứng yên, thường chọn trong giới hạn từ 40V đến 230V.

Thông thường, cuộn dây rôto ít khi bị hỏng, sự cố thường xuyên xảy ra là ở vành khuyên, chổi điện, biến trở và các mối hàn.

5-8. Một số mạch điện phụ trong động cơ điện xoay chiều ba pha

Trong những trang viết từ chương 3 đến chương 5, chúng tôi đã dẫn dắt bạn đọc tìm hiểu gần như đầy đủ sơ đồ đấu dây trong các động cơ điện xoay chiều thông dụng. Thời gian gần đây, một số bạn đọc muốn tìm hiểu thêm về các loại động cơ điện chuyên dụng dùng trong công trường, hầm mỏ, xí nghiệp... Chúng tôi đã dành nhiều thời gian sưu tầm, nghiên cứu nhưng chung quy lại, cái mới, cái phức tạp và đa dạng của những động cơ này là những mạch điện phụ ở bên ngoài để điều khiển và kiểm soát các hoạt động của chúng còn sơ đồ đấu dây vẫn không có gì mới lạ. Do chưa có đủ tư liệu và do phạm vi hạn hẹp của bộ sách, chúng tôi chưa thể giới thiệu một cách tỉ mỉ cho những loại mạch điện này. Ở đây, chỉ xin trình bày thêm về một loại mạch điện trong động cơ điện xoay chiều ba pha dùng làm palăng, cầu trục và động cơ giảm tốc cơ khí rất phổ biến hiện nay trên thị trường.

Trong những loại động cơ này, bạn đọc thường lúng túng khi phát hiện thêm một số đầu dây phụ, đôi lúc còn có cả tụ điện, diôt... Thực ra, mạch này chỉ đóng vai trò phanh cho động cơ dừng lại đột ngột khi mạch động lực đã bị cắt. Chẳng hạn trong cầu trục, khi đang nâng hàng lên hoặc hạ hàng xuống mà muốn dừng lại giữa chừng thì phải cắt nguồn động lực cho động cơ ngừng quay. Lúc này, khối hàng sẽ kéo động cơ tự quay theo chiều nhả cho khối hàng rơi xuống mặt đất. Hoặc trong một số thiết bị có yêu cầu thường xuyên thay đổi chiều quay, khi cắt nguồn điện theo chiều quay thuận để đảo về nguồn điện theo chiều quay ngược thì trên trục động cơ sẽ xuất hiện mômen quán tính của tải và mômen khởi động ngược của động cơ làm cho khởi động khó khăn và gây chấn động mạnh ở các cơ cấu truyền lực làm cho chúng rất nhanh hỏng. Bởi vậy, phải có cơ chế hãm để phanh chết động cơ khi mạch động lực đã bị cắt. Cơ chế này có thể bằng cơ khí, có thể bằng điện từ.

Mạch điện mà một số bạn đọc đã gặp là cơ chế hãm bằng điện từ. Nó gồm có một rơle điện từ không chế cặp má phanh để dừng động cơ lại đột ngột khi cần thiết. Nếu rơle này là loại rơle một chiều thì bên cạnh nó còn có thêm các tụ điện và diôt để nắn dòng điện xoay chiều thành một chiều cấp cho rơle hoạt động. Ngoài ra, có thể còn có một vài tụ điện kết hợp với điện trở để bảo vệ tiếp điểm của rơle hoặc tạo thành mạch trễ để không chế thời gian cắt và nhả của rơle hãm. Khi đóng điện cho động cơ quay, rơle hãm cũng được cấp điện, nó hút cho cặp má phanh nhả ra, rôto được giải phóng, động cơ quay đều. Khi cắt nguồn điện vào động cơ, rơle hãm

bị mất điện, các lò so hãm sẽ kéo cho đôi má phanh xiết chặt lại, động cơ dừng lại đột ngột. Khi đảo chiều quay của động cơ, role hãm lại được cấp điện, cặp má phanh lại được nhả ra, động cơ lại quay đều.

Nguồn điện để nuôi role hãm thường là nguồn một pha 110V hoặc 220V. Cho nên trong những động cơ điện xoay chiều ba pha loại này, ngoài 3 dây pha ra phải đấu thêm dây trung tính. Nếu bỏ dây trung tính, mạch hãm sẽ bị mất điện áp pha nên không hoạt động.

Trong trường hợp mà dây trung tính được đấu với điểm nút trong động cơ thì khi bỏ dây trung tính, mạch hãm sẽ lấy điện áp hạ trên điểm nút và một đầu dây pha để cấp nguồn cho role hãm làm việc. Nếu điện áp mạng ba pha bị mất cân đối hoặc động cơ được chế tạo không chuẩn thì điện áp này sẽ sai điện áp định mức làm cho mạch hãm làm việc sai chế độ, gây bó và phát nóng động cơ. Chúng ta sẽ gặp lại vấn đề này ở chương 10.

Chương 6. MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU (máy phát điện và động cơ điện)

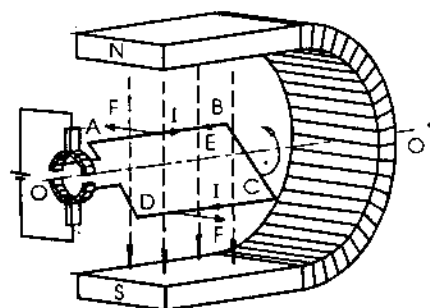
6-1. Nguyên lý chung

Máy điện một chiều là tên gọi chung của động cơ điện và máy phát điện một chiều. Để hiểu được nguyên lý hoạt động của chúng, hãy quan sát thí nghiệm sau.

6-1-1. Nguyên lý động cơ điện một chiều

Giữa 2 cực Nam (*S*) và Bắc (*N*) của một nam châm vĩnh cửu người ta đặt một khung dây *ABCD* có thể tự quay quanh trục *OO'* của nó sao cho các cạnh *AB* và *CD* của khung vuông góc với đường sức từ trường của nam châm (h. 6-1). Khi nối khung dây với nguồn điện một chiều, trên khung sẽ có dòng điện *I* chạy theo một chiều xác định (chiều mũi tên trên hình 6-1). Hai cạnh *AB* và *CD* sẽ chịu tác dụng một lực điện từ *F* có độ lớn bằng nhau nhưng ngược chiều. Chiều của chúng được xác định theo quy tắc bàn tay trái (đường sức hướng vào lòng bàn tay, chiều 4 ngón tay duỗi thẳng theo chiều dòng điện thì ngón tay cái doãi ra chỉ chiều lực điện từ). Hai lực ngược chiều tác dụng lên 2 cạnh của khung dây tạo nên một ngẫu lực làm cho khung quay. Trong trường hợp trên, khung dây quay ngược chiều kim đồng hồ.

Khi khung dây quay, từ thông qua khung biến thiên. Trong khung sẽ xuất hiện một suất điện động cảm ứng có chiều chống lại nguyên nhân sinh ra nó (quy tắc bàn tay phải xác định chiều suất điện động: để cho đường sức hướng vào lòng bàn tay phải, ngón tay cái doãi ra theo chiều chuyển động của dây dẫn thì chiều 4 ngón tay sẽ là chiều của suất điện động cảm ứng *E*). Suất điện động này sẽ sinh ra một mômen cản gọi là mômen cản không tải *M₀*. Muốn cho khung dây quay đều với vận tốc

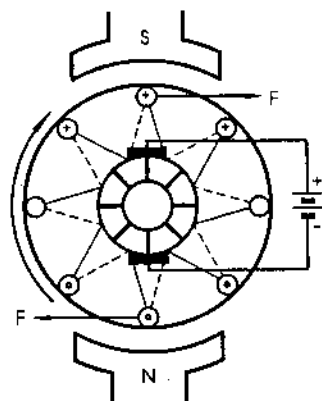


Hình 6-1. Tác dụng của từ trường lên một khung dây có dòng điện chạy qua.

$n(\text{vg/ph})$ thì mômen quay M phải thắng được mômen cản không tải M_0 và mômen của phụ tải cơ M_2 .

Để làm tăng mômen quay của khung, người ta chế tạo khung dưới dạng các bội dây đặt trong rãnh của một khối thép dẫn từ hình trụ. Hai đầu của các bội dây được nối ra một hệ thống các phiến góp làm thành cổ góp, chổi điện như động cơ điện xoay chiều một pha ruột quấn (h. 6-2).

Người ta bố trí đầu nối của các bội dây trên cổ góp và vị trí của các chổi điện theo một quy tắc nhất định (tùy theo số cực của động cơ) sao cho khi các cạnh của từng bội dây quay từ cực từ này sang cực từ kia thì dòng điện một chiều (từ nguồn) chạy trên chúng được đổi chiều. Nhờ vậy, chiều của lực tác dụng lên các cạnh của từng bội dây tại mọi thời điểm luôn thuận với chiều quay của khung.



Hình 6-2. Cấp điện cho các bội dây rôto bằng cổ góp, chổi điện.

Máy có cấu tạo theo nguyên tắc trên được gọi là động cơ điện một chiều. Như vậy, động cơ điện một chiều là thiết bị dùng để biến điện năng (năng lượng điện một chiều) thành cơ năng (năng lượng cơ học) dưới dạng chuyển động quay. Nó hoạt động dựa trên nguyên lý của hiện tượng lực điện từ.

Nếu gọi:

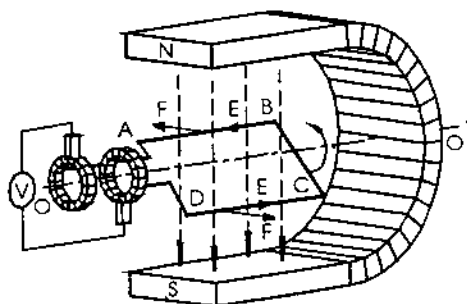
- P_{ng} là công suất nhận từ nguồn;
- P_{cv} là công suất cơ, do động cơ sản ra;
- P_{tt} là công suất tổn thất bên trong của động cơ

$$\text{thì: } P_{ng} = P_{cv} + P_{tt} \quad (6-1)$$

Nghĩa là, công suất mà động cơ nhận từ nguồn bao giờ cũng lớn hơn công suất hữu ích trên trục động cơ.

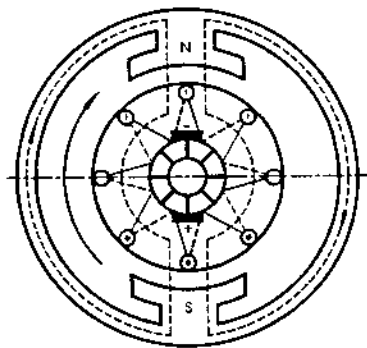
6-1-2. Nguyên lý máy phát điện một chiều

Bây giờ, thay vì đưa dòng điện vào khung dây ở hình 6-1, người ta dùng lực làm cho khung dây quay đều với vận tốc n (vg/ph). Trong khung dây sẽ xuất hiện một suất điện động cảm ứng E mà chiều của nó được xác định theo quy tắc bàn tay phải (h. 6-3). Nó sẽ đổi chiều mỗi khi một cạnh của khung dây quay hết một cực. Bởi vậy, suất điện động trong khung là suất điện động xoay chiều. Để suất điện động lấy ra ở trên cọc máy là một chiều, người ta chế tạo khung dưới dạng các bội dây lồng trong rãnh khối thép dẫn từ hình trụ như động cơ điện một chiều hoặc động cơ điện một pha có rôto quấn dây. Ở đây, hệ thống cổ góp, chổi điện đóng vai trò nắn điện (h. 6-4).



Hình 6-3. Quy tắc bàn tay phải xác định chiều suất điện động cảm ứng.

Nếu máy phát chỉ có một cặp cực $N-S$ thì các cạnh của các bố dây sẽ chia thành 2 nhóm. Trong trường hợp đã cho ở trên, nhóm nằm dưới cực S có chiều suất điện động đi ra, nhóm nằm dưới cực N có chiều suất điện động đi vào. Nhờ cách bố trí 2 chổi điện lệch nhau 180° nên một chổi luôn tiếp xúc với các cạnh có chiều suất điện động đi ra (chổi dương) còn một chổi luôn tiếp xúc với các cạnh có chiều suất điện động đi vào (chổi âm). Khi rôto quay đều, các cạnh của các bố dây lần lượt đổi chỗ cho nhau. Nếu một cạnh của một bố dây nào đó vượt qua đường ranh giới giữa 2 cực (đường trung tính hình học) thì suất điện động trên cạnh đó đổi chiều từ đi ra thành đi vào hoặc ngược lại, đồng thời nó cũng chuyển từ đang tiếp xúc với chổi điện dương (+) sang tiếp xúc với chổi điện âm (-) hoặc ngược lại. Vì vậy, mặc dù suất điện động trong các cuộn dây luôn đổi chiều theo vận tốc quay và số cực của máy nhưng suất điện động lấy ra trên cọc máy vẫn có chiều không đổi. Khi nối các chổi điện với tải sẽ có dòng điện một chiều chạy trong mạch.



Hình 6-4. Nắn điện bằng cổ góp, chổi điện.

Máy có cấu tạo theo nguyên tắc trên gọi là máy phát điện một chiều. Như vậy, máy phát điện một chiều là thiết bị dùng để biến cơ năng (năng lượng cơ học do động cơ sơ cấp kéo) thành điện năng dưới dạng dòng một chiều.

Nếu gọi:

- U là điện áp ra ở trên cọc máy;
- E là suất điện động của cuộn dây rôto;
- U_n là điện áp sụt trên điện trở cuộn rôto

$$\text{thì: } U = E - U_n \quad (6-2)$$

Nghĩa là điện áp ra trên cọc máy bằng suất điện động trừ đi sụt áp trên điện trở dây quấn. Ở chế độ không tải, do tổn hao bằng không, nên $U = E$.

Suất điện động của máy phát điện một chiều tỉ lệ thuận với từ thông cực từ Φ , vận tốc quay rôto n và kiểu quấn dây máy điện C_r .

Do có cấu tạo hoàn toàn giống nhau nên động cơ điện một chiều có thể sử dụng làm máy phát điện một chiều và ngược lại, tùy thuộc vào việc người ta dùng động cơ sơ cấp kéo cho rôto quay để sinh ra dòng điện một chiều hay dùng dòng điện một chiều làm cho rôto quay để kéo các máy công tác. Chính vì vậy, chúng có tên gọi chung là máy điện một chiều.

Các máy điện một chiều khi sử dụng làm động cơ, nếu giữ nguyên chiều dòng điện chạy trong các cuộn dây rôto và tên cực từ, chiều quay của động cơ sẽ ngược với chiều quay của máy phát. Muốn đổi chiều quay, phải đổi chiều dòng điện hoặc đổi tên cực từ.

6-2. Cấu tạo của máy điện một chiều

Trong máy điện một chiều, phần tạo ra từ trường gọi là phần cảm, phần tạo ra dòng điện gọi là phần ứng.

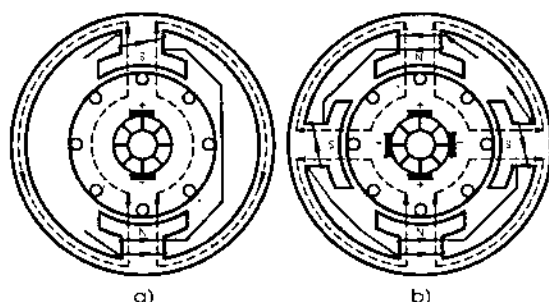
Phần cảm được đặt ở stato, nó có thể là nam châm vĩnh cửu, có thể là nam châm điện. Các loại máy có công suất nhỏ hoặc rất nhỏ (đồ chơi điện, radio cassette, đầu máy video, dynamo xe đạp...) thường có phần cảm là nam châm vĩnh cửu. Chúng được đúc thành hình trụ rỗng đặt vừa khít bên trong vỏ máy, trong đó bố trí các cực $N-S$ xen kẽ. Tùy theo mỗi loại máy điện, nam châm hình trụ rỗng có thể gồm 2, 4 hoặc 6 cực. Các loại máy điện còn lại đều có phần cảm là nam châm điện, gồm có các cực từ và các cuộn dây kích từ. Lõi thép stato của các loại máy điện này được dập bằng thép lá kỹ thuật điện có độ từ dư nhỏ với hình dạng giống như lõi thép stato của các động cơ vòng chập (lõi thép cực lõi) nhưng không có vòng ngắn mạch. Trên mỗi cực từ, người ta đặt một bố trí dây kích từ, tương tự như một bố trí dây cực trên các lõi thép cực lõi.

Tùy theo mỗi loại máy điện mà phần cảm có thể có nhiều cực hay ít cực nhưng thông dụng nhất là loại 2 cực và 4 cực. Loại 2 cực thì cuộn dây kích từ gồm có 2 bố trí dây, loại 4 cực thì cuộn dây kích từ gồm 4 bố trí dây. Tất cả được đấu nối tiếp cùng phía để hình thành cuộn dây có số cực đúng bằng số bố trí dây (tổ bố trí đơn). Cứ từng cặp cực một, đường sức từ trường của phần ứng sẽ đi từ cực N xuyên qua rôto, qua cực S rồi vòng theo mạch dẫn từ trên thân lõi thép stato để về cực N (h. 6-5).

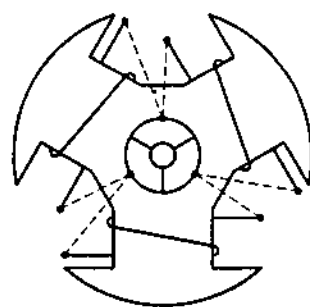
Phần ứng là một hình trụ đặc bằng thép lá kỹ thuật điện với rãnh ở mặt ngoài. Trong các rãnh người ta đặt cuộn dây phần ứng (tương tự như rôto quấn dây trong động cơ một pha). Các loại máy có phần cảm là nam châm vĩnh cửu, dây quấn phần ứng chỉ gồm những bố trí dây quấn quanh lõi thép cực lõi như quạt trần vòng chập. Đầu bố trí dây nối đấu chung với cuối bố trí dây kia trên cùng một thanh góp (h. 6-6).

Khi phần cảm là nam châm điện, dây quấn phần ứng sẽ gồm những bố trí dây lồng theo kiểu góc lồng tôm hoặc hình sóng. Dù lồng theo kiểu nào đi chăng nữa, trong mỗi rãnh của rôto đều có 2 cạnh của 2 bố trí dây lồng chung (cuộn dây lớp kép).

Giống như trong động cơ một pha ruột quấn, các máy điện một chiều có loại có số rãnh bằng số thanh dẫn, có loại có số thanh dẫn nhiều gấp đôi số rãnh nhưng thông dụng nhất là loại có số rãnh bằng số thanh dẫn. Trên mỗi thanh dẫn đều có một đầu đầu và một đầu cuối của 2 bố trí dây đấu vào. Những máy điện loại 2 cực, trên cổ góp chỉ có một cặp chổi điện (một chổi dương và một chổi âm). Còn những máy điện loại 4 cực, trên cổ góp sẽ có 2 cặp chổi (2 chổi dương và 2 chổi âm). Các chổi âm luôn được đấu ra vỏ máy. Các chổi dương thì được nối liền với nhau bằng dây dẫn. Các chổi cùng tên thì đối diện với nhau từng đôi một (h. 6-5, b).



Hình 6-5. Cấu tạo máy điện một chiều:
a) loại 2 cực; b) loại 4 cực.



Hình 6-6. Cấu tạo phần ứng khi phần cảm là nam châm vĩnh cửu.

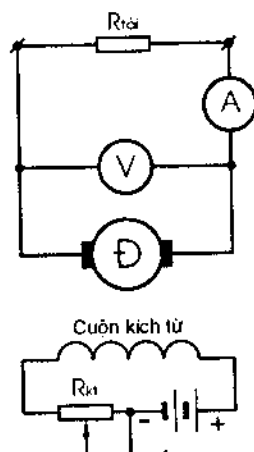
6-3. Công dụng và phân loại máy điện một chiều

Máy điện một chiều phải sử dụng cổ góp và chổi điện nên có cấu tạo phức tạp, dễ sinh tia lửa điện làm giảm độ tin cậy nhưng bù lại nó có những ưu điểm nổi bật mà các máy khác không có được. Đó là, có mômen khởi động lớn hơn hẳn so với các máy khác cùng kích cỡ và có khả năng điều chỉnh vận tốc trơn trong phạm vi rộng. Vì vậy, nó được sử dụng khá rộng rãi trong giao thông vận tải, trong công nghiệp, trong thông tin liên lạc và trong một số lĩnh vực khác của kỹ thuật và dân dụng. Trong giao thông vận tải, động cơ điện một chiều được sử dụng làm động cơ kéo cho các tàu điện và ô tô điện, làm động cơ phát động nổ trên các ô tô, tàu thủy, máy bay... dưới hệ thống tổng đề (máy phát điện - bình điện - động cơ)... Trong công nghiệp, các thiết bị cần điều chỉnh vận tốc trơn và rộng như các máy cắt gọt kim loại, các máy công cụ có độ chính xác cao, các thiết bị hàn, cắt, gia công kim loại, các máy công nghiệp chuyên dụng, các thiết bị tự động... đều có động cơ kéo là động cơ điện một chiều. Ngoài ra, máy phát điện một chiều còn được dùng để cấp nguồn cho các thiết bị hàn chất lượng cao, các bể điện phân, điện hóa, điện giải, các trạm thông tin liên lạc, làm nguồn nạp ắc quy...

Theo cách đấu cuộn dây kích từ của phần cảm với cuộn dây phần ứng, người ta phân máy điện một chiều ra làm 4 loại chính là: máy điện kích từ độc lập, máy điện kích từ song song, máy điện kích từ nối tiếp và máy điện kích từ hỗn hợp. Mỗi loại máy điện có đặc tính riêng của nó phụ thuộc cấu tạo cuộn dây phần cảm và phần ứng. Khi sửa chữa, không nên tùy tiện thay đổi cách đấu các cuộn dây. Sau đây là những máy điện cụ thể.

6-3-1. Máy điện kích từ độc lập

Máy điện kích từ độc lập là loại máy điện mà cuộn dây kích từ không đấu chung với cuộn dây phần ứng. Nguồn điện kích từ được lấy từ nguồn bên ngoài như bộ nắn điện, ắc quy... Nó có ưu điểm, có thể chủ động được nguồn kích từ nhưng cồng kềnh và bất tiện. Bởi vậy, chỉ được dùng trong máy phát điện chứ không được ứng dụng trong động cơ điện. Sơ đồ nguyên lý của máy phát điện một chiều kích từ độc lập được thể hiện trên hình 6-7. Nó có đặc điểm, khi tải tăng thì điện áp ra của máy bị giảm do sụt áp trong phần ứng. Nguyên nhân của sụt áp là do có điện áp giáng trên điện trở dây quấn phần ứng và do có phản ứng trong phần ứng làm giảm từ thông tổng. Muốn cho điện áp ra không bị biến động theo tải, người ta điều chỉnh dòng kích từ bằng biến trở R_k . Nhờ chủ động được dòng kích từ nên điện áp ra ít bị biến động.



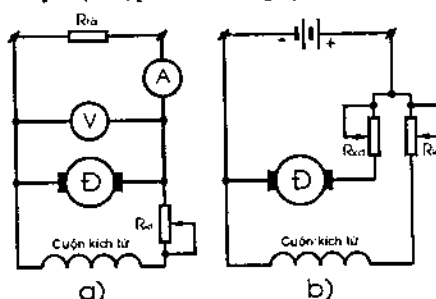
Hình 6-7. Sơ đồ nguyên lý máy phát điện kích từ độc lập.

6-3-2. Máy điện kích từ song song

Máy điện kích từ song song là loại máy điện mà cuộn dây kích từ được đấu song song với cuộn dây phần ứng. Nguồn điện kích từ được lấy trực tiếp từ cổ góp của dây quấn phần ứng. Sơ đồ nguyên lý của chúng được thể hiện trên hình 6-8:

Ở máy phát điện kích từ song song, khi tải tăng, điện áp ra của máy bị giảm nhiều hơn vì lượng sụt áp trên phần ứng của máy phát song song lớn hơn máy phát độc lập. Ngoài 2 nguyên nhân gây sụt áp như máy độc lập nó còn nguyên nhân thứ ba nữa là do dòng kích từ bị giảm khi điện áp ra giảm. Bởi vậy, điện áp ra của máy phát điện kích từ song song biến động theo tải lớn hơn máy phát điện kích từ độc lập. Loại máy này chỉ dùng với tải cho phép điện áp biến động.

Còn động cơ điện kích từ song song, khi tải thay đổi, vận tốc gần như không đổi. Bởi vậy, nó được dùng để truyền động các máy đòi hỏi có phạm vi điều chỉnh vận tốc rộng và ít biến động theo tải.

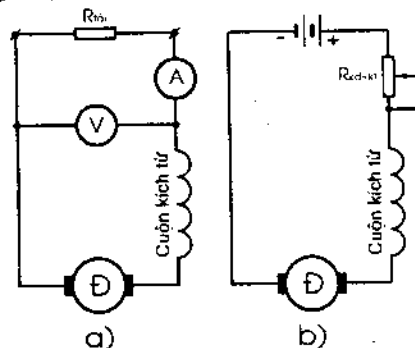


Hình 6-8. Sơ đồ nguyên lý máy điện kích từ song song: a) máy phát điện kích từ song song; b) động cơ điện kích từ song song.

6-3-3. Máy điện kích từ nối tiếp

Máy điện kích từ nối tiếp là loại máy điện mà cuộn dây kích từ được đấu nối tiếp với cuộn dây phần ứng. Nguồn điện kích từ được lấy trực tiếp trên cổ góp của dây quấn phần ứng. Sơ đồ nguyên lý của chúng được thể hiện trên hình 6-9.

Ở máy phát điện kích từ nối tiếp, do cuộn dây kích từ nối tiếp với phần ứng nên dòng kích từ I_k bằng dòng điện phần ứng I_a và bằng dòng điện tải I . Khi tải tăng, dòng kích từ tăng theo nên suất điện động phần ứng E_a và điện áp ra tăng rất lớn. Vì thế, điện áp ra biến động rất nhiều theo tải. Gần như người ta không sử dụng máy phát điện này trong thực tế.



Hình 6-9. Sơ đồ nguyên lý máy điện kích từ nối tiếp: a) máy phát điện kích từ nối tiếp; b) động cơ điện kích từ nối tiếp.

Còn động cơ điện kích từ nối tiếp, do có dòng kích từ bằng dòng điện phần ứng nên khi khởi động, từ thông trên các cực từ khá lớn làm cho mômen khởi động có thể lớn gấp 3 hoặc 4 lần mômen định mức. Vì vậy, có thể khởi động được các máy công tác có mômen cản ban đầu lớn (khởi động có tải). Cũng nhờ cách đấu nối tiếp mà từ thông tổng được coi như tỷ lệ với dòng điện phần ứng. Dòng điện này lại tỷ lệ với công suất tải P_2 nên mômen quay của động cơ kích từ nối tiếp gần như tỷ lệ với bình phương công suất tải. Nghĩa là, khi tải tăng thì mômen quay tăng rất nhanh. Điều này rất có lợi cho việc vận hành các máy công tác. Mặt khác, vận tốc quay của động cơ kích từ nối tiếp lại tỷ lệ nghịch với từ thông, mà từ thông lại tỷ lệ với tải nên vận tốc của động cơ tỷ lệ nghịch với tải P_2 . Đặc tính này rất quan trọng vì nó cho phép động cơ tự động điều chỉnh vận tốc theo tải. Nhờ có mômen khởi động lớn; mômen quay tăng, giảm bình phương với tải và vận tốc quay tăng, giảm nhanh theo tải mà động cơ kích từ nối tiếp được ứng dụng rộng rãi trong cầu trục; cần cẩu; ô tô điện; tàu điện; làm động cơ phát động nổ trong ô tô, tàu thủy, máy bay...

Ví dụ. Ôtô điện đang leo dốc. Lúc đó công suất tải P_2 tăng nhanh. Động cơ sẽ tự động điều chỉnh vận tốc giảm theo tải, đồng thời mômen quay tăng vọt để leo dốc được dễ dàng (giống như người ta giảm số xe máy, ô tô khi lên dốc). Đến khi xuống dốc, công suất tải giảm nhanh. Lúc này động cơ lại quay nhanh lên và mômen quay giảm nhiều để giúp đỡ dốc được nhanh hơn.

Khi tải rất nhỏ, vận tốc động cơ sẽ rất lớn, có thể vượt tốc. Vì vậy, không được cắt tải đột ngột động cơ kích từ nối tiếp.

6-3-4. Máy điện kích từ hỗn hợp

Máy điện kích từ hỗn hợp là loại máy điện mà cuộn dây kích từ được chia làm 2 cuộn. Một cuộn nối tiếp, một cuộn song song với cuộn dây phần ứng. Trên mỗi cực từ có 2 bố trí dây, một bố trí thuộc về cuộn dây nối tiếp, một bố trí thuộc về cuộn dây song song. Nguồn điện kích từ được lấy trực tiếp từ trên cổ góp của cuộn dây phần ứng. Sơ đồ nguyên lý của chúng được thể hiện trên hình 6-10.

Máy điện kích từ hỗn hợp lại chia làm máy điện hỗn hợp kích từ dương và máy điện hỗn hợp kích từ âm.

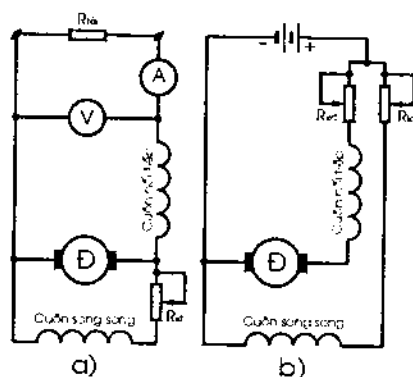
Máy điện hỗn hợp kích từ dương khi từ thông của cuộn kích từ nối tiếp cùng chiều với từ thông của cuộn kích từ song song. Nếu ngược chiều, gọi là máy điện hỗn hợp kích từ âm.

Ở máy phát điện hỗn hợp kích từ dương, khi tải tăng, dòng kích từ qua cuộn nối tiếp tăng theo làm cho từ thông của cuộn nối tiếp tăng lên, có tác dụng bù lại lượng điện áp bị sụt trên phần ứng. Nhờ vậy, điện áp ra được duy trì gần như không đổi. Ở đây, cuộn nối tiếp có tác dụng điều chỉnh điện áp. Người ta gọi hình thức này là kích từ bổ sung.

Ở máy phát điện hỗn hợp kích từ âm, khi tải tăng, từ thông do cuộn nối tiếp sẽ tăng, có tác dụng làm giảm từ thông tổng, thúc đẩy nhanh quá trình giảm điện áp ra trên cọc máy. Những máy phát điện cần hạn chế dòng ngắn mạch hay dùng dạng mạch này (máy phát điện hàn hồ quang).

Còn động cơ hỗn hợp kích từ dương, đặc tính của nó nằm trung gian giữa động cơ song song và động cơ nối tiếp. Nếu từ thông của cuộn song song lớn hơn hẳn so với từ thông của cuộn nối tiếp thì nó giống như loại song song. Ngược lại, giống như loại nối tiếp.

Với động cơ hỗn hợp kích từ âm, thông thường từ thông của cuộn song song lớn hơn hẳn so với từ thông của cuộn nối tiếp. Khi tải tăng, dòng điện phần ứng tăng lên làm cho vận tốc quay giảm nhưng đồng thời từ thông của cuộn nối tiếp lại tăng làm cho vận tốc quay tăng theo. Kết quả, giữ được cho vận tốc động cơ gần như



Hình 6-10. Sơ đồ nguyên lý máy điện kích từ hỗn hợp: a) máy phát điện kích từ hỗn hợp; b) động cơ điện kích từ hỗn hợp.

không đổi. Loại động cơ này được dùng để truyền động các máy cần vận tốc không phụ thuộc vào tải.

Chúng tôi đã trình bày xong tính năng, tác dụng của 4 loại máy điện một chiều. Các máy điện kích từ song song, nối tiếp và hỗn hợp được gọi chung là máy điện tự kích từ (tự chúng tạo ra nguồn kích từ). Khi các máy này hoạt động ở chế độ máy phát điện nó tự động kích thích cuộn dây kích từ để tạo ra suất điện động trên cuộn dây phản ứng. Điều kiện để có thể tự kích từ là:

- Phải có từ dư trên các cực từ. Khi mở máy do có từ dư Φ_{du} nên trên phần ứng có suất điện động cảm ứng E_{du} . Nó được đưa về kích thích cuộn kích từ tạo ra từ thông cùng chiều với từ thông Φ làm cho suất điện động phần ứng tăng kéo theo dòng kích từ tăng làm tăng Φ . Quá trình cứ thế tiếp diễn cho tới khi bão hòa từ, Φ tăng chậm, dòng kích từ không tăng nữa và suất điện động phần ứng đạt tới trị số cần thiết. Giai đoạn tự kích từ kết thúc. Trường hợp mất hoặc không có từ dư phải dùng nguồn ngoài mới bằng cách, quét 2 cực của nguồn điện vào 2 đầu cuộn kích từ. Khi mới phải chú ý cực tính (cực dương về phía chổi điện dương, cực âm về phía chổi điện âm) vì chiều từ dư quyết định tên cực từ và tên chổi điện.
- Dòng điện kích từ lấy từ cổ góp cuộn dây phần ứng phải tạo ra từ thông Φ_{du} nếu ngược chiều nó sẽ khử Φ_{du} làm mất E_{du} dẫn đến mất dòng kích từ, máy không thể tự kích từ được.

Đối với các máy phát đang vận hành bình thường, nếu quay rôto ngược chiều thì Φ_{du} sẽ sinh ra trên cuộn dây phần ứng một suất điện động E_{du} ngược. Nó sẽ tạo ra dòng kích từ ngược. Vì vậy, sẽ có từ thông ngược chiều với Φ_{du} làm mất Φ_{du} , máy sẽ mất khả năng tự kích từ.

Đối với những máy vừa sửa chữa xong, nếu không tự kích từ được thì phải đổi chéo đầu cho cuối của cuộn dây kích từ.

- Điện trở mạch kích từ không được quá lớn (diện trở dây quấn và biến trở điều chỉnh). Nếu điện trở quá lớn thì dòng kích từ sẽ quá nhỏ, không đủ kích thích quá trình tăng Φ nên máy không thể tự kích từ được. Giá trị lớn nhất của điện trở mạch kích từ đủ để máy còn tự kích từ được gọi là điện trở tới hạn R_{th} .

Khi các máy hoạt động ở chế độ động cơ, người ta không cần quan tâm đến điều kiện tự kích từ vì từ thông trên các cực từ được thành lập do nguồn điện một chiều bên ngoài đưa trực tiếp vào cuộn dây kích từ (tương tự như kiểu kích từ độc lập trong máy phát). Ở các động cơ điện, điều mà người ta quan tâm hơn cả là dòng điện phần ứng trong thời gian khởi động. Khi mở máy, do vận tốc quay của rôto bằng không nên dòng điện phần ứng lúc khởi động I_{kd} thường tăng từ 10 đến 20 lần so với dòng điện định mức I_{dm} , rất nguy hiểm cho các cuộn dây phần ứng. Để đảm bảo cho I_{kd} xấp xỉ 2 lần I_{dm} , trừ các động cơ loại nhỏ ra, đa số các động cơ điện một chiều đều khởi động qua biến trở. Người ta mắc nối tiếp với cuộn dây phần ứng một biến trở gọi là biến trở khởi động R_{kd} như các hình 6-8, b; 6-9, b; 6-10, b... Khi mở máy, biến trở R_{kd} để ở vị trí có điện trở lớn nhất. Sau đó giảm dần về vị trí có điện trở nhỏ nhất. Khi động cơ đã quay đều, R_{kd} bị loại ra khỏi mạch điện.

6-4. Vận tốc và chiều quay của động cơ điện một chiều

6-4-1. Điều chỉnh vận tốc trong động cơ điện một chiều

Các động cơ điện một chiều thường được sử dụng trong các máy có độ chính xác cao nên phải điều chỉnh được vận tốc trơn trong một phạm vi nhất định. Muốn vậy, người ta phải tác động vào một đại lượng nào đó trong mạch điện.

Vận tốc quay của động cơ điện một chiều phụ thuộc vào điện áp nguồn cung cấp U ; điện trở dây quấn phần ứng R_u và từ thông cực từ Φ theo công thức:

$$n = \frac{U - I_a R_u}{C_e \Phi}, \quad (6-3)$$

U - điện áp nguồn đặt vào phần ứng;

n - vận tốc động cơ;

I_a - dòng điện phần ứng;

C_e - hệ số, phụ thuộc cách quấn dây phần ứng.

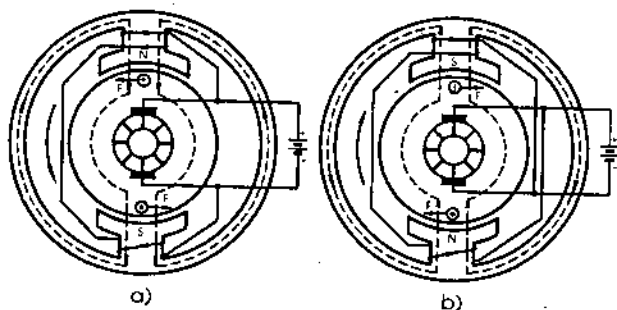
Theo công thức (6-3) thì có thể điều chỉnh vận tốc động cơ bằng 3 cách.

- Một là, thay đổi điện áp nguồn cung cấp U . Khi điện áp nguồn tăng, động cơ quay nhanh; khi điện áp nguồn giảm, động cơ quay chậm. Phương pháp này cho phép điều chỉnh trơn trong một phạm vi rộng lại không gây tổn hao năng lượng vô ích nhưng chỉ áp dụng được trong trường hợp chủ động được việc cấp nguồn (dùng máy phát điện một chiều, bộ nắn điện hoặc mạch điều chỉnh điện tử).
- Hai là, thay đổi điện trở dây quấn phần ứng R_u bằng cách đấu nối tiếp với nó một biến trở (tương tự như biến trở khởi động trong các sơ đồ trên). Khi điện trở tăng, động cơ quay chậm; khi điện trở giảm, động cơ quay nhanh. Phương pháp này cho khả năng điều chỉnh trơn, dễ thực hiện nhưng do dòng điện phần ứng rất lớn nên biến trở công kênh và tổn hao năng lượng vô ích lớn. Có thể sử dụng biến trở khởi động để làm biến trở điều chỉnh vận tốc hoặc sử dụng một biến trở riêng mắc nối tiếp với cuộn dây phần ứng.
- Ba là, thay đổi từ thông cực từ Φ bằng cách thay đổi dòng kích từ. Khi dòng kích từ tăng, động cơ quay chậm; khi dòng kích từ giảm, động cơ quay nhanh. Phương pháp này cho khả năng điều chỉnh trơn và rộng đồng thời tổn hao năng lượng không đáng kể nên được áp dụng rộng rãi trong các động cơ điện một chiều. Dòng kích từ được thay đổi nhờ một biến trở mắc nối tiếp với cuộn kích từ (tương tự như biến trở kích từ R_k).

6-4-2. Chiều quay của động cơ điện một chiều

Chiều quay trong động cơ điện một chiều được xác định theo quy tắc bàn tay trái, nó phụ thuộc vào tên cực từ và chiều dòng điện phần ứng. Chiều dòng điện phần ứng là do vị trí các chổi điện quyết định. Trong các động cơ điện, vị trí đặt các chổi điện đã được cố định nên không thể thay đổi được chiều dòng điện phần ứng (trừ khi thay đổi tên chổi điện). Vì thế, chiều quay của động cơ điện một chiều chỉ lệ thuộc vào tên cực từ mà thôi. Hãy xét cho một trường hợp cụ thể.

Giả sử, một động cơ 2 cực kích từ song song, mạch điện như hình 6-11, a. Các cạnh bố trí dây đang tiếp xúc với chổi điện dương sẽ có chiều dòng điện đi vào (+), các cạnh bố trí dây đang tiếp xúc với chổi điện âm sẽ có chiều dòng điện đi ra (-). Trên cuộn kích từ sẽ có dòng chạy từ chổi dương qua bố trí dây phía trên về bố trí dây phía dưới rồi về chổi âm. Áp dụng quy tắc vắn nút chai cho ống dây (quay cho cái mở nút chai theo chiều dòng điện thì chiều tiến của mở nút chai là chiều đường sức trong lòng ống dây) xác định được đường sức có chiều hướng từ ống dây trên xuống ống dây dưới. Cực trên có đường sức đi ra là cực Bắc (N), cực dưới có đường sức đi vào là cực Nam (S). Chiều của lực tác dụng lên các cạnh của bố trí dây được xác định bằng quy tắc bàn tay trái. Trong trường hợp trên, động cơ quay ngược chiều kim đồng hồ.



Hình 6-11. Xác định chiều quay trong động cơ điện một chiều.

Bây giờ hãy giữ nguyên tên chổi điện (tức giữ nguyên chiều dòng điện phản ứng) và chỉ đổi chiều dòng điện kích từ bằng cách đảo chéo đầu cho cuối cuộn dây kích từ (h. 6-11, b) thì tên cực từ sẽ thay đổi. Đường sức sẽ hướng từ dưới lên trên và động cơ sẽ quay thuận chiều kim đồng hồ.

Nếu đổi dấu điện áp cấp cho động cơ, tức đổi chổi dương thành chổi âm và ngược lại. Cả dòng điện phản ứng và dòng điện kích từ đều có chiều ngược so với ban đầu. Chiều quay của động cơ không thay đổi.

Để ý một chút sẽ thấy, trong máy phát điện một chiều, các cạnh bố trí dây đang có dòng điện đi ra sẽ được tiếp xúc với chổi điện dương, các cạnh bố trí dây đang có dòng điện đi vào sẽ được tiếp xúc với chổi điện âm (h. 6-4) còn trong động cơ điện một chiều thì ngược lại, các cạnh bố trí dây đang có dòng điện đi vào thì tiếp xúc với chổi điện dương, các cạnh bố trí dây đang có dòng điện đi ra thì tiếp xúc với chổi điện âm (h. 6-11). Kết hợp với những lập luận vừa nói ở trên sẽ thấy, khi các máy phát điện một chiều sử dụng làm động cơ mà không thay đổi cách đấu cuộn dây kích từ thì bất luận cấp điện cho nó cùng dấu hay ngược dấu với tên chổi điện, động cơ vẫn quay cùng chiều với chiều máy phát. Ngược lại, khi các động cơ điện sử dụng làm máy phát mà rôto quay cùng chiều với chiều động cơ thì điện áp đưa ra trên cọc máy sẽ cùng dấu với tên chổi điện (tên ở chế độ động cơ), nếu quay ngược sẽ khử mất từ dư nên không có điện áp ra.

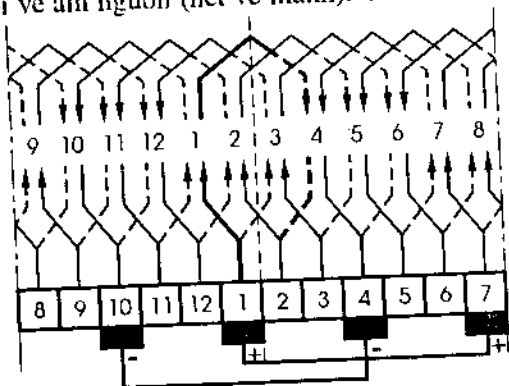
6-5. Sơ đồ dây quấn phản ứng

Phản ứng máy điện một chiều có cấu tạo gần giống phản ứng của động cơ rôto quấn dây. Nó gồm có rôto hình trụ đặc với rãnh ở mặt ngoài và hệ thống cổ góp, chổi điện. Trong các rãnh rôto người ta đặt cuộn dây phản ứng, tương tự như cuộn dây rôto một pha ruột quấn.

Cạnh đầu của bội dây thứ nhất được kéo chéo sang nối vào thanh góp số 1 ở bên phải vạch ranh giới. Cạnh cuối của bội dây thứ nhất được kéo chéo sang nối vào thanh góp số 2 (ở bên trái) chung với cạnh đầu của bội dây thứ hai. Cạnh cuối của bội dây thứ hai và cạnh đầu của bội dây thứ ba nối vào thanh góp số 3... Cứ thế cho đến cạnh cuối của bội dây cuối cùng nối về với cạnh đầu của bội dây thứ nhất trên thanh góp số 1.

Những máy điện một chiều chỉ có 2 cực, trên cổ góp chỉ có 2 chổi điện đặt lệch nhau 180° , một chổi dương được nối với cực điện áp dương, một chổi âm được nối với cực điện áp âm (bên ngoài vỏ máy). Hãy dùng dấu phẩy (,) đánh dấu cho các cạnh bội dây nằm ở lớp dưới để xét chiều dòng điện chạy trên chúng.

Trong hình 6-12, giả sử ở một thời điểm nào đó, chổi dương đang tiếp xúc với thanh góp số 1, chổi âm đang tiếp xúc với thanh góp số 5 và giả sử máy đang hoạt động ở chế độ động cơ. Dòng điện một chiều từ dương nguồn qua chổi điện dương sẽ chia làm 2 nhánh. Một nhánh chạy qua các bội dây 1-5'; 2-6'; 3-7'; 4-8' về chổi điện âm rồi về âm nguồn (nét vẽ đậm trên hình 6-12). Một nhánh chạy qua các bội dây 4'-8; 3'-7; 2'-6; 1'-5 qua chổi âm rồi về âm nguồn (nét vẽ mảnh). Các rãnh số 1; 2; 3; 4 có chiều dòng điện đi vào, các rãnh số 5; 6; 7; 8 có chiều dòng điện đi ra. Theo chiều dòng điện vẽ được chiều đường sức và theo chiều đường sức xác định được một cực N ở vị trí đối diện với thanh góp số 3 và một cực S ở vị trí đối diện với thanh góp số 7. Như vậy, trong động cơ đã hình thành cực từ. Trong trường hợp này, nó phân làm 2 cực lệch nhau trong không gian 180° hình học. Nhìn vào hình 6-12 sẽ thấy rất rõ, ở máy điện 2 cực dây quấn xếp đơn, cuộn dây phần ứng gồm có 2 nhánh song song.

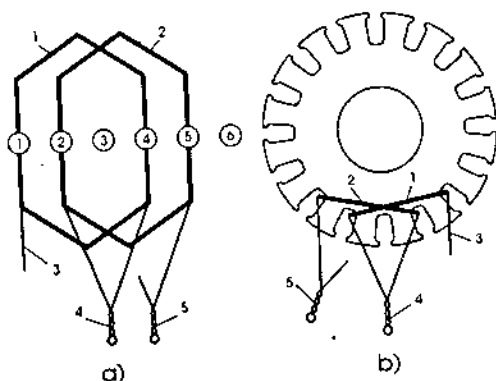


Hình 6-14. Dây quấn xếp đơn máy điện 4 cực, 12 rãnh, 12 thanh góp.

Bằng cách tương tự cũng thấy, trong máy điện 4 cực dây quấn xếp đơn, cuộn dây phần ứng gồm có 4 nhánh song song (h. 6-14).

Một cách tổng quát, trong máy điện một chiều dây quấn xếp đơn, số nhánh song song bằng số cực của máy.

Trong các máy điện một chiều dây quấn xếp đơn không bắt chéo có công suất nhỏ, người ta thường quấn tay vào các rãnh phần ứng. Để thuận tiện cho công đoạn đấu nối dây và để tăng độ tin cậy cho các mối nối, tiết kiệm



Hình 6-15. Quấn tay cuộn dây xếp đơn không bắt chéo: 1- chổi dây thứ nhất; 2- bội dây thứ hai; 3- sợi dây dẫn cuộn; 4- vòng khuyên thứ nhất; 5- vòng khuyên thứ hai.

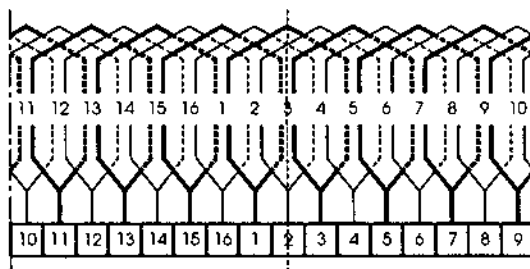
đồng, nên quấn cho các bối dây liên tục với nhau bằng những vòng khuyên như hình 6-15, *a*. Khi quấn xong bối dây thứ nhất, kéo sợi dây cuối bối ra vừa tằm với thanh góp nối với nó, xoắn sợi dây lại thành một vòng khuyên rồi rải dây vào các rãnh tiếp theo để quấn cho bối dây thứ hai. Cứ thế, lần lượt cho đến bối dây cuối cùng. Các vòng khuyên này sẽ được dấu vào thanh góp tương ứng. Nếu nhìn từ cổ góp nhìn lên, cuộn dây quấn tay sẽ có dạng như hình 6-15, *b*.

6-5-2. Dây quấn xếp phức tạp

Để tăng số nhánh song song trong các cuộn dây phản ứng, người ta dùng kiểu cuộn dây xếp phức tạp. Dây quấn xếp phức tạp được cấu tạo từ những dây quấn xếp đơn, có thể gồm 2, 3 hoặc 4 dây quấn xếp đơn nhưng thông dụng nhất là loại có 2 dây.

Trong loại 2 dây, các bối dây của từng dây quấn đan xen kẽ vào nhau, tương tự như người ta lồng cuộn khởi động đan xen kẽ vào cuộn làm việc theo kiểu giắc lồng tôm kép trong quạt trần có cuộn dây lớp kép. Ở đây, các bối dây của từng dây quấn có cấu tạo hoàn toàn giống nhau về kiểu dáng, kích thước, số vòng và cỡ dây nên khi dấu dây dễ nhầm lẫn. Người ta làm như sau.

Khi lồng dây, cứ tiến hành bình thường như khi lồng dây quấn xếp đơn nhưng đến công đoạn dấu dây vào cổ góp thì hơi khác một chút. Từ tâm của bối dây thứ nhất đóng thẳng xuống sẽ gặp một thanh góp. Hãy đánh số 2 cho thanh góp đó, bên trái đánh số 1, bên phải đánh số 3... Cạnh đầu của bối dây thứ nhất được dấu vào thanh góp số 1, cạnh cuối của bối dây thứ nhất và cạnh đầu của bối dây thứ ba được dấu vào thanh góp số 3, cạnh cuối của bối dây thứ ba và cạnh đầu của bối dây thứ năm được dấu vào thanh góp số 5... Tức là chọn các bối dây lẻ dấu vào thanh góp lẻ. Nếu số rãnh bằng số thanh góp và là số chẵn thì điểm cuối cùng của dây bối lẻ sẽ được kết thúc ở thanh góp số 1, khép kín một vòng tròn (nét vẽ đậm). Tương tự, cũng làm như thế với các bối dây chẵn. Cạnh đầu của bối dây thứ hai được dấu vào thanh góp số 2, cạnh cuối của bối dây thứ hai và cạnh đầu của bối dây thứ tư được dấu vào thanh góp số 4... Điểm cuối cùng của các bối dây chẵn kết thúc ở thanh góp số 2, khép kín vòng tròn thứ 2 (nét vẽ mảnh). Như vậy, trong toàn bộ động cơ hình thành cuộn dây 2 mạch kín (*h.* 6-16).



Hình 6-16. Dây quấn xếp phức tạp 2 mạch kín
máy điện 4 cực, 16 rãnh, 16 thanh góp.

Nếu số rãnh bằng số thanh và là số lẻ thì điểm cuối cùng của dây bối lẻ sẽ được kết thúc ở thanh góp số 2, không khép kín một vòng tròn mà bắt luôn vào đầu đầu của dây bối chẵn ở cạnh đầu bối dây thứ hai, đi tiếp vòng tròn thứ hai và kết thúc ở thanh góp số 1, khép kín 2 vòng tròn. Trong toàn bộ động cơ hình thành cuộn dây một mạch kín đi 2 vòng (*h.* 6-17).

Trong dây quấn xếp phức tạp, có bao nhiêu dây quấn đơn thì chổi điện phải phủ kín được bấy nhiêu thanh góp.

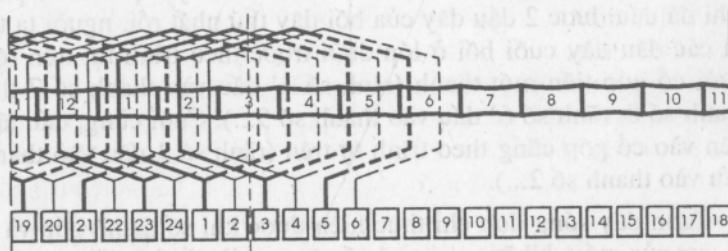
Với cách phân tích như ở mục 6-5-1 sẽ thấy, các máy điện ở hình 6-16 và 6-17 sẽ gồm 8 nhánh song song. So với dây quấn xếp đơn, số nhánh song song đã được tăng gấp đôi. Một cách tổng quát, trong máy điện một chiều dây quấn xếp phức tạp, số nhánh song song (a) bằng tích số của số cực ($2p$) và dây quấn xếp đơn (m): $a = 2pm$.

Trên thực tế, khi đấu các đầu dây vào cổ góp cho các dây quấn xếp nói chung người ta không cần làm lần lượt như trên. Chẳng hạn, đấu cho máy điện ở hình 6-17.

Hãy bắt tất cả các sợi dây đầu nối về phía sau (phía trục không có cổ góp) rồi chọn lấy một bối làm bối dây thứ nhất. Từ tâm của bối dây đóng thẳng xuống sẽ gặp một thanh góp. Dem sợi dây đầu nối đầu vào thanh kế bên trái (thanh số 1), sợi dây cuối nối đầu vào thanh kế bên phải (thanh số 3). Sau đó, lần lượt đấu hết các sợi dây cuối nối ở lớp dưới vào cổ góp theo trình tự, cứ trên rôto dịch một rãnh thì dưới cổ góp dịch một thanh cùng chiều (rãnh số 5' đấu vào thanh số 3 thì rãnh số 6' đấu vào thanh số 4, rãnh số 7' đấu vào thanh số 5...). Cuối cùng, đấu tất cả các sợi dây đầu nối ở lớp trên vào cổ góp theo trình tự trên, bắt đầu từ sợi dây móc đã đấu cho rãnh số 1 (rãnh số 1 đấu vào thanh số 1, rãnh số 2 đấu vào thanh số 2...).

Ngoài ra, đối với những máy điện mà số thanh dẫn nhiều gấp đôi số rãnh, cuộn dây phản ứng cũng được chế tạo theo kiểu dây quấn xếp phức tạp bằng cách chập 2 sợi dây lại để quấn cho từng bối (bằng với việc lồng 2 dây quấn xếp đơn cùng chung rãnh). Như vậy, trong mỗi rãnh sẽ có 4 lớp dây. Vì có số thanh gấp đôi số rãnh nên loại máy điện này luôn có số thanh chẵn. Nó cho cuộn dây xếp phức tạp có 2 mạch kín (h. 6-18). Khi quấn loại cuộn dây này nên dùng dây 2 màu cho dễ phân biệt khi đấu dây. Nếu không có dây 2 màu thì phải dùng ôm kế để đấu. Trên hình 6-18, một sợi dây được vẽ nét đậm, một sợi dây được vẽ nét mảnh. Sợi dây nét đậm luôn được đấu với các thanh góp lẻ hình thành một mạch kín. Sợi dây nét mảnh luôn được đấu với các thanh góp chẵn, hình thành mạch kín thứ hai.

Sau đây, chúng tôi xin hướng dẫn cách đấu dây cụ thể trong trường hợp không có dây khác màu. Hãy bắt tất cả các đầu dây lớp trên ra phía sau. Từ chính giữa bối dây thứ nhất



Hình 6-18. Cuộn dây quấn xếp phức tạp máy điện 2 cực, 12 rãnh, 24 thanh góp.

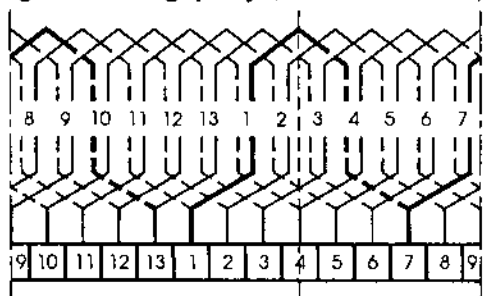
đóng thẳng xuống gặp vạch phân cách giữa 2 thanh góp. Đánh số 1 và 2 cho 2 thanh góp bên trái, 3 và 4 cho 2 thanh góp bên phải. Đấu 2 đầu đầu nối về thanh góp số 1 và 2. Hai đầu cuối nối, đầu nào thông với thanh góp số 1 đấu vào thanh

góp số 3, đầu nào thông với thanh góp số 2 đầu vào thanh góp số 4. Tiếp đến, đầu tất cả các đầu cuối bối còn lại vào cổ góp theo trình tự, cứ trên rôto tiến một rãnh thì dưới cổ góp tiến 2 thanh. Lúc này, do các sợi dây đầu bối còn tự do nên chưa cần quan tâm đến thứ tự chẵn lẻ. Chẳng hạn, 2 sợi dây ở rãnh số 6' phải đầu vào thanh số 5 và 6 thì có thể đầu dây dặm vào thanh số 5, dây mảnh vào thanh số 6 hoặc ngược lại đều được. Cuối cùng, đầu tất cả các sợi dây đầu bối vào cổ góp theo trình tự, cứ trên rôto lùi một rãnh thì dưới cổ góp lùi 2 thanh (đầu lùi). Sợi dây nào thông mạch với thanh số 1 thì đầu vào thanh lẻ, sợi dây nào thông mạch với thanh số 2 thì đầu vào thanh chẵn, cứ thế lần lượt cho đến hết.

6-5-3. Dây quán sóng đơn

Các loại máy có diện áp trên cọc máy lớn, người ta hay dùng kiểu cuộn dây hình sóng. Trong cuộn dây này, 2 đầu của một bối dây không đầu chụm vào giữa như cuộn dây xếp mà đầu giãn ra 2 bên cách nhau 2 bước cực trông như những sóng nước nhấp nhô. Người ta làm như sau.

Từ tâm của bối dây thứ nhất đóng thẳng xuống sẽ gặp một thanh góp. Đếm qua bên trái một bước cực (tính theo số thanh) được một thanh góp để đầu cho sợi dây đầu bối của bối dây xuất phát (dánh thanh số 1), đếm qua bên phải một bước cực được một thanh góp nữa để đầu cho sợi dây cuối bối của nó (h. 6-19). Sợi dây đầu bối của bối dây cùng tên sẽ được đầu chung vào thanh góp này (trên hình vẽ là sợi dây đầu của bối dây thứ bảy ở rãnh số 7 lớp trên được đầu vào thanh số 7). Sợi dây cuối của bối dây cùng tên được kết thúc ở thanh góp kế bên về phía trái thanh góp xuất phát (thanh số 13), hoàn thành một vòng quanh phần ứng. Tiếp đó, bắt luôn vào cạnh đầu của bối dây phía sau bối dây xuất phát và lặp lại như trên, lần lượt đầu cho đến hết. Cứ trên rôto lùi một rãnh thì dưới cổ góp lùi một thanh.



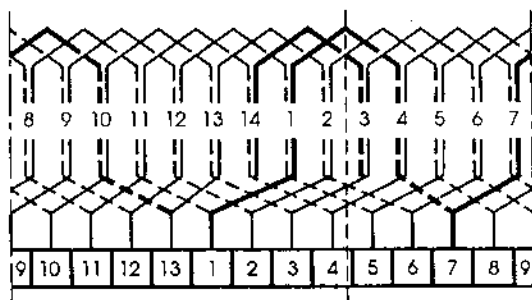
Hình 6-19. Cuộn dây sóng đơn máy điện 4 cực, 13 rãnh, 13 thanh góp.

Trên thực tế, người ta bề tất cả các đầu dây lớp trên về phía không có cổ góp. Khi đã đầu được 2 đầu dây của bối dây thứ nhất rồi, người ta tiến hành đầu cho tất cả các đầu dây cuối bối ở lớp dưới trước theo trình tự, trên rôto tiến một rãnh thì dưới cổ góp tiến một thanh (rãnh số 4' đầu vào thanh số 7 thì rãnh số 5' đầu vào thanh số 8, rãnh số 6' đầu vào thanh số 9...). Cuối cùng, đầu tất cả các đầu dây lớp trên vào cổ góp cũng theo trình tự trên (rãnh số 1 đầu vào thanh số 1 thì rãnh số 2 đầu vào thanh số 2...).

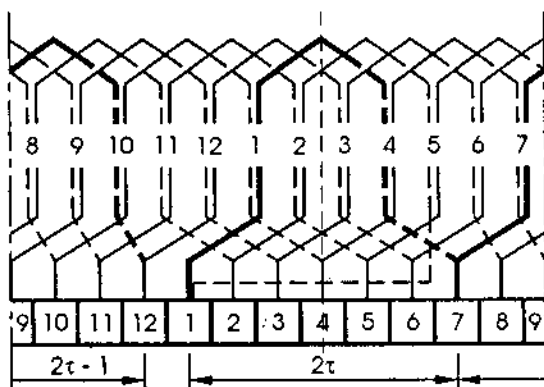
Cuộn dây sóng đơn chỉ thực hiện được khi số thanh góp và số rãnh phù hợp với số cực của máy. Những máy có số cặp cực là số chẵn (4 cực, 8 cực...) thì số rãnh và số thanh phải là số lẻ. Nếu rãnh chẵn, thanh lẻ (14 rãnh, 13 thanh chẳng hạn) thì sẽ có một bối dây không được nối với cổ góp gọi là bối dây "chết". Sơ đồ dây quán phải được thực hiện như hình 6-20. Bối dây "chết" phải được chọn là bối dây cuối cùng, sau bối dây xuất phát. Khi đầu dây cho lớp dây dưới và lớp dây trên cứ thực

hiện bình thường như hướng dẫn ở trên. Đến bối dây cuối cùng (bối dây “chết”) thì hết thanh gốp. Hai sợi dây của nó được cắt bỏ hoàn toàn.

Trường hợp cả số rãnh và số thanh đều là số chẵn thì người ta phải thực hiện cuộn dây sóng đơn khép kín đảo ngược. Khi đó, khoảng cách của 2 đầu bối dây trên cổ gốp sẽ có 2 giá trị, một giá trị bằng 2 bước cực, một giá trị bằng 2 bước cực bớt đi một thanh. Các bối dây sẽ luân phiên nhau lần lượt nhận 2 giá trị này (h. 6-21). Giả sử, chọn bối dây thứ nhất đầu trên cổ gốp với khoảng cách 2 bước cực (2τ) thì bối dây nối tiếp với nó sẽ phải đầu với khoảng cách bớt đi một thanh ($2\tau-1$) rồi lại đến một bối dây với khoảng cách 2τ ... Cứ thế lần lượt cho đến bối dây cuối cùng. Trên hình 6-21, bối dây thứ nhất được đầu 7 thanh, bối dây nối tiếp với nó là bối dây thứ bảy được đầu 6 thanh rồi lại đến bối dây thứ mười hai đầu 7 thanh..., cuối cùng là bối dây thứ hai đầu 6 thanh. Đầu cuối của bối dây thứ hai đầu đảo về thanh số 1 khép kín mạch.



Hình 6-20. Cuộn dây sóng đơn có bối dây “chết” máy điện 4 cực, 14 rãnh, 13 thanh gốp.



Hình 6-21. Dây quấn sóng đơn khép kín đảo ngược máy điện 4 cực, 12 rãnh, 12 thanh gốp.

Trên thực tế, người ta cũng bề riêng các đầu dây lớp trên ra một bên rồi đầu cuối của bối dây thứ hai về thanh gốp số 1 trước để làm dây đảo ngược. Tiếp đến, đầu 2 đầu của bối dây thứ nhất với khoảng cách 2τ (đầu bối vào thanh số 1, cuối bối vào thanh số 7). Sau đó, đầu tất cả các đầu dây lớp dưới (trừ đầu dây đảo ngược) vào cổ gốp theo trình tự cứ trên rôto tiến một rãnh thì dưới cổ gốp tiến một thanh. Ở đây sẽ có 2 bước nhảy. Bước nhảy thứ nhất là “bước nhảy rãnh”, bước nhảy thứ hai là “bước nhảy thanh”. Bắt đầu từ rãnh số 4’ đầu vào thanh số 7, bỏ qua rãnh số 5’ để lấy rãnh số 6’ đầu vào thanh số 8, rãnh số 7’ đầu vào thanh số 9... Đó là bước nhảy rãnh. Khi đầu được một nửa số thanh sẽ gặp thanh xuất phát đã có dây đảo ngược đầu vào (thanh số 1). Hãy bỏ qua thanh này để đầu vào thanh kế tiếp với nó. Đó là bước nhảy thanh (rãnh số 10’ đầu vào thanh số 12, rãnh số 11’ đầu vào thanh số 2, rãnh số 12’ đầu vào thanh số 3...). Cuối cùng, đầu cho tất cả các đầu dây lớp trên vào cổ gốp theo trình tự trên rôto tiến (hoặc lùi) một rãnh thì dưới cổ gốp cũng tiến (hoặc lùi) một thanh.

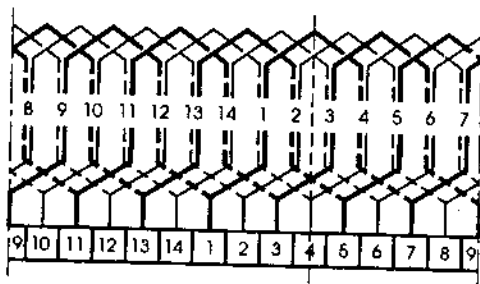
Trong dây quấn sóng đơn, trên cổ gốp người ta chỉ bố trí 2 chổi điện để được diện áp trên cọc máy lớn (vì có nhiều bối dây nối tiếp nhau). Những máy không cần diện áp lớn thì số chổi bằng số cực để giảm dòng điện trên chổi.

6-5-4. Dây quấn sóng phức tạp

Dây quấn sóng phức tạp được dùng để tăng số nhánh song song cho dây quấn phần ứng. Nó được hợp thành bởi 2, 3, 4 hoặc nhiều hơn nữa các dây quấn sóng đơn. Dây quấn sóng phức tạp có 2 dây quấn sóng đơn được dùng nhiều hơn cả. Nó được áp dụng trong các máy nhiều cực có điện áp nâng cao. Mỗi vòng quanh phần ứng của dây quấn sóng phức tạp không kết thúc ở thanh góp cạnh thanh xuất phát như dây quấn sóng đơn mà có bao nhiêu dây đơn thì cách bấy nhiêu thanh góp.

Giống như dây quấn xếp phức tạp, dây quấn sóng phức tạp có thể có một, hai hoặc ba mạch kín tùy theo tương quan giữa số thanh góp và dây quấn sóng đơn. Nếu số dây quấn đơn là 2 và số thanh góp là chẵn thì có dây quấn sóng phức tạp 2 mạch kín (h. 6-22). Trong hình 6-22 một mạch kín được vẽ nét đậm, một mạch kín được vẽ nét mảnh.

Thoạt nhìn, dây quấn sóng phức tạp có cấu trúc giống như dây quấn sóng đơn bình thường. Cách phân biệt ở đây là dựa vào kích thước chổi điện. Nếu là dây quấn sóng đơn thì chổi điện chỉ phủ kín một thanh góp còn nếu là dây quấn sóng phức tạp thì có bao nhiêu dây sóng đơn, chổi điện sẽ phủ bấy nhiêu thanh góp. Cách đấu dây thực tế của dây quấn sóng phức tạp giống như cách đấu thực tế cho dây quấn sóng đơn thông thường.



Hình 6-22. Dây quấn sóng phức tạp 2 mạch kín
máy điện 4 cực, 14 rãnh, 14 thanh góp.

Ngoài ra, người ta còn chế tạo loại máy điện có 2 dây quấn song song nhau, một dây quấn xếp phức tạp, một dây quấn sóng phức tạp gọi là dây quấn hỗn hợp. Hãy hình dung, trong các rãnh phần ứng, người ta đặt một cuộn dây xếp phức tạp rồi lại một cuộn dây sóng phức tạp nữa đè lên trên. Như vậy, trong rãnh sẽ có 4 lớp dây. Trên các thanh góp cũng sẽ có 4 đầu dây đấu vào, 2 đầu dây thuộc cuộn dây hình xếp, 2 đầu dây thuộc cuộn dây hình sóng. Cuộn dây hình xếp phải có cùng số nhánh song song, cùng số bội dây và cùng số vòng dây như cuộn dây hình sóng.

Dây quấn hỗn hợp giúp cải thiện các đặc tính điện của máy, nhất là khả năng đổi chiều quay của nó nhưng cấu tạo phức tạp, khó lồng dây, khó sửa chữa nên ít được dùng.

Chúng tôi đã giới thiệu xong các sơ đồ đấu dây cho cuộn dây phần ứng. Trong tất cả các loại dây quấn, khi thành lập sơ đồ cũng như khi chế tạo cuộn dây phải đặc biệt chú ý đến các yêu cầu về đối xứng của chúng. Để dây quấn được đối xứng, các nhánh song song phải có số vòng dây như nhau, điện trở bằng nhau và được đặt trong các điều kiện về từ như nhau tạo tiền đề cần thiết để cân bằng suất điện động và dòng điện trong chúng. Ngay cả khi đảm bảo các điều kiện về đối xứng, suất điện động trong các nhánh song song vẫn không thể bằng nhau do từ không đồng xứng và dòng điện trong chúng vẫn không thể giống nhau do điện trở không đồng nhất. Từ không đối xứng là do khe hở dưới các cực không bằng nhau (gia công, chế tạo không chính xác; lệch tâm giữa rôto và stato...), vị trí các chổi điện trên vành góp không đối xứng và vật liệu mạch từ không đồng nhất. Điện trở không bằng

nhau là do tiếp xúc của các chổi điện với vành góp không thể tuyệt đối giống nhau... Bởi vậy, trong dây quấn đối xứng vẫn có những dòng điện cân bằng chạy trong chúng làm tăng nhiệt trong dây quấn và sinh tia lửa dưới các chổi điện. Muốn khắc phục nhược điểm này, trong những máy có chất lượng cao, người ta nối tất cả các điểm đẳng thế lại với nhau bằng một dây nối cân bằng. Nó sẽ tạo đường đi cho các dòng điện cân bằng để giảm tác hại của chúng đến cổ góp và dây quấn.

Dây quấn phản ứng, khi chế tạo xong phải chèn, lót chắc chắn và bôi keo chịu nhiệt (épôxy) để cố định các bó dây. Nếu không, khi quay sẽ bị xộc xệch, gây rung và làm mất cân bằng cơ học.

Một động cơ được gọi là đạt yêu cầu khi các điều kiện cân bằng về cơ và điện được đảm bảo. Các điều kiện này chủ yếu lệ thuộc vào công nghệ và các kỹ năng thao tác của kỹ thuật viên. Nếu động cơ được chế tạo hoặc sửa chữa tốt thì khi vận hành sẽ êm, mát bầu và ít sinh tia lửa điện trên cổ góp.

Chương 7. PHƯƠNG PHÁP TÍNH ĐƠN GIẢN KHI SỬA CHỮA ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU

Trong thực tế của công tác thực hành sửa chữa động cơ điện tại Việt Nam, thường gặp phải chín tình huống dưới đây:

1. Động cơ còn cuộn dây hỏng, còn etyket, cần quấn khôi phục lại như cũ.
2. Động cơ còn cuộn dây hỏng, còn etyket, cần quấn sang điện áp khác.
3. Động cơ còn cuộn dây hỏng, còn etyket, cần quấn sang tần số khác.
4. Động cơ còn cuộn dây hỏng, còn etyket, cần quấn khôi phục lại như cũ nhưng không có dây thay thế đúng kích cỡ.
5. Động cơ còn cuộn dây hỏng, còn etyket, cần quấn sang vận tốc khác.
6. Động cơ còn cuộn dây hỏng, còn etyket, cần quấn chuyển từ ba pha sang một pha.
7. Động cơ mất cuộn dây hỏng, còn etyket, cần quấn khôi phục lại như cũ.
8. Động cơ mất cuộn dây hỏng, mất etyket, cần quấn khôi phục lại như cũ.
9. Động cơ mất cuộn dây hỏng, mất etyket, cần quấn lại theo yêu cầu về điện áp và vận tốc sử dụng.

Trong chín tình huống trên thì tình huống một là đơn giản và hay gặp nhất, bất cứ người thợ chân chính nào cũng phải làm được bằng cách copy lại cuộn dây hỏng và vận dụng những kiến thức từ chương 2 đến chương 6 để làm. Từ tình huống hai trở đi thì chỉ những kỹ thuật viên có chút bản lĩnh mới làm được. Trong chương này, chúng tôi sẽ lần lượt giới thiệu các phương pháp tính từ đơn giản đến phức tạp để giải quyết các tình huống nói trên. Làm chủ được chương này có nghĩa là bạn đọc đã tự khẳng định được đẳng cấp của mình.

7-1. Tính lại dây quấn khi chuyển đổi điện áp sử dụng

Trong chương 4, chúng tôi đã giới thiệu cách điều chỉnh số liệu về dây quấn cho các loại quạt và động cơ khi chuyển từ điện áp 110V sang 220V và ngược lại. Ở phụ

lục 1 (trang 266) có giới thiệu “Bảng quy đổi cỡ dây theo đường kính” dùng để tra cứu nhanh dây quấn khi quấn chuyển đổi cho hai loại điện áp trên. Về cơ bản, khi chuyển từ điện áp 110V lên 220V chỉ việc nâng số vòng dây quấn cho từng bối dây của các cuộn dây lên gấp đôi còn tiết diện dây quấn giảm xuống một nửa, tức đường kính dây giảm xuống 0,71 lần. Khi chuyển từ điện áp 220V xuống điện áp 110V thì số vòng của mỗi bối dây giảm xuống một nửa còn tiết diện dây nâng lên gấp đôi, tức đường kính dây tăng 1,41 lần. Trong thực tế, đôi khi gặp những động cơ có điện áp 100V, 120V, 127V muốn chuyển lên điện áp 220V hoặc động cơ điện áp 200V, 240V muốn chuyển xuống điện áp 110V. Lại có những động cơ điện xoay chiều ba pha điện 127/220V nay muốn chuyển về điện 220/380V cho hợp với mạng điện lưới hiện hành tại Việt Nam. Bởi vậy, chúng tôi thấy cần thiết phải giới thiệu công thức chung để tính số liệu dây quấn khi quấn chuyển đổi điện áp sử dụng cho những loại động cơ này.

Thông thường, khi quấn chuyển sang điện áp khác người ta giữ nguyên cách quấn cũ về kiểu dáng, kích thước và cách đấu các cuộn dây, chỉ khi thay đổi số cực hoặc thay đổi công suất tải người ta mới thành lập lại sơ đồ dây quấn. Khi không thay đổi cách quấn, để đảm bảo cho động cơ hoạt động bình thường thì từ thông trong mạch khi dùng ở điện áp mới phải giống từ thông trong mạch khi dùng ở điện áp cũ. Tức là, sức từ động của từng bối dây phải không đổi:

$$I_{bc}W_{bc} = I_{bm}W_{bm} , \quad (7-1)$$

I_{bc} - dòng điện chạy trong bối dây cũ (A) ;
 I_{bm} - dòng điện chạy trong bối dây mới (A) ;
 W_{bc} - số vòng bối dây cũ (vg) ;
 W_{bm} - số vòng bối dây mới (vg).

Mặt khác, để đảm bảo cho động cơ làm việc ở điện áp mới không bị sinh nhiệt hơn khi làm việc ở điện áp cũ thì công suất tiêu hao trong các bối dây phải không đổi. Tức là:

$$I_{bc}^2 R_{bc} = I_{bm}^2 R_{bm} , \quad (7-2)$$

R_{bc} - điện trở một chiều của bối dây cũ (Ω) ;
 R_{bm} - điện trở một chiều của bối dây mới (Ω).

Vì dòng điện chạy trong bối dây mới thay đổi so với dòng điện chạy trong bối dây cũ nên để thỏa mãn điều kiện (7-1) và (7-2) thì số vòng và điện trở một chiều (tức cỡ dây) của bối dây mới phải thay đổi so với bối dây cũ.

Tóm lại, khi chuyển từ điện áp này sang điện áp khác thì giữ nguyên kích thước, kiểu dáng, và cách đấu các cuộn dây chỉ thay đổi số vòng và đường kính của từng bối dây mới.

Nếu gọi K_{qu} là hệ số quy đổi điện áp thì:

$$K_{qu} = \frac{U_m}{U_c} , \quad (7-3)$$

U_c - điện áp cũ (V) ;
 U_m - điện áp mới (V) .

Người ta đã tính được rằng, khi quấn chuyển từ điện áp cũ sang điện áp mới thì số vòng của từng bối dây mới được xác định theo công thức:

$$W_{bm} = K_{qu} W_{bc} \quad (7-4)$$

Còn đường kính hoặc tiết diện dây mới thì được tính là:

$$d_m = \frac{d_c}{\sqrt{K_{qu}}} \quad (7-5)$$

$$S_m = \frac{S_c}{K_{qu}} \quad (7-6)$$

d_m - đường kính dây quấn mới (mm);

d_c - đường kính dây quấn cũ (mm);

S_m - tiết diện dây quấn mới (mm²);

S_c - tiết diện dây quấn cũ (mm²).

Cần phải nói thêm rằng, các công thức (7-5) hoặc (7-6) dùng để xác định đường kính hoặc tiết diện dây quấn mới chưa kể cách điện, trên cơ sở đường kính hoặc tiết diện dây đồng trần của dây quấn cũ. Để giữ cho động cơ có cấp chịu nhiệt như cũ và để cho công đoạn lồng dây được thuận lợi cần phải quan tâm đến chiều dày lớp cách điện nữa. Bởi vậy, khi khảo sát bối dây cũ cần phải đo được đường kính dây đồng trần và đường kính kể cả cách điện để làm cơ sở tính dây mới. Chẳng hạn $\Phi 21/22$ hoặc $\Phi 57/59$... Sau đây, chúng tôi xin hướng dẫn cách tính cho vài loại động cơ cụ thể.

Ví dụ 1. Quạt bàn vòng chập hiệu Opđuma của Liên Xô (cũ), điện áp sử dụng 127V, cuộn dây gồm 4 bối, mỗi bối 380 vòng, $\Phi 0,33/0,35$. Tính lại để quấn cho điện áp 220V.

Giải:

- Hệ số quy đổi điện áp: $K_{qu} = \frac{U_m}{U_c} = \frac{220}{127} \approx 1,732$

- Số vòng cho một bối dây mới: $W_{bm} = K_{qu} W_{bc} = 1,732 \cdot 380 \approx 658$ vg

- Đường kính dây đồng trần mới: $d_{0m} = \frac{d_{0c}}{\sqrt{K_{qu}}} = \frac{0,33}{\sqrt{1,732}} \approx 0,25$ mm

- Đường kính cả cách điện mới: $d_{cdm} = \frac{d_{cdc}}{\sqrt{K_{qu}}} = \frac{0,35}{\sqrt{1,732}} \approx 0,27$ mm

Vậy, quạt sẽ được quấn bằng 4 bối dây mới, mỗi bối 658 vòng, $\Phi 0,25/0,27$.

Nếu không thạo làm phép khai căn, có thể tính qua tiết diện bằng công thức (7-6) rồi tra ra đường kính dây theo tiết diện.

Ví dụ 2. Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu Sanyo, điện áp sử dụng 200V, cuộn làm việc gồm 4 bối dây, 560vg/bói, $\Phi 0,25/0,27$; cuộn khởi động gồm 4 bối dây, 670vg/bói, $\Phi 0,20/0,22$; 2 cuộn số, mỗi cuộn 4 bối, 100vg/bói, $\Phi 0,22/0,24$. Tính lại để sử dụng điện 110V.

Giải:

- Hệ số quy đổi diện áp: $K_{qu} = \frac{U_m}{U_c} = \frac{110}{200} = 0,55$

- Số vòng cho một bối dây cuộn làm việc mới:

$$W_{blvm} = K_{qu} W_{blvc} = 0,55 \cdot 560 = 308 \text{ vg}$$

- Đường kính dây đồng trần cuộn làm việc mới:

$$d_{0lvm} = \frac{d_{0lvc}}{\sqrt{K_{qu}}} = \frac{0,25}{\sqrt{0,55}} \approx 0,34 \text{ mm}$$

- Đường kính cả cách điện cuộn làm việc mới:

$$d_{cdlvm} = \frac{d_{cdlvc}}{\sqrt{K_{qu}}} = \frac{0,27}{\sqrt{0,55}} \approx 0,36 \text{ mm}$$

- Số vòng cho một bối dây cuộn khởi động mới:

$$W_{bkdm} = K_{qu} W_{bkdc} = 0,55 \cdot 670 \approx 369 \text{ vg}$$

- Đường kính dây đồng trần cuộn khởi động mới:

$$d_{0kdm} = \frac{d_{0kdc}}{\sqrt{K_{qu}}} = \frac{0,20}{\sqrt{0,55}} \approx 0,27 \text{ mm}$$

- Đường kính cả cách điện cuộn khởi động mới:

$$d_{cdkdm} = \frac{d_{cdkdc}}{\sqrt{K_{qu}}} = \frac{0,22}{\sqrt{0,55}} \approx 0,30 \text{ mm}$$

- Số vòng cho một bối dây số mới:

$$W_{bsm} = K_{qu} W_{bsc} = 0,55 \cdot 100 = 55 \text{ vg}$$

- Đường kính dây đồng trần cuộn dây số mới:

$$d_{0sm} = \frac{d_{0sc}}{\sqrt{K_{qu}}} = \frac{0,22}{\sqrt{0,55}} \approx 0,30 \text{ mm}$$

- Đường kính cả cách điện cuộn dây số mới:

$$d_{cdsm} = \frac{d_{cdsc}}{\sqrt{K_{qu}}} = \frac{0,24}{\sqrt{0,55}} \approx 0,32 \text{ mm}$$

Vậy số liệu dây mới của quạt là:

- Cuộn làm việc gồm 4 bối, 308vg/bối, $\Phi 0,34/0,36$.
- Cuộn khởi động gồm 4 bối, 369vg/bối, $\Phi 0,27/0,30$.
- 2 cuộn dây số, mỗi cuộn 4 bối, 55vg/bối, $\Phi 0,30/0,32$.

Ví dụ 3. Động cơ ba pha công suất 1kW, điện áp sử dụng 127/220V, mỗi cuộn dây pha gồm 4 bối dây đơn quấn 46vg/bối $\Phi 0,96/0,99$. Tính lại để sử dụng ở điện áp ba pha 220/380V.

Giải:

Bài toán này đặt ra vấn đề là có một động cơ, khi đấu Δ sử dụng được ở mạng điện ba pha có điện áp dây 127V còn khi đấu Y sử dụng được ở mạng điện ba pha có điện áp dây 220V. Nay cần quán lại để khi đấu Δ sử dụng được ở mạng điện có điện áp dây 220V còn khi đấu Y sử dụng được ở mạng điện có điện áp dây 380V.

- Khi tính cho động cơ ba pha, hệ số quy đổi điện áp K_{qu} được xác định là tỉ số của điện áp mới khi đấu Y và điện áp cũ khi đấu Y hoặc điện áp mới khi đấu Δ và điện áp cũ khi đấu Δ . Hãy xác định theo Y: $K_{qu} = \frac{U_{Ym}}{U_{Yc}} = \frac{380}{220} \approx 1,727$

- Số vòng một bội dây pha mới: $W_{bm} = K_{qu} W_{bc} = 1,727.46 \approx 79vg$

- Đường kính dây đồng trần cuộn dây pha mới: $d_{0m} = \frac{d_{0c}}{\sqrt{K_{qu}}} = \frac{0,96}{\sqrt{1,727}} \approx 0,73mm$

- Đường kính cả cách điện cuộn dây pha mới:

$$d_{dm} = \frac{d_{dc}}{\sqrt{K_{qu}}} = \frac{0,99}{\sqrt{1,727}} \approx 0,75mm$$

Vậy, dây quán mới sẽ gồm 3 cuộn dây pha, mỗi cuộn có 4 bội dây đơn, mỗi bội quán 79vg/bội, $\Phi 0,73/0,75$.

Lưu ý:

- Trong mọi trường hợp, phải kiểm tra lại khả năng lắp đầy rãnh của dây quán mới theo cách làm ở mục 7-5. Nếu dây quán mới không thỏa mãn quan hệ 7-34 thì phải tra bảng 7-13 để chọn dây quán có cách điện mỏng hơn hoặc giảm đường kính dây quán (trường hợp cần thiết cho phép giảm từ 2÷3%).
- Chúng tôi đã dùng phương pháp trên để tính ra hệ số 0,71; 1,41 và “Bảng quy đổi cỡ dây theo đường kính” (phụ lục 1) cho trường hợp chuyển từ điện áp 110V lên 220V và ngược lại. Bởi vậy, khi quán chuyển đổi cho 2 loại điện áp này thì không cần tính lại mà cứ áp dụng các hệ số và bảng như đã hướng dẫn.
- Đối với những động cơ mà thành lập lại sơ đồ đấu dây hoặc thay đổi kết cấu cuộn dây khi quán chuyển đổi điện áp thì không thuộc phạm vi áp dụng phương pháp này.
- Các công thức trên có thể áp dụng linh hoạt để tính chuyển đổi điện áp cho các loại biến áp, rote, cuộn cảm...

7-2. Tính lại dây quán khi thay đổi tần số điện lưới

Giống như các thiết bị điện khác, trên thị trường Việt Nam hiện đang tồn tại hai dòng động cơ điện xoay chiều. Một dòng được thiết kế theo hệ Quốc tế (hệ SI) với tần số điện lưới 50Hz, một dòng được thiết kế theo hệ Anh với tần số điện lưới 60Hz. Trong khi đó, mạng điện lưới của chúng ta đã được quy hoạch thống nhất trong cả nước với lưới điện hạ áp 220/380V, tần số 50Hz. Vì vậy, dòng động cơ thiết kế theo hệ Anh buộc phải làm việc ở tần số không phù hợp. Khi động cơ 60Hz

sử dụng ở lưới điện 50Hz sẽ bất lợi do kích thước mạch từ và các thông số về dây quấn không thích ứng dẫn đến giảm công suất, giảm vận tốc, và sinh nhiệt nhiều hơn so với khi làm việc ở lưới điện 60Hz. Điều đó đặt ra yêu cầu, khi sửa chữa cuộn dây động cơ điện xoay chiều dòng 60Hz phải tính lại dây quấn cho tương thích với tần số sử dụng mới của nó. Người ta làm như sau.

Giữ nguyên kiểu dáng, kích thước và cách đấu các cuộn dây, chỉ thay đổi số vòng và cỡ dây quấn cho từng bối dây của chúng.

Nếu gọi K_{qf} là hệ số quy đổi tần số thì:

$$K_{qf} = \frac{f_m}{f_c}, \quad (7-7)$$

f_m - tần số điện lưới mới (Hz);

f_c - tần số điện lưới cũ (Hz).

Số vòng và đường kính hoặc tiết diện dây quấn mới được xác định theo công thức:

$$W_{bm} = \frac{W_{bc}}{K_{qf}}, \quad (7-8)$$

$$d_m = d_c \sqrt{K_{qf}}, \quad (7-9)$$

$$S_m = K_{qf} S_c, \quad (7-10)$$

W_{bm} - số vòng bối dây mới (vg);

W_{bc} - số vòng bối dây cũ (vg);

d_m - đường kính dây quấn mới (mm);

d_c - đường kính dây quấn cũ (mm);

S_m - tiết diện dây quấn mới (mm²);

S_c - tiết diện dây quấn cũ (mm²).

Công suất và vận tốc quay của động cơ khi làm việc ở tần số mới sẽ được thay đổi theo công thức:

$$P_{dmm} = K_{qf} P_{dmc}, \quad (7-11)$$

$$n_m = K_{qf} n_c, \quad (7-12)$$

P_{dmm} - công suất định mức ở tần số mới (kW);

P_{dmc} - công suất định mức ở tần số cũ (kW);

n_m - vận tốc quay ở tần số mới (vg/ph);

n_c - vận tốc quay ở tần số cũ (vg/ph).

Trong trường hợp chuyển từ tần số 60Hz xuống tần số 50Hz thì công suất và vận tốc động cơ sẽ thay đổi theo chiều hướng giảm, mặc dù dây quấn mới đã được tính lại theo tần số 50Hz.

Ví dụ 1. Một động cơ điện xoay chiều một pha công suất 0,37kW; vận tốc 3390vg/ph; dùng điện 220V-60Hz; cuộn làm việc gồm 2 tổ bối bốn kiểu mẹ con, quấn 73vg/bối, Φ 0,58/0,60; cuộn khởi động gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con, quấn 220vg/bối, Φ 0,43/0,45. Tính lại để dùng ở lưới điện một pha 220V-50Hz.

Giải:

- Hệ số quy đổi tần số: $K_{qf} = \frac{f_m}{f_c} = \frac{50}{60} = 0,833$

- Số vòng cho một bố dây cuộn làm việc mới: $W_{blvm} = \frac{W_{blvc}}{K_{qf}} = \frac{73}{0,833} \approx 88 \text{vg}$

- Đường kính dây đồng trần cuộn làm việc mới:

$$d_{0lvm} = d_{0lvc} \sqrt{K_{qf}} = 0,58 \sqrt{0,833} \approx 0,53 \text{mm}$$

- Đường kính cả cách điện cuộn làm việc mới:

$$d_{cdlvm} = d_{cdlvc} \sqrt{K_{qf}} = 0,60 \sqrt{0,833} \approx 0,55 \text{mm}$$

- Số vòng cho một bố dây khởi động mới:

$$W_{bkdm} = \frac{W_{bkdc}}{K_{qf}} = \frac{220}{0,833} \approx 264 \text{vg}$$

- Đường kính dây đồng trần cuộn khởi động mới:

$$d_{0kdm} = d_{0kdc} \sqrt{K_{qf}} = 0,43 \sqrt{0,833} \approx 0,39 \text{mm}$$

- Đường kính cả cách điện cuộn khởi động mới:

$$d_{cdkdm} = d_{cdkdc} \sqrt{K_{qf}} = 0,45 \sqrt{0,833} \approx 0,41 \text{mm}$$

- Công suất ở lưới điện 50Hz của động cơ mới:

$$P_{dmm} = K_{qf} P_{dmc} = 0,833 \cdot 0,37 \approx 0,31 \text{kW}$$

- Vận tốc quay ở lưới điện 50Hz của động cơ mới:

$$n_m = K_{qf} n_c = 0,833 \cdot 3390 \approx 2824 \text{vg/ph}$$

Vậy, dây quấn của động cơ mới gồm cuộn làm việc có 2 tổ bố bốn kiểu mẹ con, quấn 88vg/bố, Φ 0,53/0,55; cuộn khởi động có 2 tổ bố đôi kiểu mẹ con, quấn 264vg/bố, Φ 0,39/0,41. Công suất động cơ giảm còn 0,31kW. Vận tốc quay giảm còn 2824vg/ph.

Ví dụ 2. Một động cơ điện xoay chiều ba pha công suất 2,6kW; vận tốc 1680vg/ph; dùng điện 220/380V-60Hz; mỗi cuộn dây pha gồm 6 tổ bố sáu kiểu đồng khuôn, quấn 40vg/bố, Φ 1,15/1,28. Tính lại để sử dụng ở lưới điện ba pha 220/380V-50Hz.

Giải:

- Hệ số quy đổi tần số: $K_{qf} = \frac{f_m}{f_c} = \frac{50}{60} \approx 0,833$

- Số vòng cho một bố cuộn dây pha mới: $W_{bm} = \frac{W_{bc}}{K_{qf}} = \frac{40}{0,833} \approx 48 \text{vg}$

- Đường kính dây đồng trần cuộn dây pha mới:

$$d_{0m} = d_{0c} \sqrt{K_{qf}} = 1,15 \sqrt{0,833} \approx 1,05 \text{mm}$$

- Đường kính cả cách điện cuộn dây pha mới:

$$d_{dm} = d_{dc} \sqrt{K_{qf}} = 1,28 \sqrt{0,833} \approx 1,17 \text{ mm}$$

- Công suất ở lưới điện 50Hz của động cơ mới:

$$P_{dmm} = K_{qf} P_{dmc} = 0,833 \cdot 2,6 \approx 2,17 \text{ kW}$$

- Vận tốc quay ở lưới điện 50Hz của động cơ mới:

$$n_m = K_{qf} n_c = 0,833 \cdot 1680 \approx 1400 \text{ vg/ph}$$

Vậy, dây quấn động cơ mới gồm 3 cuộn dây pha, mỗi cuộn có 6 tổ bối sáu kiểu đồng khuôn, quấn 48vg/bối, Φ 1,05/1,17. Công suất động cơ giảm còn 2,17kW. Vận tốc quay giảm còn 1400vg/ph.

Cuối cùng, phải kiểm tra khả năng lắp đầy rãnh của dây quấn mới như đã nói ở mục 7-1.

7-3. Tính lại dây quấn khi thay thế một dây tròn lớn bằng hai dây tròn nhỏ

Trên thực tế, không phải bao giờ cũng tìm được đúng loại dây quấn cần thiết. Khi đó, người ta phải thay thế một dây quấn tròn lớn bằng hai dây quấn tròn nhỏ. Vì vậy, chúng tôi xin hướng dẫn phương pháp quy đổi để bạn đọc có thể chủ động hơn trong việc tìm vật liệu thay thế.

Khi thay dây quấn tròn lớn bằng hai dây quấn tròn nhỏ phải tuân thủ nguyên tắc, tổng tiết diện mặt cắt dây đồng trần của hai dây mới phải lớn hơn hoặc bằng tiết diện mặt cắt dây đồng trần của dây cũ. Trong trường hợp cần thiết có thể cho phép nhỏ hơn từ 2÷3% mà công suất động cơ vẫn không đổi. Hai dây tròn nhỏ có thể cùng kích thước, có thể không cùng kích thước (điều đó không quan trọng) nhưng phải thỏa mãn điều kiện:

$$S_{0c} \leq S_{0m1} + S_{0m2} \quad , \quad (7-13)$$

S_{0c} - tiết diện mặt cắt dây đồng trần của dây quấn cũ (mm^2);

S_{0m1} - tiết diện mặt cắt dây đồng trần của dây quấn mới thứ nhất (mm^2);

S_{0m2} - tiết diện mặt cắt dây đồng trần của dây quấn mới thứ hai (mm^2).

Từ điều kiện (7-13) dễ dàng suy ra công thức tính đường kính dây quấn mới như sau:

$$d_{0m2} \geq \sqrt{d_{0c}^2 - d_{0m1}^2} \quad , \quad (7-14)$$

d_{0c} - đường kính dây đồng trần của dây quấn cũ (mm);

d_{0m1} - đường kính dây đồng trần của dây quấn mới thứ nhất (mm);

d_{0m2} - đường kính dây đồng trần của dây quấn mới thứ hai (mm).

Ví dụ. Một động cơ trước dây quấn bằng dây đồng có đường kính không kể cách điện là 1,50mm. Nay không có dây 1,50mm. Hãy tìm hai loại dây nhỏ hơn để thay thế cho nó.

Giải:

Có rất nhiều phương án chọn dây. Theo (7-14) thì, ứng với một loại dây quấn mới thứ nhất sẽ tìm được một loại dây quấn mới thứ hai. Tuy nhiên, để thuận tiện

cho công nghệ lồng đầu dây, người ta không khuyến khích dùng hai loại dây có đường kính chênh lệch nhau quá lớn. Giả sử đang có sẵn ba loại dây với đường kính 1,20mm; 1,05mm và 0,80mm. Vấn đề là phải xác định được ba loại dây đi cặp với chúng:

- Nếu dùng sợi dây thứ nhất có $d_{0m1} = 1,20\text{mm}$ thì sợi dây thứ hai sẽ có đường kính là: $d_{0m2} = \sqrt{d_{0c}^2 - d_{0m1}^2} = \sqrt{1,50^2 - 1,20^2} = 0,9\text{mm}$.

- Nếu dùng sợi dây thứ nhất có $d_{0m1} = 1,05\text{mm}$ thì sợi dây thứ hai sẽ có đường kính là: $d_{0m2} = \sqrt{d_{0c}^2 - d_{0m1}^2} = \sqrt{1,50^2 - 1,05^2} \approx 1,07\text{mm}$.

- Nếu dùng sợi dây thứ nhất có $d_{0m1} = 0,80\text{mm}$ thì sợi dây thứ hai sẽ có đường kính là: $d_{0m2} = \sqrt{d_{0c}^2 - d_{0m1}^2} = \sqrt{1,50^2 - 0,80^2} \approx 1,27\text{mm}$.

Lưu ý:

- Khi thay thế một dây quấn tròn lớn bằng hai dây quấn tròn nhỏ thì số vòng trong một bố của dây quấn mới không thay đổi so với dây quấn cũ. Nghĩa là, cứ một vòng của dây quấn cũ sẽ ứng với một vòng của sợi dây mới thứ nhất và một vòng của sợi dây mới thứ hai.
- Để tránh dòng điện cân bằng chạy trong các cuộn dây, nên chập 2 sợi dây lại với nhau rồi quấn đồng thời.
- Phải tra bảng 7-13 để chọn loại dây có độ dày lớp cách điện thích hợp rồi kiểm tra khả năng đặt dây mới vào rãnh như đã nói ở mục 7-1 để bảo đảm chắc chắn có thể lồng được hết dây vào rãnh.
- Phương pháp này có thể áp dụng để tính cho tất cả các động cơ, biến áp, rôle và các loại dây quấn khác.

7-4. Thay đổi số liệu dây quấn bằng cách thay đổi cách đấu sao - tam giác

Khi gặp khó khăn về vật liệu thay thế, ngoài phương pháp thay một sợi dây tròn lớn bằng hai sợi dây tròn nhỏ, đối với động cơ điện xoay chiều ba pha còn một phương pháp nữa là thay đổi cách đấu giữa các pha. Giả sử, các cuộn dây pha trong một động cơ điện xoay chiều ba pha đã được thiết kế đấu Δ , nếu đấu chúng thành Y thì điện áp hạ trên mỗi cuộn dây pha sẽ bị giảm $\sqrt{3}$ lần, muốn công suất trên trục động cơ không đổi thì dòng chạy trên các cuộn dây pha phải tăng $\sqrt{3}$ lần, tiết diện dây quấn phải tăng $\sqrt{3}$ lần và số vòng dây quấn phải giảm $\sqrt{3}$ lần. Tương tự, một động cơ khác đã thiết kế đấu Y, nếu đấu thành Δ thì điện áp hạ trên các cuộn dây pha tăng $\sqrt{3}$ lần, muốn công suất động cơ không đổi thì dòng chạy trên các cuộn dây pha phải giảm $\sqrt{3}$ lần, tiết diện dây quấn giảm $\sqrt{3}$ lần và số vòng dây quấn tăng $\sqrt{3}$ lần. Như vậy, có thể gỡ bí khi không tìm được cỡ dây quấn cần thiết bằng cách thay đổi cách đấu các cuộn dây pha từ Y sang Δ và ngược lại. Lúc đó, số vòng và cỡ dây sẽ được điều chỉnh theo các công thức sau:

$$d_{0mY} = 1,316d_{0c\Delta} \quad (7-15)$$

$$n_{mY} = \frac{n_{c\Delta}}{1,732} \quad (7-16)$$

$$d_{0m\Delta} = 0,76d_{0cY} \quad (7-17)$$

$$n_{m\Delta} = 1,732n_{cY} \quad (7-18)$$

d_{0mY} - đường kính dây quấn mới khi đấu Y (mm);

$d_{0m\Delta}$ - đường kính dây quấn mới khi đấu Δ (mm);

d_{0cY} - đường kính dây quấn cũ khi đấu Y (mm);

$d_{0c\Delta}$ - đường kính dây quấn cũ khi đấu Δ (mm);

n_{mY} - số vòng dây quấn mới khi đấu Y (vg);

$n_{m\Delta}$ - số vòng dây quấn mới khi đấu Δ (vg);

n_{cY} - số vòng dây quấn cũ khi đấu Y (vg);

$n_{c\Delta}$ - số vòng dây quấn cũ khi đấu Δ (vg).

Ví dụ 1. Một động cơ ba pha được quấn 50vg/bối, dây có đường kính (không kể cách điện) 1,2mm, khi đấu Δ sử dụng ở mạng điện ba pha 220V, khi đấu Y sử dụng ở mạng điện ba pha 380V. Nay không có dây đường kính 1,2mm, hãy tìm cỡ dây khác để thay thế.

Giải:

Trong trường hợp này cần phải đấu các cuộn dây pha thành Δ để dùng ở mạng điện ba pha 380V. Khi đó, số liệu dây quấn sẽ được điều chỉnh như sau:

- Số vòng dây quấn mới:

Theo (7-18), $n_{m\Delta} = 1,732n_{cY} = 1,732.50 \approx 87$ vg/bối

- Đường kính dây quấn mới:

Theo (7-17), $d_{0m\Delta} = 0,76d_{0cY} = 0,76.1,20 \approx 0,91$ mm

Ví dụ 2. Một động cơ khác được quấn 120vg/bối, dây có đường kính (không kể cách điện) 0,90mm, khi đấu Δ sử dụng ở mạng điện ba pha 380V, khi đấu Y sử dụng ở mạng điện ba pha 660V. Nay không có dây đường kính 0,9mm, hãy tìm dây khác để thay thế.

Giải:

Ở Việt Nam chỉ có mạng điện ba pha 380V nên trong trường hợp này phải đấu động cơ thành Y để dùng ở mạng điện ba pha 380V. Khi đó, số liệu dây quấn sẽ được điều chỉnh lại như sau:

- Số vòng dây quấn mới:

Theo (7-16): $n_{mY} = \frac{n_{c\Delta}}{1,732} = \frac{120}{1,732} \approx 69$ vg/bối

- Đường kính dây quấn mới:

Theo (7-15): $d_{0mY} = 1,316d_{0c\Delta} = 1,316.0,9 \approx 1,18$ mm

Cuối cùng, tra bảng 7-13 để chọn loại dây rồi kiểm tra lại khả năng đặt dây mới vào rãnh như đã nói ở mục 7-1 để bảo đảm chắc chắn có thể tra hết dây vào rãnh.

7-5. Tính lại dây quấn stato cho vận tốc quay khác

Các động cơ điện xoay chiều một pha và ba pha đôi khi có nhu cầu đổi sang vận tốc quay khác. Muốn vậy, phải quấn lại dây quấn stato và rôto từ số cực cũ $2p_c$ sang số cực mới $2p_m$ trên cơ sở các số liệu của dây quấn cũ.

Khi số cực thay đổi thì số tổ bố dây, số bố dây trong một tổ, số vòng dây trong một bố, đường kính dây, kiểu lồng dây và khoảng cách lồng dây cũng thay đổi theo. Để thành lập được sơ đồ dây quấn cho vận tốc quay mới, cần phải tính toán, kiểm nghiệm qua nhiều bước khá công phu. Chúng tôi xin giới thiệu phương pháp tính cho động cơ ba pha rôto ngắn mạch. Từ đó, bạn đọc có thể vận dụng để tính cho động cơ điện xoay chiều ba pha ruột quấn và các loại động cơ điện xoay chiều một pha khác.

Trước khi tính toán, cần phải xác định được các số liệu sau từ dây quấn cũ:

- Công suất của động cơ cũ P_{dmc} (kW).
- Số vòng quay hoặc số cực cũ $2p_c$ (cực).
- Điện áp sử dụng U (V).
- Số pha m .
- Dây quấn một lớp hay hai lớp?
- Số dây dẫn tác dụng trong một rãnh cũ N_{dxc} (dây).
- Số sợi dây song song cũ n_{ssc} (quấn bằng một sợi, hai sợi hay ba sợi...?) (dây).
- Số mạch nhánh song song cũ a_{ssc} (nhánh).
- Đường kính dây đồng trần cũ d_{dc} (mm).
- Đường kính dây cũ kể cả cách điện d_{cdc} (mm).
- Bước dây quấn cũ y_c (rãnh).
- Số rãnh stato Z_s (rãnh).
- Số rãnh rôto Z_r (rãnh).
- Đường kính ngoài stato D_{ngs} (cm).
- Đường kính trong stato D_{trs} (cm).
- Chiều dài stato L_s (cm).
- Chiều sâu rãnh stato h_{rs} (cm).
- Kiểu rãnh (hình thang hay quả lê?).
- Độ rộng khe miệng rãnh b_{mr} (mm).

Sau đây là những bước tính toán cụ thể.

1. Dựa vào số rãnh stato Z_s để kiểm nghiệm khả năng chuyển đổi.

Các động cơ khi chuyển đổi từ vận tốc này sang vận tốc khác chỉ thực hiện được khi Z_s phù hợp với Z_r và số cực mới $2p_m$ theo bảng 7-1. Nếu không thỏa mãn được bảng 7-1 thì động cơ sẽ khởi động chậm, có thể bị kẹt khi tăng tốc và mất bình thường khi làm việc.

2. Dựa vào đường kính ngoài stato D_{ngs} để xác định bước dây quấn mới y_m .

Các động cơ ba pha có $D_{ngs} < 200\text{mm}$ thường dùng dây quấn một lớp. Khi $D_{ngs} \geq 200\text{mm}$ phải dùng dây quấn hai lớp. Với cuộn dây một lớp thì phải thực hiện bước đủ. Khi đó:

$$y_m = \tau = \frac{Z_s}{2p_m}, \quad (7-19)$$

y_m - bước dây quấn mới (rãnh);

τ - bước cực (rãnh);

$2p_m$ - số cực mới.

Bảng 7-1. Số rãnh rôto lồng sóc nên dùng

$2p$	Z_s	Z_r khi rãnh	
		Thẳng	Chéo
2	18	15	15;26
	24	16;18;20;32	18;20;30;31;33;34;35
	30	22;38	18;20;21;23;24;37;39;40
	36	26;28;44;46	25;27;28;29;43;45;47
	42	32;34;50;52	
	48	38;40;56;58	40;59
4	18	15	15
	24	18;30;32;	16;18;20;30;33;34;35;36
	36	24;26;42;44;46;48;54	27;28;30;32;45;48;54
	42	34;50;52;54	33;34;38;51;53
	48	34;38;56;57;58;60;62;64	36;39;40;44;57;59
	60	50;52;68;70;72;74	48;49;50;51;56;64;69;70;71;72
6	72	62;64;80;82;86	61;63;68;76;81;83
	36	26;27;33;42;44;45;46;48;49	26;27;33;42;44;45;46;47;49;50
	54	36;42;44;58;60;64;66;68	36;42;43;58;60;65;67
	72	54;56;58;62;81;82;84;86;88;90	54;57;59;60;61;81;83;85;87
	90	74;76;78;80;100;102;104	75;77;79;101;103;105
8	36	26;27;33;46;48	26;27;33;46;48
	48	34;44;58;60;62;64	35;44;58;60;61;63;65
	54	36;42;58;64	36;42;58;64
	72	58;60;82;84;86;88;90	56;57;59;60;82;84;85;87;89
	80	60;68;70;98;100;102;104	68;69;71;97;99;101
	96	78;82;110;112;114	79;80;81;83;109;111;113
10	60	44;46;74;76	46;57;63;74;77;78;79
	90	68;72;74;76;104;106;108;110; 112;114	70;71;73;87;93;107;109
		86;88;92;94;96;98;102;104;	
	120	106;134;138;140;142;144;146	99;101;108;117;123;137;139
12	72	56;64;80;88	69;75;80;86;91;92
	90	68;73;74;82;98;106;110	71;73;86;87;93;94;107
	108	86;89;92;100;116;124;128;130;132	84;89;91;104;105;111;112;125;127
	199	124;128;136;152;160;164;166;168;170;172	125;127;141;147;161;163

Trong cuộn dây hai lớp thường dùng bước ngắn. Cuộn dây bước ngắn cho phép tiết kiệm khối lượng đồng và cải thiện được đặc tính điện của động cơ. Khi đó:

$$y_m = \beta \frac{Z_s}{2p_m}, \quad (7-20)$$

β - hệ số bước ngắn (chọn từ 0,50 ÷ 0,95 tùy theo số cực, thường lấy bằng 0,8).

Ví dụ. Hãy chọn bước lồng dây để quấn lại một dây quấn stato có 48 rãnh sao cho được cuộn dây 4 cực.

Nếu chọn cuộn dây một lớp thì phải dùng bước đủ.

Theo (7-19): $y_m = \tau = \frac{Z_s}{2p_m} = \frac{48}{4} = 12$ rãnh. Tức bố trí dây hạ vào rãnh số 1 và rãnh

số 1 + 12 = 13.

Nếu chọn cuộn dây hai lớp thì phải dùng bước ngắn.

Theo (7-20): $y_m = \beta \frac{Z_s}{2p_m} = 0,8 \frac{48}{4} = 9,6$ rãnh. Lấy tròn là 10 rãnh. Tức bố trí dây

hạ vào rãnh số 1 và rãnh số 1 + 10 = 11.

Khi dùng cuộn dây hai lớp, có thể dùng bảng 7-2 để tra nhanh bước dây quấn y.

Bảng 7-2. Bước dây quấn stato cuộn dây hai lớp động cơ không đồng bộ

2p	y khi số rãnh stato Z_s							
	24	36	45	48	54	60	72	75
2	8;9	10 - 13		15 - 17				
4		7		9; 10		12; 1		
6		5	6;7		7;8		9; 10	
8		4		5	6	6; 7	7	
10						5		6; 7

3. Dựa vào số cực để tìm số rãnh của một pha dưới một cực. Tức tìm số bố trí dây trong một tổ bố trí.

Từ số cực cũ $2p_c$ tìm được số rãnh của một pha dưới một cực cũ q_{zc} :

$$q_{zc} = \frac{Z_s}{3.2p_c}. \quad (7-21)$$

Từ số cực mới $2p_m$ tìm số rãnh của một pha dưới một cực mới q_{zm} :

$$q_{zm} = \frac{Z_s}{3.2p_m}. \quad (7-22)$$

4. Dựa vào kết quả ở bước 3 để xác định số tổ bố trí dây trong cả máy n_Σ . Từ đó suy ra số tổ bố trí trong một pha.

- Trường hợp dây quấn một lớp:

$$n_\Sigma = \frac{Z_s}{2q_{zm}}. \quad (7-23)$$

- Trường hợp dây quấn hai lớp:

$$n_{\Sigma} = \frac{Z_s}{q_{zm}} \quad (7-24)$$

5. Dựa vào kết quả ở bước 2 và 3 để xác định hệ số dây quấn cũ K_{wc} và hệ số dây quấn mới K_{wm} theo bảng 7-3 và bảng 7-4.

Bảng 7-3. Hệ số dây quấn của dây quấn ba pha một lớp

q_z	K_w	q_z	K_w
1	1,000	4	0,958
1,5	0,960	4,5	0,955
2	0,966	5	0,957
2,5	0,957	6	0,957
3	0,960	8	0,956
3,5	0,956		

Bảng 7-4. Hệ số dây quấn của dây quấn ba pha hai lớp

q_z	K_w khi bước dây quấn y																
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	0,866	1,000	0,866														
1 1/2		0,831	0,945	0,945													
2			0,836	0,933	0,966												
2 1/4				0,877	0,941	0,954	0,915										
2 1/2				0,827	0,907	0,950	0,950										
3					0,831	0,902	0,945	0,960									
3 1/2						0,831	0,884	0,930	0,953	0,953							
4							0,831	0,885	0,926	0,950	0,958						
4 1/2								0,827	0,877	0,916	0,910	0,951	0,954				
5									0,829	0,875	0,910	0,935	0,951	0,957			
5 1/2										0,827	0,899	0,902	0,928	0,945	0,951	0,954	
6											0,928	0,866	0,900	0,945	0,942	0,952	
8												0,719	0,758	0,794	0,828	0,876	

6. Dựa vào đường kính ngoài stato D_{ngs} và số cực mới $2p_m$ để xác định số nhánh song song mới a_{ssm} và số sợi dây song song mới n_{ssm} theo bảng 7-5. Trong bảng này, các trị số lớn của a_{ss} và n_{ss} được chọn khi diện áp nhỏ và chiều dài lõi thép lớn.

Bảng 7-5. Các trị số a_{ss} và n_{ss} trong động cơ không đồng bộ

$2p$	Khi D_{ngs} (cm)									
	< 15		15 ÷ 20		20 ÷ 25		25 ÷ 35		35 ÷ 50	
	a_{ss}	n_{ss}	a_{ss}	n_{ss}	a_{ss}	n_{ss}	a_{ss}	n_{ss}	a_{ss}	n_{ss}
2	1	1	1	1 - 3	1; 2	2 - 4	2	2 - 4	2	3 - 11
4	1	1	1	1; 2	1	1 - 3	1; 2	1 - 3	2; 4	2 - 5
6	1	1	1	1; 2	1	1 - 3	1; 2	1 - 3	2; 3	2 - 5
8							1; 2	1 - 3	2; 4	1 - 3
10										2 - 4

7. Dựa vào kết quả ở bước 5 và bước 6 để tìm số dây dẫn tác dụng trong một rãnh mới N_m (nếu chập đôi, chập ba sợi dây lại để quấn thì hai hoặc ba sợi dây trong rãnh làm thành một dây dẫn tác dụng).

$$N_{dzm} = N_{dzc} \frac{p_m K_{wc} a_{sm}}{p_c K_{wm} a_{sc}}, \quad (7-25)$$

p_m - số cặp cực mới (bằng một nửa số cực);

p_c - số cặp cực cũ.

Đây mới chỉ là bước xác định sơ bộ. N_{dzm} sẽ được làm chính xác sau khi xác định được từ cảm ở lưng lõi thép stato.

8. Dựa vào đường kính trong stato D_{rs} và số cực mới $2p_m$ để tính bước cực τ .

$$\tau = \frac{3,14 D_{rs}}{2p_m}. \quad (7-26)$$

9. Dựa vào kết quả của bước 8 và chiều dài lõi thép stato L_s để tính diện tích bước cực Q_r :

$$Q_r = \tau L_s. \quad (7-27)$$

10. Dựa vào kết quả của bước 9 để xác định trị số K_e (tỉ số giữa suất điện động và điện áp) theo bảng 7-6.

Bảng 7- 6. Trị số K_e theo diện tích bước cực

$Q_r (cm)$	15 - 50	50 - 100	100 - 150	150 - 400	> 400
K_e	0,75 - 0,86	0,86 - 0,90	0,90 - 0,93	0,93 - 0,95	0,95 - 0,97

11. Dựa vào kết quả ở bước 6 và 7 để tính số vòng dây nối tiếp của một pha mới W_{fm} (tính sơ bộ, sẽ làm chính xác sau khi hiệu chỉnh N_{dzm}):

$$W_{fm} = \frac{N_{dzm} Z_s}{6a_{sm}}. \quad (7-28)$$

12. Dựa vào kết quả của bước 5; 9; 10; 11 để tính từ cảm trong khe hở B_{kh} theo công thức:

$$B_{kh} = \frac{64 K_e U_f}{K_{wm} Q_r W_{fm}}, \quad (7-29)$$

U_f - điện áp pha của động cơ.

13. Dựa vào đường kính ngoài stato D_{ngs} , đường kính trong stato D_{rs} và chiều sâu rãnh stato h_{zs} để tính chiều cao lưng stato h_{ls} theo công thức:

$$h_{ls} = 0,5(D_{ngs} - D_{rs} - 2h_{zs}). \quad (7-30)$$

14. Dựa vào kết quả ở bước 8; 12; 13 để tính từ cảm ở lưng stato B_l theo công thức:

$$B_l = \frac{0,36 B_{kh} \tau}{h_{ls}}. \quad (7-31)$$

15. So sánh kết quả ở bước 14 với giá trị B_l cho trong bảng 7-7. Nếu nằm trong giới hạn cho phép thì các tính toán trên đã đạt yêu cầu. Nếu vượt ra ngoài phải điều chỉnh lại số dây dẫn tác dụng mới N_{idzm} . Theo đó, số vòng dây nối tiếp của một pha mới W_{fm} cũng phải điều chỉnh theo công thức (7-28).

Bảng 7-7. Giá trị từ cảm trong động cơ không đồng bộ thông thường.

$2p$	$B_{kh}(T)$ khi $\tau(cm)$			$B_l(T)$	$B_r(T)$
	3 - 6	6 - 11	12 - 30		
2	0,55 - 0,65	0,45 - 0,50	0,65 - 0,70	1,2 - 1,7	1,3 - 1,7
4			0,70 - 0,75	1,0 - 1,5	1,3 - 1,7
≥ 6			0,71 - 0,77	1,0 - 1,5	1,3 - 1,7

16. Dựa vào kết quả ở bước 14 và số liệu cho trong bảng 7-7 để hiệu chỉnh lại số dây dẫn tác dụng trong rãnh mới N'_{idzm} theo công thức:

$$N'_{idzm} = \frac{N_{idzm} B_l}{B_{lb}}, \quad (7-32)$$

B_{lb} - giá trị từ cảm ở lưng stato theo bảng 7-7.

17. Dựa vào đường kính dây cũ và kết quả ở bước 16 để xác định đường kính không kể cách điện dây quấn mới d_{0m} theo công thức:

$$d_{0m} = d_{0c} \sqrt{\frac{n_{zc}}{n_{zm}}}, \quad (7-33)$$

d_{0c} - đường kính dây đồng trần cũ;

$n_{zc} = N_{idzc} n_{ssc}$ - tổng số dây dẫn trong rãnh cũ;

$n_{zm} = N'_{idzm} n_{ssm}$ - tổng số dây dẫn trong rãnh mới.

18. Kiểm tra khả năng đặt dây mới vào rãnh theo quan hệ:

$$n_{zm} d_{cdm}^2 \leq n_{zc} d_{cdc}^2, \quad (7-34)$$

d_{cdc} - đường kính dây có cách điện cũ;

d_{cdm} - đường kính dây có cách điện mới (tùy thuộc loại dây định dùng).

Khi so sánh sự lấp đầy rãnh của dây quấn cũ và dây quấn mới phải kể đến sự thay đổi từ dây quấn một lớp sang hai lớp hoặc ngược lại. Khi đó phải sử dụng đến hiệu chỉnh K_{hd} ở bảng 7-8.

Bảng 7-8. Giá trị hệ số K_{hd} (K_{ktz})

Số lớp	Kiểu rãnh	$K_{hd} (K_{ktz})$ khi công suất (kW)		
		< 1	1 + 10	· 10 ÷ 100
Một lớp	Hình thang (dáy thẳng)	0,37	0,40	0,43
	Quả lê (dáy tròn)	0,42	0,46	0,50
Hai lớp	Hình thang (dáy thẳng)	0,36	0,37	0,40
	Quả lê (dáy tròn)	0,37	0,40	0,43

Ví dụ. Động cơ 5,0kW. Dây quấn cũ: $n_{zc} = 50$ dây, $d_{cdc} = 0,90mm$, dây quấn một lớp. Dây quấn mới: $n_{zm} = 90$ dây, $d_{cdm} = 0,59mm$, dây quấn hai lớp, rãnh đáy tròn. Hãy kiểm tra khả năng đặt dây quấn mới vào rãnh.

$$n_{zc}d_{cdc}^2 = 50.0,90^2 = 40,5$$

$$n_{zm}d_{cdm}^2 = 90.0,59^2 = 31,3$$

Xem bảng 7-8 thì dây quấn cũ có $K_{hdc} = 0,46$, dây quấn mới có $K_{hdm} = 0,40$. Đưa hiệu đính vào kết quả lấp đầy rãnh của dây quấn mới sẽ được: $\frac{31,3.0,46}{0,40} \approx 36 < 40,5$.

Vậy, dây quấn mới có thể đặt lọt vào rãnh.

Nếu dây quấn mới không thỏa mãn được quan hệ 7-34 thì có nghĩa là không lồng được hết dây vào rãnh. Khi đó phải thay đổi số sợi dây song song mới n_{ssm} hay số nhánh song song mới a_{ssm} hoặc đồng thời cả hai rồi dùng hệ số K_d ở bảng 7-9 để tính lại đường kính dây.

Bảng 7-9. Giá trị hệ số K_d theo tích số $a_{ss}n_{ss}$

Tích số $a_{ssm}n_{ssm}$	K_d Khi tích số $a_{ssc}n_{ssc}$													
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	12	15	16	18	20
1	1,00	1,41	1,73	2,00	2,24	2,45	2,83	3,00						
2	0,71	1,00	1,22	1,41	1,58	1,73	2,00	2,12	2,24	2,45	2,74	2,83	3,00	2,58
3	0,58	0,82	1,00	1,16	1,29	1,41	1,64	1,73	1,83	2,00	2,24	2,31	2,45	2,24
4	0,50	0,71	0,87	1,00	1,12	1,23	1,41	1,50	1,58	1,73	1,94	2,00	2,12	2,00
5	0,45	0,63	0,78	0,90	1,00	1,10	1,27	1,34	1,41	1,55	1,73	1,79	1,90	1,83
6	0,41	0,58	0,71	0,82	0,91	1,00	1,16	1,22	1,29	1,41	1,58	1,63	1,73	1,58
8		0,50	0,61	0,71	0,79	0,87	1,00	1,06	1,12	1,22	1,37	1,41	1,50	1,49
9		0,47	0,58	0,67	0,75	0,82	0,94	1,00	1,05	1,16	1,29	1,33	1,41	1,41
10			0,55	0,63	0,71	0,78	0,90	0,95	1,00	1,10	1,22	1,27	1,34	1,29
12			0,50	0,58	0,65	0,71	0,82	0,87	0,91	1,00	1,12	1,16	1,22	1,16
15				0,52	0,58	0,65	0,73	0,78	0,82	0,90	1,00	1,03	1,10	1,12
16				0,50	0,56	0,61	0,71	0,75	0,79	0,87	0,97	1,00	1,06	1,05
18					0,53	0,58	0,67	0,71	0,75	0,82	0,91	0,94	1,00	1,00
20					0,50	0,55	0,63	0,67	0,71	0,74	0,87	1,00	0,95	

Khi thay đổi số nhánh song song mới thì số dây dẫn tác dụng mới N_{tdzm} cũng sẽ thay đổi tương ứng [công thức (7-25)] và phải lập lại quá trình tính toán từ bước 7. Cuối cùng, d_{0m} được làm tròn sau khi kiểm nghiệm lấp đầy rãnh.

Đường kính dây kể cả cách diện phải nhỏ hơn khe miệng rãnh từ 1,5 đến 2mm. Nếu lớn hơn phải giảm đường kính dây nhưng lúc đó công suất động cơ cũng giảm tương ứng.

19. Dựa vào kết quả bước 7; 12 và 6 để tính từ cảm khe hở B'_{kh} sau khi hiệu chỉnh số thanh dẫn theo công thức:

$$B'_{kh} = \frac{B_{kh} N_{tdzm}}{N'_{tdzm}} \quad (7-35)$$

20. Dựa vào kết quả bước 12 và 19 để tính lại công suất cho động cơ mới P_{dmm} theo công thức:

$$P_{dmm} = \frac{P_{dmc} P_c B_{kh}'}{P_m B_{kh}} \text{ (kW)} . \quad (7-36)$$

21. Cuối cùng, dựa vào kết quả các bước 2; 3; 4; 6; 7; 11; 16; 17; 18 và 20 để thành lập lại sơ đồ dây quấn mới.

Ví dụ 1. Một động cơ ba pha công suất $2,72\text{kW}$, vận tốc 1400vg/ph , điện áp $220/380\text{V}$, dây quấn một lớp. Các số liệu gốc do được như sau: $N_{dzc} = 40$ dây; $n_{ssc} = 1$ dây; $a_{ssc} = 1$ nhánh; $d_{oc} = 1,15\text{mm}$; $d_{dc} = 1,28\text{mm}$; $y_c = 9$ rãnh; $Z_s = 36$ rãnh (rãnh đáy thẳng); $Z_r = 46$ rãnh (rãnh thẳng); $D_{ngs} = 18,2\text{cm}$; $D_{us} = 11,2\text{cm}$; $L_s = 11,50\text{cm}$; $h_{zs} = 1,95\text{cm}$; $b_{mr} = 3\text{mm}$. Hãy tính để quấn đổi sang vận tốc 2800vg/ph .

Giải:

1. Kiểm nghiệm khả năng chuyển đổi.

Vận tốc cũ 1400vg/ph tương đương với $2p_r = 4$ cực. Vận tốc mới 2800vg/ph tương đương với $2p_m = 2$ cực. Theo bảng 7-1 thì động cơ có 36 rãnh stato và 46 rãnh rôto (rãnh thẳng) có thể chuyển sang hai cực được.

2. Xác định bước dây quấn mới.

Stato có đường kính ngoài $D_{ngs} = 18,2\text{cm} < 200\text{mm}$ nên dùng dây quấn một lớp.

Chọn kiểu mẹ con với bước đủ. Theo (7-19): $y_m = \tau = \frac{Z_s}{2p_m} = \frac{36}{2} = 18$ rãnh

3. Số rãnh một pha dưới một cực q_z : Theo (7-21): $q_{zc} = \frac{Z_s}{3.2p_c} = \frac{36}{3.4} = 3$ rãnh

Theo (7-22): $q_{zm} = \frac{Z_s}{3.2p_m} = \frac{36}{3.2} = 6$ rãnh. Vậy dây mới sẽ được quấn bằng các tổ bối sáu.

4. Số tổ bối dây trong cả máy n_Σ : Theo (7-23): $n_\Sigma = \frac{Z_s}{2q_{zm}} = \frac{36}{2.6} = 3$ tổ.

Như vậy, trong một pha sẽ có một tổ bối sáu kiểu mẹ con với bước lồng dây 18 rãnh (1-24; 2-23; 3-22; 4-21; 5-20; 6-19). Để tiết kiệm đồng và giảm phần dầu nổi nhô ra, cần thực hiện quấn bố đôi thành 2 tổ bối ba kiểu mẹ con với bước lồng dây 15 rãnh (1-18; 2-17; 3-16).

5. Xác định hệ số dây quấn K_w .

Theo bảng 7-3, ứng với $q_{zc} = 3$ thì $K_{wc} = 0,960$; ứng với $q_{zm} = 6$ thì $K_{wm} = 0,957$.

6. Xác định số nhánh song song mới a_{ssm} và số sợi dây song song trong một dây dẫn tác dụng mới n_{ssm} .

Vì đường kính ngoài stato nằm trong khoảng từ $15 \div 20\text{cm}$ nên khi $2p_m = 2$ thì theo bảng 7-5, $a_{ssm} = 1$ và $n_{ssm} = 1$. Tức chỉ quấn bằng một sợi dây và hai tổ trong pha đều đấu nối tiếp.

7. Tính số dây dẫn tác dụng trong một rãnh mới N_{tdzm} .

$$\text{Theo (7-25): } N_{tdzm} = \frac{N_{tdzc} p_m K_{wc} a_{ssm}}{p_c K_{wm} a_{ssc}} = \frac{40.1.0,960.1}{2.0,957.1} \approx 20 \text{ dây.}$$

8. Độ rộng bước cực τ . Theo (7-26): $\tau = \frac{3,14 D_{trx}}{2 p_m} = \frac{3,14.11,2}{2} \approx 17,6 \text{ cm}$

9. Diện tích bước cực Q_τ . Theo (7-27): $Q_\tau = \tau L_s = 17,6.11,5 = 202,4 \text{ cm}^2$

10. Xác định trị số K_e . Theo bảng 7-6, ứng với $Q_\tau = 202,4$ thì $K_e = 0,94$.

11. Số vòng dây nối tiếp của một pha mới W_{fm} (xác định sơ bộ).

$$\text{Theo (7-28): } W_{fm} = \frac{N_{tdzm} Z_s}{6 a_{ssm}} = \frac{20.36}{6.1} = 120 \text{ vg.}$$

12. Từ cảm trong khe hở B_{kh} .

$$\text{Theo (7-29): } B_{kh} = \frac{64 K_e U_f}{K_{wm} Q_\tau W_{fm}} = \frac{64.0,94.220}{0,957.202,4.120} \approx 0,569 T.$$

13. Chiều cao lưng stato h_{ls} .

$$\text{Theo (7-30): } h_{ls} = 0,5(D_{ngs} - D_{trx} - 2h_{zs}) = 0,5(18,2 - 11,2 - 2.1,95) = 1,55 \text{ cm.}$$

14. Từ cảm ở lưng stato B_l . Theo (7-31): $B_l = \frac{0,36 B_{kh} \tau}{h_{ls}} = \frac{0,36.0,569.17,6}{1,55} \approx 2,33 T.$

15. So sánh kết quả tính B_l với bảng 7-7. Trong bảng 7-7, ứng với $2p_m = 2$ thì B_l chỉ cho phép nằm trong giới hạn từ 1,2 ÷ 1,7T. Vậy, phải điều chỉnh lại số dây dẫn tác dụng để giảm B_l xuống giới hạn cho phép.

16. Điều chỉnh số dây dẫn tác dụng N'_{tdzm} .

$$\text{Theo (7-32): } N'_{tdzm} = \frac{N_{tdzm} B_l}{B_{lb}} = \frac{20.2,33}{1,2 \div 1,7} = 27 \div 39 \text{ dây.}$$

Chọn $N'_{tdzm} = 33$ dây. Theo đó, số vòng dây nối tiếp trong một pha sẽ được tính lại là $W'_{fm} = 198$ vòng. Chia đều cho 6 bội dây, mỗi bội 33vg.

17. Đường kính không kể cách điện dây quấn mới d_{0m} .

$$\text{Theo (7-33): } d_{0m} = d_{0c} \sqrt{\frac{n_{zc}}{n_{zm}}} = d_{0c} \sqrt{\frac{N_{tdzc} n_{ssc}}{N'_{tdzm} n_{ssm}}} = 1,15 \sqrt{\frac{40.1}{33.1}} \approx 1,27 \text{ mm.}$$

Chọn loại dây ПЭВ-2. Theo bảng 7-13, chiều dày cách điện về hai phía là 0,13mm. Đường kính kể cả cách điện dây quấn mới sẽ là $d_{cdm} = 1,40 \text{ mm}$. Nó còn nhỏ hơn khe miệng rãnh 1,6mm nữa nên đạt yêu cầu.

18. Kiểm tra khả năng đặt dây quấn mới vào rãnh.

$$n_{zm} d_{cdm}^2 = N'_{tdzm} n_{ssm} = 33.1,40^2 = 64,68 \text{ mm}^2$$

$$n_{zc} d_{cdc}^2 = N_{tdzc} n_{ssc} = 40.1,28^2 = 65,54 \text{ mm}^2$$

Dây quấn cũ và dây quấn mới đều một lớp nên không phải dùng đến hiệu chỉnh K_{hd} nữa. Chúng thỏa mãn quan hệ (7-34) nên có thể đặt lọt vào rãnh.

19. Từ cảm khe hở sau hiệu chỉnh số thanh dẫn B'_{kh} .

$$\text{Theo (7-35): } B'_{kh} = \frac{B_{kh} N_{tdzm}}{N'_{tdzm}} = \frac{0,569 \cdot 20}{33} \approx 0,345 T.$$

20. Công suất định mức của động cơ mới P_{dmm} .

$$\text{Theo (7-36): } P_{dmm} = \frac{P_{dmc} p_c B'_{kh}}{p_m B_{kh}} = \frac{2,72 \cdot 2 \cdot 0,345}{1,0 \cdot 569} \approx 3,3 kW.$$

21. Vậy động cơ mới sẽ đạt công suất 3,3kW. Dây quấn stato cho mỗi pha sẽ gồm hai tổ bối ba kiểu mẹ con với bước lồng dây 1-18; 2-17; 3-16, cuộn dây lớp đơn. Tất cả các bối dây đều đấu nối tiếp. Trong mỗi bối dùng một sợi dây $\Phi 1,27/1,40$ quấn 33vg/bối.

Ví dụ 2. Một động cơ ba pha hai cực, điện áp 220/380V, công suất 11kW, dây quấn hai lớp. Các số liệu đo được như sau: $N_{tdzc} = 34$ dây; $a_{ssc} = 2$ nhánh; $n_{ssc} = 2$ dây; $d_{oc} = 1,56mm$; $d_{cdc} = 1,64mm$; $y_c = 8$ rãnh; $Z_s = 24$ rãnh (rãnh dây tròn); $Z_r = 33$ rãnh (rãnh chéo); $D_{ngs} = 29,1cm$; $D_{urs} = 20,6cm$; $L_s = 15cm$; $h_{zs} = 2,59cm$; $b_{mr} = 4,0mm$. Hãy tính lại để đổi thành động cơ 4 cực.

Giải:

1. Kiểm định khả năng chuyển đổi.

Theo bảng 7-1, có thể chuyển đổi sang động cơ 4 cực được.

2. Xác định bước dây quấn mới y_m .

Vì $D_{ngs} = 29,1cm > 200mm$ nên dùng dây quấn hai lớp kiểu đồng khuôn.

$$\text{Theo (7-20): } y_m = \frac{\beta Z_s}{2 p_m} = \frac{0,8 \cdot 24}{4} = 4,8 \approx 5 \text{ rãnh.}$$

3. Số rãnh một pha dưới một cực.

$$\text{Theo (7-21): } q_{zc} = \frac{Z_s}{3.2 p_c} = \frac{24}{3.2} = 4 \text{ rãnh.}$$

$$\text{Theo (7-22): } q_{zm} = \frac{Z_s}{3.2 p_m} = \frac{24}{3.4} = 2 \text{ rãnh.}$$

4. Số tổ bối dây trong cả máy.

$$\text{Theo (7-24): } n_\Sigma = \frac{Z_s}{q_{zm}} = \frac{24}{2} = 12 \text{ tổ.}$$

Vậy, trong một pha sẽ có 4 tổ bối đôi kiểu đồng khuôn với bước lồng dây 5 rãnh (1-6).

5. Xác định hệ số dây quấn.

Theo bảng 7-4: $K_{wc} = 0,831$; $K_{wm} = 0,933$.

6. Xác định a_{ssm} và n_{ssm} .

Theo bảng 7-5, khi $D_{ngs} = 29,1cm$ và $2p = 4$ thì $a_{ssm} = 2$ và $n_{ssm} = 2$.

7. Tìm số dây dẫn tác dụng trong một rãnh mới.

Theo (7-25): $N_{tdzm} = \frac{N_{tdzc} p_m K_{wc} a_{ssm}}{p_c K_{wm} a_{ssc}} = \frac{34.2.0,831.2}{1.0,933.2} \approx 61 \text{ dây.}$

8. Độ rộng bước cực. Theo (7-26): $\tau = \frac{3,14 D_{trs}}{2 p_m} = \frac{3,14.20,6}{4} \approx 16,2 \text{ cm}$

9. Diện tích bước cực. Theo (7-27): $Q_\tau = \tau l_s = 16,2.15 = 243 \text{ cm}^2.$

10. Xác định trị số K_e . Theo bảng 7-6, ứng với $Q_\tau = 243 \text{ cm}^2$ thì $K_e = 0,94.$

11. Số vòng dây nối tiếp trong một pha mới.

Theo (7-28): $W_{fm} = \frac{N_{tdzm} Z_s}{6 a_{ssm}} = \frac{61.24}{6.2} = 122 \text{ vg.}$

12. Từ cảm trong khe hở.

Theo (7-29): $B_{kh} = \frac{64 K_e U_f}{K_{wm} Q_\tau W_{fm}} = \frac{64.0,94.220}{0,933.243.122} \approx 0,479 \text{ T.}$

13. Chiều cao lưng stato.

Theo (7-30): $h_{ls} = 0,5(D_{ngs} - D_{trs} - 2h_{zs}) = 0,5(29,1 - 20,6 - 2.2,59) = 1,66 \text{ cm.}$

14. Từ cảm ở lưng stato.

Theo (7-31): $B_l = \frac{0,36 B_{kh} \tau}{h_{ls}} = \frac{0,36.0,479.16,2}{1,66} \approx 1,683 \text{ T.}$

15. So sánh với bảng 7-7, B_l vượt ra ngoài giới hạn cho phép. Vậy phải điều chỉnh N_{tdzm} để B_l nằm trong khoảng từ $1,0 \div 1,5 \text{ T.}$

16. Điều chỉnh số dây dẫn tác dụng.

Theo (7-32): $N'_{tdzm} = \frac{N_{tdzm} B_l}{B_{lb}} = \frac{61.1,683}{1,0 \div 1,5} \approx 68 \div 103 = 86 \text{ dây.}$

17. Đường kính dây đồng trần.

Theo (7-33): $d_{0m} = d_{0c} \sqrt{\frac{n_{zc}}{n_{zm}}} = d_{0c} \sqrt{\frac{N_{tdzc} n_{ssc}}{N'_{tdzm} n_{ssm}}} = 1,56 \sqrt{\frac{34.2}{86.2}} \approx 0,98 \text{ mm.}$

Chọn loại dây ПЭВ-1. Theo bảng 7-13 chiều dày cách điện cả hai phía là $0,07 \text{ mm.}$ Đường kính kể cả cách điện dây quấn mới sẽ là $d_{cdm} = 1,05 \text{ mm.}$

18. Kiểm tra khả năng đặt dây mới vào rãnh.

$$n_{zc} d_{cdc}^2 = N_{tdzc} n_{ssc} d_{cdc}^2 = 34.2.1,64^2 = 182,9$$

$$n_{zm} d_{cdm}^2 = N'_{tdzm} n_{ssm} d_{cdm}^2 = 86.2.1,05^2 \approx 189,6 > 182,9.$$

Dây mới không thỏa mãn quan hệ (7-34) nên phải giảm số sợi dây song song n_{ssm} từ 2 sợi xuống một sợi (n'_{ssm}). Có thể dùng công thức (7-33) để điều chỉnh lại d_{0m} với $n_{ssm} = 1$ hoặc dùng hệ số K_d ở bảng 7-9 để điều chỉnh lại. Hãy dùng bảng 7-9. Lúc đầu chọn $a_{ssm} = 2$ và $n_{ssm} = 2$ nên tích số $a_{ss} n_{ss} = 4$. Bây giờ giảm $n_{ssm} = 1$ nên tích số $a_{ss} n_{ss} = 2$. Đóng cột 4 xuống và dòng 2 sang được $K_d = 1,41$. Đường kính

dây đồng trần mới sẽ được điều chỉnh là: $d'_{0m} = K_d d_{0m} = 1,41 \cdot 0,98 \approx 1,38 \text{ mm}$. Chọn dây ПЭВ-1. Đường kính kể cả cách điện lúc này sẽ là $d'_{cdm} = 1,48 \text{ mm}$.

Thử lại khả năng đặt dây vào rãnh:

$$n'_{zm} d'^2_{cdm} = 86 \cdot 1,48^2 = 188,4 > 182,9$$

$$(n'_{zm} = N'_{tdzm} n'_{ssm} = 86 \cdot 1 = 86).$$

Dây mới vẫn chưa thoả mãn quan hệ (7-34) nên phải giảm số nhánh song song mới a_{ssm} từ 2 xuống 1. Tức là từ hình thức đấu 2Y hoặc 2Δ xuống đấu 1Y hoặc 1Δ. Lúc này, số thanh dẫn tác dụng trong rãnh mới sẽ thay đổi [công thức (7-25)]. Phải tính lại dây quấn từ bước 7 với điều kiện $a_{ssm} = 1$ và $n_{ssm} = 1$.

$$\text{Theo đó: } N_{tdzm} = \frac{N_{tdzc} p_m K_{wc} a_{ssm}}{p_c K_{wm} a_{ssc}} = \frac{34 \cdot 2 \cdot 0,831 \cdot 1}{1 \cdot 0,933 \cdot 2} \approx 30 \text{ dây.}$$

Độ rộng bước cực không đổi: $\tau = 16,2 \text{ cm}$. Diện tích bước cực không đổi: $Q_\tau = 243 \text{ cm}^2$. Hệ số $K_e = 0,94$

$$W_{jm} = \frac{N_{tdzm} Z_s}{6 a_{ssm}} = \frac{30 \cdot 24}{6 \cdot 1} = 120 \text{ vg.}$$

$$B_{kh} = \frac{64 K_e U_f}{K_{wm} Q_\tau W_{jm}} = \frac{64 \cdot 0,94 \cdot 220}{0,933 \cdot 243 \cdot 120} \approx 0,486 \text{ T.}$$

Chiều cao lưng không đổi: $h_{ls} = 1,66 \text{ cm}$.

$$B_l = \frac{0,36 B_{kh} \tau}{h_{ls}} = \frac{0,36 \cdot 0,486 \cdot 16,2}{1,66} \approx 1,707 \text{ T.}$$

$$N'_{tdzm} = \frac{N_{tdzm} B_l}{B_{lb}} = \frac{30 \cdot 1,707}{1,0 \div 1,5} \approx 34 \div 51 \approx 42.$$

$$d_{0m} = d_{0c} \sqrt{\frac{n_{zc}}{n_{zm}}} = d_{0c} \sqrt{\frac{N_{tdzc} n_{ssc}}{N'_{tdzm} n_{ssm}}} = 1,56 \sqrt{\frac{34 \cdot 2}{42 \cdot 1}} \approx 1,99 \text{ mm.}$$

Chọn loại dây ПЭВ-1 có chiều dày cách điện cả hai phía $0,09 \text{ mm}$. Đường kính cả cách điện là $d_{cdm} = 2,08 \text{ mm}$.

Thử lại khả năng đặt dây vào rãnh:

$$n_{zm} d^2_{cdm} = N'_{tdzm} n_{ssm} d^2_{cdm} = 42 \cdot 1 \cdot 2,08^2 \approx 181,7 < 182,9.$$

Dây quấn mới đã thoả mãn quan hệ (7-34) và còn nhỏ hơn khe miệng rãnh $1,92 \text{ mm}$ nên đặt lọt được vào rãnh. Ở đây, dây cũ và dây mới đều là dây quấn hai lớp nên không dùng đến hiệu chỉnh K_{hd} ở bảng 7-8. Trong dây quấn hai lớp, trong rãnh có hai cạnh của hai bối dây lồng chung nên 42 dây dẫn tác dụng ở trên sẽ được chia đều cho 2 bối, mỗi bối 21 vòng.

19. Từ cảm khe hở sau hiệu chỉnh số dây dẫn:

$$B'_{kh} = \frac{B_{kh} N_{tdzm}}{N'_{tdzm}} = \frac{0,486 \cdot 30}{42} \approx 0,347 \text{ T.}$$

20. Công suất của động cơ mới:

$$P_{dmm} = \frac{P_{dmc} p_c B'_{kh}}{p_m B_{kh}} = \frac{11.1.0,348}{2.0,486} \approx 3,94kW.$$

21. Vậy động cơ 4 cực mới sẽ có công suất định mức 3,94kW. Cuộn dây stato gồm 12 tổ bối đôi kiểu đồng khuôn, cuộn dây-lớp kép với bước lồng dây 1-6 (5 rãnh). Mỗi pha gồm 4 tổ bối đôi đấu nối tiếp cùng phía. Dùng một sợi dây, quấn 21vg/bối, $\Phi 1,99/2,08$ (dùng dây $\Phi 2,0/2,09$). Khi đấu Δ , động cơ sẽ là loại 1 Δ dùng ở mạng ba pha 220V; khi đấu Y, động cơ sẽ là loại 1Y dùng ở mạng ba pha 380V.

Trong trường hợp phối hợp giữa số rãnh stato và số rãnh rôto không thuận lợi hoặc dây quấn cũ chưa bị hỏng, không nên quấn đổi động cơ sang vận tốc khác mà nên thay đổi hệ số truyền của cơ cấu truyền động (hộp giảm tốc) hoặc thay đổi đường kính puli của máy công tác hoặc động cơ.

Nếu gọi d_1 là đường kính puli của động cơ, d_2 là đường kính puli của máy công tác, n_1 là vận tốc quay của động cơ, n_2 là số vòng quay của máy công tác thì:

$$d_1 = \frac{d_2 n_2}{n_1} \text{ (mm)} \text{ hay: } d_2 = \frac{d_1 n_1}{n_2} \text{ (mm)}. \quad (7-37)$$

Chẳng hạn, một động cơ có vận tốc quay 1400vg/ph kéo một máy công tác có số vòng quay 2800vg/ph. Đường kính puli sẽ được xác định là:

$$d_1 = \frac{d_2 n_2}{n_1} = \frac{d_2 \cdot 2800}{1400} = 2d_2.$$

Khi đó, cần giữ nguyên puli có đường kính bé và thay puli có đường kính lớn vì nếu thay puli có đường kính bé thì sẽ bị hạn chế bởi đường kính trục máy.

7-6. Tính lại dây quấn từ ba pha sang một pha

Một số động cơ ba pha công suất nhỏ có thể có nhu cầu quấn đổi sang một pha với các điện áp và vận tốc quay khác nhau. Khi đó, cần phải tính lại dây quấn cho cuộn dây rôto và stato. Sau đây chúng tôi xin giới thiệu phương pháp tính cho cuộn dây stato trong trường hợp giữ nguyên vận tốc quay như cũ.

Trước khi tính, phải xác định được những số liệu sau từ dây quấn ba pha:

- Công suất động cơ ba pha P_{dmy} (kW).
- Số rãnh stato Z_s (rãnh).
- Số vòng quay hoặc số cực động cơ ba pha $2p_y$ (cực).
- Điện áp sử dụng U_y (V).
- Số mạch nhánh song song a_{sy} (nhánh).
- Số sợi dây song song trong một dây dẫn tác dụng n_{sy} (sợi).
- Số dây dẫn tác dụng trong một rãnh N_y (dây).
- Đường kính dây đồng trần d_{0y} (mm).
- Đường kính kể cả cách điện d_{cay} (mm).

Các động cơ ba pha công suất từ vài trăm oát trở lên khi chuyển sang một pha không sử dụng được hình thức khởi động bằng tụ điện đầu liên tục mà phải dùng phần tử khởi động bằng điện trở hoặc tụ điện với rôle hoặc nút bấm (h. 4-48). Phương pháp sau dùng để tính dây quấn trong trường hợp khởi động bằng điện trở.

Để đơn giản, người ta giữ nguyên số nhánh song song và số sợi dây quấn song song giống như dây quấn ba pha rồi tiến hành các bước tính toán sau.

1. Phân số rãnh stato ra làm ba phần, 2/3 số rãnh thuộc về cuộn dây làm việc, 1/3 còn lại thuộc về cuộn dây khởi động.

2. Tính số dây dẫn tác dụng trong một rãnh và đường kính dây không kể cách điện của cuộn làm việc (trị số nhỏ trong ngoặc áp dụng với động cơ có công suất từ gần 1kW trở lên):

$$N_{tdzv} = (0,5 \div 0,7) \frac{N_{td3f} U_1}{U_f}, \quad (7-38)$$

$$d_{0lv} = d_{03f} \sqrt{\frac{N_{td3f}}{N_{tdzv}}}, \quad (7-39)$$

N_{tdzv} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh cuộn làm việc (dây);

N_{td3f} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh cuộn dây ba pha (dây);

U_1 - điện áp lưới điện một pha (V);

U_f - điện áp pha của động cơ ba pha (V);

d_{0lv} - đường kính dây đồng trần cuộn làm việc (mm);

d_{03f} - đường kính dây đồng trần cuộn dây ba pha (mm).

3. Tính số dây dẫn tác dụng trong một rãnh và đường kính không kể cách điện cuộn khởi động.

a. Trường hợp dùng điện trở ngoài:

$$N_{tdkd} = (0,7 \div 1) N_{tdzv}, \quad (7-40)$$

$$d_{0kd} = (1 \div 1,2) d_{0lv}, \quad (7-41)$$

$$R_{kd} = (2,0 \div 10,2) 10^{-3} \frac{U_1}{d_{0kd}^2}, \quad (7-42)$$

N_{tdkd} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh cuộn khởi động (dây);

d_{0kd} - đường kính dây đồng trần cuộn khởi động (mm);

R_{kd} - trị số điện trở phụ cuộn khởi động (Ω).

b. Trường hợp dùng điện trở trong (phần tử ngược):

$$N_{tdzt} = (1,3 \div 1,6) N_{tdzv}, \quad (7-43)$$

$$N_{tdzn} = (0,25 \div 0,45) N_{tdzt}, \quad (7-44)$$

$$N_{tdkd} = N_{tdzt} + N_{tdzn}, \quad (7-45)$$

$$d_{0t} = d_{0n} = 0,71 d_{0lv}, \quad (7-46)$$

N_{tdzt} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh của phần tử thuận (dây);

N_{tdzn} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh của phần tử ngược (dây);

N_{tdkd} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh cuộn dây khởi động (dây);

d_{0t} - đường kính dây đồng trần phần tử thuận (mm);

d_{0n} - đường kính dây đồng trần phần tử ngược (mm).

4. Tính dòng điện chạy trong cuộn dây làm việc:

$$i_{lv} = 0,79 J_{lv} d_{0lv}^2, \quad (7-47)$$

$$I_{lv} = a_{sslv} n_{sslv} i_{lv}, \quad (7-48)$$

i_{lv} - dòng điện chạy trong một sợi dây quấn cuộn làm việc (A);

I_{lv} - dòng điện tổng chạy trong cuộn làm việc (A);

J_{lv} - mật độ dòng điện trong dây quấn cuộn làm việc (A/mm²), chọn từ 6 ÷ 10 A/mm², trị số lớn cho động cơ từ vài trăm oát trở lại;

a_{sslv} - số nhánh song song cuộn dây làm việc (nhánh);

n_{sslv} - số sợi dây song song trong một dây dẫn tác dụng cuộn làm việc (dây).

5. Tính công suất biểu kiến của động cơ $P'(VA)$:

$$P' = U_l I_{lv}. \quad (7-49)$$

6. Tính công suất định mức trên trục động cơ $P_{dm}(W)$:

$$P_{dm} = P' \eta \cos \varphi, \quad (7-50)$$

$\eta \cos \varphi$ - hiệu suất năng lượng (lấy ở bảng 7-10).

Bảng 7-10. Hiệu suất năng lượng động cơ không đồng bộ có phần tử khởi động

$P'(VA)$	$\eta \cos \varphi$ khi		$P'(VA)$	$\eta \cos \varphi$ khi	
	$2p = 2$	$2p = 4$		$2p = 2$	$2p = 4$
100	0,30	0,15	600	0,49	0,38
150	0,32	0,19	800	0,52	0,43
200	0,34	0,22	1000	0,54	0,46
400	0,43	0,31			

7. Dựa vào các kết quả tính toán trên để thành lập sơ đồ dây quấn động cơ một pha.

Khi kiểm nghiệm khả năng đặt dây quấn một pha vào rãnh, nếu không thỏa mãn điều kiện, tích số của tổng số dây dẫn trong rãnh và bình phương đường kính dây một pha nhỏ hơn tích số của tổng số dây dẫn trong rãnh và bình phương đường kính dây ba pha thì phải thay đổi số nhánh song song hoặc số sợi dây quấn song song đã tính trong bước 2 hoặc bước 3. Lúc đó, dây quấn sẽ được điều chỉnh theo công thức:

$$N'_{tdz} = \frac{a_{ss} N_{tdz2,3}}{a_{ss2,3}}, \quad (7-51)$$

$$d'_0 = K_d d_{02,3}, \quad (7-52)$$

N'_{tdz} - số dây dẫn tác dụng trong rãnh sau điều chỉnh (dây);

$N_{tdz2,3}$ - số dây dẫn tác dụng trong rãnh đã tính ở bước 2 hoặc bước 3 (dây);

a_{ss} - số nhánh song song sau điều chỉnh (nhánh);

$a_{ss2,3}$ - số nhánh song song đã tính ở bước 2 hoặc bước 3 (nhánh);

d'_0 - đường kính dây đồng trần sau điều chỉnh (mm);

$d_{02,3}$ - đường kính dây đồng trần đã tính ở bước 2 hoặc bước 3 (mm);

K_d - hệ số (lấy ở bảng 7-9).

Trường hợp muốn thay đổi vận tốc quay cho động cơ một pha thì phải áp dụng phương pháp tính ở mục 7-5 để tính dây quấn cho động cơ ba pha ở vận tốc quay

mới sau đó mới áp dụng phương pháp này để chuyển số liệu dây quấn sang cho động cơ một pha.

Sau đây, chúng tôi xin trích dẫn một ví dụ để bạn đọc làm quen với cách tính này.

Vi dụ. Một động cơ ba pha có các số liệu: $P_{dm3f} = 0,6kW$; $Z_s = 24$ rãnh (rãnh hình thang); $2p_{3f} = 4$ cực; $U_{3f} = 220/380V$; $a_{ss3f} = 1$ nhánh; $n_{ss3f} = 1$ sợi; $N_{tdz3f} = 118$ dây; $d_{o3f} = 0,57mm$; $d_{cd3f} = 0,74mm$; $y_{3f} = 6$ rãnh; cuộn dây một lớp kiểu mẹ con. Hãy tính để quấn đổi thành động cơ một pha điện 220V với vận tốc quay như cũ.

Giải:

1. Số rãnh của cuộn làm việc và cuộn khởi động:

$$Z_{lv} = \frac{2Z_s}{3} = \frac{2 \cdot 24}{3} = 16 \text{ rãnh}$$

$$Z_{kd} = \frac{Z_s}{3} = \frac{24}{3} = 8 \text{ rãnh}$$

2. Số dây dẫn tác dụng trong một rãnh và đường kính dây đồng trần của cuộn làm việc.

$$\text{Theo (7-38): } N_{tdzlv} = (0,5 \div 0,7) \frac{N_{tdz3f} U_1}{U_f} = 0,6 \frac{118 \cdot 220}{220} \approx 71 \text{ dây}$$

$$\text{Theo (7-39): } d_{olv} = d_{o3f} \sqrt{\frac{N_{tdz3f}}{N_{tdzlv}}} = 0,57 \sqrt{\frac{118}{71}} \approx 0,73mm$$

Sử dụng loại dây ПЭВ-2. Theo bảng 7-13, chiều dày lớp cách điện cả hai phía là $0,09mm$ thì đường kính kể cả cách điện dây làm việc $d_{cdlv} = 0,82mm$.

Kiểm tra khả năng đặt dây quấn làm việc vào rãnh:

$$n_{zlv} d_{cdlv}^2 = N_{tdzlv} n_{sslv} d_{cdlv}^2 = 71 \cdot 1 \cdot 0,82^2 \approx 47,7$$

$$n_{z3f} d_{cd3f}^2 = N_{tdz3f} n_{ss3f} d_{cd3f}^2 = 118 \cdot 1 \cdot 0,74^2 \approx 64,6$$

Rãnh còn rộng nên tăng đường kính dây lên $0,86mm$ để tăng công suất cho động cơ. Lúc này, đường kính tính cả cách điện là $d_{cdlv} = 0,95mm$. Thử lại:

$$n_{zlv} d_{cdlv}^2 = 71 \cdot 1 \cdot 0,95^2 \approx 64,1 < 64,6.$$

3. Tính số dây dẫn tác dụng trong một rãnh và đường kính không kể cách điện cuộn khởi động.

a. Trường hợp dùng điện trở ngoài.

$$\text{Theo (7-40): } N_{tdzkd} = (0,7 \div 1) N_{tdzlv} = (0,7 \div 1) 71 \approx 50 \div 71 = 61 \text{ dây.}$$

$$\text{Theo (7-41): } d_{okd} = (1 \div 1,2) d_{olv} = (1 \div 1,2) 0,86 \approx 0,86 \div 1,03 = 0,95mm.$$

Dùng loại dây ПЭВ-1. Theo bảng 7-13, chiều dày cách điện cả hai phía là $0,06mm$ thì đường kính kể cả cách điện cuộn khởi động $d_{cdkd} = 1,01mm$.

Kiểm tra khả năng đặt dây quấn khởi động vào rãnh:

$$n_{zkd} d_{cdkd}^2 = N_{tdzkd} n_{sskd} d_{cdkd}^2 = 61 \cdot 1 \cdot 1,01^2 \approx 62,2 < 64,6$$

Dây quấn khởi động đã thỏa mãn quan hệ 7-34 nên có thể đặt lọt được vào rãnh.
Trị số điện trở phụ khởi động:

$$R_{kd} = (2,0 \div 10,2)10^{-3} \frac{U_1}{d_{0kd}^2} = (2,0 \div 10,2)10^{-3} \frac{220}{0,95^2} \approx (0,5 \div 2,5)\Omega$$

Trị số này sẽ được chọn chính thức sau khi thử nghiệm máy.

b. Trường hợp dùng phần tử ngược.

- Số dây dẫn tác dụng trong một rãnh của phần tử thuận.

Theo (7-43): $N_{idzt} = (1,3 \div 1,6)N_{idzlv} = (1,3 \div 1,6)71 \approx 92 \div 114 = 103$ dây

- Số dây dẫn tác dụng trong một rãnh của phần tử ngược.

Theo (7-44): $N_{idzn} = (0,25 \div 0,45)N_{idzt} = (0,25 \div 0,45)103 \approx 26 \div 46 = 36$ dây

- Tổng số dây dẫn tác dụng trong rãnh cuộn khởi động.

Theo (7-45): $N_{idzkd} = N_{idzt} + N_{idzn} = 103 + 36 = 139$ dây

- Đường kính dây đồng trần cuộn khởi động.

Theo (7-46): $d_{ot} = d_{on} = 0,71d_{0lv} = 0,71 \cdot 0,86 \approx 0,61mm$

Sử dụng loại dây ПЭВ-1. Theo bảng 7-13, chiều dày cách điện cả hai phía là $0,05mm$ thì đường kính kể cả cách điện $d_{cdt} = d_{cdn} = 0,66mm$.

Kiểm tra khả năng đặt dây quấn khởi động vào rãnh:

$$n_{zkd}d_{cdkd}^2 = N_{idzkd}n_{sskd}d_{cdkd}^2 = 139 \cdot 1,0,66^2 \approx 60,5 < 64,6$$

Quan hệ (7-34) đã được thỏa mãn, dây quấn khởi động có thể đặt lọt được vào rãnh.

4. Tính dòng chạy trong cuộn làm việc.

Theo (7-47): $i_{lv} = 0,79J_{lv}d_{0lv}^2 = 0,79 \cdot 8 \cdot 0,86^2 \approx 4,67A$

Theo (7-48): $I_{lv} = a_{sslv}n_{sslv}i_{lv} = 1 \cdot 1 \cdot 4,67 = 4,67A$

5. Tính công suất biểu kiến của động cơ mới.

Theo (7-49): $P' = U_1 I_{lv} = 220 \cdot 4,67 \approx 1027VA$

6. Tính công suất trên trục động cơ mới.

Theo (7-50): $P_{dm} = P' \eta \cos \varphi = 1027 \cdot 0,46 \approx 472W$

7. Thành lập sơ đồ dây quấn cho động cơ một pha.

a. Trường hợp dùng cuộn dây một lớp

- Bước dây quấn $y_{lv}; y_{kd}$: $y_{lv} = y_{kd} = \tau = \frac{Z_s}{2p} = \frac{24}{4} = 6$ rãnh.

- Số rãnh dưới một cực của cuộn làm việc q_{zlv} : $q_{zlv} = \frac{Z_{lv}}{2p} = \frac{16}{4} = 4$ rãnh

- Số rãnh dưới một cực của cuộn khởi động q_{zkd} : $q_{zkd} = \frac{Z_{kd}}{2p} = \frac{8}{4} = 2$ rãnh

- Số tổ bố dây của cuộn làm việc n_{zlv} : $n_{zlv} = \frac{Z_{lv}}{2q_{zlv}} = \frac{16}{2 \cdot 4} = 2$ tổ

- Số tổ bối dây của cuộn khởi động $n_{\Sigma kd}$:
$$n_{\Sigma kd} = \frac{Z_{kd}}{2q_{zkd}} = \frac{8}{2.2} = 2 \text{ tổ}$$

- Số vòng dây nối tiếp của cuộn làm việc W_{lv} :
$$W_{lv} = \frac{N_{tdzlv} Z_{lv}}{2a_{sslv}} = \frac{71.16}{2.1} = 568 \text{vg}$$

$a_{sslv} = a_{sszf}$ - số nhánh song song của cuộn làm việc (nhánh).

- Số vòng dây trong một bối của cuộn làm việc W_{blv} :

$$W_{blv} = \frac{W_{lv} a_{sslv}}{n_{\Sigma lv} q_{zlv}} = \frac{568.1}{2.4} = 71 \text{vg}$$

- Nếu dùng điện trở ngoài thì:

+ Số vòng dây nối tiếp của cuộn khởi động W_{kd} :

$$W_{kd} = \frac{N_{tdzkd} Z_{kd}}{2a_{sskd}} = \frac{61.8}{2.1} = 244 \text{vg}$$

$a_{sskd} = a_{sszf}$ - số mạch nhánh song song của cuộn khởi động (nhánh).

+ Số vòng dây trong một bối của cuộn khởi động W_{bkd} :

$$W_{bkd} = \frac{W_{kd} a_{sskd}}{n_{\Sigma kd} q_{zkd}} = \frac{244.1}{2.2} = 61 \text{vg}$$

- Nếu dùng phân tử ngược thì:

+ Số vòng dây nối tiếp trong cuộn khởi động của phân tử thuận W_t :

$$W_t = \frac{N_{tdzt} Z_{kd}}{2a_{sskd}} = \frac{103.8}{2.1} = 412 \text{vg}$$

+ Số vòng dây trong một bối của phân tử thuận W_{bt} :

$$W_{bt} = \frac{W_t a_{sskd}}{n_{\Sigma kd} q_{zkd}} = \frac{412.1}{2.2} = 103 \text{vg}$$

+ Số vòng dây nối tiếp trong cuộn khởi động của phân tử ngược W_n :

$$W_n = \frac{N_{tdzn} Z_{kd}}{2a_{sskd}} = \frac{36.8}{2.1} = 144 \text{vg}$$

+ Số vòng dây trong một bối của phân tử ngược W_{bn} :

$$W_{bn} = \frac{W_n a_{sskd}}{n_{\Sigma kd} q_{zkd}} = \frac{144.1}{2.2} = 36 \text{vg}$$

- Phân chia luân phiên các rãnh cho cuộn làm việc và cuộn khởi động rồi xác định chiều dòng điện trong cuộn làm việc theo nguyên tắc: “chiều dòng điện ở các cực kề nhau ngược chiều nhau” (h. 7-1, a).

- Nối các cạnh nằm trong rãnh của cuộn làm việc lại với nhau theo chiều dòng điện và bước dây quấn để tạo thành các tổ bối dây.

Ở đây có thể có nhiều phương án sau:

- Nếu thực hiện đúng bước dây quấn sẽ có dây quấn đồng khuôn đơn giản (h. 7-1, b).

• Để giảm phân đầu nối có thể bỏ đôi mỗi tổ thành hai tổ bởi đôi để có dây quấn đồng khuôn phân tán (h. 7-1, c) hoặc dây quấn đồng tâm phân tán (h. 7-1, d) với bước dây quấn và chiều dài một vòng dây nhỏ đi.

• Cũng làm như thế đối với cuộn khởi động và tiến hành nối các tổ bởi lại với nhau để được sơ đồ dây quấn một lớp hoàn chỉnh (h. 7-1, e).

Nếu dùng phần tử ngược thay điện trở ngoài thì phải lồng chung rãnh với phần tử thuận. Cần xem lại kiến thức ở mục 4-5 để đấu dây cho đúng.

Thông thường, người ta dùng điện trở ngoài vì khi thử nghiệm, nếu động cơ khởi động chưa tốt thì có thể thay đổi trị số điện trở mà không phải quấn lại ống dây.

Như vậy, nếu dùng cuộn dây một lớp và điện trở ngoài thì cuộn làm việc sẽ gồm 4 tổ bởi đôi kiểu đồng khuôn hoặc mẹ con với khoảng cách lồng dây 1-5 hoặc 2-5; quấn 71vg dây đơn/bởi, Φ 0,86/0,95; tất cả 4 tổ bởi đều đấu nối tiếp; cuộn khởi động sẽ gồm 4 tổ bởi đơn với khoảng cách lồng dây 1-6, quấn 61vg dây đơn/bởi, Φ 0,95/1,01, tất cả đều đấu nối tiếp.

Nếu dùng phần tử ngược thì cuộn khởi động sẽ gồm 4 tổ bởi đơn với khoảng cách lồng dây 1-6; trong mỗi bởi có một phần tử thuận quấn 103vg dây đơn/bởi, Φ 0,61/0,66; một phần tử ngược quấn 36vg dây đơn/bởi, Φ 0,61/0,66.

b. Trường hợp dây quấn hai lớp

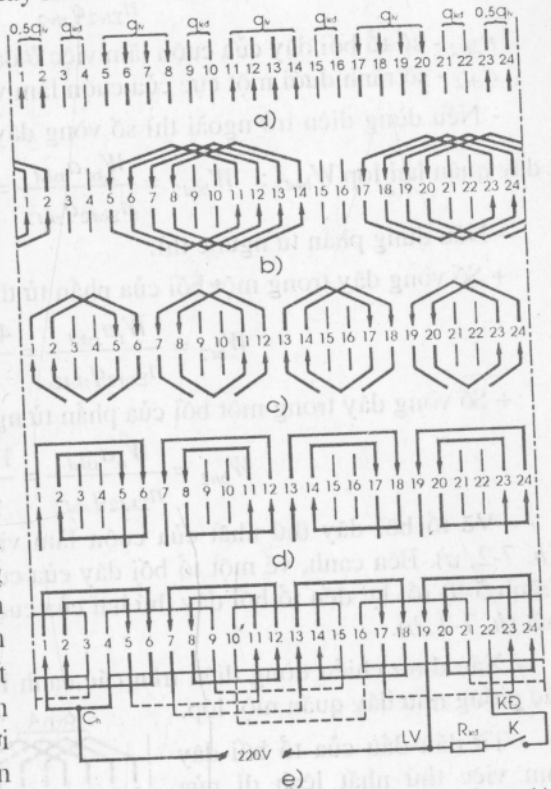
- Bước dây quấn: $y_{lv} = y_{kd} = \frac{2}{3} \tau = \frac{2}{3} \cdot \frac{Z_s}{2P} = \frac{2}{3} \cdot \frac{24}{4} = 4$ rãnh.

- Số rãnh dưới một cực của cuộn làm việc và cuộn khởi động giống dây quấn một lớp: $q_{lv} = 4$; $q_{kd} = 2$.

- Số tổ bởi dây của cuộn làm việc: $n_{\Sigma lv} = \frac{Z_{lv}}{q_{lv}} = \frac{16}{4} = 4$ tổ.

- Số tổ bởi dây của cuộn khởi động: $n_{\Sigma kd} = \frac{Z_{kd}}{q_{kd}} = \frac{8}{2} = 4$ tổ.

Ở phần a đã xác định được: $W_{lv} = 568$ vg; $W_{kd} = 244$ vg; $W_i = 412$ vg; $W_n = 144$ vg. Khi chuyển sang dây quấn hai lớp thì phải xác định thêm các thông số sau:



Hình 7-1. Trình tự các bước thành lập sơ đồ dây quấn một lớp cho động cơ một pha.

- Số vòng dây trong một bố của cuộn làm việc ở dây quấn hai lớp W_{blv2} :

$$W_{blv2} = \frac{W_{lv} a_{sslv}}{n_{\Sigma lv2} q_{zlv2}} = \frac{568.1}{4.4} \approx 36 \text{ vg}$$

$n_{\Sigma lv2}$ - số tổ bố dây của cuộn làm việc ở dây quấn hai lớp (tổ);

q_{zlv2} - số rãnh dưới một cực của cuộn làm việc ở dây quấn hai lớp (rãnh).

- Nếu dùng điện trở ngoài thì số vòng dây trong một bố của cuộn khởi động ở dây quấn hai lớp W_{bkd2} : $W_{bkd2} = \frac{W_{kd} a_{sskd}}{n_{\Sigma kd2} q_{zkd2}} = \frac{244.1}{4.2} \approx 31 \text{ vg}$

- Nếu dùng phần tử ngược thì:

+ Số vòng dây trong một bố của phần tử thuận ở dây quấn hai lớp W_{bt2} :

$$W_{bt2} = \frac{W_t a_{sskd}}{n_{\Sigma kd2} q_{zkd2}} = \frac{412.1}{4.2} \approx 52 \text{ vg}$$

+ Số vòng dây trong một bố của phần tử ngược ở dây quấn hai lớp W_{bn2} :

$$W_{bn2} = \frac{W_n a_{sskd}}{n_{\Sigma kd2} q_{zkd2}} = \frac{144.1}{4.2} = 18 \text{ vg}$$

- Vẽ tổ bố dây thứ nhất của cuộn làm việc với $q_{lv} = 4$ và $y_{lv} = 4$ (rãnh 1-5) (h. 7-2, a). Bên cạnh, vẽ một tổ bố dây của cuộn khởi động với $q_{kd} = 2$ và $y_{kd} = 4$ (rãnh 5-9) rồi lại đến tổ bố dây thứ hai của cuộn làm việc... cứ thế lần lượt cho đến hết (h. 7-2, b).

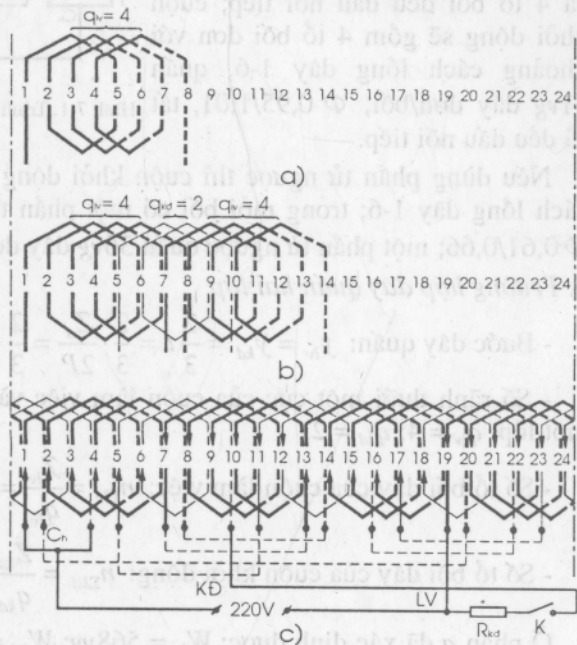
- Xác định chiều dòng điện trên các cạnh lớp trên của cuộn làm việc theo quy tắc giống như dây quấn một lớp.

- Từ đầu đầu của tổ bố dây làm việc thứ nhất lệch đi nửa bước cực là đầu đầu của tổ bố dây khởi động thứ nhất. Vẽ chiều dòng điện trên tổ bố dây này rồi áp dụng quy tắc trên để vẽ cho tất cả các cạnh lớp trên của cuộn khởi động.

- Theo chiều dòng điện, nối các tổ bố dây của từng cuộn dây lại với nhau thành sơ đồ hoàn chỉnh (h. 7-2, c).

Theo hình 7-2 thì trong một rãnh có cả dây quấn làm việc và dây quấn khởi động nên phải kiểm tra lại khả năng đặt dây quấn hai lớp vào rãnh.

Nếu dùng điện trở ngoài thì quan hệ (7-34) được viết lại là:



Hình 7-2. Trình tự các bước thành lập sơ đồ dây quấn hai lớp cho động cơ một pha.

$$n_{zm} d_{cdm}^2 = N_{idzlv2} n_{sslv2} d_{cdlv2}^2 + N_{idzkd2} n_{sskd2} d_{cdkd2}^2 \\ = W_{blv2} n_{ss3f} d_{cdlv}^2 + W_{bkd2} n_{ss3f} d_{cdkd}^2 = 36.1.0,95^2 + 31.1.1,01^2 \approx 64,1$$

N_{idzlv2} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh của dây quấn làm việc hai lớp (dây);

N_{idzkd2} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh của dây quấn khởi động hai lớp (dây);

n_{sslv2} - số sợi dây song song trong một dây dẫn tác dụng của dây quấn làm việc hai lớp (dây);

n_{sskd2} - số sợi dây song song trong một dây dẫn tác dụng của dây quấn khởi động hai lớp (dây);

Theo bảng 7-8, $K_{hdc} = 0,37$; $K_{hdm} = 0,36$. Đưa hiệu đính vào kết quả lấp đầy rãnh của dây quấn hai lớp sẽ có: $64,1 \frac{0,37}{0,36} \approx 65,88 > 64,6$.

Trong trường hợp này nên chỉnh đường kính dây khởi động xuống 0,90/0,96mm là vừa.

Nếu dùng phần tử ngược thì quan hệ (7-34) được viết là:

$$n_{zm} d_{cdm}^2 = N_{idzlv2} n_{sslv2} d_{cdlv2}^2 + N_{idzt2} n_{sskd2} d_{cdt2}^2 + N_{idzn2} n_{sskd2} d_{cdn2}^2 \\ = n_{ss3f} (W_{blv2} d_{cdlv2}^2 + W_{bt2} d_{cdt}^2 + W_{bn2} d_{cdn}^2) \\ = 1(36.0,95^2 + 52.0,66^2 + 18.0,66^2) \approx 63$$

N_{idzt2} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh của phần tử thuận ở dây quấn hai lớp (dây);

N_{idzn2} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh của phần tử ngược ở dây quấn hai lớp (dây);

d_{cdt2} - đường kính kể cả cách điện của phần tử thuận ở dây quấn hai lớp (mm);

d_{cdn2} - đường kính kể cả cách điện của phần tử ngược ở dây quấn hai lớp (mm).

Đưa hiệu đính lấp đầy rãnh vào dây quấn hai lớp sẽ có:

$$63 \frac{0,37}{0,36} \approx 64,75 > 64,6$$

Chênh lệch không đáng kể nên cho phép giảm đường kính dây của phần tử thuận và phần tử ngược. Ở đây, dùng loại dây 0,60/0,65mm là vừa.

Như vậy; nếu dùng cuộn dây hai lớp và điện trở ngoài thì cuộn làm việc sẽ gồm 4 tổ bố bốn kiểu đồng khuôn đấu nối tiếp với khoảng cách lồng dây 1-5, quấn 36vg dây đơn/bối, $\Phi 0,86/0,95$; cuộn khởi động sẽ gồm 4 tổ bố đôi kiểu đồng khuôn đấu nối tiếp với khoảng cách lồng dây 1-5, quấn 31vg dây đơn/bối, $\Phi 0,90/0,96$.

Nếu dùng phần tử ngược thì cuộn khởi động sẽ gồm 4 tổ bố đôi đấu nối tiếp với khoảng cách lồng dây 1-5; trong mỗi bố có một phần tử thuận quấn 52vg dây đơn/bối và một phần tử ngược quấn 18vg dây đơn/bối, $\Phi 0,60/0,65$.

7-7. Phương pháp tổng quát tính khôi phục cuộn dây động cơ điện xoay chiều ba pha khi chỉ còn lõi thép

Trong quá trình sửa chữa có thể gặp những động cơ điện xoay chiều ba pha hoặc mất cuộn dây hỏng hoặc mất etyket hoặc đồng thời mất cả hai. Trong mục này chúng tôi xin giới thiệu phương pháp tổng quát dùng để tính khôi phục lại cuộn dây như cũ trong trường hợp khó khăn nhất là mất cả cuộn dây lẫn etyket. Những mục tiếp theo của chương này chúng tôi sẽ giới thiệu cách vận dụng linh hoạt phương pháp tổng quát để tính cho những trường hợp đơn giản còn lại.

Trình tự tính toán được tiến hành qua các bước như sau.

1. Căn cứ kích thước lõi thép stato để ước lượng công suất rồi chọn sơ bộ cảm ứng từ ở khe B_{kh} , cảm ứng từ ở lưng B_l và cảm ứng từ ở rãnh B_r theo bảng 7-11.

Bảng 7-11. Ước lượng giá trị từ cảm theo công suất

$P_{dm} (kW)$	$B_{kh} (T)$	$B_l (T)$	$B_r (T)$	$A (A/cm)$
≤ 1	$0,3 \div 0,6$	$1,0 \div 1,4$	$1,3 \div 1,5$	$100 \div 200$
$1 \div 10$	$0,6 \div 0,8$	$1,1 \div 1,5$	$1,4 \div 1,6$	$200 \div 300$
$10 \div 100$	$0,7 \div 0,9$	$1,2 \div 1,5$	$1,4 \div 1,8$	$250 \div 400$
≥ 100	$0,9 \div 1,0$	$1,3 \div 1,5$	$1,8 \div 2,0$	$350 \div 600$

2. Căn cứ độ dày lá tôn silic ở lõi thép stato và dạng cách điện của nó để xác định hệ số lấp đầy lõi thép stato $K_{lđFe}$ theo bảng 7-12.

Bảng 7-12. Hệ số lấp đầy lõi thép $K_{lđFe}$

Dạng cách điện bề mặt lá tôn silic	$K_{lđFe}$ khi chiều dày lá tôn silic bằng	
	0,35mm	0,5mm
Màng ôxyt	0,93	0,95
Sơn	0,90	0,93
Giấy	0,87	0,90

3. Căn cứ kết quả ở bước 1; 2 để xác định số cực của động cơ theo công thức:

$$2p = \frac{\pi K_{cc} B_{kh} D_{ns} L_s}{2 K_{lđFe} B_l h_{ls} (L_s - n_{rk} b_{rk})} \quad (7-53)$$

$2p$ - số cực (cực);

K_{cc} - hệ số cung cực, lấy bằng 0,637;

D_{ns} - đường kính trong stato (cm);

L_s - chiều dài lõi thép stato (cm);

h_{ls} - chiều cao lưng lõi thép stato;

n_{rk} - số lượng rãnh thông gió (rãnh);

b_{rk} - chiều rộng rãnh thông gió (cm).

4. Căn cứ kích thước và số rãnh lõi thép stato để xác định chiều rộng trung bình và bước răng theo công thức:

$$b_{lbrs} = \frac{2b_{ucr} + b_{udr}}{3}, \quad (7-54)$$

$$t_{rs} = \frac{\pi D_{trs}}{Z_s}, \quad (7-55)$$

b_{lbrs} - độ rộng trung bình của răng stato (cm);

t_{rs} - bước răng stato (cm);

b_{ucr} - độ rộng tại điểm uốn chân răng stato (cm);

b_{udr} - độ rộng tại điểm uốn đỉnh răng stato (cm);

Z_s - số rãnh stato (rãnh).

Để cụ thể hơn xin xem hình 7-3.

5. Dựa vào kết quả ở các bước 1; 2; 4 để xác định cảm ứng từ ở răng stato theo công thức:

$$B_r = \frac{B_{kh} t_{rs} L_s}{K_{ldFe} b_{lbrs} (L_s - n_{ls} b_{lg})}, \quad (7-56)$$

B_r - cảm ứng từ ở răng stato (T).

Số sánh B_r với giá trị cho trong bảng 7-11. Nếu không phù hợp thì phải điều chỉnh B_{kh} tăng giảm tương ứng theo công thức:

$$B'_{kh} = \frac{B_{kh} B_{rb}}{B_r}, \quad (7-57)$$

B'_{kh} - từ cảm ở khe hở không khí sau điều chỉnh (T);

B_{kh} - từ cảm ở khe chọn ở bước 1 (T).

B_{rb} - từ cảm ở răng theo bảng 7-11 (T).

B_r - từ cảm ở răng tính ở bước 5 (T).

6. Dựa vào kết quả ở bước 3; 5 để xác định từ thông chính của động cơ theo công thức:

$$\Phi = \frac{\pi K_{cc} B'_{kh} L_s D_{trs}}{2p}, \quad (7-58)$$

Φ - từ thông chính của động cơ (Mv).

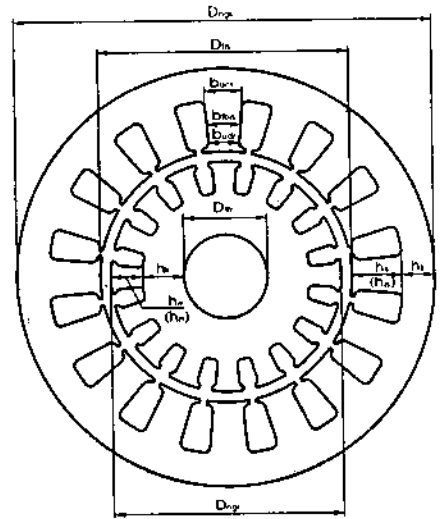
7. Xác định kiểu dây quấn.

- Dựa vào đường kính ngoài stato D_{ngs} để lựa chọn kiểu lớp dây (giống bước 2 mục 7-5).

- Tra bảng 7-2 hoặc dùng các công thức sau để tính bước dây quấn.

+ Nếu chọn dây quấn một lớp thì phải dùng bước đủ với:

$$y_s = \frac{Z_s}{2p}, \quad (7-59)$$



Hình 7-3. Ký hiệu kích thước răng của động cơ.

y_s - bước dây quấn của cuộn dây stato (rãnh);

Z_s - số rãnh stato (rãnh).

+ Nếu chọn dây quấn hai lớp thì phải dùng bước ngắn với:

$$y_s = \frac{\beta Z_s}{2p}, \quad (7-60)$$

β - hệ số bước ngắn, chọn từ 0,5÷0,95, trị số lớn cho dây quấn nhiều cực, trị số nhỏ cho dây quấn ít cực.

- Xác định số rãnh của một pha dưới một cực (số bối dây trong một tổ bối) theo công thức:

$$q_z = \frac{Z_s}{2pm}, \quad (7-61)$$

q_z - số rãnh một pha dưới một cực (rãnh);

m - số pha (pha).

- Xác định số tổ bối dây trong cả máy.

+ Nếu chọn dây quấn một lớp thì:

$$n_\Sigma = \frac{Z_s}{2q_z}, \quad (7-62)$$

n_Σ - số tổ bối dây trong cả máy (tổ).

+ Nếu chọn dây quấn hai lớp thì :

$$n_\Sigma = \frac{Z_s}{q_z}, \quad (7-63)$$

- Tạm thời xác định số nhánh song song trong một pha a_{ss} và số sợi dây song song trong một dây dẫn tác dụng n_{ss} theo bảng 7-5.

8. Dựa vào kết quả ở bước 6 và bước 7 để xác định số vòng dây nối tiếp trong một pha theo công thức:

$$W_{fs} = \frac{U_f 10^4}{4,44 f K_w \Phi}, \quad (7-64)$$

W_{fs} - số vòng dây nối tiếp trong một pha stato (vg) ;

U_f - điện áp pha định mức (V) ;

f - tần số điện lưới (Hz) ;

K_w - hệ số dây quấn, lấy theo bảng 7-3 hoặc 7-4 theo số lớp dây quấn.

9. Dựa vào kết quả của bước 7; 8 để xác định số vòng dây của một bối theo công thức:

$$W_b = \frac{3a_{ss} W_{fs}}{n_\Sigma q_z}, \quad (7-65)$$

W_b - số vòng dây của một bối (vg) ;

a_{ss} - số nhánh song song trong một pha, lấy theo bảng 7-5.

Nếu kết quả tính W_b không phải là số nguyên thì phải hiệu chỉnh lại W_{fs} theo công thức:

$$W_{fs} = \frac{W_b n_z q_z}{3a_{ss}} \quad (7-66)$$

10. Dựa vào kết quả ở bước 8 để xác định số dây dẫn tác dụng trong một rãnh stato theo công thức:

$$N_{tdzs} = \frac{2ma_{ss}W_{fs}}{Z_s} \quad (7-67)$$

N_{tdzs} - số dây dẫn tác dụng trong một rãnh stato (vg).

11. Dựa vào kết quả ở bước 7; 10 để xác định tổng số dây dẫn đặt trong rãnh theo công thức:

$$n_{zs} = n_{ss} N_{tdzs} \quad (7-68)$$

n_{zs} - tổng số dây dẫn đặt trong rãnh stato (dây);

n_{ss} - số sợi dây song song trong một dây dẫn tác dụng (dây).

12. Dựa vào kết quả ở bước 11 để xác định kích thước dây quấn theo công thức:

$$d_{cd} = 1,128 \sqrt{\frac{K_{tdz} S_{zs}}{n_{zs}}} \quad (7-69)$$

$$d_0 = d_{cd} - \Delta_{cd} \quad (7-70)$$

$$S_0 = 0,785 d_0^2 \quad (7-71)$$

d_{cd} - đường kính dây kể cả cách điện (mm);

d_0 - đường kính dây đồng trần (mm);

S_0 - tiết diện dây đồng trần (mm²);

K_{tdz} - hệ số lấp đầy rãnh (bảng 7-8);

S_{zs} - tiết diện rãnh stato (mm²);

Δ_{cd} - chiều dày cách điện hai phía của dây quấn, bảng 7-13 (mm).

Bảng 7-13. Δ_{cd} của một số dây dẫn thông dụng

d_0 (mm)	Δ_{cd} (mm) khi mã hiệu dây			
	ПЭЛ, ПЭВ-1	ПЭВ-2	ПЭЛБО	ПБД
0,31 ÷ 0,40	0,04	0,06	0,16	0,22
0,41 ÷ 0,50	0,04 ÷ 0,05	0,07	0,165	0,22
0,51 ÷ 0,60	0,05	0,07 ÷ 0,08	0,17	0,22
0,70 ÷ 0,95	0,06	0,09	0,18	0,22
1,00 ÷ 2,10	0,07 ÷ 0,10	0,10 ÷ 0,13	0,21	0,27
2,25 ÷ 5,00	0,10	-	-	0,33

Ở đây, tiết diện mặt cắt của rãnh được xác định bằng cách dùng giấy kẻ li vuông miết vào đầu rãnh. Mỗi ô trong rãnh ứng với 1mm² tiết diện rãnh. Ngoài ra, còn có thể tính tiết diện rãnh theo các công thức sau:

- Đối với rãnh quả lê (h. 7-4, a):

$$S_{zs} = 1,57(r_1^2 + r_2^2) + 0,5(h_z' - r_1)(b_{udz} + b_{ucz}) \quad (7-72)$$

- Đối với rãnh hình thang (h. 7-4, b):

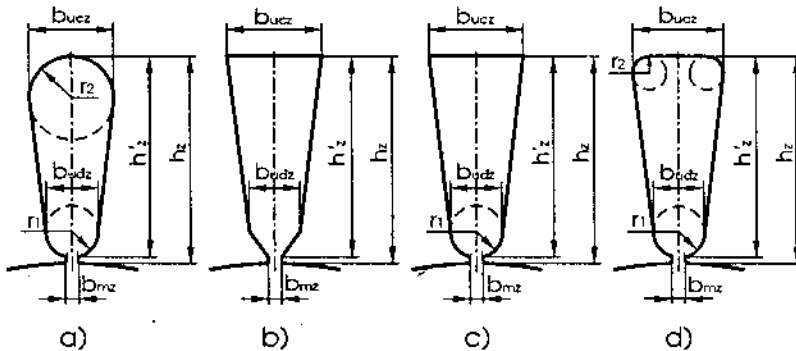
$$S_{zs} = 0,5b_{ucz}(b_{udz} + b_{ucz}) + 0,5(h_z' - b_{ucz})(b_{udz} + b_{ucz}) \quad (7-73)$$

- Đối với rãnh hình thang có phần dưới nệm lượn tròn (h. 7-4, c):

$$S_{zs} = 1,57r_1^2 + 0,5(h_z' - r_1)(b_{udz} + b_{ucz}) \quad (7-74)$$

- Đối với rãnh hình thang có phần dưới nệm và đáy rãnh lượn tròn (h. 7-4, d):

$$S_{zs} = 1,57(r_1^2 + r_2^2) + 0,5(h_z' - r_1)(b_{udz} + b_{ucz}) + r_2(b_{ucz} - 2r_2) \quad (7-75)$$



Hình 7-4. Ký hiệu kích thước rãnh stato: a) rãnh quả lê; b) rãnh hình thang; c) rãnh hình thang có phần dưới nệm lượn tròn; d) rãnh hình thang có phần dưới nệm và đáy rãnh lượn tròn.

13. Dựa vào kết quả ở bước 12 để tính dòng điện pha theo công thức:

$$I_f = n_{ss} a_{ss} S_{\sigma} J \quad (7-76)$$

I_f - dòng điện pha của cuộn dây stato (A);

J - mật độ dòng điện, lấy ở bảng 7-14 (A/mm²).

Bảng 7-14. Mật độ dòng điện trong động cơ không đồng bộ

Dạng thông gió	J (A/mm ²) khi D_{ngs} (cm)	
	13 ÷ 30	30 ÷ 50
Kiểu kín quạt mặt ngoài	6,0 ÷ 4,5	4,5 ÷ 3,5
Kiểu bảo vệ	6,5 ÷ 5,5	5,5 ÷ 4,5

14. Dựa vào kết quả ở bước 10; 13 để xác định phụ tải đường theo công thức:

$$A = \frac{I_f N_{tdzs} Z_s}{\pi D_{trs}} \quad (7-77)$$

A - phụ tải đường của cuộn dây stato (A/cm).

Số sánh kết quả với trị số cho trong bảng 7-11. Nếu vượt ra ngoài giới hạn cho phép thì phải thay đổi J hoặc a_{ss} theo các công thức sau và tính lại từ bước 14 hoặc bước 9:

$$J' = J \frac{A_b}{A}, \quad (7-78)$$

$$a'_{ss} = a_{ss} \frac{A_b}{A}, \quad (7-79)$$

J' - mật độ dòng diện sau điều chỉnh (A/mm^2);
 a'_{ss} - số nhánh song song sau điều chỉnh (nhánh);
 A_b - phụ tải đường theo bảng 7-11 (A/cm);
 A - phụ tải đường tính ở công thức (7-77) (A/cm).

15. Dựa vào kết quả ở bước 13 để tính công suất biểu kiến và công suất định mức của động cơ theo công thức:

$$P' = m U_f I_f 10^{-3}, \quad (7-80)$$

$$P_{dm} = P' \eta \cos \varphi, \quad (7-81)$$

P' - công suất biểu kiến của động cơ lấy từ lưới điện (kVA);

P_{dm} - công suất định mức trên trục cơ (kW);

$\eta \cos \varphi$ - hiệu suất năng lượng, lấy ở bảng 7-15 hoặc 7-16.

Bảng 7-15. Hiệu suất năng lượng của động cơ ba pha rôto quấn dây.

$P_{dm} (kW)$	$\eta \cos \varphi$ khi				
	$2p = 2$ (cực)	$2p = 4$ (cực)	$2p = 6$ (cực)	$2p = 8$ (cực)	$2p = 10$ (cực)
1,0	-	-	-	-	-
1,7	-	-	-	-	-
2,8	-	-	0,573	0,512	-
4,5	0,686	0,679	0,614	0,557	-
7,0	0,706	0,745	0,641	0,602	-
10	0,736	0,732	0,679	0,645	-
14	0,719	0,719	0,661	0,626	-
20	0,755	0,746	0,696	0,667	-
28	0,767	0,757	0,710	0,686	-
40	0,775	0,773	0,725	0,705	0,683
55	0,781	0,776	0,737	0,722	-
75	0,789	0,783	0,751	0,740	0,692
100	0,797	0,793	0,766	0,750	0,707
125	-	0,810	0,785	0,766	0,728
150	-	0,817	0,794	0,774	0,740
200	-	0,837	0,802	0,784	0,756
250	-	0,746	0,809	0,792	0,767
300	-	0,833	0,815	0,892	0,776
400	-	0,839	0,822	0,807	0,789

16. Dựa vào các kết quả đã tính được để dự trù khối lượng dây quấn stato theo công thức:

$$G_{cds} = 9,256 S_0 N_{tđzs} n_{ss} a_{ss} Z_s \left[\frac{\pi K_{sc} y_s (D_{trs} + h_{zs})}{Z_s} + C_{hc} + L_s \right] 10^{-5}, \quad (7-82)$$

G_{cds} - khối lượng dây quấn kể cả cách điện (kg);

K_{sc} - hệ số sửa chữa, lấy ở bảng 7-17;

C_{hc} - hằng số hiệu chỉnh, lấy ở bảng 7-17.

Bảng 7-16. Hiệu suất năng lượng của động cơ ba pha rôto lồng sóc

P_{dm} (kW)	$\eta \cos \phi$ khi			
	$2p = 2$ (cực)	$2p = 4$ (cực)	$2p = 6$ (cực)	$2p = 8$ (cực)
1,0	0,655	0,604	0,543	-
1,7	0,679	0,644	0,574	-
2,8	0,722	0,697	0,632	0,564
4,5	0,739	0,761	0,680	0,639
7,0	0,753	0,740	0,689	0,647
10	0,761	0,753	0,697	0,676
14	0,774	0,761	0,709	0,688
20	0,779	0,774	0,731	0,705
28	0,788	0,779	0,748	0,722
40	0,801	0,792	0,757	0,739
55	0,810	0,797	0,774	0,752
75	0,819	0,801	0,783	-
100	0,824	0,805	-	-

Bảng 7-17. K_{sc} và C_{hc} động cơ không đồng bộ

$2p$ (cực)	Sửa chữa không tháo vỏ		Sửa chữa có tháo vỏ	
	C_{hc}	K_{sc}	C_{hc}	K_{sc}
2	3	1,30	2	1,25
4	3	1,35	2	1,30
6	3	1,45	2	1,40
8	3	1,55	2	1,50

Ví dụ. Một động cơ điện xoay chiều ba pha bị mất cuộn dây, mất etyket, chỉ còn lõi thép với các số liệu sau: $Z_s = 54$ rãnh (rãnh quả lê); $Z_r = 64$ rãnh (rãnh thẳng); $m = 3$ pha; $D_{gr} = 29,1cm$; $D_{rs} = 20,6cm$; $L_s = 15cm$; không có rãnh thông gió; $h_{zs} = h_{rs} = 2,59cm$; $h_{ls} = 1,66cm$; $S_s = 186,2mm^2$; $b_{ucr} = 0,55cm$; $b_{ufr} = 0,54cm$; lõi ghép bằng tôn silic dày $0,35mm$ phủ màng ôxyt; động cơ kiểu kín thông gió mặt ngoài; sửa chữa không tháo vỏ. Hãy tính để quấn khôi phục lại động cơ như cũ.

Giải:

Bài toán còn thiếu điều kiện về điện áp sử dụng. Hãy chấp nhận tính cho mạng 220/380V-50Hz hiện hành tại Việt Nam.

1. Chọn cảm ứng từ ở khe B_{kh} , cảm ứng từ ở lưng B_l , cảm ứng từ ở răng B_r .

Dựa vào D_{gr} , D_{rs} , và L_s có thể ước lượng động cơ này có $P_{dm} \leq 10kW$. Theo bảng 7-11, sơ bộ chọn $B_{kh} = 0,7T$; $B_l = 1,4T$; $B_r = 1,5T$.

2. Chọn hệ số lấp đầy lõi thép K_{ldFe} .

Theo bảng 7-12, ứng với độ dày lá tôn silic 0,35mm, cách điện màng ôxyt chọn $K_{ldFe} = 0,93$.

3. Xác định số cực $2p$.

$$\text{Theo (7-53): } 2p = \frac{\pi K_{cc} B_{kh} D_{trs} L_s}{2 K_{ldFe} B_l h_{ls} (L_s - n_{lg} b_{lg})} = \frac{3,14 \cdot 0,637 \cdot 0,720 \cdot 6,15}{2,0 \cdot 93 \cdot 1,4 \cdot 1,66 (15 - 0,0)} \approx 6,7 \text{ cực}$$

Theo bảng 7-1, khi $Z_s = 54$, $Z_r = 64$ (rãnh thẳng) thì có thể chọn $2p = 6$ cực hoặc 8 cực. Ở đây kết quả tính được 6,7 nên chọn $2p = 6$ cực.

4. Xác định độ rộng trung bình của răng b_{trs} và bước răng t_{rs} .

$$\text{Theo (7-54): } b_{trs} = \frac{2b_{ucr} + b_{udr}}{3} = \frac{2,0,55 + 0,54}{3} \approx 0,547 \text{ cm}$$

$$\text{Theo (7-55): } t_{rs} = \frac{\pi D_{trs}}{Z_s} = \frac{3,14 \cdot 20,6}{54} \approx 1,198 \text{ cm}$$

5. Xác định cảm ứng từ ở răng B_r .

$$\text{Theo (7-56): } B_r = \frac{B_{kh} t_{rs} L_s}{K_{ldFe} b_{trs} (L_s - n_{lg} b_{lg})} = \frac{0,7 \cdot 1,198 \cdot 15}{0,93 \cdot 0,547 (15 - 0,0)} \approx 1,648 T$$

Trị số tối đa của B_r cho trong bảng 7-11 là 1,6T. Hãy chọn $B_r = 1,55T$ để có chút dự trữ. Lúc này B_{kh} phải điều chỉnh lại như sau.

$$\text{Theo (7-57): } B'_{kh} = B_{kh} \frac{B_{rb}}{B_r} = 0,7 \frac{1,55}{1,648} \approx 0,658 T$$

6. Xác định từ thông chính Φ .

$$\text{Theo (7-58): } \Phi = \frac{\pi K_{cc} B'_{kh} L_s D_{trs}}{2p} = \frac{3,14 \cdot 0,637 \cdot 0,658 \cdot 15 \cdot 20,6}{6} \approx 67,780 \text{ Mx}$$

7. Xác định kiểu dây quấn.

- Vì $D_{ngs} = 29,1 \text{ cm} > 20 \text{ cm}$ nên dùng dây quấn hai lớp kiểu đồng khuôn với bước ngắn. Chọn $\beta = 0,8$.

- Bước dây quấn y_s . Theo (7-60): $y_s = \frac{\beta Z_s}{6} = \frac{0,8 \cdot 54}{6} = 7,2$ rãnh. Chọn $y_s = 7$ rãnh

(lồng dây vào rãnh số 1 và rãnh số 8)

- Số rãnh một pha dưới một cực q_z . Theo (7-61): $q_z = \frac{Z_s}{2pm} = \frac{54}{6 \cdot 3} = 3$ rãnh. Như

vậy là trong một tổ sẽ có 3 bối dây.

- Số tổ bối dây trong cả máy n_Σ . Theo (7-63): $n_\Sigma = \frac{Z_s}{q_z} = \frac{54}{3} = 18$ tổ. Như vậy là

trong mỗi pha sẽ có 6 tổ bối ba.

- Chọn a_{ss} và n_{ss} .

Theo bảng 7-5, khi $D_{ngs} = 29,1$ và $2p = 6$ tạm thời chọn $a_{ss} = 2$; $n_{ss} = 1$. Tức là quấn bằng một sợi dây và trong mỗi pha có 2 nhánh song song, mỗi nhánh 3 tổ bối ba đầu nối tiếp.

8. Xác định số vòng dây nối tiếp trong một pha W_{fs} .

$$\text{Theo (7-64): } W_{fs} = \frac{U_f 10^4}{4,44 f K_w \Phi} = \frac{220 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 0,902 \cdot 67,780} \approx 162 \text{vg}$$

9. Xác định số vòng dây của một bối. Theo (7-65): $W_b = \frac{3a_{ss} W_{fs}}{n_{\Sigma} q_z} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 162}{18,3} = 18 \text{vg}$

10. Xác định số dây dẫn tác dụng trong một rãnh stato N_{tdzs} .

$$\text{Theo (7-67): } N_{tdzs} = \frac{2ma_{ss} W_{fs}}{Z_s} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 162}{54} = 36 \text{ dây}$$

11. Xác định tổng số dây dẫn đặt trong rãnh stato n_{zs} .

$$\text{Theo (7-68): } n_{zs} = n_{ss} N_{tdzs} = 1 \cdot 36 = 36 \text{ dây}$$

12. Xác định kích thước dây quấn.

$$\text{Theo (7-69): } d_{cd} = 1,128 \sqrt{\frac{K_{dz} S_z}{n_{zs}}} = 1,128 \sqrt{\frac{0,4 \cdot 186,2}{36}} \approx 1,62 \text{mm}$$

$$\text{Dùng dây ПЭВ-2. Theo (7-70): } d_0 = d_{cd} - \Delta_{cd} = 1,62 - 0,13 = 1,49 \text{mm}$$

$$\text{Theo (7-71): } S_0 = 0,785 d_0^2 = 0,785 \cdot 1,49^2 \approx 1,743 \text{mm}^2$$

13. Tính dòng điện pha I_f . Theo (7-76): $I_f = S_0 n_{ss} a_{ss} J = 1,743 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 5 = 17,43 \text{A}$

14. Tính phụ tải đường A . Theo (7-77): $A = \frac{I_f N_{tdzs} Z_s}{\pi D_{trx}} = \frac{17,43 \cdot 36 \cdot 54}{3,14 \cdot 20,6} \approx 524 \text{A/cm}$

Trị số $A = 524 \text{A/cm}$ vượt quá xa trị số tối đa (300A/cm) cho trong bảng 7-11. Vậy phải điều chỉnh J hoặc a_{ss} . Trong trường hợp này nếu điều chỉnh J thì P_{dm} sẽ bị giảm nhiều nên cần đi theo hướng điều chỉnh a_{ss} .

$$\text{Theo (7-79): } a'_{ss} = a_{ss} \frac{A_b}{A} = 2 \frac{300}{524} \approx 1,15 \text{ nhánh (chọn } a'_{ss} = 1 \text{ nhánh)}$$

Khi a_{ss} được điều chỉnh theo hướng giảm thì số thanh dẫn tác dụng trong một rãnh N_{tdzs} sẽ giảm dẫn đến đường kính dây quấn sẽ tăng gây khó khăn cho công đoạn quấn và lồng dây. Vì vậy, cần phải tăng số dây dẫn song song để giảm đường kính dây. Ở đây, chọn $a'_{ss} = 1$ và $n'_{ss} = 2$. Bây giờ phải tính nhanh lại từ bước 9 như sau:

$$W'_b = \frac{3a'_{ss} W_{fs}}{N_{\Sigma} q_z} = \frac{3 \cdot 1 \cdot 162}{18,3} = 9 \text{vg}$$

$$N'_{tdzs} = \frac{2ma'_{ss} W_{fs}}{Z_s} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 162}{54} = 18 \text{ dây}$$

$$n'_{zs} = n'_{ss} N'_{tdz} = 2 \cdot 18 = 36 \text{ dây}$$

$$d'_{cd} = 1,128 \sqrt{\frac{K_{tdz} S_z}{n'_{zs}}} = 1,128 \sqrt{\frac{0,4 \cdot 186,2}{36}} \approx 1,62 \text{ mm}$$

$$d'_0 = d'_{cd} - \Delta'_{cd} = 1,62 - 0,1 = 1,52 \text{ mm}$$

(chọn loại dây thông dụng ПЭВ-1 có $d_0 = 1,50 \text{ mm}$, $\Delta'_{cd} = 0,1 \text{ mm}$).

$$S'_0 = 0,785 d_0'^2 = 0,785 \cdot 1,50^2 \approx 1,766 \text{ mm}^2$$

$$I'_f = S'_0 n'_{ss} a'_{ss} J = 1,766 \cdot 2 \cdot 1,5 = 17,66 \text{ A}$$

$$A' = \frac{I'_f N_{tdzs} Z_s}{\pi D_{irs}} = \frac{17,66 \cdot 18 \cdot 54}{3,14 \cdot 20,6} \approx 265 \text{ A/cm}$$

Trị số này nằm trong giới hạn cho phép của bảng 7-11 nên các tính toán trên đã được chấp nhận.

15. Tính công suất biểu kiến P' và công suất định mức P_{dm} .

$$\text{Theo (7-80): } P' = m U_f I'_f 10^{-3} = m U_f I'_f 10^{-3} = 3 \cdot 220 \cdot 17,66 \cdot 10^{-3} \approx 11,66 \text{ kVA}$$

Động cơ có $P' = 11,66 \text{ kVA}$ sẽ có P_{dm} dưới 11 kW . Tra bảng 7-16, chọn $\eta \cos \varphi = 0,697$. Theo (7-81): $P_{dm} = P' \eta \cos \varphi = 11,66 \cdot 0,697 \approx 8,1 = 8 \text{ kW}$

16. Dự trữ khối lượng dây quấn G_{cds} .

$$\begin{aligned} \text{Theo (7-82): } G_{cds} &= 9,256 S_0 N_{tdzs} n'_{ss} a'_{ss} Z_s \left[\frac{\pi K_{sc} y_s (D_{irs} + h_{zs})}{Z_s} + C_{hc} + L_s \right] 10^{-5} \\ &= 9,256 \cdot 1,766 \cdot 18 \cdot 2 \cdot 1,54 \left[\frac{3,14 \cdot 1,45 \cdot 7(20,6 + 2,59)}{54} + 3 + 15 \right] 10^{-5} = 10,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

Như vậy; dây quấn stato của động cơ sẽ gồm 18 tổ bởi ba kiểu đồng khuôn, cuộn dây lớp kép với bước lồng dây 1-8 (7 rãnh); mỗi pha gồm 6 tổ bởi ba đầu nối tiếp cùng phía; dùng hai sợi dây đồng ПЭВ-1 đường kính 1,50/1,60 mm quấn 9 vòng dây đôi/bối; tổng khối lượng dây quấn 10,1 kg; công suất định mức đạt 8 kW; khi đấu tam giác, động cơ sẽ là loại một tam giác dùng ở mạng ba pha 127/220V; khi đấu hình sao, động cơ sẽ là loại một hình sao dùng ở mạng ba pha 220/380V.

7-8. Tính dây quấn stato động cơ điện xoay chiều ba pha dựa vào kích thước lõi và yêu cầu sử dụng

Phương pháp tính ở mục 7-7 nhằm tìm ra phương án tối ưu để động cơ làm việc ổn định và có công suất ra lớn nhất trên trục của nó. Thế nhưng, dưới góc độ của công tác sửa chữa không phải bao giờ cũng thực hiện được phương án tối ưu mà đôi lúc phải chấp nhận một phương án khác dung hòa giữa kỹ thuật và một số yêu cầu bắt buộc của người sử dụng. Trong mục này, chúng tôi xin hướng dẫn phương pháp tính các số liệu về dây quấn cho một bộ lõi đã có sẵn không còn dây quấn cũ, không còn etyket theo vận tốc quay, tần số điện lưới và điện áp sử dụng thực tế. Việc tính toán phải thực hiện qua các bước sau.

1. Dựa vào số rãnh stato Z_s , số rãnh rôto Z_r và vận tốc quay bất buộc để kiểm định khả năng tương thích của động cơ theo bảng 7-1. Nếu không tương thích được thì có thể tham khảo thêm bảng 7-18 nhưng phải chấp nhận đặc tính khởi động kém hơn ở bảng 7-1.

Bảng 7-18. phối hợp giữa số rãnh stato và rôto

$2p$	Z_s	Z_r
2	18	15
	24	18; 20
	36	28
	48	40
4	18	15
	24	18; 22; 30
	36	24; 26; 42; 44; 46; 48; 50; 54
	48	57; 38; 58; 60
	60	50; 70; 72
6	36	26; 27; 33; 42; 44; 45; 46; 49
	54	36; 42; 44; 58; 60; 64; 68
	72	54; 58; 81; 82; 86; 90; 92
8	36	26; 27; 33; 46; 48
	48	44; 58; 60
	54	36; 42; 44; 58; 64; 68
	72	58; 60; 82; 84; 86; 92
10	60	46; 74

2. Dựa vào số cực $2p$ để tra giá trị từ cảm ở lưng B_l theo bảng 7-7.

3. Tính giá trị từ cảm ở khe theo công thức:

$$B_{kh} = \frac{2K_{dFe} 2pB_l h_{ls} (L_s - n_{lg} b_{lg})}{\pi K_{cc} D_{trs} L_s} \quad (7-83)$$

So sánh kết quả tính với giá trị cho trong bảng 7-11. Nếu không phù hợp thì điều chỉnh B_l và tính lại B_{kh} .

4. Lập lại các tính toán từ bước 4 trở đi của mục 7-7.

Ví dụ. Một động cơ điện xoay chiều ba pha rôto lồng sóc bị mất cuộn dây hồng, mất etyket có các kích thước sau: $D_{trs} = 22,4cm$; $D_{ngs} = 36,4cm$; $h_{ls} = 3,1cm$; $L_s = 23cm$; $S_z = 251,6mm^2$; $b_{ucr} = 1cm$; $b_{udr} = 0,88cm$; $h_{zs} = h_{rs} = 3,9cm$; $Z_s = 36$ rãnh (rãnh đáy thẳng); $Z_r = 30$ rãnh (rãnh chéo); $b_{mr} = 0,5cm$; độ dày lá thép $0,5mm$ phủ sơn cách điện; không có rãnh thông gió; động cơ kiểu kín, thông gió mặt ngoài; sửa chữa không tháo vỏ. Hãy tính để khôi phục lại dây quấn stato sao cho đạt vận tốc đồng bộ $1500vg/ph$ ($2p = 4$) và sử dụng được ở mạng ba pha $220/380V-50Hz$.

Giải:

1. Kiểm nghiệm khả năng tương thích.

Theo bảng 7-1, khi $Z_s = 36$, $Z_r = 30$ (rãnh chéo) có thể tương thích với $2p = 4$.

2. Tra giá trị từ cảm ở lưng B_l .

Theo bảng 7-7, khi $2p = 4$ thì có thể chọn $B_l = 1,0 \div 1,5T$. Tại chọn $B_l = 1,2T$.

3. Tính giá trị từ cảm ở khe B_{kh} .

$$\text{Theo (7-83): } B_{kh} = \frac{2K_{ldFe} 2p B_l h_{ls} (L_s - n_{lg} b_{lg})}{\pi K_{cc} D_{trs} L_s} = \frac{2,0,93,4,1,2,3,1(23 - 0,0)}{3,14,0,637,22,4,23} \approx 0,618T$$

Dựa vào D_{ngs} , D_{trs} , L_s có thể đoán động cơ này có $P_{dm} > 10kW$. Theo bảng 7-11, có thể chọn $B_{kh} = 0,7 \div 0,9T$. Kết quả tính ở trên còn thấp nên cần tăng $B_{kh} > 0,7T$ để tăng công suất. Hãy chỉnh $B_l = 1,4T$. B_{kh} sẽ được tăng là: $B_{kh}' = 0,618 \frac{1,4}{1,2} = 0,721T$

4. Tính độ rộng trung bình và bước răng.

$$\text{Theo (7-54): } b_{brs} = \frac{2b_{ucr} + b_{udr}}{3} = \frac{2,1 + 0,88}{3} = 0,96cm$$

$$\text{Theo (7-55): } t_{rs} = \frac{\pi D_{trs}}{Z_s} = \frac{3,14,22,4}{36} \approx 1,954cm$$

5. Tính giá trị từ cảm ở răng B_r :

$$\text{Theo (7-56): } B_r = \frac{B_{kh}' t_{rs} L_s}{K_{ldFe} b_{brs} (L_s - n_{lg} b_{lg})} = \frac{0,721,1,954,23}{0,93,0,96(23 - 0,0)} \approx 1,578T$$

Kết quả tính B_r phù hợp với bảng 7-11 nên không cần phải điều chỉnh lại B_{kh} nữa.

6. Tính từ thông chính Φ .

$$\text{Theo (7-58): } \Phi = \frac{\pi K_{cc} B_{kh}' L_s D_{trs}}{2p} = \frac{3,14,0,637,0,721,23,22,4}{4} \approx 185,746Mx$$

7. Xác định kiểu dây quấn:

- $D_{ngs} = 36,4cm > 20cm$ nên chọn dây quấn hai lớp kiểu đồng khuôn.

- Tính bước dây quấn y_s . Theo (7-60): $y_s = \frac{\beta Z_s}{2p} = \frac{0,8,36}{4} = 7,2$ rãnh

Chọn $y_s = 7$ rãnh (lồng dây vào rãnh 1 và rãnh 8).

- Tính số rãnh một pha dưới một cực q_z . Theo (7-61): $q_z = \frac{Z_s}{2pm} = \frac{36}{4,3} = 3$ rãnh

Như vậy là sẽ có tổ bố ba.

- Tính số tổ bố dây trong toàn máy n_z . Theo (7-63): $n_z = \frac{Z_s}{q_z} = \frac{36}{3} = 12$ tổ

Như vậy là trong mỗi pha sẽ có 4 tổ bố ba.

- Sơ bộ chọn a_{ss} và n_{ss} .

Theo bảng 7-5, chọn $a_{ss} = 2$ nhánh, $n_{ss} = 2$ dây.

8. Tính số vòng dây nối tiếp trong một pha W_{ϕ} .

Theo (7-64): $W_{fs} = \frac{U_f 10^4}{4,44 f K_w \phi} = \frac{220 \cdot 10^4}{4,44 \cdot 50 \cdot 0,902 \cdot 185,746} \approx 59 \text{vg}$

9. Tính số vòng dây nối tiếp trong một bối W_b .

Theo (7-65): $W_b = \frac{3 a_{ss} W_{fs}}{n_{\Sigma} q_z} = \frac{3 \cdot 2,59}{12,3} \approx 9,8 \text{vg}$

Làm tròn chọn $W_b = 10 \text{vg}$. Kết quả tính W_b không phải là số nguyên nên phải chỉnh lại W_{fs} . Theo (7-66): $W_{fs} = \frac{W_b n_{\Sigma} q_z}{3 a_{ss}} = \frac{10 \cdot 12,3}{3 \cdot 2} = 60 \text{vg}$

10. Tính số dây dẫn tác dụng trong một rãnh N_{tdzs} .

Theo (7-67): $N_{tdzs} = \frac{2 m a_{ss} W_{fs}}{Z_s} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 60}{36} = 20 \text{ dây}$

11. Tính tổng số dây dẫn đặt trong rãnh n_{zs} . Theo (7-68): $n_{zs} = n_{ss} N_{tdzs} = 2 \cdot 20 = 40 \text{ dây}$

12. Tính kích thước dây quấn.

Theo (7-69): $d_{cd} = 1,128 \sqrt{\frac{K_{tdz} S_z}{n_{zs}}} = 1,128 \sqrt{\frac{0,40 \cdot 251,6}{40}} \approx 1,79 \text{mm}$

Theo (7-70): $d_0 = d_{cd} - \Delta_{cd} = 1,79 - 0,13 = 1,66 \text{mm}$

Dùng dây ПЭВ-2. Thực tế chỉ có dây $d_0 = 1,55 \text{mm}$; $\Delta_{cd} = 0,13 \text{mm}$.

Theo (7-71): $S_0 = 0,785 d_0^2 = 0,785 \cdot 1,55^2 \approx 1,886 \text{mm}^2$

13. Tính dòng điện pha I_f . Theo (7-76): $I_f = S_0 n_{ss} a_{ss} J = 1,886 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4,2 \approx 31,685 \text{A}$

14. Tính phụ tải đường A. Theo (7-77): $A = \frac{I_f N_{tdzs} Z_s}{\pi D_{trs}} = \frac{31,685 \cdot 20 \cdot 36}{3,14 \cdot 22,4} \approx 324 \text{A/cm}$

Kết quả này nằm trong giới hạn cho phép của bảng 7-11 nên tính toán như trên là đạt yêu cầu.

15. Tính công suất biểu kiến P' và công suất định mức P_{dm} .

Theo (7-80): $P' = m U_f I_f 10^{-3} = 3 \cdot 220 \cdot 31,685 \cdot 10^{-3} \approx 20,9 \text{kVA}$

Theo (7-81): $P_{dm} = P' \eta \cos \varphi = 20,9 \cdot 0,761 \approx 15,9 \approx 16 \text{kW}$

16. Dự trữ khối lượng dây quấn G_{cds} .

Theo (7-82): $G_{cds} = 9,256 S_0 N_{tdzs} a_{ss} n_{ss} Z_s \left[\frac{\pi K_{sc} y_s (D_{trs} + h_{zs})}{Z_s} + C_{hc} + L_s \right] 10^{-5}$
 $= 9,526 \cdot 1,886 \cdot 20 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 36 \left[\frac{3,14 \cdot 1,35 \cdot 7 (22,4 + 3,9)}{36} + 3 + 23 \right] 10^{-5} \approx 24,7 \text{kg}$

Như vậy; dây quấn stato của động cơ gồm 12 tổ bối ba kiểu đồng khuôn, cuộn dây lớp kép với bước lồng dây 1-8 (7 rãnh); trong mỗi pha có 4 tổ bối ba đấu thành hai dây song song, mỗi dây gồm hai tổ đấu nối tiếp cùng phía; dùng hai sợi dây đồng ПЭВ-2 đường kính 1,55/1,68mm quấn 10vg dây đôi/bối; tổng khối lượng dây

quấn 24,7kg; công suất định mức đạt 16kW; khi đấu Δ , động cơ sẽ là loại 2 Δ dùng ở mạng điện ba pha 127/220V-50Hz; khi đấu Y, động cơ sẽ là loại 2Y dùng ở mạng điện ba pha 220/380V-50Hz.

Để xây dựng sơ đồ đấu dây cho động cơ xin mời xem lại các mục 3-8-3 và 5-4.

7-9. Tính số liệu dây quấn động cơ điện xoay chiều ba pha dựa trên kích thước lõi và etyket

Kết quả tính toán các số liệu về dây quấn phụ thuộc nhiều vào việc lựa chọn các giá trị B_{kh} , B_p , B_r cho trong các bảng 7-7 và 7-11. Nếu lựa chọn thấp sẽ lãng phí công suất mạch từ dẫn đến giảm P_{dm} . Nếu lựa chọn cao mạch từ sẽ làm việc ở trạng thái gần bão hòa gây tăng nhiệt và mất ổn định khi làm việc. Thông thường, trong phương án chế tạo, các chuyên gia đã dựa trên chất lượng của vật liệu sắt từ và các kết quả thử nghiệm để lựa chọn hợp lý các giá trị của B_{kh} , B_p , B_r còn trong phương án sửa chữa, các kỹ thuật viên phải chọn các giá trị thấp để đảm bảo hệ số an toàn cần thiết. Bởi vậy, trong trường hợp động cơ hỏng còn giữ được etyket thì việc tính toán sẽ đơn giản và chính xác hơn nhiều nhờ những thông số cho trước của nhà chế tạo. Khi đó, ngoài những thông số đo được trên lõi từ còn lấy được thêm các thông số về công suất định mức, vận tốc quay, điện áp sử dụng, tần số điện lưới và dòng điện pha định mức trên etyket.

Quá trình tính toán sẽ được thực hiện qua các bước sau:

1. Xác định kiểu dây quấn: thực hiện giống bước 7 của mục 7-5.
2. Xác định kích thước dây quấn theo các công thức:

$$S_0 = \frac{I_f}{a_{ss} n_{st} J} , \quad (7-84)$$

$$d_0 = 1,128 \sqrt{S_0} , \quad (7-85)$$

$$d_{cd} = d_0 + \Delta_{cd} , \quad (7-86)$$

$$S_{cd} = \frac{\pi d_{cd}^2}{4} , \quad (7-87)$$

S_{cd} - tiết diện dây quấn kể cả cách điện (mm^2).

Lưu ý:

- Trên etyket của động cơ, người ta cho biết giá trị của I_f dưới dạng một phân số. Trong đó, tử số chỉ dòng điện chạy trên các dây của lưới điện khi động cơ đấu Δ còn mẫu số chỉ dòng điện chạy trên các dây của lưới điện khi động cơ đấu Y. Giá trị I_f của công thức (7-84) được lấy theo giá trị của mẫu số cho trong etyket.
- Để kết quả tính được chính xác, việc chọn J theo bảng 7-14 cần phải áp dụng thêm công thức:

$$J = J_{max} - \frac{(J_{max} - J_{min})(D_{ngx} - D_{ngmin})}{D_{ngmax} - D_{ngmin}} , \quad (7-88)$$

J_{max} - giá trị J lớn nhất cho trong bảng 7-14 (A/mm^2);

J_{min} - giá trị J nhỏ nhất cho trong bảng 7-14 (A/mm^2);
 D_{ngmax} - giá trị D_{ng} lớn nhất cho trong bảng 7-14 (cm);
 D_{ngmin} - giá trị D_{ng} nhỏ nhất cho trong bảng 7-14 (cm);
 D_{ngs} - giá trị D_{ng} đo thực tế trên stato (cm).

• Kết quả tính d_0 phải được làm tròn và lấy theo dây thực tế gần nhất có sẵn trên thị trường. Khi $d_0 > 1,6mm$ thì nên chia nhỏ ra bằng cách tăng n_{ss} hoặc a_{ss} cho dễ lồng dây.

• Việc lựa chọn loại dây (ΠЭВ-1, ΠЭВ-2...) có ảnh hưởng đến kết quả tính n_{zs} , N_{ids} và W_b (chọn dây có Δ_{cd} lớn thì W_b giảm và ngược lại). Vì vậy, để tính toán được chính xác hơn, cần phải lập sổ theo dõi để biết các động cơ mang cùng thương hiệu hay dùng loại dây gì.

• Kích thước của d_{cd} phải nhỏ hơn khe miệng rãnh từ $1,5 \div 2mm$.

3. Tính tổng số dây dẫn đặt trong rãnh theo công thức:

$$n_{zs} = \frac{K_{dz} S_z}{S_{cd}} \quad (7-89)$$

4. Tính số dây dẫn tác dụng đặt trong một rãnh theo công thức:

$$N_{ids} = \frac{n_{zs}}{n_{ss}} \quad (7-90)$$

5. Tính số vòng dây của một bối theo công thức.

- Nếu dùng dây quấn một lớp thì:

$$W_b = N_{ids} \quad (7-91)$$

- Nếu dùng dây quấn hai lớp thì:

$$W_b = \frac{N_{ids}}{2} \quad (7-92)$$

Đến đây, các số liệu về dây quấn đã được xác định xong nhưng để thẩm định phương án sửa chữa cần phải sử dụng các công thức sau để thử lại xem theo phương án này thì B_{kh} , B_l , B_r được chọn trong khoảng nào và có nằm trong giới hạn cho phép của bảng 7-11 không? Nếu vượt ra ngoài giới hạn thì phải xem xét lại từ bước chọn a_{ss} và n_{ss} .

$$B_{kh} = \frac{0,215 a_{ss} 2pU_f 10^4}{K_{cc} L_s D_{trs} f W_b n_z q_z} \quad (7-93)$$

$$B_r = \frac{3\pi B_{kh} D_{trs} L_s}{Z_s K_{ldFe} (2b_{ucr} + b_{udr})(L_s - n_{lg} b_{lg})} \quad (7-94)$$

$$B_l = \frac{\pi B_{kh} K_{cc} D_{trs} L_s}{2h_{ls} K_{ldFe} 2p(L_s - n_{lg} b_{lg})} \quad (7-95)$$

Ví dụ. Một động cơ điện xoay chiều ba pha không còn cuộn dây hỏng, trên ctyket ghi: $P_{dm} = 2,8kW$; $U = 220/380V-50Hz$; $I_f = 10,5/6,1A$; $n = 1420vg/ph$. Các số liệu đo được từ lõi thép gồm: $D_{ngs} = 18,2cm$; $D_{trs} = 11,2cm$; $h_{ls} = 1,55cm$; $h_{rs} = h_{zs} = 1,95cm$; $L_s = 11,5cm$; $S_z = 126mm^2$; $b_{ucr} = 0,48cm$; $b_{udr} = 0,48cm$;

$b_{mz} = 3mm$; $Z_s = 36$ rãnh (rãnh đáy thẳng); độ dày lá thép $0,35mm$ phủ màng ôxyt; không có rãnh thông gió; động cơ kiểu kín; quạt gió mặt ngoài, sửa chữa có tháo vỏ. Hãy tính để khôi phục lại dây quấn theo các thông số kỹ thuật ghi trên etyket.

Giải:

1. Xác định kiểu dây quấn.

- $D_{ngs} = 18,2cm < 20cm$ nên chọn dây quấn một lớp kiểu mẹ con.

- Tính bước dây quấn. Theo (7-59): $y_s = \frac{Z_s}{2p} = \frac{36}{4} = 9$ rãnh

- Tính số rãnh một pha dưới một cực. Theo (7-61): $q_z = \frac{Z_s}{2pm} = \frac{36}{4.3} = 3$ rãnh

Tức là có tổ bối ba (lồng dây vào rãnh 1 - 12; 2 - 11; 3 - 10).

- Tính số tổ bối dây trong toàn máy. Theo (7-62): $n_{\Sigma} = \frac{Z_s}{2q_z} = \frac{36}{2.3} = 6$ tổ

Như vậy là trong mỗi pha sẽ có hai tổ bối ba

- Sơ bộ chọn a_{ss} và n_{ss} .

Theo bảng 7-5, chọn $a_{ss} = 1$; $n_{ss} = 1$.

2. Xác định kích thước dây quấn.

$$\text{Theo (7-88): } J = J_{max} - \frac{(J_{max} - J_{min})(D_{ngs} - D_{ngmin})}{D_{ngmax} - D_{ngmin}}$$

$$= 6 - \frac{(6 - 4,5)(18,2 - 13)}{30 - 13} \approx 5,54 A/mm^2$$

$$\text{Theo (7-84): } S_0 = \frac{I_f}{a_{ss} n_{ss} J} = \frac{6,1}{1.1.5,54} \approx 1,101 mm^2$$

$$\text{Theo (7-85): } d_0 = 1,128 \sqrt{S_0} = 1,128 \sqrt{1,101} \approx 1,18 mm$$

Chọn dây ПЭВ-2 có $d_0 = 1,2 mm$. Theo bảng 7-13, $\Delta_{cd} = 0,13 mm$.

$$\text{Theo (7-86): } d_{cd} = d_0 + \Delta_{cd} = 1,2 + 0,13 = 1,33 mm$$

$$\text{Theo (7-87): } S_{cd} = \frac{\pi d_{cd}^2}{4} = \frac{3,14.1,33^2}{4} \approx 1,389 mm^2$$

$d_0 < 1,6 mm$ và d_{cd} nhỏ hơn b_{mz} $1,67 mm$ nên không cần phải chia nhỏ dây ra nữa.

3. Tính tổng số dây dẫn đặt trong rãnh.

$$\text{Theo (7-89): } n_{\Sigma} = \frac{K_{dz} S_z}{S_{cd}} = \frac{0,4.126}{1,389} \approx 36,2 = 36 \text{ dây}$$

4. Tính số dây dẫn tác dụng trong một rãnh: Theo (7-90): $N_{dzs} = \frac{n_{\Sigma}}{n_{ss}} = \frac{36}{1} = 36$ dây

5. Tính số vòng dây của một bối: Theo (7-91): $W_b = N_{dzs} = 36$ vg

6. Thẩm định phương án sửa chữa:

$$\text{Theo (7-93): } B_{kh} = \frac{0,215 a_{ss} 2p U_f 10^4}{K_{cc} L_s D_{trs} f W_b n_{\Sigma} q_s} = \frac{0,215 \cdot 1,4 \cdot 220 \cdot 10^4}{0,637 \cdot 11,5 \cdot 11,2 \cdot 50 \cdot 36 \cdot 6,3} \approx 0,712T.$$

$$\begin{aligned} \text{Theo (7-94): } B_r &= \frac{3\pi B_{kh} D_{trs} L_s}{Z_s K_{ldFe} (2b_{ucr} + b_{udr})(L_s - n_{lg} b_{lg})} \\ &= \frac{3,3 \cdot 14,0 \cdot 712 \cdot 11,2 \cdot 11,5}{36,0 \cdot 93(2,0 \cdot 48 + 0,48)(11,5 - 0,0)} \approx 1,558T. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Theo (7-95): } B_l &= \frac{\pi B_{kh} K_{cc} D_{trs} L_s}{2h_{ls} K_{ldFe} 2p(L_s - n_{lg} b_{lg})} \\ &= \frac{3,14 \cdot 0,712 \cdot 0,637 \cdot 11,2 \cdot 11,5}{2,1 \cdot 55 \cdot 0,93 \cdot 4(11,5 - 0,0)} \approx 1,383T. \end{aligned}$$

Các giá trị trên đều nằm trong giới hạn cho phép của bảng 7-11 nên tính toán như vậy là hợp lý.

7. Dự trừ khối lượng dây quấn.

$$\begin{aligned} \text{Theo (7-82): } G_{cđs} &= 9,256 S_0 N_{ldzs} a_{ss} n_{ss} Z_s \left[\frac{\pi K_{sc} y_s (D_{trs} + h_{zs})}{Z_s} + C_{hc} + L_s \right] 10^{-5} \\ &= 9,256 \cdot 1,101 \cdot 36 \cdot 1,1 \cdot 36 \left[\frac{3,14 \cdot 1,3 \cdot 9(11,2 + 1,95)}{36} + 2 + 11,5 \right] 10^{-5} \approx 3,6kg \end{aligned}$$

Như vậy, dây quấn stato của động cơ sẽ gồm 3 cuộn dây pha, mỗi cuộn gồm 2 tổ bố trí ba kiểu mẹ con, cuộn dây lớp đem dấu nối tiếp khác phía với bước lồng dây 1-12; 2-11; 3-10. Dùng một sợi dây ПЭВ-2 Φ 1,2/1,33 quấn 36vòng dây đơn/bố trí. Tổng khối lượng dây quấn 3,6kg.

Để thành lập sơ đồ dây quấn xin mời xem lại mục 5-3.

Chương 8. THỰC HÀNH SỬA CHỮA ĐỘNG CƠ ĐIỆN

8-1. Trình tự tiến hành quấn lại ống dây động cơ điện

Các động cơ điện khi bị sự cố thường biểu hiện dưới nhiều dạng khác nhau, nhưng tựu chung lại chỉ có hai nguyên nhân chính là do hỏng phần điện hoặc phần cơ. Nếu phần điện hỏng nặng có thể phải quấn lại toàn bộ dây quấn rôto hoặc stato. Gặp trường hợp những động cơ mới tiếp xúc lần đầu cần phải tiến hành qua các bước sau.

1. Khảo sát ống dây

Trước hết, cần căn cứ vào kết cấu ống dây, hình thức khởi động, số đầu dây ra, điện áp sử dụng để khẳng định đó là loại động cơ gì. Từ đó để phân biệt được nhiệm vụ của các đầu dây ra và tìm cách ghi nhớ lấy chúng bằng màu sắc vỏ dây, bằng thắt nút hoặc xâu giấy. Nếu là động cơ một pha tụ điện thì phải phân biệt được

dấu là dấu dây chung, dấu là dấu dây làm việc, dấu là dấu dây khởi động, dấu là dấu dây số (nếu có). Nếu là động cơ ba pha thì phải phân biệt được dấu là dấu đầu của các pha, dấu là dấu cuối của chúng, dấu là những mối dây chung... Sau đó, phải dùng sơ đồ tròn để vẽ lại cấu tạo ống dây như đã giới thiệu ở các chương trước. Cần phải vẽ chi tiết đến từng bó dây để sau này có căn cứ mà lồng dây lại như cũ. Những bó dây được lồng vào trước hoặc những cạnh bó dây nằm ở lớp dưới nên vẽ bằng nét đứt, những bó dây lồng vào sau hoặc những cạnh bó dây ở lớp trên nên vẽ bằng nét liền. Tiếp đến, phải dùng sơ đồ ngang để vẽ lại sơ đồ dấu dây. Với những động cơ một pha không có cuộn dây số lắp trong thì vẽ từ mối dây chung về đi, với những động cơ một pha có cuộn dây số lắp trong thì vẽ từ mối dây làm việc về đi. Còn với những động cơ ba pha thì vẽ từ ba dấu dây đầu vào ba dây pha của lưới điện bên ngoài về đi. Cuối cùng, cần phân tích sơ đồ dấu dây để hiểu được cách dấu dây của loại động cơ đó. Khi chưa hiểu được sơ đồ dấu dây, tuyệt đối không được phá bỏ ống dây hỏng.

2. Tháo gỡ ống dây và lấy số liệu

Ống dây rôto hoặc stato trong động cơ điện thường được tẩm sơn cách điện nên rất chắc chắn. Nếu không khéo không dễ gì tháo ra được. Với những động cơ có mối tiếp xúc lần đầu lại cần phải lấy số liệu nữa nên phải biết cách tháo gỡ nó.

Trước hết, dùng cưa sắt cắt cụt các dấu nối về một phía của các bó dây. Các mảnh dấu nối cắt ra cần phải được giữ lại để lấy số liệu. Tiếp đến, tống cho các nêm giữ dây trượt ra khỏi rãnh. Sau đó, dùng tuốc-nơ-vít hoặc que sắt bẩy cho phần còn lại của các bó dây tụt sang phía ống dây chưa bị cắt. Đối với động cơ lớn, có thể gõ cho sơn cách điện bong ra rồi tháo dần từng vòng dây ra khỏi rãnh. Cũng có thể dùng các dung dịch hóa chất như axêton, guloynơng... tưới vào dây quấn từ 5÷10 phút cho sơn cách điện tan ra để thao tác cho dễ. Riêng các động cơ có rãnh chữ nhật thì không nên cắt đầu các bó dây mà dùng búa và nêm gỗ, gõ cho cả bó dây tụt dần qua phía khe miệng rãnh.

Khi lấy số liệu nên gõ nhẹ lên các mảnh dấu nối đã cắt ở trên hoặc ngâm chúng trong dung dịch hóa chất cho sơn cách điện bong ra rồi dựa vào màu men và cỡ dây sẽ đếm được số vòng cho từng bó của các cuộn dây. Để tránh nhầm lẫn, nên lấy số liệu ở ba mảnh dấu nối khác nhau. Số liệu chính thức sẽ được lấy ở mảnh có số liệu trung bình. Với những động cơ dùng làm quạt bàn, các cuộn dây số thường lồng chung với cuộn khởi động nên hơi khó phân biệt. Muốn lấy số liệu được chính xác, nên đốt cháy ống dây rồi gỡ dần các vòng dây qua phía khe miệng rãnh chứ không cắt đầu các bó dây như đã nói ở trên (chú ý, chỉ đốt vừa đủ cháy dây để tránh giảm độ từ cảm của sắt từ). Trường hợp không phân biệt được bao nhiêu vòng thuộc về dây khởi động, bao nhiêu vòng thuộc về dây số thì tạm lấy số vòng của một cuộn số bằng $1/4 \div 1/3$ số vòng của cuộn làm việc, số vòng dây còn lại thuộc về cuộn khởi động. Sau đó, quấn thử rồi điều chỉnh dần cho hợp lý.

3. Làm khuôn quấn dây

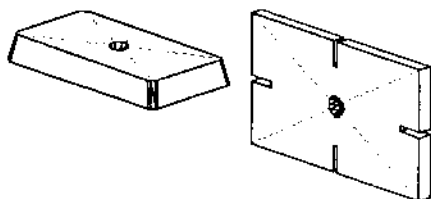
Mỗi động cơ có một kích thước bó dây khác nhau nên không thể dùng một loại khuôn để quấn cho tất cả các động cơ mà phải dùng khuôn quấn riêng cho từng loại. Nếu động cơ có các tổ bó dây kiểu đồng khuôn thì chỉ cần làm một bộ khuôn

nhưng trong một tổ có bao nhiêu bối dây thì phải làm bấy nhiêu chiếc khuôn để quấn theo kiểu dính đôi, dính ba, dính bốn... nhằm giảm số đầu nối và tăng chất lượng kỹ thuật cho động cơ.

Vật liệu để làm khuôn có thể là gỗ mềm, có thể là các mảnh xốp cho dễ gọt. Độ dày các mảnh gỗ hoặc xốp phải phù hợp với chiều cao của rãnh. Với rãnh chữ nhật phải làm khuôn có chiều dày nhỏ hơn chiều cao của rãnh từ $2 \div 3 \text{ mm}$ để có thể lồng cho cả bối dây tụt gọn vào trong rãnh. Với rãnh hình thang, phải lồng dây theo kiểu gạt dần từng lớp nên chiều dày của khuôn quấn không cần thiết phải bằng chiều cao của rãnh. Thông thường, người ta dùng những mảnh gỗ có chiều dày khoảng $1 \div 1,5 \text{ cm}$ cho các động cơ nhỏ và vừa. Chiều rộng và chiều dài của khuôn quấn cũng phải chọn hợp lý thì mới dễ lồng dây và tiết kiệm vật liệu. Kinh nghiệm cho thấy, nên chọn chiều rộng khuôn quấn bằng khoảng cách bé nhất giữa hai đáy của hai rãnh lồng dây còn chiều dài của nó thì lớn hơn chiều dài stato hoặc rôto chừng 2 cm là vừa.

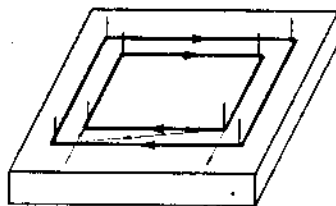
Khi đã xác định được các kích thước của khuôn quấn, tiến hành chọn gỗ hoặc xốp phù hợp rồi vẽ lên đó một hình chữ nhật có kích thước như trên. Chính giữa hai đường chéo của hình chữ nhật khoan một lỗ tròn $\varnothing 8$ hoặc $\varnothing 10$, tùy thuộc vào đường kính trục máy quấn đang dùng. Sau đó, dùng dao hoặc cưa, bào gọt cho tới vạch mực thì dừng lại. Sửa cho bốn góc hơi tròn và bốn mặt bên hơi cùn rồi ép lên đá, mài cho nhẵn cả sáu mặt để sau này tháo dây ra được dễ dàng. Cuối cùng, quấn ra ngoài khuôn một hoặc hai lớp bìa dày cỡ $0,15 \text{ mm}$ và tiến hành quấn một bối dây (không cần quấn nhiều vòng) rồi lồng thử nó vào rãnh. Nếu khi uốn hai đầu bối dây xuống mà thấy các vòng dây vừa chạm đến mép ngoài của rôto hoặc stato là được. Nếu không phải điều chỉnh lại bằng cách gọt, dũa hoặc lót giấy.

Bên cạnh khuôn quấn, người ta còn phải làm một số miếng nẹp kẹp hai bên khuôn lúc quấn để giữ cho dây khỏi đổ. Kích thước của nẹp phải nhỏ hơn kích thước của khuôn và chiều dày của lớp dây cộng lại. Thông thường, người ta dùng một số loại nẹp để dùng chung cho các loại khuôn. Ở bốn cạnh của nẹp phải được xẻ các rãnh để sang dây và buộc cố định bối dây. Hình dáng của một khuôn quấn và một chiếc nẹp như hình 8-1.



Hình 8-1. Khung quấn dây và nẹp giữ dây cho kiểu tổ đồng khuôn.

Đối với các tổ bối dây kiểu mẹ con, thường có số vòng dây ít mà kích thước dây lại lớn nên không cần phải làm khuôn quấn như trên. Hãy tháo các nẹp giữ dây ra khỏi rãnh rồi gỡ dần các vòng dây của các bối trong tổ ra (không cắt đứt các bối dây). Sau đó, đặt toàn bộ tổ bối dây trên một tấm ván. Dùng đinh, đóng lần lượt vào bốn góc của từng bối dây. Bỏ tổ bối dây hỏng ra, dùng dây mới, quấn tay lần lượt từ trong ra ngoài hoặc từ ngoài vào trong theo các móc đã đóng



Hình 8-2. Khung quấn đóng đinh dùng cho tổ bối dây kiểu mẹ con.

dinh sẽ tạo được một tổ bối dây mới. Khi quán xong, nhổ dinh lên để lấy tổ bối dây ra. Các dinh phải được lồng ống gen trước khi đóng vào gỗ nhằm chống xước dây. Hình 8-2 mô tả một khuôn quán dùng cho tổ bối dây kiểu mẹ con.

4. Quán bối dây

Thông thường, các động cơ có rãnh hình thang nên khi lồng dây phải gạt từng ít vòng dây một vào rãnh nên không cần phải quán xếp lớp nhưng để dễ lồng dây, càng quán rải đều càng tốt. Riêng những động cơ có rãnh chữ nhật, nếu không quán xếp lớp có thể không cho lọt được toàn bộ bối dây vào cùng một lúc.

Để cố định các bối dây, trước khi quán nên đặt sẵn lên mặt khuôn các sợi dây đồng nhỏ. Khi quán xong một tổ thì xoắn các sợi dây này lại trước khi tháo khuôn ra khỏi bối dây. Nếu không, có thể bị rơi dây. Khi lồng dây đến đâu thì cắt bỏ các sợi dây xoắn ra đến đó.

5. Làm giấy lót

Giấy lót cách điện giữa dây quán với rãnh phải là loại giấy dày, dai, ít hút ẩm và có điện áp đánh thủng cao. Đó là các loại bìa cách điện chuyên dụng, vải lụa cách điện thường, vải lụa cách điện amiăng và các loại giấy mica. Chiều dày và vật liệu làm lớp cách điện phụ thuộc vào điện áp của động cơ, cỡ dây quán và nhiệt độ của nó ở chế độ làm việc lâu dài. Nhìn chung, các động cơ càng lớn thì lớp cách điện càng dày và ngược lại. Đôi khi, để tăng chất lượng cách điện cho động cơ, người ta phải làm lớp cách điện bằng hai loại giấy lót, lớp tiếp xúc với dây là lớp chịu nhiệt, lớp tiếp xúc với rãnh là lớp chịu điện áp. Khi quán ống dây cần phải căn cứ vào chiều dày lớp cách điện cũ để làm giấy lót mới. Nếu giấy lót mới mà quá dày thì không thể lồng được hết dây, nếu quá mỏng thì dễ bị rò điện ra lõi. Giấy lót luôn phải dài hơn chiều dài rôto hoặc stato về mỗi bên ít nhất 2mm. Đối với những động cơ nhỏ, giấy cách điện thường có chiều dày từ $0,15 \div 0,2\text{mm}$. Khi dùng giấy cách điện cỡ một vài "zen", nên cắt rộng thêm ra 4mm nữa rồi gấp hai mép giấy thừa ở hai đầu rãnh vào mỗi bên 2mm. Làm như thế để khi uốn đầu bối dây, không bị rách giấy cách điện. Mép giấy nên gấp ra phía ngoài để chúng không chiếm chỗ của bối dây.

6. Lồng đầu dây

Trước khi lồng dây vào rãnh, cần nghiên cứu kỹ sơ đồ tròn để xác định khoảng cách lồng dây và chiều lồng, đầu dây. Đối với những động cơ một pha tụ điện, điều này đặc biệt cần thiết vì nó giúp chủ động được chiều quay của động cơ.

Khi lồng dây phải tuân thủ nguyên tắc, cạnh nằm ở lớp dưới lồng vào trước, cạnh nằm ở lớp trên lồng vào sau, bối dây nhỏ lồng vào trước, bối dây lớn lồng vào sau. Các bối dây quán trên khuôn thường bị phình chiều ngang ra một chút, khi lồng đến bối nào thì nắn lại bối đó cho phù hợp với khoảng cách giữa hai khe miệng rãnh cần lồng. Nếu là động cơ có rãnh hình thang thì nên dùng que tre, nứa vót nhọn để lùa dây. Không nên dùng que kim loại để tránh bong, xước men dây. Khi đầu dây thì dựa vào sơ đồ ngang mà đầu. Các đầu dây ra nên chọn về phía hộp cực hoặc gần lỗ xâu dây để giúp đi dây được gọn. Các mối nối phải đảm bảo chắc chắn, tin cậy. Trước khi nối, cần cọ sạch các đầu dây, xoắn lại chắc chắn rồi mới

hàn thiếc bọc ra ngoài. Tất cả các mối nối phải được lồng gen cách điện bằng amiăng để tránh đánh xuyên ra các bố dây bên cạnh. Nếu quấn các tổ bố dây theo kiểu dính đôi, dính ba, dính bốn... thì số lượng các mối nối sẽ còn rất ít nhưng khi lồng dây hơi khó một chút và phải lồng sao cho đúng với chiều dẫu dây.

7. Cột, bó, vận hành thử

Khi đã biết chắc chắn các mối nối đã được dẫu chính xác rồi thì tiến hành cột, bó gọn gàng hai đầu ống dây rồi cho vận hành thử. Nếu quấn bằng dây một lớp men, trước khi cột, bó nên dùng bìa mỏng lót vào chỗ dẫu các bố dây gối lên nhau để chống đánh xuyên từ cuộn nọ sang cuộn kia. Dây dùng để cột bó phải là loại dây chịu nhiệt. Nếu không có dây chuyên dụng có thể dùng dây khâu dẫu bao ximăng cũng được. Khi bó xong, nắn lại các đầu bố dây sao cho chúng không chạm vào rôto, vỏ và nắp dẫy là được. Cuối cùng, cần phải đo lại xem ống dây có bị chửa dút hoặc chạm ra lõi hay không? Với những động cơ ba pha thì phải đo thông mạch cho từng cuộn dây pha một còn những động cơ một pha tụ điện thì chỉ cần đo giữa hai đầu dây dẫu vào tụ điện là đủ. Nếu ống dây đã đảm bảo chắc chắn, an toàn rồi thì tiến hành gá, lắp vào rồi cho vận hành thử không tải (những động cơ đã tiếp xúc nhiều lần, có thể bỏ qua công đoạn này). Nếu thấy động cơ quay êm, đủ vận tốc và đúng chiều, các số rõ ràng, để từ 15÷20 phút mà thấy bầu không nóng hoặc hơi âm ẩm là đạt yêu cầu.

8. Tẩm, sấy ống dây

Tẩm sấy ống dây là một trong những yếu tố quyết định chất lượng sử dụng lâu dài của động cơ điện. Thật vậy, nếu động cơ không được tẩm sấy chỉ làm việc được ở 90°C thì khi được tẩm sấy tốt sẽ có thể làm việc lâu dài ở 105°C. Tẩm sấy tốt sẽ chống thấm nước vào các cuộn dây, chống ẩm cho dây. Sơn cách điện sẽ bịt kín lỗ rỗng nên tăng khả năng tản nhiệt cho dây quấn. Tẩm sấy tốt còn tăng điện trở cách điện và khả năng chịu đựng của vật liệu cách điện, tăng sức bền cơ học, sức chịu mòn. Sơn còn làm cho các đầu dây dính chặt lại với nhau nên ít bị ảnh hưởng vì rung động. Thực tế cho thấy, các động cơ được tẩm sấy tốt có tuổi thọ trung bình tăng gấp ba đến bốn lần động cơ không được tẩm sấy.

Sau khi tẩm sấy, các bố dây sẽ trở nên rắn chắc, cho nên chỉ tiến hành tẩm sấy sau khi biết chắc chắn dây quấn đã được sửa chữa đạt yêu cầu. Trước khi tẩm sấy sơn cách điện, ống dây phải được sấy khô sao cho không còn hơi nước bám xung quanh dây quấn cũng như bìa cách điện và lõi thép. Sau đó, có thể nhúng ngập 2/3 ống dây vào sơn cách điện (nếu có nhiều sơn) hoặc tưới lần lượt vào hai đầu của ống dây (nếu có ít sơn). Cuối cùng, tùy theo loại sơn cách điện mà cần phải sấy lại với nhiệt độ và thời gian thích hợp. Với các động cơ ba pha, nếu không tìm được loại dây có nhiều lớp men thì phải tẩm lại lần thứ hai, thứ ba để tăng cường khả năng cách điện cho dây quấn.

Nếu không có lò sấy chuyên dụng có thể sấy ứng dụng bằng cách, để ống dây trong một thùng có nắp dẫy kín đặt cách nhiệt với đất, dùng một bóng điện tròn 200W đặt trực tiếp lên lõi thép. Cách này có thể đạt nhiệt độ sấy đến 100°C. Với những động cơ lớn, có thể treo bóng điện vào trong lòng lõi thép stato rồi dẫy hai nắp động cơ lại. Chú ý, không để bóng điện tiếp xúc trực tiếp với dây quấn.

8-2. Những sự cố thường gặp khi quấn lại ống dây. Biện pháp khắc phục

Khi quấn lại ống dây động cơ điện, nhất là các động cơ mới tiếp xúc lần đầu thường hay vấp phải một số sự cố làm cho chất lượng động cơ không đạt được như cũ. Sau đây là những sự cố thường gặp.

1. Không thể lồng được hết dây vào rãnh

Dây không thể lồng được hết vào rãnh có nhiều nguyên nhân nhưng thường tập trung vào hai nguyên nhân chính là chọn dây không phù hợp và bìa lót quá dày.

Thông thường, khi lấy số liệu hoặc chuẩn bị vật liệu, những kỹ thuật viên chưa có kinh nghiệm thường chỉ chú ý tới đường kính dây đồng trần mà không chú ý đến chiều dày của lớp cách điện. Nếu dây quấn mới mà có lớp cách điện dày hơn dây quấn cũ và gặp phải động cơ được chế tạo trên dây chuyển hiện đại thì chắc chắn không thể lồng hết dây vào rãnh. Bởi vậy, khi lấy số liệu cần đo được đường kính dây đồng trần và đường kính dây kể cả cách điện. Muốn thế, chọn một đoạn dây còn thẳng và không dính sơn cách điện, cặp trên panme để đo đường kính kể cả cách điện. Sau đó, đốt cháy lớp men bên ngoài (để nguyên lớp muội than, không vuốt bằng tay) rồi đo lại để lấy số đo đường kính dây đồng trần. Dây mới phải thỏa mãn cả hai số đo này thì mới vừa dễ lồng dây vừa không ảnh hưởng đến công suất của động cơ. Mặt khác, nếu bìa lót giữa dây và rãnh quá dày cũng làm cho khoảng chứa dây bị thu hẹp lại. Điều đó cũng tương đương với việc quấn bằng dây có lớp men dày. Ngoài ra, đối với những động cơ có rãnh hình thang nếu làm khuôn quá nhỏ thì cũng không thể lồng được hết dây vào rãnh. Khuôn mà nhỏ thì không thể lồng dây sát xuống đáy rãnh được. Với những động cơ có rãnh hình chữ nhật mà bố trí dây quấn không song thì cũng gặp khó khăn tương tự.

Khi lồng gần hết bố trí dây đầu tiên mà phát hiện thấy không thể lồng được hết dây thì phải dừng lại ngay để phân tích xem sai lầm từ khâu nào. Nếu là bìa lót quá dày thì phải dùng loại mỏng hơn, nếu là dây không đúng chủng loại thì phải điều chỉnh lại, nếu là khuôn quá bé thì phải dọn thêm bằng bìa. Riêng với những động cơ có cuộn dây số lắp trong, việc lồng dây khó khăn thường xảy ra với lớp dây có cuộn dây số. Có thể khắc phục bằng cách đưa cuộn dây số ra ngoài. Kinh nghiệm cho thấy, với những quạt bàn cánh 400mm, dùng một bộ lõi chữ E có tiết diện mặt cắt 3cm² để quấn cho bộ số lắp ngoài gồm hai cuộn nối tiếp nhau, mỗi cuộn có số vòng bằng 3/4 số vòng trong một bố của cuộn làm việc và cỡ dây lớn hơn cỡ dây của cuộn làm việc chút ít là được. Sau đó, áp dụng cách đấu cho các động cơ có cuộn dây số lắp ngoài.

2. Động cơ chạy êm, vận tốc không đủ, sờ bầu không thấy nóng

Động cơ chạy chậm khi kéo tải mà không nóng bầu thường do hai nguyên nhân hoặc là đấu dây sai nên số cực tăng hoặc là số vòng dây nối tiếp của một nhánh song song quá nhiều (trong quạt điện thường là do số vòng dây trong một bố nhiều). Ngoài ra, còn có thể là do tụ điện đấu thường trực với cuộn khởi động có trị số quá nhỏ hoặc bị giảm điện dung. Hiện tượng này thường xảy ra khi quấn chuyển đổi từ điện áp 110V sang 220V và ngược lại. Khi đó có thể tính sai số vòng và kích thước cho các cuộn dây.

3. Động cơ chạy êm, vận tốc gần đủ, nóng bầu

Động cơ khi làm việc với tải định mức chỉ được sinh nhiệt tới một giới hạn cho phép. Các động cơ dùng trong công nghiệp, nhiệt độ trên vỏ chỉ được phép từ $60\div 70^{\circ}\text{C}$. Các quạt điện, sờ vào vỏ nhựa phải mát lạnh hoặc hơi âm ẩm. Nếu động cơ quần xong chạy êm mà bị nóng bầu, so sánh với động cơ chưa hỏng cùng loại mà thấy vận tốc chậm hơn chút ít là do đường kính dây chưa đủ độ lớn cần thiết. Đường kính dây càng nhỏ thì động cơ hoạt động với tải định mức càng nóng nhiều và vận tốc quay càng bị giảm. Khi do đường kính dây ở động cơ hỏng để lấy số liệu mà đo ở đoạn dây đã bị kéo giãn hoặc dùng tay để vuốt men khi đã đốt cháy hay gấp phải sai lầm này (nhất là với những loại dây có đường kính nhỏ). Cho động cơ kéo tải nhẹ hơn sẽ hết nóng.

4. Động cơ chạy êm, vận tốc đạt, nóng bầu

Nguyên nhân là do quần không đủ số vòng cần thiết cho các bối dây. Hiện tượng này thường xảy ra khi dùng số liệu của động cơ này để quần cho động cơ kia, mặc dù chúng cùng thương hiệu chỉ khác seri. Các động cơ cùng hãng sản xuất thường có cấu tạo tương đối giống nhau nhưng chất lượng lõi thép của từng seri có thể khác nhau nên số liệu về dây quần đôi khi có khác nhau. Dùng số liệu của động cơ này để quần cho động cơ kia thì sai lầm khó tránh khỏi.

5. Động cơ chạy chậm, rung lắc nhiều, có tiếng kêu lớn, tăng nhiệt nhanh, đôi khi có mùi khét

Sai lầm chủ yếu là do đấu ngược đầu một trong các tổ bối dây của các cuộn dây. Với các động cơ có cuộn dây số lắp trong thì còn có thể đấu nối tiếp các cuộn dây số không đúng nên làm cho dòng điện chạy qua các cuộn dây tăng lên gây nóng và đốt cháy dây quần.

6. Động cơ quần theo số liệu gốc, lồng đầu dây đúng mà vẫn tương đối nóng

Hiện tượng này thường xảy ra đối với những động cơ đã được xử lý về cơ khí nên khe hở giữa rôto và stato tăng hoặc chất lượng lõi thép xấu hoặc độ từ thẩm giảm do han gỉ hay do tác dụng nhiệt. Các loại quạt trần sản xuất ở các tỉnh phía Nam trước ngày giải phóng hay có nhược điểm này. Nếu gặp loại được chế tạo bằng tôn silic mỏng có thể xử lý bằng cách, nung cho stato cháy hết lớp gỉ rồi nhúng ngay vào sơn cách điện hoặc dung dịch bitum trước khi lồng các cuộn dây vào rãnh (nhớ tháo vòng bi trước khi nung). Sau đó, quần bằng loại dây nhỏ hơn dây cũ từ $1\div 2\%$ và chỉnh số vòng dây trong một bối tăng lên một ít sẽ hết nóng.

Kinh nghiệm cho thấy, trừ những động cơ có chất lượng cao, còn lại tất cả những động cơ khác sau mỗi lần quần lại ống dây phải điều chỉnh cho số vòng dây tăng lên 10% thì mới đạt được chất lượng như cũ. Có những loại như quạt bàn cánh 300mm của Thái Lan, nếu quần theo số liệu gốc của nó thì bầu rất nóng. Muốn cho quạt không bị hỏng lại ống dây phải tăng số vòng dây quần lên từ $10\div 20\%$ cho cả hai cuộn dây. Trường hợp rãnh bị chật thì có thể điều chỉnh đường kính dây nhỏ xuống một vài phần trăm cho dễ lồng dây.

8-3. Kiểm tra nhanh những hư hỏng về điện

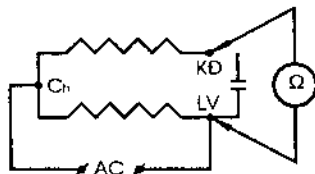
Khi động cơ điện bị hỏng, kỹ thuật viên phải phân biệt được nguyên nhân thuộc về phần điện hay phần cơ để có phương án sửa chữa thích hợp. Kiểm tra các hư hỏng về cơ khá dễ dàng, chủ yếu phụ thuộc vào kinh nghiệm, cảm giác ở bàn tay và thính giác của người thợ. Đa số các hư hỏng về cơ đều có thể nhìn, sờ thấy được. Sau đây, chúng tôi xin hướng dẫn một số phương pháp kiểm tra các hư hỏng về điện bằng các dụng cụ đo lường thông dụng. Nhờ các phương pháp này, những kỹ thuật viên chưa có kinh nghiệm có thể biết được phần điện có bị hư hỏng hay không? Qua đó khẳng định một cách tự tin rằng, nguyên nhân của sự cố là do điện hay cơ.

Các hư hỏng về điện thường tập trung vào bốn dạng cơ bản là : đứt một trong các cuộn dây rôto hoặc stato, bị rò điện từ các cuộn dây ra lõi, bị “hôn” dây (chập) và bị hỏng tụ khởi động. Chúng tôi sẽ lần lượt giới thiệu một số phương pháp thông dụng và hữu hiệu để kiểm tra các dạng hư hỏng về điện nói trên.

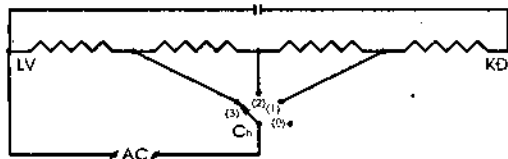
8-3-1. Cách xác định các cuộn dây bị đứt

Đứt một trong các cuộn dây rôto hoặc stato là loại hư hỏng về điện dễ phát hiện nhất. Để kiểm tra, người ta dùng ôm kế đo thông mạch giữa các mối dây ra. Muốn khẳng định được cuộn dây đứt cần phải biết động cơ đang đấu dây theo kiểu sơ đồ nào để áp dụng các phương pháp kiểm tra thích hợp.

Nếu là động cơ một pha tự điện thì ở đầu ra phải có ít nhất ba mối dây. Đó là mối dây chung, mối dây làm việc và mối dây khởi động. Hình 8-3 mô tả cách kiểm tra hai cuộn dây của động cơ một pha tự điện. Trước hết phải ngắt động cơ ra khỏi lưới điện và nhả một trong hai mối hàn trên hai cực của tụ điện đấu thường trực với cuộn khởi động. Hai mối đó chính là mối dây làm việc và mối dây khởi động. Đặt ôm kế ở thang $\times 10$ hoặc $\times 100$ rồi đo thông mạch giữa hai mối dây trên. Nếu thấy kim của ôm kế chỉ quá nửa mặt độ số thì có nghĩa là cả cuộn làm việc và cuộn khởi động đều không bị đứt. Còn nếu thấy kim của ôm kế đứng im thì có nghĩa là một hoặc cả hai cuộn dây đã bị đứt. Để biết được cuộn dây nào đứt, cuộn dây nào còn phải đo luân phiên giữa mối dây chung với mối dây làm việc và mối dây khởi động. Mối nào mà kim của ôm kế có chỉ thị thì cuộn dây đó còn, mối nào mà kim của ôm kế không chỉ thị thì cuộn dây đó đứt. Đối với các động cơ một pha tự điện có cuộn dây số lắp trong, ở đầu ra thường có năm mối dây, đó là mối dây làm việc, mối dây số (3), mối dây số (2), mối dây số (1) và mối dây khởi động (h.8-4). Để kiểm tra xem các cuộn dây có bị đứt không cũng chỉ cần nhả một mối hàn trên tụ điện rồi đo thông mạch giữa hai mối dây đấu vào tụ điện. Nếu kim ôm kế có chỉ thị là cả cuộn làm việc, cuộn khởi động và hai cuộn dây số đều còn,



Hình 8-3. Dùng ôm kế để kiểm tra các cuộn dây trong động cơ một pha.

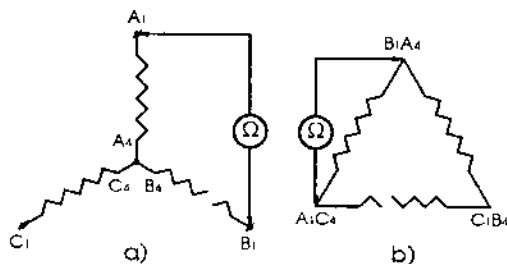


Hình 8-4. Biểu diễn tương đương sơ đồ nguyên lý động cơ một pha tự điện có cuộn dây số lắp trong.

nếu kim ôm kế không chỉ thị là một trong các cuộn dây đã bị đứt. Để biết được cuộn dây nào đứt, chỉ việc đo luân phiên giữa mỗi dây làm việc hoặc mỗi dây khởi động với các mối dây còn lại, đến mối dây nào mà kim của ôm kế không chỉ thị thì cuộn dây đứng trước nó đã bị đứt.

Nếu là động cơ ba pha thì dù đang đấu theo sơ đồ nào, ở trên bản cực cũng tìm được ba trụ đầu dây để đấu lên ba dây pha của lưới điện bên ngoài. Hãy cắt động cơ ra khỏi lưới điện rồi đo luân phiên từng trụ một với hai trụ còn lại để được sáu giá trị đo thông mạch. Nếu cả sáu phép đo đều có trị số điện trở bằng nhau thì có nghĩa là cả ba cuộn dây pha đều không bị đứt. Nếu

một trong ba cuộn dây pha bị đứt thì phải có ít nhất hai trị số điện trở lớn hơn hẳn các trị số kia. Muốn biết chính xác cuộn dây pha nào đứt, cuộn dây pha nào còn thì phải căn cứ vào sơ đồ đấu dây cụ thể của động cơ đó mà xác định. Giả sử động cơ đang được đấu theo kiểu 1Y như hình 8-5, a, hãy đo luân phiên bất cứ đầu dây pha nào với hai đầu dây pha còn lại, chẳng hạn đo đầu dây pha A (A_1) với đầu dây pha B (B_1) và đầu dây pha C (C_1); Khi đo A_1 với C_1 được một giá trị điện trở nhỏ còn khi đo A_1 với B_1 được một giá trị điện trở lớn. Như vậy có thể khẳng định rằng, cuộn dây pha B đã bị đứt. Để chắc chắn, có thể kiểm tra lại bằng cách đo B_1 với A_1 và B_1 với C_1 , khi đó phải thu được hai giá trị điện trở rất lớn, đó là giá trị điện trở cách điện của động cơ. Trường hợp động cơ đang được đấu theo kiểu 1Δ như hình 8-5, b thì phải đo luân phiên từng cặp dây pha một để được ba giá trị đo $A_1C_4 - B_1A_4$; $B_1A_4 - C_1B_4$; $C_1B_4 - A_1C_4$. Giả sử đến phép đo $C_1B_4 - A_1C_4$ được trị số điện trở lớn gấp đôi hai trị số kia thì có nghĩa là cuộn dây pha C đã bị đứt.

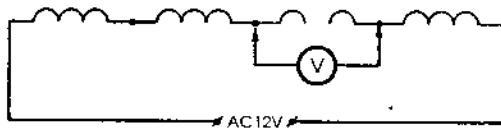


Hình 8-5. Dùng ôm kế đo thông mạch để xác định cuộn dây bị đứt trong động cơ ba pha.

Với những động cơ ba pha có sơ đồ đấu dây kiểu 2Y hoặc 2Δ thì cũng phải xác định lần lượt qua từng bước như trên rồi sau đó tách riêng từng mạch rẽ của mỗi pha ra để tìm nhánh bị đứt.

Khi đã biết được cuộn dây nào đứt rồi còn phải xác định chính xác tổ bối dây hoặc bối dây nào đứt để nối lại hoặc dùng công nghệ lồng luồn thay thế. Muốn vậy, phải tháo các ống gen cách điện ra khỏi các mối nối của cuộn dây rồi đo thông mạch giữa hai đầu từng tổ bối dây hoặc bối dây một. Tổ bối dây hoặc bối dây nào đứt thì kim của ôm kế sẽ không chỉ thị.

Ngoài ra, có thể kiểm tra bằng phương pháp đo điện áp. Để an toàn, hãy đưa vào hai đầu của cuộn dây một điện áp xoay chiều cỡ 12V rồi dùng vôn kế đo lần lượt hai đầu từng tổ bối dây hoặc bối dây một như hình 8-6. Các tổ bối dây hoặc bối dây không bị đứt sẽ không có điện áp còn tổ bối dây hoặc bối dây bị đứt sẽ có điện áp bằng điện áp nguồn đặt vào hai đầu cuộn dây đó.



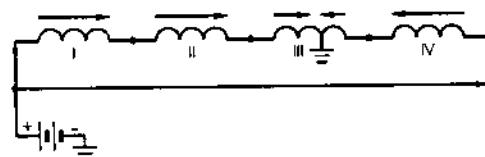
Hình 8-6. Kiểm tra tổ bối dây bị đứt bằng vôn kế và điện áp thấp.

8-3-2. Cách xác định các cuộn dây bị rò điện ra lõi

Khi một trong các cuộn dây bị rò điện ra lõi sẽ gây mất an toàn cho người sử dụng. Chỗ rò điện nếu để kéo dài không được xử lý có thể gây phóng điện làm hỏng dây quấn. Trường hợp có hai chỗ rò điện ra lõi cùng một lúc thì động cơ sẽ không thể làm việc tiếp được. Để có thể xử lý một cách chính xác và tiết kiệm, cần phải xác định được cuộn dây nào, tổ bối dây hoặc bối dây nào rò điện?

Dụng cụ thông thường để kiểm tra xem động cơ có bị rò điện hay không là vôn kế và ôm kế. Mỗi động cơ đều có một chỉ tiêu xác định về điện trở cách điện giữa các cuộn dây với lõi thép. Thông thường, các điện trở này có trị số đến megaôm ($M\Omega$). Hãy cắt động cơ ra khỏi lưới điện rồi dùng ôm kế đặt ở thang $\times 10$ hoặc $\times 100$ đo thông mạch giữa một trong các mối dây ra của động cơ với lõi thép. Nếu thấy kim của ôm kế không nhúc nhích là các cuộn dây không bị rò điện ra lõi, nếu thấy kim có chỉ thị là một trong các cuộn dây đã bị rò. Kim càng chỉ thị cao thì độ rò càng lớn. Muốn biết chính xác cuộn dây nào rò điện, cần phải đo thông mạch tất cả các mối dây ra với lõi, đến mối nào có trị số điện trở bé nhất thì các cuộn dây có dấu chụm vào mối đó có thể bị rò. Sau đó phải cắt rời từng cuộn dây một và đo chúng với lõi thì mới biết cuộn dây nào rò điện. Vẫn dùng phương pháp đo thông mạch như trên cho từng tổ bối dây hoặc bối dây của cuộn dây này sẽ tìm được tổ bối dây hoặc bối dây nào trong cuộn bị rò điện ra lõi.

Để khẳng định một cách chắc chắn, có thể dùng nguồn điện một chiều để thử lại bằng cách, dấu dương của nguồn điện với hai đầu của cuộn dây bị rò còn đầu âm thì dấu với lõi thép như hình 8-7.



Hình 8-7. Xác định tổ bối dây bị rò bằng phương pháp chiều dòng điện.

Dòng điện sẽ chạy từ dương nguồn qua các tổ bối dây tới tổ bối dây bị rò rồi ra lõi thép về âm nguồn. Như vậy, tổ bối dây hoặc bối dây bị rò là nơi mà ở đó dòng điện thử bị đổi chiều. Dùng vôn kế một chiều đo điện áp sụt trên từng tổ bối dây hoặc bối dây sẽ xác định được chiều dòng điện chạy trên chúng. Khi đo đến tổ bối dây nào mà kim của vôn kế quay thuận chiều thì dòng điện chạy trên tổ bối dây đó sẽ có chiều đi từ đầu có que dương sang đầu có que âm của vôn kế. Khi kim của vôn kế quay ngược chiều thì chiều dòng điện phải xác định ngược lại. Trường hợp cụ thể trên hình 8-7 thì dòng điện chạy trên tổ I và tổ II phải có chiều từ trái sang phải, còn dòng điện trên tổ IV sẽ có chiều từ phải sang trái. Như vậy, tổ bối dây III bị rò ra lõi. Cũng với cách làm tương tự sẽ xác định chính xác bối dây nào trong tổ bị rò.

Ngoài ra, trong các động cơ còn có hiện tượng rò điện từ cuộn dây nọ sang cuộn dây kia ở vị trí các đầu bối dây gối lên nhau hoặc ở các cạnh lồng chung rãnh. Khi đó, phải tháo rời hai đầu của từng cuộn dây ra rồi áp dụng phối hợp các phương pháp ở trên mà xác định.

8-3-3. Cách xác định các cuộn dây bị chập (hôn dây)

Khi một vài vòng dây nằm cạnh nhau trong một bối hoặc một tổ bối bị hỏng men cách điện gây dính sang nhau gọi là chập dây hay hôn dây thì động cơ sẽ hoạt

động trực trực. Đây là dạng hư hỏng khó xác định nhất, nếu không có kinh nghiệm sẽ dễ mắc sai lầm nhất. Thông thường, các động cơ được quấn bằng dây đồng mà điện trở suất của đồng lại rất nhỏ nên nếu dùng ôm kế để đo thì điện trở thông mạch của bố dây bị chập cũng xấp xỉ bằng bố dây tốt. Bởi vậy, với cách đo điện trở thông thường khó phân biệt được bố dây nào còn, bố dây nào chập. Để khẳng định một cách tự tin các cuộn dây có bị chập hay không? người ta phải sử dụng đồng thời nhiều phương pháp. Sau đây là một số phương pháp tin cậy nhất.

1. Phương pháp cảm quan

Khi một trong các cuộn dây trong động cơ bị chập, dòng điện chạy qua cuộn dây đó sẽ tăng vọt, gây nóng cục bộ và xuất hiện lực từ kéo lệch rôto về một phía. Nếu quan sát kỹ sẽ thấy, động cơ nóng lên rất nhanh, đôi khi có mùi khét và vận tốc quay bị giảm đáng kể, kèm theo hiện tượng rung, lúc nhiều đồng thời có tiếng kêu lạ thường. Trường hợp bị chập nặng thì ngay sau khi đóng điện, động cơ sẽ bị giật mạnh và rôto bị bó cứng ngay lập tức. Gặp những trường hợp trên có thể tạm thời khẳng định, một trong các cuộn dây đã bị chập hoặc cuộn nọ đã bị dính sang cuộn kia.

Kiểm tra bằng cảm quan chỉ cho những thông tin chung chung về động cơ bị chập cuộn dây để quyết định sử dụng những phương pháp kiểm tra khác cụ thể hơn chứ chưa khẳng định ngay được cuộn dây nào bị chập.

2. Phương pháp đo điện trở

Phương pháp này chỉ được áp dụng trong trường hợp động cơ ba pha hoặc động cơ một pha đã tiếp xúc nhiều lần nên nắm được các trị số điện trở thông mạch của từng cuộn dây và chỉ phát huy tác dụng khi động cơ bị chập nặng.

Trong động cơ ba pha, vì các cuộn dây pha giống hệt nhau nên khi đo thông mạch giữa hai đầu của từng cuộn dây phải được ba giá trị đo giống nhau. Khi một trong ba cuộn dây pha bị chập nặng sẽ có điện trở thông mạch thấp hơn hai cuộn kia. Dùng ôm kế có độ nhạy cao sẽ phát hiện được điều đó. Các động cơ ba pha đầu Δ phải tháo bỏ các cầu nối ngoài bản cực thì khi đo mới chính xác.

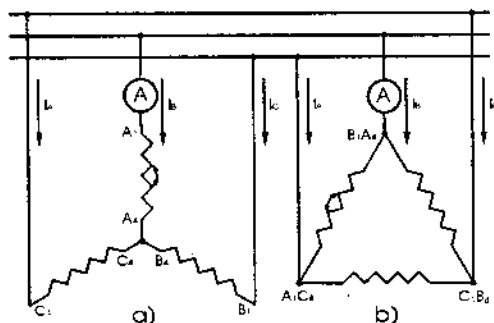
Riêng những động cơ một pha, cuộn dây làm việc, cuộn dây khởi động và các cuộn dây số trong chúng có cấu tạo không giống nhau nên giá trị điện trở đo thông mạch trong chúng sẽ khác nhau. Bởi vậy, không thể áp dụng cách đo so sánh như trên để khẳng định cuộn dây nào bị chập. Khi sửa chữa đến động cơ nào, nên ghi lại giá trị điện trở đo thông mạch của từng cuộn dây trong động cơ đó để lần sau có căn cứ mà so sánh thì mới áp dụng được phương pháp này.

3. Phương pháp đo dòng điện

Khi cuộn dây bị chập, dòng điện qua cuộn dây đó sẽ tăng vọt dẫn đến dòng điện chung trong toàn động cơ sẽ tăng theo. Các động cơ khi đến lúc phải sửa chữa thường mất catalog, đôi khi ctyket gắn trên thân động cơ cũng không còn nên không có căn cứ để so sánh giữa dòng điện chạy trên các cuộn dây ở động cơ hỏng với dòng điện tiêu chuẩn ở động cơ tốt. Bởi vậy, để có thể áp dụng được phương pháp này, trong sổ tay của kỹ thuật viên luôn phải ghi lại các số đo về dòng điện chạy qua các cuộn dây trong từng động cơ cụ thể. Riêng đối với động cơ ba pha, vì các cuộn dây pha giống hệt nhau nên các dòng điện chạy qua chúng phải bằng

nhau. Vì vậy, có thể áp dụng phương pháp đo so sánh dòng điện qua các cuộn dây pha như hình 8-8. Hãy dùng ampe kế kìm, cặp vào từng sợi dây nối từ bản cực lên ba dây pha của lưới điện bên ngoài. Nếu cả ba cuộn dây pha đều tốt thì ba giá trị đo I_A , I_B và I_C phải bằng nhau. Nếu một trong các cuộn dây pha bị chập, chẳng hạn cuộn dây pha A chập, thì ở cách đấu Y trên hình 8-8, a, giá trị đo I_A phải lớn hơn hẳn hai giá trị đo kia còn ở cách đấu Δ trên hình 8-8, b thì hai giá trị đo I_A và I_B phải lớn hơn hẳn giá trị đo I_C . Khẳng định trên chỉ chính xác khi mạng điện ba pha bên ngoài có điện áp cân đối (U_f và U_d của ba pha xấp xỉ bằng nhau), nếu các điện áp chênh lệch nhau quá lớn có thể gây nên những sai số giả tạo. Để loại trừ những sai số do các tác động phụ gây ra, khi sử dụng phương pháp này, nên để động cơ làm việc ở chế độ không tải.

Trường hợp động cơ còn giữ được etyket thì có thể so sánh giá trị đo với thông số dòng điện ghi trên etyket. Ở đây, từ số chỉ dòng điện chạy trên các dây của lưới điện khi động cơ đấu Δ , mẫu số chỉ dòng điện chạy trên các dây của lưới điện khi động cơ đấu Y (ở chế độ tải định mức).



Hình 8-8. Dùng phương pháp so sánh dòng điện để xác định cuộn dây bị chập trong động cơ điện xoay chiều ba pha.

4. Phương pháp thử bằng rônha

Ở ba phương pháp trên mới khẳng định được cuộn dây nào trong động cơ bị chập. Thế nhưng, để sửa chữa một cách tiết kiệm, đôi khi còn phải biết chính xác tổ bối dây hoặc bối dây nào chập để có thể dùng công nghệ lồng luôn thay thế. Muốn vậy, hãy dùng rônha để thử.

Để thử bằng rônha, rôto phải được tháo rời ra khỏi động cơ và phải tháo bỏ các cầu đấu Y, đấu Δ ngoài bản cực cũng như các mạch nhánh đấu song song với cuộn dây định thử. Rônha là một thiết bị hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Khi đưa rônha vào trong lòng lõi thép stato, từ trường do cuộn dây của rônha sinh ra sẽ có từ thông móc vòng qua lõi thép stato. Nếu tổ bối dây hoặc bối dây không bị chập thì lá thép thử của rônha không bị hút vào phía rãnh stato. Khi đưa đến tổ bối dây hoặc bối dây bị chập thì từ trường biến thiên của rônha sẽ làm xuất hiện trong các vòng dây bị chập một suất điện động cảm ứng, vì thế sẽ có dòng điện cảm ứng chạy trong các vòng dây đó. Dòng điện này lại sinh ra từ trường biến thiên khác với các đường sức móc vòng qua phần răng và khép mạch qua lá thép thử làm cho lá thép thử bị hút chặt xuống rãnh stato. Ở rãnh nào mà lá thép thử bị hút chặt vào thì ở đó có chứa các vòng dây bị chập. Phương pháp rônha không áp dụng được cho các động cơ vòng chập vì các vòng đồng chập mạch ở các bối dây cực sẽ làm cho lá thép thử luôn bị hút chặt vào các rãnh.

Nếu không có rônha, có thể dùng lá thép mỏng để thử. Khi đó phải đưa điện áp xoay chiều vào hai đầu cuộn dây định thử. Điện áp này phải nhỏ hơn điện áp đặt vào hai đầu cuộn dây khi động cơ làm việc nhưng không được nhỏ quá vì lực hút sẽ

kém nên khó phân biệt. Dùng một lá thép mỏng (lưỡi cưa sắt, lưỡi dao nhíp, mũi tuơncovit...) đưa gần vào khe miệng rãnh của các tổ bối dây hoặc bối dây. Tổ bối dây hoặc bối dây nào tốt thì lá thép mỏng sẽ bị hút chặt vào lõi thép stato, tổ bối dây hoặc bối dây nào bị chấp thì lá thép thử sẽ không bị hút hoặc hút nhẹ hơn. Khi thử bằng lá thép mỏng, cần phải làm thật nhanh. Nếu không, cuộn dây hỏng sẽ nóng lên rất nhanh làm om dây, không thể khôi phục lại được.

5. Phương pháp đo điện áp

Đo điện áp là một trong những phương pháp hữu hiệu để khẳng định chắc chắn tổ bối dây hoặc bối dây nào chấp. Để tiến hành phương pháp đo điện áp, phải đưa vào hai đầu cuộn dây định thử một điện áp xoay chiều như khi thử bằng lá thép mỏng nhưng phải rút bỏ hết các ống gen cách điện khỏi các mối nối giữa các tổ bối dây hoặc bối dây trong cuộn dây thử. Các tổ bối dây hoặc bối dây trong một cuộn dây được quấn bằng cùng một loại dây, cùng số vòng và cùng kích thước nên có trở kháng bằng nhau. Khi có dòng điện xoay chiều chạy qua, trên các tổ bối dây hoặc bối dây sẽ xuất hiện các sụt áp như nhau. Dùng vôn kế xoay chiều đo trên hai đầu từng tổ bối dây hoặc bối dây sẽ đo được các sụt áp đó. Nếu cuộn dây không bị hỏng thì các giá trị đo phải hoàn toàn giống nhau. Nếu trên tổ bối dây hoặc bối dây nào đo được giá trị điện áp thấp hơn thì chắc chắn nó đã bị chấp. Lúc này, sờ tay vào bối dây đó sẽ thấy nóng hơn những bối dây khác.

Cũng có thể sử dụng cách đo điện trở thuần trên hai đầu từng tổ bối dây hoặc bối dây nhưng thường không mang lại kết quả vì ôm kế không phân biệt được giữa các tổ bối dây hoặc bối dây bị chấp nhẹ với các tổ bối dây hoặc bối dây còn tốt.

6. Phương pháp thử bằng điện áp thấp

Trong phương pháp này, cũng phải rút bỏ hết các ống gen cách điện ra khỏi các mối nối giữa các tổ bối dây hoặc bối dây trong cuộn dây đang kiểm tra như phương pháp đo điện áp ở trên. Dùng một điện áp xoay chiều thấp cỡ 6÷12V ở đầu ra của các biến áp hạ áp kiểu cách ly (đầu hạ áp của máy tăng giảm điện chẳng hạn) nối vào hai đầu của từng tổ bối dây hoặc bối dây một. Ở các tổ bối dây hoặc bối dây tốt sẽ thấy tia lửa hồ quang phát ra ở chỗ tiếp xúc yếu và cả máy biến áp lẫn ống dây đều phát ra tiếng kêu nhẹ nhàng. Ở các tổ bối dây hoặc bối dây bị chấp sẽ có tia lửa hồ quang phát ra rất mạnh kèm theo tiếng kêu bôm bốp. Đồng thời, máy biến áp rú lên âm ỉ. Nếu quan sát trên mặt máy biến áp sẽ thấy kim đồng hồ vôn kế tụt thấp xuống còn đèn báo mặt máy thì tối hẳn đi. Tổ bối dây hoặc bối dây bị chấp càng nặng thì hiện tượng trên càng rõ.

Ở các tổ bối dây hoặc bối dây bị chấp nhẹ, hiện tượng trên sẽ không rõ lắm. Để khẳng định một cách chắc chắn, có thể sử dụng phối hợp cả phương pháp đo dòng điện qua chúng. Khi đưa điện áp thấp vào hai đầu tổ bối dây hoặc bối dây còn tốt, dùng ampe kế sẽ đo được ở chúng những giá trị dòng điện bằng nhau còn ở các tổ bối dây hoặc bối dây bị chấp sẽ đo được các giá trị dòng điện lớn hơn hẳn.

8-3-4. Cách kiểm tra tụ điện

Tụ điện đấu nối tiếp với cuộn dây phụ khởi động trong động cơ một pha mà bị hỏng thì động cơ sẽ ngừng quay. Tụ hỏng cũng thể hiện dưới nhiều dạng khác nhau nhưng thường tập trung vào mấy dạng chính như sau:

- Đánh lửa xuyên qua lớp cách điện bên trong gây chập mạch giữa hai má tụ gọi là tụ bị thủng.

- Đứt dây nối hoặc bong mối hàn giữa hai cực bên ngoài với hai má tụ bên trong gọi là tụ bị đứt.

- Rò hóa chất ra bên ngoài làm giảm trị số điện dung gọi là tụ bị khô.

- Hơi nước xâm nhập vào bên trong làm giảm điện trở cách điện giữa hai má tụ gọi là tụ bị rò.

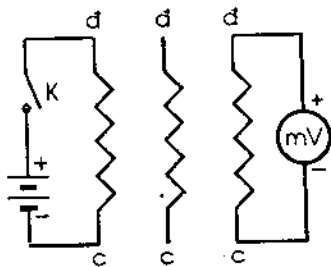
Muốn biết tụ điện có còn tốt hay không, phải tháo bỏ các đầu dây đấu trên một trong hai cực của nó rồi dùng ôm kế để kiểm tra. Nếu là tụ có điện dung cỡ vài microfara (μF) thì phải đặt ôm kế ở thang $\times 100$, nếu là loại tụ có điện dung cỡ vài chục microfara thì phải đặt ôm kế ở thang $\times 10$ rồi đo điện trở giữa hai cực của nó. Nếu thấy kim của ôm kế chỉ quá nửa mặt độ số rồi từ từ trở về đến vô cực thì tụ được coi là tốt. Nếu thấy kim lên rất cao mà không thấy trở về thì tụ đã bị đánh thủng. Nếu kim không nhúc nhích thì tụ đã bị đứt. Nếu kim có lên và có trở về nhưng lên yếu hơn các tụ khác cùng trị số thì có nghĩa là tụ đã bị khô. Còn nếu kim vẫn lên cao bình thường nhưng không trở về đến vô cực thì có nghĩa là tụ đã bị rò.

Tụ bị rò hay bị khô thì động cơ vẫn quay nhưng vận tốc bị giảm còn tụ bị thủng hay bị đứt thì động cơ không quay nhưng rôto không bị bó cứng như khi dây quấn bị chập.

8-3-5. Cách xác định đầu và cuối của các cuộn dây

Mỗi cuộn dây trong động cơ ba pha khi đấu xong thường đưa ra ngoài hai đầu dây, một đầu đầu cuộn và một đầu cuối cuộn. Nếu không đánh dấu cẩn thận thì khi đó không biết đâu là đầu cuộn, đâu là cuối cuộn để đấu trên bản cực. Một trong các cuộn dây mà bị đấu lộn đầu thì động cơ không thể quay được. Ở những động cơ đang vận hành mà bị vỡ bản cực thì khi đấu đổi từ Y sang Δ hoặc ngược lại cũng gặp khó khăn tương tự. Bởi vậy, cần phải biết cách xác định đâu là đầu, đâu là cuối của từng cuộn dây từ bên ngoài.

Trước hết, dùng ôm kế đo thông mạch để phân biệt những cặp đầu dây nào thuộc về một cuộn dây và bề riêng ra từng phía cho khỏi nhầm lẫn. Sau đó, lấy một cặp đầu dây của một cuộn làm chuẩn rồi quy định một đầu làm đầu cuộn, một đầu làm cuối cuộn. Dùng nguồn điện một chiều từ 2÷4V, âm nguồn đấu vào đầu cuối của cuộn chuẩn còn dương nguồn thì nối liên tục vào đầu đầu của nó. Các xung điện đi qua cuộn chuẩn sẽ làm xuất hiện bên các cuộn dây khác một điện áp ngắn quãng với dấu dương ở đầu cuộn và dấu âm ở cuối cuộn. Đo bằng milivôn kế trên hai đầu từng cuộn dây sẽ xác định được dấu của điện áp đó. Nếu kim của milivôn kế chỉ thuận chiều thì đầu dây ứng với que dương là đầu đầu của cuộn dây còn đầu dây ứng với que âm là đầu cuối của nó. Nếu milivôn kế chỉ ngược chiều thì phải xác định ngược lại (h. 8-9).



Hình 8-9. Xác định đầu và cuối cho cuộn dây

8-4. Những pan thường gặp của các động cơ điện xoay chiều thông dụng

Khi động cơ điện bị sự cố, quan sát từ bên ngoài sẽ thấy những biểu hiện khác thường. Các biểu hiện này khá đa dạng, rất khó hệ thống thành quy luật. Một hiện tượng giống nhau có thể do nhiều nguyên nhân khác nhau gây ra. Một bộ phận bị trục trặc có thể biểu hiện ra ngoài dưới nhiều dạng không giống nhau. Chẳng hạn, cùng hiện tượng động cơ bị sập cốt, ở động cơ này có thể do chập bội dây, ở động cơ kia có thể do hỏng ổ bi hoặc ổ bạc. Ngược lại, cũng vẫn từ nguyên nhân chập bội dây, ở động cơ này có thể biểu hiện dưới dạng rung, lắc hoặc phát nóng, ở động cơ kia lại có thể biểu hiện dưới dạng sập cốt hoặc ngừng quay. Để phán đoán một cách chính xác các nguyên nhân gây ra sự cố, phải nhạy bén và phải biết kết hợp một cách khéo léo các phương pháp kiểm tra khác nhau để cùng đi đến kết luận thống nhất. Qua kinh nghiệm nhiều năm sửa chữa, chúng tôi mạnh dạn liệt kê ra một số dạng pan hay gặp để bạn đọc tham khảo.

8-4-1. Những pan về điện

1. Động cơ không quay

Khi đóng điện vào mà động cơ không quay, không thấy biểu hiện có mômen quay ngay cả khi không tải cần phải phân biệt được ba trường hợp khác nhau sau:

- *Động cơ không quay, không thấy tiếng kêu điện từ, sờ vào bầu không thấy rung*

Khi làm việc, động cơ bao giờ cũng có tiếng kêu điện từ âm thấp. Đó là do thể tích lõi thép stato bị co giãn có chu kỳ sinh ra tiếng kêu. Những động cơ có chất lượng cao khi hoạt động không tải có thể khó nghe thấy tiếng kêu nhưng sờ tay vào bầu vẫn thấy rung. Nếu động cơ không quay mà không thấy tiếng kêu điện từ cũng không rung bầu thì có nghĩa là tất cả các cuộn dây của nó đều không làm việc (quen gọi là “không vào điện”). Hiện tượng này thường xảy ra đối với động cơ một pha mà sự cố thường gặp nhất là bộ phận chuyển mạch bị trục trặc. Khi đó, mạch điện của động cơ bị hở nên không có dòng chạy qua nó. Dùng ôm kế đo thông mạch giữa hai đầu phích cắm điện sẽ phát hiện ra điều đó. Trường hợp cả cuộn làm việc và cuộn khởi động đều bị đứt cũng thấy hiện tượng tương tự nhưng chỉ xảy ra khi có sự đánh lửa từ cuộn nọ sang cuộn kia làm đứt dây quấn.

Đối với động cơ ba pha, hiện tượng này rất ít gặp vì không mấy khi cả ba pha đều bị hở mạch. Khi đó, đo điện áp trên ba trụ đầu dây ngoài bản cực phải thu được ba giá trị điện áp bằng không. Trường hợp cả ba cuộn dây pha đều bị đứt từ bên trong cũng có những biểu hiện tương tự. Khi đó, đo điện áp sẽ không phát hiện được mà phải đo thông mạch như ở mục 8-3-1 hoặc đo dòng điện như ở mục 8-3-3.

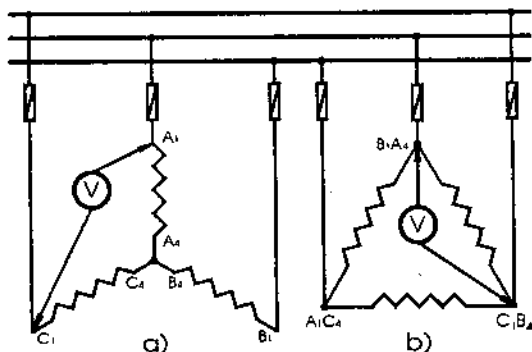
- *Động cơ không quay, có tiếng kêu điện từ hoặc sờ bầu thấy rung, mỗi theo chiều nào thì quay lơ dờ theo chiều đó*

Có tiếng kêu điện từ chứng tỏ đã có dòng điện chạy qua động cơ nhưng không tự khởi động được chứng tỏ không có mômen quay mà chỉ có từ trường đập mạch nên chỉ quay được theo chiều tác động từ bên ngoài. Động cơ một pha mà mất mômen quay chỉ có thể là đứt cuộn dây khởi động hoặc hỏng tụ điện. Dùng phương pháp đo thông mạch ở mục 8-3-1 hoặc phương pháp kiểm tra tụ điện ở mục 8-3-4 sẽ khẳng

định được điều đó. Động cơ ba pha mà mất mômen quay có thể là đứt dây chảy ở một hoặc hai trong ba dây chảy ở cầu dao, đứt một trong ba cuộn dây pha stato khi đấu Y hoặc đứt hai trong ba cuộn dây pha stato khi đấu Δ . Dùng ampe kế kim, cặp vào ba dây pha của động cơ như hình 8-8 sẽ xác định được pha đứt. Pha nào đứt thì ở đó không có dòng điện chạy qua.

Nếu không có ampe kế kim thì có thể dùng ôm kế để kiểm tra thông mạch như ở hình 8-5 hoặc dùng vôn kế để đo điện áp như ở hình 8-10. Nếu đo điện áp của từng cặp trụ ngoài bản cực mà thu được ba giá trị đo bằng nhau (bằng điện áp dây) thì có nghĩa là cả ba pha đều không đứt dây chảy từ bên ngoài. Giả sử có đứt dây chảy ở pha B thì đo điện áp giữa trụ có pha A và trụ có pha C sẽ thu được kết quả bằng điện áp dây còn đo giữa trụ có pha B với hai trụ kia sẽ thu được kết quả bằng $1/2$ điện áp dây.

Trường hợp các cuộn dây pha bị đứt từ bên trong thì dùng phương pháp đo thông mạch như hình 8-5 là đơn giản nhất.



Hình 8-10. Dùng vôn kế để phát hiện các thiết bị đóng cắt, bảo vệ trong động cơ ba pha bị sự cố.

Ngoài ra, các động cơ một pha và ba pha bị mất mômen quay có thể còn do hỏng cổ góp, biến trở hoặc đứt các cuộn dây trong rôto pha.

- *Động cơ không quay, có tiếng kêu điện từ lớn, rôto bị hút lệch về một phía và bó cứng, có nóng cục bộ, nhiệt độ tăng rất nhanh*

Các tổ bối dây hoặc bối dây trong một cuộn dây của động cơ điện được bố trí đối xứng nhau qua trục cho nên lực từ tác dụng lên rôto luôn cân bằng về mọi phía. Khi một trong các tổ bối dây của một cuộn dây bị chập sẽ xuất hiện lực từ kéo lệch rôto về một phía gây nên hiện tượng sát cốt giả tạo. Lúc này nếu quay bằng tay sẽ thấy rôto bị bó cứng nhưng nếu cắt điện thì lại quay được nhẹ nhàng. Rôto luôn bị hút lệch về phía có các tổ bối dây còn tốt. Đối diện với nó qua trục là tổ bối dây bị chập. Dùng phương pháp kiểm tra ở mục 8-3-3 sẽ xác định được tổ bối dây bị chập.

2. Động cơ quay khó khăn

Đóng điện vào, động cơ tự khởi động được khi không tải nhưng quay lờ lờ kèm theo hiện tượng rung, lắc mạnh và có tiếng kêu điện từ lớn. Đa số hiện tượng này đối với các động cơ đang vận hành là do có sự chập chập các vòng dây trong một vài tổ bối dây nào đó nhưng chưa tới mức trầm trọng nên động cơ vẫn có thể tự khởi động nhưng không thể đà lên được. Nếu để kéo dài sẽ thấy bầu rất nóng. Đối với động cơ ba pha, nếu đo so sánh dòng điện giữa các pha sẽ thấy sự chênh lệch đáng kể. Dùng phương pháp kiểm tra ở mục 8-3-3 sẽ tìm thấy bối dây bị chập. Riêng đối với những động cơ vừa sửa chữa xong mà vận hành thử thấy hiện tượng như trên thì phải nghĩ ngay đến trường hợp đấu lộn đầu của một tổ bối dây hoặc của một cuộn dây pha. Khi tổ bối dây hoặc bối dây bị đấu lộn thì dòng qua cuộn dây chứa nó

cũng lớn như trường hợp tổ bối dây hoặc bối dây bị chấp. Phải dùng phương pháp ở mục 8-3-5 để kiểm tra lại.

3. Động cơ không kéo được tải hoặc kéo được nhưng vận tốc bị giảm nhiều

Khi vận hành không tải, động cơ quay với vận tốc bình thường nhưng khi kéo tải thì quay ì ạch, đôi lúc dừng lại. Nếu thấy động cơ quay êm, không có tiếng gõ lớn thì phải kiểm tra xem tụ khởi động có bị khô hoặc rò không? điện áp lưới có bị hạ thấp quá không? tải cơ khí có bị bó hoặc lớn quá công suất của động cơ không? rôto lồng sóc có bị rạn nứt hoặc ổ góp của rôto ruột quăn có tiếp xúc xấu không? Nếu là động cơ ba pha thì phải kiểm tra xem có đấu nhầm từ Δ sang Y không? hoặc một trong ba cuộn dây pha có bị đứt không? Trường hợp có kèm theo tiếng gõ lớn thì phải kiểm tra xem có tổ bối dây nào bị chấp nhẹ không? Khi tổ bối dây mà bị chấp, bao giờ cũng kèm theo hiện tượng sát cốt nhẹ. Cần phải phối hợp nhiều phương pháp kiểm tra lại thì mới phát hiện được chính xác chỗ bị hỏng.

4. Động cơ bị nóng quá giới hạn cho phép

Động cơ khi làm việc với tải định mức vẫn quay được với vận tốc gần như bình thường nhưng sờ vào bầu thì nóng bỏng tay, đôi khi có nóng cục bộ ở cuộn dây stato hoặc cuộn dây rôto ruột quăn. Trường hợp nặng, khởi động có tải tương đối khó khăn, động cơ dậm lên chậm và vận tốc quay giảm sút nhiều. Nếu cho động cơ tiếp tục hoạt động sẽ có mùi khét.

Có hàng loạt nguyên nhân gây ra nóng động cơ, nhưng tập trung vào mấy nguyên nhân chính sau:

- Nếu là động cơ đang vận hành mà bị nóng thì ở động cơ một pha có thể do tải quá lớn so với công suất định mức của động cơ, điện áp lưới hạ quá thấp khi động cơ đang làm việc đầy tải, điện áp lưới quá cao làm giảm cách điện của dây quăn, chập mạch trong một số vòng dây của cuộn dây stato hoặc rôto...

- Nếu là động cơ vừa sửa chữa xong thì có thể do đấu lộn đầu một trong các tổ bối dây, lõi thép stato hoặc rôto để quá lâu không dùng nên bị hoen gỉ làm tăng dòng Фуко hoặc do đã xử lý cơ khí nên khe hở giữa lõi thép stato và rôto tăng lên...

- Riêng với động cơ ba pha còn có thể do đứt một trong ba cầu chì hoặc đứt một trong ba cuộn dây pha làm cho động cơ chỉ làm việc có hai pha hoặc điện áp lưới ba pha cung cấp quá mất đối xứng.

- Ngoài ra, còn có thể do hệ thống làm mát hoạt động kém hiệu lực hoặc do kẹt tải cơ học. Để sửa chữa hiện tượng này, cần phải để cho động cơ nguội trở lại, sau đó cho quay không tải để loại trừ dần từng khả năng, rồi áp dụng linh hoạt các biện pháp kiểm tra để tìm ra nguyên nhân hỏng.

5. Động cơ bị rung

Động cơ khi làm việc bị rung với biên độ lớn kèm theo tiếng kêu điện từ âm thấp, ngay cả khi không tải cũng vẫn bị rung, lắc nhiều, đôi khi còn sinh nóng cục bộ. Đa số các trường hợp này là do các nguyên nhân cơ khí. Nếu không tìm thấy các nguyên nhân về cơ khí thì tập trung tìm phần điện xem có bị chập mạch một trong các tổ bối dây không? hoặc có bị rạn nứt ở rôto lồng sóc không? Đối với các rôto ruột quăn phải xem xét kỹ các mối hàn xem có bị bong không? phần ổ góp có

sự cố gì không? Ngoài ra, phải xem xét xem các cuộn dây rôto có bị hỏng không? Đối với các động cơ vừa sửa chữa xong thì cần phải kiểm tra xem có tổ bối dây nào bị đấu sai không?... Sử dụng phương pháp rônha sẽ biết được các thanh nhôm trong rôto lồng sóc có bị hở mạch hay không? Nếu đôi thanh nhôm nào bị hở mạch thì lá thép thử ở rônha sẽ không hút chặt vào rôto.

6. Động cơ bị đánh lửa

Động cơ đang hoạt động thấy đánh lửa từ bên trong hoặc bốc khói, đôi khi bùng lên thành ngọn lửa kèm theo mùi khét nồng nặc. Lúc đó, động cơ sẽ rung lên dữ dội kèm theo tiếng rú điện từ và dừng quay ngay lập tức. Nguyên nhân cơ bản của hiện tượng này là do vật liệu cách điện trong động cơ đã bị chọc thủng đột ngột gây chập dính giữa các cuộn dây sinh phóng tia lửa điện và đốt cháy dây quấn. Vật liệu cách điện trong động cơ gồm có lớp men tráng bên ngoài dây quấn và các bìa lót giữa dây với rãnh và giữa các cuộn dây với nhau. Các động cơ làm việc lâu ngày, vật liệu cách điện có thể bị lão hóa làm cho điện trở cách điện bị giảm hoặc động cơ vận hành không đúng chế độ, thường xuyên bị nóng quá giới hạn cho phép nên vật liệu cách điện bị lão hóa, giảm tuổi thọ. Ngoài ra, có thể còn do công tác kiểm tra, bảo dưỡng không được thực hiện đúng định kỳ nên có bụi hóa chất, bụi kim loại hoặc dầu mỡ bám vào làm hỏng vật liệu cách điện và tăng cường độ ẩm trong các cuộn dây. Nếu phát hiện kịp thời và xử lý nhanh thì có thể ống dây chưa bị hỏng hết. Muốn sửa chữa tiết kiệm, cần lau rửa sạch ống dây bằng dung dịch không làm hỏng men dây, sấy khô cẩn thận rồi áp dụng các phương pháp kiểm tra ở mục 8-3 để tìm chính xác những bối dây bị hỏng và sử dụng công nghệ lồng cuốn mà thay thế.

7. Động cơ chạy êm, vận tốc đủ nhưng có tiếng kêu điên từ lớn, đôi khi có những âm thanh lạ như tiếng rít, tiếng rú hoặc rôto dao động theo chiều dọc, sờ bầu thấy nóng hơn bình thường

Đa số hiện tượng này thường xảy ra đối với những động cơ đã được sửa chữa nhiều lần, nếu ấn dọc theo chiều trục sẽ thấy độ rơ dọc quá lớn. Trong động cơ, bao giờ người ta cũng để cho rôto hơi rơ dọc một chút vì khi làm việc động cơ sẽ sinh nhiệt làm giãn nở kim loại. Độ rơ dọc là cần thiết để khi trục rôto giãn dài ra, hai vai trục sẽ không bị đội vào ổ bạc hoặc ổ bi. Khi lắp ráp lại động cơ, nếu căn chỉnh không tốt sẽ làm cho động cơ làm việc kém hiệu quả. Hãy lấy quạt điện làm ví dụ. Khi quạt quay, dưới tác dụng của cánh bao giờ rôto cũng bị đẩy lùi về phía sau. Nếu không sử dụng những vòng đệm (rôngden) phù hợp để giữ cho rôto không bị quá lệch về phía sau thì khi hoạt động luôn xuất hiện lực từ kéo rôto về vị trí cân bằng làm động cơ giảm công suất, nóng và có tiếng kêu không bình thường.

Các động cơ được lắp ráp với máy công tác, khi lắp khớp nối xong phải ấn dọc trục về hai phía để kiểm tra xem độ rơ dọc có hợp lý không? nếu sai phải hiệu chỉnh lại. Ngoài ra, khi động cơ xuất hiện tiếng kêu lạ phải xét xem các lá thép stato hoặc rôto có bị ép lỏng hay tõe đầu không? khe hở giữa rôto và stato có đồng đều về mọi phía không?...

8-4-2. Những pan về cơ khí

Các pan về cơ khí thường dễ phát hiện vì đa số có thể kiểm tra được bằng trực quan hoặc bằng những dụng cụ đo lường đơn giản. Tuy nhiên, do điều kiện sửa

chứa thủ công, đôi lúc có những hư hỏng nhẹ về cơ khí nhưng do thiếu hiểu biết, thiếu điều kiện gia công, thay thế nên thường bỏ qua. Điều đó nảy sinh những pan về cơ khí rất khó phán đoán, đôi khi chữa nhầm cả vào phần điện.

Trong khuôn khổ cuốn sách này, chúng tôi đã dành gần hết số trang để giới thiệu về phần điện của các loại động cơ thông dụng nhưng thực chất trong bản thân mỗi động cơ, vấn đề quyết định chất lượng của nó lại chủ yếu lệ thuộc vào phần cơ chứ không phải phần điện. Chẳng hạn, một động cơ bị cháy ống dây, người ta có thể quấn lại ống dây khác đạt như lúc chưa hỏng nhưng một động cơ bị hỏng về cơ khí thì rất khó khôi phục được như cũ. Sửa chữa về cơ khí đòi hỏi phải có các thiết bị gia công chính xác và chuyên dụng đồng thời phải có những vật liệu đúng chủng loại thì mới bảo đảm được độ bền cần thiết. Hãy lấy quạt điện làm ví dụ. Trong tất cả các loại quạt bàn, linh hồn của cái quạt là bộ cánh và đôi bạc chứ không phải là ống dây. Cánh có cân và độ cong có hợp lý thì tiếng cất gió mới êm và quạt quay mới không bị rung. Cánh mà rung, lắc thì sẽ nhanh chóng gãy hỏng trục, bạc. Bạc mà không vừa khít với trục thì sẽ sinh ra tiếng gõ hoặc sát cốt. Ngoài ra, những loại quạt có chất lượng cao thì khe hở giữa rôto và stato sẽ rất nhỏ. Vì vậy phải có công nghệ gia công chính xác mới đáp ứng được. Khi khe hở không khí nhỏ mà bạc hơi rơ hoặc cánh hơi lắc thì sẽ sinh ra những pan rất hóc búa, trong khi đó ở những quạt khác không hề xảy ra hiện tượng tương tự. Dưới đây là một số pan về cơ khí mà chúng tôi vẫn thường gặp.

1. Động cơ bị hỏng ổ bạc, hỏng ổ bi, mòn trục

Ổ bạc, ổ bi cùng với hai nắp có nhiệm vụ định vị cho rôto và stato được đồng tâm để khi quay không bị chạm vào nhau. Đồng thời, làm giảm ma sát giữa bộ phận chuyển động với bộ phận cố định. Ổ bạc hoặc ổ bi được gọi là tốt nếu khi lắc đầu trục không thấy có độ rơ ngang. Khi ổ bạc hoặc ổ bi hay trục mòn hoặc ôvan thì động cơ quay sẽ có tiếng gõ kèm theo hiện tượng rung, lắc. Trường hợp nặng có thể bị sát cốt hoặc không thể kéo được tải. Nếu kiểm tra bằng cân lá sẽ thấy khe hở giữa rôto và stato không đều nhau. Trong khi chế tạo và lắp ráp, người ta rất quan tâm đến việc giữ cho khe hở được đồng đều về mọi phía. Trong những chương trước chúng tôi đã trình bày, trong mỗi cuộn dây luôn có từng tổ bối dây đối diện nhau qua tâm. Điều đó tất yếu dẫn đến việc, có từng cặp cực cũng đối diện nhau và do đó có lực từ kéo rôto đều về mọi phía. Nếu một phía nào đó mà rôto quá gần với stato thì rôto bị kéo mạnh hơn về phía đó làm cho động cơ quay không thể êm tuyệt đối được. Lúc này, nếu ổ bạc hoặc ổ bi mà bị mòn thì rôto sẽ bị dao động theo chiều ngang gây ra tiếng gõ giữa trục với ổ hoặc tiếng va chạm giữa rôto và stato gọi là hiện tượng sát cốt.

Ổ bạc hoặc ổ bi có thể mòn đều có thể bị ôvan nếu động cơ được nối với tải bằng băng đai hoặc xích. Thông thường, người ta chế tạo động cơ có trục cứng hơn bạc để cho trục không bị mài mòn nhưng trên thực tế có nhiều trường hợp do chế độ bảo dưỡng không hợp lý, trục vẫn bị mòn ở chỗ tiếp xúc với ổ bạc. Trong trường hợp này, hậu quả cũng tương tự như hiện tượng bạc bị mòn.

Khi ổ bạc, ổ bi hay trục bị mòn nhẹ và gặp trường hợp động cơ có khe hở lớn thì biểu hiện ra bên ngoài chỉ có tiếng gõ to kèm theo hiện tượng rung, lắc nhẹ rất dễ phán đoán nhưng khi độ mòn tăng thì hiện tượng gần giống như bối dây bị chập nhẹ

rất khó phân biệt (mới mở máy thì quay bình thường nhưng sau một vài chục phút thì tiếng gõ to dần, vận tốc giảm kèm theo hiện tượng rung lắc và nóng bầu).

Nếu muốn biết khe hở giữa rôto và stato có còn nằm trong giới hạn cho phép hay không phải dùng cân lá để thử. Hãy dùng các lá cân có chiều dày từ $0,1 \div 1mm$ luồn dọc theo khe hở ở bốn điểm đối diện qua trục động cơ. Phải chọn các điểm mà ở phần răng không có sơn cách điện hoặc bụi bẩn bám và không để lọt cân lá vào khe miệng răng. Đến lá cân nào mà khe hở vừa khít với chiều dày lá cân thì đọc trị số khe hở ở vị trí đó theo chiều dày lá cân (số ghi trên từng lá cân). Nếu thấy trị số đo ở bốn vị trí đã chọn sai lệch nhau không quá 20% thì có nghĩa là độ lệch đó nằm trong giới hạn cho phép. Quay rôto sang các vị trí khác nhau mà vẫn thu được các kết quả tương tự thì có thể khẳng định là trục, bạc hoặc ổ bị chưa cần phải sửa chữa. Nếu kết quả đo sai lệch quá 20% thì phải tháo rời rôto ra để xem xét cẩn thận từng chi tiết. Kiểm tra trục và bạc thì phải dùng panme và thước cặp, còn kiểm tra vòng bi thì phải dùng lá cân hoặc lắc bằng tay.

Trong trường hợp này, hỏng ổ bi là đơn giản nhất, chỉ cần chọn vòng bi cùng loại thay vào là xong còn nếu hỏng ổ bạc hoặc mòn trục thì khá phiền phức. Một khi bạc đã quá rơ thì trục cũng sẽ bị gợn hoặc óvan. Nếu gia công bạc mới mà lắp lọt được bên ngoài thì vào tới bên trong lại bị lỏng. Bởi vậy, người ta phải chống tâm hai đầu trục trên máy mài tròn, mài cho đường kính mặt trụ từ trong ra ngoài đều nhau rồi mới gia công bạc theo đường kính mới.

Để dùng bền, trục và bạc phải được gia công theo công nghệ riêng bằng vật liệu đặc chủng có thể thấm được dầu bôi trơn và chịu mài mòn tốt sao cho bảo đảm trơn, khít, độ bóng đạt từ $\nabla 7$ trở lên. Nếu gia công không đúng quy trình công nghệ thì chỉ vài tháng là hỏng lại.

Trường hợp không có vật liệu đặc chủng thì có thể chữa ứng dụng bằng cách mạ trục hoặc tót bạc. Nếu trục không bị gợn thì tót bạc là đơn giản nhất. Hãy dùng cưa xẻ một rãnh hơi chéo theo chiều dài thân trục rồi vỏ nhẹ, đều xung quanh cho lỗ bạc bé dần lại đến khi vừa khít với trục là được. Nếu trục bị gợn thì phải áp dụng phương pháp mạ trục. Hãy mạ crôm cho phần trục nằm trong ổ bạc dày lên một lớp rồi chống tâm hai đầu trên máy mài tròn, mài cho đến khi vừa khít với lỗ bạc đã được sửa tròn là được. Làm như thế thì dùng bền không kém gì bạc mới cùng loại.

Ngày nay, việc sửa chữa và thay thế trục, bạc có thuận lợi hơn nhiều nhờ những vật liệu đặc chủng và nhờ những phụ tùng gia công sẵn của các nhà cung cấp.

2. Động cơ bị cong trục

Động cơ làm việc mà bị quá nóng thường xuyên, đồng thời xuất hiện lực kéo lệch về một phía hoặc va đập mạnh có thể bị cong trục. Trục bị cong sẽ sinh ra mất đồng tâm nghiêm trọng. Trường hợp cong nhẹ có thể gây sát cốt, trường hợp cong nặng có thể gây bó cứng làm cho động cơ không thể quay được. Trong mọi trường hợp, khi trục đã bị cong thì sẽ phát ra tiếng va đập lớn gây rung, lắc và không thể kéo được tải.

Khi trục bị cong, do bằng cân lá sẽ thấy khe hở giữa rôto và stato có trị số rất khác nhau. Đồng thời, các trị số đó thay đổi theo góc quay của rôto. Tháo rôto ra rồi chống tâm hai đầu trên máy tiện hoặc máy mài để rà sẽ phát hiện ra đoạn trục bị

cong. Nếu cong ít và đường kính trục nhỏ thì có thể dùng dụng cụ xam để nắn lại. Nếu cong nhiều và đường kính trục lớn thì phải gia công trục mới. Theo kinh nghiệm của chúng tôi, nếu dùng ổ bạc thì trục phải được gia công bằng thép hợp kim dụng cụ 9KC (hoặc tương đương), tiện để lượng dư, nhiệt cao tần đạt độ cứng $55\pm 5HRC$ rồi mài theo kích thước đường kính ổ bạc đã được sửa tròn thì mới đảm bảo chất lượng như cũ. Cần phải tìm những cơ sở có kinh nghiệm gia công trục, bạc thì mới đạt được kết quả như mong muốn.

3. Động cơ bị bó cứng do mất đồng tâm

Khi tháo ổ bạc hoặc ổ bị ra để kiểm tra hoặc thay thế, cần phải có những dụng cụ thích hợp như văm, bàn gá hoặc ống tuýp đồng cỡ bên dưới rồi mới gỡ nhẹ để lấy chúng ra khỏi ổ. Nếu các dụng cụ làm việc không thích hợp có thể gây mặt bích chứa ổ bạc hoặc ổ bị vỡ chúng thường được làm bằng hợp kim nhôm (antimoan) nên rất dễ gãy. Khi mặt bích bị gãy có thể hàn lại nhưng nếu không hiểu rõ công nghệ hàn thì dễ bị mất đồng tâm nghiêm trọng.

Trong quá trình hàn, do nhiệt độ phân bố không đều trên bề mặt của vật hàn nên xuất hiện những lực co, giãn khác nhau về mọi phía gây ra ứng suất hàn làm cho ổ bạc hoặc ổ bị bị lệch ra khỏi tâm. Bởi vậy, cần phải làm đồ gá để cố định ổ bạc vào đúng tâm thì khi hàn mới không bị kéo lệch. Bộ gá đơn giản có thể chỉ gồm một đoạn thép, đầu dưới có đường kính vừa khít với đường kính ổ bạc (bên phía mặt bích không gãy) còn đầu trên thì vừa khít với đường kính của ổ (bằng đường kính ngoài của bạc). Lắp bộ gá vào và xiết chặt các bulông giữ hai nắp động cơ lại rồi mới hàn thì ổ bạc sẽ không bị kéo lệch nữa.

Trường hợp không có điều kiện làm đồ gá mà không cần bảo vệ ống dây thì có thể để nguyên cả rôto rồi dùng các lá thép mỏng (lá cân chẳng hạn) chèn đều xung quanh khe hở giữa rôto và stato, xiết chặt các bulông giữ hai nắp rồi hàn thì cũng khôi phục được tính đồng tâm của ổ bạc.

Trong mọi trường hợp, sau khi hàn phải để nguội tự nhiên rồi mới tháo đồ gá ra, tuyệt đối không được làm nguội cưỡng bức bằng nước.

Muốn biết hai ổ bạc đã khôi phục được đồng tâm hay chưa hoặc rôto có bị sát cốt không, chỉ việc để cho động cơ hơi dốc về phía trước (không lắp tải), dùng tay ấn nhẹ đầu trục về phía sau. Nếu thấy rôto tự trôi về phía trước là đạt yêu cầu. Nếu không tự trôi được là động cơ vẫn còn bó.

4. Tải không cân bằng

Khi nối động cơ với máy công tác bằng khớp nối cứng mà máy có dao động lớn sẽ truyền sang động cơ làm cho động cơ cũng bị rung, lắc theo. Trường hợp các động cơ dùng làm quạt điện mà bộ cánh không cân đối cũng gây ra hậu quả tương tự. Đối với những cánh quạt kim loại, có thể xử lý bằng cách nắn cho các góc nghiêng của cánh đồng đều nhau (cả mép xa và mép gần) như người ta cân vành xe đạp thì quạt quay sẽ đỡ rung, lắc. Còn đối với các máy công tác thì phải gia cố lại nền móng, hiệu chỉnh lại đồng tâm giữa trục máy và trục động cơ.

5. Có bavia ở lõi thép

Khi tháo stato ra khỏi vỏ bằng dụng cụ thủ công có thể gây xê dịch một vài lá thép làm cho mặt trong của stato bị bavia. Nếu không phát hiện kịp thì khi quay,

rôto sẽ va quệt vào các vị trí đó gây ra tiếng va chạm kim khí lớn hoặc sát cốt. Tháo rôto ra, quan sát trên bề mặt sẽ nhìn thấy vết xước rất rõ. Qua đó dễ dàng xác định được vị trí cổ bavaria để xử lý.

6. Rôto không cân bằng

Rôto không cân bằng chỉ xảy ra ở các động cơ mới do lỗi ở dây chuyền sản xuất hoặc những rôto quấn dây được sửa chữa lại không đạt yêu cầu về cân bằng cơ học. Khi động cơ quay sẽ xuất hiện lực yáng làm rung, lắc và có tiếng kêu điện từ lớn hoặc có tiếng gõ cơ khí. Nếu chống tâm mà rà thì sẽ không phát hiện được gì vì rôto vẫn tròn, trục vẫn thẳng, và vẫn đồng tâm. Muốn biết rôto có bị mất cân bằng hay không phải thử cân bằng tĩnh bằng phương pháp kinh nghiệm. Hãy để rôto trên hai giá đỡ (đỡ lấy hai vòng bi), dùng nivô chỉnh cho thật thẳng bằng theo chiều dọc trục. Phía mặt trụ nào của rôto nặng hơn sẽ luôn quay xuống dưới. Đánh dấu lại vị trí đó rồi xoay nhẹ rôto đi những góc khác nhau mà thấy vị trí đã đánh dấu vẫn quay xuống phía dưới thì chắc chắn là rôto đã bị mất cân bằng. Nếu là rôto quấn dây thì phải quấn lại bằng những tổ bối dây bằng nhau, nếu là rôto lồng sóc thì phải khoét hoặc đắp đối trọng cho đến khi rôto không dừng lại ở vị trí cũ nữa mới thôi.

8-5. Tra cứu số liệu các động cơ và quạt điện thông dụng

8-5-1. Số liệu các quạt bàn vòng chấp

1. Quạt bàn vòng chấp kiểu 2 cực, 2 bối

- Quạt bàn vòng chấp 20W của nhà máy ĐIỆN THÔNG
 - Cánh 200mm, 2 cực, 2 tổ bối đơn, điện 110V hoặc 220V, rôto lồng sóc, stato ($D_{irs} = 3,6cm$; $D_{ngs} = 7,3cm$).
 - Dây quấn stato ở 110V: 2x770vg; $\Phi 0,23$.
 - Dây quấn stato ở 220V: 2x1540vg; $\Phi 0,17$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-11.
- Quạt bàn vòng chấp 30W của nhà máy ĐIỆN CƠ
 - Cánh 225mm, 2 cực, 2 tổ bối đơn, điện 110V, rôto lồng sóc, stato ($L_s = 3,2cm$; $D_{irs} = 3,6cm$; $D_{ngs} = 7,0cm$).
 - Dây quấn stato: 2x560vg; $\Phi 0,29/0,34$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-11.
- Quạt bàn vòng chấp 32W của Nhà máy ĐIỆN THÔNG
 - Cánh 250mm, 2 cực, 2 tổ bối đơn, điện 110V hoặc 220V, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn stato ở điện 110V: 2x580vg; $\Phi 0,31$.
 - Dây quấn stato ở điện 220V: 2x1160vg; $\Phi 0,23$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-11.
- Quạt bàn vòng chấp 35W của Nhà máy ĐIỆN CƠ
 - Cánh 250mm, 2 cực, 2 tổ bối đơn, điện 220V, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn stato: 2x1150vg; $\Phi 0,23$; 0,15kg dây.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-11.

- Quạt bàn vòng chập hiệu GIÓ BIỂN

- Cánh 225mm, 2 cực, 2 tổ bối đơn, điện 220V, rôto lồng sóc.
- Dây quấn stato: 2x580vg; $\Phi 0,21$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-11.

- Quạt bàn vòng chập hiệu TAM QUANG

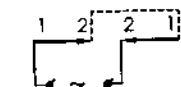
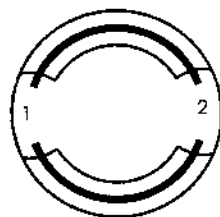
- Cánh 220mm, 2 cực, 2 tổ bối đơn, điện 110V, rôto lồng sóc.
- Dây quấn stato: 2x600vg; $\Phi 0,29$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-11.

- Quạt bàn vòng chập của Pháp hiệu CALO

- Cánh 180mm, 2 cực, 2 tổ bối đơn, điện 220V, rôto lồng sóc.
- Dây quấn stato: 2x840vg; $\Phi 0,20$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-11.

- Quạt bàn vòng chập kiểu "ống bơ" của Liên Xô (cũ)

- Cánh 180mm, 2 cực, 2 tổ bối đơn, điện 127V hoặc 220V, rôto lồng sóc.
- Dây quấn stato ở điện 127V: 2x775vg; $\Phi 0,23/0,25$.
- Dây quấn stato ở điện 220V: 2x1340vg; $\Phi 0,17/0,19$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-11.



Hình 8-11. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn vòng chập, 2 cực, 2 tổ bối đơn.

2. Quạt bàn vòng chập kiểu 4 cực, 4 bối

- Quạt bàn vòng chập 55W của Liên Xô (cũ) loại "tai voi", vỏ sắt, cánh cao su

- Cánh 300mm, 4 cực, 4 tổ bối đơn, điện 127V hoặc 220V, rôto lồng sóc.
- Dây quấn stato ở 127V: 4x385vg; $\Phi 0,35/0,39$.
- Dây quấn stato ở 220V: 4x635vg; $\Phi 0,27/0,30$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-12.

- Quạt bàn vòng chập 55W của Liên Xô (cũ) hiệu ОПЕИТА loại "tai voi", vỏ nhựa

- Cánh 300mm, 4 cực, 4 tổ bối đơn, điện 127V hoặc 220V, rôto lồng sóc.
- Dây quấn stato ở 127V: 4x380vg; $\Phi 0,33/0,35$.
- Dây quấn stato ở 220V: 4x670vg; $\Phi 0,25/0,27$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-12.

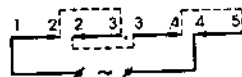
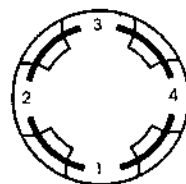
- Quạt bàn vòng chập của Liên Xô (cũ) hiệu ОПЕИТА5

- Cánh 300mm, 4 cực, 4 tổ bối đơn, điện 220V, rôto lồng sóc.

- Dây quấn stato : 4x720vg; $\Phi 0,23$; 0,11kg dây.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-12.

- Quạt bàn vòng chập của Liên Xô (cũ) hiệu ОПЕИТА, cánh nhựa mềm, số bán dẫn

- Cánh 300mm, 4 cực, 4 tổ bối đơn, điện 220V, rôto lồng sóc.
- Dây quấn stato: 4x600vg; $\Phi 0,25/0,28$.

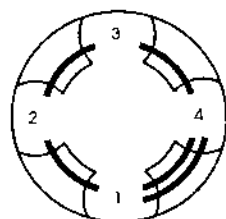


Hình 8-12. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn vòng chập, 4 cực, 4 tổ bối đơn.

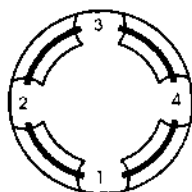
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-12.
- **Quạt bàn vòng chập của Liên Xô cũ hiệu THTA.**
 - Cánh 300mm, 4 cực, 4 tổ bối đơn, điện 127V, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn stato : 4x380vg; $\Phi 0,33$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-12.
- **Quạt bàn vòng chập của Liên Xô (cũ) hiệu OPEHTA loại chân uốn bằng thép tròn $\Phi 8$**
 - Cánh 300mm, 4 cực, 4 tổ bối đơn, điện 220V, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn stato : 4x680vg; $\Phi 0,23$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-12.
- **Quạt bàn vòng chập Việt Nam hiệu THỐNG NHẤT**
 - Cánh 400mm, 4 cực, 4 tổ bối đơn, điện 220V.
 - Dây quấn stato : 4x450vg; $\Phi 0,30$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-12.
- **Quạt bàn vòng chập của Liên Xô (cũ) hiệu OPEHTA, đế gang, cánh nhựa mềm, phím bấm bập bênh**
 - Cánh 300mm, 4 cực, 4 tổ bối đơn, 2 số, điện 220V, rôto lồng sóc, cuộn dây số quấn bằng một bối dây lồng chung với một bối dây cực.
 - Dây quấn cuộn chính: 4x600vg, $\Phi 0,21/0,23$.
 - Dây quấn cuộn số: 1x700vg, $\Phi 0,21/0,23$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-13.
- **Quạt bàn vòng chập của Nhật Bản hiệu KDK (trước năm 1975)**
 - Cánh 300mm, 4 cực, 4 tổ bối đơn, điện 100/200V, stato dày 2,7cm, có chuyển mạch đổi điện áp.
 - Dây quấn stato : 4x500vg; $\Phi 0,31$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-14.
- **Quạt bàn vòng chập miền Nam trước năm 1975**
 - Cánh 250mm, 2 số, 4 cực, 4 tổ bối đơn, điện 110V.
 - Dây quấn stato: 4x320vg; $\Phi 0,25$.
 - Dây số: 4x80vg, $\Phi 0,25$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-15.

3. Quạt bàn vòng chập kiểu 6 cực, 6 tổ bối

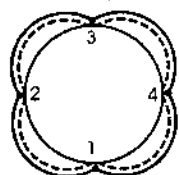
- **Quạt bàn vòng chập của Mỹ hiệu ESKIMO**
 - Cánh 600mm, 6 cực, 6 tổ bối đơn, 2 số, điện 110V hoặc 220V, rôto lồng sóc, cuộn dây số gồm 6 bối lồng chung với 6 bối dây cực.



Hình 8-13. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn vòng chập, 4 cực, 4 tổ bối đơn, có một bối dây số.

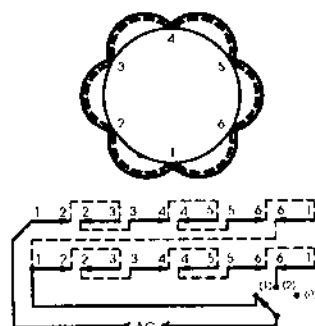


Hình 8-14. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn vòng chập, 4 cực, 4 tổ bối đơn, sử dụng cả hai cấp điện áp.



Hình 8-15. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn vòng chập, 4 cực, 4 tổ bối đơn, 4 bối dây số.

- Dây quấn stato ở 110V:
- + Cuộn dây chính: 6x180vg; $\Phi 0,55$.
- + Cuộn dây số: 6x52vg; $\Phi 0,45$.
- Dây quấn stato ở 220V:
- + Cuộn dây chính: 6x335vg; $\Phi 0,45$.
- + Cuộn dây số: 6x82vg; $\Phi 0,40$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-16.



Hình 8-16. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần vòng chập, 6 cực, 6 tổ bối đơn, 6 bối dây số.

8-5-2. Số liệu các loại quạt trần vòng chập

1. Quạt trần vòng chập kiểu 12 rãnh, 6 bối

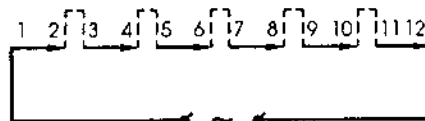
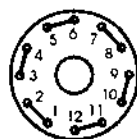
- Quạt trần vòng chập 75W của nhà máy

ĐIỆN THÔNG

- Cánh 900mm, 12 cực, 6 tổ bối đơn, điện 110V hoặc 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía (dấu đuôi).
- Dây quấn stato ở 110V: 6x240vg; $\Phi 0,57$.
- Dây quấn stato ở 220V: 6x480vg; $\Phi 0,41$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-17.

- Quạt trần vòng chập của Nhà máy Điện cơ hiệu HOÀN KIẾM

- Cánh 900mm, 12 cực, 6 tổ bối đơn, điện 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
- Dây quấn stato: 6x480vg; $\Phi 0,45/0,48; 0,57$ kg dây.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-17.



Hình 8-17. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần vòng chập, 12 cực, 6 tổ bối đơn.

- Quạt trần vòng chập hiệu GIÓ BIỂN

- Cánh 900mm, 12 cực, 6 tổ bối đơn, điện 110V, Đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
- Dây quấn stato: 6x184vg; $\Phi 0,59$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-17.

- Quạt trần vòng chập hiệu MARELLIE

- Cánh 900mm, 12 cực, 6 tổ bối đơn, điện 110V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
- Dây quấn stato: 6x250vg; $\Phi 0,53$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-17.

2. Quạt trần vòng chập kiểu 16 rãnh, 8 bối

- Quạt trần vòng chập hiệu GIÓ BIỂN

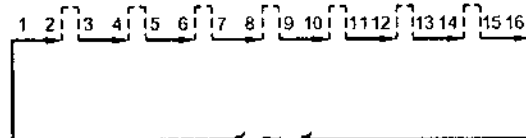
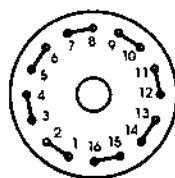
- Cánh 1400mm, 16 cực, 8 tổ bối đơn, điện 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
- Dây quấn stato: 8x310vg; $\Phi 0,57$.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-18.
- **Quạt trần vòng chập Điện khí Hải Phòng**
 - Cánh 1200mm, 16 cực, 8 tổ bối đơn, điện 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
 - Dây quấn stato: 8x280vg; Φ 0,53; 0,75kg dây.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-18.
- **Quạt trần vòng chập của Liên Xô (cũ)**

- Cánh 900mm, 16 cực, 8 tổ bối đơn, điện 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.

- Dây quấn stato: 8x285vg; Φ 0,29.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-18.



Hình 8-18. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần vòng chập, 16 cực, 8 tổ bối đơn.

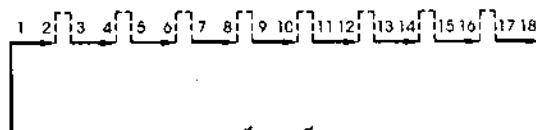
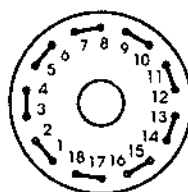
3. Quạt trần vòng chập kiểu 18 rãnh, 9 bối

- **Quạt trần vòng chập 120W của Nhà máy ĐIỆN CƠ**
 - Cánh 1200mm, 18 cực, 9 tổ bối đơn, điện 110V hoặc 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
 - Dây quấn stato ở điện 110V: 9x140vg; Φ 0,72/0,75.
 - Dây quấn stato ở điện 220V: 9x280vg; Φ 0,51/0,54.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-19.
- **Quạt trần vòng chập của Nhà máy ĐIỆN CƠ**
 - Cánh 1400mm, 18 cực, 9 tổ bối đơn, điện 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
 - Dây quấn stato: 9x280vg; Φ 0,51.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-19.
- **Quạt trần vòng chập hiệu HOÀN KIẾM**

- Cánh 1200mm, 18 cực, 9 tổ bối đơn, điện 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.

- Dây quấn stato: 9x290vg; Φ 0,51.

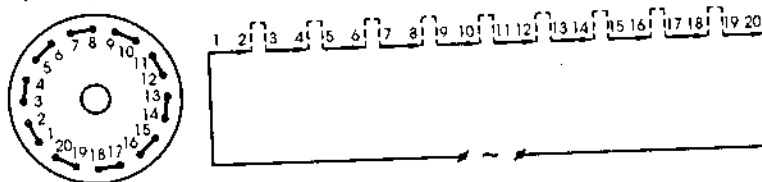
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-19.



Hình 8-19. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần vòng chập, 18 cực, 9 tổ bối đơn.

4. Quạt trần vòng chập kiểu 20 rãnh, 10 bố

- Quạt trần vòng chập 115W hiệu HOÀN KIẾM
 - Cánh 1200mm, 20 cực, 10 tổ bố đơn, điện 110V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
 - Dây quấn stato: 10x132vg; Φ 0,65/0,68; 0,6kg dây.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-20.
- Quạt trần vòng chập 115W hiệu HOÀN KIẾM
 - Cánh 1200mm, 20 cực, 10 tổ bố đơn, điện 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
 - Dây quấn stato: 10x226vg; Φ 0,45/0,48; 0,5kg dây.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-20.

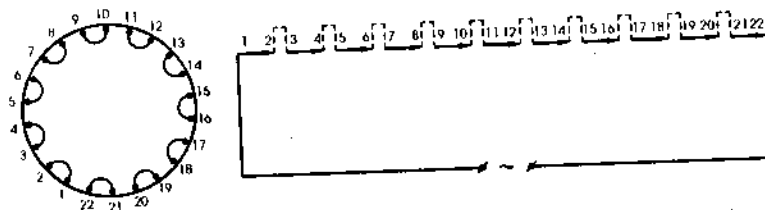


Hình 8-20. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần vòng chập, 20 cực, 10 tổ bố đơn.

- Quạt trần vòng chập hiệu GIÓ ĐÔNG
 - Cánh 1400mm, 20 cực, 10 tổ bố đơn, điện 110V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
 - Dây quấn stato: 10x115vg; Φ 0,62.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-20.

5. Quạt trần vòng chập kiểu 22 rãnh, 11 bố

- Quạt trần vòng chập hiệu MARELLIE
 - Cánh 1200mm, 22 cực, 11 tổ bố đơn, điện 110V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
 - Dây quấn stato: 11x122vg; Φ 0,59.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-21.

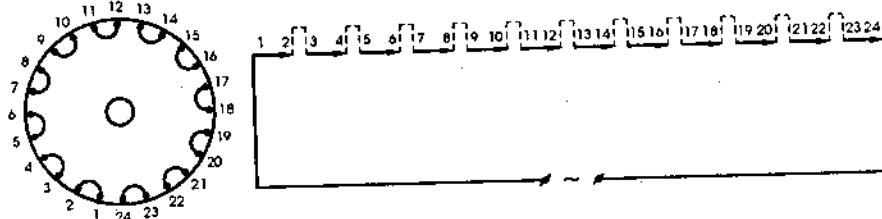


Hình 8-21. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần vòng chập, 22 cực, 11 tổ bố đơn.

6. Quạt trần vòng chập kiểu 24 rãnh, 12 bố

- Quạt trần vòng chập hiệu MARELLIE
 - Cánh 1400mm, 24 cực, 12 tổ bố đơn, điện 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.

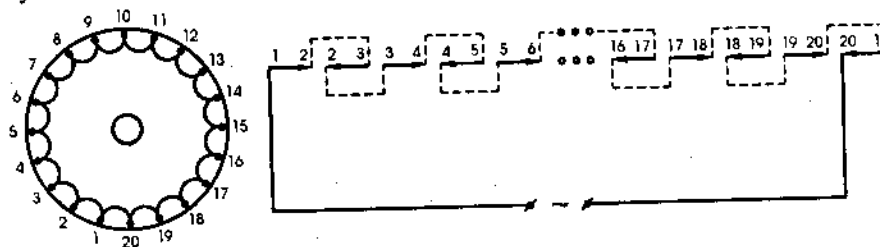
- Dây quấn stato: 12x260vg; $\Phi 0,59$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-22.
- **Quạt trần vòng chập hiệu EOLE**
 - Cánh 1400mm, 24 cực, 12 tổ bối đơn, điện 110V, đấu dây theo kiểu nối tiếp khác phía.
 - Dây quấn stato: 12x133vg; $\Phi 0,79/0,81$; 1,07kg dây.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-22.



Hình 8-22. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần vòng chập, 24 cực, 12 tổ bối đơn.

7. Quạt trần vòng chập kiểu 20 rãnh, 20 bối

- **Quạt trần vòng chập hiệu ITALI**
 - Cánh 1400mm, 20 cực, 20 tổ bối đơn, điện 220V, đấu dây theo kiểu nối tiếp cùng phía (đấu vát).
 - Dây quấn stato: 20x180vg; $\Phi 0,6$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-23.
- **Quạt trần vòng chập của Liên Xô (cũ)**
 - Cánh 900mm, 16 cực, 16 tổ bối đơn, điện 220V, cuộn dây lớp kép, đấu dây theo kiểu nối tiếp cùng phía.
 - Dây quấn stato: 16x315vg; $\Phi 0,37$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-23 nhưng ít hơn 4 rãnh và 4 tổ bối dây.



Hình 8-23. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần vòng chập, 20 cực, 20 tổ bối đơn.

8-5-3. Số liệu các quạt bàn tụ điện

1. Quạt bàn tụ điện kiểu 16 rãnh, 8 bối

- **Quạt bàn tụ điện của Việt Nam hiệu NIVA**
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 800vg/bối; $\Phi 0,18$.
- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 1000vg/bối; $\Phi 0,16$.
- Cuộn số quấn ngoài trên lõi biến áp có tiết diện mặt cắt 3cm^2 gồm hai nửa; mỗi nửa 600vg; $\Phi 0,21$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-24.

• Quạt cây tụ điện của Trung Quốc hiệu WAHSON (Hoa Sinh) đời mới

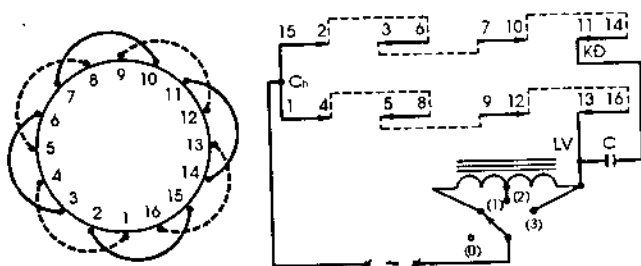
- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, stato ($L_s = 2,5\text{cm}$; $D_{rs} = 5\text{cm}$; $D_{ngs} = 8,8\text{cm}$), đèn màu kiểu chai nước.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 720vg/bối; $\Phi 0,20$; 0,16kg dây.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 900vg/bối; $\Phi 0,17$; 0,14kg dây.

- Cuộn số quấn ngoài trên lõi biến áp gồm hai nửa cuộn đấu nối tiếp.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-24.



Hình 8-24. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện. 4 cực, 16 rãnh, có cuộn dây số lắp ngoài.

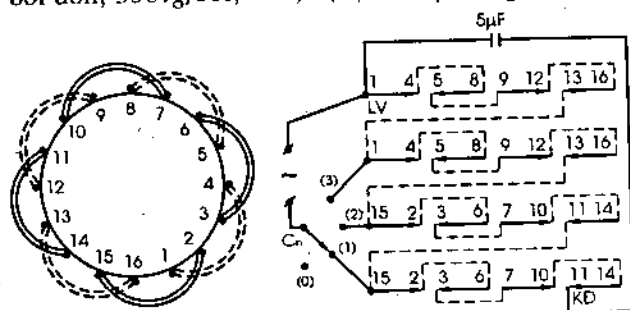
• Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu HITACHI (trước năm 1975)

- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V.
- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 220vg/bối; $\Phi 0,30/0,33$ được lồng vào trước.
- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 330vg/bối; $\Phi 0,24/0,27$ được lồng vào sau.
- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 120vg/bối; $\Phi 0,28/0,31$ lồng chung rãnh với cuộn làm việc.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 135vg/bối; $\Phi 0,25/0,28$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Tổng khối lượng dây quấn 0,25kg.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-25.



Hình 8-25. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện. 4 cực, 16 rãnh, dây số lồng chung rãnh với cả hai cuộn dây.

• Quạt bàn tụ điện hiệu SUPER DELUXE ELECTRIC PAN

- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $2\mu\text{F}$, nút bấm elip.
- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 550vg/bối; $\Phi 0,25$ lồng vào trước.
- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 450vg/bối; $\Phi 0,21$ lồng vào sau.
- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối, 200vg/bối; $\Phi 0,23$ lồng chung rãnh với cuộn làm việc.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,23$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-25.

• *Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu TOSHIBA*

- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 320vg/bối; $\Phi 0,31$.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 340vg/bối; $\Phi 0,23$.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 100vg/bối; $\Phi 0,25$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 80vg/bối; $\Phi 0,25$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Tổng khối lượng dây quấn 0,32kg.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.

• *Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu TOSHIBA*

- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 321vg/bối; $\Phi 0,35$.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 300vg/bối; $\Phi 0,17$.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 100vg/bối; $\Phi 0,20$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 80vg/bối; $\Phi 0,20$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.

• *Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu TOSHIBA*

- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 670vg/bối; $\Phi 0,27$.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 550vg/bối; $\Phi 0,20$.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,22$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 100vg/bối; $\Phi 0,22$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.

• *Quạt cây tụ điện của Nhật Bản hiệu TOSHIBA*

- Cánh 300mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 100V, có hện giờ, tụ $3\mu F$, stato ($L_s = 1,8cm$; $D_{irs} = 4,2cm$; $D_{ngs} = 8cm$).

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 367vg/bối; $\Phi 0,22$.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 480vg/bối; $\Phi 0,16$.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,17$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,17$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.

- Quạt bàn tự điện của Nhật Bản hiệu HITACHI (trước năm 1975)
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V, tụ $5\mu F$, stato ($L_s = 2,5cm$; $D_{irs} = 4,4cm$; $D_{ngs} = 8cm$).
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 350vg/bối; $\Phi 0,28$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 370vg/bối; $\Phi 0,23$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 90vg/bối; $\Phi 0,23$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 90vg/bối; $\Phi 0,23$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tự điện của Nhật Bản hiệu HITACHI AUTOMATIC
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 470vg/bối; $\Phi 0,25$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 800vg/bối; $\Phi 0,18$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 170vg/bối; $\Phi 0,20$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 170vg/bối; $\Phi 0,20$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tự điện của Nhật Bản hiệu NATIONAL (trước năm 1975)
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 280vg/bối; $\Phi 0,35$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 340vg/bối; $\Phi 0,25$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 100vg/bối; $\Phi 0,28$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 80vg/bối; $\Phi 0,27$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Tổng khối lượng dây quấn 0,35kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tự điện của Nhật Bản hiệu PANASONIC
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 280vg/bối; $\Phi 0,23$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 330vg/bối; $\Phi 0,22$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 100vg/bối; $\Phi 0,25$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 80vg/bối; $\Phi 0,25$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tự điện của Nhật Bản hiệu KDK
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 254vg/bối; $\Phi 0,24$.
- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 445vg/bối; $\Phi 0,20$.
- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 90vg/bối; $\Phi 0,20$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 70vg/bối; $\Phi 0,22$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- *Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu SANYO (trước năm 1975)*
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 450vg/bối; $\Phi 0,23$ được lồng vào trước.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 500vg/bối; $\Phi 0,17$ được lồng vào sau.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 280vg/bối; $\Phi 0,21$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 200vg/bối; $\Phi 0,21$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- *Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu SANYO (trước năm 1975)*
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, stato dày 2,1cm, nguyên thủy dùng điện 110V, quấn lại thành 220V, dùng tụ $1\mu F$.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 702vg/bối; $\Phi 0,23$; 0,2kg dây.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 750vg/bối; $\Phi 0,17$
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,17$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,17$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Tổng khối lượng dây quấn cho cuộn khởi động và hai cuộn số 0,15kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- *Quạt cây tụ điện của Nhật Bản (trước năm 1975)*
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 580vg/bối; $\Phi 0,23$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 600vg/bối; $\Phi 0,18$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 130vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- *Quạt bàn tụ điện của Thái Lan hiệu CLASSIC TORY PAN RAMA (màu đen)*
 - Cánh 300mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $1,5\mu F$, nối bấm hình elip.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 920vg/bối; $\Phi 0,20$.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 450vg/bối; $\Phi 0,18$.
- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 215vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- *Quạt bàn tụ điện của Thái Lan (đời mới, các màu)*
 - Cánh 300mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, stato dày 2cm, tụ $1,5\mu F$.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 750vg/bối; $\Phi 0,16$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 850vg/bối; $\Phi 0,15$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 180vg/bối; $\Phi 0,15$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 180vg/bối; $\Phi 0,15$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quấn đúng theo số liệu gốc rất nhanh hỏng lại ống dây, muốn dùng bên phải điều chỉnh số liệu: cuộn làm việc 4x960vg - $\Phi 0,15$; cuộn khởi động 4x930vg - $\Phi 0,15$; hai cuộn số giữ nguyên như cũ.
- *Quạt bàn tụ điện của Thái Lan kiểu hút gió hiệu SUPER DELUXE 1988*
 - 4 cực, 16 rãnh 8 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $1,2\mu F$, stato dày 2cm.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 823vg/bối; $\Phi 0,16$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn lồng chung với dây số, tổng số 850vg/bối; $\Phi 0,16$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
 - Quấn đúng số liệu gốc chạy nóng bầu, muốn dùng bên phải điều chỉnh lại số liệu.
- *Quạt bàn tụ điện của Đài Loan (trước năm 1975)*
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, stato dày 2,3cm, tụ $2\mu F$.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 650vg/bối; $\Phi 0,23$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 670vg/bối; $\Phi 0,17$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,17$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,17$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- *Quạt bàn tụ điện của Đài Loan dáng giống như quạt WALISON của Trung Quốc*
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, có hện giờ, tuốc năng để dưới đế, tụ $1,2\mu F$.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 650vg/bối; $\Phi 0,23$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 700vg/bối; $\Phi 0,17$.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,17$.
- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,17$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt cây tụ điện của Đài Loan (đời mới)
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V, stato ($L_s = 1,6\text{cm}$; $D_{irs} = 4,5\text{cm}$; $D_{ngs} = 8,7\text{cm}$), 3 đèn màu, có hẹn giờ.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 390vg/bối; $\Phi 0,27$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn lồng chung với dây số; tổng số 552vg/bối; $\Phi 0,21$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tụ điện hiệu SUPER DELUXE
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $1,2\mu\text{F}$, stato ($L_s = 1,9\text{cm}$; $D_{irs} = 4,4\text{cm}$; $D_{ngs} = 8,2\text{cm}$).
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 800vg/bối; $\Phi 0,18$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn lồng chung với dây số; tổng số 900vg/bối; $\Phi 0,15$.
 - Khối lượng dây quấn cho toàn quạt 0,25kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tụ điện của Việt Nam hiệu GREEN SEA
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, stato ($L_s = 1,85\text{cm}$; $D_{irs} = 4,3\text{cm}$; $D_{ngs} = 8,1\text{cm}$), có hẹn giờ.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 800vg/bối; $\Phi 0,18$; 0,12kg dây.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 500vg/bối; $\Phi 0,15$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 200vg/bối; $\Phi 0,15$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 180vg/bối; $\Phi 0,15$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Tổng khối lượng dây quấn cho cuộn khởi động và hai cuộn số 0,13kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tụ điện của Việt Nam hiệu BELLA (trước năm 1975)
 - Cánh 350mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V, tụ $3\mu\text{F}$.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 280vg/bối; $\Phi 0,30$ được lồng vào trước.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 325vg/bối; $\Phi 0,23$ được lồng vào sau.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,24$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,24$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Tổng khối lượng dây quấn 0,25kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tụ điện của Việt Nam hiệu BELLA (trước năm 1975)
 - Cánh 350mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V, tụ $2\mu\text{F}$.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 360vg/bối; $\Phi 0,23$ lồng vào trước
- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 330vg/bối; $\Phi 0,17$ lồng vào sau.
- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 120vg/bối; $\Phi 0,17$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 120vg/bối; $\Phi 0,17$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
- Tổng khối lượng dây quấn 0,25kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tụ điện của Việt Nam hiệu HIỆP LỰC ELECTRIC PAN
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $1,5\mu F$ hoặc $2\mu F$, phím bấm vuông.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 850vg/bối; $\Phi 0,20$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 470vg/bối; $\Phi 0,16$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 180vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tụ điện của TP. Hồ Chí Minh hiệu CƠ PHÁT
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $2\mu F$, lõi vuông, stato dày 3cm.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 546vg/bối; $\Phi 0,20$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 646vg/bối; $\Phi 0,18$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 110vg/bối; $\Phi 0,18$.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 110vg/bối; $\Phi 0,18$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
 - Quạt quay bị nóng bầu, muốn giảm nóng thì dùng tụ $1\mu F$ hoặc điều chỉnh lại số liệu cho các cuộn dây.
- Quạt bàn tụ điện của TP. Hồ Chí Minh hiệu CƠ PHÁT
 - Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $2,5\mu F$, stato dày 2,5cm.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 617vg/bối; $\Phi 0,20$.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 640vg/bối; $\Phi 0,18$.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 120vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 120vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.
- Quạt bàn tụ điện của Sài Gòn hiệu BÌNH DÔNG
 - Cánh 300mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, stato ($L_s = 2,9cm$; $D_{tr} = 3,9cm$; $D_{ng} = 7,6cm$).

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn lồng chung với dây số; tổng số 680vg/bối; $\Phi 0,23$.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 560vg/bối; $\Phi 0,23$.

Quấn đúng số liệu gốc bị nóng bầu, nên điều chỉnh lại như sau:

- Cuộn làm việc: 4x660vg; $\Phi 0,22$.

- Cuộn khởi động: 4x690vg; $\Phi 0,17$.

- Cuộn số thứ nhất: 4x150vg; $\Phi 0,17$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cuộn số thứ hai: 4x150vg; $\Phi 0,17$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.

- *Quạt bàn tụ điện của miền Nam*

- 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $2\mu F$, lõi vuông $7,5 \times 7,5 \text{ cm}$, có hện giờ, stato ($L_s = 2,5 \text{ cm}$; $D_{rs} = 4,4 \text{ cm}$).

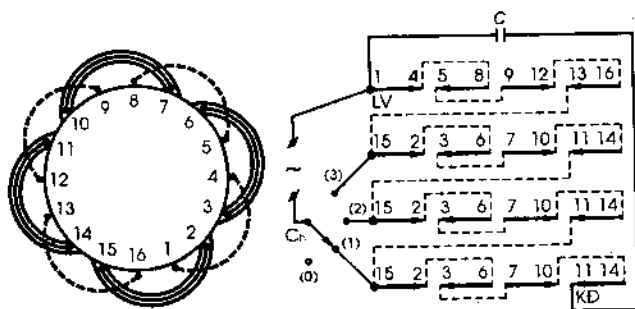
- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 900vg/bối; $\Phi 0,16$.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 463vg/bối; $\Phi 0,16$.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,16$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 300vg/bối; $\Phi 0,16$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.



Hình 8-26. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện, 4 cực, 16 rãnh, dây số lồng chung rãnh với dây khởi động.

- *Quạt bàn tụ điện của Việt Nam hiệu HOA SEN*

- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, đèn ngủ, hện giờ.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 700vg/bối; $\Phi 0,25$ lồng vào trước.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 480vg/bối; $\Phi 0,21$ lồng vào sau.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 200vg/bối; $\Phi 0,23$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,23$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.

- *Quạt cây tụ điện của Hải Phòng hiệu PHONG LAN*

- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $2\mu F$.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 720vg/bối; $\Phi 0,23$ lồng vào trước.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 500vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng vào sau.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 200vg/bối; $\Phi 0,21$ lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; Φ 0,21 lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-26.

• *Quạt bàn tự điện của Việt Nam hiệu VINAWIND (đời đầu)*

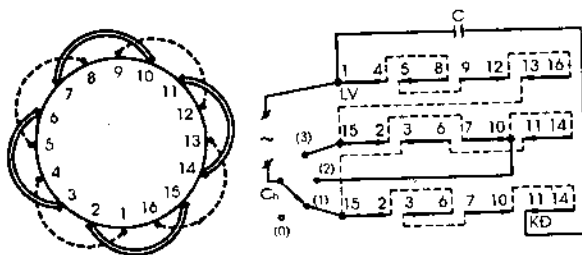
- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 750vg/bối; Φ 0,23 được lồng vào trước.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 400vg/bối; Φ 0,17 được lồng vào sau.

- Cuộn số gồm 4 bối; 350vg/bối; Φ 0,17 lồng chung rãnh với cuộn khởi động, sử dụng hai bối dây đối xứng nhau cho một số.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-27.



Hình 8-27. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tự điện, 4 cực, 16 rãnh, sử dụng từng cặp dây số đối xứng.

• *Quạt bàn tự điện của Trung Quốc hiệu DIAMOND*

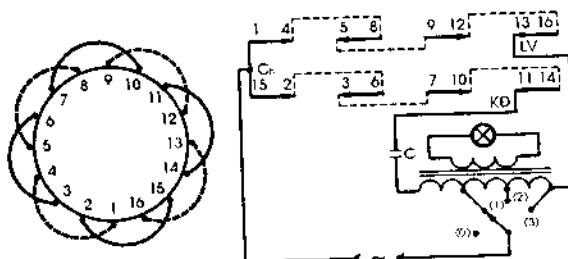
- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 750vg/bối; Φ 0,25.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 750vg/bối; Φ 0,15.

- Cuộn số quấn ngoài trên lõi biến áp.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-28.



Hình 8-28. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tự điện, 4 cực, 16 rãnh, cuộn số quấn ngoài với cách đấu đặc biệt.

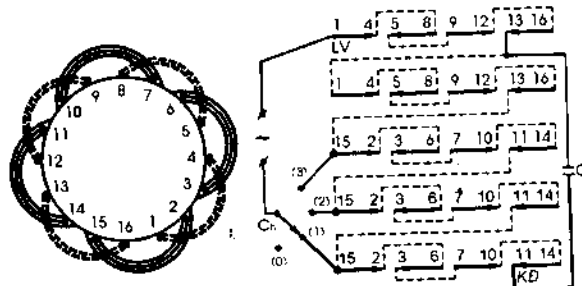
• *Quạt bàn tự điện của Nhật Bản hiệu HIFACHI (trước năm 1975)*

- Cánh 400mm, 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V, tụ $5\mu F$, stato ($L_s = 2,6cm$; $D_{irs} = 4,3cm$; $D_{ngs} = 7,9cm$).

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; 175vg dây đôi/bối; Φ 0,29 (chập hai sợi dây Φ 0,29 quấn cùng một lượt để lấy điểm giữa).

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; 268vg/bối; Φ 0,23.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 67vg/bối; Φ 0,23 lồng chung rãnh với cuộn khởi động.



Hình 8-29. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tự điện, 4 cực, 16 rãnh, cuộn làm việc được quấn có điểm giữa.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 134vg/bối; Φ 0,23 lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Tự điện đấu từ mỗi dây khởi động về điểm giữa của cuộn làm việc.

- Tổng khối lượng dây quấn 0,25kg.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-29.

2. Quạt bàn tụ điện kiểu 12 rãnh. 8 bối

• Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu SANYO (trước năm 1975)

- Cánh 400mm, 4 cực, 12 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V.

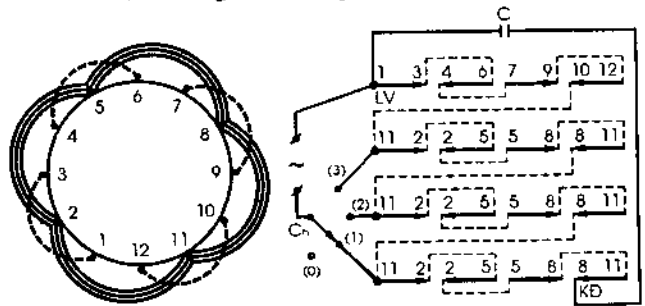
- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 3 rãnh; cuộn dây lớp đơn; 280vg/bối; Φ 0,33 được lồng vào trước.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 4 rãnh; cuộn dây lớp kép; 420vg/bối; Φ 0,24 được lồng vào sau,

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 100vg/bối; Φ 0,26 lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 80vg/bối; Φ 0,26 lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-30.



Hình 8-30. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện, 4 cực, 12 rãnh, dây khởi động lồng chung rãnh với dây số theo kiểu lớp kép.

• Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu SANYO (trước năm 1975)

- Cánh 400mm, 4 cực, 12 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V, tụ $4\mu F$.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 3 rãnh; cuộn dây lớp đơn; 350vg/bối; Φ 0,35 được lồng vào trước.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 4 rãnh; cuộn dây lớp kép; lồng chung rãnh với dây số; tổng số 470vg/bối; Φ 0,22 được lồng vào sau.

- Tổng khối lượng dây quấn 0,3kg.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-30.

• Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu SANYO (trước năm 1975)

- Cánh 400mm, 4 cực, 12 rãnh, 8 tổ bối đơn, nguyên thủy dùng điện 110V, quấn đổi sang điện 220V, tụ $2\mu F$.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 3 rãnh; cuộn dây lớp đơn; 750vg/bối; Φ 0,18 được lồng vào trước.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 4 rãnh; cuộn dây lớp kép; 850vg/bối; Φ 0,16 được lồng vào sau,

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 150vg/bối; Φ 0,16 được lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

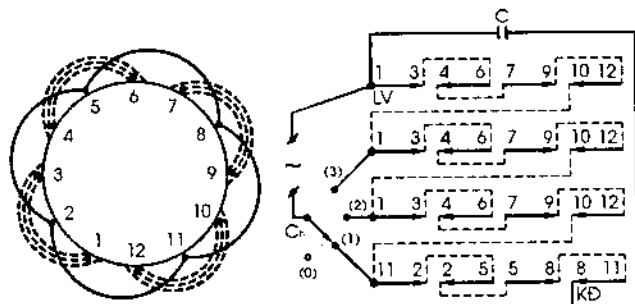
- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; Φ 0,16 được lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-30.
- *Quạt cây tụ điện của Nhật Bản hiệu SANYO (đời mới)*
 - Cánh 300mm, 4 cực, 12 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 3 rãnh; cuộn dây lớp đơn; 560vg/bối; Φ 0,25/0,27 được lồng vào trước.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 4 rãnh; cuộn dây lớp kép; 670vg/bối; Φ 0,20/0,22 được lồng vào sau.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 100vg/bối; Φ 0,22 được lồng chung rãnh với cuộn làm việc.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 100vg/bối; Φ 0,22 được lồng chung rãnh với cuộn làm việc.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-31.



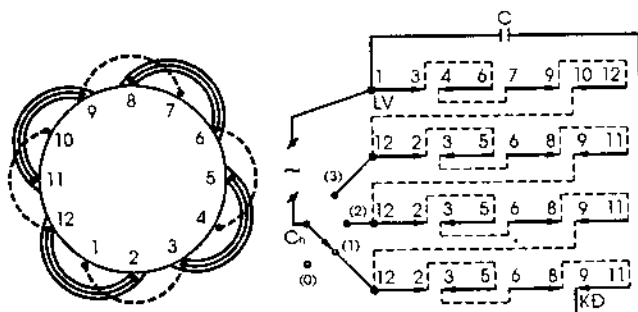
Hình 8-31. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện 4 cực, 12 rãnh, dây số lồng chung rãnh với dây làm việc.

- *Quạt bàn tụ điện của Việt Nam hiệu HOA SEN*
 - Cánh 400mm, 4 cực, 12 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, đèn ngủ, không hẹn giờ.
 - Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 3 rãnh; cuộn dây lớp đơn; 631vg/bối; Φ 0,25 được lồng vào trước.
 - Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 4 rãnh; cuộn dây lớp kép; 586vg/bối; Φ 0,20 được lồng vào sau.
 - Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 150vg/bối; Φ 0,22 được lồng chung rãnh với cuộn làm việc.
 - Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 170vg/bối; Φ 0,22 được lồng chung rãnh với cuộn làm việc.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-31.

- *Quạt bàn tụ điện 36W của Nhật Bản hiệu SANYO (đèn ngủ, có hẹn giờ)*
 - Cánh 300mm, 4 cực, 12 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 3 rãnh; cuộn dây nửa lớp kép; 900vg/bối; Φ 0,15/0,17 được lồng vào trước.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 3 rãnh; cuộn dây



Hình 8-32. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện, 4 cực, 12 rãnh, cuộn dây nửa lớp kép.

nửa lớp kép; 600vg/bối; $\Phi 0,14/0,16$ được lồng vào sau.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,14/0,16$ được lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 150vg/bối; $\Phi 0,14/0,16$ được lồng chung rãnh với cuộn khởi động.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-32.

3. Quạt bàn tụ điện kiểu 8 rãnh, 8 bối

- *Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu HITACHI (trước năm 1975)*

- Cánh 400mm, 4 cực, 8 rãnh, 8 tổ bối đơn, tụ $2\mu F$, nguyên thủy dùng điện 110V, quán chuyển đổi sang điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 504vg/bối; $\Phi 0,24$.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 600vg/bối; $\Phi 0,18$.

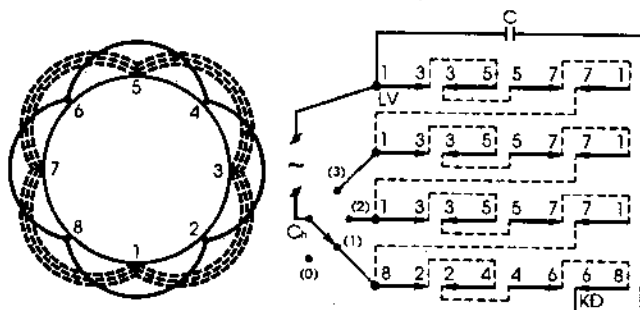
- Cuộn số thứ nhất gồm

4 bối; 168vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng chung rãnh với cuộn làm việc.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 168vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng chung rãnh với cuộn làm việc.

- Tổng khối lượng dây 0,35kg.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-33.



Hình 8-33. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện, 4 cực, 8 rãnh, dây số lồng chung rãnh với dây làm việc.

- *Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu HITACHI DELUXE (trước năm 1975)*

- Cánh 400mm, 4 cực, 8 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 305vg/bối; $\Phi 0,30$.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 570vg/bối; $\Phi 0,18$.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 100vg/bối; $\Phi 0,20$.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 100vg/bối; $\Phi 0,20$.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-34.

- *Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu HITACHI (trước năm 1975).*

- Cánh 400mm, 4 cực, 8 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 220vg/bối; $\Phi 0,28$.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 330vg/bối; $\Phi 0,25$.

- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 120vg/bối; $\Phi 0,27$.

- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 135vg/bối; $\Phi 0,26$.

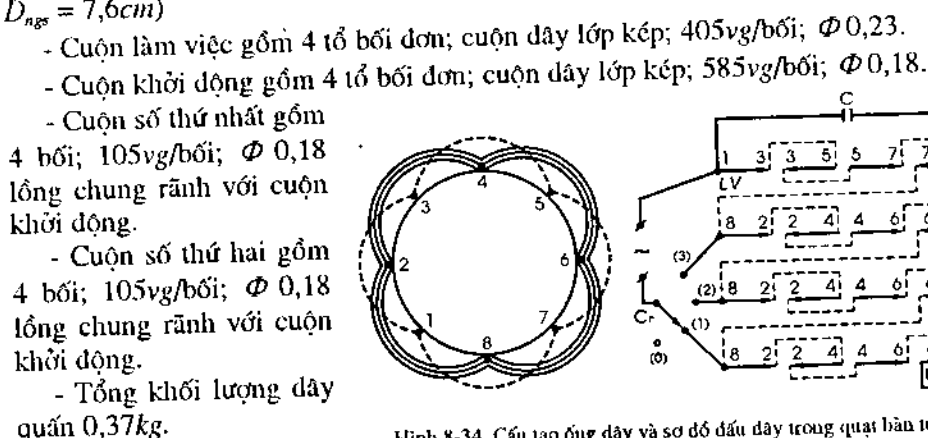
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-34.

- *Quạt bàn tụ điện của Nhật Bản hiệu SANYO (trước năm 1975)*

- Cánh 400mm, 4 cực, 8 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 575vg/bối; $\Phi 0,24$.

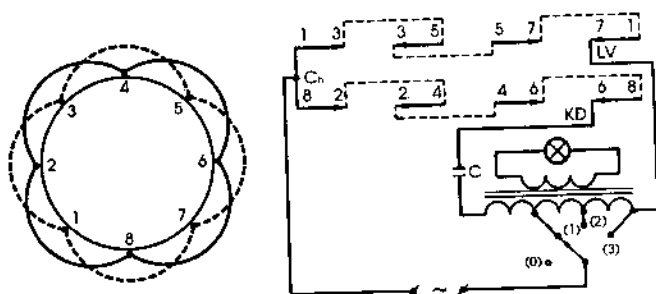
- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 860vg/bối; $\Phi 0,18$.
- Cuộn số thứ nhất gồm 4 bối; 200vg/bối; $\Phi 0,20$.
- Cuộn số thứ hai gồm 4 bối; 200vg/bối; $\Phi 0,20$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-34.
- Quạt bàn tụ điện của Việt Nam hiệu NATICO (trước năm 1975)
 - 4 cực, 8 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V, stato ($L_s = 4,6\text{cm}$; $D_{irs} = 4,3\text{cm}$; $D_{ngs} = 7,6\text{cm}$)



Hình 8-34. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện, 4 cực, 8 rãnh, dây số lồng chung rãnh với dây khởi động.

- Quạt bàn tụ điện của Trung Quốc hiệu DIAMOND và WAHSON (Hoa Sinh từ một gấu đến bốn gấu)

- Cánh 400mm, 4 cực, 8 rãnh, 8 tổ bối đơn, điện 220V.
- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 540vg/bối; $\Phi 0,23$.
- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 890vg/bối; $\Phi 0,15$.
- Cuộn số quấn ngoài lõi biến áp.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-35.



Hình 8-35. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện, 4 cực, 8 rãnh, cuộn số quấn ngoài lõi biến áp với cách đấu đặc biệt.

4. Quạt bàn tụ điện kiểu 24 rãnh, 12 bối

- Quạt bàn tụ điện của Mỹ hiệu HUNTER DIVISION (trước năm 1975)
 - Cánh 600mm, 6 cực, 24 rãnh, 12 tổ bối đơn, điện 110V, cuộn số quấn ngoài.
 - Cuộn làm việc gồm 6 tổ bối đơn; 225vg/bối; $\Phi 0,70$.
 - Cuộn khởi động gồm 6 tổ bối đơn; 482vg/bối; $\Phi 0,35$.
 - Cuộn số quấn trên lõi biến áp gồm hai nửa nối tiếp; mỗi nửa 165vg; $\Phi 0,70$.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-36.

- *Quạt bàn tụ điện của Mỹ loại "chân voi, 4 cánh" (trước năm 1975)*

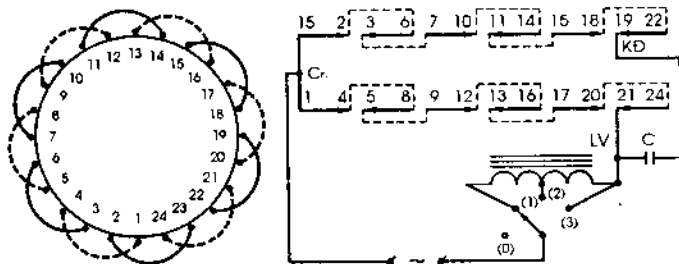
- Cánh 400mm, 6 cực, 24 rãnh, 12 tổ bối đơn, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 6 tổ bối đơn; 225vg/bối; Φ 0,38; 0,27kg dây.

- Cuộn khởi động gồm 6 tổ bối đơn; 516vg/bối; Φ 0,24; 0,27kg dây.

- Cuộn số quán ngoài trên lõi biến áp.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-36.



Hình 8-36. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện, 6 cực, 24 rãnh, 12 tổ bối đơn, cuộn số quán ngoài.

- *Quạt bàn tụ điện của Mỹ loại chân uốn bằng sắt dẹt (trước năm 1975)*

- 6 cực, 24 rãnh, 12 tổ bối đơn, điện 110V, stato dày 2cm.

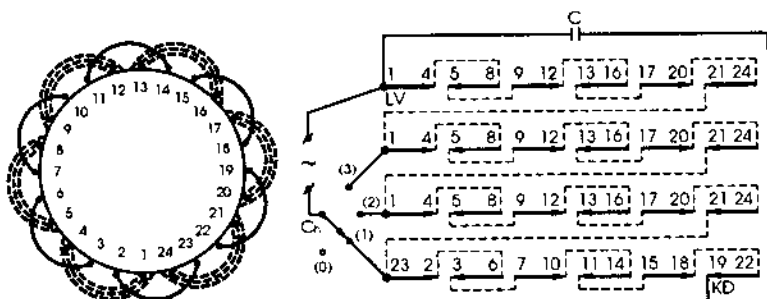
- Cuộn làm việc gồm 6 tổ bối đơn; 260vg/bối; Φ 0,37.

- Cuộn khởi động gồm 6 tổ bối đơn; 440vg/bối; Φ 0,25.

- Cuộn số thứ nhất gồm 6 bối; 35vg/bối; Φ 0,25 lồng chung rãnh với cuộn làm việc.

- Cuộn số thứ hai gồm 6 bối; 35vg/bối; Φ 0,25 lồng chung rãnh với cuộn làm việc.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-37.



Hình 8-37. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện, 6 cực, 24 rãnh, dây số lồng chung rãnh với dây làm việc.

5. Quạt bàn tụ điện kiểu 36 rãnh, 12 tổ bối

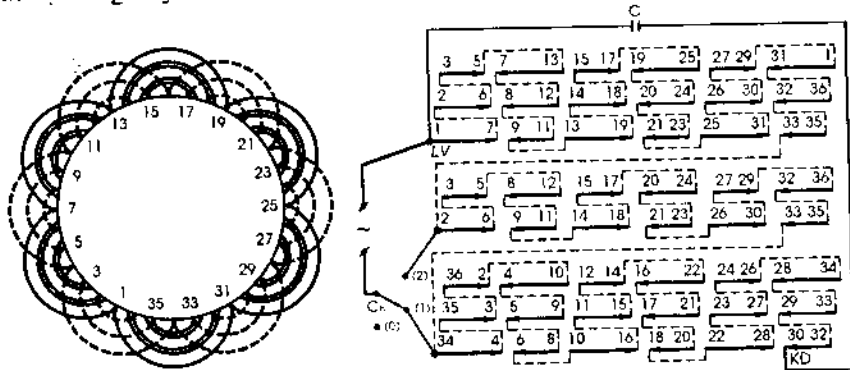
- *Quạt cây tụ điện của Mỹ hiệu CHELSEA (trước năm 1975)*

- Cánh 600mm, 6 cực, 36 rãnh, 12 tổ bối ba, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 6 tổ bối ba kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 3-5-7; bối nhỏ quán 20vg/bối; bối trung bình quán 28vg/bối; bối lớn quán 32vg/bối; Φ 0,65.

- Cuộn khởi động gồm 6 tổ bối ba kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 3-5-7; bối nhỏ quán 38vg/bối; bối trung bình quán 50vg/bối; bối lớn quán 102vg/bối; Φ 0,35.

- Cuộn số gồm 4 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 3-5 lồng chung rãnh với cuộn làm việc; bối nhỏ quấn 50vg/bối; bối lớn cũng quấn 50vg/bối; $\Phi 0,45$.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-38.



Hình 8-38. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt bàn tụ điện, 6 cực, 36 rãnh, 12 tổ bối ba kiểu mẹ con.

8-5-4. Số liệu các loại quạt trần tụ điện

1. Quạt trần tụ điện kiểu 48 rãnh, 24 bối

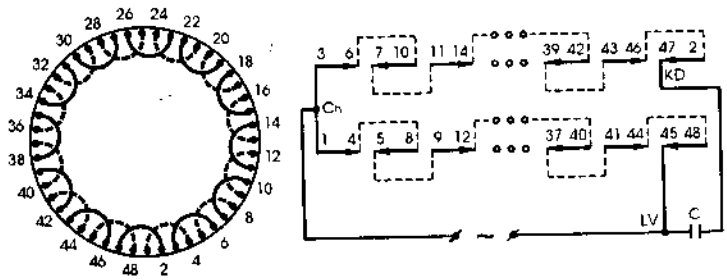
- Quạt trần tụ điện của miền Nam trước năm 1975 (quạt Sài Gòn)
 - Cánh Tàu chuối 1400mm, 12 cực, 48 rãnh, 24 tổ bối đơn, điện 110V.
 - Cuộn làm việc gồm 12 tổ bối đơn; 135vg/bối; $\Phi 0,4$.
 - Cuộn khởi động gồm 12 tổ bối đơn; 240vg/bối; $\Phi 0,29$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-39.

- Quạt trần tụ điện của Nhà máy Điện cơ TP. Hồ Chí Minh
 - Cánh vuông 1200mm, 12 cực, 48 rãnh, 24 tổ bối đơn, điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 12 tổ bối đơn; 270vg/bối; $\Phi 0,31$ được lồng vào sau; 0,35kg dây.

- Cuộn khởi động gồm 12 tổ bối đơn; 400vg/bối; $\Phi 0,25$ được lồng vào trước; 0,22kg dây.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-39.



Hình 8-39. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần tụ điện, 12 cực, 48 rãnh, 24 tổ bối đơn.

- Quạt trần tụ điện sản xuất từ phía Nam (quạt miền Nam)

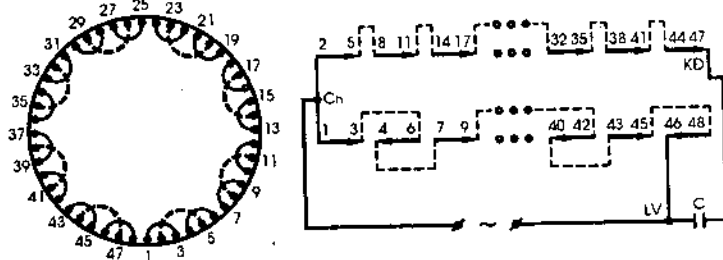
- Cánh vuông 1200mm, 12 cực, 48 rãnh, 24 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $3\mu F$.

- Cuộn làm việc gồm 12 tổ bối đơn; 280vg/bối; $\Phi 0,31$ được lồng vào sau.
- Cuộn khởi động gồm 12 tổ bối đơn; 320vg/bối; $\Phi 0,25$ được lồng vào trước.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-39.
- **Quạt trần tự điện của Đài Loan (trước năm 1975)**
 - Cánh vuông 1200mm, 12 cực, 48 rãnh, 24 tổ bối đơn, điện 220V.
 - Cuộn làm việc gồm 12 tổ bối đơn; 270vg/bối.
 - Cuộn khởi động gồm 12 tổ bối đơn; 295vg/bối; $\Phi 0,20$.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-39.
- **Quạt trần tự điện của miền Nam trước năm 1975 (quạt Sài Gòn)**
 - Cánh tàu chuối 1400mm, 16 cực, 48 rãnh, 24 tổ bối đơn, điện 110V.
 - Cuộn làm việc gồm 16 tổ bối đơn đầu nối tiếp cùng phía (đầu vát); 132vg/bối;

$\Phi 0,37$ được lồng vào sau.

- Cuộn khởi động gồm 8 tổ bối đơn đầu nối tiếp khác phía (đầu duỗi); 400vg/bối; $\Phi 0,31$ được lồng vào trước.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-40.



Hình 8-40. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần tự điện, 16 cực, 48 rãnh, 24 tổ bối đơn.

- **Quạt trần tự điện của Đài Loan (trước năm 1975)**
 - Cánh 1400mm, 18 cực, 54 rãnh, 27 tổ bối đơn, điện 110V.
 - Cuộn làm việc gồm 18 tổ bối đơn đầu nối tiếp cùng phía; 180vg/bối; $\Phi 0,41$ được lồng vào trước.
 - Cuộn khởi động gồm 9 tổ bối đơn đầu nối tiếp khác phía; 265vg/bối; $\Phi 0,31$ được lồng vào sau.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-40 nhưng nhiều hơn 6 rãnh và 3 tổ bối dây cho cả hai cuộn.

2. Quạt trần tự điện kiểu 36 rãnh, 36 bối

- **Quạt trần tự điện của Việt Nam hiệu HỒ TÂY**
 - Cánh 1400mm, 18 cực, 36 rãnh, 36 tổ bối đơn, điện 220V.
 - Cuộn làm việc gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 272vg/bối; $\Phi 0,25/0,28$.
 - Cuộn khởi động gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 335vg/bối; $\Phi 0,25/0,28$.
 - Lồng dây xen kẽ cùng một lượt theo kiểu góc lồng tôm kép.
 - Tổng khối lượng dây quấn 0,67kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-41.
- **Quạt trần tự điện của Việt Nam hiệu GIÓ VIỆT**
 - Cánh 1400mm, 18 cực, 36 rãnh, 36 tổ bối đơn, điện 115V.

- Cuộn làm việc gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 250vg/bối; $\Phi 0,41$.
- Cuộn khởi động gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 300vg/bối; $\Phi 0,31$.
- Lồng dây xen kẽ cùng một lượt theo kiểu gióc lòng tôm kép.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-41.

• Quạt trần tụ điện của Việt Nam hiệu BA ĐÌNH

- Cánh 1400mm, 18 cực, 36 rãnh, 36 tổ bối đơn, điện 220V, tụ 2,2 μ F.
- Cuộn làm việc gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 280vg/bối; $\Phi 0,25$.
- Cuộn khởi động gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 325vg/bối; $\Phi 0,23$.
- Lồng dây xen kẽ cùng một lượt theo kiểu gióc lòng tôm kép.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-41.

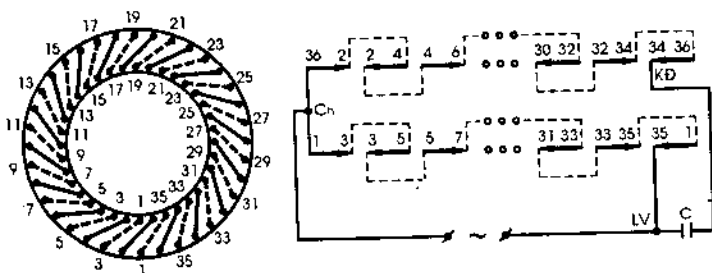
• Quạt trần tụ điện của Việt Nam hiệu BA ĐÌNH

- Cánh 1400mm, 18 cực, 36 rãnh, 36 tổ bối đơn, điện 220V, tụ 2,2 μ F.
- Cuộn làm việc gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 282vg/bối; $\Phi 0,25$.
- Cuộn khởi

động gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 320vg/bối; $\Phi 0,25$.

- Lồng dây xen kẽ cùng một lượt theo kiểu gióc lòng tôm kép.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-41.



Hình 8-41. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần tụ điện, 18 cực, 36 rãnh, 36 tổ bối đơn, cuộn dây lớp kép.

• Quạt trần tụ điện của Trung Quốc hiệu WAHSON (Hoa Sinh đầu ông sư)

- Cánh 1400mm, 18 cực, 36 rãnh, 36 tổ bối đơn, điện 220V, tụ 1,2 μ F.
- Cuộn làm việc gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 271vg/bối; $\Phi 0,27$.
- Cuộn khởi động gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 324vg/bối; $\Phi 0,25$.
- Lồng dây xen kẽ cùng một lượt theo kiểu gióc lòng tôm kép.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-41.

• Quạt trần tụ điện của Trung Quốc

- Cánh 1400mm, 18 cực, 36 rãnh, 36 tổ bối đơn, điện 220V.
- Cuộn làm việc gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 280vg/bối; $\Phi 0,28$.
- Cuộn khởi động gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 330vg/bối; $\Phi 0,23$.
- Lồng dây xen kẽ cùng một lượt theo kiểu gióc lòng tôm kép.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-41.

• Quạt trần tụ điện Quốc phòng

- Cánh 1400mm, 18 cực, 36 rãnh, 36 tổ bối đơn, điện 220V.
 - Cuộn làm việc gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 300vg/bối; $\Phi 0,28$;
- 0,65kg dây.

- Cuộn khởi động gồm 18 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 350vg/bối; Φ 0,25; 0,50kg dây.

- Lồng dây xen kẽ cùng một lượt theo kiểu gióc lồng tôm kép.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-41.

- *Quạt trần tụ điện của Mỹ hiệu SMC.*

- Cánh 1400mm, 16 cực, 32 rãnh, 32 tổ bối đơn, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 16 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 152vg/bối; Φ 0,35.

- Cuộn khởi động gồm 16 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 255vg/bối; Φ 0,20.

- Lồng dây xen kẽ cùng một lượt theo kiểu gióc lồng tôm kép.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-41 nhưng ít hơn 4 rãnh và 4 tổ bối dây cho cả hai cuộn.

- *Quạt trần tụ điện của Mỹ (trước năm 1975)*

- Cánh 1200mm, 12 cực, 24 rãnh, 24 tổ bối đơn, điện 110V, ống dây nằm bên ngoài như quạt bàn.

- Cuộn làm việc gồm 12 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 116vg/bối; Φ 0,40.

- Cuộn khởi động gồm 12 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 225vg/bối; Φ 0,30.

- Lồng dây xen kẽ cùng một lượt theo kiểu gióc lồng tôm kép.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-41 nhưng ít hơn 12 rãnh và 12 tổ bối dây cho cả hai cuộn.

3. Quạt trần tụ điện kiểu 30 rãnh, 20 bối

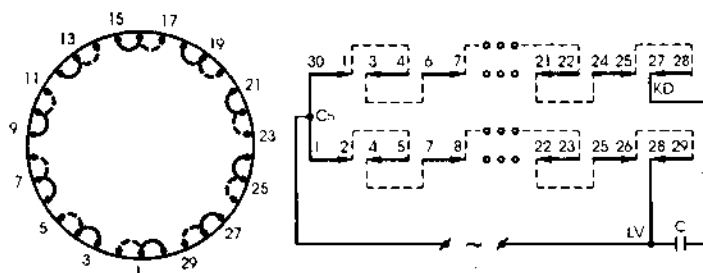
- *Quạt trần tụ điện của Mỹ hiệu SMC*

- Cánh 1400mm, 10 cực, 30 rãnh, 20 tổ bối đơn, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 10 tổ bối đơn; cuộn dây nửa lớp kép; 200vg/bối; Φ 0,40.

- Cuộn khởi động gồm 10 tổ bối đơn; cuộn dây nửa lớp kép; 430vg/bối; Φ 0,27.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-42.



Hình 8-42. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần tụ điện, 10 cực, 30 rãnh, 20 tổ bối đơn.

- *Quạt trần tụ điện của Mỹ hiệu SMC*

- Cánh 1200mm, bầu gang, 10 cực, 30 rãnh, 20 tổ bối đơn, điện 220V, tụ $4\mu F$.

- Cuộn làm việc gồm 10 tổ bối đơn; cuộn dây nửa lớp kép; 300vg/bối; Φ 0,25.

- Cuộn khởi động gồm 10 tổ bối đơn; cuộn dây nửa lớp kép; 420vg/bối; Φ 0,21.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-42.

4. Quạt trần tụ điện kiểu 32 rãnh, 16 bối

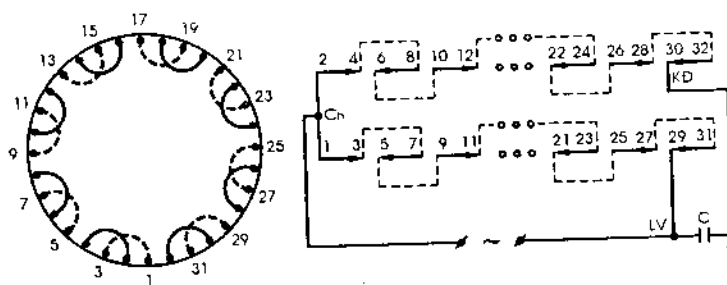
- *Quạt trần tụ điện của Mỹ hiệu SMC*

- Cánh 1400mm, 16 cực, 32 rãnh, 16 tổ bối đơn, điện 110V.

- Cuộn làm việc gồm 8 tổ bối đơn; 300vg/bối; $\Phi 0,35$.

- Cuộn khởi động gồm 8 tổ bối đơn; 500vg/bối; $\Phi 0,35$.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-43.



Hình 8-43. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần tự điện, 16 cực, 32 rãnh, 16 tổ bối đơn.

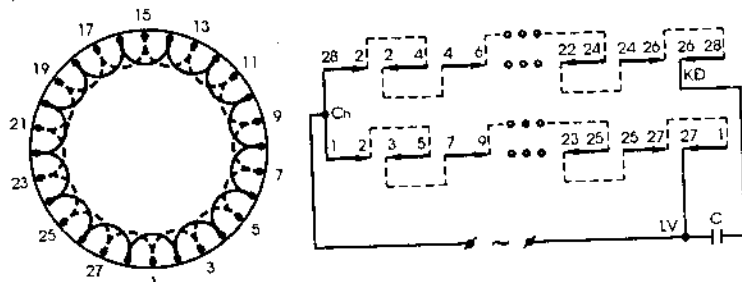
5. Quạt trần tự điện kiểu hai hàng rãnh

• Quạt trần tự điện của Thái Lan

- Cánh 1400mm, 14 cực, 28 rãnh, 28 tổ bối đơn, hai hàng rãnh (rãnh sâu, rãnh nông) điện 220V, tụ $3\mu F$.

- Cuộn làm việc gồm 14 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 270vg/bối; $\Phi 0,23$ lồng vào rãnh nông.

- Cuộn khởi động gồm 14 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 210vg/bối; $\Phi 0,18$ lồng vào rãnh sâu.



Hình 8-44. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần tự điện, 14 cực, 28 rãnh, 28 tổ bối đơn, hai hàng rãnh.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-44.

• Quạt trần tự điện của Đồng Nai

- Cánh 1400mm, 20 cực, 40 rãnh, 40 tổ bối đơn, hai hàng rãnh (rãnh sâu, rãnh nông) điện 220V, tụ $2\mu F$.

- Cuộn làm việc gồm 20 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 270vg/bối; $\Phi 0,25$ lồng vào rãnh nông.

- Cuộn khởi động gồm 20 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 310vg/bối; $\Phi 0,20$ lồng vào rãnh sâu.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-44 nhưng nhiều hơn 12 rãnh và 12 tổ bối dây cho cả hai cuộn dây.

• Quạt trần tự điện của Điện thông Thái Bình

- Cánh 1400mm, 20 cực, 40 rãnh, 40 tổ bối đơn, hai hàng rãnh (rãnh sâu, rãnh nông) điện 220V, tụ $2\mu F$.

- Cuộn làm việc gồm 20 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 274vg/bối; $\Phi 0,25$ lồng vào rãnh sâu.

- Cuộn khởi động gồm 20 tổ bối đơn; cuộn dây lớp kép; 185vg/bối; $\Phi 0,20$ lồng vào rãnh nông.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-44.

6. Quạt trần tụ điện kiểu 18 rãnh, 36 bối

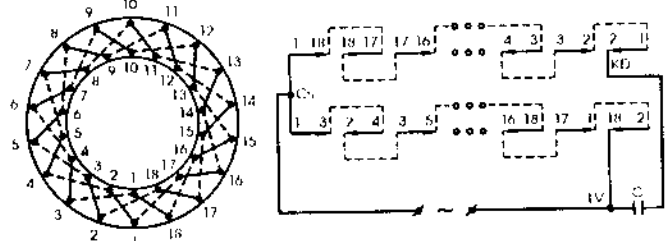
- Quạt trần tụ điện hiệu SAMSUNG

- Cánh 1400mm, 18 cực, 18 rãnh, 36 tổ bối đơn, điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 18 tổ bối đơn với khoảng cách lồng dây 3 rãnh; cuộn dây lớp kép; 280vg/bối; $\Phi 0,25$ được lồng vào trước.

- Cuộn khởi động gồm 18 tổ bối đơn với khoảng cách lồng dây 2 rãnh; cuộn dây lớp kép; 325vg/bối; $\Phi 0,23$ được lồng vào sau.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-45.



Hình 8-45. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần tụ điện, 18 cực, 18 rãnh, 36 tổ bối đơn.

7. Quạt trần tụ điện kiểu cuộn dây số lắp trong

- Quạt trần tụ điện của Mỹ loại bán dài hình quả bí

- Cánh 1200mm, 18 cực, 36 rãnh, 18 tổ bối đơn, điện 110V, cuộn số quấn trong như quạt bàn.

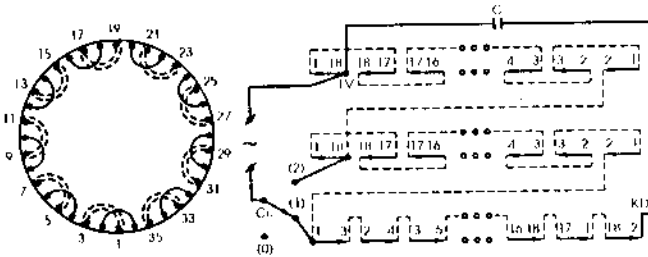
- Cuộn làm việc gồm 9 tổ bối đơn; 200vg/bối; $\Phi 0,35$.

- Cuộn khởi động gồm 9 tổ bối đơn; 430vg/bối; $\Phi 0,24$

- Cuộn số gồm 9 bối; 100vg/bối; $\Phi 0,24$ lồng chung rãnh với cuộn làm việc.

- Tổng khối lượng dây quấn 0,9kg.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-46.



Hình 8-46. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong quạt trần tụ điện có cuộn dây số lắp trong.

8-5-5. Số liệu các động cơ thông dụng

1. Động cơ một pha

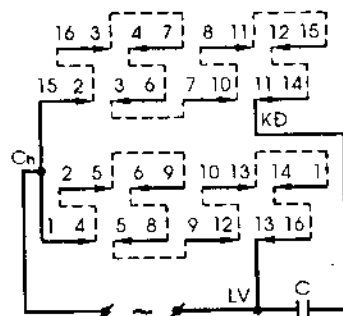
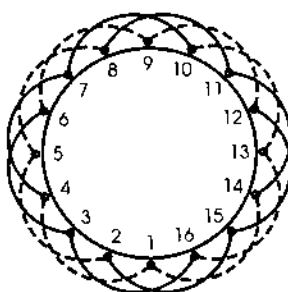
- Động cơ quay bằng cối của Nhật Bản hiệu SONY 630

- 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đôi, điện 100V, tụ $1,5/2\mu F$, stato ($l_s = 1,75cm$; $D_{rs} = 4,5cm$; $D_{ngs} = 8,3cm$).

- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đôi kiểu đồng khuôn; 260vg/bối; Φ 0,23; cuộn dây lớp kép.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đôi kiểu đồng khuôn; 440vg/bối; Φ 0,13; cuộn dây lớp kép.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-47.



Hình 8-47. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha. 4 cực, 16 rãnh, 8 tổ bối đôi.

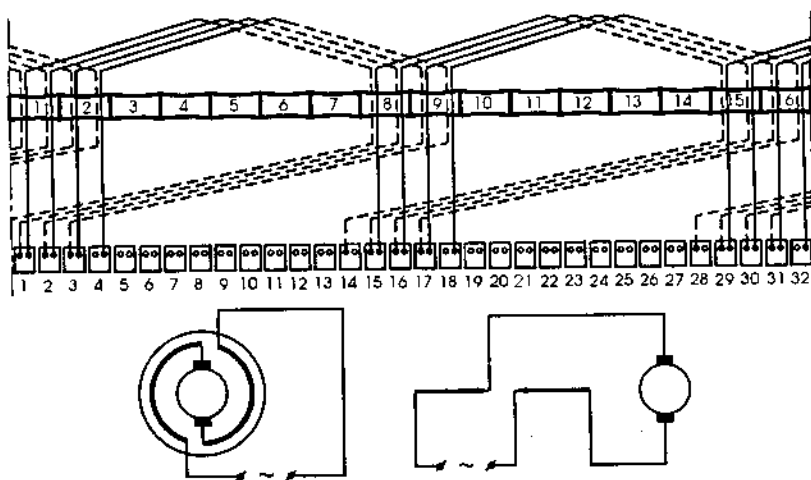
• Động cơ bơm nước của Liên Xô (cũ) hiệu KAMA 8

- 2 cực, 2 tổ bối đơn, rôto quấn dây (16 rãnh, 32 thanh dẫn).

- Dây quấn rôto gồm 16 tổ bối đơn; 25vg dây đôi/bối; Φ 0,40/0,45; khoảng cách lồng dây 8 rãnh; cuộn dây lớp kép (chập hai sợi dây Φ 0,40 quấn 25vg cho một bối).

- Dây quấn stato gồm 2 tổ bối đơn, 175vg/bối; Φ 0,56/0,62.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-48.



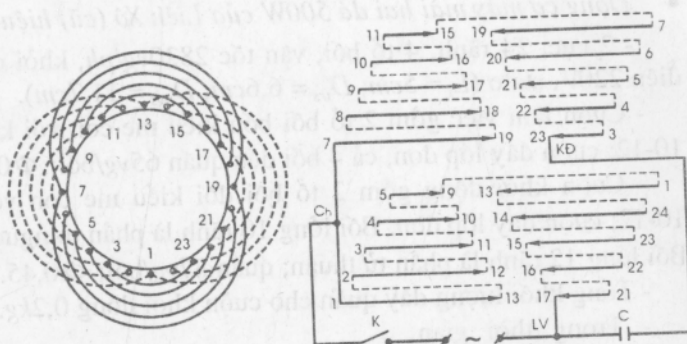
Hình 8-48. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha. 2 cực, 2 tổ bối đơn, rôto quấn dây.

• Động cơ máy cưa 370W của Liên Xô (cũ)

- 2 cực, 24 rãnh, 4 tổ bối năm, vận tốc 2826vg/ph, tụ $8\mu F$, điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 2 tổ bối năm kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 5-7-9-11-13; cuộn dây nửa lớp kép; bối lồng 5 rãnh quấn 37vg/bối; bối lồng 7 rãnh quấn 52vg/bối; bối lồng 9 rãnh quấn 62vg/bối; bối lồng 11 rãnh quấn 70vg/bối; bối lồng 13 rãnh quấn 37vg/bối; Φ 0,60 (cả cách điện).

- Cuộn khởi động gồm 2 tổ bối năm kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 5-7-9-11-13; bối lồng 5 rãnh quấn 67vg/bối; bối lồng 7 rãnh quấn 130vg/bối; bối lồng 9 rãnh quấn 117vg/bối; bối lồng 11 rãnh quấn 97vg/bối; bối lồng 13 rãnh quấn 67vg/bối; Φ 0,45 (cả cách điện).



Hình 8-49. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha tự điện, 2 cực, 24 rãnh, 4 tổ bối năm kiểu mẹ con.

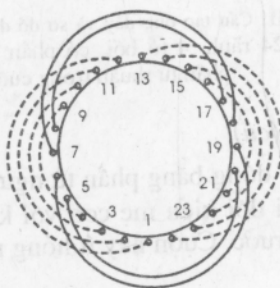
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-49.

- Động cơ máy cưa liên hoàn cỡ nhỏ 370W của Liên Xô (cũ)

- 2 cực, 24 rãnh, 4 tổ bối, tốc độ 2826vg/ph, tụ $8\mu F$, điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 2 tổ bối bốn kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8-10-12; cuộn dây lớp đơn; bối lồng 6 rãnh quấn 67vg/bối; bối lồng 8 rãnh quấn 70vg/bối; bối lồng 10 rãnh quấn 73vg/bối; bối lồng 12 rãnh quấn 77vg/bối; Φ 0,60 (cả cách điện).

- Cuộn khởi động gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12; cuộn dây lớp đơn; bối lồng 10 rãnh quấn 220vg/bối; bối lồng 12 rãnh quấn 220vg/bối; Φ 0,45 (cả cách điện).



Hình 8-50. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha tự điện, 2 cực, 24 rãnh, cuộn làm việc gồm 2 tổ bối bốn kiểu mẹ con, cuộn khởi động gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-50.

- Động cơ máy bơm nước 370W của Liên Xô (cũ) hiệu АГИДЕЛЬ

- 2 cực, 24 rãnh, 4 tổ bối, điện 220V.

- Cuộn làm việc gồm 2 tổ bối bốn kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8-10-12; cuộn dây lớp đơn; bối lồng 6 rãnh quấn 67vg/bối; bối lồng 8 rãnh quấn 70vg/bối; bối lồng 10 rãnh quấn 73vg/bối; bối lồng 12 rãnh quấn 77vg/bối; Φ 0,60 (cả cách điện).

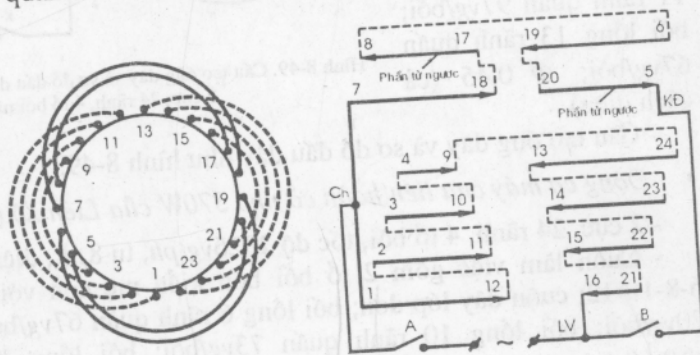
- Cuộn khởi động gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12; cuộn dây lớp đơn; bối lồng 10 rãnh quấn 220vg/bối; bối lồng 12 rãnh quấn 220vg/bối; Φ 0,45 (cả cách điện).

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-50.

- Động cơ máy mài hai đá 500W của Liên Xô (cũ) hiệu MEMPI
 - 2 cực, 24 rãnh, 4 tổ bối; vận tốc 2820vg/ph, khởi động bằng phần tử ngược, điện 220V, stato ($L_s = 5\text{cm}$; $D_{irs} = 6,6\text{cm}$; $D_{ngs} = 11,7\text{cm}$).
 - Cuộn làm việc gồm 2 tổ bối bốn kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8-10-12; cuộn dây lớp đơn; cả 4 bối đều quấn 65vg/bối; $\Phi 0,65/0,73$; 0,6kg dây.
 - Cuộn khởi động gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12; cuộn dây lớp đơn. Bối lồng 10 rãnh là phần tử ngược quấn 42vg/bối; $\Phi 0,45$. Bối lồng 12 rãnh là phần tử thuận; quấn 87vg/bối; $\Phi 0,45$.
 - Tổng khối lượng dây quấn cho cuộn khởi động 0,2kg.

- Trong thời gian khởi động, role B đóng, mỗi dây khởi động được nối trực tiếp về mỗi dây làm việc để khởi động. Khi động cơ đã quay đều, role B mở, cuộn khởi động ngừng làm việc. Role A nối tiếp với một trong hai dây tiếp điện để bảo vệ quá tải

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-51.

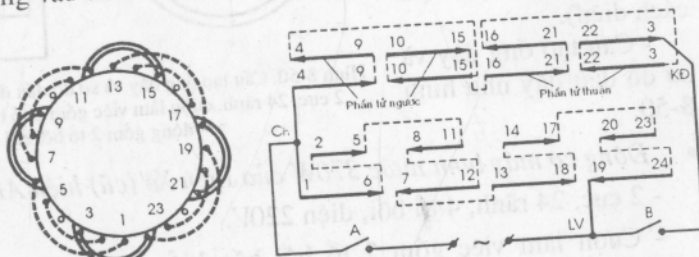


Hình 8-51. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha, 2 cực, 24 rãnh, 4 tổ bối, có phần tử ngược lồng riêng rãnh với phần tử thuận trong cuộn khởi động.

- Động cơ khí nén của Liên Xô (cũ)

- 4 cực, 24 rãnh, 8 tổ bối, khởi động bằng phần tử ngược, điện 220V.
- Cuộn làm việc gồm 4 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 4-6; cuộn dây lớp đơn được lồng vào trước. Cuộn này ít hỏng nên chưa lấy được số liệu.

- Cuộn khởi động gồm 4 tổ bối đơn; khoảng cách lồng dây 6 rãnh; cuộn dây lớp đơn. Trong mỗi bối dây có một phần tử thuận và một phần tử ngược. Phần tử thuận quấn 87vg/bối; $\Phi 0,60$. Phần tử ngược quấn 24vg/bối; $\Phi 0,60$.



Hình 8-52. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ một pha, 4 cực, 24 rãnh, 8 tổ bối, có phần tử ngược lồng chung rãnh với phần tử thuận trong cuộn khởi động.

- Tổng khối lượng dây quấn cho cuộn khởi động 0,5kg.
- Trong thời gian khởi động, role B đóng, mỗi dây khởi động được nối trực tiếp về mỗi dây làm việc để khởi động. Khi động cơ đã quay đều, role B mở, cuộn khởi động ngừng làm việc.

động ngừng làm việc. Rơle A nối tiếp với một trong hai dây tiếp điện để bảo vệ quá tải

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-52.

2. Động cơ ba pha

• Động cơ bơm nước 720W của Liên Xô (cũ) hiệu ЭЛЕКТРОНАСОС БЦ1,1-18-VI.1 (nhiều người gọi là KAMA 10 rôto lồng sóc đời cũ)

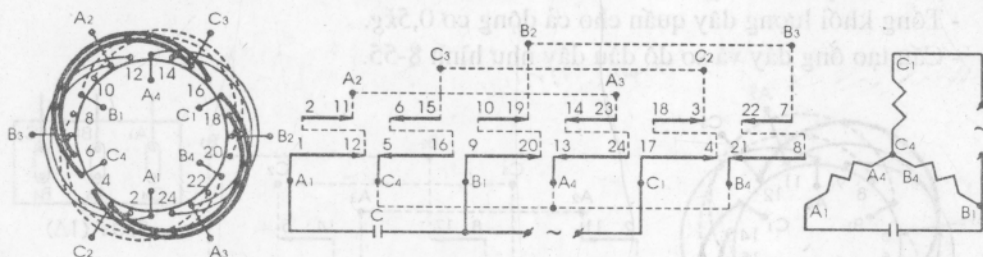
- Ngoài etyket ghi điện áp một pha 220V-50Hz nhưng thực chất là động cơ ba pha 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bố trí kiểu 1Y đấu thành động cơ một pha ngay từ bên trong, bên ngoài chỉ có hai dây tiếp điện như động cơ một pha bình thường. Phích cắm 3 chân nhưng một chân nối với vỏ máy để cắm vào dây tiếp đất nhằm bảo đảm an toàn khi động cơ bị rò điện.

- Dây quấn cho mỗi pha gồm 2 tổ bố trí đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12; bố trí lớn quấn 45vg/bố trí; bố trí nhỏ cũng quấn 45vg/bố trí; $\Phi 0,8$.

- Pha tự điện được đấu liên tục trong suốt thời gian động cơ vận hành. Có rơle đấu nối tiếp với một trong hai dây tiếp điện nhưng chỉ để bảo vệ khi kẹt tải hoặc quá áp.

- Nếu đấu dây đúng, động cơ quay thuận chiều sẽ có gió thổi ra phía ống dẫn nước. Nếu động cơ quay ngược thì phải đổi dây tiếp điện từ pha B (B_1) sang pha A (A_1). Khi mới tiếp xúc lần đầu nên đưa ra ngoài 6 đầu dây như động cơ ba pha bình thường cho dễ thao tác.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-53.



Hình 8-53. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ bơm nước, dây quấn ba pha kiểu 1Y đấu thành một pha ngay từ bên trong.

• Động cơ bơm nước 720W của Liên Xô (cũ) hiệu ЭЛЕКТРОНАСОС БЦ1,1-18-VI.1 (nhiều người gọi là KAMA 10 rôto lồng sóc đời mới)

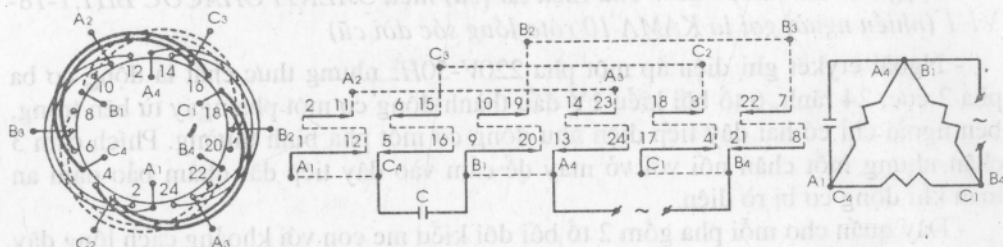
- Ngoài etyket ghi điện áp một pha 220V-50Hz nhưng thực chất là động cơ ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bố trí kiểu một tam giác đấu thành động cơ một pha ngay từ bên trong, bên ngoài chỉ có hai dây tiếp điện như động cơ một pha bình thường. Phích cắm 3 chân nhưng một chân nối với vỏ máy để cắm vào dây tiếp đất nhằm bảo đảm an toàn khi động cơ bị rò điện.

- Dây quấn cho mỗi pha gồm 2 tổ bố trí đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12; bố trí lớn quấn 75vg/bố trí; bố trí nhỏ quấn 72vg/bố trí; $\Phi 0,60$.

- Pha tự điện được đấu liên tục trong suốt thời gian động cơ vận hành. Có rơle đấu nối tiếp với một trong hai dây tiếp điện nhưng chỉ để bảo vệ khi kẹt tải hoặc quá áp.

- Nếu đấu dây đúng, động cơ quay thuận chiều sẽ có gió thổi ra phía ống dẫn nước. Nếu động cơ quay ngược thì phải đổi dây tiếp điện đầu ở mỗi dây A_4B_1 sang đầu vào mỗi dây A_1C_4 . Khi mới tiếp xúc lần đầu nên đưa ra ngoài 6 đầu dây như động cơ ba pha bình thường cho dễ thao tác.

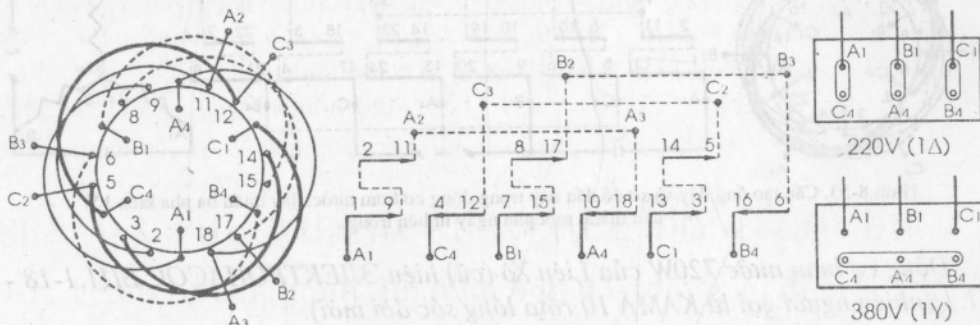
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-54



Hình 8-54. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ máy bơm nước, dây quấn ba pha kiểu 1Δ đấu thành một pha ngay từ bên trong.

• **Động cơ máy bơm nước trực đứng 120W của Trung Quốc**

- Ba pha, 2 cực, 18 rãnh, 6 tổ bối, vận tốc 2800vg/ph, điện áp 220/380V.
- Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối, một tổ bối đơn với khoảng cách lồng dây 9 rãnh; một tổ bối đôi lồng theo kiểu đồng khuôn nhưng độ rộng của hai bối dây không bằng nhau; một bối lồng 9 rãnh; một bối lồng 10 rãnh; cả 3 bối dây trong mỗi pha đều quấn 230vg/bối; $\Phi 0,28/0,32$.
- Tổng khối lượng dây quấn cho cả động cơ 0,5kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-55.



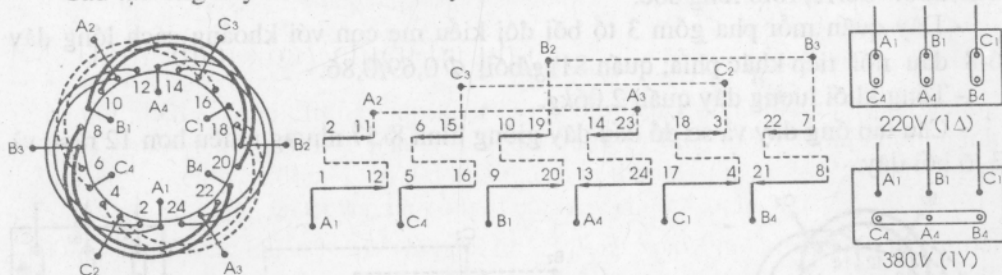
Hình 8-55. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ bơm nước ba pha của Trung Quốc với cách lồng dây đặc biệt.

• **Động cơ 0,6kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 31-2**

- Ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 2860vg/ph, điện áp 220/380 -50Hz, rôto lồng sóc.
- Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12 đầu nối tiếp cùng phía; quấn 92vg/bối; $\Phi 0,59/0,76$.
- Tổng khối lượng dây quấn 1,36kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-56.

• **Động cơ 1,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 32-2**

- Ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bố, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 2850vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
- Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bố đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12 dấu nối tiếp cùng phía; quấn 74vg/bố; $\Phi 0,67/0,84$.
- Tổng khối lượng dây quấn 1,43kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-56.



Hình 8-56. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bố đôi kiểu mẹ con.

• **Động cơ 1,7kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 41-2**

- Ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bố, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 2880vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
- Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bố đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12 dấu nối tiếp cùng phía; quấn 53vg/bố; $\Phi 1,04/1,25$.
- Tổng khối lượng dây quấn 2,95kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-56.

• **Động cơ 2,8kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 42-2**

- Ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bố, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 2880vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
- Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bố đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 10-12 dấu nối tiếp cùng phía; quấn 39vg/bố; $\Phi 1,16/1,37$.
- Tổng khối lượng dây quấn 3,05kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-56.

• **Động cơ 0,6kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 31-4**

- Ba pha, 4 cực, 24 rãnh, 6 tổ bố, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 1410vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
- Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bố đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8 dấu nối tiếp khác phía; quấn 118vg/bố; $\Phi 0,57/0,74$.
- Tổng khối lượng dây quấn 1,25kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-57.

• **Động cơ 1,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 32-4**

- Ba pha, 4 cực, 24 rãnh, 6 tổ bố, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 1410vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.

- Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8 đầu nối tiếp khác phía; quấn 80vg/bối; $\Phi 0,74/0,92$.

- Tổng khối lượng dây quấn 1,60kg.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-57.

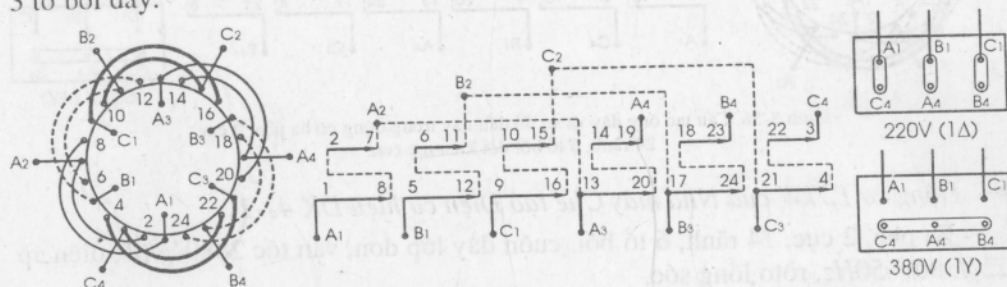
- **Động cơ 0,6kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 32-6**

- Ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 9 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 930vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.

- Dây quấn mỗi pha gồm 3 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8 đầu nối tiếp khác phía; quấn 81vg/bối; $\Phi 0,69/0,86$.

- Tổng khối lượng dây quấn 2,06kg.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây giống hình 8-57 nhưng nhiều hơn 12 rãnh và 3 tổ bối dây.



Hình 8-57. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 4 cực, 24 rãnh, 6 tổ bối đôi kiểu mẹ con.

- **Động cơ 1,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 41-6**

- Ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 9 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 930vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.

- Dây quấn mỗi pha gồm 3 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8 đầu nối tiếp khác phía; quấn 76vg/bối; $\Phi 0,77/0,95$.

- Tổng khối lượng dây quấn 2,36kg.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây giống hình 8-57 nhưng nhiều hơn 12 rãnh và 3 tổ bối dây.

- **Động cơ 1,7kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 42-6**

- Ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 9 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 930vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.

- Dây quấn mỗi pha gồm 3 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8 đầu nối tiếp khác phía; quấn 50vg/bối; $\Phi 1,1/1,21$.

- Tổng khối lượng dây quấn 2,86kg.

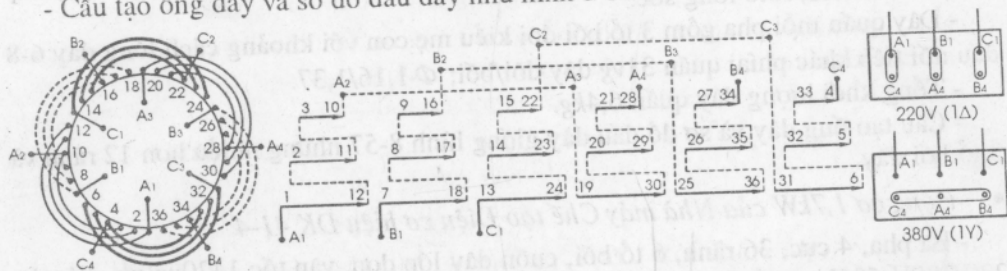
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây giống hình 8-57 nhưng nhiều hơn 12 rãnh và 3 tổ bối dây.

- **Động cơ 2,8kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 51-6**

- Ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 9 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 950vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.

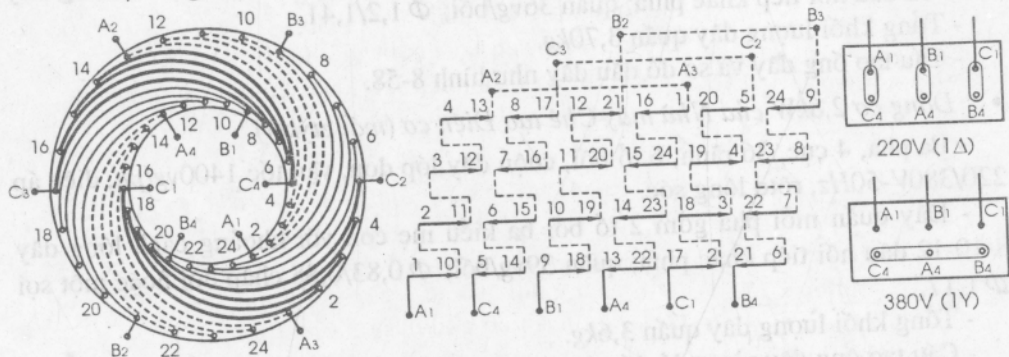
- Dây quấn mỗi pha gồm 3 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8 dấu nối tiếp khác phía; quấn 47vg/bối; Φ 1,35/1,56.
- Tổng khối lượng dây quấn 5,42kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây giống hình 8-57 nhưng nhiều hơn 12 rãnh và 3 tổ bối dây.
- *Động cơ 4,5kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 52-6*
 - Ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 9 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 950vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 3 tổ bối đôi kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 6-8 dấu nối tiếp khác phía; quấn 31vg dây đôi/bối; Φ 1,16/1,37.
 - Tổng khối lượng dây quấn 6,4kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây giống hình 8-57 nhưng nhiều hơn 12 rãnh và 3 tổ bối dây.
- *Động cơ 1,7kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 41-4*
 - Ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 1420vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối ba kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 8-10-12 dấu nối tiếp khác phía; quấn 53vg/bối; Φ 0,96/1,14.
 - Tổng khối lượng dây quấn 2,98kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-58.
- *Động cơ 2,8kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 42-4*
 - Ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 1420vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối ba kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 8-10-12 dấu nối tiếp khác phía; quấn 36vg/bối; Φ 1,2/1,41.
 - Tổng khối lượng dây quấn 3,70kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-58.
- *Động cơ 2,8kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ (mất etyket)*
 - Ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 1400vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối ba kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 8-10-12 dấu nối tiếp khác phía; quấn 39vg/bối; Φ 0,83/0,88 chập đôi hoặc một sợi Φ 1,17.
 - Tổng khối lượng dây quấn 3,6kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-58.
- *Động cơ 4,5kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 51-4*
 - Ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 1420vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối ba kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 8-10-12 dấu nối tiếp khác phía; quấn 32vg dây đôi/bối; Φ 1,12/1,33.
 - Tổng khối lượng dây quấn 6,26kg.

- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-58.
- **Động cơ 7,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 52-4**
 - Ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp đơn, vận tốc 1420vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối ba kiểu mẹ con với khoảng cách lồng dây 8-10-12 dấu nối tiếp khác phía; quấn 22vg dây đôi/bối; $\Phi 1,40/1,61$.
 - Tổng khối lượng dây quấn 7,82kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-58.



Hình 8-58. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây động cơ ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối ba kiểu mẹ con.

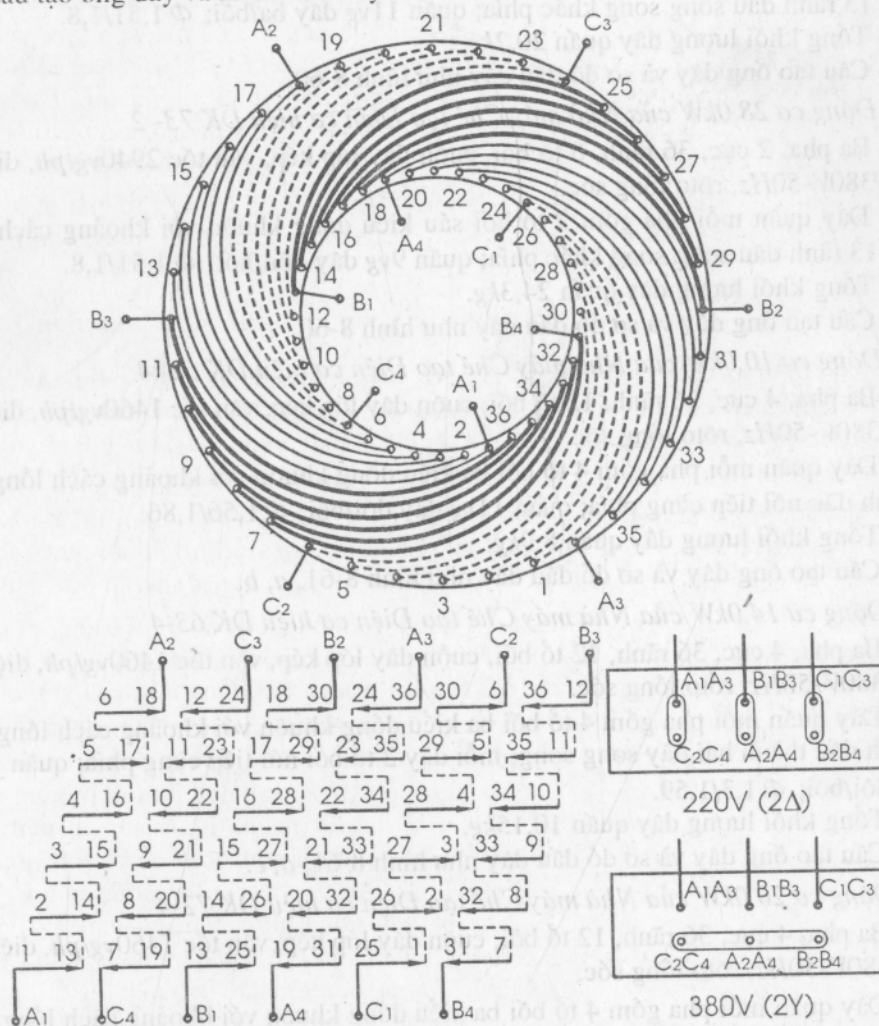
- **Động cơ 4,5kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 51-2**
 - Ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 2900vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối bốn kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 10 rãnh dấu nối tiếp cùng phía; quấn 19vg dây đôi/bối; $\Phi 1,16/1,37$.
 - Tổng khối lượng dây quấn 6,15kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-59.



Hình 8-59. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây động cơ ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bối bốn kiểu đồng khuôn, cuộn dây lớp kép.

- **Động cơ 7,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 52-2**
 - Ba pha, 2 cực, 24 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 2900vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.

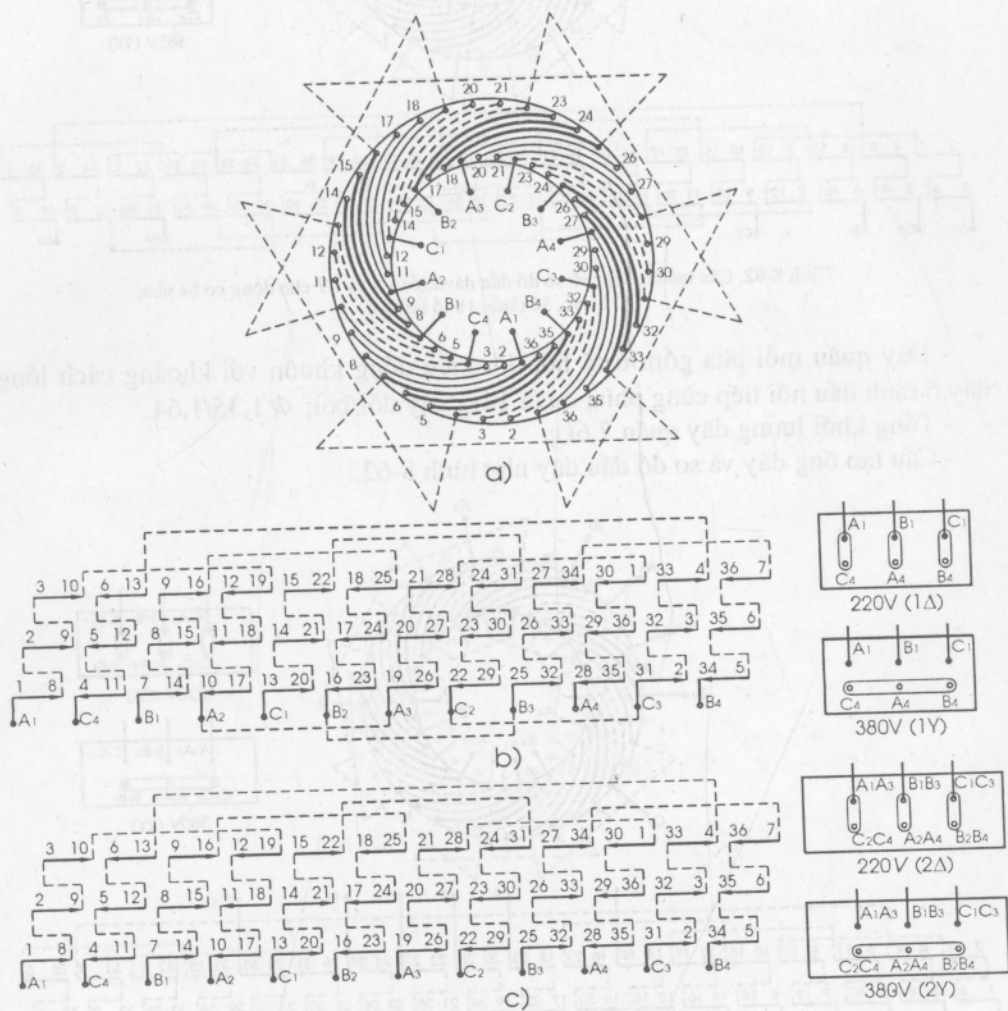
- Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối bốn kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 10 rãnh đầu nối tiếp cùng phía; quấn 13vg dây ba/bối; Φ 1,16/1,37.
- Tổng khối lượng dây quấn 7,22kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-59.
- **Động cơ 10,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 62-2**
 - Ba pha, 2 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 2930vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối sáu kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 13 rãnh đầu song song khác phía; quấn 18vg dây đôi/bối; Φ 1,3/1,59.
 - Tổng khối lượng dây quấn 14,4kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-60.



Hình 8-60. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây kiểu 2Δ và 2Y cho động cơ ba pha, 2 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối sáu kiểu đồng khuôn, cuộn dây lớp kép.

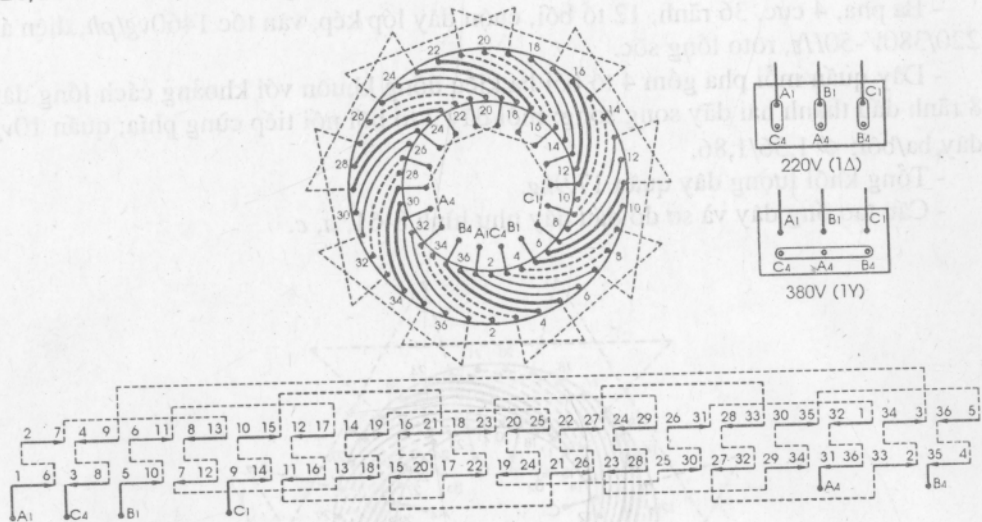
- *Động cơ 14,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 63-2*
 - Ba pha, 2 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 2930vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối sáu kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 13 rãnh dấu song song khác phía; quấn 14vg dây đôi/bối; Φ 1,45/1,74.
 - Tổng khối lượng dây quấn 14,9kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-60.
- *Động cơ 20,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 72-2*
 - Ba pha, 2 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 2940vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối sáu kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 13 rãnh dấu song song khác phía; quấn 11vg dây ba/bối; Φ 1,51/1,8.
 - Tổng khối lượng dây quấn 20,2kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-60.
- *Động cơ 28,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 73- 2*
 - Ba pha, 2 cực, 36 rãnh, 6 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 2940vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 2 tổ bối sáu kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 13 rãnh dấu song song khác phía; quấn 9vg dây bốn/bối; Φ 1,51/1,8.
 - Tổng khối lượng dây quấn 24,3kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-60.
- *Động cơ 10,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 62- 4*
 - Ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 12 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 1460vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 4 tổ bối ba kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 8 rãnh dấu nối tiếp cùng phía; quấn 11vg dây đôi/bối; Φ 1,56/1,86.
 - Tổng khối lượng dây quấn 8,9kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-61, a, b.
- *Động cơ 14,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 63-4*
 - Ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 12 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 1460vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 4 tổ bối ba kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 8 rãnh dấu thành hai dây song song; mỗi dây 2 tổ bối nối tiếp cùng phía; quấn 16vg dây đôi/bối; Φ 1,3/1,59.
 - Tổng khối lượng dây quấn 10,15kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-61, a, c.
- *Động cơ 20,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 72-4*
 - Ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 12 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 1460vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 4 tổ bối ba kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 8 rãnh dấu thành hai dây song song; mỗi dây 2 tổ bối nối tiếp cùng phía; quấn 14vg dây đôi/bối; Φ 1,56/1,86.

- Tổng khối lượng dây quấn 14,8kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-61, a, c.
- Động cơ 28,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 73-4
 - Ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 12 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 1460vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 4 tổ bối ba kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 8 rãnh đầu thành hai dây song song; mỗi dây 2 tổ bối nối tiếp cùng phía; quấn 10vg dây ba/bối; Φ 1,56/1,86.
 - Tổng khối lượng dây quấn 17,9kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-61, a, c.



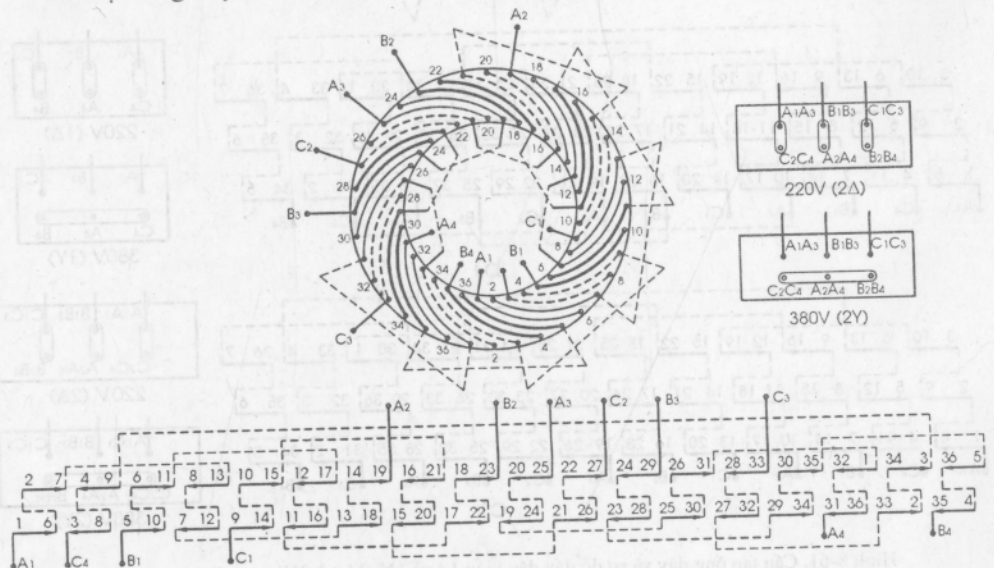
Hình 8-61. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây kiểu 1Δ và 1Y; 2Δ và 2Y trong động cơ ba pha, 4 cực, 36 rãnh, 12 tổ bối ba kiểu đồng khuôn, cuộn dây lớp kép.

- Động cơ 7,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 62-6
- Ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 18 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 980v/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.

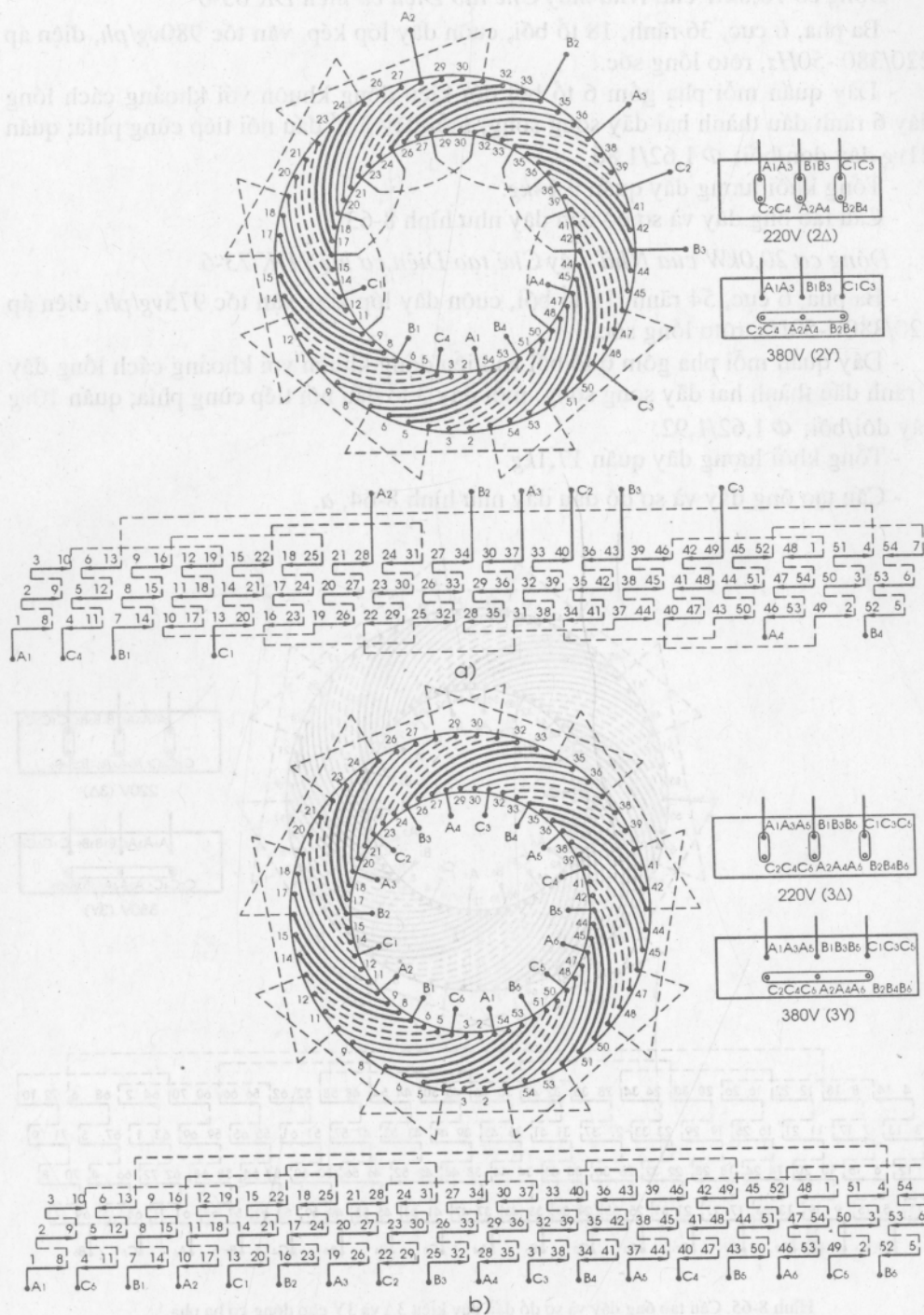


Hình 8-62. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây kiểu 1Δ và 1Y cho động cơ ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 18 tổ bối đôi.

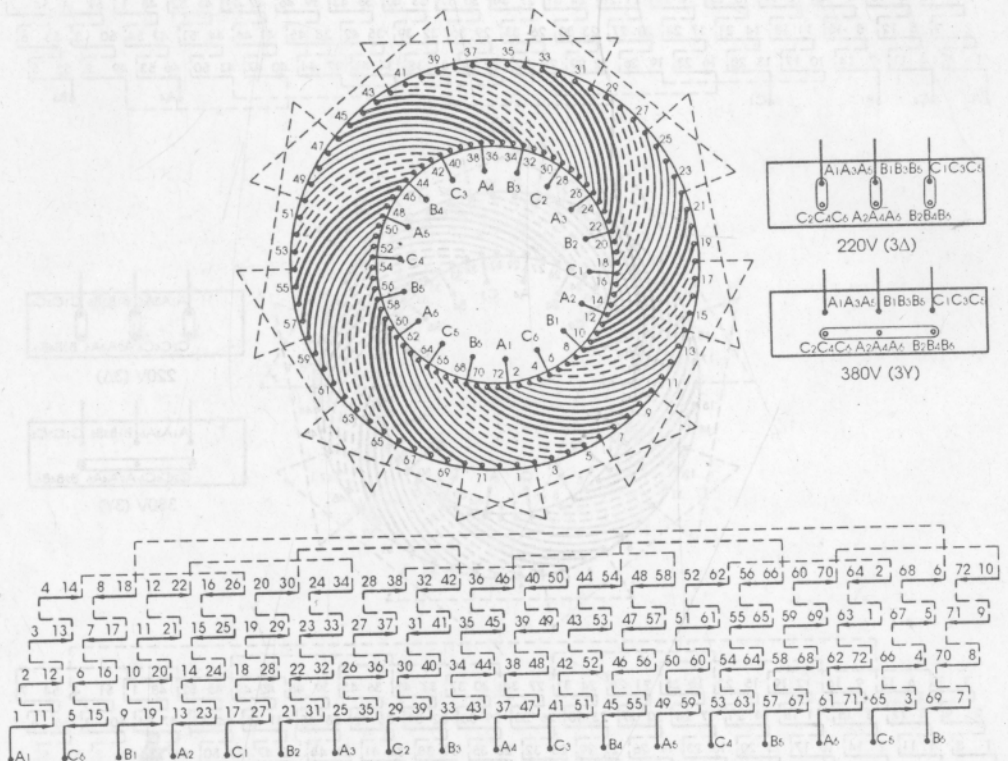
- Dây quấn mỗi pha gồm 6 tổ bối đôi kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 6 rãnh đấu nối tiếp cùng phía; quấn 14vg dây đôi/bối; $\Phi 1,35/1,64$.
- Tổng khối lượng dây quấn 7,6kg.
- Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-62.



Hình 8-63. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây kiểu 2Δ và 2Y cho động cơ ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 18 tổ bối đôi.



- **Động cơ 10,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 63-6**
 - Ba pha, 6 cực, 36 rãnh, 18 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 980vg/ph, điện áp 220/380 -50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 6 tổ bối đôi kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 6 rãnh đầu thành hai dây song song; mỗi dây 3 tổ đầu nối tiếp cùng phía; quấn 21vg dây đơn/bối; Φ 1,62/1,86.
 - Tổng khối lượng dây quấn 9,14kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đầu dây như hình 8-63.
- **Động cơ 20,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 73-6**
 - Ba pha, 6 cực, 54 rãnh, 18 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 975vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 6 tổ bối ba kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 8 rãnh đầu thành hai dây song song; mỗi dây 3 tổ đầu nối tiếp cùng phía; quấn 10vg dây đôi/bối; Φ 1,62/1,92.
 - Tổng khối lượng dây quấn 17,1kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đầu dây như hình 8-64, a.



Hình 8-65. Cấu tạo ống dây và sơ đồ đầu dây kiểu 3Δ và 3Y cho động cơ ba pha, 6 cực, 72 rãnh, 18 tổ bối bốn.

- *Động cơ 14,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 72-6*
 - Ba pha, 6 cực, 54 rãnh, 18 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 980vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 6 tổ bối ba kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 8 rãnh đầu thành ba dây song song; mỗi dây 2 tổ đầu nối tiếp cùng phía; quấn 20vg dây đơn/bối; Φ 1,56/1,86.
 - Tổng khối lượng dây quấn 13,7kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-64, b.
- *Động cơ 33,0kW của Nhà máy Chế tạo Điện cơ hiệu DK 82-6*
 - Ba pha, 6 cực, 72 rãnh, 18 tổ bối, cuộn dây lớp kép, vận tốc 980vg/ph, điện áp 220/380V-50Hz, rôto lồng sóc.
 - Dây quấn mỗi pha gồm 6 tổ bối bốn kiểu đồng khuôn với khoảng cách lồng dây 11 rãnh đầu thành ba dây song song; mỗi dây 2 tổ đầu nối tiếp cùng phía; quấn 8vg dây ba/bối; Φ 1,56/1,86.
 - Tổng khối lượng dây quấn 32,4kg.
 - Cấu tạo ống dây và sơ đồ đấu dây như hình 8-65.

Chương 9. KIỂM TRA, BẢO DƯỠNG, LẮP ĐẶT ĐỘNG CƠ ĐIỆN

9-1. Chế độ kiểm tra, bảo dưỡng động cơ điện

Để thực hiện giữ tốt dùng bền, ngoài việc sử dụng thành thạo và vận hành đúng quy trình kỹ thuật ra còn phải thường xuyên kiểm tra, bảo dưỡng đúng định kỳ. Định kỳ kiểm tra, bảo dưỡng phụ thuộc vào điều kiện và môi trường làm việc của động cơ. Nếu động cơ làm việc ở điều kiện và môi trường bình thường thì cứ ba tháng kiểm tra một lần. Nếu làm việc ở điều kiện nặng nề như luôn đảo chiều quay hay tải dao động (không đồng tâm) hoặc làm việc ở môi trường có nhiều bụi khí ăn mòn như axit, kiềm, lưu huỳnh, muối... thì một tháng kiểm tra một lần. Cứ sau 3 lần kiểm tra thì tiến hành bảo dưỡng kỹ thuật một lần. Ở điều kiện bình thường thì 6 đến 9 tháng bảo dưỡng một lần (thường là 6 tháng). Ở điều kiện nặng nề thì 3 tháng bảo dưỡng một lần. Sau đây, chúng tôi xin trình bày một số nội dung chính của việc kiểm tra, bảo dưỡng kỹ thuật cho động cơ điện.

9-1-1. Kiểm tra kỹ thuật động cơ điện

1. Kiểm tra cách điện giữa dây quấn và lõi thép

Dùng megaôm kế, một đầu que đo nối với động cơ, một đầu que đo nối với một trụ đầu dây của dây quấn. Quay megaôm kế với vận tốc 1200vg/ph. Nếu megaôm kế chỉ $1M\Omega$ là tốt, chỉ từ $0,2 \div 0,5M\Omega$ là không đạt yêu cầu.

2. Kiểm tra cách điện giữa các pha của dây quấn

Dùng megaôm kế, hai đầu que đo đặt vào hai trụ đầu dây của hai pha khác nhau, quay với vận tốc như trên, nếu megaôm kế chỉ $2M\Omega$ là tốt, chỉ từ $0,3M\Omega$ trở xuống là không đạt yêu cầu.

3. Kiểm tra rò điện ra vỏ động cơ

Dùng đồng hồ vạn năng đặt ở thang đo điện áp AC250V, một đầu que đo đặt vào vỏ động cơ, một đầu que đo cắm xuống đất chỗ chân bộ máy. Nếu đồng hồ chỉ 0V là tốt, nếu chỉ từ 50V trở lên là không đạt yêu cầu.

Bảng 9-1 Thông số kỹ thuật của một số động cơ điện

n (vg/pl)	P_{dm} (kW)	P_{max} (kW)	$\cos\varphi$	B_{kd} (lần)	I_{dm} (A) khi U_d	
					220V	380V
3000	1,0	1,3	0,86	5,5	4,0	2,3
	1,7	2,1	0,87	6,0	6,3	3,6
	2,8	3,3	0,88	5,5	10,0	5,8
	4,5	5,3	0,88	6,0	15,7	9,0
	7,0	8,0	0,87	6,0	24,0	14,0
	10,0	11,4	0,89	6,5	34,0	19,6
	14,0	16,0	0,89	5,5	47,3	27,3
	20,0	22,6	0,90	6,0	66,2	38,2
1500	0,6	0,8	0,77	5,0	2,8	1,6
	1,0	1,3	0,80	5,5	4,0	2,3
	1,7	2,1	0,83	5,5	6,7	3,9
	2,8	3,4	0,85	6,0	10,4	6,0
	4,5	5,3	0,86	6,0	16,1	9,3
	7,0	8,0	0,87	6,5	24,3	14,0
	10,0	11,5	0,88	5,0	34,4	20,0
	14,0	16,0	0,89	5,0	47,5	27,4
1000	20,0	22,5	0,89	5,0	66,5	38,4
	1,0	1,3	0,72	4,0	4,7	2,7
	1,7	2,1	0,75	4,5	7,5	4,3
	2,8	3,4	0,78	4,5	11,5	6,6
	4,5	5,3	0,80	5,0	17,5	10,0
	7,0	8,1	0,81	5,0	26,5	15,5
	10,0	11,6	0,82	5,0	37,1	21,4
	14,0	11,6	0,84	4,5	30,3	29,0
750	20,0	22,7	0,85	4,5	70,3	40,5
	23,0	35,5	0,86	6,0	112,0	64,5
	4,5	5,4	0,76	4,5	18,7	10,8
	7,0	8,3	0,78	4,5	28,0	16,0
	10,0	11,8	0,80	4,0	38,7	22,3
	14,0	16,1	0,81	4,0	52,3	30,2
	20,0	22,8	0,82	4,5	73,5	42,5

4. Kiểm tra trị số dòng điện của động cơ

Dùng ampe kế kẹp vào một trong ba dây từ lưới điện đấu vào hộp cực để kiểm tra trị số dòng điện theo etyket hoặc bảng 9-1. Ở chế độ khởi động có tải, trị

số đo không được vượt quá $25\%I_{kd}$. Ở chế độ vận hành liên tục với tải định mức, trị số đo được không được vượt quá $30\%I_{dm}$.

Ví dụ. Đo động cơ có $P_{dm} = 2,8kW$, vận tốc đồng bộ $1500vg/ph$, đang được đấu Y. Ở chế độ khởi động có tải, nếu đo được $36A$ là tốt, nếu trên $45A$ là không đạt yêu cầu. Ở chế độ vận hành liên tục, nếu đo được $6A$ là tốt, nếu đo được trên $7,8A$ là không đạt yêu cầu.

5. Kiểm tra nhiệt độ

Dùng nhiệt kế thủy ngân cặp vào vỏ để đo nhiệt độ của động cơ khi đang vận hành. Nếu nằm trong khoảng $60\div70^{\circ}C$ là tốt, từ $100^{\circ}C$ trở lên phải dừng làm việc.

9-1-2. Bảo dưỡng động cơ điện

Theo định kỳ, cứ 6 tháng làm việc thì tiến hành bảo dưỡng ở cấp tiểu tu một lần, Sau 4000 giờ làm việc thì tiến hành bảo dưỡng ở cấp trung tu một lần (chưa đủ 4000 giờ làm việc thì sau một năm cũng tiến hành trung tu). Nếu làm việc trong điều kiện nặng nề hoặc môi trường có khí ăn mòn thì cần rút ngắn định kỳ xuống $1/2$ hoặc $1/3$.

1. Nội dung bảo dưỡng ở cấp tiểu tu

- Làm vệ sinh sạch sẽ bên ngoài vỏ, kiểm tra điện trở cách điện và các nội dung của công tác kiểm tra.
- Lau chùi chổi điện, vành khuyên, thanh góp. Mài sửa chổi điện, căng lại lò so, thay chổi điện nếu thấy cần thiết. Bảo đảm sự tiếp xúc chắc chắn giữa chổi điện với cổ góp.
- Dùng khí nén khô, thổi sạch bụi ở bên trong và bên ngoài động cơ.
- Xiết lại ốc ở hai nắp, đồ gá, bệ máy, dây tiếp địa, hộp cực và các mạch khởi động.
- Đánh nhãn các vị trí tiếp xúc và xiết chặt các đầu dây ở trên cầu dao, cầu chì, aptomat...
- Kiểm tra dầu mỡ ở ổ bi và ổ bạc.
- Kiểm tra, điều chỉnh chế độ làm việc của các thiết bị đóng cắt bảo vệ như rơle, aptomat, khởi động từ...

2. Nội dung bảo dưỡng ở cấp trung tu

- Thực hiện đầy đủ các nội dung ở cấp tiểu tu.
- Kiểm tra, thay thế các ổ bi, ổ bạc nếu thấy cần thiết.
- Thay dầu mỡ (chỉ cho khoảng $2/3$ khoảng trống của nắp mỡ bằng mỡ chịu nhiệt).
- Sấy khô dây quấn khi cần thiết.
- Sửa chữa tất cả những hư hỏng phát hiện được trong quá trình kiểm tra, bảo dưỡng động cơ.

Khi thực hiện trung tu phải tháo, lắp các bộ phận của động cơ điện nên các động tác phải khéo léo, nhẹ nhàng và phải tuân thủ theo trình tự sau để tránh tổn thương đến dây quấn và các bộ phận chuyển động.

- Cắt điện, tháo các đầu dây tiếp điện, các dây tiếp địa, các dây ở chốt điện và biến trở (nếu có).
- Tháo động cơ ra khỏi máy công tác.
- Dùng văm tháo puli ra khỏi trục.
- Tháo nắp bảo vệ và cánh quạt gió.
- Tháo nắp mỡ sau.
- Tháo bulông giữ hai nắp.
- Dùng nêm gỗ hoặc đồng, gõ nhẹ lên các điểm đối xứng để tháo nắp sau.
- Luồn miếng bìa nhẵn vào khe hở dưới giữa rôto và stato rồi vừa đỡ vừa từ từ rút ruột cùng với nắp trước ra khỏi vỏ. Tuyệt đối không được để chạm vào dây quấn.
- Đặt ruột lên một giá bằng gỗ, không đặt trực tiếp trên mặt đất hoặc mặt bàn cứng. Sau đó tiến hành vệ sinh, tra dầu mỡ hoặc thay vòng bi. Vòng bi chỉ tháo ra khỏi trục khi phải thay thế. Trước khi tháo phải lau sạch trục và bôi lên một lớp dầu nhớt rồi dùng vòng sắt nung đỏ ốp ra phía ngoài vòng bi và tháo ra bằng văm. Nếu là động cơ kiểu ruột quấn thì trước khi tháo vòng bi phải tháo cổ góp.
- Khi lắp động cơ, làm theo quy trình ngược lại.
- Trường hợp thay vòng bi mới, phải rửa sạch trục bằng dầu hỏa, đánh lại bằng giấy ráp mịn (nếu trục bị xước hoặc han gỉ), bôi lên một lớp dầu nhớt, luộc vòng bi trong dầu khoáng ở nhiệt độ $70 \pm 80^{\circ}\text{C}$, dùng văm hoặc tủy đồng đưa dần vòng bi vào trong trục.

3. Bảo quản động cơ điện

Động cơ chưa dùng đến phải được kiểm tra, bảo dưỡng ở cấp tiểu tu trước khi niêm cất trong kho. Nếu là động cơ mới thì phải tháo hòm, mở bao bì... Động cơ phải được để trên giá cách li với mặt đất. Nền kho phải cao ráo, không đọng nước, mái không dột, không bị mưa hắt. Không gian phải thoáng đãng, không gần hồ ao, không có hơi nước, không có bụi khí ăn mòn... Định kỳ 6 tháng kiểm tra, bảo dưỡng một lần ở cấp tiểu tu. Nếu bị han gỉ phải tìm nguyên nhân để khắc phục.

Khi vận chuyển hoặc đưa đi thi công, lắp đặt ngoài trời phải che đậy cẩn thận và để nơi khô ráo (kể cả trường hợp đã được đóng hòm).

9-2. Một số quy định khi lắp đặt động cơ điện

Động cơ điện phải được lắp đặt ở những vị trí khô ráo, ít bụi bẩn, dễ kiểm tra, dễ bảo dưỡng. Sau đây là một số quy định bắt buộc khi tiến hành lắp đặt động cơ điện.

1. Khoảng cách từ động cơ điện đến các thiết bị điện khác tối thiểu là 1m. Khoảng cách từ tường nhà đến động cơ tối thiểu là 0,3m. Nếu tường làm bằng chất dễ cháy thì khoảng cách tối thiểu là 0,5m. Khi lắp các động cơ song song thì khoảng cách tối thiểu giữa hai động cơ không có lối đi là 0,3m.

2. Đối với những động cơ được đặt trên bệ cố định, phải bảo đảm cứng vững để giảm dao động vì khi có dao động, rôto sẽ mất cân bằng và sinh tải phụ ở các bộ phận khác nhau của động cơ. Bệ máy phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Khi động cơ làm việc với tải êm dịu thì khối lượng bệ máy ít nhất phải gấp 10 lần khối lượng của động cơ.

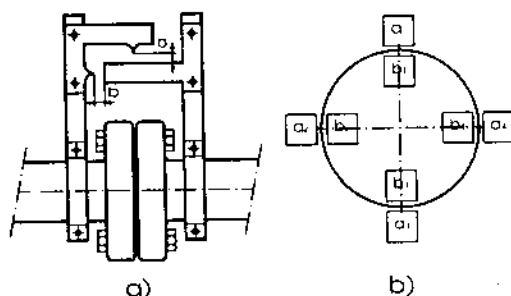
- Khi động cơ làm việc ở chế độ nặng nề thì khối lượng bê máy phải gấp ít nhất 20 lần khối lượng động cơ.

- Nếu bê máy được xây bằng gạch thì vữa xây được trộn theo tỉ lệ 1 xi măng + 3 cát.

- Nếu bê máy được đổ bê tông thì phải dùng cát, đá sạch và trộn theo tỉ lệ 1 xi măng + 3 cát + 5 đá và phải dùng bulông có chân chẻ, định vị chính xác theo tọa độ lỗ trên đế của động cơ.

3. Trường hợp truyền động bằng xích hoặc băng đai thì phải có độ chùng cần thiết để tránh cong trục và sinh tải phụ. Đồng thời, puli của động cơ và máy công tác phải nằm trong một phẳng của băng đai để tránh hỏng dây và sinh tải phụ. Ngoài ra, phải có biện pháp che chắn an toàn.

4. Trường hợp truyền động bằng khớp nối cứng thì phải hiệu chỉnh để bảo đảm đồng tâm giữa trục động cơ và trục máy công tác nhằm giảm đến mức thấp nhất dao động của tải. Khi hiệu chỉnh phải dùng cử định tâm để kiểm tra như hình 9-1, *a* và ghi lại kết quả khe hở ở 4 vị trí đối xứng qua trục như hình 9-1, *b*. Các khe hở *a* sẽ cho biết độ lệch tâm, các khe hở *b* sẽ cho biết độ nghiêng giữa trục máy và trục động cơ. Việc hiệu chỉnh được coi là đạt nếu sự sai lệch của các khe hở đối xứng qua tâm a_1 và a_3 ; a_2 và a_4 ; b_1 và b_3 ; b_2 và b_4 nằm trong khoảng cho phép của bảng 9-2.



Hình 9-1. Dụng cụ định tâm để kiểm tra khớp nối cứng.

Bảng 9-2. Sai lệch cho phép trên cử định tâm

Sai lệch kích thước đối xứng qua tâm (mm) khi vận tốc quay (vg/ph)			
3000	1500	750	500
0,04 ÷ 0,05	0,08 ÷ 0,11	0,10 ÷ 0,12	0,15 ÷ 0,20

5. Các dây tiếp điện và các khí cụ đóng cắt, bảo vệ phải được tính chính xác theo hướng dẫn ở mục 9-3 và 9-4 để bảo đảm an toàn và tiết kiệm.

6. Thực hiện việc tiếp đất cho động cơ theo đúng quy định về an toàn điện. Việc tính toán cho một hệ tiếp đất dùng chung trong một xí nghiệp, chúng tôi sẽ trình bày chi tiết trong một tài liệu khác.

9-3. Tính khí cụ đóng cắt, bảo vệ cho động cơ

9-3-1. Công thức tính dây chảy

Trong mạch điện nói chung và mạch động cơ nói riêng, dây chảy làm nhiệm vụ bảo vệ quá dòng hoặc quá tải. Bình thường, dây chảy đóng vai trò một dây dẫn

điện. Khi xảy ra sự cố quá dòng, quá áp hoặc quá tải thì dây chảy phải nóng chảy và đứt trước khi các thiết bị và mạng điện lưới bị hỏng. Việc tính toán dây chảy phải đảm bảo điều kiện, khi dòng điện chưa vượt quá $20 \pm 25\%$ dòng định mức thì không có khả năng chảy đứt.

Các loại dây chảy thường dùng trong kỹ thuật điện là:

- Chì (Pb) nóng chảy ở nhiệt độ 327°C
- Kẽm (Zn) nóng chảy ở nhiệt độ 420°C .
- Nhôm (Al) nóng chảy ở nhiệt độ 657°C .
- Bạc (Ag) nóng chảy ở nhiệt độ 960°C .
- Đồng (Cu) nóng chảy ở nhiệt độ 1083°C .

Ở mạch hạ áp người ta hay dùng dây chảy là dây chì pha kẽm (2/3 chì, 1/3 kẽm). Bởi vậy, lâu dần người ta quen gọi dây chảy là dây chì.

Để tính dây chảy cần tiến hành qua các bước sau.

1. Tính dòng điện định mức $I_{dm}(A)$ chạy trên các dây của lưới điện theo các công thức.

- Đối với động cơ ba pha:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm} 10^3}{\sqrt{3} U_d \eta \cos \varphi}, \quad (9-1)$$

- Đối với động cơ một pha:

$$I_{dm} = \frac{P_{dm} 10^3}{U_j \eta \cos \varphi}, \quad (9-2)$$

$\eta \cos \varphi$ - hiệu suất năng lượng, lấy trên etyket hoặc bảng 7-15 hoặc 7-16.

2. Tính dòng điện khởi động $I_{kd}(A)$ theo công thức.

- Đối với một động cơ:

$$I_{kd} = B_{kd} I_{dm}, \quad (9-3)$$

- Đối với nhiều động cơ đặt trên cùng tuyến nhưng khởi động riêng lẻ:

$$I_{kd} = \Sigma I_{dm} + (B_{kd} - 1) I_{dm \max}, \quad (9-4)$$

$I_{dm \max}$ - dòng điện định mức của động cơ có tích số $B_{kd} I_{dm}$ lớn nhất tuyến (A);

B_{kd} - bội số khởi động; lấy bằng 4÷8 đối với động cơ lồng sóc (bảng 9-1); bằng 2 đối với động cơ ruot quăn; bằng 1,7 đối với động cơ một chiều.

3. Tính dòng điện định mức trên dây chảy theo công thức.

$$I_c = \frac{I_{kd}}{K_{mt}}, \quad (9-5)$$

K_{mt} - hệ số mang tải; lấy bằng 2,5 đối với những động cơ có thời gian khởi động ngắn ($3 \div 10s$), khởi động nhẹ nhàng và sau thời gian dài mới khởi động trở lại; từ 1,6÷2,0 đối với những động cơ khởi động dài (đến 40s), khởi động khó khăn (khởi động mang tải) và sau một thời gian ngắn lại khởi động trở lại.

Sau đó, tra bảng 9-3 để tìm kích thước dây chảy thích hợp. Trường hợp không đủ dữ kiện để tính, có thể chọn dây chảy theo bảng 9-6.

Bảng 9-3. Kích thước dây chảy tiết diện tròn

Đường kính dây chảy (mm)	Dòng điện định mức trên dây chảy I_c (A)		
	Dây chì	Dây đồng	Dây nhôm
0,15	-	4,0	0,5
0,18	-	6,0	1,0
0,20	0,5	8,0	2,0
0,25	-	10	4,0
0,30	1,0	12	6,0
0,40	1,5	14	10
0,50	2,0	16	14
0,60	2,5	21	16
0,70	3,5	27	18
0,80	4,5	34	20
0,90	5,5	40	25
1,0	7,0	48	32
1,1	8,0	-	-
1,2	9,0	-	-
1,3	10	-	-
1,4	12	-	-
1,5	13	-	-
1,6	15	-	-
1,7	17	-	-
1,8	20	-	-
1,9	22	-	-
2,0	24	-	-
2,1	25	-	-
2,2	26	-	-
2,3	30	-	-

Ví dụ. Hãy chọn dây chảy cho động cơ ba pha lồng sóc có $P_{dm} = 4,5kW$; $U_d = 380V$; $B_{kd} = 6$; $\cos\varphi = 0,875$; $\eta = 0,845$; khởi động nhẹ nhàng không mang tải.

Giải:

- Tính dòng điện định mức trên dây dẫn.

$$\text{Theo (9-1): } I_{dm} = \frac{P_{dm} 10^3}{\sqrt{3} U_d \eta \cos\varphi} = \frac{4,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,845 \cdot 0,875} \approx 9,2A$$

- Tính dòng điện khởi động.

$$\text{Theo (9-3): } I_{kd} = B_{kd} I_{dm} = 6 \cdot 9,2 = 55,2A$$

- Tính dòng điện định mức trên dây chảy.

$$\text{Theo (9-5): } I_c = \frac{I_{kd}}{K_{mt}} = \frac{55,2}{2,5} \approx 22,1A$$

Theo bảng 9-3, chọn loại dây chảy có đường kính 2,0mm nếu là dây chì; 0,7mm nếu là dây đồng; 0,9mm nếu là dây nhôm.

9-3-2. Công thức tính cầu dao tự động

Nếu sử dụng cầu dao tự động thay cho cầu dao thường thì dòng điện của chúng được tính như sau.

- Trường hợp cầu dao tự động là role nhiệt thì dòng tác động của role nhiệt $I_{dn}(A)$ sẽ được điều chỉnh bằng dòng định mức. Tức:

$$I_{dn} = I_{dm} \quad (9-6)$$

- Trường hợp cầu dao tự động là role điện từ tác động tức thời thì dòng tác động của role điện từ $I_{dt}(A)$ sẽ được điều chỉnh:

$$I_{dt} \geq 1,2 I_{kd} \quad (9-7)$$

Áp dụng vào ví dụ trên, nếu dùng role nhiệt thì phải điều chỉnh $I_{dm} = 9,5A$ (làm tròn số theo vạch độ trên role nhiệt) còn nếu dùng role điện từ thì $I_{dt} \geq 1,2.55,2 \approx 66A$ (ta lấy 70A).

9-4. Tính dây cáp điện cho động cơ

Khi lắp đặt động cơ cần phải chọn dây tiếp diện đủ lớn để có thể tải đủ công suất mà không sự cố khi sử dụng. Có hai phương pháp là phương pháp chọn dây theo điều kiện phát nóng và phương pháp chọn dây theo điều kiện tổn thất điện áp.

9-4-1. Chọn dây dẫn theo điều kiện phát nóng

Khi có dòng điện chạy qua, nhiệt độ trong dây dẫn sẽ tăng lên. Nếu vượt quá nhiệt độ cho phép sẽ làm cho dây trần giảm cơ tính, dây bọc hỏng cách điện, thậm chí có thể gây hỏa hoạn. Ứng với mỗi loại dây, người ta quy định một nhiệt độ cho phép vì vậy sẽ có một dòng lớn nhất cho phép. Bảng 9-4 cho biết dòng điện lớn nhất cho phép trên dây dẫn đơn có bọc cách điện cấp B.

Bảng 9-4. Phụ tải lâu dài của dây dẫn có vỏ cách điện

Đường kính (mm)	Tiết diện (mm ²)	Dòng điện tải lớn nhất (A)	
		Lõi đồng	Lõi nhôm
0,96	0,75	13	-
1,1	1	16	-
1,4	1,5	20	16
1,8	2,5	27	21
2,25	4	35	29
2,75	6	45	37
3,5	10	65	51
4,5	16	86	68
5,6	25	115	90

Nếu chiều dài dây dẫn nhỏ, lượng sụt áp trên dây sẽ không đáng kể nên có thể chọn theo điều kiện phát nóng bằng phương pháp sau:

- Xác định dòng điện tính toán $I_n(A)$ theo các công thức.

+ Đối với động cơ đơn lẻ:

$$I_u = I_{dm} , \quad (9-8)$$

+ Đối với nhóm động cơ bố trí trên một tuyến:

$$I_u = K_{sd} I_{dm} , \quad (9-9)$$

K_{sd} - hệ số sử dụng, lấy theo bảng 9-5.

- Tra bảng 9-4 để chọn dây dẫn theo điều kiện:

$$I_u \leq I_{cp} , \quad (9-10)$$

I_{cp} - dòng điện lớn nhất cho phép trong bảng 9-4.

Bảng 9-5. Hệ số sử dụng của nhóm động cơ điện

Số lượng động cơ	K_{sd}	Số lượng động cơ	K_{sd}
1	1,0	5	0,7
2	1,0	6	0,6
3	0,9	8	0,5
4	0,8	10	0,4

Bảng 9-6. Bảng chọn dây chì và dây cáp cho động cơ lồng sóc

P_{dm} (kW)	Cỡ dây chì (A)		Cỡ dây cáp (mm ²)	
	220V	380V	220V	380V
0,6	6	4	3 x 1	3 x 1
1,0	10	6	3 x 1	3 x 1
1,7	15	10	3 x 1	3 x 1
2,8	25	15	3 x 1,5	3 x 1
4,5	35	25	3 x 2,5	3 x 1,5
7,0	60	35	3 x 2,5	3 x 2,5
10	80	60	3 x 4	3 x 2,5
14	125	80	3 x 6	3 x 4
20	160	100	3 x 10	3 x 6
28	260	160	3 x 16	3 x 10
33	260	160	3 x 16	3 x 10

Lưu ý:

- Dòng điện cho phép trong bảng 9-4 được áp dụng cho trường hợp dây dẫn đơn, nếu dùng dây cáp đôi, cáp ba, cáp bốn thì phải nâng tiết diện dây lên một cấp.
- Đối với các động cơ nhỏ, nên nâng cỡ dây lên một cấp để bảo đảm độ bền cơ (dây bị đứt ngầm do độ võng cơ học).
- Ngoài chỉ tiêu về dòng điện lâu dài cho phép, mỗi loại dây dẫn đều có yêu cầu về dây chảy bảo vệ cho nó. Bởi vậy, khi quyết định sử dụng loại dây nào thì phải yêu cầu nhà cung cấp cho biết chỉ tiêu về dòng điện dây chảy bảo vệ để lựa chọn kích thước dây cho phù hợp với kết quả tính khí cụ đóng cắt, bảo vệ ở mục 9-3 theo

nguyên tắc; dòng điện dây chảy của dây dẫn được sử dụng không được thấp hơn I_n nếu bảo vệ bằng cầu chì hoặc rơle nhiệt; không được thấp hơn $0,65I_{nlt}$ nếu bảo vệ bằng rơle điện từ. Trong trường hợp không tìm được chỉ tiêu về dây chảy bảo vệ của loại dây dẫn định dùng thì bắt buộc phải nâng kích thước dây lên một cấp để bảo đảm chắc chắn rằng, khi xảy ra quá tải, dây dẫn không bị cháy trước khi các khí cụ đóng cắt hoạt động.

- Trường hợp không đủ dữ kiện để tính, có thể chọn dây cáp điện theo bảng 9-6.

Ví dụ. Có 3 động cơ ba pha rôto quấn dây bố trí trên cùng tuyến lần lượt có công suất 2,8kW-1000vg/ph; 4,5kW-1500vg/ph và 7,0kW-3000vg/ph; điện áp sử dụng 220/380V. Các động cơ đều đấu Y. Hãy chọn dây để cấp điện cho các động cơ đó.

Giải:

- Tính dây cấp điện riêng cho từng động cơ.

+ Tính dòng điện định mức. Theo (9-1): $I_{dm1} = \frac{P_{dm} 10^3}{\sqrt{3} U_d \eta \cos \varphi} = \frac{2,8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,573} \approx 7,4A$

$$I_{dm2} = \frac{P_{dm} 10^3}{\sqrt{3} U_d \eta \cos \varphi} = \frac{4,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,679} \approx 10,1A$$

$$I_{dm3} = \frac{P_{dm} 10^3}{\sqrt{3} U_d \eta \cos \varphi} = \frac{7,0 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,706} \approx 15,1A$$

+ Xác định dòng điện tính toán. Theo (9-8): $I_{u1} = I_{dm1} = 7,4A$

$$I_{u2} = I_{dm2} = 10,1A$$

$$I_{u3} = I_{dm3} = 15,1A$$

Trong trường hợp này phải nâng kích thước dây lên hai cấp vì chuyển từ dây đơn sang dây cáp và không biết yêu cầu về dây chảy của loại dây định dùng. Theo bảng 9-4 thì động cơ 2,8kW dùng dây cáp đồng $3 \times 1mm^2$; động cơ 4,5kW dùng dây cáp đồng $3 \times 1,5mm^2$; động cơ 7,0kW dùng dây cáp đồng $3 \times 2,5mm^2$.

- Tính dây cấp điện chung cho 3 động cơ.

Theo (9-9): $I_u = K_{sd} I_{dm} = 0,9(7,4 + 10,1 + 15,1) \approx 29,3A$.

Theo bảng 9-4 thì chọn dây cáp điện chung cho 3 động cơ là dây cáp đồng $3 \times 10mm^2$.

9-4-2. Chọn dây dẫn theo điều kiện tổn thất điện áp

Nếu chiều dài dây dẫn lớn thì phải chọn dây theo điều kiện tổn thất điện áp theo các công thức.

- Đối với động cơ một pha:

$$S_0 = \frac{2P_{dm} \rho L 10^3}{U_f \Delta U \eta \cos \varphi}, \quad (9-11)$$

- Đối với động cơ ba pha:

$$S_0 = \frac{P_{dm} \rho L 10^3}{U_d \Delta U \eta \cos \phi}, \quad (9-12)$$

S_0 - tiết diện dây dẫn chưa kể cách điện (mm^2);

ρ - điện trở suất, lấy 0,0175 đối với dây đồng; 0,026 đối với dây nhôm;

L - khoảng cách kéo dây (m);

ΔU - tổn thất điện áp cho phép, chọn từ 2÷5% điện áp sử dụng (V).

Ví dụ. Có 3 động cơ như ở ví dụ trên, hãy xác định kích thước dây dẫn nếu phải kéo dây xa 50m cho đoạn dây riêng và 100m cho đoạn dây chung. Tổn thất điện áp cho phép trên mỗi đoạn dây là 2%.

Giải:

- Tính dây cấp điện riêng cho từng động cơ.

Theo (9-12): $S_{01} = \frac{P_{dm} \rho L 10^3}{U_d \Delta U \eta \cos \phi} = \frac{2,8 \cdot 0,0175 \cdot 50 \cdot 10^3}{380 \cdot 7,6 \cdot 0,573} \approx 1,48 mm^2$. Dùng dây đồng 1,5 mm^2 .

$S_{02} = \frac{P_{dm} \rho L 10^3}{U_d \Delta U \eta \cos \phi} = \frac{4,5 \cdot 0,0175 \cdot 50 \cdot 10^3}{380 \cdot 7,6 \cdot 0,679} \approx 2,01 mm^2$. Dùng dây đồng 2,5 mm^2 .

$S_{03} = \frac{P_{dm} \rho L 10^3}{U_d \Delta U \eta \cos \phi} = \frac{7,0 \cdot 0,0175 \cdot 50 \cdot 10^3}{380 \cdot 7,6 \cdot 0,706} \approx 3,0 mm^2$. Dùng dây đồng 4,0 mm^2 .

- Tính dây cấp điện chung cho 3 động cơ.

$S_0 = \frac{P_{dm} \rho L 10^3}{U_d \Delta U \eta \cos \phi} = \frac{(2,8 + 4,5 + 7,0) \cdot 0,0175 \cdot 100 \cdot 10^3}{380 \cdot 7,6 \cdot \frac{(0,573 + 0,679 + 0,706)}{3}} \approx 13,28 mm^2$. Dùng dây đồng

16 mm^2 .

Lưu ý:

- Để việc lựa chọn được chính xác, nên tính dây theo cả hai điều kiện rồi lấy theo kết quả lớn.
- Khi không đủ dữ kiện để tính, có thể chọn dây theo bảng 9-6.

9-5. Một số mạch đóng cắt, điều khiển, bảo vệ động cơ điện xoay chiều ba pha

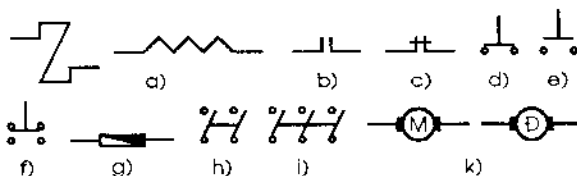
9-5-1. Nguyên tắc biểu diễn sơ đồ điện

Trong truyền động điện, người ta phải bố trí các mạch khống chế để mở máy, dừng máy, đổi chiều quay, thay đổi vận tốc... Đối với động cơ không đồng bộ ba pha ở mạch điện hạ thế công suất không lớn lắm, thiết bị khống chế thường là cầu dao, aptomat, côngtactơ, khởi động từ... Sơ đồ khống chế thường biểu diễn dưới dạng khai triển. Trong sơ đồ khai triển, mạch điện được tách làm hai phần, một phần là mạch khống chế, một phần là mạch động lực.

Mạch khống chế là phần mạch không có dòng điện chính đi qua bao gồm các nút bấm; các tiếp điểm; các cuộn dây của rơle, côngtactơ, khởi động từ...

Mạch động lực là mạch điện chính đi vào động cơ gồm cầu dao; cầu chì; tiếp điểm chính của côngtactơ, khởi động từ; cuộn dây đốt nóng của role nhiệt; cuộn dây của role dòng điện; cuộn dây rôto, stato của động cơ...

Trên sơ đồ điện người ta quy ước, mạch điều khiển được vẽ bằng nét mảnh, mạch động lực được vẽ bằng nét đậm, các khí cụ đóng cắt ở trạng thái bình thường. Đối với khí cụ điện từ, trạng thái bình thường là trạng thái không có dòng điện trong cuộn dây của nó. Đối với các khí cụ khác, trạng thái bình thường là trạng thái không có tác động từ bên ngoài. Hình 9-2 mô tả các dạng ký hiệu thường dùng trong sơ đồ mạch điện.

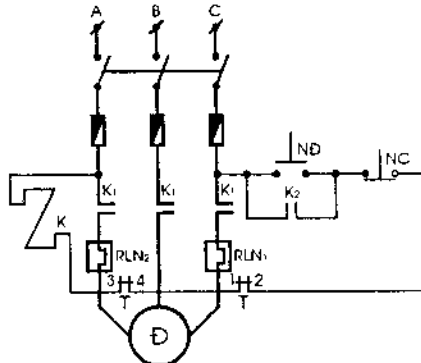


Hình 9-2. Một số loại ký hiệu trong sơ đồ mạch điện: a) cuộn dây; b) tiếp điểm thường mở; c) tiếp điểm thường đóng; d) nút bấm đơn thường đóng; e) nút bấm đơn thường mở; f) nút bấm kép; g) cầu chì; h) cầu dao một pha; i) cầu dao ba pha; k) động cơ.

9-5-2. Mạch điện cơ bản của khởi động từ

Khởi động từ là thiết bị điện từ chủ yếu dùng để đóng, cắt, bảo vệ và điều khiển động cơ ba pha từ xa, tránh cho động cơ khởi bị quá tải, ngắn mạch hoặc điện áp thấp.

Khởi động từ gồm có bốn thiết bị hợp thành là côngtactơ, role nhiệt, hệ nút bấm và cầu chì. Khởi động từ có một côngtactơ và hai role nhiệt (một dưới) gọi là khởi động từ đơn, dùng để mở máy cho động cơ quay một chiều. Khởi động từ có hai côngtactơ và hai role nhiệt gọi là khởi động từ kép, dùng để mở máy cho động cơ quay đổi chiều và để khởi động Y-Δ cho loại động cơ có chế độ làm việc là Δ. Mạch điện cơ bản của khởi động từ như hình 9-3.



Hình 9-3. Mạch điện cơ bản của khởi động từ: ND - nút đóng (thường đóng); NC - nút cắt (thường mở); K - cuộn dây điện từ; K₁ - các tiếp điểm chính; K₂ - tiếp điểm phụ; RLN - role nhiệt; 1-2; 3-4 tiếp điểm thường đóng của role nhiệt.

Khi ấn nút khởi động ND, dòng điện đi từ pha C qua nút dừng máy NC, qua hai cặp tiếp điểm thường đóng 1-2; 3-4 của role nhiệt, qua cuộn dây điện từ K về pha A. Cuộn dây K có điện sinh ra lực điện từ hút lõi sắt non đóng các tiếp điểm chính K₁ và tiếp điểm phụ K₂. Mạch động lực được nối thông và mạch điện cuộn dây K được duy trì trong suốt thời gian động cơ vận hành.

Khi muốn dừng máy, ấn nút dừng máy NC, cuộn dây K mất điện, lõi sắt non được giải phóng, các tiếp điểm K₁ và K₂ nhả ra, động cơ hờ mạch.

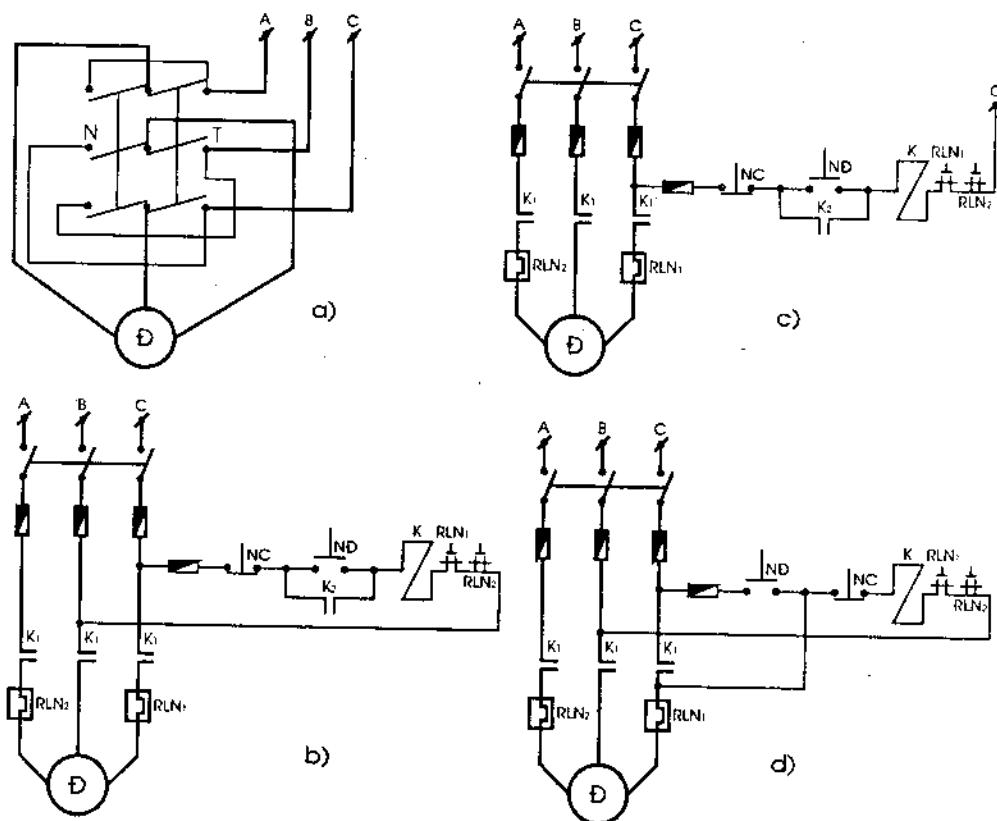
Khi có sự cố quá tải do mất một pha, điện áp nguồn giảm xuống, dòng điện của hai pha còn lại tăng gấp đôi, role nhiệt sẽ làm việc, cặp tiếp điểm 1-2 hoặc 3-4 mở ra, cuộn dây K mất điện, động cơ ngừng làm việc.

Khi điện áp nguồn thấp hơn 75% định mức, cuộn dây K không hút được lõi sắt non làm mở các tiếp điểm K₁ và K₂, động cơ mất điện.

9-5-3. Một số mạch đóng cắt hay dùng

Hình 9-4, *a* là mạch đóng cắt đơn giản nhất, dùng cầu dao hai ngã để đổi chiều quay cho động cơ ba pha. Khi gạt cầu dao về ngã quay ngược, trên bản cực của động cơ, pha *B* và pha *C* đổi chỗ cho nhau nên động cơ quay ngược so với khi để cầu dao ở ngã quay thuận.

Hình 9-4, *b* là mạch khởi động động cơ ba pha bằng khởi động từ đơn với cuộn dây của côngtắc tơ (cuộn hút) có điện áp 380V. Nguyên tắc hoạt động của mạch này giống mạch điện cơ bản của khởi động từ ở hình 9-3.

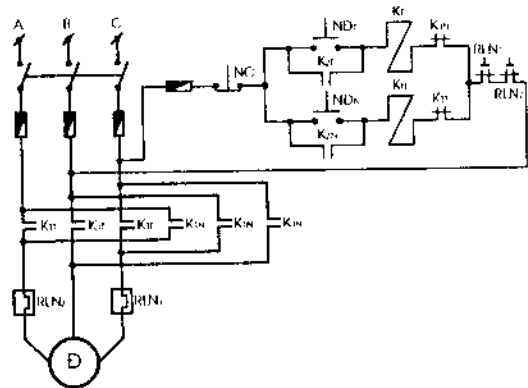


Hình 9-4. Dùng cầu dao hai ngã và khởi động từ đơn để điều khiển động cơ ba pha.

Hình 9-4, *c* là mạch khởi động động cơ ba pha bằng khởi động từ đơn với cuộn dây của côngtắc tơ có điện áp làm việc 220V. Mạch này chỉ khác mạch có cuộn hút 380V ở chỗ, mạch không chế không đấu với hai dây pha mà đấu với một dây pha và một dây trung tính.

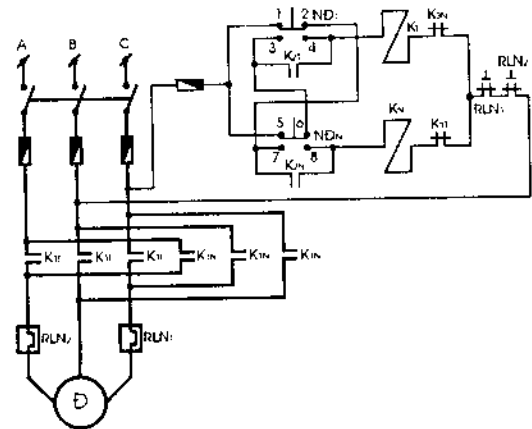
Hình 9-4, *d* là mạch khởi động động cơ ba pha bằng khởi động từ đơn với cuộn dây của côngtắc tơ có điện áp làm việc 380V nhưng không có tiếp điểm phụ *K*₂. Khi đó, người ta phải lợi dụng một tiếp điểm *K*₁ của mạch động lực để thay thế cho tiếp điểm phụ *K*₂ bị thiếu.

Hình 9-5 là mạch đổi chiều quay của động cơ ba pha bằng khởi động từ kép và ba nút bấm đơn. Trong đó một nút thường đóng để dừng máy chung cho cả hai chiều và hai nút thường mở để mở máy riêng cho từng chiều quay. Trong mạch có sử dụng hai tiếp điểm phụ K_3 chéo (dấu gử) để loại trừ khả năng hai mạch không chế cùng làm việc gây chập pha, hỏng lưới điện.



Hình 9-5. Đổi chiều quay động cơ điện xoay chiều ba pha bằng khởi động từ kép và ba nút bấm đơn.

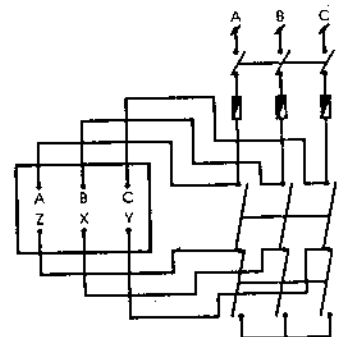
Hình 9-6 là mạch đổi chiều quay của động cơ ba pha bằng khởi động từ kép và hai nút bấm kép. Khi khởi động, ấn nút bấm ND_T hoặc ND_N để nối thông tiếp điểm 3-4 hoặc 7-8. Nếu động cơ đang quay thuận mà muốn dừng máy, ấn nhẹ nút bấm ND_N để hở mạch tiếp điểm 5-6. Tương tự, ấn nhẹ nút bấm ND_T (hở mạch tiếp điểm 1-2) để dừng máy khi động cơ đang quay ngược.



Hình 9-6. Đổi chiều quay động cơ điện xoay chiều ba pha bằng khởi động từ kép và hai nút bấm kép.

Ngoài ra, với những động cơ có công suất vừa và lớn, dòng khởi động sẽ rất lớn, có thể gây sụt áp nghiêm trọng cho toàn mạng. Để giảm chi phí xây dựng mạng, người ta phải áp dụng hình thức khởi động Y- Δ cho những động cơ có chế độ làm việc là Δ . Khi khởi động, dùng khí cụ đổi dây quấn stato thành Y để cho điện

áp trên mỗi cuộn dây pha giảm $\sqrt{3}$ lần và vì vậy, dòng điện pha của động cơ sẽ giảm giảm $\sqrt{3}$ lần. Sau khi khởi động lại đấu cho các cuộn dây của stato thành Δ để làm việc lâu dài. Hình 9-7 là mạch khởi động Y- Δ cho động cơ điện xoay chiều ba pha bằng cầu dao hai ngã. Trong mạch này, ba cực trên của cầu dao được nối với lưới điện và nối với ba đầu đầu của các cuộn dây pha theo thứ tự A (A_1), B (B_1), C (C_1). Ba cực dưới của cầu dao được đấu chum lại với nhau. Ba cực giữa của cầu dao được nối với ba đầu cuối của các cuộn dây pha theo thứ tự Z (C_4), X (A_4), Y (B_4). Nếu sử dụng công tắc khởi động Y- Δ kiểu Đức thay cho cầu dao hai

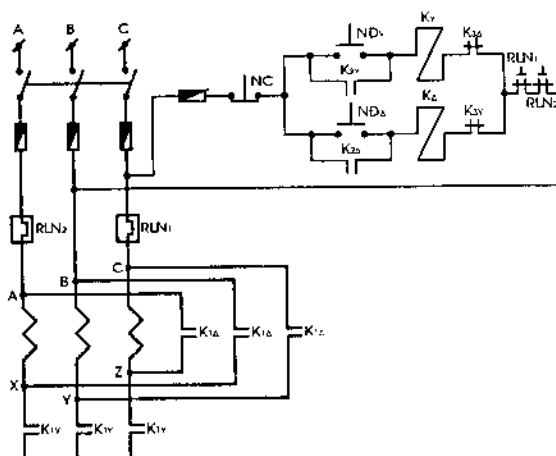


Hình 9-7. khởi động Y- Δ cho động cơ ba pha bằng cầu dao hai ngã.

ngã thì các đầu mang ký hiệu R, S, T được đấu với lưới điện; các đầu mang ký hiệu U, V, W được đấu với các đầu đầu của các cuộn dây pha theo thứ tự A_1, B_1, C_1 ; các đầu mang ký hiệu X, Y, Z được đấu với các đầu cuối của các cuộn dây pha theo thứ tự A_2, B_2, C_2 .

Hình 9-8 là mạch khởi động Y- Δ cho động cơ ba pha bằng khởi động từ kép và ba nút bấm đơn. Nguyên tắc hoạt động của mạch tương tự mạch ở hình 9-5.

Ngày nay, trong các dây chuyền công nghệ mới người ta hay dùng rơle thời gian điện tử kết hợp với khởi động từ kép để khởi động Y- Δ cho các động cơ công suất lớn. Sử dụng rơle thời gian, thời điểm chuyển từ chế độ Y sang Δ sẽ được thực hiện tự động, người sử dụng chỉ việc thao tác một nút mở máy là xong. Mạch điện nguyên lý của nó chúng tôi sẽ trình bày trong cuốn "Thiết kế, lắp đặt điện nội thất, điện xí nghiệp và điện nông thôn".



Hình 9-8. Khởi động Y, làm việc Δ động cơ ba pha bằng khởi động từ kép và ba nút bấm đơn.

9-6. Mạch lắp đặt động cơ điện xoay chiều một pha ở lưới điện không phù hợp

Trong thực tế, nhiều trường hợp đã có sẵn động cơ hoặc quạt điện 110V nhưng lại gặp nơi có lưới điện 220V và ngược lại. Trước đây phải dùng qua tăng giảm điện hoặc quấn lại động cơ chuyển sang điện áp mới. Điều đó gây không ít lãng phí và phiền hà. Ngày nay, mạng điện lưới của chúng ta đang được cải tạo đồng bộ. Việc không dùng tăng giảm điện đang trở thành xu thế chung của toàn xã hội. Bởi vậy, cần phải có biện pháp để sử dụng những động cơ một pha hoặc quạt điện ở những nơi có lưới điện không phù hợp. Sau đây là một số biện pháp đơn giản, dễ làm.

9-6-1. Đấu nối động cơ hoặc quạt từ điện 220V sang điện 110V

Trong các mục 3-8-2 (trang 38) và 3-8-3 (trang 39), chúng tôi đã trình bày kỹ cách đấu lại các động cơ hoặc quạt từ điện 220V sang điện 110V. Hầu hết các mục của chương 4 lại hướng dẫn cách đấu cho từng loại động cơ cụ thể. Ở đây, xin nhắc lại một số nội dung cơ bản sau:

- Tất cả các động cơ hoặc quạt dùng điện 220V đều có thể chuyển sang dùng ở lưới điện 110V bằng cách, đấu cho các tổ bối dây trong từng cuộn dây từ nối tiếp sang hai dây song song, mỗi dây gồm một nửa số tổ bối dây đấu nối tiếp.

- Khi đấu lại các cuộn dây phải bảo đảm sao cho chiều dòng điện trong các tổ bối dây ở cách đấu cũ và cách đấu mới không thay đổi. Muốn vậy, phải phá mối nối chia đôi số tổ bối dây trong từng cuộn dây rồi chọn hai đầu có dòng điện đi vào

chạm lại làm đầu cuộn dây mới, hai đầu có dòng điện đi ra chạm lại làm cuối cuộn dây mới. Sau đó, sử dụng linh hoạt các đầu dây mới này theo cách đấu (cũ) của từng loại động cơ.

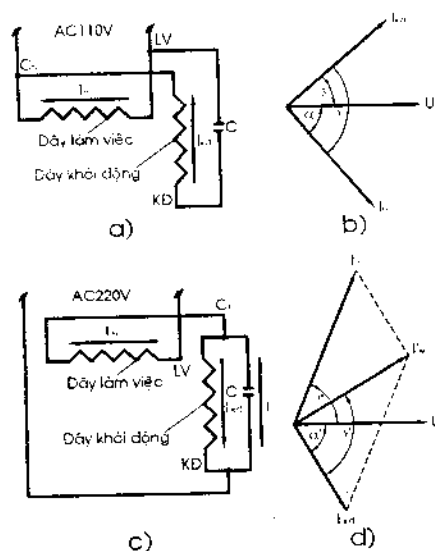
- Ngoài ra, muốn động cơ hoạt động êm và không có tiếng ù, cần chú ý đến tính đối xứng của dây quấn trong một dãy song song. Điều này chỉ áp dụng được cho những động cơ chưa vận hành nhiều, vì khi đó phải phá bỏ tất cả các mối nối cũ để đấu lại, nếu dây quấn đã bị lão hóa thì dễ gây nên không thể thực hiện được.

9-6-2. Đấu đổi động cơ hoặc quạt từ điện 110V sang điện 220V

Việc đấu lại cho động cơ hoặc quạt điện 110V sang điện 220V chỉ thực hiện được đối với những động cơ có các tổ bố dây đấu song song hoặc những động cơ một pha tự điện có tụ điện đấu liên tục trong suốt thời gian động cơ vận hành. Các động cơ có tổ bố dây đấu song song rất hiếm. Nếu gặp, chỉ việc làm ngược lại quá trình trên. Nghĩa là, chuyển từ hai dây song song sang nối tiếp, sao cho dòng điện trên các tổ bố dây không đổi so với cách đấu cũ là được. Sau đây, chúng tôi xin trình bày cách đấu cho quạt hoặc động cơ một pha tự điện.

Động cơ một pha tự điện nói chung và quạt điện dùng tụ nói riêng bao giờ cũng gồm có hai cuộn dây, một cuộn là cuộn làm việc còn cuộn kia là cuộn khởi động. Hai cuộn dây này thường đưa ra ngoài bằng ba mối dây. Mỗi có hai đầu của hai cuộn đấu chung nhau là mối dây chung (C_n), mỗi có đầu còn lại của cuộn làm việc là mối dây làm việc (LV), mỗi có đầu còn lại của cuộn khởi động là mối dây khởi động (KD). Hai dây điện vào đấu vào mỗi dây chung và mỗi dây làm việc. Mỗi dây khởi động được đấu với một đầu tụ điện, đầu còn lại của tụ điện đấu trực tiếp với mỗi dây làm việc (h. 9-9, a). Muốn cho động cơ làm việc được ở điện 220V, dùng một tụ mới lớn hơn (tụ C') đem đấu vào giữa mỗi dây khởi động và mỗi dây chung, tức C' đấu song song với cuộn khởi động, hai dây điện vào được đấu vào mỗi dây làm việc và mỗi dây khởi động. Như vậy, cuộn dây làm việc đã được kéo dài ra bằng cách đấu nối tiếp với nó cuộn dây khởi động để đủ sức chịu được điện áp 220V (h. 9-9, c). Bây giờ, hãy xét xem nó có khởi động được không?

Với cách đấu cũ ở sơ đồ hình 9-9, a, dòng điện chạy trên cuộn dây làm việc I_{lv} mang tính điện cảm nên chậm pha hơn điện áp U một góc α . Do có tụ C đấu nối tiếp với cuộn khởi động nên dòng điện chạy trên cuộn khởi động I_{kd} mang tính điện dung và nó sớm pha hơn điện áp U một góc β . Kết quả có I_{lv} lệch pha so với I_{kd} một



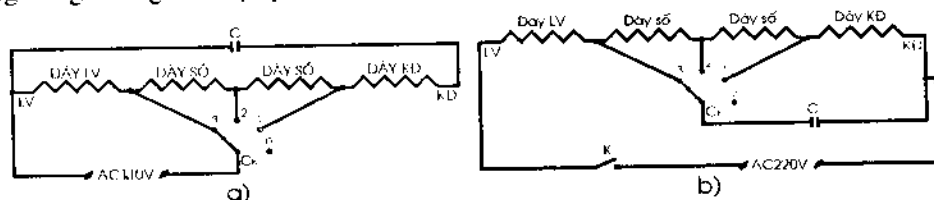
Hình 9-9. Mạch đấu chuyển từ điện 110V sang điện 220V cho động cơ điện xoay chiều một pha tự điện.

góc γ xấp xỉ 90° (h. 9-9, b). Hai dòng điện lệch pha nhau gần 90° chạy trên hai cuộn dây đặt lệch nhau trong không gian 90° (độ điện) sẽ tạo nên từ trường quay làm quay rôto.

Với cách đấu cải tiến ở hình 9-9, c, dòng điện chạy trên cuộn khởi động I'_{kd} mang tính điện cảm nên trễ pha hơn điện áp U một góc α' còn dòng điện chạy trên tụ C' (I'_c) mang tính điện dung và nó sớm pha hơn điện áp U một góc β' . Dòng điện chạy trên cuộn làm việc I'_{lv} là tổng hình học của I'_{kd} và I'_c , nó cũng lệch pha so với I'_{kd} một góc γ' xấp xỉ 90° (h.9-9, d). Như vậy, người ta đã thực hiện được việc làm cho dòng điện chạy trên cuộn làm việc và cuộn khởi động lệch nhau gần 90° . Vì vậy, quạt hoặc động cơ sẽ hoạt động bình thường.

Thông thường, tụ C' được chọn lớn hơn tụ C từ 1,2÷2 lần với điện áp đánh thủng từ 150V trở lên. Khi vận hành ở điện áp 220V cần đo lại dòng điện chạy trên cuộn làm việc, nếu thấy xấp xỉ bằng khi làm việc ở sơ đồ 110V là được. Nếu không có phương tiện đo dòng thì dùng vôn kế xoay chiều để kiểm tra điện áp. Hãy đo điện áp giữa hai đầu cuộn dây làm việc, tức đo giữa mỗi dây làm việc và mỗi dây chung, điện áp này phải xấp xỉ 110V. Nếu bé hơn 110V là tụ C' còn nhỏ, nếu lớn hơn 110V là tụ C' đã quá lớn. Có thể dùng nhiều tụ đấu song song để có điện dung thích hợp.

Ngoài ra, tất cả các loại quạt bàn tụ điện đều có cuộn dây số lồng chung rãnh stato. Muốn chuyển từ điện 110V sang điện 220V người ta làm như sơ đồ ở hình 9-10. Từ sơ đồ ở hình 9-10, a để dùng điện 110V, muốn chuyển sang điện 220V hãy nhấc sợi dây điện vào từ vị trí của con trượt trên chuyển mạch tốc độ (mỗi dây chung) sang dấu vào mỗi dây khởi động, sử dụng một tụ C' lớn hơn (theo trị số ở trên) đấu vào giữa mỗi dây khởi động và con trượt của chuyển mạch tốc độ (h.9-10, b). Cuộn làm việc được kéo dài ra bởi các cuộn dây số và cuộn dây khởi động nên chịu được điện áp 220V. Khi thay đổi vị trí của chuyển mạch, điện áp đặt vào cuộn dây làm việc được thay đổi nên thay đổi được vận tốc quay của quạt. Muốn điều chỉnh trị số của tụ C' cho hợp lý, đặt chuyển mạch ở vận tốc cao nhất (số 3) rồi đo điện áp giữa hai đầu cuộn làm việc. Nếu thấy xấp xỉ 110V là được, nếu sai phải chỉnh lại C' theo cách làm ở trên. Tuy nhiên, mạch này có nhược điểm khi chuyển mạch ở vị trí số 0 vẫn có dòng chạy qua các cuộn dây nên phải tắt quạt bằng công tắc ngoài hoặc phích cắm.



Hình 9-10. Đấu nối từ điện 110V sang 220V cho quạt bàn tụ điện.

Riêng các động cơ dùng tụ trong thời gian khởi động và các động cơ khởi động bằng phần tử ngược (có rơle hoặc nút bấm), mặc dù cũng có hai cuộn dây nhưng cuộn khởi động chỉ tham gia trong quá trình khởi động nên được quấn rất ít vòng. Vì vậy, khó sử dụng được các sơ đồ cải tiến nói trên. Các động cơ vòng chấp lại chỉ

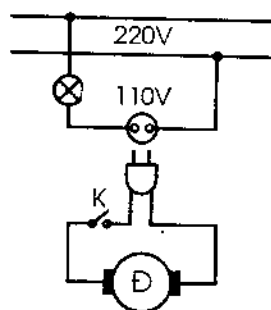
có một cuộn dây nên không có cách gì đấu lại được. Muốn sử dụng chúng ở điện 220V, phải dùng các phương pháp khác như đấu nối tiếp hai thiết bị, đấu tải phụ để tạo sụt áp hoặc sử dụng biến áp tự ngẫu...

9-6-3. Đấu tải phụ để tạo sụt áp

Việc đấu nối tiếp hai động cơ điện 110V để sử dụng điện 220V chỉ thực hiện được khi hai động cơ cùng loại và cùng công suất (chủ yếu là cùng công suất). Nếu không, một trong hai động cơ sẽ bị quá áp nên nhanh hỏng. Khi hai động cơ mắc nối tiếp chúng sẽ cùng vận hành hoặc cùng nghỉ nên đôi lúc lãng phí và bất tiện. Chỉ nên áp dụng khi không còn biện pháp nào khác.

Nếu không có hai động cơ cùng loại, cùng công suất thì phải dùng tải phụ như điện trở, cuộn cảm, tụ điện để tạo sụt áp.

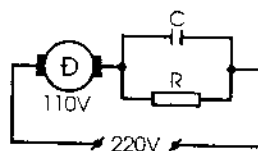
Sử dụng điện trở sẽ gây tổn hao công suất điện năng một cách vô ích và trị số công suất của điện trở lớn nên khó có khả năng thực hiện. Trường hợp không có cách giải quyết nào khác và nếu là những động cơ nhỏ như quạt điện thì nên đấu nối tiếp với nó một bóng đèn sợi đốt. Bóng có thể là loại 110V hoặc 220V. Loại 110V thì có công suất bằng công suất của động cơ. Loại 220V thì có công suất lớn gấp 4 lần công suất của động cơ. Dùng bóng 110V, khi khởi động bóng bị lóe sáng nên dễ đứt. Bóng đèn nên bố trí cố định vào mạng điện còn quạt thì có thể cơ động bằng phích cắm như hình 9-11.



Hình 9-11. Dùng tải phụ bằng bóng đèn sợi đốt để tạo sụt áp.

Sử dụng bóng đèn để tạo sụt áp cũng gây nhiều bất tiện như ban ngày vẫn phải bật đèn hoặc đêm khuya cũng chẳng thể nào tắt được. Để khắc phục triệt để các nhược điểm trên, nên sử dụng tụ điện hoặc cuộn cảm để tạo sụt áp cho động cơ hoặc quạt điện 110V. Tụ điện hoặc cuộn cảm chỉ tích trữ năng lượng ở một nửa chu kỳ, đến nửa chu kỳ sau lại phóng trả năng lượng cho mạng nên không gây tổn hao điện năng. Các cuộn cảm thường hiếm và khó chọn được trị số thích hợp nên ít được sử dụng còn các tụ điện thì lúc nào cũng kiếm được dễ dàng.

Tụ điện dùng để tạo sụt áp phải là loại tụ xoay chiều (tụ dầu) có điện dung bằng 0,1 công suất của động cơ hoặc quạt [tính bằng microfara (μF)] và điện áp đánh thủng từ 300V trở lên. Chẳng hạn, một quạt bàn điện 110V-40W, muốn dùng vào mạng điện 220V thì đấu nối tiếp với quạt một tụ dầu $4\mu F$ -300V. Để bảo đảm an toàn, nên đấu song song với tụ điện một điện trở cỡ một vài trăm kilôm, công suất từ 1-2W cho tụ phóng hết điện tích khi quạt hoặc động cơ đã ngừng hoạt động (h. 9-12). Sau cùng, cần kiểm tra lại điện áp trên hai đầu động cơ hoặc quạt. Nếu thấy xấp xỉ 110V là được, nếu sai phải điều chỉnh lại tụ C theo cách làm ở mục 9-6-2.

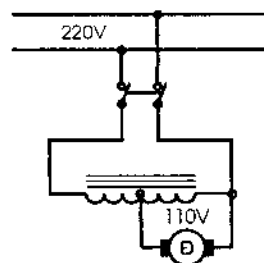


Hình 9-12. Dùng tải phụ bằng tụ điện để tạo sụt áp.

9-6-4. Dùng biến áp tự ngẫu để đổi điện áp

Với những động cơ có sử dụng rôlê khởi động, hoặc vì lý do nào khác không thể sử dụng được các phương pháp trên thì cách cuối cùng là dùng biến áp tự ngẫu kiểu giảm áp. Biến áp này nhỏ, gọn và được gắn cố định kèm theo động cơ nên rẻ và tiện lợi hơn dùng tăng giảm điện rất nhiều.

Biến áp tự ngẫu có đặc điểm, giữa cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp có đoạn dây dùng chung nên một phần công suất được truyền trực tiếp từ đầu vào sang đầu ra mà không ghép từ qua các cuộn dây và lõi thép. Vì vậy, kích thước và cỡ dây biến áp được thu nhỏ. Trong trường hợp giảm áp từ 220V xuống 110V thì công suất ra của biến áp được phép giảm bằng một nửa biến áp cách ly. Khi sử dụng biến áp tự ngẫu, phải căn cứ vào công suất và loại động cơ mà tính công suất ra của biến áp. Nếu là loại động cơ có cuộn khởi động chỉ sử dụng trong thời gian khởi động thì phải quán một biến áp có công suất ra lớn từ bốn đến năm lần công suất động cơ còn tất cả các động cơ khác thì chọn công suất ra của biến áp bằng công suất của động cơ. Cách tính toán để chế tạo một biến áp cụ thể, chúng tôi đã giới thiệu kỹ trong cuốn “Sửa chữa, chế tạo biến áp dân dụng và công nghiệp”. Biến áp tự ngẫu được đấu với động cơ và lưới điện như hình 9-13.



Hình 9-13. Dùng biến áp tự ngẫu để đổi điện áp.

9-7. Mạch lắp đặt động cơ điện xoay chiều ba pha ở lưới điện một pha

Trong thực tế, có trường hợp đã có sẵn động cơ ba pha nhưng lại chỉ có lưới điện một pha. Trước đây, phải quán lại động cơ đổi sang một pha nhưng ngày nay người ta đã có những sơ đồ có thể đấu động cơ ba pha vào lưới điện một pha. Sau đây, chúng tôi xin trình bày cách đấu, cách tính trị số điện dung của tụ điện để vận hành động cơ ba pha ở lưới điện một pha.

Khi đấu động cơ ba pha vào lưới điện một pha, công suất của động cơ sẽ giảm từ 10÷40% công suất định mức ghi trên etyket vì góc lệch 120° về không gian của động cơ không phù hợp với góc lệch 90° về thời gian của lưới điện còn tốc độ quay của nó vẫn không thay đổi vì tần số điện lưới và số cực vẫn như cũ.

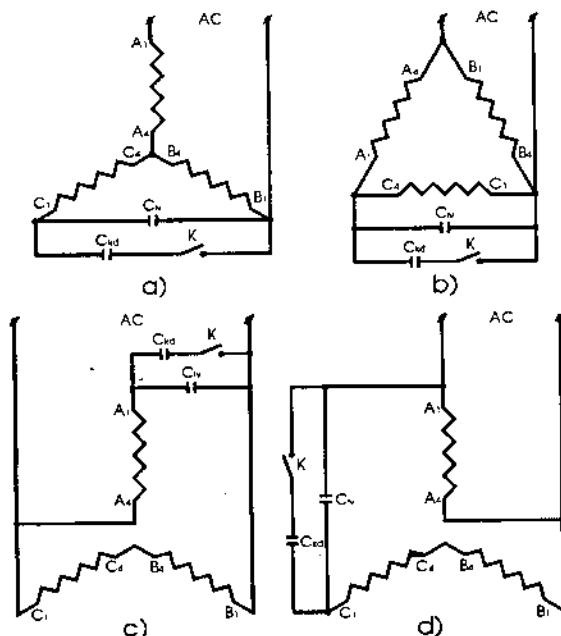
Động cơ ba pha khi đấu vào lưới điện một pha có thể được đấu theo các sơ đồ ở hình 9-14. Ở đây, phải căn cứ vào điện áp lưới một pha và điện áp định mức ghi trên etyket để quyết định chọn loại sơ đồ đấu dây nào cho thích hợp.

Với những động cơ mà trên bản cực chỉ có ba đầu dây ra, trên etyket chỉ ghi một loại điện áp định mức ứng với một cách đấu hoặc Y hoặc Δ . Lúc này phải sử dụng các sơ đồ ở hình 9-14, a, b. Khi đó, động cơ sử dụng được ở lưới có điện áp bằng điện áp dây định mức của nó. Như vậy, động cơ có điện áp dây định mức 110V có thể làm việc ở lưới điện 110V, động cơ có điện áp dây định mức 220V có thể làm việc được ở lưới điện 220V...

Với những động cơ mà trên bản cực có sáu hoặc chín đầu dây ra, trên etyket sẽ có ghi hai loại điện áp định mức, (110/220V hoặc 220/380V). Nếu điện áp lưới bằng

điện áp định mức lớn của động cơ, chẳng hạn bằng 220V đối với loại động cơ 110/220V thì phải dùng sơ đồ ở hình 9-14, c. Nếu điện áp lưới bằng điện áp định mức nhỏ của động cơ, chẳng hạn bằng 220V đối với loại động cơ 220/380V thì phải dùng sơ đồ ở hình 9-14, d.

Cuộn dây trong đó có đầu nối tiếp các tụ điện được gọi là pha tụ điện. Cuộn dây còn lại đấu với điện áp lưới được gọi là pha chính. Khi đấu vào lưới điện một pha, công suất của động cơ sẽ giảm nhiều. Vì vậy, người ta thường dùng tụ điện đấu thường trực trong suốt thời gian động cơ vận hành ở pha tụ điện. Tụ đó gọi là tụ làm việc (C_{lv}). Trị số điện dung của tụ điện làm việc đối với mỗi sơ đồ phải có một giá trị xác định và có thể suy ra từ điện áp lưới một pha và dòng điện pha định mức của động cơ ba pha (có ghi trên etyket):



Hình 9-14. Mạch lắp đặt động cơ điều khiển ba pha ở lưới điện một pha.

$$C_{lv} = \frac{K_{sd} I_f}{U_1}, \quad (9-13)$$

C_{lv} - điện dung tụ điện làm việc (μF);

K_{sd} - hệ số sơ đồ (ở tần số 50Hz, đối với sơ đồ ở hình 9-14, a lấy $K_{sd} = 2800$; đối với sơ đồ ở hình 9-14, b lấy $K_{sd} = 4800$; đối với sơ đồ ở hình 9-14, c lấy $K_{sd} = 2740$; đối với sơ đồ ở hình 9-14, d lấy $K_{sd} = 1600$).

I_f - dòng điện pha định mức lấy trên etyket, đối với sơ đồ ở hình 9-14, a, c lấy theo mẫu số; đối với sơ đồ ở hình 9-14, b, d lấy theo tử số (A);

U_1 - điện áp lưới một pha (V).

Kinh nghiệm cho thấy, với những động cơ lắp đặt ở lưới điện 220V, cứ mỗi kilôoát phải có $C_{lv} = 65 \mu F$. Chẳng hạn, một động cơ ba pha 220/380V-0,6kW đấu lại để dùng điện một pha 220V thì phải dùng tụ điện làm việc có điện dung là: $C_{lv} = 65 \times 0,6 = 39 \mu F$.

Với những động cơ có công suất trên 0,6kW và những động cơ khởi động ở chế độ có tải, người ta phải lắp thêm một tụ điện nữa song song với tụ điện làm việc để tăng cường thêm mômen khởi động gọi là tụ khởi động (C_{kd}). Khi động cơ đã quay đều, C_{kd} sẽ được ngắt ra khỏi mạch điện nhờ một công tắc ngắt mạch.

Tăng trị số điện dung khởi động sẽ làm tăng mômen khởi động nhưng chỉ tới một giới hạn nào đó sẽ được mômen khởi động cực đại. Sau đó, nếu tiếp tục tăng trị

số điện dung sẽ dẫn đến giảm mômen khởi động. Trong thực tế, người ta thường chọn tụ khởi động có trị số điện dung bằng từ 2÷3 lần tụ làm việc. Cả tụ khởi động và tụ làm việc đều phải là loại tụ dầu có điện áp đánh thủng lớn hơn từ 1,5÷2 lần điện áp lưới điện một pha.

Ví dụ. Một động cơ điện xoay chiều ba pha, công suất 1kW, điện áp 220/380V, dòng điện pha 4,2/2,4A. Hãy đấu lại để sử dụng ở mạng điện một pha 220V ở chế độ cố tải.

Như vậy, động cơ này khi đấu Δ có thể sử dụng ở mạng điện ba pha có điện áp dây 220V với dòng điện pha 4,2A còn khi đấu Y có thể sử dụng được ở mạng điện ba pha có điện áp dây 380V với dòng điện pha 2,4A. Muốn đấu đổi thành động cơ một pha 220V phải sử dụng sơ đồ ở hình 9-14, b, d với dòng điện pha 4,2A.

Nếu dựa vào cách tính kinh nghiệm có thể xác định được điện dung của tụ làm việc $C_{lv} = 65\mu F$ và điện dung của tụ khởi động $C_{kd} = (130 \div 195)\mu F$ với điện áp đánh thủng lớn hơn 380V.

Với những động cơ có ghi rõ dòng điện pha như trên thì nên sử dụng công thức 9-13 để tính điện dung làm việc cho từng loại mạch điện cho hợp lý hơn. Như trên đã chọn sơ đồ ở hình 9-14, b, d.

Với sơ đồ ở hình 9-14, b:

$$C_{lv} = \frac{K_{sd} I_f}{U_1} = \frac{4800 \cdot 4,2}{220} \approx 92\mu F$$

$$C_{kd} = (2 \div 3) C_{lv} = (2 \div 3) 92 = (184 \div 276)\mu F$$

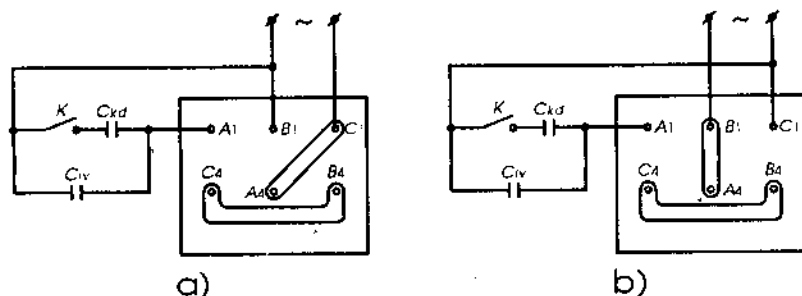
Với sơ đồ ở hình 9-14, d:

$$C_{lv} = \frac{K_{sd} I_f}{U_1} = \frac{1600 \cdot 4,2}{220} \approx 31\mu F$$

$$C_{kd} = (2 \div 3) C_{lv} = (2 \div 3) 31 = (62 \div 93)\mu F$$

Nếu không có tụ điện dung lớn có thể dùng nhiều tụ điện dung nhỏ đấu song song lại với nhau. Trường hợp tụ không đủ điện áp thì phải đấu nối tiếp vài ba chiếc lại cho đủ nhưng điện dung của cả dãy tụ mắc nối tiếp sẽ nhỏ hơn điện dung của tụ điện nhỏ nhất dãy.

C_{lv} được coi là lựa chọn đúng nếu dòng điện và điện áp trên các cuộn dây pha khi đầy tải ở lưới điện một pha bằng trị số định mức ở chế độ ba pha.



Hình 9-15. Cách đấu trên bản cực cho động cơ ở hình 9-14, c để sử dụng ở lưới điện một pha.

Động cơ ba pha khi đấu vào lưới điện một pha mà bị quay ngược có thể đổi chiều quay bằng cách đảo chéo hai đầu dây của pha chính hoặc pha tụ điện. Thông thường người ta đảo chéo hai đầu dây của pha tụ điện. Điều này có thể thực hiện ngay ngoài bản cực. Hình 9-15, *a* biểu diễn cách đấu dây ngoài bản cực cho sơ đồ ở hình 5-14, *c*. Nếu động cơ bị quay ngược thì đấu đảo đầu cho cuối của pha tụ điện như hình 9-15, *b*.

Chương 10. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MỚI TRONG XỬ LÝ VẬN TỐC

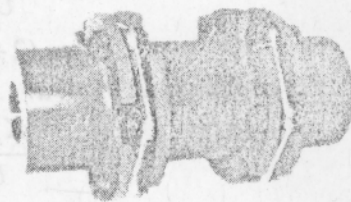
Trong mục 3-2-1 (trang 23) chúng tôi đã nhắc đến các giải pháp xử lý vận tốc bằng hộp giảm tốc, bằng động cơ vô cấp hay bằng biến tần. Ở mục 3-2-2 (trang 25) lại giới thiệu một số mạch xử lý vận tốc bằng điện tử. Thế theo nguyện vọng của số đông bạn đọc, trong chương này chúng tôi xin giới thiệu sâu hơn về một số giải pháp xử lý vận tốc hiện đang được ứng dụng nhiều trong công nghiệp và dân dụng.

10-1. Các giải pháp xử lý vận tốc bằng cơ khí

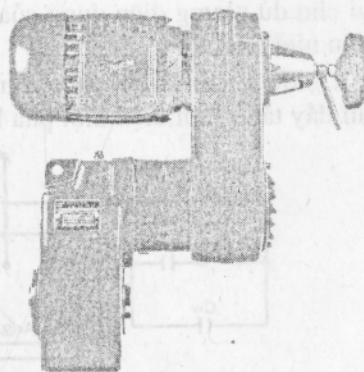
Trong thực tế, vận tốc quay của máy công tác có thể bằng, có thể nhỏ hơn, có thể lớn hơn vận tốc quay của động cơ điện. Khi đó, người ta phải sử dụng các cơ cấu truyền động để phối hợp giữa vận tốc quay của động cơ điện với vận tốc quay của máy công tác. Có thể tạm chia cơ cấu truyền động ra làm hai loại là loại có khớp nối cứng và loại có khớp nối mềm.

Khớp nối cứng là khớp nối mà trục quay của máy công tác được gắn nối tiếp với trục quay của động cơ điện (*h.* 10-1). Loại này được áp dụng trong trường hợp vận tốc quay của động cơ điện bằng vận tốc quay của máy công tác và thường thấy ở các máy công tác có động cơ từ 10kW trở lên (máy thủy lực, băng chuyền, máy cán kéo kim loại...). Dùng khớp nối cứng có ưu điểm: cơ cấu truyền động đơn giản, nhỏ gọn, thích hợp với tải lớn nhưng yêu cầu về độ đồng trục giữa trục động cơ và trục máy công tác rất nghiêm ngặt. Nếu không sẽ có dao động phụ gây rung, lắc và phát sinh tiếng ồn lớn. Các yêu cầu về lắp đặt và điều chỉnh chúng tôi đã giới thiệu trong mục 9-2 (trang 240).

Khớp nối mềm là khớp nối mà trục quay của máy công tác đặt song song với trục quay của động cơ điện. Việc truyền động giữa động cơ điện và máy công tác được thực hiện bằng băng đai (dây cuaroa) hoặc xích tải (*h.* 10-2). Trong trường hợp



Hình 10-1. Khớp nối cứng kiểu ARPEX



Hình 10-2. Điều chỉnh vận tốc bằng dây cuaroa

vận tốc quay giữa máy công tác và động cơ điện chênh lệch nhau không nhiều người ta thường dùng dây cuaroa hoặc xích tải truyền động trực tiếp từ trục quay của động cơ điện sang trục quay của máy công tác. Nếu dùng dây cuaroa thì việc phối hợp giữa vận tốc quay của động cơ điện và máy công tác được thực hiện bằng cách thay đổi đường kính puli của chúng. Các thông tin này chúng tôi đã giới thiệu trong công thức (7-37) ở cuối mục 7-5 (trang 149).

Nếu dùng xích tải thì việc phối hợp giữa vận tốc quay của động cơ điện và máy công tác được thực hiện bằng bánh răng (nhông). Nếu gọi n_1 là vận tốc quay của động cơ, m_1 là số răng của bánh răng lắp trên trục quay của động cơ, n_2 là vận tốc quay của máy công tác, m_2 là số răng của bánh răng lắp trên trục quay của máy công tác thì:

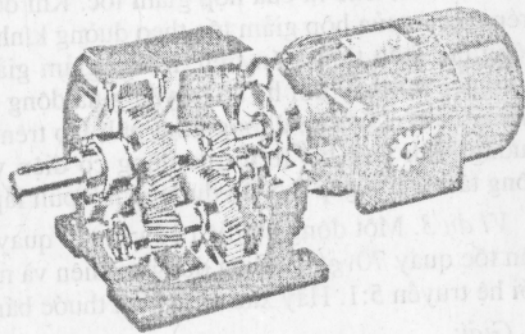
$$m_1 = \frac{n_2 m_2}{n_1} \quad \text{hay} \quad m_2 = \frac{n_1 m_1}{n_2} \quad (10-1)$$

Ví dụ 1. Một động cơ điện có vận tốc quay 2800v/g/ph kéo một máy công tác có vận tốc quay 700v/g/ph. Số răng của bánh răng sẽ được xác định là:

$$m_2 = \frac{n_1 m_1}{n_2} = \frac{2800 m_1}{700} = 4 m_1$$

Như vậy, nếu bánh răng lắp trên trục quay của động cơ điện dùng loại 11 răng thì bánh răng lắp trên trục quay của máy công tác phải dùng loại 44 răng. Các loại bánh răng này có thể tìm thấy dễ dàng ở các bãi phế liệu với giá rẻ, chất lượng tốt. Nếu kích thước lỗ của bánh răng không phù hợp với đường kính trục máy thì có thể xử lý bằng phương pháp khoét hoặc đóng somi cho bánh răng.

Trường hợp vận tốc quay của động cơ điện và máy công tác chênh lệch nhau quá lớn thì người ta phải đặt vào giữa động cơ điện và máy công tác một bộ chuyển đổi vận tốc. Bộ này có thể là loại tăng tốc, có thể là loại giảm tốc nhưng thông dụng là loại giảm tốc nên người ta quen gọi bộ chuyển đổi vận tốc là "hộp giảm tốc". Nguyên tắc hoạt động của hộp giảm tốc là dùng các bánh răng trung gian có số răng khác nhau để thay đổi hệ số truyền từ động cơ sang máy công tác (h. 10-3). Đa số các hộp giảm tốc thay đổi hệ số truyền bằng bánh răng đều cho ra một loại vận tốc. Đôi khi, người ta cũng chế tạo loại hộp giảm tốc cho ra 3, 4, 5, 6 loại vận tốc. Khi đó, người ta phải dùng li hợp (côn) và cần số để thay đổi các bộ bánh răng trung gian.

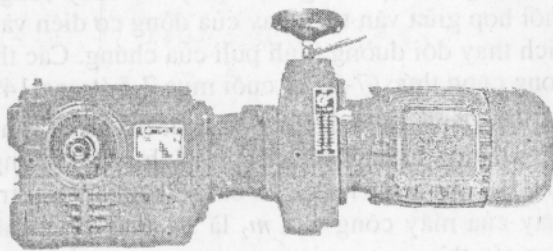


Hình 10-3. Thay đổi vận tốc bằng bánh răng trung gian.

Hộp giảm tốc có loại độc lập, có loại gắn liền với động cơ điện. Nếu gắn liền với động cơ điện thì trên etyket sẽ có ghi cả vận tốc quay của trục động cơ lẫn vận tốc quay của trục giảm tốc. Trong lắp đặt, chỉ cần biết vận tốc quay trên

trục giảm tốc là đủ. Loại gắn liền với động cơ điện còn có loại có khả năng điều chỉnh vận tốc trơn và mịn trong một khoảng nhất định gọi là động cơ điện vô cấp (h. 10-4). Khi đó, thay vì dùng các bộ bánh răng trung gian để thay đổi vận tốc, người ta thay đổi độ bám của các đĩa ma sát để thay đổi vận tốc. Loại này thuận tiện trong sử dụng và lắp đặt nhưng đắt và không bền.

Việc tính toán kích thước puli hoặc bánh răng lắp trên trục động cơ điện, hộp giảm tốc và máy công tác được thực hiện bằng công thức (7-37) hoặc (10-1).



Hình 10-4. Điều chỉnh vận tốc bằng ma sát (động cơ vô cấp).

Ví dụ 2. Một động cơ có vận tốc quay 2800 vg/ph kéo một máy công tác có vận tốc quay 40 vg/ph . Giữa động cơ và máy công tác có đặt một hộp giảm tốc rồi có hệ số truyền $10:1$. Hãy xác định kích thước puli của chúng.

Giải:

Để đơn giản, hãy chọn kích thước puli lắp trên trục động cơ điện bằng kích thước puli lắp trên trục vào của hộp giảm tốc. Như vậy, hệ số truyền giữa động cơ điện và hộp giảm tốc là $1:1$. Trục vào của hộp giảm tốc được quay với vận tốc 2800 vg/ph . Trục ra của hộp giảm tốc được quay với vận tốc $\frac{2800}{10} = 280 \text{ vg/ph}$.

$$\text{Theo (7-37): } d_2 = \frac{n_1 d_1}{n_2} = \frac{280 d_1}{40} = 7 d_1$$

Như vậy, đường kính puli lắp trên trục máy công tác sẽ lớn gấp 7 lần đường kính puli lắp trên trục ra của hộp giảm tốc. Khi đó, cần cực tiểu hóa kích thước puli lắp trên trục ra của hộp giảm tốc theo đường kính trục rồi chế tạo puli lắp trên trục máy công tác theo tính toán trên. Muốn giảm giảm đường kính puli lắp trên trục máy công tác thì thay đổi hệ số truyền giữa động cơ điện và trục vào hộp giảm tốc ($2:1$ chẳng hạn). Lúc đó, đường kính puli lắp trên trục vào hộp giảm tốc sẽ lớn gấp đôi đường kính puli lắp trên trục động cơ điện và đường kính puli lắp trên trục máy công tác sẽ lớn gấp 3,5 lần đường kính puli lắp trên trục ra của hộp giảm tốc.

Ví dụ 3. Một động cơ điện có vận tốc quay 1400 vg/ph kéo một máy công tác có vận tốc quay 70 vg/ph . Giữa động cơ điện và máy công tác có đặt một hộp giảm tốc với hệ truyền $5:1$. Hãy xác định kích thước bánh răng để lắp cho chúng.

Giải:

Chọn hệ số truyền giữa động cơ điện và hộp giảm tốc là $2:1$. Điều đó có nghĩa là, nếu bên trục động cơ lắp bánh răng 12 răng thì bên trục vào của hộp giảm tốc lắp bánh răng 24 răng. Lúc này, trục vào của hộp giảm tốc quay với vận tốc $\frac{1400}{2} = 700 \text{ vg/ph}$. Trục ra của hộp giảm tốc quay với vận tốc $\frac{700}{5} = 140 \text{ vg/ph}$.

$$\text{Theo (10-1): } m_2 = \frac{n_1 m_1}{n_2} = \frac{140 m_1}{70} = 2 m_1$$

Như vậy, nếu trên trục ra của hộp giảm tốc lắp bánh răng 15 răng thì trên trục của máy công tác lắp bánh răng 30 răng.

10-2. Các giải pháp xử lý vận tốc bằng điện tử

Ngoài những mạch điện đã giới thiệu ở các hình 3-14 và 3-16, trong mục này chúng tôi xin giới thiệu thêm một số mạch điện do các đồng nghiệp và một số bạn đọc mới sưu tầm được.

10-2-1. Điều chỉnh vận tốc bằng biến tần

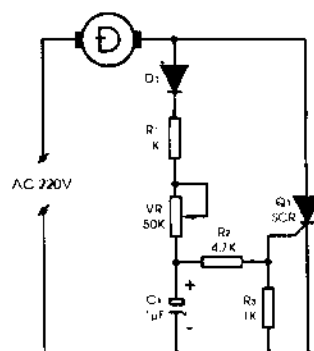
Bộ biến tần thường được dùng để điều chỉnh vận tốc cho các loại động cơ điện xoay chiều một pha và ba pha. Trong mục 3-2-1 chúng tôi đã chứng minh rằng, vận tốc quay của động cơ điện xoay chiều tỉ lệ thuận với tần số điện lưới và tỉ lệ nghịch với số cực của động cơ. Người ta dùng một bộ biến tần (biến đổi tần số điện lưới) lắp vào mạch cấp nguồn cho động cơ điện xoay chiều thì sẽ điều chỉnh được vận tốc quay của nó một cách trơn và mịn trong một phạm vi nhất định. Khi tần số điện lưới tăng, động cơ quay nhanh, khi tần số điện lưới giảm, động cơ quay chậm. Điều chỉnh vào biến trở hoặc ấn vào phím điều chỉnh trên bộ biến tần sẽ điều chỉnh được tần số điện lưới cấp cho động cơ.

Bộ biến tần đang được sử dụng trên thị trường hiện nay khá đa dạng do một số hãng nổi tiếng như ABB, LG sản xuất nhưng thông dụng nhất là các loại biến tần giá rẻ có nguồn gốc từ Trung Quốc, Đài Loan, Hồng Kông... Khi lắp đặt cần căn cứ vào công suất và vận tốc quay của động cơ, dải điều chỉnh vận tốc của máy công tác mà lựa chọn bộ biến tần có dải điều chỉnh thích hợp. Nhìn chung, người ta thường sử dụng bộ biến tần phổ thông để thay thế trong trường hợp sử dụng động cơ vô cấp hay bị hỏng. Chẳng hạn, một thiết bị trước đây dùng động cơ vô cấp 2,8kW với dải điều chỉnh vận tốc từ 70 đến 120vg/ph nay có thể thay thế bằng động cơ 2,8kW-1400vg/ph với bộ biến tần có dải điều chỉnh vận tốc từ 1400vg/ph xuống 70÷120vg/ph. Nếu trường hợp không có bộ biến tần có dải điều chỉnh thích hợp thì phải đặt vào giữa động cơ và máy công tác một hộp giảm tốc. Cách tính hộp giảm tốc và đường kính puli giống như trường hợp xử lý vận tốc bằng cơ khí.

10-2-2. Mạch điều chỉnh vận tốc động cơ một chiều và động cơ một pha rôto quấn dây

Hình 10-5 là sơ đồ nguyên lý mạch điện cơ bản dùng để điều chỉnh vận tốc động cơ một chiều và động cơ một pha rôto quấn dây bằng tiristo. Nguyên lý hoạt động của mạch như sau.

Điốt D_1 nắn điện một chiều nạp cho tụ C_1 để tạo nên các xung điện áp dương đưa tới kích thích cực G của



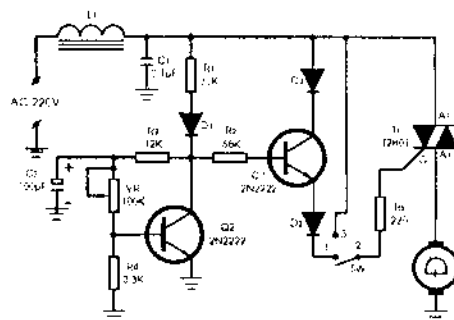
Hình 10-5. Mạch điều chỉnh vận tốc động cơ một chiều và động cơ một pha rôto quấn.

trixto (SCR) Q_1 làm cho Q_1 dẫn điện theo một chiều. Điện trở R_1 , biến trở VR và tụ C_1 làm thành mạch hằng số thời gian $\tau = RC$ quyết định thời gian nạp của tụ C_1 . Khi điều chỉnh biến trở VR , hằng số thời gian τ sẽ biến đổi. VR lớn thì τ lớn, thời gian nạp của C_1 dài, SCR được kích trễ, dòng điện qua động cơ nhỏ, động cơ quay chậm. VR nhỏ thì τ nhỏ, thời gian nạp tụ ngắn, SCR được kích sớm, dòng điện qua động cơ lớn, động cơ quay nhanh. Như vậy, điều chỉnh biến trở VR , người ta đã điều chỉnh được vận tốc quay của động cơ.

10-2-3. Mạch điều chỉnh và ổn định vận tốc động cơ một pha

Trong một số thiết bị công nghiệp (băng chuyền chẳng hạn), việc điều chỉnh và ổn định vận tốc cho các cơ cấu chuyển động đóng vai trò quyết định cho sự hoạt động nhịp nhàng, ăn khớp của toàn bộ thiết bị. Muốn vậy, phải điều chỉnh và ổn định được vận tốc cho các động cơ lắp trong chúng. Hình 10-6 là sơ đồ nguyên lý mạch điện cơ bản dùng để điều chỉnh và ổn định vận tốc cho động cơ một pha. Nguyên lý hoạt động của mạch như sau.

Động cơ một pha được cấp nguồn qua cuộn cảm L_1 và triac T_1 . Khi động cơ quay, điện áp trên hai đầu động cơ đặt vào chân A_1 của triac. Nếu động cơ bị giảm tốc (tải tăng chẳng hạn), điện áp trên A_1 giảm, diốt D_2 sẽ dẫn tạo dòng kích cho triac, dòng qua triac tăng giữ cho vận tốc quay của động cơ không bị giảm. Nếu động cơ bị giảm tốc (tải tăng chẳng hạn), điện áp trên A_1 tăng, D_2 bị phân cực ngược nên ngưng dẫn, dòng điện qua triac giảm giữ cho vận tốc quay của động cơ không bị tăng.



Hình 10-6. Mạch điều chỉnh và ổn định vận tốc động cơ một pha.

Muốn thay đổi vận tốc quay của động cơ người ta điều chỉnh vào biến trở VR . Khi VR được chỉnh theo hướng giảm, điện áp đặt lên cực gốc của Q_1 tăng, dòng qua cực gốc của Q_1 tăng, điện áp đặt vào cực gốc của Q_2 giảm, dòng cực phát của Q_2 giảm, dòng kích triac giảm, dòng qua triac và động cơ giảm, động cơ quay chậm lại. Khi VR điều chỉnh theo hướng tăng, quá trình diễn ra ngược lại.

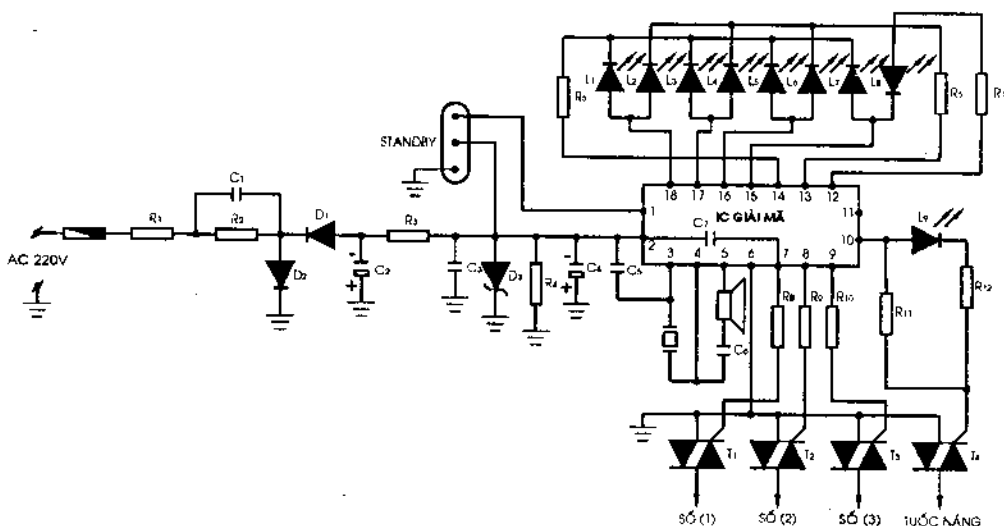
10-2-4. Mạch điều khiển từ xa trong quạt bàn, quạt cây và quạt treo tường

Thời gian gần đây, một số bạn đọc than phiền về những khó khăn khi tiếp xúc với các loại quạt có sử dụng mạch điều khiển từ xa. Qua tìm hiểu chúng tôi thấy, mạch điện dùng trong quạt điều khiển từ xa không phức tạp nhưng việc phổ cập kiến thức đang gặp khó khăn do đa số các kỹ thuật viên sửa chữa quạt và động cơ điện không có kiến thức sâu về điện tử còn các kỹ thuật viên điện tử thì lại hiểu lơ mơ về quạt và động cơ điện. Để giúp bạn đọc tìm hiểu được dễ dàng hơn, chúng tôi xin giới thiệu thêm về loại mạch này.

Về cơ bản, quạt điện sử dụng mạch điều khiển từ xa và quạt điện sử dụng phím bấm chỉ là một. Trong quạt sử dụng mạch điều khiển từ xa người ta vẫn sử dụng

ống dây giống như quạt sử dụng phím bấm. Nghĩa là, ống dây vẫn được cấu tạo từ cuộn dây làm việc, cuộn dây khởi động và các cuộn dây số giống như chúng ta đã làm quen từ trước tới giờ. Điều khác nhau duy nhất ở đây là, thay vì sử dụng chuyển mạch cơ khí người ta sử dụng chuyển mạch điện tử để thay đổi vị trí của mỗi dây chung (C_h) trong sơ đồ đấu dây của quạt bàn tụ điện có cuộn dây số lắp trong. Vì vậy, để tìm hiểu nguyên lý hoạt động trong quạt sử dụng điều khiển từ xa, chúng ta chỉ cần tìm hiểu nguyên lý hoạt động của chuyển mạch điện tử là đủ.

Hình 10-7 là mạch điện điển hình trong quạt sử dụng điều khiển từ xa. Mạch gồm bốn khối chính là khối giải mã, khối khống chế, khối hiển thị và khối nguồn.



Hình 10-7. Mạch điện điển hình dùng trong quạt cây và quạt treo tường điều khiển từ xa.

Khối giải mã gồm có tế bào quang điện STANDBY nhận tín hiệu hồng ngoại từ điều khiển từ xa tới và mạch tổ hợp (IC) giải mã tín hiệu hồng ngoại thành tín hiệu điều khiển đưa tới khống chế các triac tương ứng.

Khối khống chế gồm các triac T_1, T_2, T_3, T_4 đóng vai trò các van đóng, ngắt để thực hiện chức năng của một chuyển mạch điện tử.

Khối hiển thị gồm các diốt phát quang (LED) từ L_1 đến L_9 để hiển thị tình trạng hiện hành của các chức năng điều khiển.

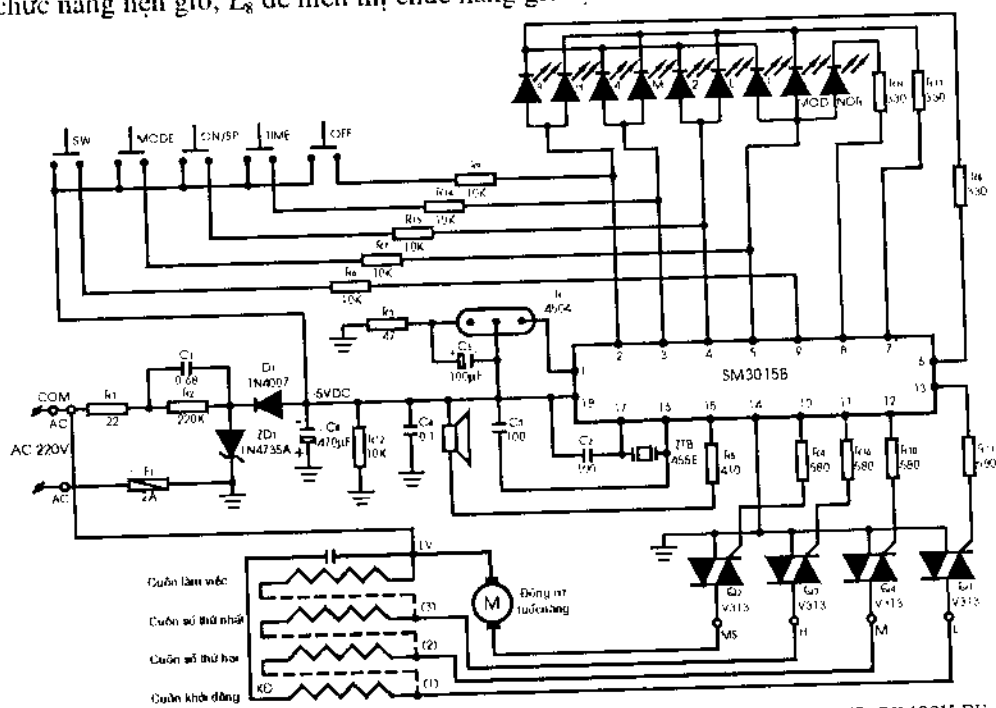
Khối nguồn gồm điện trở phân áp R_1, R_2 ; mạch nắn dòng trực tiếp hai bán kỳ C_1, D_1, D_2 ; mạch ổn áp R_3, D_3 và mạch lọc nguồn $C_2, C_3, C_4, C_5, C_7, R_4$ làm nhiệm vụ cấp nguồn một chiều ổn định cho các khối và nguồn xoay chiều cho quạt.

Giả sử trên điều khiển từ xa chúng ta đặt chế độ cho quạt quay số (1). Tín hiệu hồng ngoại mang mã số (1) được đưa tới IC giải mã thông qua tế bào quang điện STANDBY. Ở chân số 7 của IC giải mã có tín hiệu điều khiển thông qua điện trở R_8 đưa tới mở triac T_1 . Mỗi dây số (1) của quạt được nối thông với mỗi dây C_h tương tự như khi chúng ta ấn phím số (1) trong quạt phím bấm. Đèn LED L_2 bật sáng.

Nếu muốn cho quạt quay số (2). Trên điều khiển từ xa chúng ta ấn phím số (2), tín hiệu hồng ngoại mang mã số (2) được gửi tới IC giải mã. Đồng thời với việc

ngắt tín hiệu mở triac T_1 , ở chân số 8 của IC giải mã xuất hiện tín hiệu điều khiển thông qua điện trở R_9 đưa tới mở triac T_2 . Mỗi dây số (2) được nối thông với mỗi dây C_n tương tự như khi chúng ta ấn phím số (2) trong quạt phím bấm. Đèn LED L_2 tắt L_4 sáng. Khi ấn chế độ quay tuốc năng, triac T_4 được mở nối thông mạch cấp nguồn cho một động cơ nhỏ nằm ở trên bầu hoặc để quạt làm quay tuốc năng, đèn LED L_5 bật sáng đồng thời với các đèn L_2 hoặc L_4 hoặc L_6 .

Ngoài ra, trong quạt còn có chức năng hẹn giờ và chức năng gió tự nhiên. Khi sử dụng chức năng gió tự nhiên, IC giải mã sẽ điều khiển các triac T_1, T_2, T_3 lúc thì mở hết cỡ, lúc thì mở một phần để cho quạt quay lúc mạnh, lúc yếu tạo cảm giác dễ chịu như đang thưởng thức gió trời vậy. Các đèn LED L_1, L_3, L_5, L_7 để hiển thị các chức năng hẹn giờ; L_8 để hiển thị chức năng gió tự nhiên.



Hình 10-8. Mạch nguyên lý trong quạt treo tường và quạt cây điều khiển từ xa hiệu VINAWIND QD400X-BF.

Hình 10-8 là mạch điện nguyên lý của quạt treo tường và quạt cây điều khiển từ xa hiệu VINAWIND QD400X-BF do Công ty Điện cơ Thống nhất sản xuất. Trong đó, triac Q_1 mở cho quạt quay vận tốc chậm, Q_4 mở cho quạt quay vận tốc trung bình, Q_3 mở cho quạt quay vận tốc cao, Q_2 mở cho động cơ tuốc năng hoạt động. Các nút bấm để điều chỉnh trực tiếp không cần điều khiển từ xa. Nút *ON/SP* đặt các vận tốc quay; *SW* tắt, mở tuốc năng; *MODE* tắt, mở chế độ gió tự nhiên (gió thoảng); *TIME* hẹn giờ tắt; *OFF* tắt quạt. Đèn LED L, M, H hiển thị vận tốc chậm, trung bình, nhanh; 1, 2, 4, 8 hiển thị thời gian tắt sau 1, 2, 4, 8h; *NOR* hiển thị chế độ bình thường; *MOD* hiển thị chế độ gió tự nhiên (không có đèn hiển thị chế độ mở tuốc năng). Thạch anh 455Hz kết hợp với loa tạo nên tiếng kêu “píp” mỗi khi chuyển chế độ.

Nhìn chung, có thể dễ dàng chuyển đổi quạt điều khiển từ xa thành quạt phím bấm cơ hoặc ngược lại. Nếu đang có sẵn quạt phím bấm cơ hãy dùng vĩ mạch này (mua tại các cơ sở bảo hành của Công ty Điện cơ Thống nhất với giá 85 000đ/vĩ) để lắp thêm cho quạt như hình 10-9. Khi muốn sử dụng điều khiển từ xa phải để phím bấm cơ ở số (0). Khi muốn sử dụng phím bấm cơ phải tắt vĩ mạch điện tử bằng điều khiển từ xa hoặc nút bấm **OFF**. Nếu không kiểm soát được điều đó thì tốt hơn hết

nên loại trừ phím bấm cơ để tránh trường hợp hai mối dây số cùng được nối thông với mối dây chung.

Ngoài ra, trên thị trường còn thấy xuất hiện loại quạt trần điều khiển từ xa gắn ở cán quạt. Mạch này còn đơn giản hơn nhiều vì không có cửa điều khiển tuốcnăng và không có các đèn LED hiển thị nhưng ở đầu ra thường có 5 cửa dùng cho 5 số.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1. Bảng quy đổi cỡ dây theo đường kính

Đường kính dây gốc (mm)	Đường kính dây có tiết diện bằng một nửa (mm)	Đường kính dây có tiết diện lớn gấp đôi (mm)	Đường kính dây gốc (mm)	Đường kính dây có tiết diện bằng một nửa (mm)	Đường kính dây có tiết diện lớn gấp đôi (mm)
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
0,03	0,02	0,04	0,33	0,23	0,47
0,04	0,03	0,06	0,34	0,24	0,48
0,05	0,04	0,07	0,35	0,25	0,49
0,06	0,04	0,08	0,36	0,25	0,51
0,07	0,05	0,10	0,37	0,26	0,52
0,08	0,06	0,11	0,38	0,27	0,54
0,09	0,06	0,13	0,39	0,28	0,55
0,10	0,07	0,14	0,40	0,28	0,57
0,11	0,08	0,16	0,41	0,29	0,58
0,12	0,08	0,17	0,42	0,30	0,59
0,13	0,09	0,18	0,43	0,30	0,61
0,14	0,10	0,20	0,44	0,31	0,62
0,15	0,11	0,21	0,45	0,32	0,64
0,16	0,11	0,23	0,46	0,33	0,65
0,17	0,12	0,24	0,47	0,33	0,66
0,18	0,13	0,25	0,48	0,34	0,68
0,19	0,13	0,27	0,49	0,35	0,69
0,20	0,14	0,28	0,50	0,35	0,71
0,21	0,15	0,30	0,51	0,36	0,72
0,22	0,16	0,31	0,52	0,37	0,74
0,23	0,16	0,33	0,53	0,37	0,75
0,24	0,17	0,34	0,54	0,38	0,76
0,25	0,18	0,35	0,55	0,39	0,78
0,26	0,18	0,37	0,56	0,40	0,79
0,27	0,19	0,38	0,57	0,40	0,81
0,28	0,20	0,40	0,58	0,41	0,82
0,29	0,21	0,41	0,59	0,42	0,83
0,30	0,21	0,42	0,60	0,42	0,85
0,31	0,22	0,44	0,61	0,43	0,86
0,32	0,23	0,45	0,62	0,44	0,88

(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
0,63	0,45	0,89	1,30	0,92	1,84
0,64	0,45	0,91	1,35	0,95	1,91
0,65	0,46	0,92	1,40	0,99	1,98
0,66	0,47	0,93	1,45	1,03	2,05
0,67	0,47	0,95	1,50	1,06	2,12
0,68	0,48	0,96	1,55	1,10	2,19
0,69	0,49	0,98	1,60	1,13	2,26
0,70	0,49	0,99	1,65	1,17	2,33
0,71	0,50	1,00	1,70	1,20	2,40
0,72	0,51	1,02	1,75	1,24	2,47
0,73	0,52	1,03	1,80	1,27	2,55
0,74	0,52	1,05	1,85	1,31	2,62
0,75	0,53	1,06	1,90	1,34	2,69
0,76	0,54	1,07	1,95	1,38	2,76
0,77	0,54	1,09	2,00	1,41	2,83
0,78	0,55	1,10	2,05	1,45	2,90
0,79	0,56	1,12	2,10	1,48	2,97
0,80	0,57	1,13	2,15	1,52	3,04
0,81	0,57	1,15	2,20	1,56	3,11
0,82	0,58	1,16	2,25	1,59	3,18
0,83	0,59	1,17	2,30	1,63	3,25
0,84	0,59	1,19	2,35	1,66	3,32
0,85	0,60	1,20	2,40	1,70	3,39
0,86	0,61	1,22	2,45	1,73	3,46
0,87	0,62	1,23	2,50	1,77	3,54
0,88	0,62	1,24	2,55	1,80	3,61
0,89	0,63	1,26	2,60	1,84	3,68
0,90	0,64	1,27	2,65	1,87	3,75
0,91	0,64	1,29	2,70	1,91	3,82
0,92	0,65	1,30	2,75	1,94	3,89
0,93	0,66	1,32	2,80	1,98	3,96
0,94	0,66	1,33	2,85	2,02	4,03
0,95	0,67	1,34	2,90	2,05	4,10
0,96	0,68	1,36	2,95	2,09	4,17
0,97	0,69	1,37	3,00	2,12	4,24
0,98	0,69	1,39	3,05	2,16	4,31
0,99	0,70	1,40	3,10	2,19	4,38
1,00	0,71	1,41	3,15	2,23	4,45
1,05	0,74	1,48	3,20	2,26	4,53
1,10	0,78	1,56	3,25	2,30	4,60
1,15	0,81	1,63	3,30	2,33	4,67
1,20	0,85	1,70	3,35	2,37	4,74
1,25	0,88	1,77	3,40	2,40	4,81

(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
3,45	2,44	4,88	3,75	2,65	5,30
3,50	2,47	4,95	3,80	2,69	5,37
3,55	2,51	5,02	3,85	2,72	5,44
3,60	2,55	5,09	3,90	2,76	5,52
3,65	2,58	5,16	3,95	2,79	5,59
3,70	2,62	5,23	4,00	2,83	5,66

Cách sử dụng phụ lục 1

Bảng này dùng để tra cứu đường kính dây khi phải quấn chuyển đổi từ điện áp 110V sang 220V và ngược lại hoặc khi không có dây cỡ lớn.

Chẳng hạn, một động cơ nguyên thủy được quấn bằng dây có đường kính 0,59mm để dùng điện 110V nay muốn đổi sang điện 220V thì tra ở cột (1) số 0,59 rồi đóng ngang sang cột (2) sẽ tìm thấy dây có đường kính 0,42mm để quấn cho điện 220V.

Một động cơ khác, theo số liệu gốc, quấn bằng dây có đường kính 0,45mm để dùng điện 220V, nay muốn đổi sang điện 110V thì tra ở cột (1) số 0,45 rồi đóng ngang sang cột (3) sẽ tìm thấy dây có đường kính 0,64mm cần quấn.

Trường hợp không có dây đúng chủng loại, dây 2mm chẳng hạn, tra ở cột (1) số 2,00 rồi đóng ngang sang cột (2) sẽ thấy số 1,41. Như vậy, có thể chập hai sợi dây có đường kính 1,41mm để thay thế cho một sợi dây có đường kính 2mm.

Phụ lục 2. Khe hở lớn nhất cho phép đối với ổ bạc rời

Đường kính trục (mm)	Khe hở hai phía lớn nhất (mm)	Đường kính trục (mm)	Khe hở hai phía lớn nhất (mm)
50 ÷ 80	0,15 ÷ 0,20	180 ÷ 260	0,35 ÷ 0,45
80 ÷ 120	0,20 ÷ 0,25	260 ÷ 360	0,45 ÷ 0,55
120 ÷ 180	0,25 ÷ 0,35		

Phụ lục 3. Khe hở lớn nhất cho phép đối với ổ bạc liền khối

Đường kính trục (mm)	Khe hở hai phía lớn nhất cho phép (mm) khi vận tốc quay (vg/ph)		
	≤ 1000	1000 ÷ 1500	≥ 1500
18 ÷ 30	0,040 ÷ 0,093	0,060 ÷ 0,130	0,140 ÷ 0,280
30 ÷ 50	0,050 ÷ 0,112	0,075 ÷ 0,160	0,170 ÷ 0,340
50 ÷ 80	0,065 ÷ 0,135	0,095 ÷ 0,195	0,200 ÷ 0,400
80 ÷ 120	0,080 ÷ 0,160	0,120 ÷ 0,235	0,230 ÷ 0,460
120 ÷ 180	0,100 ÷ 0,195	0,150 ÷ 0,285	0,260 ÷ 0,530

Phụ lục 4. Khe hở lớn nhất cho phép đối với ổ bi

Đường kính trục (mm)	Khe hở hai phía lớn nhất (mm)
≤ 25	0,1
$26 \div 100$	0,2
> 100	0,3

Lưu ý:

- Để xác định khe hở hai phía của ổ bạc (ổ trượt), người ta dùng panme, thước cặp đo đường kính lỗ của bạc và đường kính mặt trụ của trục rồi lấy hiệu số của chúng.
- Để xác định khe hở hai phía của ổ bi (ổ lăn), người ta dùng cân lá đo giữa bi và áo ngoài của vòng bi. Giá trị đo được ở một phía là khe hở hai phía của vòng bi.

Phụ lục 5. Ký hiệu đầu dây stato động cơ điện xoay chiều ba pha

Loại sơ đồ	Tên đầu dây	Ký hiệu theo hệ SI		Ký hiệu theo hệ Anh	
		Đầu	Cuối	Đầu	Cuối
Sơ đồ hồ (6 đầu dây)	Cuộn dây pha A	C_1	C_4	U_1	U_2
	Cuộn dây pha B	C_2	C_5	V_1	V_2
	Cuộn dây pha C	C_3	C_6	W_1	W_2
Sơ đồ sao (3 hoặc 4 đầu dây)	Pha A	C_1	-	-	-
	Pha B	C_2	-	-	-
	Pha C	C_3	-	-	-
	Điểm trung tính	O	-	-	-
Sơ đồ tam giác (3 đầu dây)	Đầu dây thứ nhất	C_1	-	-	-
	Đầu dây thứ hai	C_2	-	-	-
	Đầu dây thứ ba	C_3	-	-	-

Phụ lục 6. Ký hiệu đầu dây rôto động cơ điện xoay chiều ba pha

Loại sơ đồ	Tên đầu dây	Ký hiệu
Sơ đồ 3 đầu dây	Pha A	P_1
	Pha B	P_2
	Pha C	P_3
Sơ đồ 4 đầu dây	Pha A	P_1
	Pha B	P_2
	Pha C	P_3
	Điểm trung tính	O

Phụ lục 7. Ký hiệu đầu dây stato động cơ điện xoay chiều một pha

Tên đầu dây	Ký hiệu	
	Đầu cuộn	Cuối cuộn
Cuộn dây làm việc Cuộn dây khởi động	C_1 B_1	C_2 B_2

Phụ lục 8. Ký hiệu đầu dây stato động cơ điện xoay chiều ba pha bằng dây dẫn màu

Loại sơ đồ	Tên đầu dây	Ký hiệu màu	
		Đầu cuộn	Cuối cuộn
Sơ đồ hồ (6 đầu dây)	Cuộn dây pha A Cuộn dây pha B Cuộn dây pha C	Vàng Xanh Đỏ	Vàng lẫn đen Xanh lẫn đen Đỏ lẫn đen
Sơ đồ sao (3 hoặc 4 đầu dây)	Pha A Pha B Pha C Điểm trung tính	Vàng Xanh Đỏ Đen	- - - -
Sơ đồ tam giác (3 đầu dây)	Đầu dây thứ nhất Đầu dây thứ hai Đầu dây thứ ba	Vàng Xanh Đỏ	- - -

Phụ lục 9. Ký hiệu đầu dây máy điện một chiều và động cơ điện xoay chiều một pha ruột quấn bằng dây dẫn màu

Tên đầu dây	Ký hiệu màu		
	Đầu	Cuối	Đầu dây phụ
Dây quấn phản ứng	Trắng	Trắng lẫn đen	-
Cuộn dây kích từ nối tiếp	Đỏ	Đỏ lẫn đen	Đỏ lẫn vàng
Nhóm phần tử thứ hai của cuộn kích từ nối tiếp	Xanh	Xanh lẫn đen	Xanh lẫn vàng
Cuộn dây kích từ song song	Xanh lá cây	Xanh lá cây lẫn đen	-
Nhóm phần tử thứ hai của cuộn kích từ song song	Vàng	Vàng lẫn đen	-

Phụ lục 10. Ký hiệu đầu dây stato động cơ xoay chiều một pha bằng dây dẫn màu

Loại sơ đồ	Tên đầu dây	Ký hiệu màu	
		Đầu cuộn	Cuối cuộn
Sơ đồ 4 đầu dây	Cuộn làm việc Cuộn khởi động	Đỏ Xanh	Đỏ lẫn đen Xanh lẫn đen
Sơ đồ 3 đầu dây	Mỗi dây làm việc Mỗi dây khởi động Mỗi dây chung	Đỏ Xanh Đen	- - -

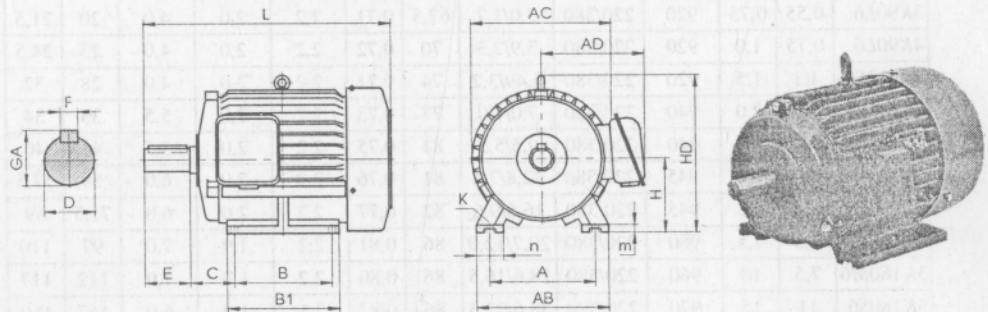
Phụ lục 11. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ ba pha dây 3K&4K do Công ty Chế tạo Điện cơ Hà Nội sản xuất

Vận tốc đồng bộ n (vg/ph)	Kiểu	Công suất định mức $P_{\text{đm}}$		Vận tốc quay (vg/ph)	Điện áp định mức U (V)	Dòng điện định mức $I_{\text{đm}}$ (A)	Hiệu suất η (%)	Hệ số công suất $\cos\varphi$	Bội số mômen cực đại B_{max} (lần)	Bội số mômen khởi động B_{md} (lần)	Bội số dòng điện khởi động B_{ld} (lần)	Khối lượng (kg)	
		(kW)	(HP)									Loại chân đế	Loại mặt bích
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
3000	2K63M2	0,12	0,15	2670	220/380	0,6/0,3	65	0,83	2,2	2,0	6,0	8,5	
	4K90L2	1,5	2,0	2850	220/380	5,7/3,3	81	0,86	2,2	2,0	6,0	25	
	4K90L2	2,2	3,0	2850	220/380	7,8/4,5	83	0,89	2,2	2,0	6,0	28	
	3K90S2	0,75	1,0	2850	220/380	2,9/1,7	77	0,87	2,2	2,0	5,5	16	17,5
	3K90L2	1,1	1,5	2850	220/380	4,3/2,5	78	0,87	2,2	2,0	6,5	18,5	20
	3K112S2	1,7	2,2	2850	220/380	6,6/3,8	78,5	0,86	2,2	2,0	6,5	29,5	31,5
	3K112S2	2,2	3,0	2850	220/380	8,0/4,6	83	0,87	2,2	2,0	6,5	33	34
	3K112M2	3,0	4,0	2850	220/380	10,8/6,2	83	0,88	2,2	2,0	6,5	38	38
	3K112M2	4,0	5,5	2880	220/380	14,5/8,3	83,5	0,87	2,2	2,0	7,0	47	45
	3K112M2	4,5	6,0	2880	220/380	16,2/9,4	83,5	0,87	2,2	2,0	7,0	42	49
	3K132S2	5,5	7,5	2900	220/380	19,8/11,4	84	0,87	2,2	2,0	7,0	59	58
	3K132M2	7,5	10	2900	220/380	26,6/15,4	85	0,87	2,2	2,0	7,0	71,5	69
	3K160S2	11	15	2920	220/380	38,6/22,3	86	0,87	2,2	1,8	6,5	100	120
	3K160M2	14	18,5	2920	220/380	49,1/28,4	86	0,87	2,2	1,8	7,0	115	135
	3K200S2	22	30	2940	220/380 380/660	72,0/41,6 41,6/24,0	89	0,90	2,2	1,8	7,0	212	219
	3K200M2	30	40	2940	220/380 380/660	97,2/56,1 56,1/32,4	90	0,90	2,2	1,8	7,0	251	258
	3K250S2	40	55	2950	220/380 380/660	133/76,5 76,5/44,2	88	0,90	2,2	1,6	7,0	343	357
	3K250S2	45	60	2950	220/380 380/660	146/84,2 84,2/48,6	90	0,90	2,2	1,6	7,0	366	380
	3K250S2	55	75	2950	220/380 380/660	172/99,5 99,5/57,5	91	0,92	2,2	1,6	7,0	397	411
	4K250M2	75	100	2960	220/380 380/660	240/139 139/80,1	90	0,91	2,2	1,6	7,0	500	544
	4K250M2	100	135	2960	220/380 380/660	320/185 185/107	90	0,91	2,2	1,6	7,0	546	590

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1500	4K71A4	0,25	0,3	1390	220/380	1,4/0,8	60	0,77	2,3	2,0	4,9	10,5	
	4K71A4	0,37	0,5	1390	220/380	2,2/1,3	62	0,71	2,5	2,0	4,6	11,5	
	4K80S4	0,55	0,75	1390	220/380	2,9/1,7	70,5	0,70	2,3	2,0	4,8	12	
	4K80S4	0,75	1,0	1390	220/380	3,7/2,2	72	0,73	2,2	2,0	6,0	13	
	4K80A4	1,1	1,5	1400	220/380	4,7/2,7	76,5	0,81	2,2	2,0	6,0	20	
	4K80B4	1,5	2,0	1400	220/380	6,3/3,6	77	0,81	2,2	2,2	5,0	26	
	3K90S4	0,75	1,0	1410	220/380	3,5/2,0	73	0,77	2,2	2,0	4,5	16,5	18
	3K90L4	1,1	1,5	1410	220/380	4,8/2,8	76,5	0,78	2,2	2,0	5,0	20,5	22
	4K90L4	1,5	2,0	1410	220/380	6,2/3,6	77	0,83	2,2	2,2	5,0	22	
	4K90L4	2,2	3,0	1410	220/380	8,7/5,0	80	0,83	2,2	2,0	5,5	25	
	3K100	1,5	2,0	1420	220/380	6,2/3,6	77	0,83	2,2	2,2	5,0	25	
	3K100	2,2	3,0	1420	220/380	8,7/5,0	80	0,83	2,2	2,0	5,5	28	
	3K100	3,0	4,0	1420	220/380	11,6/6,7	82	0,83	2,2	2,0	6,0	31	
	3K112S4	1,7	2,2	1425	220/380	7,2/4,2	78	0,79	2,2	2,0	6,0	28,5	31
	3K112S4	2,2	3,0	1425	220/380	8,7/5,0	80	0,83	2,2	2,0	6,0	31	33
	3K112S4	3,0	4,0	1425	220/380	11,6/6,7	82	0,83	2,2	2,0	6,5	36	37
	3K112M4	4,0	5,5	1425	220/380	14,9/8,6	84	0,84	2,2	2,0	6,0	40,5	43
	3K132S4	4,5	6,0	1440	220/380	16,3/9,4	85	0,85	2,2	2,0	6,0	57	57,5
	3K132S4	5,5	7,5	1440	220/380	19,7/11,4	85	0,86	2,2	2,0	5,5	58,5	58,5
	3K132M4	7,5	10	1440	220/380	26,3/15,2	87	0,86	2,2	2,0	5,5	69	70
	3K160S4	11	15	1450	220/380	38,6/22,3	87	0,86	2,2	2,0	5,5	96	110
	4K160S4	15	20	1450	220/380	50,3/29	89	0,88	2,3	2,0	6,9	140	
	3K180S4	15	20	1460	220/380	50,3/29	89	0,88	2,2	2,0	7,0	155	167
	3K180M4	18,5	25	1460	220/380	61,9/35,8	89	0,88	2,2	1,9	7,0	175	180
	3K200S4	22	30	1470	220/380 380/660	71,3/41,2 41,2/23,8	90	0,90	2,2	1,9	6,5	214	230
	3K200M4	30	40	1470	220/380 380/660	97,2/56,1 56,1/32,4	91	0,89	2,2	1,9	6,5	267	274
	3K200M4	33	45	1470	220/380 380/660	107/62 62/35,6	90	0,90	2,2	1,9	6,5	273	280
	3K200M4	37	50	1470	220/380 380/660	118,5/68,5 68,5/39,6	91	0,90	2,2	1,9	6,5	280	287
	3K250S4	40	55	1480	220/380 380/660	128/74 74/42,7	91	0,90	2,2	1,9	7,0	360	374
	3K250S4	45	60	1480	220/380 380/660	143/82,3 82,3/47,5	92	0,90	2,2	1,9	6,5	375	389
	3K250S4	55	75	1480	220/380 380/660	173/100 100/57,8	92,5	0,90	2,2	2,0	6,5	416	411
	4K250M4	75	100	1485	220/380 380/660	235/136 136/78,4	93	0,90	2,2	1,8	6,2	535	580
	4K250M4	90	120	1485	220/380 380/660	279/161 161/93	93	0,91	2,2	1,8	6,2	570	615
	4K280S4	110	150	1485	220/380 380/660	347/200 200/116	93,5	0,89	2,2	1,8	6,2	780	813
	4K280M4	132	175	1485	220/380 380/660	416/240 240/139	93,5	0,89	2,2	1,8	6,2	855	888

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
1000	3K90L6	0,55	0,75	920	220/380	3,0/1,7	67,5	0,71	2,2	2,0	4,0	20	21,5
	4K90L6	0,75	1,0	920	220/380	3,9/2,3	70	0,72	2,2	2,0	4,0	23	24,5
	3K112S6	1,1	1,5	920	220/380	5,49/3,2	74	0,71	2,2	2,0	4,0	28	32
	3K112S6	1,5	2,0	940	220/380	7,0/4,0	77	0,73	2,2	2,0	5,5	33	34
	3K112M6	2,2	3,0	940	220/380	9,5/5,5	81	0,75	2,2	2,0	5,5	41	40
	3K132S6	3,0	4,0	945	220/380	12,8/7,4	81	0,76	2,2	2,0	6,0	59	57,5
	3K132M6	4,0	5,5	945	220/380	16,6/9,6	82	0,77	2,2	2,0	6,0	71,5	69
	3K160S6	5,5	7,5	960	220/380	20,7/12,0	86	0,81	2,2	1,9	7,0	97	110
	3K160M6	7,5	10	960	220/380	28,6/16,5	86	0,80	2,2	1,9	7,0	112	117
	3K180S6	11	15	970	220/380	38,6/22,3	86	0,87	2,1	1,9	6,0	167	180
	3K200S6	15	20	970	220/380	51,7/29,8	87,5	0,87	2,1	1,8	6,0	200	207
	3K200S6	18,5	25	970	220/380	60,6/34,9	89	0,90	2,1	1,8	6,0	227	234
	3K200M6	22	30	970	220/380 380/660	71,3/41,2 41,2/23,8	90	0,90	2,1	1,7	6,5	258	264
	3K250S6	30	40	980	220/380 380/660	96,7/55,8 55,8/32,2	90,5	0,90	2,2	1,7	6,5	325	339
	3K250S6	33	45	980	220/380 380/660	107/61,7 61,7/35,6	91	0,89	2,2	1,6	5,1	350	364
	3K250S6	37	50	980	220/380 380/660	120/69,2 69,2/40	91	0,89	2,2	1,6	6,5	372	440
	3K250S6	40	55	985	220/380 380/660	129/74,4 74,4/43	91,5	0,89	2,2	1,6	5,1	390	404
	4K250M6	45	60	985	220/380 380/660	140/81,0 81,0/47	93,5	0,90	2,2	1,6	5,2	488	532
	4K250M6	55	75	985	220/380 380/660	170/97,9 97,9/56,5	93,5	0,91	2,2	1,6	5,2	515	550
	3K280M6	75	100	985	220/380 380/660	240/139 139/80,1	91	0,90	2,2	1,6	5,3	720	744
	3K280M6	90	120	985	220/380 380/660	289/167 167/96,1	92	0,89	2,2	1,6	5,3	780	813
	3K280M6	100	135	985	380/660	185/107	92	0,89	2,2	1,6	5,3	855	888
750	3K112S8	1,1	1,5	700	220/380	5,8/3,3	76	0,66	2,2	2,0	4,0	33	34
	3K112M8	1,5	2,0	700	220/380	7,8/4,5	76	0,66	2,2	2,0	4,0	41	40
	3K132S8	2,2	3,0	710	220/380	11,1/6,4	77,5	0,67	2,2	2,0	6,0	59	57,5
	3K132M8	3,0	4,0	710	220/380	14,8/8,6	78	0,68	2,2	2,0	6,0	71,5	69
	3K160S8	4,0	5,5	720	220/380	16,6/9,6	84,5	0,75	2,2	1,9	6,0	97	110
	3K160M8	5,5	7,5	720	220/380	23,5/13,6	83	0,74	2,2	1,9	6,0	112	117
	3K180S8	7,5	10	730	220/380	28,6/16,5	86	0,80	2,2	1,6	6,0	167	180
	3K200S8	15	20	730	220/380	49,7/28,7	88	0,90	2,0	1,6	6,0	225	232
	3K200M8	18,5	25	730	220/380	61,6/35,6	88,5	0,89	2,0	1,6	6,0	270	277
	3K280S8	55	75	735	220/380 380/660	172/99,6 99,6/57,5	93	0,90	2,0	1,6	5,3	690	723
	3K280M8	75	100	735	220/380 380/660	235/136 136/78,4	93	0,90	2,0	1,6	5,3	900	933
	3K355M8	90	120	735	380/660	171/98,6	92	0,87	2,0	1,5	6,5	1100	1135

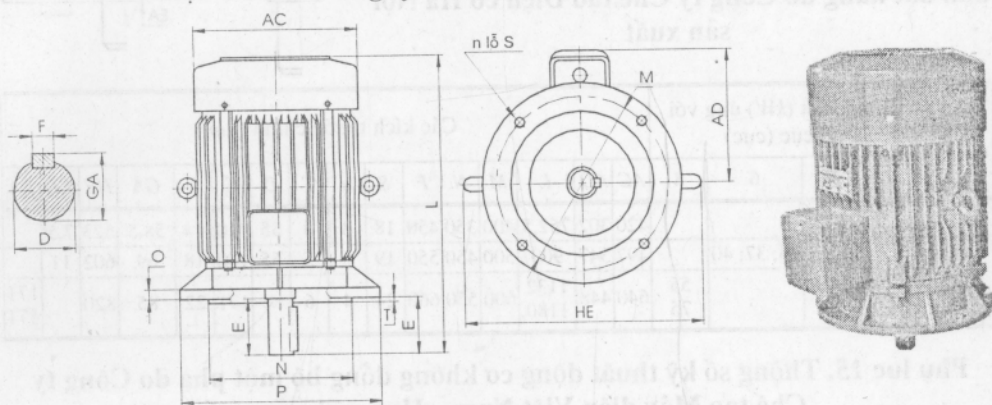
Phụ lục 12. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha chân đế do Công ty Chế tạo Điện cơ Hà Nội sản xuất



Kiểu thân	Công suất (kW) ứng với số cực (cực)				Các kích thước chính (mm)																	
	2	4	6	8	A	AB	AC	AD	B	B1	C	D	E	F	GA	H	HD	K	m	n	L	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	
3K90S	0,75	0,75			140	170	174	134	100	144	56	18	40	6	20,5	90	179	10	12	32	290	
3K90L	1,1	1,1	0,55						125	167											313	
3K100		1,5; 2,2			160	190	219	160	112	160	63	28	60	8	31	100	255	12	12	45	349	
3K100		3								152											369	
3K112S	1,7	1,7; 2,2	1,1	1,1	190	230	219	160	114	150	70	28	60	8	31	112	267	12	15	50	349	
3K112S	2,2	3	1,5																		369	
3K112M	4; 4,5								140	190											410	
3K112M	3	4	2,2	1,5																	393	
3K132S	5,5	4,5; 5,5	3	2,2	216	266	257	182	140	190	89	32	80	10	35	132	307	12	18	50	458	
3K132S	5,5	4,5; 5,5	3	2,2								38			41							
3K132M	7,5	7,5	4	3					178	230		32			35						498	
3K132M	7,5	7,5	4	3								38			41						491	
3K160S	11	11			254	300	304	240	178	270	108	38	80	10	41	160	370	15	18	65	564	
3K160S	11	11										42			45							
3K160S			5,5	4						208		38			41						518	
3K160S			5,5	4								42			45							
3K160M	14								210	290		38			41						589	
3K160M	14											42			45							
3K160M			7,5	5,5						270		38			41						564	
3K160M			7,5	5,5								42			45							
3K180S		15	11	7,5	279	369	357	270	203	258	121	42	110	12	45	180	430	15	25	90	655	
3K180M		18,5							241	296											685	
3K200S	22	22	15; 18,5	15	318	395	410	300	228	305	133	48	110	14	51,5	200	462	19	35	75	701,5	
3K200M	30	30; 33; 37	22	18,5					267	344											742	
3K250S		40; 45; 55	30; 33; 37; 40		406	500	472	365	311	387	168	60	140	18	64	250	557	24	45	95	876	
3K280S			75	55	457	588	640	435	368	448	190	80	170	22	85	280	709	24	50	120	1130	
3K280M			90; 100	75					419	499											1180	
4K71		0,25; 0,37			112	140	162	130	90	116	45	14	30	5	16	71	150	7	10	35,5	250	
4K80	1,5; 2,2	0,55; 0,75; 1,1			125	155	177	134	100	140	50	19	50	6	21,5	80	167	10	12	30	306	
4K90L		1,5; 2,2	0,75		140	174	188	135	125	165	56	22	50	6	24,5	90	180	11	13	40	341	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	
4K90L	1,5						174	134		172		24		8	27		177	10	12	34	318	
4K90L	2,2									185											345	
4K160S		15				254	330	335	276	178	270	108	48	110	12	51	160	388	15	20	70	570
4K250M	75; 100					406	500	537	375	349	450	168	75	140	20	79,5	250	605	24	35	95	910
4K250M		75; 90	45; 55																		960	
4K280S		110				457	588	640	435	368	448	190	80	170	22	85	280	709	24	50	120	1130
4K280M		132								419	499										1180	
3K250S	40; 45; 55					406	500	472	365	311	387	168	55	140	18	64	250	557	24	45	95	876

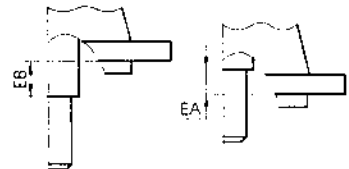
Phụ lục 13. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha mặt bích do Công ty Chế tạo Điện cơ Hà Nội sản xuất



Kiểu thân	Công suất (kW) ứng với số cực (cực)				Các kích thước chính (mm)															
	2	4	6	8	AC	AD	L	M	N	P	S	n	T	D	E	F	GA	HE	O	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	
3K90S	0,75	0,37; 0,75			178	134	295	165	130	200	10	4	4	18	40	6	20,5	178	12	
3K90L	1,1	1,1	0,55				318													
3K112S	1,7	1,7; 2,2	1,1	1,1	218	157	358	215	180	250	15	4	4	28	60	8	31	216	12	
3K112S	2,2	3	1,5				378													
3K112M	3	4	2,2	1,5			402													
3K112M	4; 4,5						412													
3K132S	5,5	4,5; 5,5	3	2,2	256	175	453	265	230	300	15	4	4	38	80	10	41	350	12	
3K132S	5,5	4,5; 5,5	3	2,2										32			35			
3K132M	7,5	7,5	4	3			493							38			41			
3K132M	7,5	7,5	4	3										32			35			
3K160S	11	11			306	234	490	310	250	350	18	4	6	38	80	10	41	363	16	
3K160S			5,5	4			443													
3K160M	14						515													
3K160M			7,5	5,5			490													
3K180S		15	11	7,5	375	275	668	350	300	400	19	4	5	42	110	12	45	495	16	
3K180M		18,5					698													

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
3K200S	22	22; 30	15; 18,5		420	302	752	400	350	450	18	8	6	55	110	14	58,5	523	20
3K200M		33; 37					785												
3K250S			37; 33		497	347	888	500	450	550	19	8	5	65	140	18	69	602	22
3K280M				75	640	448	1188	600	550	660	24	4	6	80	170	22	85	820	25
3K355M				90	720	480	1306	740	680	800	24	8	6	100	210	28	106	940	26
4K71		0,37			160	130	267	165	130	200	10	4	4	14	30	5	16	160	8
4K250M			45; 55		554	377	1027	500	450	550	19	8	5	75	140	20	79,5	702	22

Phụ lục 14. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha mặt bích chế tạo theo đơn đặt hàng do Công ty Chế tạo Điện cơ Hà Nội sản xuất



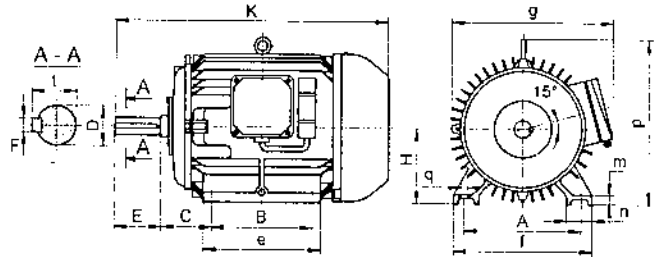
Kiểu thân	Công suất (kW) ứng với số cực (cực)				Các kích thước chính (mm)															
	2	4	6	8	AC	AD	L	M	N	P	S	n	T	D	E	F	GA	HE	EB	EA
3K200		22			420	302	752,5	400	350	450	18	8	6	55	110	14	58,5	523	7,5	
3K250			33; 37; 40		497	347	900	500	450	550	19	8	5	65	140	18	69	602	11	
3K280				55 75	640	448	1132 1180	600	550	660	24	4	6	80	171	22	85	820		171 171

Phụ lục 15. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ một pha do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất

Vận tốc đồng bộ n (vòng/ph)	Kiểu	Công suất định mức P_{dm}		Vận tốc quay (vòng/ph)	Điện áp định mức U (V)	Dòng điện định mức I_{dm} (A)	Hiệu suất η (%)	Hệ số công suất $\cos\varphi$	Bội số mômen cực đại B_{Mmax} (lần)	Bội số mômen khởi động B_{Mst} (lần)	Bội số dòng điện khởi động B_{Id} (lần)	Tu điện ($\mu\text{d}/\text{V}\cdot\text{AC}$)	Cấp bảo vệ IP	Cấp cách điện	Khối lượng (kg)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
3000	KCL90L2	0,75	1,0	2850	220	5,0	70	0,98	1,6	0,4	3,9	30/400	44	F	18
	KCK100S2	0,75	1,0	2950	220	5,4	77	0,83	2,6	1,6	5,5	60/350	44	F	26
	KCK100La2	1,1	1,5	2945	220	9	80	0,75	2,5	1,8	5,0	100/350	44	F	30
	KCK100Lb2	1,5	2,0	2940	220	11	86	0,80	2,5	1,6	5,0	120/300	44	F	33
	KCK112M2	2,2	3,0	2950	220	15	81	0,83	2,6	1,8	5,5	650/250	44	F	40
1500	HCL80A4	0,2	0,25	1420	220	1,9	60	0,80	1,6	0,4	3,0	12/400	23	F	10
	HCL80B4	0,3	0,4	1420	220	2,2	67	0,93	1,6	0,4	2,6	12/400	23	F	11
	KCK90Sa4	0,37	0,5	1450	220	3,8	65	0,69	2,6	2,0	3,5	60/350	44	F	16
	KCL90S4	0,55	0,75	1420	220	3,8	68	0,98	1,7	0,5	3,0	20/400	44	F	17
	KCK90Sb4	0,55	0,75	1450	220	5,2	67	0,73	2,6	1,8	4,0	80/350	44	F	18
	KCL90L4	0,75	1,0	1420	220	5,0	70	0,98	1,8	0,4	3,0	32/400	44	F	21
	KCK90L4	0,75	1,0	1440	220	6,6	69	0,75	2,0	1,8	4,0	100/350	44	F	21

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1500	KCL100Sa4	1,1	1,5	1450	220	6,9	74	0,98	2,6	0,4	4,0	40/400	44	F	26
	KCK100S4	1,1	1,5	1450	220	9,2	71	0,77	2,0	1,7	3,8	120/350	44	F	29
	KCL100Sb4	1,5	2,0	1420	220	9,4	74	0,98	2,6	0,5	3,8	60/400	44	F	29
	KCK100L4	1,5	2,0	1460	220	12	76	0,75	2,0	1,8	4,4	200/300	44	F	34
	KCT112S4	2,2	3,0	1460	220	15	80	0,83	2,6	1,7	5,0	20/450 200/250	44	F	41

Phụ lục 16. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ một pha do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất



Kiểu thân	Số cực	H	C	A	B	D	E	F	K	m	e	f	g	n	p	q	t
HCL80A	4	80	34,5	112	90	14	35	6	231	12	120	150	191	40	-	10	16
HCL80B	4	80	44,5	112	90	14	35	6	248	12	120	150	-	40	-	10	16
KCK90Sa	4	90	56	140	100	18	40	6	323	12	125	156	223	32	-	10,5	20,5
KCK90Sb	4	90	56	140	100	18	40	6	323	12	125	156	223	32	-	10,5	20,5
KCL90S	4	90	56	140	100	18	40	6	286	12	125	156	223	32	-	10,5	20,5
KCL90L	2;4	90	56	140	125	18	40	6	311	12	150	165	223	32	-	10,5	20,5
KCK90L	4	90	56	140	125	18	40	6	348	12	150	165	223	32	-	10,5	20,5
KCL100Sa	4	100	63	160	112	24	50	8	339	14	152	200	251	41	236	12	27
KCL100Sb	4	100	63	160	112	24	50	8	339	14	152	200	251	41	236	12	27
KCK100S	2;4	100	63	160	112	28	60	8	379	14	152	200	251	41	236	12	31
KCK100La	2	100	63	160	140	28	60	8	407	14	180	200	251	41	236	12	31
KCK100Lb	2	100	63	160	140	28	60	8	407	14	180	200	251	41	236	12	31
KCK100L	4	100	63	160	140	28	60	8	407	14	180	200	251	41	236	12	31
KCK112M	2	112	70	190	140	28	60	8	389,5	14	170	225	275	50	259	12	31
KCT112S	4	112	70	190	114	28	60	8	406	14	150	220	317	48	268	12	31

Lưu ý: Ký hiệu của động cơ không đồng bộ một pha theo tiêu chuẩn IEC gồm ba nhóm.

- Nhóm thứ nhất gồm ba chữ cái, KCL là động cơ một pha có tụ điện thường trực, KCK là động cơ một pha có tụ điện khởi động (công tắc li tâm).
- Nhóm thứ hai gồm hai hoặc ba chữ số chỉ chiều cao tâm trục (mm).
- Nhóm thứ ba gồm một chữ cái chỉ chiều dài thân, S - ngắn, M - trung bình; L - dài (nếu chiều cao tâm trục nhỏ hơn 90mm thì thay bằng chữ A hoặc B). Với cùng cỡ thân có nhiều cấp công suất thì sau S, M, L có thêm chữ a, b, c.
- Nhóm thứ tư gồm một chữ số chỉ số cực (cực).

Chẳng hạn, KCL100Sb4 là động cơ không đồng bộ một pha dùng tụ thường trực, chiều cao tâm trục 100mm, chiều dài thân ngắn, công suất thuộc nhóm b, vận tốc đồng bộ 1500v/gph (4 cực).

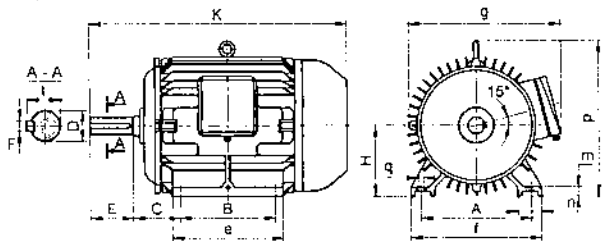
**Phụ lục 17. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ ba pha do Công ty
Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất**

Vận tốc đồng bộ n (vg/ph)	Kiểu	Công suất định mức P_{dm}		Vận tốc quay (vg/ph)	Điện áp định mức U (V)	Dòng điện định mức I_{dm} (A)	Hiệu suất η (%)	Hệ số công suất $\cos\varphi$	Bội số mômen cực đại B_{Mmax} (lần)	Bội số mômen khởi động B_{Msd} (lần)	Bội số dòng điện khởi động B_{Id} (lần)	Cấp bảo vệ IP	Cấp cách điện	Chế độ làm việc	Khối lượng (kg)
(1)	(2)	(kW)	(HP)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
3000	4K71A2	0,55	0,75	2850	220/380	2,3/1,3	75	0,86	2,2	2,0	4,6	44	F	S1	13,5
	4K71B2	0,75	1,0	2850	220/380	3,0/1,7	77	0,87	2,2	2,0	5,0	44	F	S1	14
	4K71C2	1,1	1,5	2830	220/380	4,3/2,5	78	0,87	2,2	2,0	5,0	44	F	S1	14,5
	4K80A2	1,5	2,0	2850	220/380	5,7/3,3	81	0,86	2,2	2,0	6,0	44	F	S1	19
	4K80B2	2,2	3,0	2860	220/380	7,8/4,5	83	0,89	2,2	2,0	6,0	44	F	S1	20,5
	3K100S2	2,2	3,0	2860	220/380	7,8/4,5	83	0,89	2,2	2,0	6,0	44	F	S1	26
	4K90L2	3,0	4,0	2870	220/380	10,7/6,2	84,5	0,88	2,2	2,0	6,0	44	F	S1	27
	3K100L2	3,0	4,0	2870	220/380	10,7/6,2	84,5	0,88	2,2	2,0	6,0	44	F	S1	30,5
	3K112M2	4,0	5,5	2890	220/380	13,7/7,9	86,5	0,89	2,2	2,0	7,0	44	F	S1	40
	3K132S2	5,5	7,5	2890	220/380	18,2/10,5	87,5	0,91	2,2	2,0	7,0	44	F	S1	55
	3K132M2	7,5	10	2930	220/380	25,6/14,8	87,5	0,88	2,2	2,0	7,0	44	F	S1	64
	3K160S2	11	15	2940	220/380	35,3/20,4	89	0,94	3,0	2,6	7,0	44	F	S1	102
	3K160M2	15	20	2940	380/660	27/15,6	90	0,94	3,1	2,6	7,0	44	F	S1	124
	3K160L2	18,5	25	2940	380/660	34/19,6	89	0,93	2,2	1,4	7,0	44	F	S1	139
	3K200S2	22	30	2960	380/660	41,5/24	89	0,91	2,6	2,0	7,0	44	F	S1	200
	3K200M2	30	40	2960	380/660	56/32,5	90,5	0,90	2,6	2,0	7,0	44	F	S1	234
	3K200L2	37	50	2960	380/660	67/39	90	0,93	2,6	1,6	7,0	44	F	S1	270
	3K225M2	45	60	2960	380/660	85/49	91	0,90	2,2	1,4	7,0	44	F	S1	340
	3K250M2	55	75	2960	380/660	101/58	91	0,92	2,2	1,2	7,0	44	F	S1	450
	3K280S2	75	100	2960	380/660	142/82	91	0,89	2,2	1,2	7,0	44	F	S1	580
	3K280M2	90	125	2960	380/660	167/96	92	0,90	2,2	1,2	7,0	44	F	S1	749
1500	4K71A4	0,37	0,5	1390	220/380	1,9/1,1	71	0,72	2,5	1,5	4,6	44	F	S1	13
	4K71B4	0,55	0,75	1390	220/380	3,0/1,7	70	0,71	2,2	2,0	4,0	44	F	S1	14
	4K71C4	0,75	1,0	1380	220/380	3,8/2,2	74	0,72	2,2	2,0	4,0	44	F	S1	15
	3K90Sb4	0,75	1,0	1420	220/380	3,8/2,2	72	0,74	2,2	2,0	4,0	44	F	S1	16
	3K90Sb4	1,1	1,5	1435	220/380	4,9/2,8	75	0,81	2,2	2,0	4,5	44	F	S1	18
	4K80B4	1,5	2,0	1430	220/380	5,9/3,4	81	0,85	2,2	2,0	4,5	44	F	S1	21,5
	4K90L4	2,2	3,0	1420	220/380	8,66/5,0	80	0,85	2,2	2,0	5,5	44	F	S1	26,5
	3K112Sb4	2,2	3,0	1435	220/380	8,66/5,0	80	0,84	2,2	2,0	5,5	44	F	S1	33
	3K112Sb4	3,0	4,0	1440	220/380	11,6/6,7	82	0,83	2,2	2,0	6,0	44	F	S1	36,5
	3K112M4	4,0	5,5	1435	220/380	14,9/8,6	84	0,84	2,2	2,0	6,5	44	F	S1	41
	3K132S4	5,5	7,5	1445	220/380	19,8/11,4	85,5	0,86	2,2	2,0	6,5	44	F	S1	62

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1500	3K132M4	7.5	10.0	1460	220/380	26,2/15,1	87,5	0,86	2,2	2,0	7,0	44	F	S1	72
	3K160S4	11	15	1460	220/380	38/22	87,5	0,87	2,2	2,0	7,0	44	F	S1	106
	3K160M4	15	20	1460	380/660	29/16,8	89	0,88	2,2	1,4	6,5	44	F	S1	127
	3K180M4	18,5	25	1460	380/660	35,5/20,5	90	0,88	2,2	1,4	6,5	44	F	S1	170
	3K200S4	22	30	1475	380/660	41,4/23,9	90	0,90	2,2	1,4	6,5	44	F	S1	230
	3K200La4	30	40	1475	380/660	56,3/32,5	91	0,89	2,2	1,4	6,5	44	F	S1	260
	3K200Lb4	33	45	1475	380/660	61,3/35,4	91	0,90	2,2	1,4	6,5	44	F	S1	273
	3K225Sa4	37	50	1480	380/660	68,6/39,6	91	0,90	2,2	1,4	6,5	44	F	S1	336
	3K225Sb4	40	55	1480	380/660	75/43	91	0,90	2,2	1,4	6,5	44	F	S1	353
	3K225M4	45	60	1480	380/660	82,6/47,7	92	0,90	2,2	1,4	6,5	44	F	S1	380
	3K250M4	55	75	1470	380/660	100/57,8	92,5	0,90	2,2	1,2	6,5	44	F	S1	450
	3K280S4	75	100	1480	380/660	136/78,6	93	0,90	2,2	1,2	6,5	44	F	S1	670
	3K280Ma4	90	125	1480	380/660	163/94	93	0,91	2,2	1,2	6,8	44	F	S1	760
	3K280Mb4	100	135	1480	380/660	180/104	93	0,91	2,2	1,2	6,8	44	F	S1	790
	3K315S4	110	150	1480	380/660	205/118	91	0,90	2,4	1,6	7,0	44	F	S1	804
1000	3K315M4	132	180	1480	380/660	246/142	91	0,90	2,4	1,4	7,0	44	F	S1	1050
	3K315L4	160	220	1480	380/660	290/167	94	0,90	2,5	1,6	7,3	44	F	S1	1200
	3K355S4	200	270	1485	380/660	360/208	93	0,91	2,5	1,4	6,0	55	F	S1	1700
	3K355M4	250	340	1480	380/660	447/258	93,5	0,91	2,5	1,4	7,0	55	F	S1	1850
	3K90SD6	0,55	0,75	940	220/380	3,0/1,7	70	0,72	2,2	2,0	3,8	44	F	S1	18
	3K90L6	0,75	1,0	940	220/380	3,8/2,2	70	0,75	2,2	2,0	3,8	44	F	S1	21,5
	4K90L6	1,1	1,5	940	220/380	5,2/3,0	74	0,76	2,2	2,0	3,8	44	F	S1	28
	3K112S6	1,5	2,0	960	220/380	7,1/4,1	75	0,74	2,2	2,0	5,0	44	F	S1	35
	3K112M6	2,2	3,0	965	220/380	9,5/5,5	82,5	0,74	2,2	2,0	5,0	44	F	S1	43
	3K132S6	3,0	4,0	970	220/380	12,8/7,4	81	0,76	2,2	2,0	5,5	44	F	S1	58
	3K132Ma6	4,0	5,5	975	220/380	16/9,2	82	0,81	2,2	2,0	5,5	44	F	S1	72
	3K132Mb6	5,5	7,5	980	220/380	21,3/12,3	85	0,80	2,2	2,0	6,5	44	F	S1	81
	3K160M6	7,5	10	980	220/380	28/16,2	86	0,82	2,2	2,0	6,5	44	F	S1	116
	3K160L6	11	15	980	220/380	39,2/22,6	86	0,86	2,2	1,8	5,5	44	F	S1	146
	3K200S6	15	20	970	380/660	30/17,3	87,5	0,87	2,0	1,4	5,5	44	F	S1	205
750	3K200Ma6	18,5	25	980	380/660	37/21,5	88	0,87	2,0	1,2	6,0	44	F	S1	220
	3K200Mb6	22	30	980	380/660	41,4/23,9	90	0,90	2,0	1,8	6,0	44	F	S1	245
	3K225Ma6	30	40	980	380/660	55,8/32,2	91	0,90	2,0	1,6	6,0	44	F	S1	350
	3K225Mb6	33	45	980	380/660	61,3/35,4	91	0,90	2,0	1,6	5,7	44	F	S1	373
	3K250Mb6	37	50	980	380/660	68,8/39,7	91	0,90	2,0	1,5	5,5	44	F	S1	490
	3K280Sa6	45	60	985	380/660	82,6/47,7	92	0,90	2,0	1,4	6,0	44	F	S1	605
	3K280Sb6	55	75	985	380/660	103,5/59,6	92	0,88	2,0	1,4	6,0	44	F	S1	660
	3K315Sa6	75	100	985	380/660	133,4/77	93	0,92	1,9	1,2	6,5	44	F	S1	738
	3K315Sb6	90	125	985	380/660	167/96,5	92	0,89	1,9	1,2	6,8	44	F	S1	854
	3K315M6	110	150	985	380/660	208/120	93	0,87	2,8	2,0	6,6	44	F	S1	1250
	3K355Sa6	132	180	985	380/660	251/145	93	0,86	2,8	1,5	5,5	44	F	S1	1400
	3K355Sb6	150	200	985	380/660	288/166	93,5	0,85	2,8	1,5	5,6	44	F	S1	1436
	3K355Sc6	160	220	985	380/660	307/177	93,5	0,85	2,8	1,5	5,6	44	F	S1	1500
	3K355M6	200	270	985	380/660	380/220	94	0,85	2,8	2,0	5,6	44	F	S1	1900
	3K112S8	0,75	1,0	735	220/380	4,7/2,7	68	0,64	1,7	1,6	3,5	44	F	S1	33
	3K112Ma8	1,1	1,5	715	220/380	6,1/3,5	70	0,68	1,7	1,6	3,5	44	F	S1	40

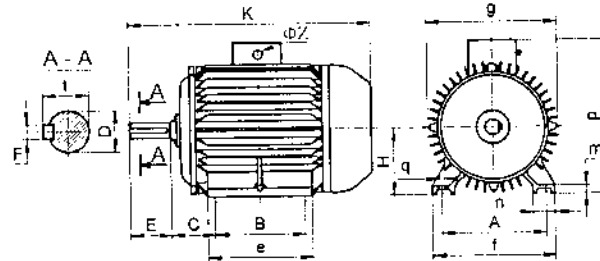
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
750	3K112Mb8	1,5	2,0	715	220/380	7,8/4,5	74	0,68	1,7	1,6	3,2	44	F	S1	43
	3K132S8	2,2	3,0	730	220/380	10,7/6,2	76,5	0,71	2,2	1,8	5,5	44	F	S1	55,5
	3K132M8	3,0	4,0	730	220/380	13,3/7,7	80	0,74	2,2	1,8	5,5	44	F	S1	72
	3K160Sa8	4,0	5,5	730	220/380	17,3/10	83	0,74	2,2	1,8	5,5	44	F	S1	108
	3K160Sb8	4,5	6,0	730	220/380	19,4/11,2	83	0,74	2,2	1,8	5,5	44	F	S1	110
	3K160Mb8	5,5	7,5	730	220/380	23,6/13,6	83	0,74	2,2	1,8	5,5	44	F	S1	116
	3K180M8	7,5	10	730	220/380	30,7/17,7	86	0,75	2,2	1,4	5,5	44	F	S1	170
	3K200S8	11	15	730	220/380	45/26	87	0,76	2,2	1,4	5,5	44	F	S1	225
	3K200M8	15	20	735	380/660	32/18,5	87	0,82	2,0	1,2	5,5	44	F	S1	226
	3K225S8	18,5	25	735	380/660	38/22	89	0,84	2,2	1,6	5,7	44	F	S1	305
	3K280Sa8	33	45	735	380/660	68/39	90	0,83	2,0	1,3	4,2	44	F	S1	585
	3K280Sb8	37	50	735	380/660	75/43,5	90	0,83	2,0	1,5	4,7	44	F	S1	607
	3K315Sa8	55	75	735	380/660	106/61	91	0,88	2,2	1,4	5,5	44	F	S1	721
	3K315Sb8	75	100	735	380/660	142/82	91	0,88	2,5	1,8	5,5	44	F	S1	870
	3K315M8	90	125	735	380/660	168/97	92	0,89	2,5	1,8	6,0	44	F	S1	1050
	3K355Sa8	110	150	735	380/660	222/128	92	0,82	2,5	1,8	5,5	44	F	S1	1350
	3K355Sb8	132	180	735	380/660	267/154	92	0,82	2,5	1,7	6,0	44	F	S1	1500
	3K355A8	160	220	735	380/660	319/184	93	0,82	2,5	1,4	5,5	44	F	S1	1850
600	3K315S10	55	75	590	380/660	115/66,5	92	0,79	1,8	0,7	5,2	44	F	S1	870
	3K355Sa10	75	100	590	380/660	156/90	92	0,80	1,8	1,0	5,5	44	F	S1	1440
	3K355Sb10	90	125	590	380/660	179/103	92,5	0,83	1,8	1,0	5,5	44	F	S1	1610

Phụ lục 18. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha chân đế do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất



Kiểu thân	Số cực	H	C	A	B	D	E	F	K	m	e	f	g	n	p	q	t
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
3K90S	4; 6	90	56	140	100	18	40	6	286	12	125	165	223	32		10,5	20,5
3K90L	4	90	56	140	100	18	40	6	331	12	150	165	223	32		10,5	20,5
3K90L	6	90	56	140	125	24	50	8	321	12	150	165	223	32		10,5	27
3K100S	2; 4	100	63	160	112	24	50	8	339	14	152	200	251	41	236	12	27
3K100L	2	100	63	160	140	24	50	8	367	14	180	200	251	41	236	12	27
3K112S	4; 6; 8	112	70	190	114	28	60	8	359	14	145	225	275	50	259	12	31
3K112M	2; 4; 6; 8	112	70	190	140	28	60	8	384	14	170	225	275	50	259	12	31
3K132S	2; 4	132	89	216	140	32	80	10	444	16	175	250	328	52,5	298	12	35
3K132S	6; 8	132	89	216	140	38	80	10	444	16	175	250	328	52,5	298	12	41
3K132M	2; 4	132	89	216	178	32	80	10	482	16	213	250	328	52,5	298	12	35
3K132M	6; 8	132	89	216	178	38	80	10	482	16	213	250	328	52,5	298	12	41
3K160S	2; 4; 8	160	108	254	178	42	110	12	564,5	20	230	300	395	52	363,5	14	45
3K160M	2; 4; 6; 8	160	108	254	210	42	110	12	596,5	20	250	300	395	52	363,5	14	45
3K160L	2; 6	160	108	254	254	42	110	12	640,5	20	294	300	395	52	363,5	14	45
3K180M	4; 8	180	121	279	241	42	110	12	652,5	23	280	330	413	60	398	14	45
3K200S	2; 4; 6; 8	200	133	318	228	48	110	14	693,5	31	286	385	483	74	449,5	18	51,5
3K200M	2; 6; 8	200	133	318	267	55	110	16	732,5	31	325	385	483	74	449,5	18	59

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
3K200L	2; 4	200	133	318	305	55	110	16	770,5	31	363	385	483	74	449,5	18	59
3K225S	4; 8	225	149	356	286	60	140	18	807	28	370	435	570	90	515,5	19	64
3K225M	2	225	149	356	311	55	110	16	802	28	395	435	570	90	515,5	19	59
3K225M	4; 6	225	149	356	311	60	140	18	832	28	395	435	570	90	515,5	19	64
3K250M	2; 4	250	168	406	349	60	140	18	904,5	25	460	480	623	90	560	22	64
3K250M	6	250	168	406	349	65	140	18	904,5	25	460	480	623	90	560	22	69
3K280S	2	280	190	457	368	65	140	18	964	35	490	560	658	100	638	26	69
3K280S	4; 6; 8	280	190	457	368	75	140	20	964	35	490	560	658	100	638	26	79,5
3K315S	6; 8; 10	315	216	508	406	80	170	22	1083	40	525	620	762	120	720	27	85
3K315M	4; 6; 8	315	216	508	457	90	170	25	1153	40	590	620	762	120	720	27	95



Kiểu thân	Số cực	H	C	A	B	D	E	F	K	m	n	e	f	g	p	t	q	z
4K71	2; 4	71	45	112	90	19	40	-	270	10	30	108	142	160	187	21,5	9	-
4K80	2	80	50	125	100	22	50	6	311	12	35,5	125	155	176	218	24,5	10	14
4K80B	2	80	50	125	100	22	50	6	341	12	35,5	125	155	176	218	24,5	10	14
4K80B	4	80	50	125	100	22	50	6	311	12	35,5	125	155	176	218	24,5	10	14
4K90L	2; 4; 6	90	56	140	125	24	50	8	328	13	35	150	165	195	228	27	10,5	14
3K280M	2	280	190	457	419	65	140	18	1044	35	100	580	560	520	666	69	26	-
3K280M	4	280	190	457	419	75	140	20	1044	35	100	580	560	520	666	79,5	26	-
3K315S	4; 6	315	216	508	406	80	170	22	1083	45	120	525	620	625	760	85	27	-
3K315M	4; 6	315	216	508	457	90	170	25	1153	45	120	590	620	625	760	95	27	-
3K315L	4	315	216	508	508	90	170	25	1203	45	120	647	620	625	760	95	27	-
3K355S	4; 6	355	254	610	500	100	210	28	1347	40	145	710	730	710	873	106	28	-
3K355M	4; 6; 8	355	254	610	560	100	210	28	1407	40	145	770	730	710	873	106	28	-

Lưu ý: Ký hiệu của động cơ không đồng bộ ba pha theo tiêu chuẩn IEC gồm ba nhóm.

- Nhóm thứ nhất (3K hoặc 4K) chỉ tên dãy động cơ không đồng bộ, số 3 chỉ thế hệ cải tiến lần thứ ba, số 4 chỉ thế hệ cải tiến lần thứ tư, chữ K chỉ động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc vỏ kín (động cơ mật bích ký hiệu là KB).

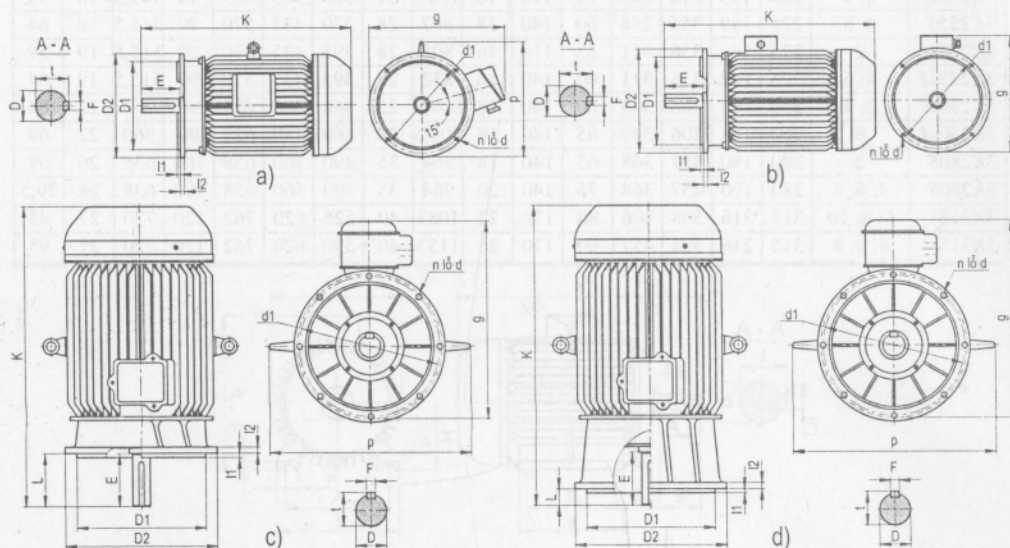
- Nhóm thứ hai gồm hai hoặc ba chữ số chỉ chiều cao tâm trục (mm);

- Nhóm thứ ba gồm một chữ cái chỉ chiều dài thân, S - ngắn, M - trung bình, L - dài (khi chiều cao tâm trục nhỏ hơn 90mm thì thay bằng chữ A hoặc B), với cùng cỡ thân có nhiều cấp công suất thì sau S, M, L có thêm chữ a, b, c.

- Nhóm thứ tư gồm một chữ số chỉ số cực (cực),

Chẳng hạn, 3K200Ma8 là động cơ không đồng bộ ba pha rôto lồng sóc vỏ kín thế hệ thứ ba, chiều cao tâm trục 200mm, chiều dài thân trung bình, công suất thuộc nhóm a, vận tốc đồng bộ 750v/gi/ph (8 cực),

**Phụ lục 19. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha
mặt bích do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất**



Kiểu thân	Công suất (kW) ứng với:				Các kích thước chính (mm)																Hình
	2 cực	4 cực	6 cực	8 cực	d_1	d	D_1	D_2	D	E	l_1	l_2	K	g	F	t	p	n			
4KB71A	0,55	0,37			165	12	130	200	19	40	3,5	10	293	196	6	21,5		4	<i>b</i>		
4KB71B	0,75	0,55			165	12	130	200	19	40	3,5	10	293	196	6	21,5		4	<i>b</i>		
3KB90Sa		0,75			165	11	130	200	18	40	3,5	10	309	223	6	20,5		4	<i>a</i>		
3KB90Sb		1,1			165	11	130	200	18	40	3,5	10	309	223	6	20,5		4	<i>a</i>		
3KB90L			0,75		165	11	130	200	24	50	3,5	10	344	223	8	27		4	<i>a</i>		
3KB112Sa		2,2	1,5		215	14	180	250	28	60	4,0	13	380	275	8	31	257	4	<i>a</i>		
3KB112Sb		3,0			215	14	180	250	28	60	4,0	13	380	275	8	31	257	4	<i>a</i>		
3KB112M	4,0	4,0	2,2		215	14	180	250	28	60	4,0	13	406	275	8	31	257	4	<i>a</i>		
3KB132S	5,5	5,5			265	15	230	300	32	80	4,0	15	469	328	10	35	295	4	<i>a</i>		
3KB132M	7,5	7,5			265	15	230	300	32	80	4,0	15	507	328	10	35	295	4	<i>a</i>		
3KB160S	11	11			300	18	250	350	42	110	5,0	16	596	395	12	45	361,5	4	<i>a</i>		
3KB160M	15	15	7,5		300	18	250	350	42	110	5,0	16	628	395	12	45	361,5	4	<i>a</i>		
3KB180M		18,5			350	19	300	400	42	110	5,0	20	656	413		45	393	4	<i>a</i>		
3KB200S	22	22	15		400	19	350	450	48	110	5,0	20	693,5	483	14	51,5	450,5	4	<i>a</i>		
3KB200La		30			400	19	350	450	55	110	5,0	20	781,5	483	16	59	450,5	4	<i>a</i>		
3KB200Lb	37	33			400	19	350	450	55	110	5,0	20	781,5	483	16	59	450,5	4	<i>a</i>		
3KB225S		37; 40		18,5	400	19	350	450	60	140	5,0	20	813	570	18	64	515,5	8	<i>a</i>		
3KB225M		45	30; 33		400	19	350	450	60	140	5,0	20	838	570	18	64	515,5	8	<i>a</i>		
3KB250M	55	55			500	19	450	550	60	140	5,0	20	904,5	623	18	64	549	8	<i>c</i>		
3KB280S		75	45; 54	33; 37	500	19	450	550	75	140	6,0	20	969	658	20	79,5	618	8	<i>c</i>		
3KB280M		90; 100			500	19	450	550	75	140	6,0	20	-	-	-	-	618	8	<i>c</i>		
3KB280M	90				500	19	450	550	65	140	6,0	20	-	-	-	-	618	8	<i>c</i>		

Kiểu thân	Công suất (kW) ứng với:				Các kích thước chính (mm)															Hình
	2 cực	4 cực	6 cực	8 cực	d_1	d	D_1	D_2	D	E	L	l_1	l_2	K	g	F	t	p	n	
3KB315S				75	600	24	550	660	80	170	-2	6	28	1106	757,5	22	85	854	4	d
3KB315S				75	600	24	550	660	80	170	15	6	28	1123	757,5	22	85	584	8	d

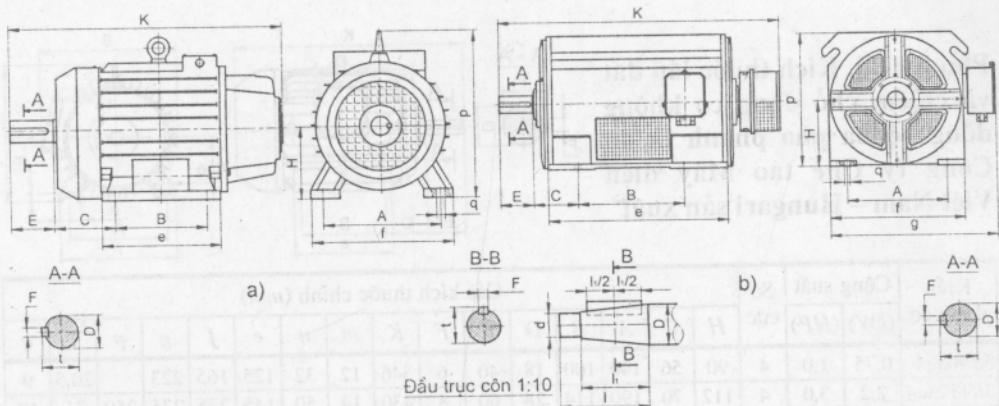
Phụ lục 20. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ ba pha rôto dây quấn do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất

Vận tốc đồng bộ n (vg/ph)	Kiểu	Công suất định mức $P_{\text{đm}}$		Vận tốc quay (vg/ph)	Điện áp stato U_1 (V)	Dòng điện stato I_1 (A)	Hiệu suất η (%)	Hệ số công suất $\cos \varphi$	Điện áp rôto U_2 (V)	Dòng điện rôto I_2 (A)	Bội số mômen cực đại B_{max} (lần)	Cấp bảo vệ IP	Cấp cách điện	Chế độ làm việc	Khối lượng (kg)
(1)	(2)	(kW)	(HP)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1500	KQ225Ma4	30	40	1460	380/660	59/34	90,5	0,86	228	83	3,5	44	F	S1	440
	KQ225Mb4	40	55	1465	380/660	76/44	91,5	0,89	300	85	3,5	44	F	S1	470
	KQ250M4	55	75	1465	380/660	109/63	92	0,86	245	143	3,5	44	F	S1	650
	KQ280S4	75	100	1465	380/660	139/80	92	0,90	265	175	3,5	44	F	S1	810
	KQ280M4	90	125	1470	380/660	165/95	92,5	0,90	320	180	3,5	44	F	S1	950
	KQ315Sa4	110	150	1475	380/660	206/119	92,5	0,88	280	235	3,3	44	F	S1	1100
	KQ315Sb4	132	180	1475	380/660	248/143	92,5	0,88	345	225	3,5	44	F	S1	1210
	KQ315M4	160	220	1475	380/660	296/171	92,5	0,89	405	245	3,5	44	F	S1	1340
	KQ355S4	200	270	1480	380/660	360/208	93	0,91	470	260	3,5	44	F	S1	1560
1000	KQ355M4	250	340	1480	380/660	445/257	93	0,92	585	265	3,5	44	F	S1	1890
	KQ112M6	1,5	2,0	980	220/380	8,7/5,0	-	-	127	11	2,8	44	F	S1-60%	50
	KQ112L6	2,5	3,4	980	220/380	13,7/7,9	-	-	168	13,5	2,8	56	F	S1-60%	63
	KQ160Sa6	3,5	4,8	955	220/380	15/8,7	-	-	172	15	2,8	44	F	S1-40%	100
	KQ132-6	3,5	4,8	955	220/380	15/8,7	-	-	178	14	2,8	44	F	S1-40%	95
	KQ160Sb6	5,5	7,5	955	220/380	24/14	-	-	226	17	3,0	44	F	S1-40%	118
	KQ170S6	7,5	10	900	220/380	35,5/20,5	-	-	194	32	3,0	44	F	S1-40%	180
	KQ180L6	11	15	950	220/380	48,5/28	-	-	173	41	2,8	44	F	S1-40%	200
	KQ250Ma6	30	40	975	380/660	60/35	91	0,84	140	136	3,3	44	F	S1	600
	KQ250Mb6	40	55	975	380/660	80/46	91	0,84	170	150	3,3	44	F	S1	680
	KQ250Mc6	45	60	985	220/380	159/82	-	-	300	92	3,3	44	F	S1-40%	685
	KQ280S6	55	75	980	380/660	109/63	91	0,85	235	148	3,6	44	F	S1	840
	KQ280M6	75	100	980	380/660	147/85	91	0,86	310	155	3,6	44	F	S1	970
	KQ315Sa6	90	125	975	380/660	172/99	93	0,87	210	276	3,0	44	F	S1	1250
	KQ315Sb6	110	150	975	380/660	207/120	93	0,88	218	324	3,0	44	F	S1	1325
	KQ355Sa6	132	180	985	380/660	249/144	93	0,87	450	185	3,1	44	F	S1	1600
	KQ355Sb6	160	220	985	380/660	296/171	93,5	0,88	550	180	3,2	44	F	S1	1900
	KQ355M6	200	270	985	380/660	369/213	94	0,88	620	195	3,2	44	F	S1	2200

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
750	KQ200L8	22	30	720	220/380	100/85	-	-	237	59	2,8	44	F	S ₁ -40%	364
	KQ225-8	22	30	720	220/380	100/85	-	-	237	59	2,8	44	F	S ₁ -40%	364
	KQB225M8	28	38	705	220/380	123/71	-	-	250	80	2,6	44	F	S ₁ -40%	425
	KQ225Mb8	30	40	715	380/660	75,5/44	-	-	240	93	2,8	44	F	S ₁ -40%	443
	KQ250M8	30	40	730	380/660	68/39	88,5	0,77	180	108	3,5	44	F	S ₁	670
	KQ280S8	40	55	730	380/660	85/49	87,5	0,82	140	140	3,0	44	F	S ₁	830
	KQ280M8	55	75	730	380/660	116/67	89	0,82	240	148	3,0	44	F	S ₁	960
	KQ315S8	75	100	730	380/660	152/88	92	0,82	255	192	2,8	44	F	S ₁	1000
	KQ315M8	90	125	735	380/660	182/105	92,5	0,82	318	185	3,0	44	F	S ₁	1430
	KQ355Sa8	110	150	735	380/660	218/126	93	0,83	335	210	2,7	44	F	S ₁	1610
	KQ355Sb8	132	180	735	380/660	256/148	93,5	0,84	415	200	2,9	44	F	S ₁	1700
	KQ355M8	160	220	735	380/660	309/176	94	0,85	485	210	2,9	44	F	S ₁	2100
	KQ450-8	200	270	735	380/660	380/220	93	0,86	450	287	2,8	44	F	S ₁	2450
	HQ500M8	220	300	375	380/660	420/242	93	0,86	450	315	2,2	23	F	S ₁	1750
	HQ400-8	250	340	735	380/660	477/275	93	0,86	497	315	2,2	23	F	S ₁	2350
	KQ500L8	250	340	735	380/660	477/275	93	0,86	512	305	2,8	44	F	S ₁	3450
	HQ500L8	430	585	730	400/693	785/453	92	0,86	788	346	2,8	23	F	S ₁	4250
	HQ640-8	500	680	740	3500/6000	106/61	92	0,88	740	436	2,8	23	F	S ₁	4800
	HQ560-8	630	860	730	3500/6000	132/76	93	0,86	974	405	2,7	23	F	S ₁	5650
	HQ630-8	750	1000	730	3500/6000	156/90	92	0,90	1030	465	2,7	23	F	S ₁	7200
600	KQ400S10	100	135	590	230/380	225/390	-	-	265	245	2,7	44	F	S ₁ -40%	
	KQ400-10	125	170	585	230/380	520/300	-	-	327	237	2,9	44	F	S ₁ -40%	1700
	KQ500L10	263	350	585	230/380	886/500	95	0,84	550	294	2,8	54	F	S ₁	5000
	HQ630-10	600	800	590	230/380	1853/1070	94,5	0,90	1180	300	2,7	23	F	S ₁	5050
500	KQ450-12	150	200	485	220/380	482/278	94	0,87	482	196	2,9	55	F	S ₁	2500
	KQ560-12	250	340	485	380/660	480/277	92	0,86	634	268	2,8	23	F	S ₁	3050
	HQ495-12	630	840	492	1900/3300	242,5/140	92	0,86	812	500	2,9	23	F	S ₁	10050
375	KQ840-16	735	1000	370	1900/3300	291/168	94	0,82	1510	297	2,9	23	F	S ₁	10100

Phụ lục 21. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha rôto dây quấn do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất

Kiểu thân	Số cực	Các kích thước chính (mm)																	Ghi chú	Hình
		H	C	A	B	D	E	F	K	e	f	p	q	t	l	l ₁	d	g		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
KQ112M	6	112	105,5	190	140	28	60	8	473	170	225	252	12	31				-		a
KQ112L	6	112	105,5	190	159	32	80	10	523	220	225	252	12	35				-		a
KQ132	6	132	140	220	190	35	80	10	655	284	275	325	19	38				-		a
KQ160S	6	160	168	254	178	42	110	12	710	282	300	390	14	45				-		a
KQ170S	6	170	170	245	260	40	110	12	-	328	320	-	22	43				-		a
KQ180L	6	180	-	279	260	48	110	14	-	328	340	-	26	51,5				-		a
KQ200L	8	200	133	318	305	65	-	16	-	370	400	-	22	62,75	138	105	M42	-	Trục còn	a
KQ225M	4; 8	225	190	356	311	60	-	16	970	400	435	-	24	58,75	140	105	M42	-	Trục còn	a
KQ225L	4; 6	225	165	332	420	65	-	16	-	478	410	-	28	58,75	137	105	M42	-	Trục còn	a
KQ250M	6	250	168	406	349	65	140	18	1123	450	500	575	24	69				-		a
KQ280S	4; 6; 8	280																		a

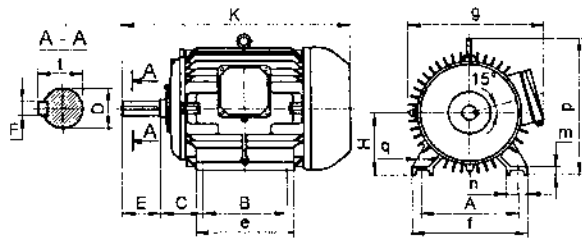


(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
KQ280M	4; 6; 8	280																		
KQ315S	4; 6; 8	315																		
KQ315M	4; 8	315																		
KQ355S	4; 6; 8	355																		
KQ355M	4; 6; 8	355																		
HQ400S	10	400	322	645	440	110	-	22	1483	585	780	930	47	106,1	220	170	M79	-	Trục côn	a
KQ400	10	400	322	645	510	110	-	22	1553	660	780	930	46	106,1	220	170	M79	-	Trục côn	a
HQ400	8	400	245	610	780	110	220	28	1828	1168	850	800	30	116				1033		b
KQ450	8	450																		
KQ450	12	450																		
HQ495	12	495	580	1646	1120	175	270	45	-	1390	1816	1840	40	185				-		
HQ500M	8	500	245	790	600	100	210	28	1530	700	980	1094	42	106				1139		-
KQ500L	8																			
HQ500L	8		335	850	900	130	250	32	2222	1405	1110	1015	42	137				1310		b
HQ560	8	560	355	950	1120	130	250	32	2385		1210	1165	44	137				1400		-
HQ560	12	560		970	780	110		28	-	1048	1120	-	27	118				-		-
KQ560L	10	560	593	950	1000	120	210	32	2539	1410	1150	1510	42	129				-		-
HQ630	8	630	395	1000	1000	145	230	36	2308	1474	1255	1274	42	153				1487		b
HQ630	10	630																		
HQ640	8	640	310	1065	840	120	210	32	1945	1100	1260	1257	35	127				1478		b
HQ840	16	840	275	1080	1000	145	230	36	2140	1280	1260	1260	35	153				-		-

Phụ lục 22. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ ba pha phanh từ
do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất

Kiểu	Công suất định mức		Vận tốc quay (vòng/ph)	Điện áp định mức U (V)	Dòng điện định mức I _{dm} (A)	Hiệu suất η	Hệ số công suất Cos φ	Bội số mômen cực đại B _{Mmax} (lần)	Bội số mômen khởi động B _{Mkd} (lần)	Bội số dòng điện khởi động B _{kđ} (lần)	Kiểu phanh	Điện áp cuộn dây phanh từ V _{đc} (V)	Mômen hãm M _h (N.m)	Khối lượng (kg)
	(kW)	(HP)												
3K90Sa4	0,75	1,0	1420	220/380	3,8/2,2	72	0,74	2,2	2,0	4,0	BFD25	90	8	18,5
3K112Sa4	2,2	3,0	1435	220/380	8,66/5,0	80	0,84	2,2	2,0	5,5	BFD30	90	18	37
3K132S4	5,5	7,5	1445	220/380	19,8/11,4	85,5	0,86	2,2	2,0	6,5	BFD45	90	45	68,5
3K132M4	7,5	10	1460	220/380	26,2/15,1	87,5	0,86	2,2	2,0	7,0	BFD50	90	60	79

Phụ lục 23. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha phanh từ do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất



Kiểu động cơ	Công suất		Số cực	Các kích thước chính (mm)															
	(kW)	(HP)		H	C	A	B	D	E	F	K	m	n	e	f	g	p	t	q
3K90Sa4	0,75	1,0	4	90	56	140	100	18	40	6	346	12	32	125	165	223		20,5	9
3K112Sa4	2,2	3,0	4	112	70	190	114	28	60	8	430	14	50	145	225	275	259	31	12
3K132S4	5,5	7,5	4	132	89	216	140	32	80	10	521	16	52,5	175	250	328	298	35	12
3K132M4	7,5	10	4	132	89	216	178	32	80	10	559	16	52,5	213	250	328	298	35	12

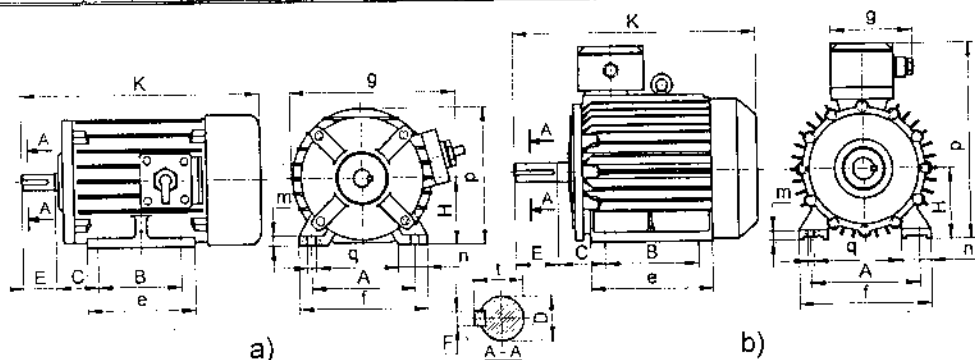
Phụ lục 24. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ ba pha phòng nổ do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất

Kiểu	Công suất định mức		Vận tốc quay (vg/ph)	Điện áp định mức U (V)	Dòng điện định mức $I_{đm}$ (A)	Hiệu suất η	Hệ số công suất $\cos\varphi$	Bội số mômen cực đại B_{Mmax} (lần)	Bội số mômen khởi động B_{Mst} (lần)	Bội số dòng điện khởi động B_{Id} (lần)	Cấp bảo vệ IP	Cấp cách điện	Khối lượng (kg)
	(kW)	(HP)											
3PN80A4	0,55	0,75	1390	220/380	3,0/1,7	70	0,71	2,6	2,2	4,5	55	F	25
3PN80B4	0,75	1,0	1420	220/380	3,8/2,2	72	0,74	2,6	2,2	4,0	55	F	28
3PN90L4	1,1	1,5	1435	220/380	4,9/2,8	75	0,81	2,6	2,2	4,5	55	F	36
3PN100L4	1,5	2,0	1430	220/380	5,9/3,4	81	0,85	2,6	2,2	4,5	55	F	44
3PN112S4	2,2	3,0	1435	220/380	8,66/5,0	80	0,84	2,6	2,0	5,5	55	F	49
3PN112M4	3,0	4,0	1440	220/380	11,6/6,7	82	0,83	2,6	2,0	5,5	55	F	54
3PN132S4	4,0	5,5	1435	220/380	14,9/8,6	84	0,84	2,8	2,2	6,5	55	F	85
3PN132M4	5,5	7,5	1445	220/380	19,8/11,4	85,5	0,86	2,8	2,2	6,5	55	F	94
3PN160S4	7,5	10	1460	220/380	26,5/15,1	87,5	0,86	2,8	2,0	6,5	55	F	118
3PN160M4	11	15	1460	220/380	38/22	87,5	0,87	2,8	2,0	6,5	55	F	142
3PN180M4	15	20	1460	380/660	29/16,8	89	0,88	2,8	2,2	6,3	55	F	190
3PN180L4	18,5	25	1460	380/660	35,5/20,5	90	0,88	2,7	2,2	6,5	55	F	214

Phụ lục 25. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha phòng nổ do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất

Kiểu thân	Số cực	Các kích thước chính (mm)																Hình
		H	C	A	B	D	E	F	K	m	e	f	g	n	p	q	t	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
3PN80A	4	80	50	125	100	19	40	6	288	12	130	155	200	35	165	10	21,5	a
3PN80B	4	80	50	125	100	19	40	6	288	12	130	155	200	35	165	10	21,5	a
3PN90L	4	90	56	140	125	24	50	8	365	12	172	170	186	35	272	10	27	b

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
3PN100L	4	100	63	160	140	24	50	8	390	14	200	196	186	39	292	12	27	b
3PN112S	4	112	70	190	114	28	60	8	386	18	178	226	186	50	305	12	31	b
3PN112M	4	112	70	190	140	28	60	8	412	18	204	226	186	50	305	12	31	b
3PN132S	4	132	89	216	140	38	80	10	462	20	208	250	274	52,5	373	12	41	b
3PN132M	4	132	89	216	178	38	80	10	500	20	246	250	274	52,5	373	12	41	b
3PN160S	4	160	108	254	178	42	110	12	566	20	258	300	330	70	449	15	45	b
3PN160M	4	160	108	254	210	42	110	12	598	20	290	300	330	70	449	15	45	b
3PN180M	4	180	121	279	241	48	110	12	628	25	314	340	407	75	498	15	51	b
3PN180L	4	180	121	279	279	48	110	12	668	25	348	340	407	75	498	15	51	b



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A.S. Kokorep. Sổ tay thợ quấn dây máy điện. Nhà xuất bản Công nhân kỹ thuật, Hà Nội, 1993.
2. Macthor Đuriô. Tự chế các máy biến áp cỡ nhỏ. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1976.
3. Tomat Haiac, Hube Meluzin Iozep Becnat. Tính toán kỹ thuật điện đơn giản. Nhà xuất bản Năng lượng Maccova, 1968.
4. Chế độ sử dụng và bảo quản động cơ điện. Ủy ban Khoa học Nhà nước, 1960.
5. Tô Đăng. Sử dụng và sửa chữa động cơ điện xoay chiều. Nhà xuất bản Công nhân kỹ thuật, 1973.
6. Nguyễn Thuận. Kỹ thuật quấn dây. Nhà xuất bản Lao động, 1992.
7. Phạm Văn Bảy, Phạm Văn Dương, Trần Hoàng Lương. Sách tra cứu kỹ thuật radiô (tập 1). Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 1973.
8. V. YA. Bruckin. Toán đồ cho người yêu thích vô tuyến điện. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1986.
9. Giáo trình giảng dạy của các trường Đại học Bách khoa, Đại học Cơ điện, Đại học Kỹ thuật thông tin liên lạc, báo Khoa học và đời sống, tạp chí Bưu chính viễn thông, tạp chí Khoa học và kỹ thuật... Các số liệu thực tế rút từ sổ tay sửa chữa của kỹ sư Bùi Văn Cường (Vietnam Airlines) và các kỹ thuật viên nhiều kinh nghiệm: Nguyễn Văn Chiến (Công ty Cơ khí nông nghiệp Hà Đông), Nguyễn Xuân Trí (thị xã Hà Đông), Trần Văn Vinh (thành phố Thanh Hóa)...
10. Công bố chất lượng của Công ty TNHH Nhà nước một Thành viên Chế tạo Điện cơ Hà Nội và Công ty TNHH Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari.

MỤC LỤC

	Trang
Lời nói đầu	3
Chương 1. Kiến thức cơ bản về dòng điện xoay chiều	5
1-1. Dòng điện xoay chiều một pha	5
1-2. Ý nghĩa về giá trị hiệu dụng của dòng điện xoay chiều	6
1-3. Quan hệ giữa dòng điện và điện áp trên các đoạn mạch	7
1-3-1. Dòng điện xoay chiều trên đoạn mạch chỉ có điện trở	7
1-3-2. Dòng điện xoay chiều trên đoạn mạch chỉ có tụ điện	8
1-3-3. Dòng điện xoay chiều trên đoạn mạch chỉ có cuộn cảm	8
1-4. Dòng điện xoay chiều ba pha	9
1-4-1. Cách mắc hình sao (Y)	10
1-4-2. Cách mắc hình tam giác (Δ)	11
Chương 2. Nguyên tắc cấu tạo của động cơ điện	12
2-1. Nguyên lý chung	12
2-2. Cấu tạo của động cơ điện	13
2-3. Công dụng và phân loại động cơ điện	14
Chương 3. Kiến thức cơ bản về dây quấn động cơ điện xoay chiều	15
3-1. Từ trường quay trong động cơ điện xoay chiều	15
3-1-1. Từ trường quay ở cuộn dây stato động cơ điện xoay chiều ba pha	16
3-1-2. Từ trường quay ở cuộn dây stato động cơ điện xoay chiều hai pha	18
3-1-3. Từ trường quay ở cuộn dây stato động cơ điện xoay chiều một pha	19
3-2. Xử lý vận tốc trong động cơ điện xoay chiều	22
3-2-1. Phương pháp xử lý bằng điện từ	23
3-2-2. Phương pháp xử lý bằng điện từ	25
3-3. Các khái niệm cơ bản về dây quấn động cơ điện xoay chiều	28
3-4. Vị trí đặt các cuộn dây trong động cơ điện xoay chiều	30
3-5. Các loại ký hiệu và sơ đồ đấu dây	32
3-5-1. Các ký hiệu	32
3-5-2. Các sơ đồ	33
3-6. Các kiểu tổ bố dây	34
3-6-1. Tổ bố dây lớp đơn kiểu đồng tâm	34
3-6-2. Tổ bố dây lớp đơn kiểu đồng khuôn	34
3-6-3. Tổ bố dây lớp kép kiểu đồng khuôn	35
3-7. Cách đấu các bố dây trong một tổ bố	35
3-8. Cách đấu các tổ bố trong một cuộn dây	35
3-8-1. Cách đấu nối tiếp các tổ bố dây	36
3-8-2. Cách đấu song song các tổ bố dây	38
3-8-3. Cách đấu hỗn hợp các tổ bố dây	39
Chương 4. Sơ đồ đấu dây trong động cơ điện xoay chiều một pha thông dụng	40
4-1. Sơ đồ đấu dây trong động cơ điện xoay chiều một pha vòng chập	40
4-1-1. Động cơ điện một pha vòng chập có số cực bằng số tổ bố	41
4-1-2. Động cơ điện một pha vòng chập có số cực gấp đôi số tổ bố	43

	Trang
4-2. Sơ đồ đấu dây trong động cơ điện xoay chiều một pha tụ điện	45
4-2-1. Công dụng và cấu tạo của công tắc ngắt điện	46
4-2-2. Đặc điểm chung về dây quấn động cơ điện xoay chiều một pha tụ điện ..	48
4-2-3. Động cơ một pha tụ điện 2 cực, 4 tổ bối	50
4-2-4. Động cơ một pha tụ điện 4 cực, 8 tổ bối	53
4-2-5. Động cơ một pha tụ điện 6 cực, 12 tổ bối	60
4-2-6. Động cơ một pha tụ điện nhiều cực	64
4-3. Các động cơ điện xoay chiều một pha tụ điện có cuộn dây số	66
4-3-1. Động cơ có cuộn dây số lắp ngoài	66
4-3-2. Động cơ có cuộn dây số lắp trong	67
4-4. Phân tích chiều quay trong động cơ điện xoay chiều	70
4-4-1. Chiều quay của động cơ điện xoay chiều một pha tụ điện có cuộn dây số lắp ngoài	70
4-4-2. Chiều quay của động cơ điện xoay chiều một pha tụ điện có cuộn dây số lắp trong	72
4-5. Động cơ điện xoay chiều một pha có phần tử ngược	74
4-6. Động cơ điện xoay chiều một pha có rôto quấn dây	78
4-6-1. Cấu tạo cuộn dây stato động cơ một pha có rôto quấn dây	78
4-6-2. Cấu tạo cuộn dây rôto động cơ một pha có rôto quấn dây	79
Chương 5. Sơ đồ đấu dây trong động cơ điện xoay chiều ba pha	80
5-1. Đặc điểm chung về dây quấn trong động cơ điện xoay chiều ba pha	81
5-2. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ	83
5-2-1. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ kiểu 1 hình sao và 2 hình sao	85
5-2-2. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ kiểu 1 tam giác và 2 tam giác	86
5-2-3. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 2 cực, 6 tổ kiểu 2 tam giác và 2 hình sao	87
5-3. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha 4 cực, 6 tổ	90
5-4. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha 4 cực, 12 tổ	95
5-5. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha 6 cực, 18 tổ	99
5-6. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha nhiều vận tốc	104
5-6-1. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 4/2 cực, 6 tổ	105
5-6-2. Sơ đồ đấu dây trong động cơ ba pha, 8/4 cực, 12 tổ	106
5-7. Rôto ba pha quấn dây	108
5-8. Một số mạch điện phụ trong động cơ điện xoay chiều ba pha	109
Chương 6. Máy điện một chiều (máy phát điện và động cơ điện)	110
6-1. Nguyên lý chung	110
6-1-1. Nguyên lý động cơ điện một chiều	110
6-1-2. Nguyên lý máy phát điện một chiều	111
6-2. Cấu tạo của máy điện một chiều	112
6-3. Công dụng và phân loại máy điện một chiều	114
6-3-1. Máy điện kích từ độc lập	114

	Trang
6-3-2. Máy điện kích từ song song.....	114
6-3-3. Máy điện kích từ nối tiếp	115
6-3-4. Máy điện kích từ hỗn hợp.....	116
6-4. Vận tốc và chiều quay của động cơ điện một chiều	118
6-4-1. Điều chỉnh vận tốc trong động cơ điện một chiều.....	118
6-4-2. Chiều quay của động cơ điện một chiều	118
6-5. Sơ đồ dây quấn phản ứng	119
6-5-1. Dây quấn xếp đơn.....	120
6-5-2. Dây quấn xếp phức tạp	122
6-5-3. Dây quấn sóng đơn.....	124
6-5-4. Dây quấn sóng phức tạp	126
Chương 7. Phương pháp tính đơn giản khi sửa chữa động cơ điện xoay chiều.....	127
7-1. Tính lại dây quấn khi chuyển đổi điện áp sử dụng	127
7-2. Tính lại dây quấn khi chuyển đổi tần số điện lưới.....	131
7-3. Tính lại dây quấn khi thay thế một dây tròn lớn bằng hai dây tròn nhỏ.....	134
7-4. Thay đổi số liệu dây quấn bằng cách thay đổi cách đấu sao - tam giác	135
7-5. Tính lại dây quấn stato cho vận tốc quay khác.....	137
7-6. Tính lại dây quấn từ ba pha sang một pha	149
7-7. Phương pháp tổng quát tính khôi phục cuộn dây động cơ điện xoay chiều ba pha khi chỉ còn lõi thép.....	158
7-8. Tính dây quấn stato động cơ điện xoay chiều ba pha dựa vào kích thước lõi và yêu cầu sử dụng.....	167
7-9. Tính số liệu dây quấn động cơ điện xoay chiều ba pha dựa trên kích thước lõi và etyket	171
Chương 8. Thực hành sửa chữa động cơ điện	174
8-1. Trình tự tiến hành quấn lại ống dây động cơ điện	174
8-2. Những sự cố thường gặp khi quấn lại ống dây. Biện pháp khắc phục	179
8-3. Kiểm tra nhanh những hư hỏng về điện.....	181
8-3-1. Cách xác định các cuộn dây bị đứt.....	181
8-3-2. Cách xác định các cuộn dây bị rò điện ra lõi	183
8-3-3. Cách xác định các cuộn dây bị chập (hôn dây)	183
8-3-4. Cách kiểm tra tụ điện	186
8-3-5. Cách xác định đầu và cuối các cuộn dây.....	187
8-4. Những pan thường gặp của các động cơ điện xoay chiều thông dụng.....	188
8-4-1. Những pan về điện.....	188
8-4-2. Những pan về cơ khí.....	191
8-5. Tra cứu số liệu các động cơ và quạt điện thông dụng.....	195
8-5-1. Số liệu các quạt bàn vòng chập	195
8-5-2. Số liệu các quạt trần vòng chập	198
8-5-3. Số liệu các quạt bàn tụ điện	201
8-5-4. Số liệu các quạt trần tụ điện	216
8-5-5. Số liệu các động cơ thông dụng.....	221

	Trang
Chương 9. Kiểm tra, bảo dưỡng, lắp đặt động cơ điện	237
9-1. Chế độ kiểm tra, bảo dưỡng động cơ điện	237
9-1-1. Kiểm tra kỹ thuật động cơ điện	237
9-1-2. Bảo dưỡng động cơ điện	239
9-2. Một số quy định khi lắp đặt động cơ điện	240
9-3. Tính khí cụ đóng cắt, bảo vệ cho động cơ	241
9-3-1. Công thức tính dây chảy	241
9-3-2. Công thức tính cầu dao tự động	244
9-4. Tính dây cáp điện cho động cơ	244
9-4-1. Chọn dây dẫn theo điều kiện phát nóng	244
9-4-2. Chọn dây dẫn theo điều kiện tổn thất điện áp	246
9-5. Một số mạch đóng cắt, điều khiển, bảo vệ động cơ điện xoay chiều ba pha	247
9-5-1. Nguyên tắc biểu diễn sơ đồ điện	247
9-5-2. Mạch điện cơ bản của khởi động từ	248
9-5-3. Một số mạch đóng cắt hay dùng	249
9-6. Mạch lắp đặt động cơ điện xoay chiều một pha ở lưới điện không phù hợp	251
9-6-1. Đấu đổi động cơ hoặc quạt từ điện 220V sang điện 110V	251
9-6-2. Đấu đổi động cơ hoặc quạt từ điện 110V sang điện 220V	252
9-6-3. Đấu tải phụ để tạo sụt áp	254
9-6-4. Dùng biến áp tự ngẫu để đổi điện áp	255
9-7. Mạch lắp đặt động cơ điện xoay chiều ba pha ở lưới điện một pha	255
Chương 10. Ứng dụng công nghệ mới trong xử lý vận tốc	258
10-1. Các giải pháp xử lý vận tốc bằng cơ khí	258
10-2. Các giải pháp xử lý vận tốc bằng điện tử	261
10-2-1. Điều chỉnh vận tốc bằng biến tần	261
10-2-2. Mạch điều chỉnh vận tốc động cơ một chiều và động cơ một pha rôto quấn dây	261
10-2-3. Mạch điều chỉnh và ổn định vận tốc động cơ một pha	262
10-2-4. Mạch điều khiển từ xa trong quạt bàn, quạt cây và quạt treo tường	262
Phụ lục 1. Bảng quy đổi cỡ dây theo đường kính	266
Phụ lục 2. Khe hở lớn nhất cho phép đối với ổ bạc rời	268
Phụ lục 3. Khe hở lớn nhất cho phép đối với ổ bạc liền khối	268
Phụ lục 4. Khe hở lớn nhất cho phép đối với ổ bi	269
Phụ lục 5. Ký hiệu đầu dây stato động cơ điện xoay chiều ba pha	269
Phụ lục 6. Ký hiệu đầu dây rôto động cơ điện xoay chiều ba pha	269
Phụ lục 7. Ký hiệu đầu dây stato động cơ điện xoay chiều một pha	270
Phụ lục 8. Ký hiệu đầu dây stato động cơ điện xoay chiều ba pha bằng dây dẫn màu	270
Phụ lục 9. Ký hiệu đầu dây máy điện một chiều và động cơ điện xoay chiều một pha ruột quấn bằng dây dẫn màu	270
Phụ lục 10. Ký hiệu đầu dây stato động cơ điện xoay chiều một pha bằng dây dẫn màu	271

	Trang
Phụ lục 11. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ ba pha dây 3K&4K do Công ty Chế tạo Điện cơ Hà Nội sản xuất	271
Phụ lục 12. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha chân đế do Công ty Chế tạo Điện cơ Hà Nội sản xuất	274
Phụ lục 13. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha mặt bích do Công ty Chế tạo Điện cơ Hà Nội sản xuất	275
Phụ lục 14. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha mặt bích chế tạo theo đơn đặt hàng do Công ty Chế tạo Điện cơ Hà Nội sản xuất	276
Phụ lục 15. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ một pha do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	276
Phụ lục 16. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ một pha do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	277
Phụ lục 17. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ ba pha do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	278
Phụ lục 18. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha chân đế do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	280
Phụ lục 19. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha mặt bích do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	282
Phụ lục 20. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ ba pha rôto dây quấn do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	283
Phụ lục 21. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha rôto dây quấn do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	284
Phụ lục 22. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ ba pha phanh từ do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	285
Phụ lục 23. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha phanh từ do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	286
Phụ lục 24. Thông số kỹ thuật động cơ không đồng bộ ba pha phòng nổ do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	286
Phụ lục 25. Kích thước lắp đặt và chiếm chỗ động cơ không đồng bộ ba pha phòng nổ do Công ty Chế tạo Máy điện Việt Nam – Hungari sản xuất	286
Tài liệu tham khảo	287

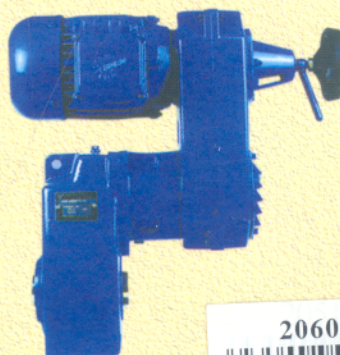
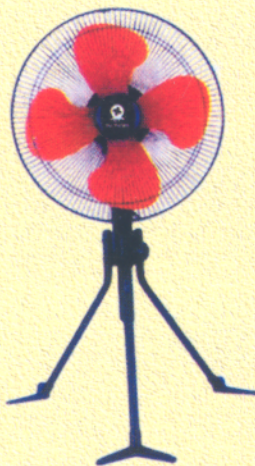
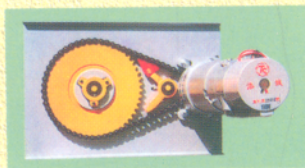
SỬA CHỮA, LẮP ĐẶT QUẠT VÀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN

CÙNG TÁC GIẢ
SÁCH ĐÃ XUẤT BẢN

- Tự quán và sửa biến áp thông dụng. Hội liên hiệp Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 1992 (đã ngừng phát hành để bổ sung, nâng cấp).
- Tiết kiệm điện trong gia đình. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, năm 1992.
- Tự học quán quạt và động cơ điện, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, năm 1993 - 1997 (đã ngừng phát hành để bổ sung, nâng cấp).
- Sửa chữa, chế tạo biến áp dân dụng và công nghiệp. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, năm 2004.

SÁCH SẴN XUẤT BẢN

- Thiết kế, lắp đặt điện nội thất, điện xí nghiệp và điện nông thôn.



206092



GIÁ: 41.000Đ