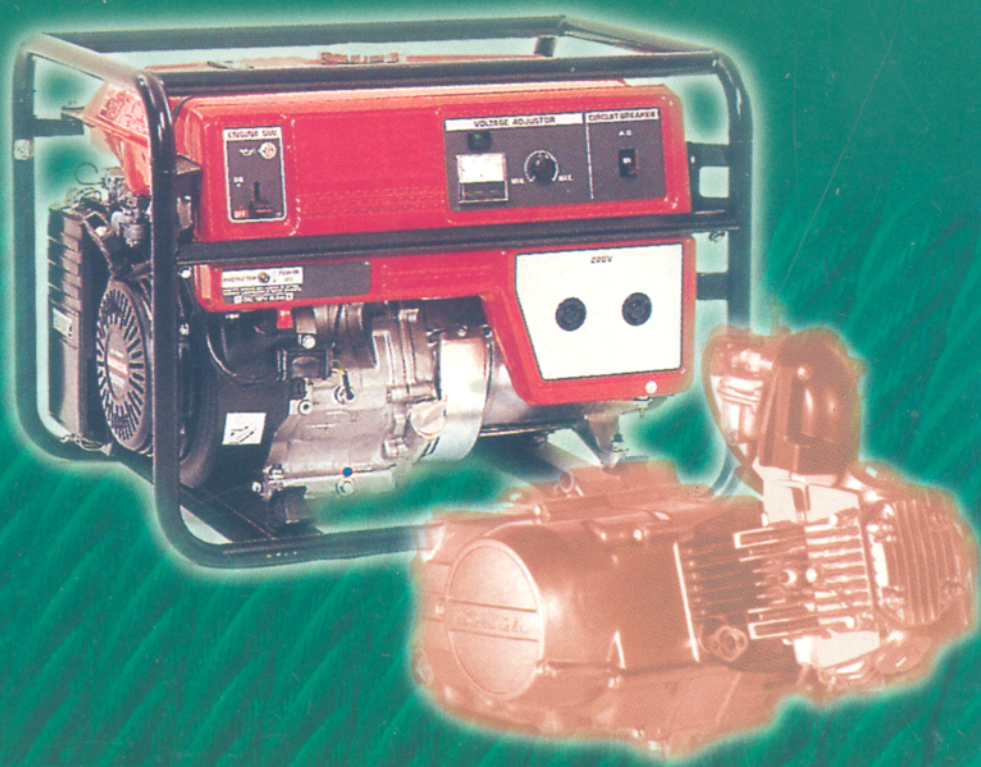


KS. BÙI VĂN YÊN

SỬA CHỮA VÀ QUẢN LẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN

DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ TRUNG CẤP CHUYÊN NGHIỆP VÀ DẠY NGHỀ



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

KS. BÙI VĂN YÊN

SỬA CHỮA VÀ QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN

(Dùng cho các trường đào tạo hệ Trung cấp chuyên nghiệp và Dự nghề)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Bản quyền thuộc HEVOBCO – Nhà xuất bản Giáo dục

17 – 2007/CXB/64 – 2217/GD

Mã số : 6E013M7-DAI

Lời nói đầu

Động cơ điện được sử dụng phổ biến trong sản xuất và đời sống, làm nguồn động lực cho máy gia dụng và máy sản xuất.

Sửa chữa, quấn lại động cơ điện có nhiều loại, nhiều kiểu : Từ máy điện một chiều đến máy điện xoay chiều do nhiều nước chế tạo sao cho phù hợp với điều kiện sử dụng, khí hậu môi trường, thực tiễn nguyên vật liệu và trình độ tay nghề hiện nay để đạt độ tin cậy và độ bền cho máy. Chính vì điều này đã thôi thúc tác giả viết cuốn "Sửa chữa và quấn lại động cơ điện": Nội dung cuốn sách được trình bày trong 4 chương, bao gồm :

Chương 1 : Những kiến thức cơ bản về dây quấn máy điện một chiều. Cách vẽ sơ đồ dây quấn xếp và dây quấn sóng. Kinh nghiệm quấn máy điện bằng tay ; quấn dây theo khuôn cho những động cơ điện một chiều ; máy phát điện một chiều trên xe ô tô, trên máy kéo v.v...

Chương 2 : Nguyên lý làm việc, cách kiểm tra sửa chữa những động cơ điện một pha thông dụng gồm : Các loại động cơ điện vạn năng, động cơ một pha dùng tụ điện. Thực hành quấn dây cho động cơ máy nén khí, máy cưa, máy cắt, máy bơm nước Liên Xô (cũ) ; máy khoan điện cầm tay, máy doa, máy bào tay của Trung Quốc, máy may Ba Lan, máy xay sinh tố, máy hút bụi do Nhật Bản chế tạo.

Chương 3 : Hướng dẫn thực hành quấn lại các loại động cơ điện không đồng bộ 3 pha, điện xoay chiều hạ thế, công suất dưới 100 kW... Kể cả những động cơ có rôto dây quấn, động cơ nhiều tốc độ với những đề mục như : Các sơ đồ quấn dây động cơ điện 3 pha có $z = 18$ đến $z = 54$ rãnh. Tính toán đơn giản để vẽ sơ đồ.

Thay đổi điện áp – Thay thế cỡ dây – Tinh và quấn lại động cơ sang tốc độ khác v.v... Thay thế dây quấn nhôm (Al) bằng dây quấn đồng (Cu) để quấn lại máy điện – Dùng "điện đèn" nối thêm tụ điện để chạy động cơ 3 pha – Quấn lại động cơ 3 pha thành động cơ điện một pha và động cơ điện 1 pha ra 3 pha – Kinh nghiệm tinh và vẽ để quấn lại động cơ điện đã mất hết số liệu.

Chương 4 : Giới thiệu những vật liệu kỹ thuật điện cần thiết cho việc sửa chữa quấn lại máy điện như :

– Các dụng cụ tự chế, "rônha" để kiểm tra trong khi sửa chữa. Cách dự toán dây điện từ để quấn lại máy điện. Một số loại sơn cách điện hiện có ở nước ta và cách tẩm sấy dây quấn thông dụng, đảm bảo chất lượng.

– Cách chọn chổi than ; chọn vòng bi thay thế cho máy điện. Sử dụng và thay thế dầu bôi trơn, mỡ..., của các hãng Shell, Esso, Castrol, BP, Caltex,..., so sánh với dầu mỡ của Liên Xô (cũ) sao cho đảm bảo độ bền của máy điện.

Tác giả còn giới thiệu mười bốn bảng phụ lục về những số liệu dây quấn của các máy điện thông dụng : Máy điện 1 chiều, động cơ điện xoay chiều 1 pha và 3 pha của Việt Nam, Liên Xô (cũ), Trung Quốc để giúp cho thợ điện tra cứu khi quấn lại động cơ được nhanh chóng, chính xác.

Sách rất cần cho thợ điện khi muốn hiểu biết để thực hành sửa chữa, quấn lại các loại máy điện, là tài liệu cho các kỹ thuật viên, kỹ sư về sửa chữa điện tham khảo, đồng thời cũng có thể dùng làm tài liệu giảng dạy, học thực hành ở các trường Dạy nghề và các Trung tâm Dạy nghề điện.

Sách viết ngắn gọn, dùng những ngôn từ dễ hiểu, quen thuộc của người thợ và nguồn tư liệu thực tế rút ra từ việc sửa chữa máy điện của nhiều nước đã được tích lũy nhiều năm và áp dụng ở nhiều nơi.

Tác giả đã cố gắng trong khi biên soạn, song chắc chắn còn có những thiếu sót, rất mong các đồng nghiệp và bạn đọc góp ý để cuốn sách hoàn thiện hơn trong lần tái bản sau.

Mọi góp ý xin gửi về : Công ty CP sách Đại học – Dạy nghề, 25 Hàn Thuyên – Hà Nội.

Tác giả
KS. BÙI VĂN YÊN

Chương 1

MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

1-1. ĐẠI CƯƠNG VỀ MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Ngày nay, máy điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp, nhưng máy điện một chiều vẫn được dùng trong giao thông vận tải, công nghiệp chính xác, hoá chất, hàn và trong nhiều đồ điện gia dụng... để làm máy phát điện hoặc động cơ điện.

Máy điện một chiều tuy cấu tạo phức tạp vì cả phần tĩnh (stato) và phần quay (rôto) đều có dây quấn, được liên hệ với nhau qua chổi than và cổ góp điện nên khó sử dụng, bảo dưỡng, khó sửa chữa nhưng lại có nhiều ưu điểm như :

- Máy phát điện một chiều cung cấp dòng điện trực tiếp cho công nghiệp điện phân, đúc điện, mạ điện, nạp ắc quy, dùng cho hệ thống tự động khống chế một chiều v.v...

- Động cơ điện một chiều dễ điều chỉnh tốc độ trong phạm vi rộng, bằng phẳng, liên tục. Mômen khởi động cao.

Cấu tạo của động cơ điện một chiều và máy phát điện một chiều hoàn toàn giống nhau : Nếu dùng động năng kéo cho rôto quay thì máy sẽ phát ra điện một chiều để thắp đèn, chạy máy. Ngược lại, khi cấp điện vào máy thì rôto sẽ quay để kéo các máy công tác.

Máy điện một chiều khi sử dụng làm động cơ điện, nếu giữ nguyên chiều dòng điện chạy trong dây quấn và tên các cực từ như ở máy phát điện thì động cơ sẽ quay ngược chiều với chiều quay khi làm máy phát điện.

1-2. PHÂN LOẠI VÀ CÔNG DỤNG CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Để phân loại máy điện một chiều, người ta dựa vào phương pháp kích từ cho máy. Có thể chia ra làm 4 loại chính :

1. Máy điện một chiều kích từ độc lập

Cuộn dây kích từ không nối chung vào phần ứng mà lấy từ nguồn điện một chiều bên ngoài. Nguồn này có thể từ acquy hoặc ở mạch điện một chiều khác (điều khiển tự động từ ngoài vào) nên chủ động được dòng kích từ để động cơ làm việc theo quy trình định trước.

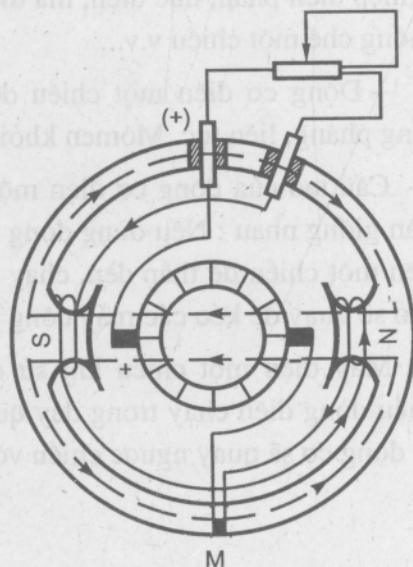
2. Máy điện một chiều kích từ song song (tự kích từ)

Dây quấn kích từ đấu song song với dây quấn phần ứng. Khi dùng làm máy phát điện, rôto quay thì từ dư sẽ cảm ứng vào dây quấn phần ứng sức điện động nhỏ, sức điện động này sẽ sinh ra dòng điện kích từ ở cuộn dây kích từ, vì thế từ thông của máy được tăng lên, làm cho sức điện động tăng lên. Sức điện động tăng thì dòng điện kích từ lại tăng làm cho từ trường của máy tăng lên. Quá trình đó tiếp tục cho đến khi đạt đến điện áp định mức. Dòng điện kích từ thường ở mức 1-5% so với dòng điện định mức của phần ứng.

Máy phát điện kích từ song song chỉ dùng cho tải được phép biến động, vì khi tải tăng, điện áp ra của máy bị giảm xuống. Do đó những máy phát điện dùng trên ô tô phải kèm theo bộ điều tiết để ổn định điện áp và dòng điện nạp vào ắc quy (hình 1-1).

Động cơ điện kích từ song song thì cuộn dây kích từ phải được nối song song với phần ứng sao cho nhận được điện áp định mức khi máy khởi động. Mômen động cơ tăng tuyến tính với dòng điện, còn tốc độ gần như không đổi theo phụ tải.

Động cơ kích thích song song được dùng để kéo những máy có tốc độ ít biến đổi theo tải như : thang máy, quạt gió, máy dệt v.v...

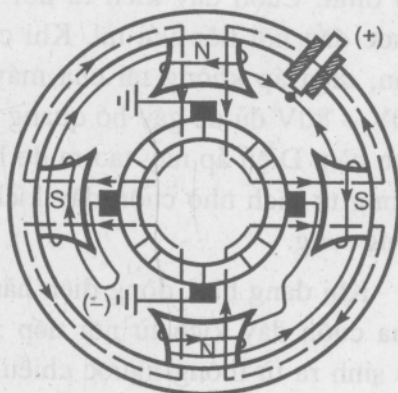


Hình 1-1

Máy phát điện kích từ song song I'21.

3. Máy điện một chiều kích từ nối tiếp (hình 1-2)

Cuộn dây kích từ được đấu nối tiếp với dây quấn phản ứng qua chổi than và cổ góp điện. Dòng điện qua cuộn dây kích từ cũng bằng dòng điện phản ứng nên cuộn dây kích từ phải quấn bằng dây to và ít vòng. Do cuộn dây kích từ nối tiếp với phản ứng nên khi dòng điện phụ tải thay đổi thì tốc độ động cơ cũng thay đổi : Tải nặng thì tốc độ giảm, tải nhẹ tốc độ sẽ tăng.



Hình 1-2

Máy khởi động CT 21 kích từ nối tiếp.

Máy điện một chiều kích từ nối tiếp chỉ được dùng làm động cơ điện vì có mômen khởi động cao gấp $3 \div 4$ lần định mức ; nó phù hợp để kéo máy khởi

động ô tô, tàu thủy, dùng làm động cơ xe cẩu, palăng, tời điện, ô tô điện.... Khi chạy không tải tốc độ vọt lên rất cao, có thể làm vỡ bi hoặc gãy trục.

Vì vậy động cơ nối tiếp không được cho chạy không tải (kể cả khi chạy thử) hoặc cắt tải đột ngột.

4. Máy điện một chiều kích từ hỗn hợp

Phân cảm gồm có 2 cuộn dây :

- Cuộn kích từ song song quấn bằng dây nhỏ, nhiều vòng, nối song song với phản ứng.

- Cuộn kích từ nối tiếp quấn bằng dây to, ít vòng, đấu nối tiếp với phản ứng. Những máy lớn có thêm cuộn dây bù cũng đấu nối tiếp với phản ứng.

Máy điện kích từ hỗn hợp được dùng làm máy phát điện ở các phương tiện giao thông, làm máy phát điện trong công nghệ hàn.

Máy cũng được sử dụng làm động cơ điện khi có yêu cầu công nghệ đặc biệt : Từ thông của máy là tổng hợp các từ thông của cuộn kích từ song song và kích từ nối tiếp, do vậy nó tận dụng được những đặc tính cơ bản của hai loại trên tùy theo cách đấu dây để sử dụng cuộn dây kích nào đóng vai trò chủ yếu.

Ví dụ 1 : Máy phát điện hàn 1 chiều kích từ hỗn hợp (tự kích từ), có 2 cuộn dây kích từ (hình 1-3) nối dây theo kiểu kích từ âm.

Cuộn dây kích từ song song, được cung cấp từ nguồn một chiều cố định. Cuộn dây kích từ nối tiếp được đấu nối tiếp với tải. Khi chưa hàn, điện áp không tải của máy từ $60V \div 80V$ đủ để gây hồ quang cho que hàn. Điện áp này tạo ra do hiện tượng tự kích nhờ cuộn dây kích từ song song.

Khi đang hàn, dòng điện hàn đi qua cuộn dây kích từ nối tiếp; nó sẽ sinh ra từ thông ngược chiều với từ thông của cuộn dây chính gây ra hiện tượng khử từ tạo nên điện áp rơi. Vì vậy, lúc đang hàn điện áp ở kim hàn chỉ còn từ $30V \div 40V$ đủ giữ được hồ quang ở que hàn mà vẫn an toàn cho thợ hàn.

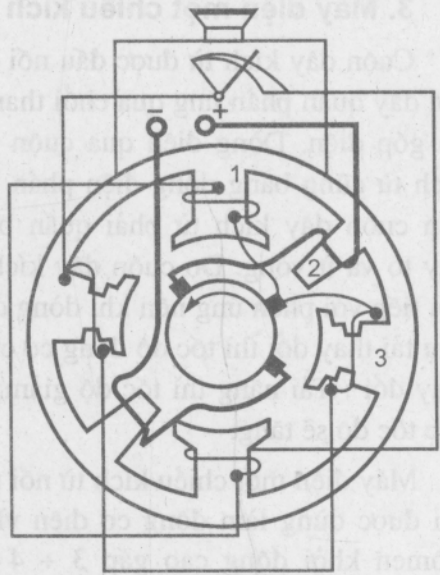
Trường hợp ngắn mạch ở kim, từ thông của cuộn kích từ nối tiếp gần bằng từ thông của cuộn song song nên chúng khử nhau. Từ thông khi ấy có trị số rất nhỏ, do đó điện áp ở hai đầu máy hàn giảm gần tới 0 đảm bảo an toàn cho máy.

Ví dụ 2 : Máy điện một chiều kích từ hỗn hợp kiểu ПН205 dùng làm động cơ thì cách đấu dây giữa hai cuộn với phân ứng lại là kích từ dương có tác dụng trợ từ cho nhau (hình 1-4) .

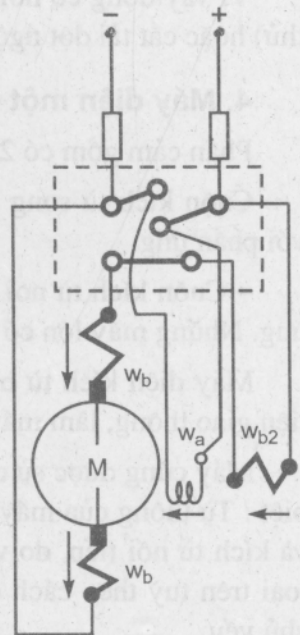
Phần cảm (stato) gồm có các cuộn dây :

- Cuộn kích từ song song w_a .
- Cuộn kích từ nối tiếp w_b và cuộn dây bù w_{b2} .

Động cơ này có công suất $P = 33,5 \text{ kW}$, điện 1 chiều $U = 220V$, tốc độ 1580 vg/phút , được lắp cho hệ thống máy xén giấy để điều chỉnh tốc độ cho phù hợp với từng loại nguyên liệu và mômen khởi động cao. Khi tải nặng, tốc độ động cơ có



Hình 1-3. Máy hàn điện 1 chiều IIC-300
1. Cục ngang ; 2. Cục phụ ; 3. Cục chính



Hình 1-4. Máy điện kích từ hỗn hợp ПН

xu hướng giảm xuống nhờ có dòng điện kích từ qua cuộn nối tiếp tăng. Do vậy, từ thông qua nó cũng tăng lên giữ cho tốc độ động cơ hầu như không đổi để đảm bảo yêu cầu của công nghệ giấy. Động cơ này vẫn là máy điện một chiều nếu được một nguồn động lực kéo để quay với tốc độ 1460vg/phút thì phát ra điện một chiều 220V – 230V ; $P = 27 \text{ kW}$ (phụ lục 3).

Một số điểm chú ý :

– Máy phát điện từ kích từ muốn phát ra điện thì phải còn từ dư ; nếu bị mất từ dư thì phải dùng điện một chiều mới lại từ cho máy.

– Phải nối dây quấn kích từ đúng chiều để nó sinh ra từ trường trùng với chiều của từ trường dư ; nếu nối sai làm cho từ trường của dây quấn kích từ ngược chiều với từ dư sẽ dẫn đến khử từ dư, thì dù có cho máy phát điện quay đúng chiều cũng không phát ra điện được.

– Một vài loại máy phát điện đặc biệt (hình 1-3) kể cả máy phát điện nhỏ ở ô tô (do tự động điều chỉnh U và I để nạp điện vào acquy) đặt thêm chổi than phụ thứ 3 để lấy điện dương (+) kích từ vào cuộn dây kích thích song song. Chổi than phụ cỡ nhỏ và có thể điều chỉnh được : Chỉnh chổi than phụ gần lại chổi than lửa (+) thì điện áp và dòng điện tăng lên, nếu kéo ra xa hơn thì U và I của máy phát sẽ giảm đi.

– Chiều quay của động cơ điện một chiều phụ thuộc vào tên cực từ ; bởi vậy, nếu muốn đổi chiều quay thì phải giữ nguyên chiều dòng điện vào phần ứng và đổi chiều dòng điện kích từ bằng cách đảo chéo đầu với cuối cuộn dây kích từ để đổi tên cực từ thì chiều quay sẽ thay đổi.

Với máy phát điện khi đã nối dây quấn kích từ đúng, thì phải cho máy quay đúng chiều quy định máy mới phát điện được.

Tóm lại, mỗi loại máy được thiết kế chế tạo để có đặc tính riêng, phù hợp với yêu cầu công nghệ nên khi sửa chữa không được tùy tiện sửa đổi cách đấu dây của chúng.

1-3. CẤU TẠO CỦA MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Máy điện một chiều gồm :

1. Phần tĩnh (stato) được gọi là phần cảm, thường làm bằng thép đúc để dẫn từ đồng thời là thân máy, trên thân có hàn chân máy, móc treo. Những máy lớn có loại đúc bằng gang, thân máy liền chân có gân tăng cường. Phía trong được lắp các cực từ lõi, bắt chặt vào thân máy bằng bu lông.

Có hai loại cực từ : Cực từ chính và cực từ phụ, mỗi máy thông thường có từ 2 đến 8 cực từ chính.

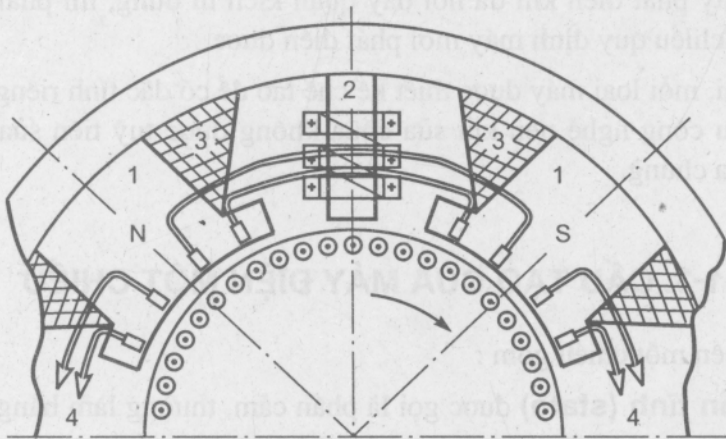
Động cơ điện một chiều nhỏ (đầu video, catxet, đồ chơi trẻ em...) thì phần cảm có các cực từ bằng nam châm vĩnh cửu N – S đặt xen kẽ.

2. Phần quay (rôto) được gọi là phần ứng có lắp trục và vòng bi ở hai đầu trục. Lõi thép phần ứng có dây quấn nối ra cổ góp điện. Khe hở không khí giữa phần tĩnh và phần quay từ $0,5 \div 3\text{mm}$, ở những máy lớn có thể đến 12mm . Dưới đây là chi tiết từng phần :

a) Cực từ chính

Dùng để tạo nên từ thông chính của máy điện một chiều. Nó được chế tạo bằng các lá thép $0,5 \div 1\text{mm}$ (lá thép kĩ thuật điện - KTĐ) ghép lại (máy nhỏ có khi được đúc bằng thép). Thân cực từ có dạng hình chữ nhật, trên đó đặt cuộn dây kích từ.

Mặt cực từ hướng về phía phần ứng và có hình dáng loe ra để giữ chặt cuộn dây kích từ và để cho từ trường phân bố đều theo chu vi phần ứng được tốt nhất. Những máy công suất lớn, tốc độ nhanh, phụ tải thay đổi đột ngột thì trên mỏm cực còn có thêm các hàng rãnh để đặt cuộn dây bù nối tiếp với phần ứng cải thiện việc đổi chiều được ở bất kỳ phụ tải nào. Cực từ được bắt chặt vào stato bằng các bu lông. Để có thể điều chỉnh khe hở không khí giữa cực từ và rôto, đôi khi có thêm một vài miếng đệm thép dày $0,5\text{mm}$ lót giữa thân cực từ và stato (hình 1-5).



Hình 1-5. Cấu tạo của cực từ

1— Cực từ chính ; 2— Cực từ phụ ; 3— Cuộn kích từ ; 4 — Cuộn bù

b) Cực từ phụ

Thường chế tạo bằng thép khối hoặc thép lá kỹ thuật điện (KTĐ) được sử dụng ở máy lớn, điện áp cao, có phụ tải biến đổi nhiều. Nó cũng được bắt chặt vào stato bằng bulông (có lót miếng đệm để điều chỉnh khe hở). Cực phụ nhỏ hơn cực chính (cuộn dây đặt trên cực phụ quấn ít vòng bằng dây to) và được đặt đúng trên đường trung tính hình học giữa hai cực chính khác tên để cải thiện từ trường do phản ứng phần ứng làm méo, khắc phục được tia lửa điện trên cổ góp điện.

c) Lõi thép phần ứng

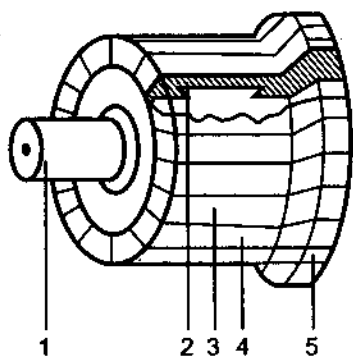
Dạng hình trống, ghép bằng các lá thép KTĐ dày 0,5mm để dẫn từ tốt, giảm tổn thất do dòng điện xoáy. Các lá thép đã dập sẵn lỗ thông gió để làm mát máy (máy nhỏ chỉ lắp cánh quạt làm mát) và các rãnh để quấn dây. Máy nhỏ dập rãnh nửa kín, tuy lồng dây khó nhưng từ thông phân bố tốt, còn ở máy cỡ trung bình và lớn thì rãnh rôto thường có hình chữ nhật, vách thẳng và miệng hở. Vì rãnh hở nên việc lồng dây, đặt thanh dẫn bằng đồng dễ dàng nhưng khi quấn rôto xong phải đánh đai quanh rôto để chống lực li tâm làm bung dây.

d) Cổ góp điện

Nằm trên rôto, gồm nhiều phiến đồng "cadimi" (MKД) dập theo dạng mang cá, tiết diện hình thang ghép chặt với nhau và được cách điện giữa hai phiến bằng mica. Phía trong cổ góp được lót cách điện với trục bằng ống nhựa cứng hoặc "mũ micanit", phía ngoài là một mặt trụ láng nhẵn bóng.

Máy nhỏ thì cổ góp được đổ nhựa tổng hợp, còn máy lớn thì phiến góp được giữ chặt bằng hai vòng chặn, đầu có ren đai ốc hoặc tán chặt thành khối.

Dây quấn phần ứng được kẹp vào các phiến góp rồi hàn thiếc chắc chắn.



Hình 1-6. Cổ góp điện

1. Trục ; 2. Mang cá ; 3. Phiến góp ;
4. Mica ; 5. Rãnh hàn dây

e) Chổi than

Điện được đưa qua dây quấn phản ứng nhờ chổi than. Trong quá trình làm việc chổi than đứng yên, chỉ có những viên than bằng "graphit" đặt trong hộp giá đỡ chổi than được ấn sát xuống cổ góp điện nhờ những lò xo. Giá đỡ chổi than được lót cách điện và bắt chắc chắn vào nắp máy. Cách chọn than cho máy điện sẽ trình bày cụ thể ở chương 4.

1-4. KIỂM TRA, PHÁT HIỆN HƯ HỎNG Ở MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

Sửa chữa quán lại máy điện một chiều thường tiến hành ở hai cụm chính :

- Stato, gồm có : nắp máy chứa vòng bi, phần cảm có cuộn dây và các chổi than, viên than.

- Rôto có các dây quấn phản ứng, cổ góp điện, cánh quạt thông gió.

Đầu tiên phải ghi các thông số kỹ thuật trên nhãn máy như : công suất, điện áp, dòng điện, tốc độ quay... rồi tiếp tục "kiểm tra nguội", quan sát tình trạng bên ngoài như : số cực từ, các cuộn dây, chổi than, cổ góp điện các dây nối xem có chắc chắn hoặc đứt, nổ chỗ nào không? Dùng tay quay rôto phải nhẹ nhàng, trơn. Phần cơ không có hiện tượng "sát cốt", các chổi than vẫn tiếp xúc tốt xuống cổ góp điện...

Kiểm tra, phán đoán chính xác sự hư hỏng ngay từ đầu sẽ giúp cho việc sửa chữa được nhanh chóng, đỡ tốn công sức. Nhiều trường hợp tìm ra đúng chỗ hỏng là nhờ sự quan sát tỉ mỉ mà chưa vội tháo tung máy ra đo đạc hoặc quán lại. Nếu không có gì nghi ngại thì có thể "kiểm tra nóng" tìm hư hỏng của máy phát điện. Dùng điện một chiều thử nghiệm máy ở chế độ động cơ. Cấp điện vào máy (máy lớn phải qua biến trở khởi động) rồi đo dòng điện qua máy phát trên ampe kế D.C.

Rôto phải quay êm, ổn định và không có tiếng va đập cơ ; còn dòng điện không tải phải dưới 25% I_{dm} .

- Nếu dòng điện lên cao quá mức này là do ngắn mạch giữa các vòng dây trong cuộn dây kích từ hoặc cuộn dây phản ứng.

- Máy chạy lồng lên, không ổn định, kèm theo hiện tượng dòng điện vọt lên cao cũng có thể do cuộn dây kích từ bị đứt mạch ; phải ngừng máy để tháo ra tìm chỗ hỏng để sửa chữa.

Nếu máy chạy được, sau vài phút sẽ quan sát tia lửa ở các chổi than :

– Chổi than đánh lửa nhiều, có thể do các viên than tì không đều xuống cổ góp, than mòn hoặc cổ góp bẩn ; cũng có thể do các sợi dây ở phần ứng nổi ra cổ góp lỏng ; mối hàn trên các phiến góp bị "vảy thiếc", phải hàn lại.

– Than mòn quá mức, chổi than tì quá nhẹ, phải sửa lại và thay than mới đúng quy cách.

– Cách điện của giá đỡ chổi than kém, cổ góp bị bụi than bám bẩn cũng gây ra tia lửa. Phải lau chùi bằng giẻ sạch nhúng xăng, nếu cổ góp có vết xước phải làm sạch bằng giấy ráp thuỷ tinh (độ hạt $80 \div 100$). Không được dùng giấy ráp có bột mài kim loại vì các hạt này sẽ rơi vào cuộn dây, vào khe của hai phiến góp gây thêm chập mạch.

– Chổi than toé lửa từng cái, ngay cả khi không tải thì xoay giá đỡ chổi than xem có giảm được tia lửa không. Rà lại than với cổ góp cho ăn đều ; chỉnh lại lực nén lò xo của viên than nào bị toé lửa cho đúng.

– Chất lượng than không đúng với từng loại máy, than quá nhỏ hoặc quá rộng cũng gây toé lửa khi làm việc.

Trường hợp cổ góp bị rỗ nhiều đã "láng lại", làm sạch các phiến góp, thay than mới, căng lại lò xo đúng quy cách mà vẫn còn đánh lửa là đã có chỗ đứt hoặc chập mạch trong cuộn dây phần ứng.

– Nếu máy mới quấn lại chạy thử có một số phiến góp bị đen cháy xém ở từng khoảng cách nhất định (theo số cực của máy) là do có dây ở những phiến góp này nối sai, mối hàn bị lỏng hoặc bin dây (cuộn dây) ở phiến góp này chập mạch phải tháo ra cạo sạch, hàn lại hoặc quấn lại.

– Nếu máy chạy có tiếng kêu bất thường, chổi than chỉ toé lửa khi mang tải, càng tải nặng tia lửa điện càng tăng là do : đầu dây sai ở cực từ chính và cực từ phụ hoặc cuộn dây nối tiếp, song song bị chập một số vòng ; khe hở giữa cực từ phụ và rôto không đúng.

Máy chạy một lúc, cho ngừng lại "sờ" vào các cuộn dây, thấy "ấm đều" ; nếu có một cuộn dây nào đó "nóng" quá mức hoặc "lạnh bất thường" là tại chỗ đó, cuộn dây bị chập mạch. Tháo máy ra, cấp điện vào phần cảm, dùng vôn kế đo sụt áp ở hai đầu các cuộn dây ; cuộn nào điện áp thấp hoặc bằng không là cuộn đó bị chập mạch (cấp nguồn U thấp để kiểm tra ; có thể dùng điện xoay chiều U thử $\leq U_{dm}$ để thử).

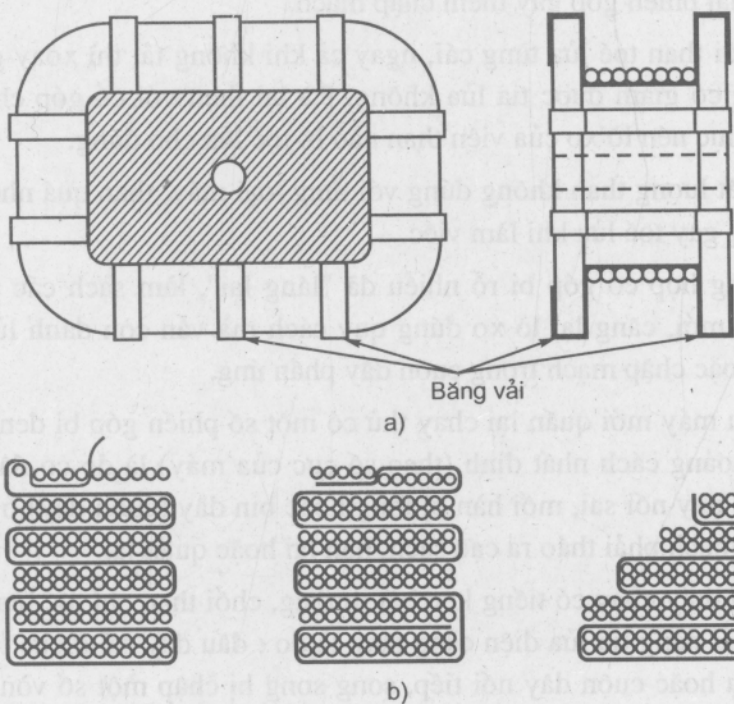
1-5. SỬA CHỮA, QUẤN LẠI PHẦN CẢM

Khi quấn lại các cuộn dây ở stato phải tháo máy ra từng cụm, tiến hành theo trình tự sau :

Tháo vành đai che than, tháo dây dẫn ở chổi than và nhắc khẽ lò xo giữ chổi than để lấy hết các viên than ra ngoài.

Tháo hai nắp đỡ ổ bi, đỡ nhẹ đầu trục để rút rôto ra khỏi stato.

Quan sát chỗ hư hỏng bên ngoài của các cuộn dây kích từ, thông thường cuộn dây nhỏ song song hay bị nổ đứt ; cuộn dây to hay bị vỡ cách điện bọc ngoài, chạm mát, nhất là cuộn dây phía dưới thường bị dầu mỡ, bụi bẩn bám nhiều.



Hình 1-7

a) Đặt băng lên khuôn ;

b) Cột chắc dây bằng băng vải

Tùy theo từng loại máy điện có bao nhiêu cực từ sẽ có bấy nhiêu bin dây. Thông dụng nhất là máy hai cực và máy 4 cực ; loại máy hai cực có hai bin dây ; máy 4 cực quấn 4 bin dây, tất cả được đấu nối tiếp cùng phía để hình thành bộ dây phần cảm.

Ở mỗi đôi cực thì đường sức từ cuộn dây sẽ đi từ cực N (Bắc) xuyên qua rôto đến cực S (Nam) rồi vòng theo mạch dẫn từ trên thân lõi thép stato để về điểm xuất phát (hình 1-1 và 1-2).

Tuy cả bộ dây có nhiều bin nhưng nếu hỏng bin nào chỉ cần xác định đúng rồi quấn lại bin ấy. Đứt dây, chạm mát có thể lấy đèn thử để tìm được dễ dàng.

Riêng sự chập mạch trong các bin phải dùng ôm kế chính xác để đo điện trở từng bin, sau đó so sánh và xác định ra bin hỏng.

Chập mạch trong từng bin cũng có thể xác định chính xác bằng cách đặt bin dây (đã tháo khỏi cực từ) trong một từ trường biến thiên của "Rônha" (đọc cách tự làm Rônha ở chương 4). Nếu bin dây bị chập mạch, nó sẽ nóng lên sau vài phút. Đồng hồ lắp ở Rônha sẽ vọt lên quá mức bình thường.

Quấn lại bin dây máy điện một chiều nhỏ giống hệt quấn lại bàn vòng chập : Dây mới được quấn vào khuôn bằng gỗ (kích thước khuôn lớn hơn hình dáng cực từ khoảng $0,8 \div 1\text{mm}$, chiều dày gỗ làm khuôn lấy thấp hơn chiều cao dưới mỏm cực từ) đúng cỡ dây, đủ số vòng như cũ.

Sau khi tháo bin ở khuôn ra phải nối dây súp mềm vào hai đầu dây, cho vào ống cách điện quấn kín để dây khỏi gãy, sau đó quấn băng vải bọc thật khít trùm cả bin.

Dùng dũa ép cong bin theo chiều cong của stato rồi mới lắp vào cực từ.

Máy điện một chiều cỡ lớn, cuộn dây to và nhiều vòng cần phải quấn xếp lần lượt, khi quấn vào khuôn phải dùng băng vải để giữ chặt từng lớp dây cho khỏi bị xô ngay trong khuôn (hình 1-7a).

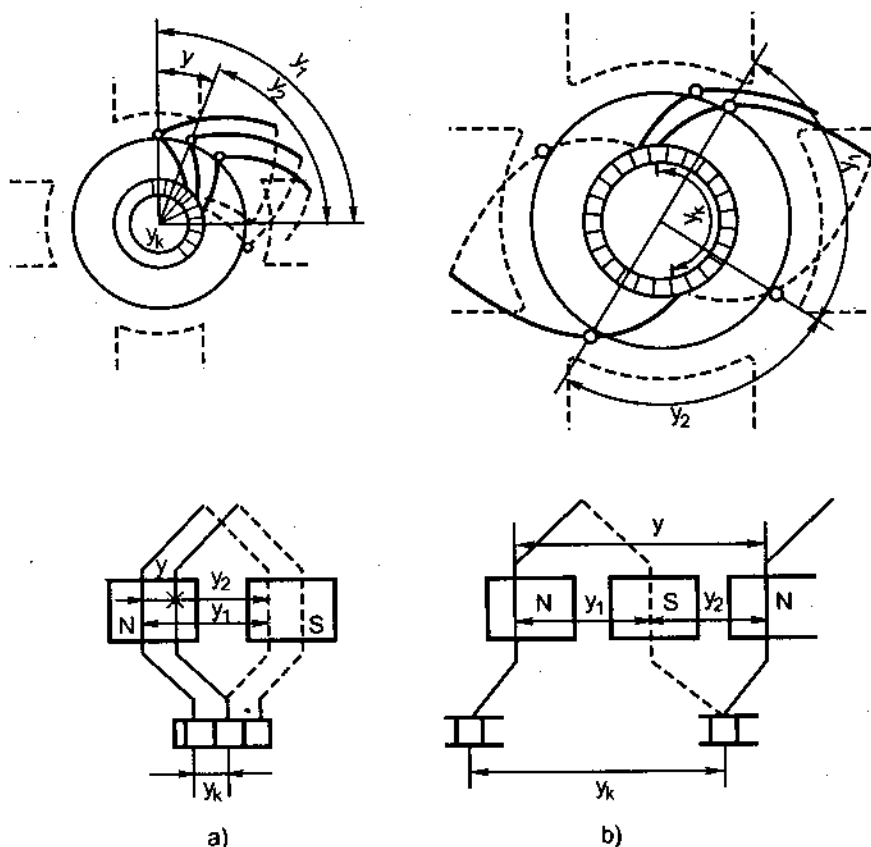
Đặt băng vào 4 cạnh khuôn, đầu băng được ghim tạm lên hai má khuôn rồi mới quấn dây đè lên, từng lượt dây lại gấp băng tuần tự sang phải, sang trái cho đến hết cuộn dây. Khi quấn đủ số vòng đến đầu dây cuối phải luồn vào băng rồi kéo mạnh sợi băng vải để giữ chặt ; lúc tháo khuôn thì các lượt dây đã được nằm cố định, không bung ra nữa.

Những bin quấn bằng dây đồng dẹt, cỡ to quấn kiểu bậc thang đều phải dùng băng gấp và xếp chéo quân cờ với nhau để giữ chặt dây khỏi bị tuột khi tháo bin ra như hình 1 - 7b.

1-6. NHỮNG ĐIỀU CẦN BIẾT VỀ DÂY QUẤN PHẦN ỨNG CÁCH VẼ SƠ ĐỒ DÂY QUẤN

Dây quấn phần ứng do nhiều bin ghép nối tiếp với nhau (thông qua cổ góp điện) thành mạch vòng khép kín. Mỗi bin gồm 1 hoặc nhiều vòng dây quấn vào hai rãnh nằm dưới hai cực từ khác tên nhau. Đầu và cuối của bin nối vào hai phiến góp nằm cạnh nhau (dây quấn xếp đơn) hoặc hai phiến góp cách xa nhau (dây quấn sóng đơn).

Muốn quấn lại phần ứng để máy làm việc tốt thì phải lấy mẫu cẩn thận, vẽ sơ đồ phải biết các bước sau (hình 1-8) :



Hình 1-8

- a) Nguyên lý dây quấn xếp ;
b) Dây quấn sóng

a) Bước quấn dây (y_1)

$$y_1 = \frac{z}{2p} \pm \varepsilon \quad (1-1)$$

z : tổng số rãnh

$2p$: số đôi cực

ε là số gia, phải thêm hoặc bớt một trị số ε nào đó để y_1 là số nguyên. Thường dây quấn bước ngắn lấy dấu (-), tuy sức điện động sinh ra nhỏ hơn bước đủ một ít nhưng tiết kiệm được dây, máy chạy tốt hơn.

b) Bước thứ hai

y_2 là khoảng cách giữa cạnh tác dụng thứ hai của bin thứ nhất và cạnh thứ nhất của bin thứ hai tiếp theo sau nó.

c) Bước tổng hợp

y là khoảng cách (tính bằng rãnh) giữa 2 cạnh tương ứng của hai bin liên tiếp.

d) Bước trên cổ góp

y_k là khoảng cách giữa hai phiến góp của một bin.

Máy điện một chiều thường có hai kiểu quấn dây, chủ yếu là dây quấn xếp và dây quấn sóng. Cả hai kiểu quấn dây này đều lồng bin vào rãnh theo hai lớp giống nhau, chúng chỉ khác nhau ở cách nối dây ra cổ góp điện.

1. Dây quấn xếp (dầu, cuối bin nằm cạnh nhau)

Kiểu quấn này có đặc điểm là khi lần theo bin dây, bắt đầu từ phiến góp số 1 đi hết bin dây, sẽ đến phiến góp số 2 nằm cạnh phiến góp số 1 về bên phải (hoặc bên trái, ít dùng). Bin dây tiếp theo sẽ bắt đầu từ phiến góp số 2 và kết thúc ở phiến góp số 3... ; mà ta biết rằng, ở dây quấn xếp thì bước thứ hai y_2 tiến hành trên mặt phản ứng ngược chiều với bước thứ nhất nên có :

$$y_1 - y_2 = y = y_k$$

$$\text{Bước trên cổ góp : } y_k = \pm m \quad (1-2)$$

Nếu $m = 1$ sẽ có dây quấn xếp đơn giản.

$m \geq 2$ là dây quấn xếp phức tạp (ít dùng)

Dấu (-) ứng với kiểu nối dây chéo trên cổ góp, ít gặp vì tốn nhiều dây, khó lột cách điện khi nối dây ra cổ góp.

* Ví dụ về dây quấn xếp đơn :

– Vẽ sơ đồ quấn rôto máy điện : $z = 10$ rãnh ; $k = 10$ phiên.

$2p = 4$. Quấn phải, bước ngắn.

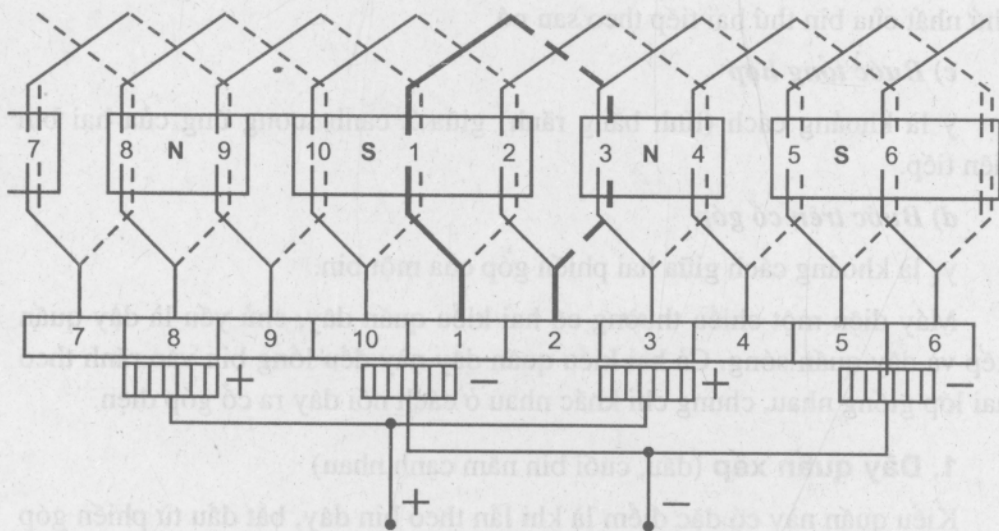
Theo công thức 1-1 thì bước quấn dây :

$$y_1 = \frac{10}{4} - \frac{2}{4} = 2$$

Bước trên cổ góp theo công thức 1-2 sẽ là :

$$y = y_k = 1 \text{ (xếp đơn)}$$

– Bước thứ hai : $y_2 = y_1 - y = 2 - 1 = 1$



Hình 1-9. Sơ đồ khai triển dây quấn phân ứng

Từ sơ đồ hình 1-9 ta thấy rõ đây là dây quấn xếp đơn vì cạnh đầu và cạnh cuối của một bin dây được nối chụm với hai phiên góp nằm cạnh nhau (từ tâm bin dây dóng xuống cổ góp sẽ gặp miếng mica là ranh giới giữa hai phiên góp này). Các bin của cả bộ dây được đầu nối tiếp với nhau "đầu nọ cuối kia", qua các phiên góp, đến cạnh cuối của bin dây, cuối cùng được nối vào cạnh đầu của bin dây thứ nhất, tạo thành bộ dây khép kín.

Trong máy điện một chiều có dây quấn xếp đơn thì số đôi mạch nhánh a bằng số đôi cực p của nó. Muốn tăng số nhánh song song thì phân ứng sử dụng kiểu dây quấn xếp phức tạp.

2. Dây quấn sóng (đầu, cuối bin nằm choãi xa nhau)

Kiểu quấn này có đặc điểm là khi lần theo bin dây, phải đi một vòng quanh phần ứng rồi mới trở về được phiến góp nằm bên phải hoặc bên trái cạnh phiến xuất phát. Bởi vậy, nếu máy có p đôi cực và k phiến góp thì sau khi đi một vòng qua phần ứng p bin, trên cổ góp tương ứng dịch được p_{yk} phiến góp nên $p_{yk} = k \pm m$

$$y_k = \frac{k \pm m}{p} \quad (1-3)$$

Kết quả tính được phải quy về số nguyên, còn ý nghĩa của dấu $(\pm)$ và m như ở dây quấn xếp.

– Bước tổng hợp sẽ là :

$$y = y_1 + y_2$$

– Khác với dây quấn xếp, ở dây quấn sóng thì bước thứ hai y_2 tiến hành trên phần ứng, cùng chiều với bước thứ nhất, nên ta có :

$$y_1 + y_2 = y = y_k \quad (1-4)$$

* Ví dụ về dây quấn sóng :

– Vẽ sơ đồ quấn rôto máy điện :

$$z = 15 \text{ rãnh, } k = 15 \text{ phiến.}$$

$$2p = 4 \text{ Quấn trái, bước ngắn.}$$

Theo công thức 1-1 thì bước quấn dây :

$$y_1 = \frac{15}{4} - \frac{3}{4} = 3$$

– Bước trên cổ góp theo công thức 1-3 sẽ là :

$$y_k = y = \frac{15 - 1}{2} = 7$$

– Bước thứ hai : $y_2 = y - y_1 = 7 - 3 = 4$

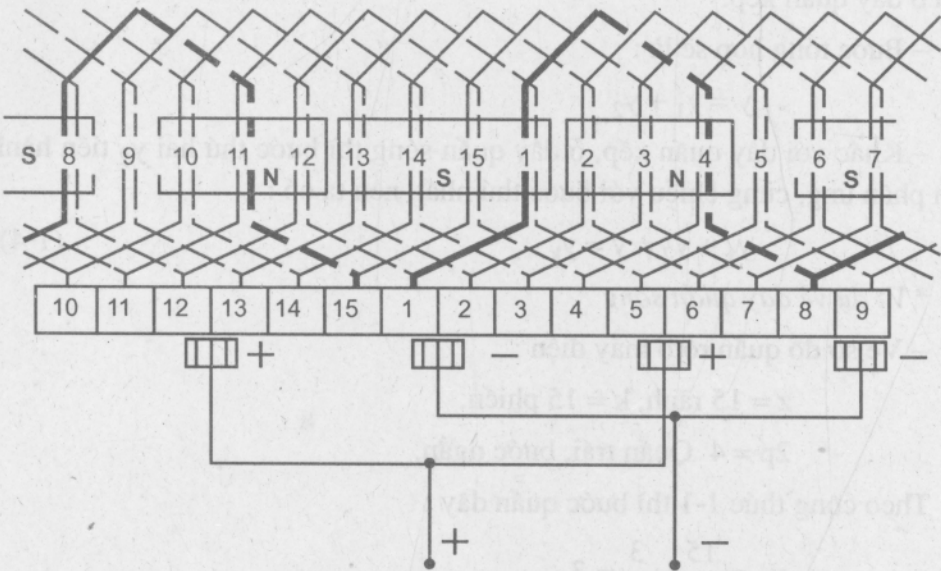
Từ sơ đồ hình 1-10 ta thấy, cuộn dây hình sóng thì đầu và cuối của 1 bin nối ra cổ góp nằm choãi ra hai phía, cách nhau một bước cực.

Lúc quấn dây cạnh thứ nhất của bin số 1 đặt trong rãnh số 1, còn cạnh thứ hai đặt trong rãnh số 4 ($y_1 + 1$). Từ tâm của bin đóng thẳng xuống cổ góp sẽ gặp một phiến góp, đếm sang trái một bước cực, nối dây đầu của bin này vào phiến góp và đánh số 1. Từ phiến này, đánh số thứ tự đến số 15 vào

các phiên góp còn lại (từ trái sang phải) để sau đó dây cuối của bin số 1 nối vào phiên góp số 8 ($y_k + 1$).

Tiếp đến bin số 2 : Cạnh thứ nhất đặt trong rãnh số 2, còn cạnh thứ hai đặt vào rãnh số 5. Dây đầu của cuộn này nối ngay xuống phiên góp số 2, còn dây cuối thì sẽ nối vào phiên góp số 9...

Khi thực hành, phải quấn đủ 15 cuộn dây và nối 15 đầu dây "đầu" xuống 15 phiên góp trước theo trình tự : Trên rôto quấn tiến lên 1 rãnh thì dưới cổ góp cũng nối tiến lên 1 phiên góp. Sau khi quấn xong các bin rồi mới nối 15 đầu dây "cuối" xuống cổ góp, cũng theo trình tự trên.



Hình 1-10. Sơ đồ khai triển dây quấn sóng đơn phần ứng

3. Dây quấn sóng phức tạp, dây quấn hỗn hợp và dây cân bằng

Những máy điện 1 chiều nhiều cực, điện áp cao còn sử dụng dây quấn sóng phức tạp. Mỗi vòng quanh phần ứng của dây quấn sóng phức tạp không kết thúc ở phiên góp cạnh phiên xuất phát như dây quấn sóng đơn mà có bao nhiêu dây đơn thì cách từng ấy phiên góp.

Thường có từ 2 đến 3 mạch kín trở lên dùng để tăng số nhánh song song cho dây quấn phần ứng. Nhìn kích thước viên than có thể phân biệt dễ dàng : Dây quấn sóng đơn thì viên than chỉ nằm kín một phiên góp, còn dây quấn sóng phức tạp thì viên than rộng, nằm kín lên nhiều phiên góp.

– Ở một vài máy điện một chiều đặc biệt, cần có đặc tính làm việc chất lượng cao, khả năng đổi chiều tốt thì sử dụng kiểu dây quấn hỗn hợp. Thực chất đây là một máy mà ở phần ứng có cả hai loại dây quấn : dây quấn xếp phức tạp và dây quấn sóng phức tạp, quấn đè lên nhau rồi cùng nối ra cổ góp điện. Kiểu dây quấn này phức tạp, khó sửa chữa và ít dùng nên không giới thiệu tỉ mỉ ở đây.

Trong tất cả các kiểu dây quấn ở phần ứng, khi thực hiện mỗi bin phải có cùng cỡ dây, cùng số vòng và chiều dài, điện trở bằng nhau, nằm trong từ trường như nhau để cân bằng sức điện động và dòng điện trong các nhánh. Thực tế, dù đã đảm bảo các điều kiện này vẫn chưa thể đạt được các yêu cầu về đối xứng do từ thông phân bố không đồng đều vì khe hở ở các cực không đều nhau do lắp ráp hoặc vòng bi bị mòn. Vật liệu làm chổi than, áp lực các viên than xuống cổ góp không đồng nhất... nên ngay cả khi chạy không tải cũng xuất hiện dòng điện cân bằng làm tăng tổn thất đồng, giảm hiệu suất máy, làm cho việc chỉnh lưu của cổ góp khó khăn nảy sinh tia lửa dưới các chổi than, nóng máy.

Để khắc phục nhược điểm này, trong những máy điều kiện làm việc nặng nề như động cơ kéo máy cán thép, máy phát điện một chiều lớn... người ta thực hiện các dây nối ngay trong phần ứng. Những dây nối này thường đặt ở đầu cuộn dây phía cổ góp điện (đôi khi cũng lấy ở giữa cuộn dây phía cánh quạt) bắt buộc các dòng điện cân bằng, chỉ khép mạch trong dây quấn phần ứng không qua các chổi than.

Đó là các điểm đẳng thế, được nối lại với nhau gọi là dây nối cân bằng.

1-7. SỬA CHỮA VÀ QUẤN LẠI PHẦN ỨNG MÁY PHÁT ĐIỆN Ô TÔ

1. Kiểm tra

Cuộn dây phần ứng có thể hỏng do các hiện tượng : Đứt dây trong các rãnh hoặc dây nối ra cổ góp bị lỏng do "vảy thiếc". Chập mạch trong cùng một rãnh hoặc giữa lớp trên với lớp dưới. Chập mạch giữa các phiến góp, giữa cổ góp với mát hoặc dây quấn phần ứng bị chạm mát.

Chạm mát, đứt dây thì kiểm tra được bằng đèn thử dễ dàng, còn chập mạch phải dùng "Rônha" thì mới phát hiện ra chỗ hỏng chính xác.

Ví dụ : Cần kiểm tra rôto máy phát điện Γ 16 (phụ lục 2) lắp trên xe "Din" : $P = 210W$; $U = 6V$; $I = 35A$; $z = 14$; $k = 28$; $2p = 2$.

Dùng đèn thử "dĩ" vào các phiến góp và lõi sắt phản ứng, nếu bóng đèn không sáng là rôto không bị chạm mát. Cũng lấy hai dây đèn thử "dĩ" lần lượt vào từng đôi phiến góp cạnh nhau theo toàn bộ chu vi phản ứng, thấy bóng đèn vẫn sáng có nghĩa là dây quấn không bị đứt.

Thử chập mạch : Đặt phản ứng lên miệng Rônha rồi cấp điện xoay chiều vào máy thử, nếu trong rãnh nào có cuộn dây bị chập mạch thì sẽ có dòng điện cảm ứng chạy quanh, từ đó tạo nên một từ trường biến đổi trên miệng rãnh, làm cho lưỡi của thử đặt trên đó bị hút rung lên. Ở đây bước quấn dây $y_1 = 6$ (bin nằm từ rãnh 1 đến rãnh 7).

– Kiểm tra có 4 rãnh : số 1 - 4 - 7 và 10 đặt lưỡi của bị hút mạnh, vậy rôto bị chập mạch tới 2 bin (bin quấn từ rãnh 1 đến rãnh 7 và bin quấn từ rãnh 4 đến rãnh 10 đều bị chập).

– Trường hợp kiểm tra mà chỉ có 3 rãnh bị hút thì rõ ràng là bị chập mạch giữa bin nằm trên với bin nằm dưới trong cùng một rãnh.

– Nếu khi thử thấy tất cả các rãnh đều bị hút chặt lưỡi của là phản ứng đã bị chập mạch toàn bộ, phải tháo dây ra, quấn lại cả rôto.

2. Lấy mẫu và vẽ sơ đồ

Đây là máy phát điện một chiều có phản ứng quấn dây kiểu xếp (bước ngắn) (hình 1-11). Vậy theo công thức 1-1 thì bước quấn dây là :

$$y_1 = \frac{z}{2p} - 1 = \frac{14}{2} - \frac{2}{2} = 6$$

Bước trên cổ góp (quấn xếp đơn giản) $y_k = 1$.

Những tính toán trên đây chỉ là cơ sở, còn lúc thực hành phải lấy mẫu thật để vẽ sơ đồ.

– Cổ dây đo ở phản ứng là $d = 1,56mm$.

– Tổng số sợi dây trong 1 rãnh $n = 12$.

– Số phiến góp $k = 28$ gấp 2 số rãnh $\left(\frac{k}{z} = 2\right)$

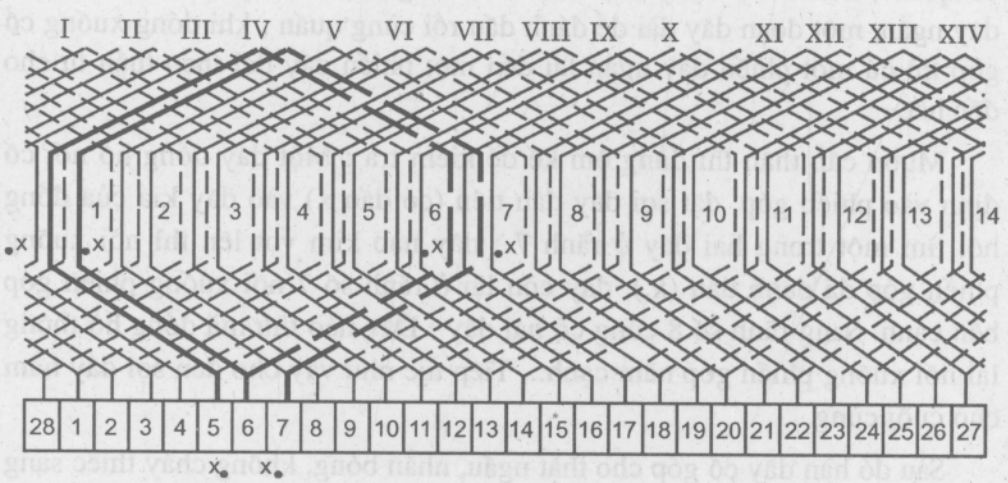
Vậy phải quấn 28 bin, mỗi bin 3 vòng $\left(\frac{12}{4} = 3\right)$.

Căn cứ vào bin quần sau cùng (nằm ở lượt trên) đếm được bước quần từ rãnh số 1 đến rãnh số 7 ($y_1 = 6$) ; lấy dùi thép nhọn vạch hai dấu (x x) vào hai rãnh này. Sau đó, lần theo hai dây từ rãnh đã vạch dấu, xem chúng nối ra phiến góp nào thì cũng vạch dấu (x.) vào các phiến góp đó để khi lấy dây mới quần lại nối đúng như nguyên bản (hình 1-11).

3. Thực hành dỡ dây hỏng, quần lại dây mới

Dùng tua vít bẩy các đầu dây ra khỏi mối hàn trên các phiến góp (nếu cần phải làm nóng cổ góp lên) để dỡ hết dây cũ ra ; làm sạch các rãnh của phân ứng – kiểm tra cổ góp, nó phải tròn và nhẵn ; không được chạm mát, các phiến góp không được chạm nhau. Lấy mũi dao nhọn làm sạch bụi bẩn giữa hai phiến góp ; tất cả các rãnh mica phải thấp hơn mặt cổ góp $1 \div 1,5\text{mm}$.

Đặt các rãnh lót bằng bìa cách điện dày 0,25 mm nằm khít vào trong rãnh ; hai đầu bìa được gấp mép, chiều cao của bìa phải lấy cao lên trên mặt rãnh khoảng 10 mm.



Hình 1-11. Sơ đồ quần dây phần ứng máy phát điện Γ16 (quần xếp)

Phần ứng được quần tay : Cắt hai đoạn dây $\Pi \ni B - 2 d = 1,56\text{mm}$, dài đủ để quần được 3 vòng (6 sợi), cạo sạch men đầu dây để dóng xuống hai phiến góp đã vạch dấu (x.) rồi đặt cả hai sợi vào rãnh số 1 (có dấu x) quần sang rãnh số 7 đủ 3 vòng. Lấy một đoạn tre vót nhẵn chèn tạm vào hai rãnh đã quần, hai đầu dây cuối nằm ở rãnh số 7 để tự do, "nằm chờ" được vật ra phía sau.

Đến bin tiếp theo lại cắt hai đoạn dây cạo sạch men hai đầu dây trong để đóng xuống hai phiến góp bên cạnh (quấn về phía nào thì lùi dây nối xuống cổ góp diện về phía ấy). Quấn đủ 3 vòng từ rãnh số 2 sang rãnh số 8, hai đầu dây cuối của bin này nằm ở rãnh số 8 cũng để "nằm chờ" như trên.

Cứ quấn như vậy (2 bin một lúc) cho đến rãnh cuối cùng đủ một vòng tròn rôto. Quấn được rãnh nào hoàn chỉnh thì gấp phần dư của bìa xuống nằm kín rãnh, rồi chèn nệm tre cho chặt chẽ.

Nối 28 đầu dây cuối (nằm chờ ở 14 rãnh) xuống cổ góp phải theo đúng thứ tự : Đầu tiên đóng hai dây cuối của bin thứ nhất xuống hai phiến góp đã đánh dấu (x.), tiếp tục nối hai dây cuối của bin thứ hai xuống hai phiến góp nằm cạnh theo quy luật : Cứ trên rôto tiến một rãnh thì dưới cổ góp lại tiến hai phiến. Cũng vì số phiến góp nhiều gấp hai lần số rãnh nên dễ bị chéo dây do mỗi rãnh có hai sợi ở lượt trên (hai dây cuối).

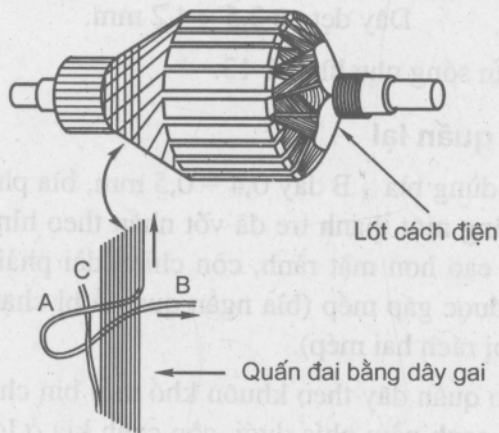
Để khỏi nhầm nên chọn dây diện từ cùng cỡ nhưng có hai màu men để quấn ; nếu chỉ có dây một màu thì trong một rãnh phải cắt một đoạn dây ngắn, một đoạn dây dài để đánh dấu rồi cùng quấn ; khi đóng xuống cổ góp thì cứ một phiến dây ngắn lại đến một phiến dây dài theo tuần tự cho đến hết.

Muốn cẩn thận thì dùng ồm kế để kiểm tra : Một dây đồng hồ nối cố định vào phiến góp, đặt sợi dây đầu tiên (có dấu x) vào dây kia của đồng hồ, tìm một trong hai dây ở rãnh 7 ; dây nào kim vọt lên thì nối xuống phiến góp đã đánh dấu (x.), dây còn lại ở rãnh số 7 nối xuống phiến góp bên cạnh. Sang rãnh số 8 cũng có hai dây : Dây nào thử mà đồng hồ thông lại nối xuống phiến góp nằm cạnh... Tiếp tục như vậy cho đến sợi dây nằm chờ cuối cùng.

Sau đó hàn dây cổ góp cho thật ngấu, nhấn bóng, không chảy thiếc sang phiến bên cạnh ; thử dây quấn tiếp xúc tốt vào cổ góp, không chạm mát ; đặt lên "Rônha" không bị chập dây.

Tiếp theo, lấy một sợi dây gai (hoặc dây sợi cotton), đầu gấp thành vòng khuyên A rồi quấn dè nhiều vòng đai chặt chẽ khoảng dây đã quấn ; lồng dây cuối C vào rồi rút mạnh đầu B, mối quấn đai sẽ được tự giữ rất chặt chẽ.

Cuối cùng đem rôto đã quấn tẩm 2 lần sơn cách điện và sấy khô để hoàn chỉnh.



Hình 1-12. Đại chặt đầu của dây quấn

1-8. QUẤN LẠI PHẦN ỨNG MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU (KIỂU SÓNG)

1. Kiểm tra

Máy điện một chiều kích thích nối tiếp CT10 ÷ CT15 dùng làm động cơ khởi động cho các ô tô Din, Gat... trên trục phần ứng có rãnh xoắn để lắp các bánh răng, cần kiểm tra các khớp hành trình, các con lăn xem có bị trượt, bị kẹt với bánh đà của máy nổ hay không? Kiểm tra thời điểm đóng mạch của role phải ăn khớp với hành trình của bánh răng v.v... Tóm lại, phải kiểm tra phần cơ nếu thấy tốt rồi mới sửa chữa phần điện.

Những hư hỏng về phần điện của động cơ khởi động và máy phát điện cũng tương tự như nhau nên cách kiểm tra, lấy mẫu cũng theo các phương pháp như phần 1 và 2 mục 1-7. Trường hợp dây quấn đã cháy thường được tái sinh để tận dụng (xem chương 3) nên khi tháo dây cũ phải khéo léo để khỏi mất "phom" nguyên thủy, tránh phải làm lại khuôn, phức tạp.

2. Vẽ sơ đồ

Động cơ CT10 có số liệu của phần ứng : (hình 1-13)

$$z = 23 \text{ rãnh}; \quad k = 23 \text{ phiên}; \quad 2p = 4.$$

$$\text{– Bước quấn:} \quad y_1 \text{ từ 1 đến 7};$$

$$\text{– Bước trên cổ góp:} \quad y_k \text{ từ 1 đến 13};$$

– Dây quấn : Dây dẹt cỡ $2,5 \times 4,2$ mm.

– Sơ đồ dây quấn sóng như hình 1-13.

3. Thực hành quấn lại

Cách điện rãnh dùng bìa $\Rightarrow$ B dày $0,4 \div 0,5$ mm, bìa phải được ép sát vào các góc của rãnh bằng một thanh tre đã vót nhọn theo hình của rãnh. Chiều ngang của bìa phải cao hơn mặt rãnh, còn chiều dài phải thò ra khỏi rãnh, mỗi bên 10mm và được gấp mép (bìa ngắn quá dễ bị chạm mát, cắt bìa dài quá khi đặt dây dễ bị rách hai mép).

Đây là kiểu rôto quấn dây theo khuôn khổ mỗi bin chỉ có một vòng dây gồm hai cạnh : một cạnh nằm phía dưới, còn cạnh kia ở lớp trên (số lớp dây trong một rãnh là 2). Mỗi rãnh có hai cạnh của hai bin dây khác nhau nên khi đặt các bin dây xuống rãnh phải có 6 bin "chờ".

Các "dây đầu" của từng bin thuộc lớp dưới được đặt vào phiến góp trước, đến khi hạ hoàn chỉnh hết các bin chờ xuống rãnh rồi mới đặt các "dây cuối" xuống cổ góp ở lớp trên. Cụ thể như sau :

23 sợi dây cỡ $2,5 \times 4,2$ được uốn nắn trên khuôn gỗ hoàn chỉnh giống hệt nhau.

Đầu tiên bin dây số 1 hạ nửa dưới xuống rãnh 7 và đặt "dây đầu" vào phiến góp số 13 đã đánh dấu ($\times$), còn nửa trên có "dây cuối" vẫn để chờ ngoài rãnh (hình 1-13).

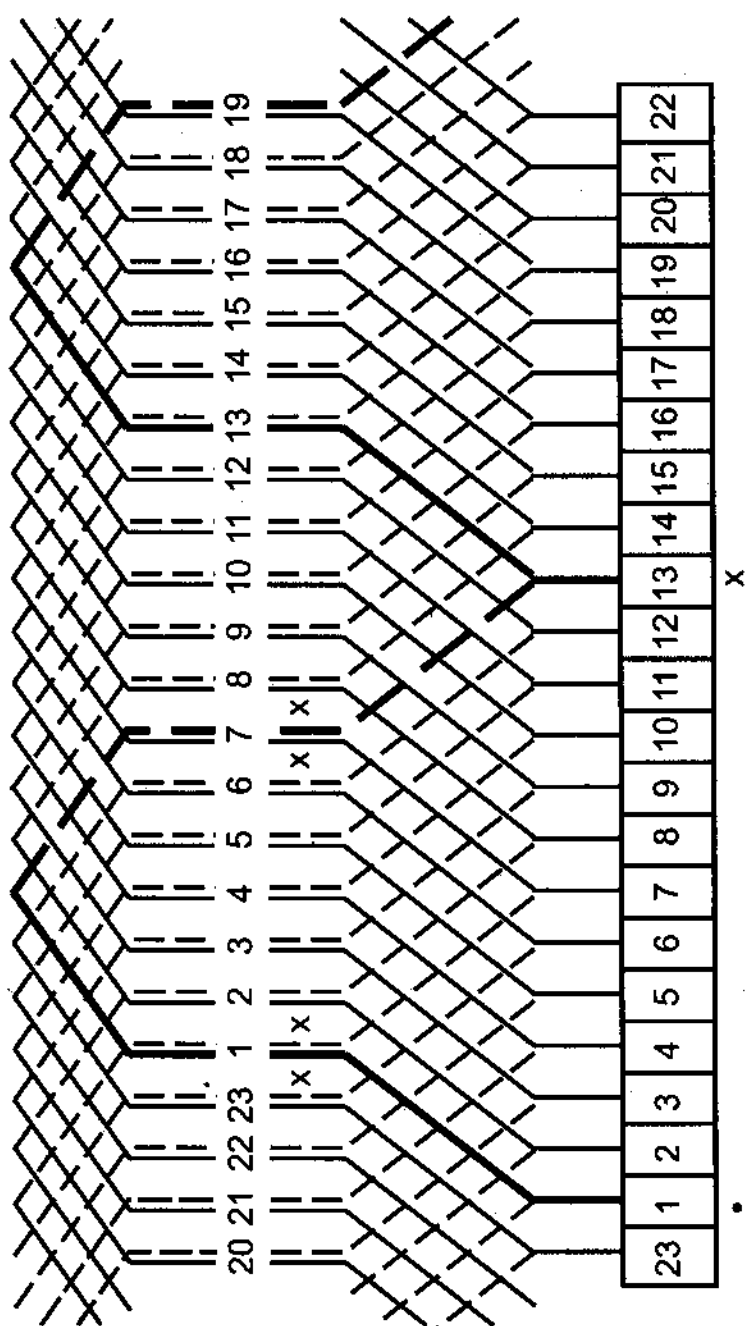
Bin dây số 2 tiếp tục hạ nửa dưới xuống rãnh số 8 và đặt dây đầu bin vào phiến góp bên cạnh số 14 ; nửa trên của bin số 2 cũng để nằm chờ ngoài rãnh.

Hạ đủ 6 bin chờ như trên đến bin số 7 thì lót một lớp cách điện 0,4mm rồi hạ nửa trên của bin số 7 xuống rãnh số 7 và nửa dưới của bin này xuống rãnh 13, dây đầu của bin vẫn đặt vào phiến góp theo tuần tự (phiến 19).

Từ đây, cứ lần lượt hạ được cả hai cạnh của bin xuống rãnh cho đủ 23 bin đến hết vòng tròn của phần ứng (nhớ lót cách điện giữa lớp trên và lớp dưới bin trong rãnh).

Cuối cùng, đóng tất cả các dây cuối vào các phiến góp cho chặt.

Sau khi đã dùng đèn thử kiểm tra các sợi đã quấn, không chạm mát, không chập với nhau (xem 2-4) thì hàn dây ở cổ góp cho chắc chắn, đẹp, nhẵn bóng. Phải nêm chặt, đánh đai quanh rôto để chống lực ly tâm rồi mới tẩm sơn cách điện hoàn chỉnh.



Hình 1-13. Sơ đồ quần dây phản ứng máy phát hành CT10 (quần sóng)

QUẢN ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA

2-1. PHÂN LOẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA

Động cơ điện xoay chiều một pha thường có công suất nhỏ không quá vài kW trở xuống, được dùng phổ biến trong sản xuất nhỏ (máy công cụ cầm tay) và trong đời sống (các loại quạt điện, đồ điện gia dụng), vì máy có cấu tạo đơn giản, gọn nhẹ nên chỉ cần sử dụng nguồn điện có hai dây. Thường có một số loại như :

- Động cơ điện không đồng bộ một pha có vòng ngắn mạch (công suất dưới 150W).
- Động cơ không đồng bộ một pha dùng tụ điện hoặc có vòng dây chập ngược.

Các kiểu động cơ này đều dùng rôto lồng sóc để chạy các máy gia dụng.

- Động cơ điện vạn năng : cả stato và rôto đều có dây quấn.

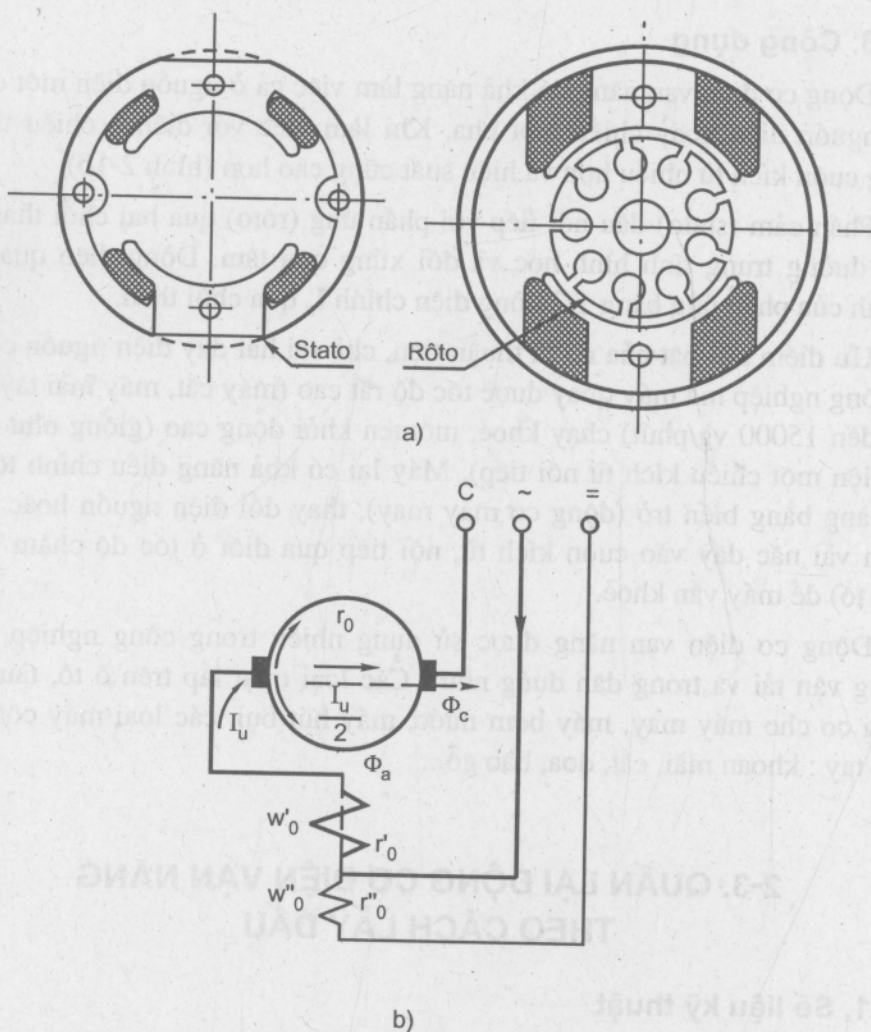
2-2. CẤU TẠO, NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC, CÔNG DỤNG CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN VẠN NĂNG

1. Cấu tạo

Động cơ điện vạn năng chạy điện một pha có cấu tạo tương tự như động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp.

Phần tĩnh (stato) có các cực từ là những lá thép "Silic" ghép lại (khác với máy điện một chiều nhỏ dùng thép dúc) để giảm nhỏ tổn hao sắt cho máy khỏi nóng quá. Thường có hai cực lõi (giống quạt điện vòng chập) để quấn hai cuộn dây kích từ. Trên mặt cực không có vòng chập mạch như quạt điện xoay chiều, số vòng dây quấn thì ít hơn máy điện một chiều.

- Phần quay (rôto) cũng có cổ góp điện và lõi dẫn từ bằng thép lá "Silic" được dập các rãnh để quấn dây dẫn ra cổ góp điện và chổi than như máy điện một chiều (hình 2-1a).



Hình 2-1. Động cơ điện vạm năng

- a) Cấu tạo ;
b) Sơ đồ nối dây.

2. Nguyên lý làm việc

Nguyên lý làm việc của động cơ điện vạm năng tương tự như ở máy điện một chiều kích từ nối tiếp.

Từ trường của cực từ chính Φ_c tác dụng với dòng điện ở cuộn dây phản ứng I_u tạo thành mômen quay. Vì mạch điện vào động cơ qua rôto và stato nối tiếp nhau, do đó có thể coi Φ_c và I_u cùng pha và mômen do chúng sinh ra có chiều tác dụng không đổi làm cho động cơ quay.

3. Công dụng

Động cơ điện vạn năng có khả năng làm việc cả ở nguồn điện một chiều lẫn nguồn điện xoay chiều một pha. Khi làm việc với điện 1 chiều thì số vòng cuộn kích từ nhiều hơn và hiệu suất cũng cao hơn (hình 2-1b).

Phần cảm (stato) đấu nối tiếp với phần ứng (rôto) qua hai chổi than đặt trên đường trung tính hình học và đối xứng qua tâm. Dòng điện qua mỗi nhánh của phần ứng bằng $1/2$ dòng điện chính I_c qua chổi than.

Ưu điểm nổi bật của nó là thuận tiện, chỉ với hai dây điện nguồn có tần số công nghiệp mà máy quay được tốc độ rất cao (máy cắt, máy mài tay... có khi đến 15000 vg/phút) chạy khoẻ, mômen khởi động cao (giống như động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp). Máy lại có khả năng điều chỉnh tốc độ dễ dàng bằng biến trở (động cơ máy may), thay đổi điện nguồn hoặc quấn thêm vài nấc dây vào cuộn kích từ, nối tiếp qua diốt ở tốc độ chậm (máy sinh tố) để máy vẫn khoẻ.

Động cơ điện vạn năng được sử dụng nhiều trong công nghiệp, giao thông vận tải và trong dân dụng như : Các loại quạt lắp trên ô tô, tàu hoả, động cơ cho máy may, máy bơm nước, máy hút bụi, các loại máy công cụ cầm tay : khoan mài, cắt, doa, bào gỗ...

2-3. QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN VẠN NĂNG THEO CÁCH LẤY DẤU

1. Số liệu kỹ thuật

Hình 2-2a là sơ đồ đấu dây của máy xay hoa quả dùng động cơ vạn năng do hãng Misuko JAPAN sản xuất – Model JBJ 101 loại 1 lít.

Điện áp 220/240 V, $f = 50 - 60$ Hz ; $P = 300$ W

Stato có 2 cuộn dây : Nấc 1 (nhANH) $w = 400$ vòng (thêm)

Nấc 2 (trung bình) $w = 30$ vòng (thêm)

Nấc 3 (chậm) cho qua diốt.

2. Trường hợp stato bị cháy

Làm một khuôn gỗ rồi quấn lại đúng cỡ dây cũ $d = 0,3$ mm và đủ số vòng mỗi cuộn là $w = 400$ và 30 vòng. Sau đó bọc kỹ 2 cuộn bằng băng vải rồi lồng vào 2 cực lõi của stato ; ghim buộc chặt lại rồi tẩm sơn cách điện.

3 Quấn lại rôto

Quấn lại rôto rất phức tạp nên phải lấy dấu lại cẩn thận với các bước như sau :

– Rôto quấn theo kiểu nào ? Bước quấn dây y_1 là mấy rãnh ? Bước trên cổ góp y_k nằm ở phiến nào ? Cách lấy dấu giống như phần 2 mục 1-7 ở máy điện 1 chiều.

Từ bảng 3 (trang 45) ta biết : $z = k = 12$

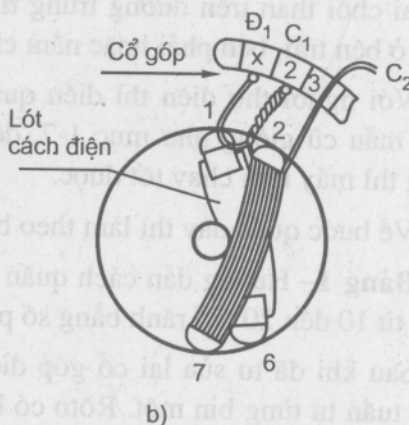
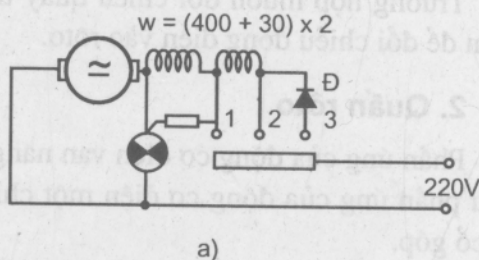
Dây quấn mỗi rãnh cỡ $d = 0,17 \text{ mm}$

$w = 60 + 60$ vòng

Sau khi đã kiểm tra cổ góp tốt thì lót cách điện vào rãnh 1 và rãnh 6. Dùng dây điện từ cỡ $0,17 \text{ mm}$ cạo sạch một đoạn men đầu dây, sau đó cuộn chặt 1 vòng vào chốt có phiến góp đã lấy dấu (x) (hình 2-2b). Bắt đầu quấn cuộn thứ nhất từ rãnh số 1 (D_1) đến rãnh số 6 ($y_1 = 6$) đủ 60 vòng thì kết thúc. Cuộn chặt dây cuối (C_1) vào chốt có phiến góp số 2 bên cạnh (chú ý phải cạo sạch lớp men để khi hàn cho ngấu).

Chuyển sang cuộn số 2, từ rãnh số 2 đến rãnh số 7 quấn đủ 60 vòng (các rãnh đã lót cách điện). Dây cuối của cuộn số 2 (C_2) cũng phải cạo sạch men để cuộn chặt vào chốt có phiến góp số 3.

Tiếp tục những thao tác như trên (bảng 1a) để quấn đủ 12 cuộn. Sợi dây quấn kết thúc (C_{12}) sẽ được cạo sạch một đoạn, xoắn chặt với chốt đã lấy dấu (x) để tạo thành một mạch kín quanh rôto. Quấn rôto xong, tiếp tục sang công đoạn hàn, kiểm tra và hoàn chỉnh như mục 1-7.



Hình 2-2. Sơ đồ đấu dây và quấn rôto máy xay
Misuko (Nhật)

2-4. QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN VẠN NĂNG THEO BẢNG LẬP SẴN

1. Quấn stato

Thông thường phần cảm ở stato chỉ có 2 cuộn dây nên việc kiểm tra, phát hiện hư hỏng và quấn lại dễ dàng hơn cả quạt điện vòng chập. Bin dây sau khi đã quấn vào khuôn gỗ đúng cỡ dây và đủ số vòng như cũ thì tháo khuôn lấy bin ra bọc kỹ bằng băng vải, lót bìa cách điện lồng vào 2 cực lõi của stato.

Ở những động cơ cần nhiều cấp tốc độ (máy xay hoa quả Nhật có 7 tốc độ) thường dùng biện pháp quấn thêm nhiều cuộn "dây số" hạ vào cực từ để khi cần thì đấu nối tiếp thêm vào cuộn chính cho các tốc độ chậm.

Cần chú ý quấn và đấu dây thuận chiều đúng nguyên bản để máy quay theo chiều đã quy định.

Trường hợp muốn đổi chiều quay thì phải đổi chéo hai dây nối ra chổi than để đổi chiều dòng điện vào rôto.

2. Quấn rôto

Phản ứng của động cơ điện vạn năng được quấn dây theo kiểu xếp giống như phản ứng của động cơ điện một chiều hai cực, chỉ khác ở cách nối dây ra cổ góp.

Động cơ vạn năng có 3 cách nối dây ra cổ góp tùy theo thiết kế bố trí vị trí hai chổi than trên đường trung tính của máy mà có : kiểu nối dây thẳng rãnh ở bên trái, bên phải hoặc nằm chính giữa (theo bước quấn).

Với người thợ điện thì điều quan trọng là phải lấy đầu dây ra cổ góp theo mẫu cũ giống như mục 1-7, để khi quấn lại, hàn dây vào cổ góp thật đúng thì máy mới chạy tốt được.

Về bước quấn dây thì làm theo bảng 1.

Bảng 1— Hướng dẫn cách quấn rôto của những động cơ vạn năng có số rãnh từ 10 đến 20 (số rãnh bằng số phiến góp $z = k$).

Sau khi đã tu sửa lại cổ góp điện, lót cách điện rãnh thì quấn dây vào rãnh tuần tự từng bin một. Rôto có bao nhiêu rãnh thì quấn đủ từng ấy cuộn theo kiểu kép. Như vậy, trong một rãnh sẽ có cạnh đầu và cạnh cuối của hai cuộn dây khác nhau. Cạnh cuối của một cuộn thường lệch so với cạnh đầu một số rãnh bằng một bước cực (bước đủ) hoặc ít hơn (bước ngắn).

Bảng 1a
TRÌNH TỰ QUẤN CÁC CUỘN DÂY PHẢN ỨNG ($z = k$)
 (quấn dưới về phải)

10 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 5			12 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 6		
Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ	Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ
1	1 đến 5	dưới đến dưới	1	1 đến 6	dưới đến dưới
2	2 đến 6		2	2 đến 7	
3	3 đến 7		3	3 đến 8	
4	4 đến 8		4	4 đến 9	
			5	5 đến 10	
5	5 đến 9	trên đến dưới	6	6 đến 11	trên đến dưới
6	6 đến 10		7	7 đến 12	
7	7 đến 1	trên đến trên	8	8 đến 1	trên đến trên
8	8 đến 2		9	9 đến 2	
9	9 đến 3		10	10 đến 3	
10	10 đến 4		11	11 đến 4	
			12	12 đến 5	

Bảng 1b
TRÌNH TỰ QUẤN CÁC CUỘN DÂY PHẢN ỨNG ($z = k$)
 (quấn dưới về phải)

14 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 7			16 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 8		
Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ	Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ
1	1 đến 7	dưới đến dưới	1	1 đến 8	dưới đến dưới
2	2 đến 8		2	2 đến 9	
3	3 đến 9		3	3 đến 10	
4	4 đến 10		4	4 đến 11	
5	5 đến 11		5	5 đến 12	
6	6 đến 12		6	6 đến 13	
			7	7 đến 14	
7	7 đến 13	trên đến dưới	8	8 đến 15	trên đến dưới
8	8 đến 14		9	9 đến 16	
9	9 đến 1	trên đến trên	10	10 đến 1	trên đến trên
10	10 đến 2		11	11 đến 2	
11	11 đến 3		12	12 đến 3	
12	12 đến 4		13	13 đến 4	
13	13 đến 5		14	14 đến 5	
14	14 đến 6		15	15 đến 6	
			16	16 đến 7	

Bảng 1c
TRÌNH TỰ QUẤN CÁC CUỘN DÂY PHẦN ỨNG ($z = k$)
 (quấn dưới về phải)

18 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 9			20 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 10		
Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ	Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ
1	1 đến 9	dưới đến dưới	1	1 đến 10	dưới đến dưới
2	2 đến 10		2	2 đến 11	
3	3 đến 11		3	3 đến 12	
4	4 đến 12		4	4 đến 13	
5	5 đến 13		5	5 đến 14	
6	6 đến 14		6	6 đến 15	
7	7 đến 15		7	7 đến 16	
8	8 đến 16		8	8 đến 17	
			9	9 đến 18	
9	9 đến 17	trên đến dưới	10	10 đến 19	trên đến dưới
10	10 đến 18		11	11 đến 20	
11	11 đến 1	trên đến trên	12	12 đến 1	trên đến trên
12	12 đến 2		13	13 đến 2	
13	13 đến 3		14	14 đến 3	
14	14 đến 4		15	15 đến 4	
15	15 đến 5		16	16 đến 5	
16	16 đến 6		17	17 đến 6	
17	17 đến 7		18	18 đến 7	
18	18 đến 8		19	19 đến 8	
			20	20 đến 9	

Bảng 1d
TRÌNH TỰ QUẤN CÁC CUỘN DÂY PHẢN ỨNG ($z = k$)
 (quấn đối xứng qua tâm)

10 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 5			12 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 6		
Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ	Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ
1	1 đến 5	dưới đến dưới	1	1 đến 6	dưới đến dưới
2	6 đến 10		2	7 đến 12	
3	3 đến 7		3	3 đến 8	
4	8 đến 2		4	9 đến 2	
			5	5 đến 10	
			6	11 đến 4	
5	5 đến 9	trên đến	7	6 đến 11	trên đến trên
6	1 đến 4	dưới	8	12 đến 5	
7	7 đến 1	trên	9	8 đến 1	
8	2 đến 6	đến	10	2 đến 7	
9	9 đến 13	trên	11	10 đến 3	
10	4 đến 8		12	4 đến 9	

Bảng 1e
TRÌNH TỰ QUẤN CÁC CUỘN DÂY PHẢN ỨNG ($z = k$)
 (quấn đối xứng qua tâm)

14 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 7			16 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 8		
Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ	Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ
1	1 đến 7	dưới đến dưới	1	1 đến 8	dưới đến dưới
2	8 đến 14		2	9 đến 16	
3	3 đến 9		3	3 đến 10	
4	10 đến 2		4	11 đến 2	
5	5 đến 11		5	5 đến 12	
6	12 đến 4		6	13 đến 4	
7	7 đến 13	trên đến	7	7 đến 14	trên đến trên
8	14 đến 6	dưới	8	15 đến 6	
9	9 đến 1	trên	9	8 đến 15	
10	2 đến 8	đến	10	16 đến 7	
11	11 đến 3	trên	11	10 đến 1	
12	4 đến 10		12	2 đến 9	
13	13 đến 5		13	12 đến 3	
14	6 đến 10		14	4 đến 11	
			15	14 đến 5	
			16	6 đến 13	

Bảng 1g
TRÌNH TỰ QUẤN CÁC CUỘN DÂY PHẦN ỨNG ($z = k$)
 (quấn đối xứng qua tâm)

18 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 9			20 RĂNG BIN QUẤN TỪ 1 ĐẾN 10		
Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ	Cuộn số	Quấn từ răng	Bin quấn từ
1	1 đến 9	dưới đến dưới	1	1 đến 10	dưới đến dưới
2	10 đến 8		2	11 đến 20	
3	3 đến 11		3	3 đến 12	
4	12 đến 2		4	13 đến 2	
5	5 đến 13		5	5 đến 14	
6	4 đến 14		6	15 đến 4	
7	7 đến 15		7	7 đến 16	
8	16 đến 6		8	17 đến 6	
			9	9 đến 18	
			10	19 đến 8	
9	9 đến 17	trên đến dưới	11	10 đến 19	trên đến trên
10	18 đến 8		12	20 đến 9	
11	11 đến 1	trên đến trên	13	12 đến 1	
12	2 đến 10		14	2 đến 11	
13	13 đến 3		15	14 đến 3	
14	4 đến 12		16	4 đến 13	
15	15 đến 5		17	16 đến 5	
16	6 đến 14		18	6 đến 15	
17	17 đến 7		19	18 đến 7	
18	8 đến 16		20	8 đến 17	

2-5. QUẤN LẠI RÔTO MÁY XÂY SINH TỔ

Ví dụ : Quấn lại máy xây sinh tổ (bảng 3) kiểu ONY

2 tốc độ : $U = 120V$; $I = 3,5A$; $z = 14$; $k = 14$

– Stato 2 cực : Dây $w = 130$ vòng/c $d = 0,65mm$

– Cuộn số : $w = 100$ vòng $d = 0,4 mm$

– Rôto : $w = 65 + 65$ vòng $d = 0,35 mm$

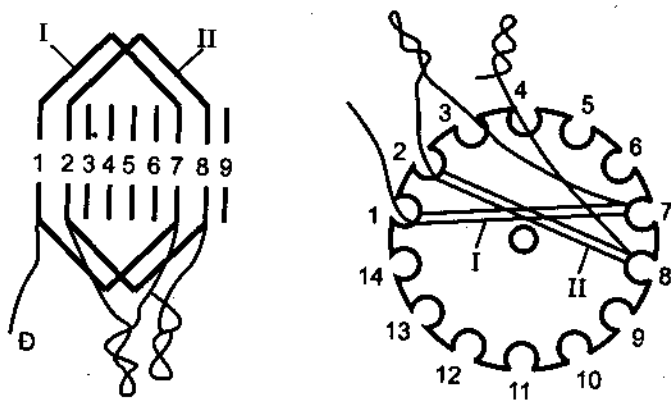
1. Cách quấn rôto

Từ bảng 1b thấy rằng, phải quấn 14 cuộn dây vào dây 14 rãnh. Dùng dây men ITB – 20,35mm bắt đầu quấn cuộn thứ nhất từ rãnh số 1 đến rãnh số 7, đủ 65 vòng rồi xoắn lại thành một vòng khuyên để sau đó hàn ra cổ góp điện.

Chuyển dây sang cuộn số 2, ở rãnh 2 quấn đến rãnh số 8 đủ 65 vòng thì lại xoắn thêm một vòng khuyên, rồi chuyển sang rãnh số 3...

Tiếp tục quấn hết cuộn số 6, mỗi rãnh sẽ cho ra một vòng khuyên và cả hai cạnh của các cuộn này đều nằm ở lớp dưới của rãnh.

Sang đến cuộn số 7 thì cạnh đầu của nó sẽ nằm ở lớp trên của rãnh số 7 (lớp dưới đã có cạnh cuối của cuộn số 1), còn cạnh cuối thì nằm ở lớp dưới rãnh số 13. Đến đây thì rãnh số 7 đã quấn đủ hai lớp dây, cần gấp hai mép bìa cách điện phủ kín rãnh và nẹp tre vào rãnh cho chặt chẽ. Từ cuộn số 9 trở đi thì cả hai cạnh đều nằm ở lớp trên. Tiếp tục quấn như vậy đến cuộn số 14 thì hai cạnh của cuộn dây đều nằm ở lớp trên và ở ngoài cùng, sợi dây quấn kết thúc sẽ được nối với sợi dây quấn đầu tiên để sau này hàn ra cổ góp điện (hình 2-3).



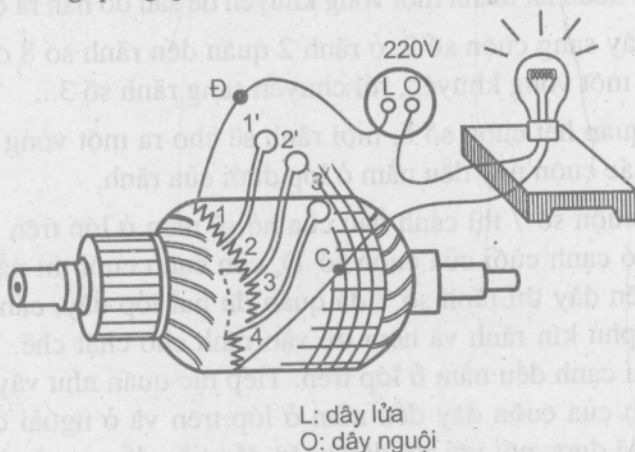
Hình 2-3. Quấn rôto máy xây sinh tổ, quấn dưới vé bên phải

2. Kiểm tra

Dây quấn phần ứng có thể gặp các trường hợp sai sót sau đây :

- Cuộn dây bị đứt hoặc bị chạm mát.
- Chập mạch giữa lớp dây của cuộn trên với lớp dây của cuộn dưới trong rãnh hoặc giữa hai cuộn với nhau.
- Các sợi dây nối ra phiến góp sai thứ tự (chỉ hay gặp ở những rôto có $k > z$ vì mỗi rãnh có hai vòng khuyên trở lên).

Dây bị đứt hoặc chạm mát thì có thể dùng đèn thử để kiểm tra thông mạch dễ dàng. Dây bị chập lấy "Rônha" xác định như phần 1 mục 1-7. Còn dây bị chéo sai thứ tự thì "Rônha" cũng không phát hiện được. Bởi vậy thao tác quấn lại rôto mà số phiến góp k gấp 2-3 lần số rãnh z thì phải đánh dấu để khỏi nhầm.



Hình 2-4. Kiểm tra sau khi quấn lại bằng đèn thử

Hình 2-4 là sơ đồ cách dùng đèn để tìm các sai sót ở trên.

Lấy đèn thử nối vào hai dây Đ và C (đầu, cuối) đèn sẽ sáng là dây quấn không bị đứt. Tiếp tục nối Đ hoặc C với lõi từ, đèn không sáng là dây quấn tốt.

- Thử chập mạch bằng cách nối cố định một dây đèn thử vào C, lấy kim cách điện cắt "vòng khuyên" số 1' rồi "dì" dây kia (L) của đèn thử vào mối số 1', nếu đèn không sáng là cuộn số 1 không bị chập với các cuộn khác (1 không thông với C).

- Tiếp tục cắt vòng khuyên số 2', rồi "dì" dây thử vào mối số 2', đèn tắt là cuộn dây số 2 không bị chập, nếu đèn vẫn còn sáng là cuộn dây số 2 đã bị chập mạch với cuộn dây khác (trong hình 2-4 : cắt số 2' đèn vẫn sáng do điện còn đi theo nét đứt đã bị chập).

Cắt dần theo thứ tự tất cả các vòng khuyên cho đến hết, mỗi lần cắt lại dịch chuyển dần thử lùi một rãnh, mỗi nào đã cắt mà đèn thử còn sáng là cuộn dây đó đã bị chập mạch, phải tháo ra quấn lại.

Cần chú ý là sau khi cắt từng vòng khuyên ra phải cạo sạch men để thử đèn.

Trường hợp ở máy điện một chiều quấn xếp (mục 1-7) đã đóng các dây đầu xuống phiến góp thì phải dùng một sợi dây đồng cỡ 0,2mm nối liền các sợi dây còn lại phía trên để kiểm tra giống như mô tả trên.

2-6. QUẤN LẠI RÔTO MÁY HÚT BỤI QUÉT NHÀ

Thông thường rôto động cơ điện vạn năng ở đồ điện gia dụng có số phiến góp k gấp đôi số rãnh z (để giảm nhỏ điện áp giữa hai phiến góp dưới 35V). Về số lượng cuộn dây thì vẫn bằng với số rãnh và được quấn kép.

Vậy, trong một rãnh vẫn chỉ có cạnh đầu và cạnh cuối của hai cuộn dây khác nhau toả ra hai phía, nhưng một cuộn dây bây giờ phải có từ 2 đến nhiều bin tùy theo tỷ số $\frac{k}{z}$

Ví dụ : Quấn lại máy hút bụi (Liên Xô cũ) công suất 150W, điện áp 220V, hai cực. Rôto cỡ dây $d = 0,16\text{mm}$; $w = 70 \times 4$ vòng

$$z = 10 ; k = 20 ; \frac{k}{z} = 2$$

Quấn xuôi về trái, mỗi rãnh sẽ có đến hai đôi dây nối ra cổ góp nhưng vẫn có thể theo trình tự quấn ở bảng 1a. Riêng việc đánh dấu các rãnh phải theo thứ tự ngược chiều kim đồng hồ (hình 2-5).

Từ công thức 1-1 tính được bước quấn :

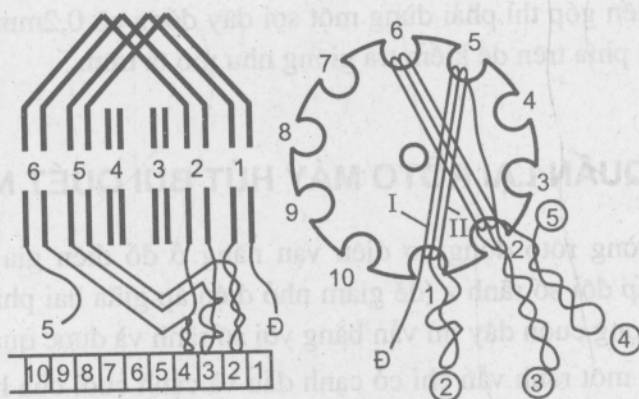
$$y_1 = \frac{z}{2p} - 1 = \frac{10}{2} - \frac{2}{2} = 4$$

Vậy phải quấn 10 cuộn dây, gồm 20 bin, mỗi bin 70 vòng, dây cỡ $d = 0,16\text{mm}$ (số liệu ở bảng 3).

– Cuộn dây số 1 bắt đầu quấn từ rãnh số 1 đến rãnh số 5 đủ 70 vòng rồi xoắn lại để chừa ra một đoạn ngắn là xong bin I. Quấn tiếp bin thứ II đủ 70 vòng nữa (vẫn ở rãnh số 1 và số 5) rồi cũng xoắn lại thành một đoạn dài hơn

để kết thúc cuộn dây số 1 (phải làm dấu để lúc nối ra cổ góp theo đúng thứ tự : dài, ngắn – dài, ngắn... khỏi bị chéo).

Cuộn thứ hai bắt đầu từ rãnh số 2 đến rãnh số 6, cả cuộn dây này gồm hai bin, mỗi bin cũng quấn 70 vòng và hai cạnh của cuộn dây đều nằm ở lớp dưới.



Hình 2-5. Quấn rôto máy hút bụi, quấn đuôi về trái.

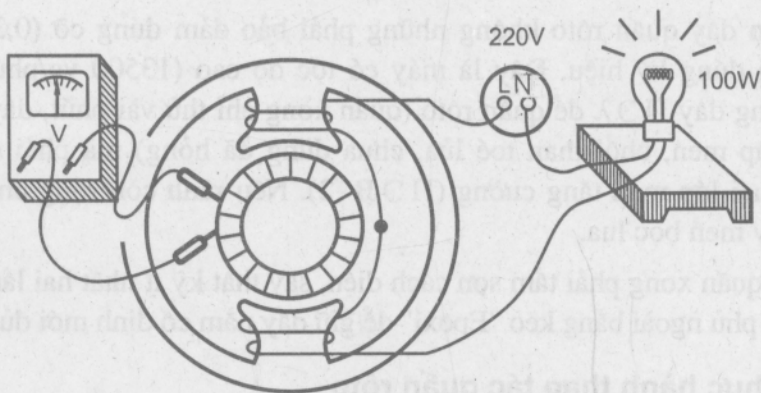
– Quấn tiếp theo các động tác như trên đến cuộn dây số 5 (từ rãnh 5 đến rãnh 9) và cuộn dây số 6, mỗi cuộn đều có một cạnh nằm ở lớp trên và cạnh kia nằm ở lớp dưới.

– Thao tác lập lại như vậy, quấn mỗi rãnh hai lần, mỗi lần 70 vòng cho đến cuộn dây số 10 (cả hai cạnh đều nằm ở lớp trên) đủ một vòng tròn rôto. Đầu dây cuối cùng được xoắn với đầu dây quấn đầu tiên để hàn thẳng ra phiến góp (nằm thẳng với rãnh số 1).

2-7. QUẤN LẠI MÁY KHOAN ĐIỆN CẦM TAY (TRUNG QUỐC)

1. Kiểm tra

Máy khoan điện thường hay bị hỏng rôto ; có thể dùng đèn để kiểm tra đứt dây hoặc chạm mát ; dùng "Rônha" để kiểm tra chập mạch như kiểm tra phần ứng máy điện một chiều.



Hình 2-6. Kiểm tra rôto trước khi quấn lại bằng vạn năng kế

Nếu không có "Rônha" thì có thể đo bằng vạn năng kế nhưng phải có kinh nghiệm mới xác định chính xác được. Cách làm cụ thể như sau :

Tháo dây ở chổi than ra nối lại ; cấp điện xoay chiều thẳng vào stato, thông qua một đèn thử 220V/75 ÷ 100W. Đặt vạn năng kế ở mức mV (điện xoay chiều) đo điện áp ở hai phiến cổ góp cạnh nhau ; lấy tay quay từ từ rôto để đo ở tất cả những phiến góp cạnh nhau còn lại. Điện áp khi đo (ở một vị trí cố định) giữa hai phiến góp phải bằng nhau (ở cả rôto) là dây quấn không bị chập. Nếu có hai phiến góp nào đó, điện áp xuống rất thấp hoặc bằng 0 là dây quấn nối với hai phiến góp này bị chập nhau, phải quấn lại.

2. Lấy mẫu để quấn lại

Máy khoan ZI*ZD12 (bảng 3).

Stato có hai bin quấn dây $d = 0,38\text{mm}$, mỗi bin quấn số vòng $w = 190$.

Số rãnh rôto $z = 12$, số phiến góp $k = 24$.

Vậy phải quấn 12 cuộn dây, gồm 24 bin, mỗi bin $w = 33$ vòng (mỗi rãnh sẽ có $33 \times 4 = 132$ sợi dây), dây quấn 0,3mm.

Độ rộng của mỗi bin luôn chiếm 1/2 chu vi vòng trong lõi thép rôto ; ở máy khoan này quấn từ rãnh số 1 sang rãnh số 6 (bảng 1a) theo kiểu dây quấn sóng (quấn đuối về phía bên phải). Thực hành đấu dây thường lấy mẫu thực để không sai sót vì chỉ nối sai một sợi, sai một bước trên cổ góp, hàn chéo dây hoặc một phiến góp hàn chưa ngấu, máy khoan sẽ chạy yếu hẳn, hoặc tia lửa phát ra ở cổ góp điện rất mạnh, máy sẽ nóng nhanh và cháy rôto.

– Lấy dùi thép nhọn, tìm đến bin cuối cùng (nằm trên) vạch một dấu vào rãnh và một dấu tương ứng vào phiến góp có đầu dây ở rãnh này nối vào để khi quấn dây mới, nối lại vẫn đúng nguyên bản (hình 2-7).

Chọn dây quấn rôto không những phải bảo đảm đúng cỡ (0,3mm) mà còn phải đúng ký hiệu. Đây là máy có tốc độ cao (13500 vg/phút) không được dùng dây $\Pi \text{ } \text{B} - 2$ để quấn rôto (quấn xong chỉ thử vài phút, dây đã rung động, đập men, chổi than toé lửa, chưa dùng đã hỏng) mà phải dùng dây điện từ hai lớp men tăng cường ($\Pi \text{ } \text{B} - 2$). Nếu rãnh còn rộng chỗ thì nên dùng dây men bọc lụa.

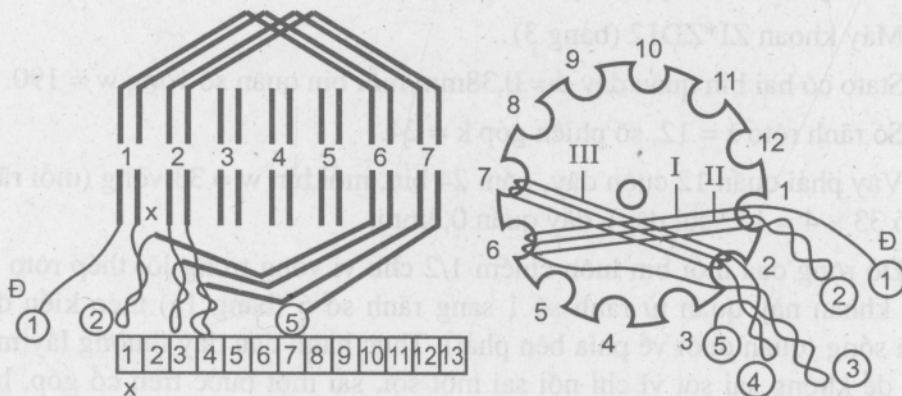
Khi quấn xong phải tẩm sơn cách điện, sấy thật kỹ ít nhất hai lần, đôi khi còn phải phủ ngoài bằng keo "Epôxi" để giữ dây nằm cố định mới đủ độ bền.

3. Thực hành thao tác quấn rôto

Sau khi đã kiểm tra 24 phiến góp tốt (không chập nhau, không chạm mát, tròn và nhẵn) các rãnh đã được lót cách điện cẩn thận thì lấy một sợi $\Pi \text{ } \text{B} - 2$ cỡ 0,3mm đặt vào rãnh số 1 (đã vạch dấu khi lấy mẫu) quấn sang rãnh số 6 đủ 33 vòng rồi gấp và xoắn lại để chừa ra một đoạn ngắn. Tiếp tục quấn từ rãnh số 1 sang rãnh số 6 thêm 33 vòng nữa, sau đó gấp và xoắn lại thành một đoạn dài hơn.

Chú ý : Làm dấu một đôi dài và một đôi ngắn trong cùng một rãnh để sau này nối ra hai phiến góp nằm cạnh nhau đúng thứ tự, dây không bị chéo.

Tuần tự chuyển sang quấn ở rãnh khác từ rãnh số 2 sang rãnh số 7 đủ 33 vòng rồi lại gấp và xoắn chừa ra một đoạn ngắn. Vẫn từ rãnh số 2 sang rãnh số 7 quấn thêm 33 vòng nữa rồi lại gấp và xoắn chừa ra một đoạn dài...



Hình 2-7. Lấy mẫu, quấn lại rôto máy khoan

Thao tác lặp lại như vậy mỗi rãnh hai lần, mỗi lần 33 vòng cho đến rãnh cuối cùng đủ một vòng tròn rôto ; đầu dây cuối cùng được xoắn với đầu dây quấn đầu tiên để nối ra phiến góp đã vạch dấu khi lấy mẫu.

Quấn xong nối dây ra các phiên góp theo dấu đã vạch, từ phiên số 1 dây dài, phiên số 2 dây ngắn ở rãnh số 1. Tiếp theo thứ tự phiên số 3 dây dài phiên số 4 lại nối dây ngắn ở rãnh số 2... cho đến hết 24 đôi dây (mỗi phiên góp sẽ có một dây gồm hai sợi nối vào).

Chú ý : Trước khi hàn dây xuống cổ góp nên kiểm tra như phần 2 mục 2-4.

– Dây điện từ nối xuống các phiên góp phải cạo sạch men xung quanh, mối hàn phải ngấu bóng và không làm chảy thiếc sang phiên bên cạnh.

– Hàn xong đặt lên "rônha" kiểm tra tốt, lấy dây gai dai giữ chặt dây nối ra cổ góp cân bằng lại rôto rồi sơn tẩm thật kỹ mới cho khoan thử và làm việc.

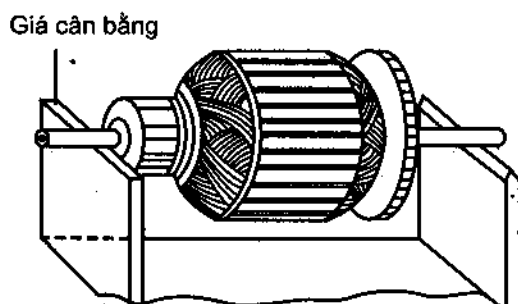
– Quấn lại các máy bơm nước KAMA-8, KAMA-10 hoặc rôto động cơ vạn năng nói chung tuy số rãnh, số phiên góp và cỡ dây cũng như số vòng đều khác nhau (bảng 3) nhưng cách kiểm tra, cách quấn lại thì hoàn toàn giống nhau.

2-8. PHƯƠNG PHÁP CÂN BẰNG TĨNH

Động cơ vạn năng quay với tốc độ rất cao, hàng chục nghìn vòng phút ; rôto phải được cân bằng thì máy mới chạy được ổn định, không bị rung, than lâu mòn, vòng bị bền.

Có 2 phương pháp cân bằng là : cân bằng động và cân bằng tĩnh. Cân bằng động thường được thực hiện ở nhà chế tạo máy, phải có thiết bị đặc biệt để làm việc này.

Trong sửa chữa thường áp dụng phương pháp cân bằng tĩnh cho những rôto cỡ nhỏ. Tự chế một bộ cân bằng tĩnh hình lưới dao như hình 2-8 (mài sắc để ma sát thật nhỏ)



Hình 2-8. Giá cân bằng tĩnh tự chế

Cách sử dụng và hiệu chỉnh. Đặt rôto lên giá, lấy tay quay nhẹ rôto, đợi nó ngừng lại rồi lấy phấn đánh dấu vào một rãnh phía dưới rôto. Sau đó lại lấy tay quay nhẹ một vài lần, nếu rôto có thể ngừng lại ở một vị trí bất kỳ khác (căn cứ theo vạch phấn) thì coi như rôto đã cân bằng.

Ngược lại, nếu rôto ngừng lại ở vị trí cũ (vạch phấn nằm dưới) chứng tỏ là chỗ này hơi nặng ; lúc đó ta có thể gắn thử một khối "matít" nhỏ vào phía trên của rôto (khối ma tít đối xứng với chỗ nặng qua trục).

Tiếp tục quay thử nhiều lần, thêm bớt khối ma tít một cách thích đáng để cho vạch phấn ngừng lại ở vị trí bất kỳ thì mới coi như rôto đã đạt được tiêu chuẩn cân bằng.

Cuối cùng thay vào vị trí của khối ma tít bằng một thỏi kim loại cùng trọng lượng với khối ma tít ấy.

Thường người ta bắt vào cánh quạt, hàn vào đầu rôto hoặc nếu trọng lượng cần thêm vào nằm đúng vị trí của rãnh quấn dây thì có thể chèn nệm vào rãnh đó một thỏi kim loại phi từ tính (thường dùng loại nệm đồng vàng).

Còn một phương pháp khác là khoan bỏ bớt kim loại ở vị trí "nặng" đi cũng đạt được kết quả hiệu chỉnh cân bằng như trên.

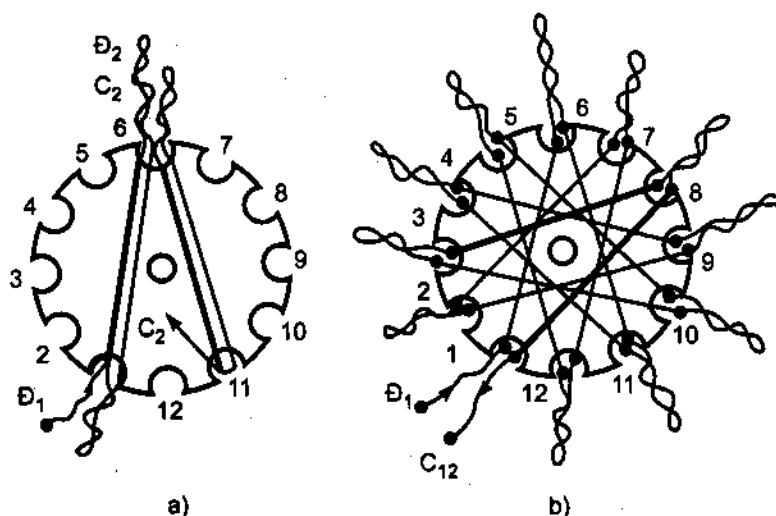
2-9. QUẤN LẠI RÔTO ĐỘNG CƠ MÁY MAY THEO HÌNH CHỮ V

Ở động cơ vạn năng, thông thường thì rôto được quấn xếp, "đuối về phải" hoặc "đuối về trái" và quấn tay nên không đều : bin cuối cùng ở phía trên "dài" hơn bin quấn đầu tiên nằm dưới, quấn xong thường phải cân bằng chống lực ly tâm mà đây dễ bị đẩy, chạm đầu phía cổ góp điện hoặc chạm phía cánh quạt.

Để khắc phục hiện tượng này có nhiều cách quấn đặc biệt như : quấn song hành hai bin, quấn bố đôi, quấn hình hai chữ V ...

Hình 2-9 vẽ cách quấn theo hình chữ V của rôto động cơ máy may ASPA. Stato có hai cực, quấn dây cỡ $d = 0,21$. Số vòng một rãnh $w = 360$.

Rôto có số rãnh : $z = 12$ và $k = 24$ phiên góp. Vậy phải quấn 12 cuộn dây gồm 24 bin như bảng 2.



Hình 2-9. Quấn lại rôto máy may theo hình chữ V

Dùng dây men cỡ $d = 0,17\text{mm}$, sợi dây đầu tiên (Đ_1) của cuộn dây số 1 quấn từ rãnh số 1 sang rãnh số 6 đủ 90 vòng rồi xoắn lại để chừa ra một đoạn ngắn là xong bin thứ nhất. Vặn từ rãnh số 1 quấn sang rãnh số 6 thêm 90 vòng nữa rồi xoắn lại một đoạn dài để chừa ra, kết thúc bin thứ hai (C_1) của cuộn dây số 1 ở lớp dưới rãnh số 6.

Bảng 2 : TRÌNH TỰ QUẤN CUỘN DÂY PHẦN ỨNG HÌNH CHỮ V

Cuộn dây số	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Quấn từ rãnh số	1	6	11	4	9	2	7	12	5	10	3	8
Sang rãnh số	6	11	4	9	2	7	12	5	10	3	8	1

Bảng 3 : SỐ LIỆU DÂY QUẤN RÔTO CỦA MỘT SỐ ĐỒ ĐIỆN GIA ĐÌNH VÀ CÔNG CỤ CẦM TAY

Tên máy	Kiểu	U	Quy cách	z	k	d(mm)	Vòng/rãnh
Hút bụi	FOCT1871	220V	150W	10	20	0,16	70×4
Máy may	ASPA	220V	4.500 vg/p	12	24	0,17	90×4
Máy mài, cắt (Nhật)	5806	220V	1050W5A	12	24	0,45	18×4
Máy khoan	ZO1A6-10	220V	1600vg/p	12	24	0,18	24×4
Máy khoan	ZI*ZD12	220V	13.800vg/p	12	24	0,30	33×4
Máy xay sinh tố	Misuko	220V	300W	12	12	0,17	60×2
Máy xay sinh tố	ONY	120V	3,5A	14	14	0,35	65×2
Máy bơm nước	KAMA8	220V	$1,8\text{m}^3/\text{h}$	16	32	0,40	25×4
Máy bơm nước	KAMA10	220V	$3,9\text{m}^3/\text{h}$	18	36	0,40	20×4

Cuộn dây số 2 tiếp tục quấn từ rãnh số 6, đầu Đ_2 từ lớp trên của rãnh này vắt sang rãnh số 11 để quấn hai lần, mỗi lần 90 vòng và kết thúc dây cuối C_2 ở rãnh số 11 (lớp dưới). Vậy mỗi rãnh có hai đôi một ngắn, một dài (để dễ đọc, ở hình 2-9b chỉ vẽ một cuộn dây, nên mỗi rãnh chỉ có 1 đôi) để khi hàn ra hai phiến góp nằm cạnh nhau đúng thứ tự.

Tiếp tục quấn đủ 12 cuộn, dây kết thúc cuối cùng C_{12} sẽ nằm chung ở rãnh số 1 với sợi dây đặt đầu tiên Đ_1 . Dem xoắn hai dây này thành một đôi dây dài để hàn vào cổ góp điện theo vạch dấu cũ ; từ đó cứ theo đúng tuần tự : ngắn ; dài ; ngắn... đủ 24 đôi dây xuống cổ góp.

Nhìn từ phía cánh quạt thấy rõ hai cuộn dây số 11 và 12 quấn sau cùng chụm lại thành hình chữ V cân đối.

2-10. QUẤN LẠI RÔTÔ ĐỘNG CƠ MÁY CẮT THEO KIỂU ĐỐI XỨNG

Máy cắt cầm tay (cắt kiểu đá mài) thường dùng để cắt sắt, cắt gạch men, đá... trong xây dựng. Rôto quay với tốc độ hàng chục nghìn vòng phút nên độ rung, lực li tâm rất lớn. Vì vậy một số hãng sản xuất thường quấn rôto theo kiểu đối xứng qua tâm trục. Kiểu quấn này có đặc điểm là không quấn liên tiếp như trên mà làm theo kiểu "nhảy cóc" : từ cuộn thứ nhất quấn tiếp cuộn thứ 2 đối xứng nhau qua trục ; sang cuộn thứ ba lại "nhảy cóc" mấy rãnh... theo thứ tự $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \dots$ (bảng 1d, 1e, 1g).

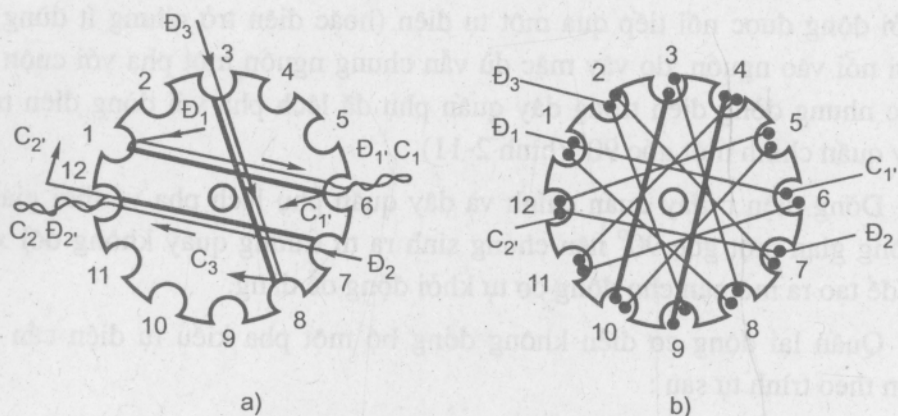
Ví dụ : Quấn lại rôto máy cắt động cơ vạn năng (Nhật) $P = 1050 \text{ W}$; $U = 220\text{V}$; $z = 12$; $k = 24$; số liệu dây quấn như bảng 3.

Dùng dây men 2 lớp $d = 0,45 \text{ mm}$, đặt sợi dây đầu tiên Đ_1 quấn từ rãnh số 1 sang rãnh số 6 đủ 18 vòng rồi xoắn lại, để chừa ra một đoạn ngắn (hình 2-10). Vặn từ rãnh số 1 quấn sang rãnh số 6 thêm 18 vòng nữa để kết thúc bin thứ 2 của cuộn dây số 1 trong cùng rãnh ấy (C_1).

Cuộn dây số 2 lại bắt đầu quấn từ rãnh số 7 (Đ_2) sang rãnh số 12 đủ 2 lần mỗi lần 18 vòng, đầu ra của cuộn số 2 là C_2 .

Cuộn dây số 3 được quấn từ rãnh số 3 là $\text{Đ}_3 \dots$ sang rãnh số 8 như bảng 1d. Tiếp tục quấn đủ 12 cuộn (24 bin) cho xong. Nhìn từ phía cánh quạt ta thấy rõ 2 cuộn dây số 11 và 12 nằm ở lớp trên tạo thành 2 bin song song và đối xứng qua tâm trục (hình 2-10). Chú ý các đầu dây nối ra cổ góp điện phải hàn đúng vị trí cũ đã đánh dấu.

Nếu cổ góp điện bị hỏng phải thay mới thì khi tháo cổ ra phải đánh dấu chính xác vị trí để lúc đóng cổ mới vào trực đúng như cũ ; chỉ sai lệch 1/2 phiên góp cũng gây ra toé lửa ở chổi than ; máy chạy bị nóng quá mức, không làm việc được.



Hình 2-10. Quấn lại rôto máy cắt theo kiểu đối xứng

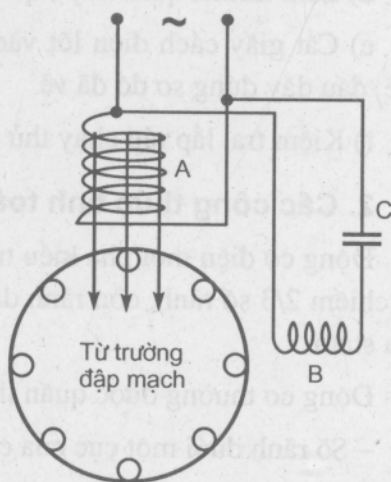
2-11. QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ MỘT PHA

1. Khái niệm chung về dây quấn động cơ một pha tự điện

Cấp điện vào động cơ điện một pha rôto lồng sóc, thì dòng điện một pha sẽ đi qua các cuộn dây sinh ra từ trường ϕ_1 . Trong rôto lồng sóc nhờ có dòng điện cảm ứng cũng xuất hiện từ trường ϕ_2 .

Cả stato và rôto lúc này đều có từ trường nhưng không làm động cơ quay vì đây chỉ là từ trường đập mạch có tác dụng hút chặt rôto lại.

Bởi vậy, trong động cơ điện một pha kiểu tự điện, muốn tự quay được bao giờ cũng có hai cuộn dây :



Hình 2-11

Sơ đồ nguyên lý động cơ 1 pha tự điện

– Cuộn dây chính được gọi là cuộn dây làm việc (A).

– Cuộn dây phụ gọi là cuộn dây khởi động (B) được đặt trong một số rãnh stato, nhưng lệch đi so với cuộn làm việc một bước cực sao cho sinh ra một từ thông lệch với từ thông chính một góc 90° trong không gian. Cuộn khởi động được nối tiếp qua một tụ điện (hoặc điện trở nhưng ít dùng) rồi mới nối vào nguồn, do vậy mặc dù vẫn chung nguồn một pha với cuộn làm việc nhưng dòng điện trong dây quấn phụ đã lệch pha với dòng điện trong dây quấn chính một góc 90° (hình 2-11).

Dòng điện ở dây quấn chính và dây quấn phụ lệch pha về thời gian và không gian một góc 90° nên chúng sinh ra từ trường quay không đối xứng đủ để tạo ra mômen cho động cơ tự khởi động dễ dàng.

Quấn lại động cơ điện không đồng bộ một pha kiểu tụ điện cần thực hiện theo trình tự sau :

a) Kiểm tra xác định đúng chỗ hỏng để đề ra phương pháp sửa chữa đảm bảo kỹ thuật và kinh tế nhất.

b) Vẽ lại sơ đồ quấn dây, đấu dây.

c) Tháo bin dây hỏng, làm sạch các rãnh ; đo cỡ dây và đếm số vòng ở các cuộn làm việc, cuộn khởi động (kể cả cuộn số nếu có) trong các tổ nối dây.

d) Làm khuôn quấn dây ; quấn đúng cỡ dây và đủ số vòng đã lấy mẫu.

e) Cắt giấy cách điện lót vào rãnh, lồng dây xuống rãnh, nẹp dây chặt chẽ, đấu dây đúng sơ đồ đã vẽ.

f) Kiểm tra, lắp ráp chạy thử rồi mới tẩm sơn cách điện.

2. Các công thức tính toán để vẽ sơ đồ dây quấn

Động cơ điện một pha kiểu tụ điện khởi động thì rãnh cuộn dây làm việc z_A chiếm $2/3$ số rãnh, còn rãnh dây quấn khởi động chiếm $1/3$ tổng số rãnh z của stato.

Động cơ thường được quấn theo kiểu đồng tâm.

– Số rãnh dưới một cực của cuộn làm việc :

$$q_A = \frac{z_A}{2p} \quad (2-1)$$

– Số rãnh dưới một cực của cuộn khởi động :

$$q_B = \frac{z_B}{2p} \quad (2-2)$$

– Bước quấn y của bin lớn nhất (bước đủ) :

$$y = \frac{z}{2p} \quad (2-3)$$

2-12. QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT PHA CHẠY MÁY NÉN KHÍ

Các số liệu sẽ tính được ở mục 3-14 gồm :

$$U = 220V ; \quad P = 1kW ;$$

$$z = 24 ; \quad 2p = 4.$$

Sử dụng tụ điện khởi động $150 \mu F - 450 V$.

– Cuộn làm việc A : Quấn dây $d = 1,04 \text{ mm}$

$$w = 41 \text{ vòng/rãnh}$$

– Cuộn khởi động B : Quấn dây $d = 0,72 \text{ mm}$

$$w = 80 \text{ vòng/rãnh}$$

Vậy số rãnh cuộn làm việc :

$$z_A = \frac{2}{3}z = \frac{2}{3}24 = 16 \text{ rãnh}$$

– Số rãnh dưới một cực của cuộn làm việc :

$$q_A = \frac{z_A}{2p} = \frac{16}{4} = 4 \text{ rãnh}$$

Số rãnh cuộn khởi động :

$$z_B = \frac{1}{3}z = \frac{1}{3}24 = 8 \text{ rãnh}$$

– Số rãnh dưới một cực ở cuộn khởi động :

$$q_B = \frac{z_B}{2p} = \frac{8}{4} = 2 \text{ rãnh}$$

– Bước quấn của bin lớn nhất :

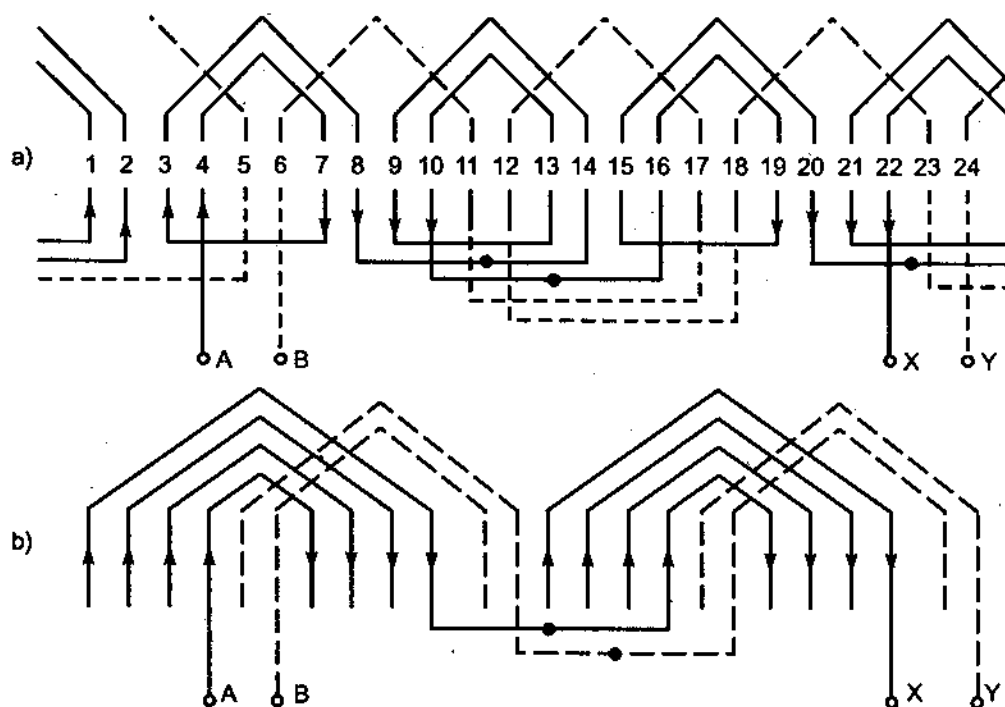
$$y = \frac{z}{2p} = \frac{24}{4} = 6 \text{ rãnh}$$

Tính được các yếu tố xong nên dùng bút chì hai màu để dễ phân biệt, nếu chỉ vẽ một màu thì phải phân biệt bằng nét đậm và nét nhỏ (hoặc nét đứt). Dùng giấy kẻ ly đánh số từ 1 đến z ($z = 24$). Biết số rãnh ở mỗi cực của cuộn làm việc A ($q_A = 4$) và cuộn khởi động B ($q_B = 2$) lấy bút lần lượt kẻ :

- Nét to q_A lần (4 lần).
- Nét nhỏ q_B lần (2 lần).

Kẻ cho đến hết tổng số z (24), sau đó đánh dấu chiều của dòng điện. Đánh dấu bằng mũi tên, cứ q_A lần (4 lần) mũi tên chỉ chiều dòng điện đi lên lại đến q_B lần (2 lần) mũi tên chỉ chiều dòng điện đi xuống... ở từng màu cho đến hết tổng số rãnh z (24), tiếp tục vẽ bước quấn y_A và y_B của bin lớn nhất (6 rãnh). Từ bin lớn nhất sẽ vẽ được các bin nhỏ nằm trong lòng nó cho đủ bộ và từ các mũi tên đã đánh dấu nối các bin lại cho đúng chiều.

(Trong sơ đồ 2-12 chỉ vẽ mỗi đầu dây ở các nhóm)



Hình 2-12. Sơ đồ trải động cơ điện 1 pha $z = 24$; $2p = 4$

Vài điểm lưu ý :

– Các công thức tính để vẽ sơ đồ trên chỉ là cơ bản, trong thực tế người ta còn trải rộng mặt cực ra hơn nữa để cải thiện sự khởi động và làm việc của động cơ.

– Số vòng dây quấn trong một rãnh ở đây đều giống nhau (41 vòng ở từng rãnh cuộn A và 80 vòng ở từng rãnh cuộn B), nhiều trường hợp số vòng từng rãnh ở một tổ có khi khác nhau. Vì vậy khi lấy mẫu (bước 3) phải đếm số vòng trong từng rãnh ở cả tổ quấn dây để không sai sót.

– Một vài động cơ cỡ lớn, người ta thường gộp các cuộn dây ở cùng một cực để giảm bớt mối nối, nâng cao chất lượng bộ dây. Ở trường hợp này cuộn làm việc sẽ gộp 4 tổ quấn dây có 2 bin thành 2 tổ có 4 bin ; cuộn khởi động thì gộp 4 cuộn riêng lẻ thành 2 tổ (hình 2-12b).

Khi quấn cuộn làm việc, mỗi tổ sẽ quấn liền 4 cuộn, còn cuộn khởi động thì quấn liền 2 cuộn. Như vậy sẽ phải làm nhiều khuôn hơn, khó hạ dây và cũng không tiết kiệm dây quấn, nhưng đỡ tốn gen nối đầu dây và dây quấn stato an toàn hơn.

2-13. QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ MÁY CƯA (LIÊN XÔ CŨ)

Máy dùng động cơ không đồng bộ 1 pha chạy tụ ngầm $8\mu F$; 400V.

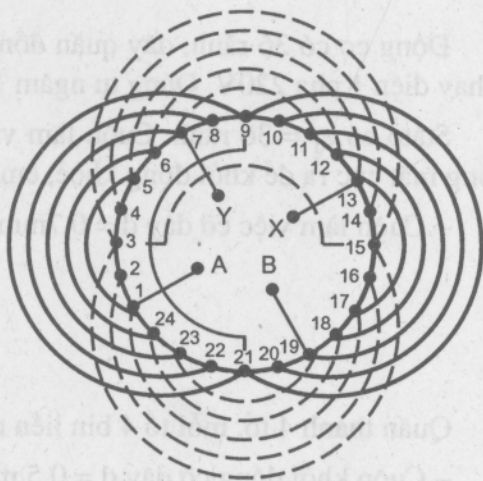
Điện áp : 220V

Công suất : 370W

$$2p = 2$$

Tốc độ : 2850 vg/phút

Stato có $z = 24$ rãnh. Cuộn làm việc và cuộn khởi động đều được trải rộng mặt cực ra (một số rãnh có hai lớp dây của cả cuộn A và cuộn B) để tăng cường mômen khởi động và cải thiện sự làm việc của máy. Sơ đồ tròn được vẽ như hình 2-13.



Hình 2-13

Sơ đồ tròn động cơ 1 pha $z = 24$; $2p = 2$

Cuộn dây làm việc cỡ dây $d = 0,60 \text{ mm}$ được quấn thành 2 tổ. Mỗi tổ 5 bin liền nhau :

Bin to : $y_A = 13$ quấn 37 vòng

Bin vừa : $y_A = 11$ quấn 70 vòng

Bin trung bình : $y_A = 9$ quấn 62 vòng

Bin nhỏ : $y_A = 7$ quấn 50 vòng

Bin nhỏ nhất : $y_A = 5$ quấn 37 vòng

Cuộn dây khởi động cỡ dây $d = 0,45 \text{ mm}$ được quấn thành 2 tổ, mỗi tổ 5 bin liền nhau.

Bin to : $y_B = 13$ quấn 67 vòng

Bin vừa : $y_B = 11$ quấn 97 vòng

Bin trung bình : $y_B = 9$ quấn 117 vòng

Bin nhỏ : $y_B = 7$ quấn 130 vòng

Bin nhỏ nhất : $y_B = 5$ quấn 67 vòng

2-14. QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ MÁY TRỤC (CHUYỂN VẬT LIỆU XÂY NHÀ CAO TẦNG)

Động cơ có 36 rãnh, dây quấn đồng tâm. Tốc độ đồng bộ 1500 vg/phút. Chạy điện 1 pha 220V. Dùng tụ ngâm $10\mu\text{F}$; 400V. Công suất 700W.

Stato có $z_1 = 36$ rãnh. Cuộn làm việc và cuộn khởi động cũng được trải rộng mặt cực ra để khởi động khỏe, êm, làm việc tốt (hình 2-14).

– Cuộn làm việc cỡ dây $d = 0,7 \text{ mm}$: $y_A = 10$; $w_A = 37$ vòng

$y_A = 8$; $w_A = 68$ vòng

$y_A = 6$; $w_A = 55$ vòng

$y_A = 4$; $w_A = 55$ vòng

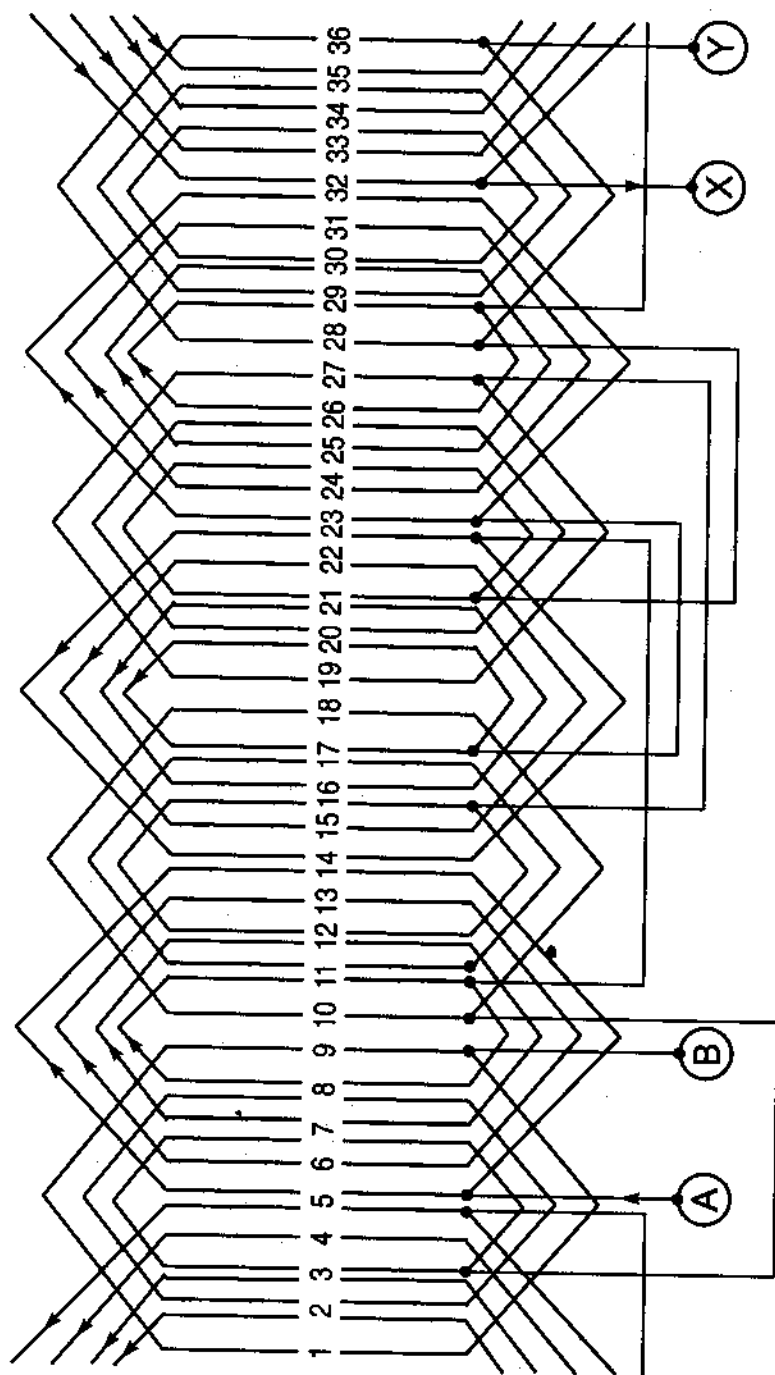
Quấn thành 4 tổ, mỗi tổ 4 bin liền nhau.

– Cuộn khởi động cỡ dây $d = 0,5 \text{ mm}$: $y_B = 9$; $w_B = 60$ vòng

$y_B = 7$; $w_B = 20$ vòng

$y_B = 5$; $w_B = 20$ vòng

Quấn thành 4 tổ, mỗi tổ 3 bin liền nhau.



Hình 2-14. Sơ đồ khai triển động cơ 1 pha quấn đồng tâm $z = 36$; $2p = 4$

2-15. QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ MÁY MAY THÊU (ĐỨC)

Động lực của máy là động cơ điện không đồng bộ 1 pha chạy tự ngậm
 $10 \mu\text{F} - 400 \text{ V}$.

Điện áp : 220V Công suất : 400 W

Tốc độ : 900 vòng/phút ($f = 50$) ; $2p = 6$

– Stato có $z = 36$ rãnh. Vậy số rãnh cuộn làm việc :

$$z_A = \frac{2}{3}z = \frac{2}{3}36 = 24 \text{ rãnh (12 bin)}$$

Số rãnh dưới một cực của cuộn làm việc A :

$$q_A = \frac{z_A}{2p} = \frac{24}{6} = 4 \text{ rãnh}$$

Bước quấn của bin lớn nhất :

$$y_A = \frac{z}{2p} = \frac{36}{6} = 6 \text{ rãnh}$$

– Số rãnh cuộn khởi động :

$$z_B = \frac{1}{3}z = \frac{36}{3} = 12 \text{ rãnh (12 bin)}$$

Số rãnh dưới một cực của cuộn khởi động B :

$$q_B = \frac{z_B}{2p} = \frac{12}{6} = 2 \text{ rãnh}$$

Stato quấn đồng tâm, bước quấn của bin lớn nhất

$$y_B = \frac{z}{2p} = \frac{36}{6} = 6 \text{ rãnh}$$

Để cải thiện sự làm việc và tăng cường mômen khởi động, cuộn khởi động được trải rộng thêm mặt cực nên trong mỗi cực đều có một số rãnh quấn chung cả cuộn làm việc và cuộn khởi động (hình 3-11).

– Cuộn làm việc được quấn bằng cỡ dây $d = 0,6\text{mm}$. Quấn thành 6 tổ, mỗi tổ 2 bin.

$y_A = 6$; quấn 122 vòng

$y_A = 4$; quấn 98 vòng

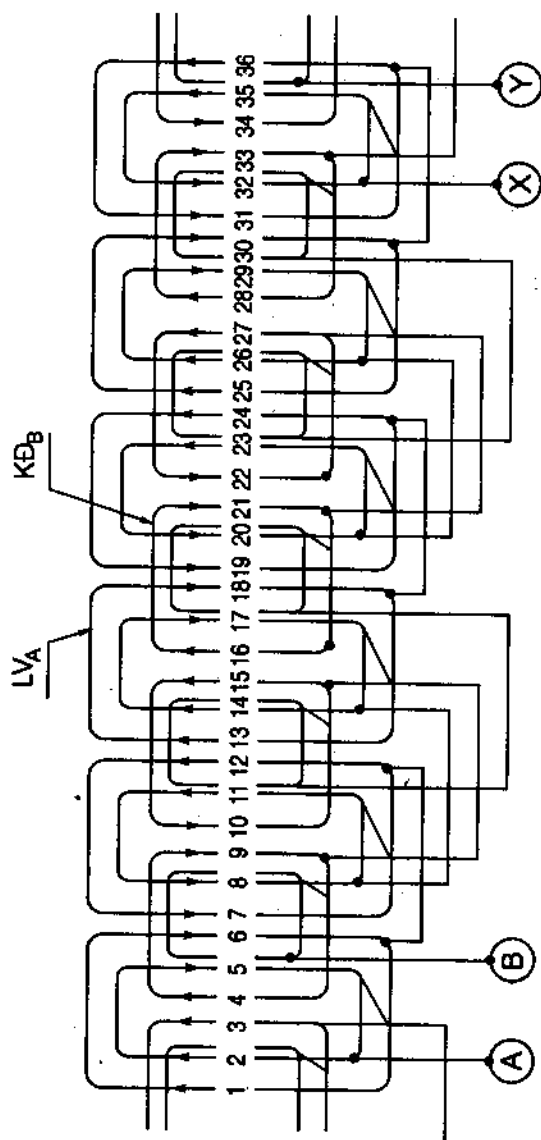
– Cuộn khởi động được quấn bằng cỡ dây $d = 0,5 \text{ mm}$. Quấn thành 6 tổ, mỗi tổ 2 bin.

$y_B = 6$; quấn 147 vòng

$y_B = 4$; quấn 100 vòng

Khi hạ bin xuống rãnh thì cho cuộn làm việc A xuống trước, cuộn nhỏ rồi đến cuộn to (dính 2) cho xong cả 6 tổ.

Cuộn khởi động B cũng gồm 6 tổ hạ xuống rãnh sau, tiếp tục đấu dây theo sơ đồ 2-15.



Hình 2-15. Sơ đồ khai triển động cơ 1 pha quấn đồng tâm $z = 36$; $2p = 4$

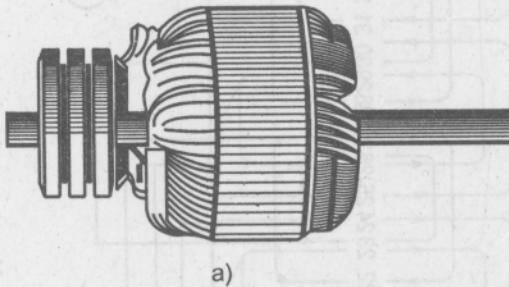
QUẦN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA

3-1. KHÁI QUÁT VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN KHÔNG ĐỒNG BỘ

Hiện nay động cơ điện không đồng bộ 3 pha được dùng rộng rãi trong các ngành công nghiệp vì cấu tạo đơn giản, giá thành rẻ, hiệu suất cao, dễ sử dụng và bảo dưỡng vận hành bền, tốt.

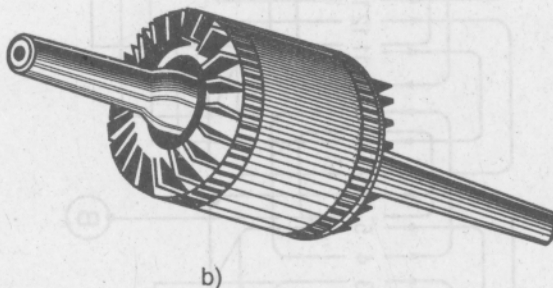
Thường có hai loại chủ yếu :

– Động cơ rôto quần dây kiểu thông dụng, mang ký hiệu AK (từ cỡ 5 đến cỡ 9) và ký hiệu MTK, MTB chuyên dùng cho máy trục.



Hình 3-1a. Rôto động cơ quần dây

– Động cơ rôto lồng sóc thuộc dây thống nhất thông dụng mang ký hiệu ĐK của Việt Nam (Điện cơ Hà Nội và Điện khí Hải Phòng sản xuất) ; A và AO từ cỡ 3 đến cỡ 9 do Liên Xô (cũ) chế tạo (hình 3-1b).



Hình 3-1b. Rôto động cơ lồng sóc

Trên cơ sở loại động cơ thuộc dãy thống nhất AO người ta cải tiến chế tạo những loại động cơ chuyên dùng như :

Động cơ không đồng bộ có mômen mở máy tăng cường ký hiệu AOΠ (từ cỡ 4 đến cỡ 9) dùng cho thiết bị có tải nặng lúc mở máy.

Động cơ AOC có hệ số trượt nâng cao để kéo các máy có tải kiểu xung không đều, hay thay đổi chiều quay.

Động cơ có tốc độ đều, ký hiệu AOT (từ cỡ 4 đến cỡ 7) sử dụng cho công nghiệp dệt...

Ngoài những động cơ rôto lồng sóc bình thường dòng điện khởi động rất cao (I_{kd}) gấp từ 5 ÷ 7 lần dòng điện định mức (I_{dm}) ; mômen khởi động (M_{kd}) chỉ từ 0,8 ÷ 1,2 mômen định mức (M_{dm}), lại có rôto lồng sóc rãnh sâu, rôto lồng sóc kép để cải thiện đặc tính mở máy : Dòng điện mở máy thấp mà mômen khởi động lại cao.

(Động cơ lồng sóc kép thì $\frac{I_{kd}}{I_{dm}}$ chỉ gấp từ 3,3 đến 5,5 lần ; động cơ rãnh sâu thì $\frac{I_{kd}}{I_{dm}} = 4$ đến 5,5 lần mà mômen khởi động đạt từ 1,5 đến 2 lần mômen định mức).

Đọc nhãn gắn trên động cơ ta có thể biết được một số tính năng.

Ví dụ : Động cơ ĐK 31-4 do Việt Nam sản xuất (tương đương AO) là động cơ không đồng bộ 3 pha vỏ gang (nếu vỏ nhôm thêm chữ λ) kiểu kín ; cánh quạt thổi gió ngoài vỏ, cỡ 3 chiều dài thứ nhất, có 4 cực (1500 vòng/phút).

Với những động cơ có hai hoặc nhiều tốc độ, trên nhãn sau phần ký hiệu có viết thêm chữ số chỉ số cực cách nhau bằng gạch chéo.

Ví dụ : AO₂ - 41 - 8/4 là động cơ không đồng bộ 3 pha, cải tiến lần thứ 2, cỡ 4 có 2 tốc độ : 750v/phút và 1500v/phút ứng với 8 cực và 4 cực.

Ngoài những động cơ thông dụng kiểu cũ A (vỏ bảo vệ) và AO (vỏ kín thổi gió ngoài) có 7 cỡ vỏ, chiều cao tâm từ 100 ÷ 335mm, công suất từ 0,6 đến 100 kW. Người ta đã cải tiến lần thứ hai A₂ và AO₂ với 18 cấp công suất trọng lượng động cơ nhẹ hơn ; nhỏ, thấp và dài ra (chiều cao tâm 90 ÷ 280mm).

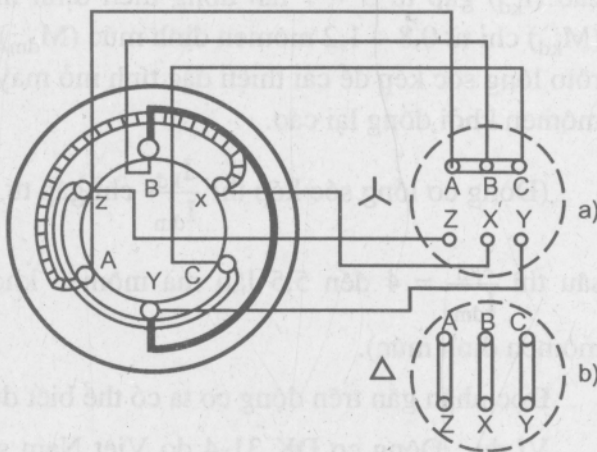
Động cơ cải tiến kiểu mới 4A cách điện cấp B và cấp F, chịu nhiệt cao, nhẹ nhàng và còn thấp hơn nữa, chiều cao tâm chỉ có 50 ÷ 250mm với 9 cỡ vỏ, số cấp công suất là 29, từ 0,12 ÷ 400 kW.

Vỏ cũng có nhiều chủng loại cho phù hợp với từng yêu cầu như : động cơ kiểu hở, kiểu vỏ kín, kiểu bảo vệ, phòng nước, động cơ kiểu vỏ chống nổ chuyên dùng ở mỏ v.v...

3-2. CẤU TẠO VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

1. Cấu tạo và nguyên lý làm việc

Quần lại động cơ điện không đúng thì từ trường quay do các cuộn dây stato sinh ra sẽ không thành hình sin làm cho mômen khởi động, mômen làm việc kém đi, tổn nhiều điện năng mà động cơ lại nóng hơn, hiệu suất làm việc của nó giảm xuống. Vậy cần phân biệt thế nào là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc để quần lại cho đúng.



Hình 3-2

Quần và nối dây trong động cơ 3 pha.

Động cơ không đồng bộ gồm có hai phần chính :

- Phần tĩnh (stato) hình trụ rỗng, bằng thép kỹ thuật điện ghép lại, phía trong có dập rãnh để đặt 3 cuộn dây quần ở stato (hình 3-2).
- Phần quay (rôto) cũng bằng thép kỹ thuật điện có dập rãnh đúc nhôm tạo thành lồng sóc ; rôto được lắp trục và vòng bi đặt trên hai nắp để quay trơn trong stato.

Cấp điện áp 3 pha vào 3 cuộn dây ở stato, dòng điện trong dây quần sẽ tạo thành từ trường quay khép mạch qua lõi thép stato, rôto.

Tốc độ quay của từ trường (n_1) tỷ lệ thuận với tần số (f) của nguồn điện, tỷ lệ nghịch với số đôi cực (p) của động cơ theo công thức :

$$n_1 = \frac{60f}{p} \quad (3-1)$$

Từ trường quay quét thanh dẫn ở lồng sóc nhôm (kín mạch) sinh ra dòng điện cảm ứng ở thanh dẫn, tác dụng trở lại với từ trường quay tạo ra mômen làm quay rôto. Tốc độ rôto n luôn luôn thấp hơn tốc độ từ trường quay n_1 , vì thế được gọi là động cơ không đồng bộ.

Để biểu thị mức độ không đồng bộ giữa tốc độ quay của rôto n với tốc độ quay của từ trường quay n_1 ta dùng khái niệm hệ số trượt $S\%$ tính theo phần trăm :

$$S\% = \frac{n_1 - n}{n_1} 100\%$$

Độ trượt phụ thuộc vào chế độ làm việc của động cơ, tải càng nặng càng trượt nhiều, tải nhẹ trượt ít nhưng kể cả lúc không tải cũng khác trị số 0.

Khi tải hết công suất tốc độ quay của rôto giảm xuống tới tốc độ định mức ghi trên nhãn của động cơ. Thường giảm từ $5 \div 6\%$ ở các động cơ 3 pha cỡ nhỏ và giảm $1,5 \div 2\%$ ở các động cơ lớn. Đối với động cơ điện không đồng bộ có hệ số trượt nâng cao (AOC) thì S có thể đạt đến 10% .

2. Đầu dây bên ngoài và đổi chiều quay của động cơ 3 pha

Stato của động cơ cấu tạo gồm nhiều bin nhỏ nối thành 3 cuộn dây đặt lệch nhau 120° (điện) trong không gian, có 6 đầu dây nối ra ngoài gồm 3 dây đầu A – B – C và 3 đầu dây cuối X – Y – Z.

Tuỳ theo điện áp nguồn sử dụng cho động cơ mà stato được nối hình sao hay nối hình tam giác :

– Nối hình sao (Y) khi điện áp nguồn bằng điện áp cao nhất ghi trên nhãn động cơ : 3 dây đầu A + B + C được chập lại với nhau, còn 3 dây cuối X, Y, Z được nối ra 3 dây lửa của nguồn (3-2a).

– Nối tam giác (Δ) khi điện áp nguồn bằng điện áp thấp nhất ghi trên nhãn động cơ : đầu của cuộn dây này nối với cuối của cuộn dây kia từng đôi một (A + Z ; B + X ; C + Y) thành 3 mối dây để nối ra 3 dây lửa của nguồn (3-2b).

Ví dụ 1 : Một động cơ trên nhãn ghi 220/380V thì khi sử dụng vào lưới điện 3 pha 380V phải đấu hình sao (Y), trường hợp này nếu đấu thành tam giác (Δ) thì động cơ sẽ bị cháy vì điện áp mỗi pha stato vượt định mức $\sqrt{3}$ lần.

Muốn đổi chiều quay của động cơ điện xoay chiều 3 pha chỉ cần đảo chéo hai trong ba dây từ lưới điện vào động cơ là được.

3-3. QUẤN RÔTO CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN 3 PHA

1. Quấn rôto

Động cơ rôto quấn dây chế tạo khó khăn, đắt, sửa chữa phức tạp hơn động cơ lồng sóc mà hiệu suất và hệ số công suất cũng thấp hơn nhưng có ưu điểm đặc biệt là dễ điều chỉnh tốc độ, đặc tính khởi động tốt : dòng điện khởi động thấp, mômen khởi động cao ; năng lực quá tải cũng khá hơn các loại lồng sóc. Bởi vậy nó vẫn được sử dụng ở các máy trục, tời... và những động cơ công suất lớn.

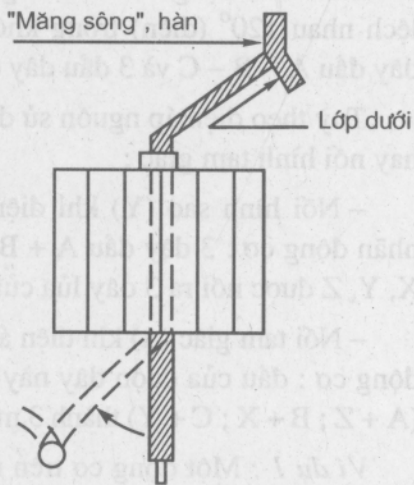
Dây quấn rôto thông thường được quấn thành 3 pha có số cực bao giờ cũng bằng số cực ở stato. Ba dây cuối được nối thành hình sao (Y) ngay trong bộ dây, còn 3 dây đầu A – B – C được nối vào 3 vành trượt để rồi qua 3 chổi than lấy điện ra biến trở khởi động và biến trở điều chỉnh tốc độ.

Những động cơ có công suất nhỏ từ 10 – 15 kW trở xuống, thì rôto làm rãnh kiểu nửa kín (đôi khi rãnh kín, quấn lại phải luồn dây) quấn nhiều vòng dây điện từ tròn, bọc sợi theo kiểu đồng tâm giống như stato.

Những động cơ có công suất trung bình và lớn thường dùng rãnh kiểu hở quấn bằng dây bọc sợi hoặc vải, kích thước chữ nhật thường gọi là quấn thanh đồng theo kiểu "quấn sóng", mỗi rãnh thường có 2 thanh đồng ; để dễ làm, dễ sửa chữa, điều kiện làm nguội tốt.

Sửa chữa lại những rôto kiểu "thanh đồng" quấn sóng này phải vẽ sơ đồ cẩn thận rồi mới gỡ hết các thanh đồng hỏng ra khỏi rôto để tận dụng.

Đốt sạch lần cách điện đã bị cháy rồi nhúng nước cho mềm lại. Sau đó uốn một đầu cho có hình dáng nhất định và bọc cách điện vào thanh đồng rồi mới luồn vào rãnh đã lót cách điện, (rãnh nửa kín). Tiếp tục uốn đầu kia theo chiều đầu dây đã lấy mẫu (hình 3-3).



Hình 3-3
Quấn thanh đồng rôto

Các rãnh khác cũng uốn dây cùng một cỡ như vậy và luôn uốn tuân tự hết lượt dây nằm dưới. Sau đó hạ tiếp tục lớp dây trên theo chiều ngược lại rồi hàn các đầu mối thật chắc với nhau.

Nối những thanh đồng ở lớp trên và lớp dưới lại với nhau được thực hiện bằng "măng xông", dùng những lá đồng mỏng $0,5 \div 1\text{mm}$ cuộn thành "măng xông" kẹp chặt hai đầu lại rồi mới hàn bằng thiếc.

Lưu ý các đầu dây nối phải cạo bằng "giấy ráp" sạch sẽ cả trong lẫn ngoài thì mối hàn mới chắc và dẫn điện tốt. Nếu có đồng hồ đo điện trở nhỏ thì kiểm tra điện trở giữa thanh trên với thanh dưới xem tiếp xúc tốt không? Trị số điện trở đo được giữa các mối hàn ở thanh dẫn không được sai lệch nhau quá 10% ; quá mức này động cơ chạy yếu hẳn đi không kéo hết tải được.

Quấn và hàn xong, thử cách điện tốt còn phải "đánh đai" chặt chẽ, cân bằng và sơn sấy rồi mới sử dụng được.

2. Phục hồi dây quấn đã bị hỏng

Dây cũ ở rôto thường có cỡ to $d \geq 3\text{mm}$ hoặc thanh đồng, nên khi tháo dây cháy cách điện ra có thể tận dụng bằng cách đốt lớp cách điện cũ đã hỏng rồi bọc lại, vì đây là những cỡ dây, thanh đồng "đặc chủng" khó tìm được dây mới đúng kích thước ở ngoài thị trường.

Để đốt lớp cách điện cũ ở dây quấn ; nếu có lò điện thì đặt dây hỏng vào trong lò kín sẽ bảo đảm đốt được dây nóng đều, chất lượng dây sau khi đốt không bị thay đổi.

Trong hoàn cảnh sửa chữa "nhỏ" có thể dùng bếp lò than để đốt dây. Trước tiên phải trải đều cuộn dây hoặc các thanh đồng ra rồi hơ cả lên bếp lò để đốt cháy cách điện đi. Nhiệt độ đốt vào khoảng $550^{\circ} \div 700^{\circ}\text{C}$, vì vậy không nên dùng than đá, quá nóng, khó đốt. Cách đốt "thủ công" này nhược điểm khó đều, có đoạn thì không đủ nóng, có chỗ lại nóng quá, dễ làm xấu tính năng cơ giới và tính năng điện của dây. Bởi vậy, khi đốt phải liên tục quay trở các mặt của cuộn dây và thanh đồng để cách điện được cháy hết, chất lượng dây vẫn bảo đảm.

Dây đốt xong đem nhúng vào dung dịch nước có khoảng 4-5% axit H_2SO_4 từ 5 đến 10 phút làm cho tất cả cách điện cũ bị róc đi rồi dùng nước lã rửa cho thật sạch. Để đề phòng axit rửa chưa hết, còn bám vào dây nên sau đó cân ngâm ngay vào nước nóng có khoảng 1% xà phòng hoặc NaOH loãng để trung hoà hết axit.

Tiếp tục dùng nước lã rửa dây một lần cuối, đem phơi nắng cho khô và lấy vải lau thật sạch.

Những dây dẫn đã được tẩy sạch, dùng búa gỗ gõ nhẹ để nắn những đoạn cong queo, những chỗ vênh cho thật phẳng, sau đó quấn vào giá cuộn dây. Khi quấn cần kiểm tra thật kỹ, nếu có chỗ dây xước gai, cạnh sắc hoặc bị sùi ra thì dùng dũa mịn sửa lại cho thật phẳng, nhẵn, đoạn nào tiết diện nhỏ, phải cắt bỏ. Tuyệt đối không được dùng giấy ráp tuốt sạch cả đoạn dây, hoặc thanh đồng làm dây bé đi, sau này quấn vào rôto sẽ làm nóng máy.

Cuối cùng bọc lại cách điện mới, sau đó đem sơn cách điện loãng (sơn 447) sấy cho khô để lớp cách điện bám thật chắc vào dây ; nếu cần phải tuốt parafin cho dây nhẵn đánh lại để quấn vào rôto.

3-4. VẼ SƠ ĐỒ QUẤN DÂY CỦA RÔTO ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Những động cơ có công suất thấp thường quấn bằng dây tròn, dùng sơ đồ quấn đồng tâm ; cách tính toán để vẽ sơ đồ giống như vẽ cho stato.

Những động cơ lớn phải dùng thanh đồng và quấn theo kiểu sóng 2 lớp ; mỗi rãnh sẽ có hai thanh, những thanh này được đấu nối tiếp với nhau theo quy luật : Trong một pha, từ dây vào A đến dây ra X bin dây phải đi vòng quanh rôto q lần theo chiều thuận và sau đó là q lần theo chiều ngược.

Ở đây q là số rãnh của mỗi cực ở một pha, được tính như sau :

$$q = \frac{z_2}{2p.m} \quad (3-2)$$

$$\text{-- Bước quấn là } y = 3q + 1 \quad (3-3)$$

Trong đó : z_2 là số rãnh của rôto ;

$2p$ là số cực của động cơ ;

m là số pha (thường là 3).

Những đầu dây của 3 pha nối ra 3 vành trượt phải bố trí đều quanh rôto để cho việc đi dây được thuận tiện. Có thể tính khoảng cách này theo công thức :

$$A \rightarrow B \text{ (hoặc } B \rightarrow C) : \frac{z_2}{m} + 1 \quad (3-4)$$

Ví dụ :

Vẽ sơ đồ quấn dây của rôto động cơ :

$$z_2 = 24 \quad 2p = 4 \text{ (quấn 3 pha)}$$

Từ công thức 3-2 tính được số rãnh ở mỗi cực trong 1 pha :

$$q = \frac{24}{4 \times 3} = 2 \text{ rãnh}$$

– Rôto được quấn theo bước đủ, vậy khoảng cách (tính bằng rãnh) giữa hai cạnh của một bin là :

$$y = (3 \times 2) + 1 = 7 \text{ rãnh (công thức 3-3)}$$

Bin dây của rôto được quấn bằng thanh dẫn đồng ; để việc làm khuôn quấn dây đơn giản, mỗi bin chỉ có một vòng gồm hai nửa thanh dẫn, một nửa nằm ở lớp dưới còn 1/2 kia nằm ở lớp trên, rồi hàn lại với nhau bằng "măng xông" theo kiểu "đầu nọ, cuối kia" (hình 3-4).

Lấy đầu của pha A ở rãnh số 1 thì theo công thức 3-4, ta có :

$$\text{Đầu của pha B sẽ ở rãnh số : } \frac{24}{3} + 1 = 9 \text{ rãnh}$$

$$\text{Đầu của pha C sẽ cách pha B : } \frac{24}{3} + 1 = 9 \text{ rãnh}$$

(Pha C nằm ở rãnh số 17).

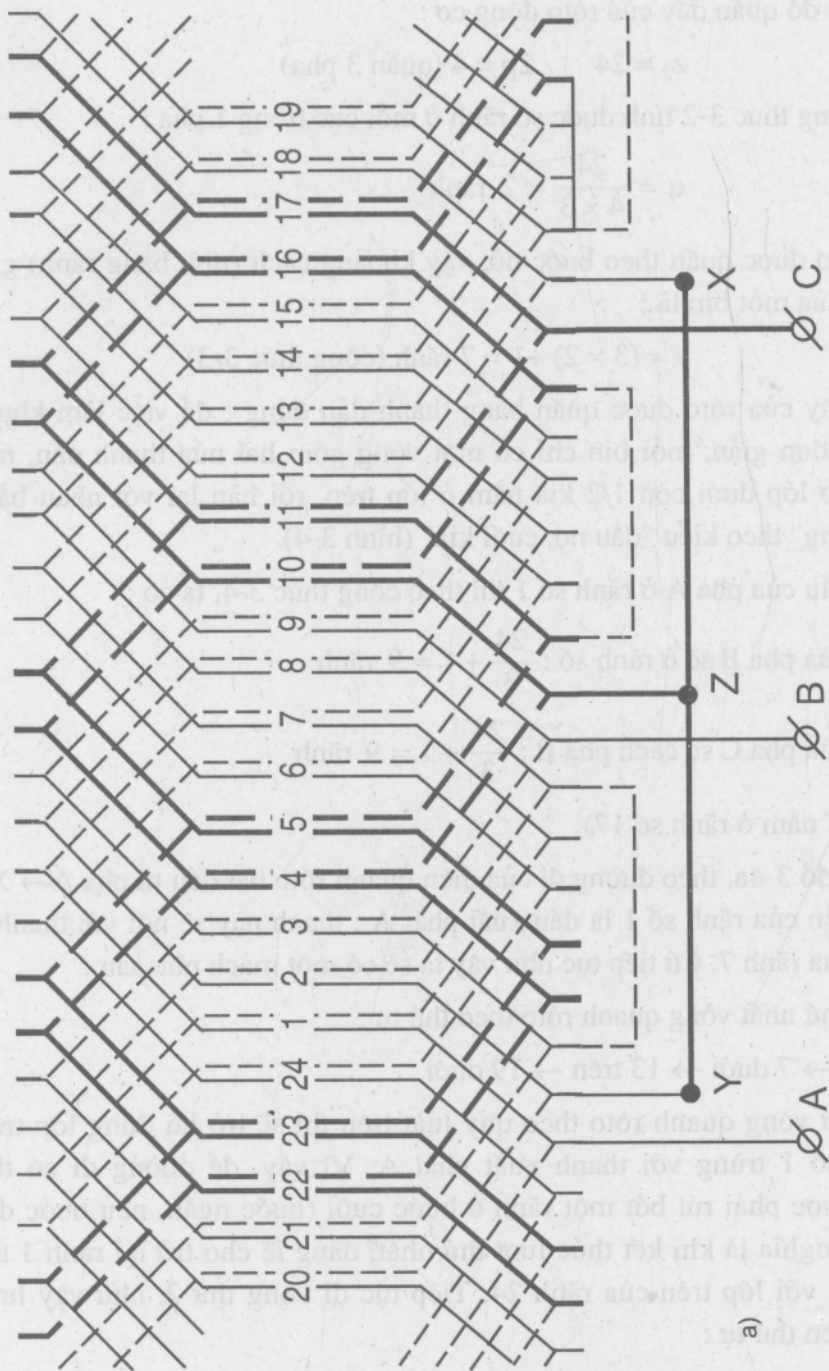
Từ sơ đồ 3-4a, theo đường đi của điện quanh rôto bắt đầu từ pha A $\rightarrow$ X : Lấy lớp trên của rãnh số 1 là đầu xuất phát A ; thanh này sẽ nối với thanh ở lớp dưới của rãnh 7. Cứ tiếp tục như vậy ta sẽ có một mạch như sau :

Lượt thứ nhất vòng quanh rôto theo thứ tự :

$$1 \text{ trên} \rightarrow 7 \text{ dưới} \rightarrow 13 \text{ trên} \rightarrow 19 \text{ dưới}$$

Nếu cứ vòng quanh rôto theo quy luật trên thì sẽ trở lại đúng lớp trên của rãnh số 1 trùng với thanh xuất phát A. Vì vậy, để đường đi có thể tiếp tục được phải rút bớt một rãnh ở bước cuối (bước ngắn, nếu bước dài phải +1) ; nghĩa là khi kết thúc lượt thứ nhất, đáng lẽ cho trở lại rãnh 1 thì ta phải nối với lớp trên của rãnh 24. Tiếp tục đi vòng thứ 2, như vậy lượt thứ 2 sẽ theo thứ tự :

$$24 \text{ trên} \rightarrow 6 \text{ dưới} \rightarrow 12 \text{ trên} \rightarrow 18 \text{ dưới}$$



Hình 3-4a. Sơ đồ quấn rôto động cơ 3 pha $z = 24$; $2p = 4$
(48 thanh đồng, đầu dây cùng phía)

Nếu cứ theo quy luật này, thanh dưới của rãnh 18 sẽ phải nối với thanh trên của rãnh 24, nhưng thanh này đã bị nối rồi nên ta phải nối với thanh dưới của rãnh 12 để tiếp tục đi vòng thứ 3.

Vòng này có đặc biệt là đi ngược chiều với những vòng trước theo thứ tự :

12 dưới → 6 trên → 24 dưới → 19 trên → 13 dưới.

Và vòng cuối cùng theo thứ tự :

13 dưới → 7 trên → 1 dưới → 18 trên

Vậy ta đã đi vòng quanh rôto 2 lần ($q = 2$) theo chiều thuận và 2 lần ($q = 2$) theo chiều ngược để đi từ A (lớp trên của rãnh 1) đến X (lớp trên của rãnh 18).

Cũng theo cách tính như vậy các pha B – Y và C – Z được quán theo thứ tự :

Pha B – Y :

9 trên → 15 dưới → 21 trên → 3 dưới → 8 trên

8 trên → 14 dưới → 20 trên → 2 dưới → 21 trên

21 dưới → 15 trên → 9 dưới → 3 trên → 20 dưới

20 dưới → 14 trên → 8 dưới → 2 trên

Pha C – Z :

17 trên → 23 dưới → 5 trên → 11 dưới → 16 trên

16 trên → 22 dưới → 4 trên → 10 dưới → 5 dưới

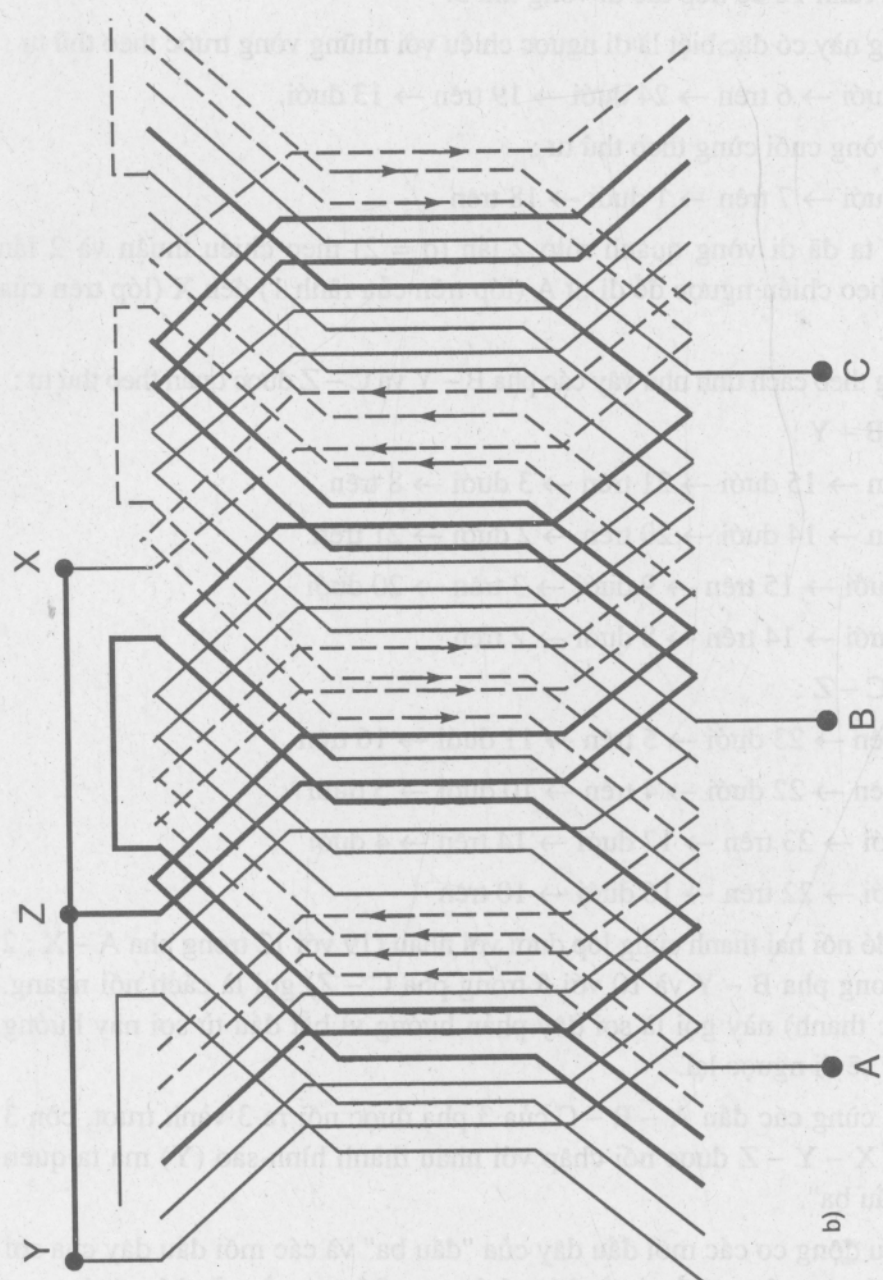
5 dưới → 23 trên → 17 dưới → 14 trên → 4 dưới

4 dưới → 22 trên → 16 dưới → 10 trên

Sau đó nối hai thanh cùng lớp dưới với nhau (19 với 12 trong pha A – X ; 2 với 21 trong pha B – Y và 10 với 5 trong pha C – Z) gọi là cách nối ngang. Sợi (hoặc thanh) này gọi là sợi dây phản hướng vì bắt đầu từ sợi này hướng quán dây sẽ đi ngược lại.

Cuối cùng các đầu A – B – C của 3 pha được nối ra 3 vành trượt, còn 3 đầu cuối X – Y – Z được nối chập với nhau thành hình sao (Y) mà ta quen gọi là "đầu ba".

Nhiều động cơ các mối đầu dây của "đầu ba" và các mối đầu dây của sợi dây phản hướng được bố trí về phía cánh quạt (không nằm ở phía vành trượt như hình 3-4a) để dễ nối dây và thuận tiện cho thợ sửa chữa khi cần tháo "đầu ba" thử cách điện giữa các pha của rôto (hình 3-4b).



Hình 3-4b. Sơ đồ quấn rôto động cơ 3 pha $z = 24$; $2p = 4$
(45 thanh đồng, đầu dây khác phía)

3-5. ĐÁNH ĐAI QUANH RÔTO

1. Chọn dây quấn đai

Rôto của máy điện tốc độ nhanh nhất là những rôto quấn bằng thanh đồng ở rãnh hở (máy khởi động ô tô, động cơ rôto quấn dây...) thì sau khi quấn lại xong đều phải đánh đai để giữ cho cuộn dây khỏi bị văng ra khi vận hành vì lực ly tâm.

Dây thép dùng để đánh đai thường là dây thép không nhiễm từ hoặc dây hợp kim "đồng vàng".

Thép phi từ tính (Liên Xô cũ) ký hiệu chữ H ; máy nhỏ có thể dùng thép đánh đai ký hiệu M loại từ tính bình thường. Dùng dây thép cacbon không có lợi vì tổn thất do dòng điện "phu cô" có thể làm cho vòng đai bằng thép ấy nóng lên, dẫn nở dài ra gây cho vòng đai bị lỏng, thậm chí có khi bật cả thiếc hàn, đứt tung vòng đai, làm hỏng cuộn dây.

Dây dùng để quấn đai phải là loại dây tốt, không bị gỉ, bị sây sát, đường kính dây tùy theo đường kính rôto. Vì vậy, khi tháo đai cũ phải đo đường kính nguyên thủy. Thường lấy từ $0,6 \div 2,5\text{mm}$.

Dây thép không nhiễm từ mạ thiếc của Liên Xô (cũ) có từ $1 \div 3\text{mm}$. Cần chú ý 3 điểm sau đây khi đánh đai :

- Phải chọn dây đai có chất lượng, đường kính và số vòng đúng như cũ. Khi quấn và hàn đai xong thì phải đo, để thấp hơn mặt ngoài của rôto từ 2-3 mm (rôto có đường kính từ 100 – 500mm).

Nếu vành đai cao quá, khi vận hành do sự dẫn nở và lực ly tâm, dễ làm cho dây đai quẹt vào cuộn dây hoặc mặt trong của stato gây ra sự cố hỏng máy.

- Vị trí dùng để quấn đai bao giờ cũng ở hai đầu cuộn dây ; nếu những rôto dài hoặc rãnh quấn dây là kiểu hở, người ta còn bố trí những vành đai ở phần trong của rôto để bảo đảm chắc chắn cho dây quấn trong rôto. Độ rộng của vành đai ở hai đầu cuộn dây không vượt quá 40mm ; máy nào cần quấn nhiều vòng hơn thì phải chia thành nhiều đoạn để giảm bớt mức tổn hao do "dòng xoáy" trong vành đai khi động cơ khởi động và làm việc.

- Để tránh tình trạng dây đai bị tuột hoặc lỏng cần phải xiết dây đúng lực kéo, xung quanh đai có bố trí nhiều cặp dây và hàn thiếc toàn bộ vành đai thật ngầu.

Trường hợp không tìm được đúng đường kính dây thép cần thiết thì có thể thay thế dây khác to hơn hoặc nhỏ hơn nhưng phải giảm hoặc tăng số vòng dây quấn bằng cách nhân với hệ số k ở bảng 4 ($w_m = k \times w_c$).

Bảng 4. HỆ SỐ k ĐỂ ĐIỀU CHỈNH SỐ VÒNG DÂY QUẤN ĐAI

d_c (mm)	Hệ số k ứng với đường kính dây mới d_m (mm)							
	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,6	2	2,5
0,6	1	0,56	0,36	-	-	-	-	-
0,8	1,78	1	0,64	0,44	0,28	-	-	-
1	2,78	1,56	1	0,70	0,44	0,39	-	-
1,2	4	2,25	1,44	1	0,64	0,55	0,36	-
1,5	6,26	3,51	2,25	1,56	1	0,88	0,56	0,36
1,6	-	4,00	2,56	1,78	1,14	1	0,64	0,41
2	-	6,25	4	2,78	1,78	1,56	1	0,64
2,5	-	-	6,25	4,34	2,78	2,14	1,56	1

Ví dụ : Rôto động cơ khi tháo vành đai ra đo dây quấn đai $d_c = 1\text{mm}$ quấn $w_c = 36$ vòng, độ rộng của vành đai 38mm.

Hiện nay trên thị trường chỉ có dây 0,8 hoặc 1,2mm, nếu mua dây $d_m = 1,2\text{mm}$ thì chỉ phải quấn :

$$w_m = 0,7 \times 36 \approx 25 \text{ vòng}$$

Trường hợp này cần kiểm tra chiều cao của vành đai.

Nếu dùng dây $d_m = 0,8\text{mm}$ thì phải quấn :

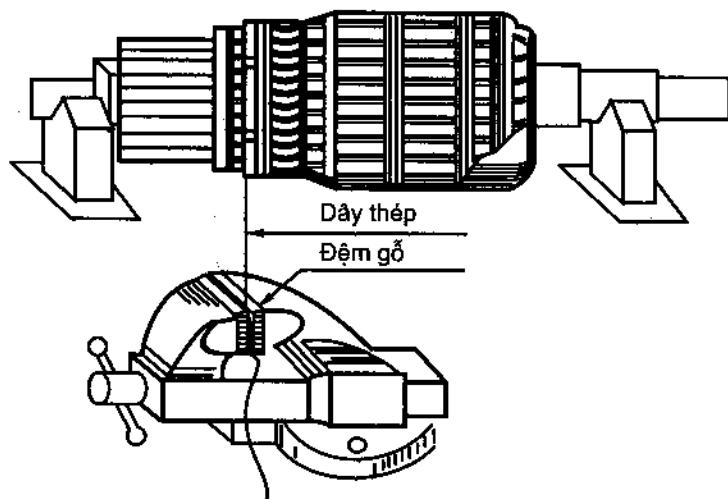
$$w_m = 1,56 \times 36 \approx 56 \text{ vòng}$$

Trường hợp này thì chiều ngang của vành đai rộng quá 40mm ; vậy phải chia vành đai ra làm hai đoạn như hình 3-6.

2. Phương pháp quấn đai

Ở những xưởng lớn người ta thường quấn đai trên máy quấn đặc biệt hoặc máy tiện có bộ phận kéo căng :

Trong điều kiện thủ công quấn đai cho những rôto động cơ thông dụng nhỏ thì có thể lấy một êtô cặp chặt hai miếng gỗ, ở giữa hai miếng gỗ này là dây để đánh đai (hình 3-5).



Hình 3-5. Quấn đai bằng bàn kẹp (étô)

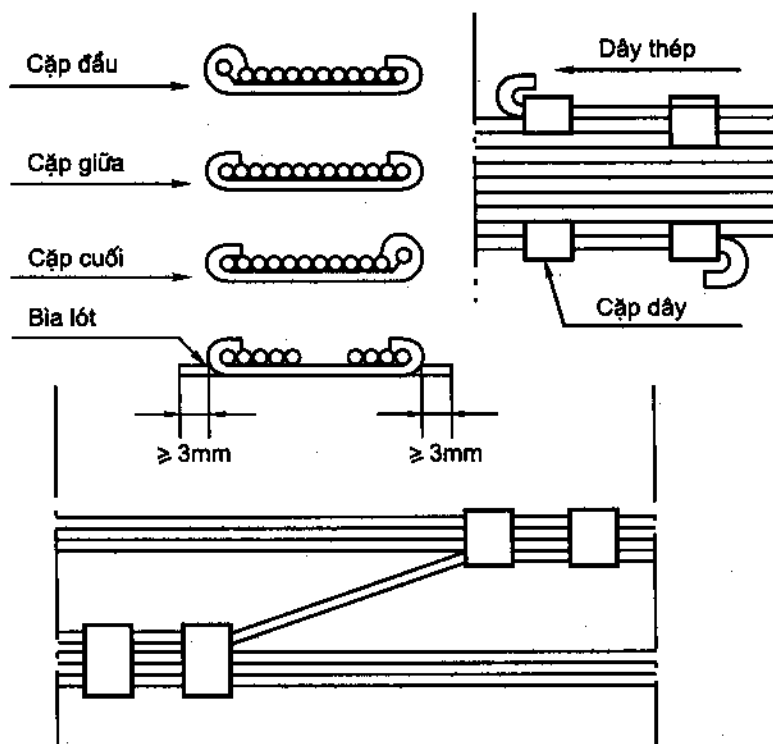
Trước khi quấn phải lót một lớp bìa cách điện $\varnothing B$ 0,5 hoặc mica xung quanh rôto để "thanh đồng" và vành đai sắp quấn khỏi chạm nhau, chiều ngang của lớp bìa cách điện phải rộng hơn vành đai ít nhất 3mm trở lên. Đồng thời phải buộc tạm xung quanh lớp bìa này những cặp bằng đồng lá để giữ chặt đầu và cuối dây thép quấn đai cho khỏi tuột.

Chiều dày của lá đồng làm cặp phụ thuộc vào dây quấn đai : đường kính dây từ $0,6 \div 1,2\text{mm}$ thì lá đồng làm cặp dày 0,25mm.

Đường kính dây đai từ $1,2 \div 2 \text{ mm}$, phải dùng lá đồng làm cặp dày $0,35 \div 0,40\text{mm}$. Chiều ngang của cặp lấy vào khoảng 10-20mm, chiều dài của cặp phải lấy dài hơn bề rộng của vành đai để sau khi quấn dây thép xong thì đánh gấp lại và hàn thiếc cho thật chắc ; cách bố trí quấn dây và cặp đồng như hình 3-6.

Khi bắt đầu quấn phải cột chặt dây thép vào rôto, quấn tạm vài vòng lên lõi từ rồi điều chỉnh êtô để kẹp chặt dây, sau đó thì quấn chính thức đè lên miếng bìa đã lót sẵn ở đầu cuộn dây. Phải quấn các vòng dây thép thật khít nhau ; có thể dùng que tre để dồn dây lại và gõ thật chặt bằng búa gỗ hoặc cao su.

Quấn đủ số vòng quy định thì đánh gấp những cặp bằng đồng để giữ dây thép khỏi xô sau đó hàn dính tất cả các cặp lại.



Hình 3-6. Bố trí cặp đồng và quần dây thép

Cuối cùng hàn một lớp thiếc mỏng (thiếc Π OC – 30) lên toàn bộ vành đai thật láng là xong.

Chú ý : Khi quần phải dùng lực kéo hợp lý tùy theo dây thép quần đai to hay nhỏ ; lực kéo quá lớn thì dây dễ bị đứt, lực kéo nhỏ dây đai quần sẽ không được chặt, dễ tuột.

Cường độ lực kéo kiểm tra bằng lực kế :

Dây thép 1mm – Lực kéo từ 50 ÷ 60 kg

Dây thép 1,2mm – Lực kéo từ 65 ÷ 80 kg

Dây thép 1,5mm – Lực kéo từ 100 ÷ 120 kg

Dây thép 2mm – Lực kéo từ 180 ÷ 200 kg

Nếu không có lực kế thì phải dựa theo kinh nghiệm mà phán đoán và phải có ít nhất hai người để điều chỉnh êtô, vặn rôto khi xiết chặt hoặc nới lỏng bản kẹp để đạt được lực kéo yêu cầu.

3-6. VẼ SƠ ĐỒ QUẤN DÂY STATO ĐỘNG CƠ 3 PHA

1. Các kiểu quấn thông dụng ở stato động cơ 3 pha và cách lấy dấu để vẽ sơ đồ

Bất cứ stato nào trước khi tháo các cuộn dây đã bị cháy ra để quấn mới, phải lấy dấu để vẽ sơ đồ đấu dây. Tùy theo điều kiện cụ thể và kinh nghiệm của từng người mà cách lấy dấu có khác nhau.

Bước 1 : Ghi lại nhãn hiệu gắn trên động cơ, trong đó những số liệu : Điện áp sử dụng, hộp nối dây nối hình sao hay hình tam giác ; tốc độ quay định mức là bao nhiêu ? Từ đó sẽ biết được số cực $2p$ của dây quấn stato (với $f = 50 \text{ Hz}$).

Nếu $n_1 \approx 3000$ vòng/phút thì $2p = 2$

Nếu $n_1 \approx 1500$ vòng/phút thì $2p = 4$

Nếu $n_1 \approx 1000$ vòng/phút thì $2p = 6$

Nếu $n_1 \approx 750$ vòng/phút thì $2p = 8$

Nếu $n_1 \approx 600$ vòng/phút thì $2p = 10$ v.v...

Đếm tổng số rãnh z_1 của stato, thường số rãnh z của động cơ 3 pha là :

18 ; 24 ; 27 ; 30 ; 36 ; 42 ; 48 ; 54 ; 60 ; 72.

Cần quan sát xem stato đã quấn kiểu gì? Kiểu đồng tâm (hình 3-14) ; kiểu đồng khuôn (hình 3-22) hay kiểu quấn 2 lớp (hình 3-23).

Dây quấn bọc sợi hay dây men, cỡ dây bao nhiêu ? Có dấu song song không ? Muốn vẽ sơ đồ còn phải biết :

– Bước quấn y tức là quãng hạ dây bin gồm mấy rãnh.

– Những bin hoặc tổ đầu dây nối với nhau cách mấy rãnh gọi là bước đầu dây y_d .

– Các đầu dây vào (A – B – C hoặc U – V – W) và các đầu dây ra (X – Y – Z) ở những rãnh nào ?

Bước 2 : Dùng các ký hiệu và ghi số thứ tự các rãnh để vẽ sơ đồ số :

– Bước quấn dây y ký hiệu bằng dấu X

– Bước đầu dây y_d ký hiệu bằng dấu +

Nếu bộ dây quấn kiểu 2 lớp thì :

Đầu dây ở lớp trên, ký hiệu số có gạch ở trên (1)

Đầu dây ở lớp dưới, ký hiệu số có gạch ở dưới (28)

Lấy đầu từng pha : Từ đầu vào pha A, đến đầu ra cuối là X.

Từ đầu vào pha B, đến đầu ra cuối là Y.

Từ đầu vào pha C, đến đầu ra cuối là Z.

Quan sát kỹ từng đầu dây, từng mối nối, nếu cần thì dùng đèn thử hoặc đồng hồ ôm để đo thông mạch, ghi tất cả vào sổ tay (ở hiện trường) thành sơ đồ số.

Bước 3 : Dùng sơ đồ số để vẽ lại bằng sơ đồ tròn hoặc sơ đồ khai triển (trải rộng) sẽ được một sơ đồ cấu tạo của các cuộn dây stato.

Nếu gặp phải stato dây quấn quá nhỏ, cạy lên để đo đặc rất dễ bị đứt ; những bin bị chạm, nổ đứt các mối đầu dây ; những động cơ bị mất hết cuộn dây thì phải tự chọn lấy kiểu quấn cho phù hợp. Tuỳ yêu cầu thực tế mà chọn một trong 3 kiểu quấn phổ biến sau đây :

a) Kiểu quấn đồng tâm có đặc điểm là các bin dây có hình dạng to nhỏ khác nhau (mỗi bin hơn kém nhau hai rãnh) và được quấn liên thành từng tổ thường gọi là quấn dính đôi, dính ba... Kiểu đồng tâm dễ quấn, dễ lồng và dễ đấu dây, cuộn dây khi hỏng dễ sửa chữa... Lót cách điện đơn giản nhưng có nhược điểm là phải làm nhiều khuôn, tốn nhiều dây quấn. Các cuộn dây của 3 pha có loại không cùng nằm trên một mặt phẳng nên tổng trở của từng pha thường không bằng nhau, khi cần đấu song song ($a \geq 2$) không thuận lợi và không tốt.

Khi hạ dây kiểu quấn đồng tâm một mặt phẳng thường có một số bin chờ, chỉ hạ 1/2 dưới, hạ liền cả một tổ ; để cách một số rãnh (bằng số bin của một tổ) rồi hạ tiếp tổ khác, tuần tự cho đến hết các bin, cuối cùng mới hạ các nửa trên của bin chờ.

b) Kiểu quấn đồng khuôn thì dây quấn rất đối xứng, chỉ cần làm một khuôn hình thang cho cả stato, nhưng khi hạ dây xuống rãnh cũng phải có một số bin "để chờ" chiếm phạm vi một bước cực. Quá trình hạ dây cứ cách một rãnh hạ một bin cho đến hết vòng tròn stato. Các cạnh trên của bin "chờ" gây khó khăn cho việc lồng dây, khi cần sửa chữa lại phải nâng các cạnh trên này rất trở ngại, dễ hỏng dây. Tuy có nhược điểm là hạ dây, đấu dây, sửa chữa khó hơn kiểu trên nhưng lại tiết kiệm được dây điện từ và có thể bố trí bước ngắn.

c) *Kiểu quấn hai lớp* thường gặp ở những động cơ của Nhật, những động cơ điện hạ thế trên 10kW ; khác với hai kiểu trên là tổng số bin bằng $1/2$ số rãnh của stato ; riêng kiểu quấn hai lớp có đặc điểm là tổng số bin bằng số rãnh z_1 của stato. Kiểu quấn này cũng chỉ cần một cỡ khuôn nhưng hạ dây khó khăn, vì cũng phải có một số bin chờ mà trong rãnh lại đầy (hệ số lấp đầy không được cao) do phải lót cách điện giữa hai lớp dây của hai bin khác nhau trong cùng một rãnh.

Quá trình hạ từng bin (không cách) liên tiếp cho đến hết bộ dây. Máy điện xoay chiều phổ thông thường dùng kiểu quấn hai lớp vì dễ bố trí cuộn dây bước ngắn (có thể rút ngắn một vài rãnh) ; dễ đấu song song khi cần thiết. Thường chọn bước ngắn ($y = 0,8 \tau$) để cải thiện dạng đường cong sức điện động và từ trường do dây quấn sinh ra gần hình sin nhất, động cơ chạy êm tốt.

Chỉ chọn bước ngắn nhiều nhất là $2/3\tau$, nếu lấy bước quấn dây ngắn hơn nữa sẽ làm giảm hệ số quấn dây.

Kiểu quấn hai lớp tiết kiệm dây (khi chế tạo hàng loạt có thể cơ giới hoá), khi tính toán chọn số vòng của một pha rất thuận lợi khi cần điều chỉnh tỷ lệ giữa phụ tải điện và phụ tải từ, ngoài ra có khả năng bố trí sơ đồ dễ hơn khi q là phân số.

Ví dụ 1 :

Lấy mẫu để vẽ sơ đồ điện động cơ 3 pha 220V/380V ; tốc độ 1450 vòng/phút ; $2p = 4$; $z = 24$. Quan sát rồi ghi số thứ tự (dùng phấn viết vào các rãnh từ 1 $\rightarrow$ 24) 6 đầu dây nối ra ngoài ở những rãnh nào. Hình 3-14 minh hoạ sơ đồ triển khai dây quấn đồng tâm.

Ta có :

Pha A : $1 \times 8 + 2 \times 7 + 13 \times 20 + 14 \times 19 \rightarrow$ cuối X

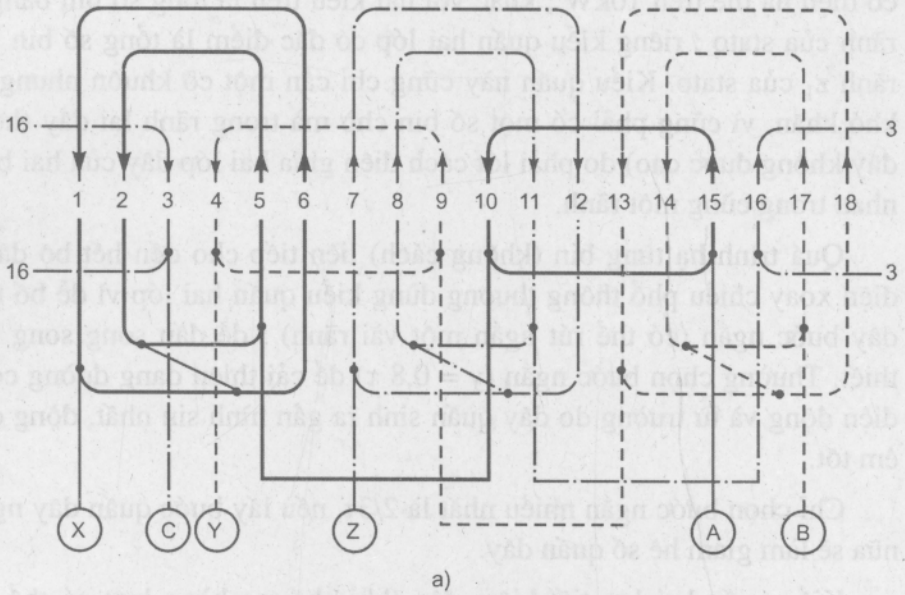
Pha B : $5 \times 12 + 6 \times 11 + 17 \times 24 + 18 \times 29 \rightarrow$ cuối Y

Pha C : $9 \times 16 + 10 \times 15 + 21 \times 4 + 22 \times 3 \rightarrow$ cuối Z

Đây chính là sơ đồ số ghi nhanh vào sổ tay.

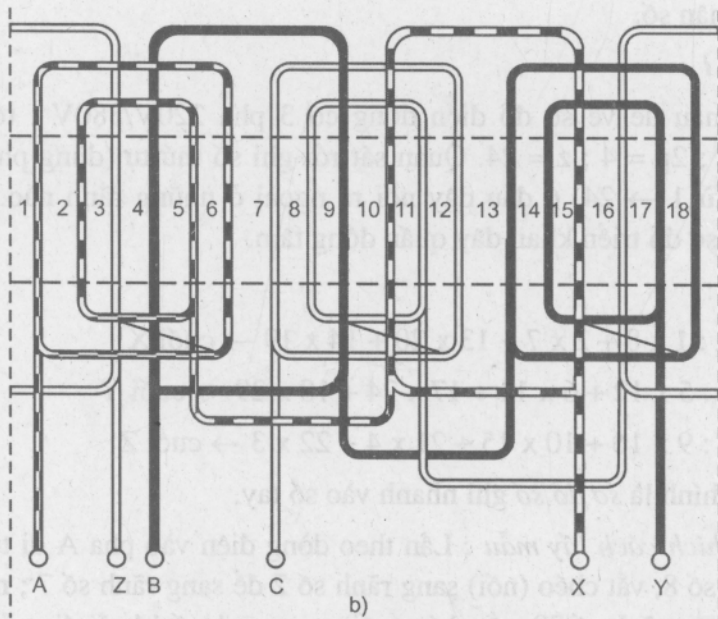
Giải thích cách lấy mẫu : Lần theo dòng điện vào pha A đi từ rãnh số 1 sang rãnh số 8, vắt chéo (nối) sang rãnh số 2 để sang rãnh số 7 ; nối với rãnh số 13 để sang rãnh số 20, vắt chéo (nối) sang rãnh số 14 rồi đi ra ở rãnh số 19 là X. Điện vào pha B (ở rãnh số 5) và pha C (ở rãnh số 9) cũng tương tự như trên. Vậy mỗi pha sẽ chiếm 8 rãnh. Từ các số liệu này vẽ được sơ đồ trải 3-14.

2. Các sơ đồ quấn dây động cơ điện 3 pha có $z = 18$ đến $z = 54$



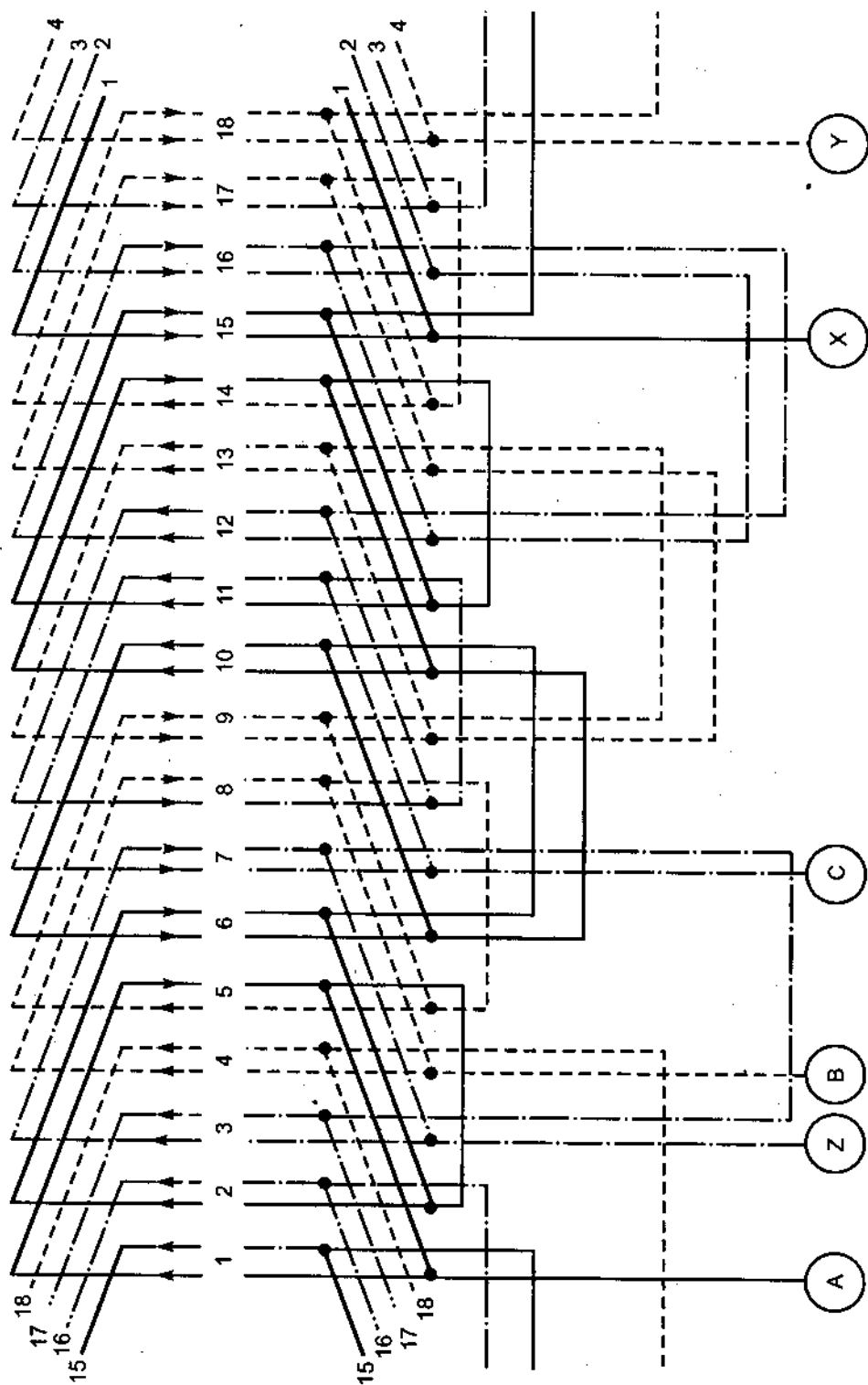
Hình 3-7a. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm động cơ điện 3 pha

$$z = 18 ; 2p = 4 ; q = 1 \frac{1}{2} \text{ (Số rãnh dưới 1 cực là phân số)}$$

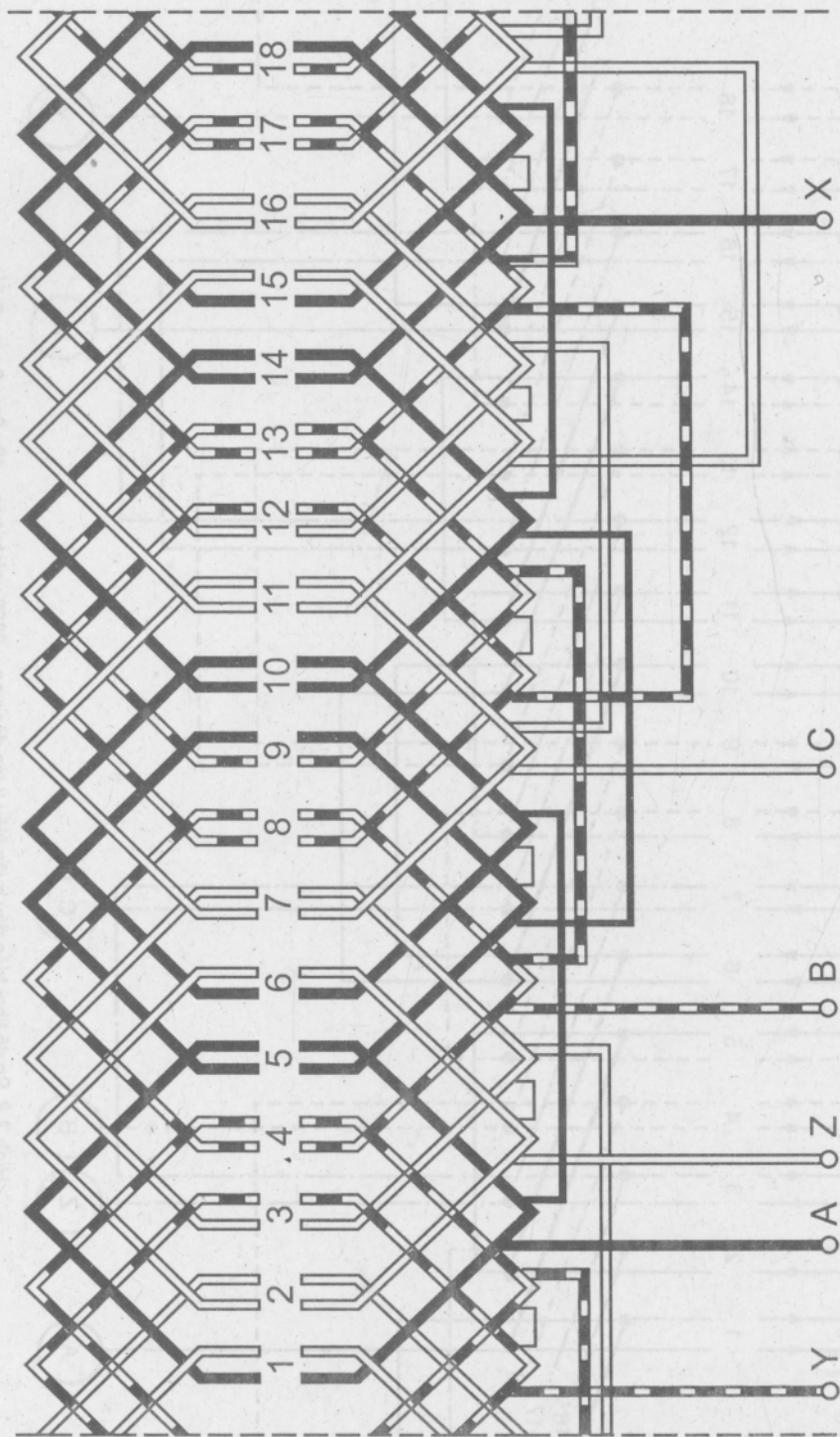


Hình 3-7b. Sơ đồ trải dây quấn đồng tâm động cơ điện ≈ 1500 vg/phút

$$z = 18 ; 2p = 4 ; q = 1 \frac{1}{2} \text{ (số rãnh dưới 1 cực là phân số)}$$

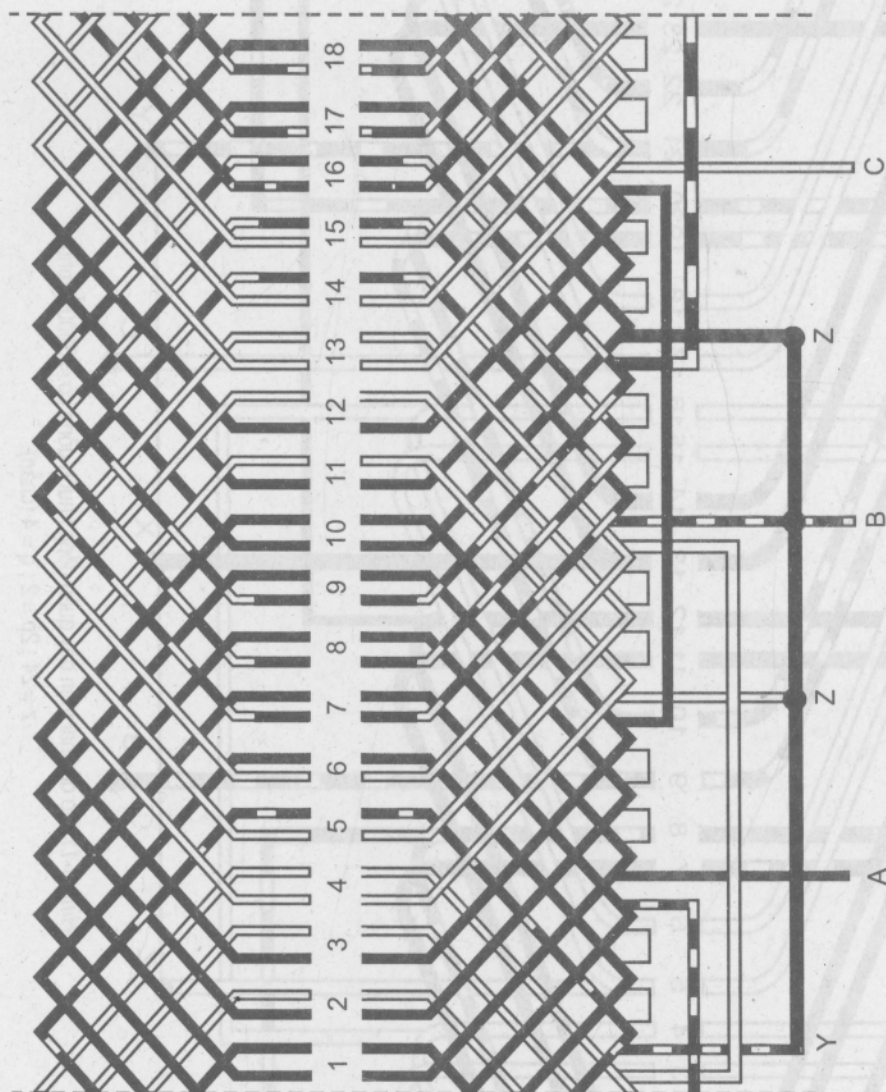


Hình 3-8. Sơ đồ khai triển dây xoắn kiểu 2 lớp động cơ ≈ 3000 vg/phút ; $z = 18$; $2p = 2$; $q = 3$ (lẻ)

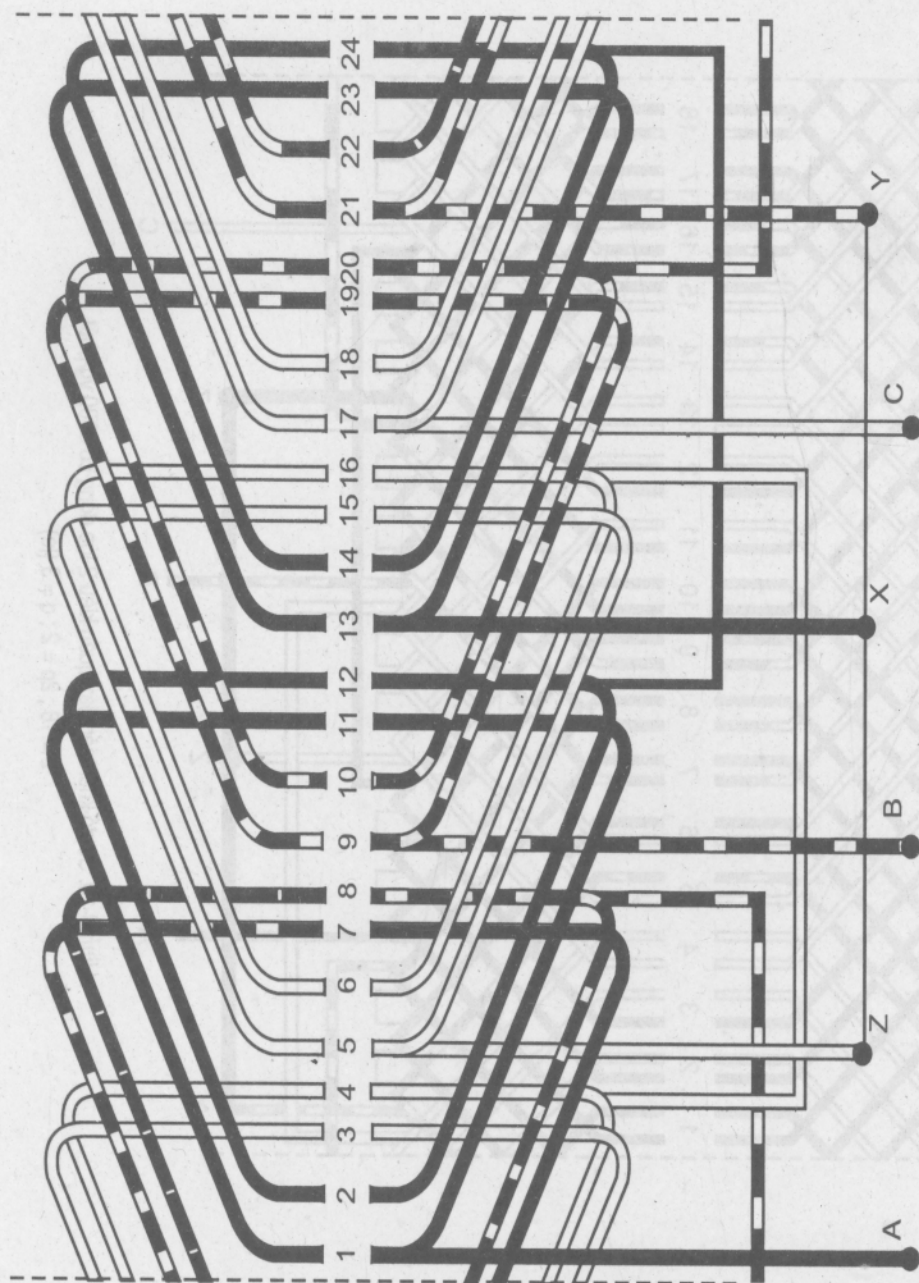


Hình 3-9. Sơ đồ khai triển dây quấn kiểu 2 lớp động cơ 1500 vg/phút

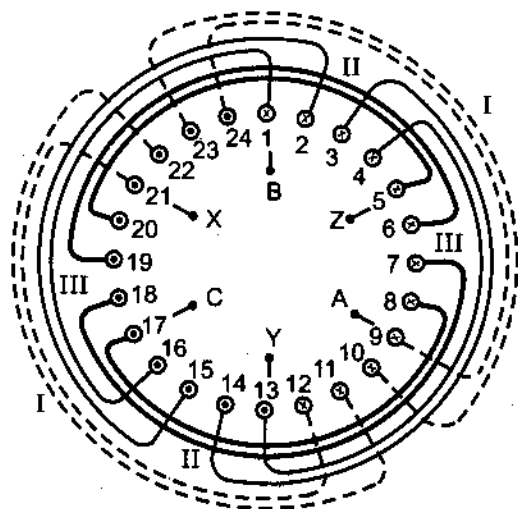
$z = 18$; $2p = 4$; $q = 1\frac{1}{2}$ (số rãnh dưới 1 cực là phân số)



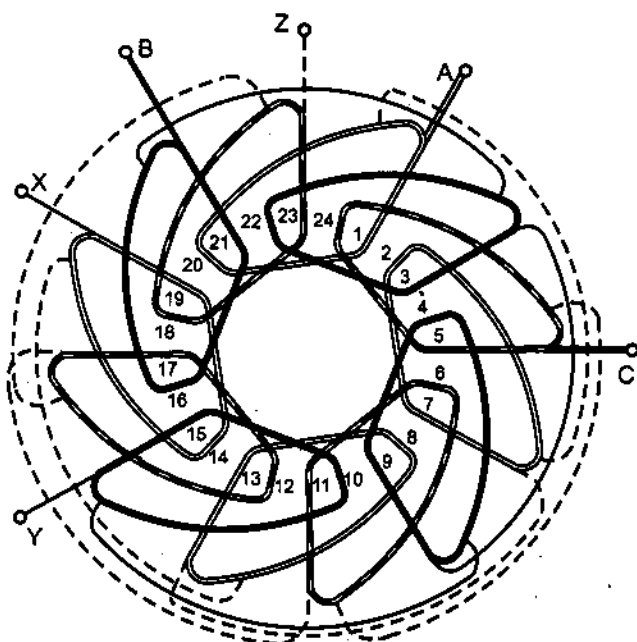
Hình 3-10. Sơ đồ khai triển dây xoắn kiểu 2 lớp động cơ 3000 vg/phút
 $z = 18; 2p = 2; q = 3$ (lẻ)



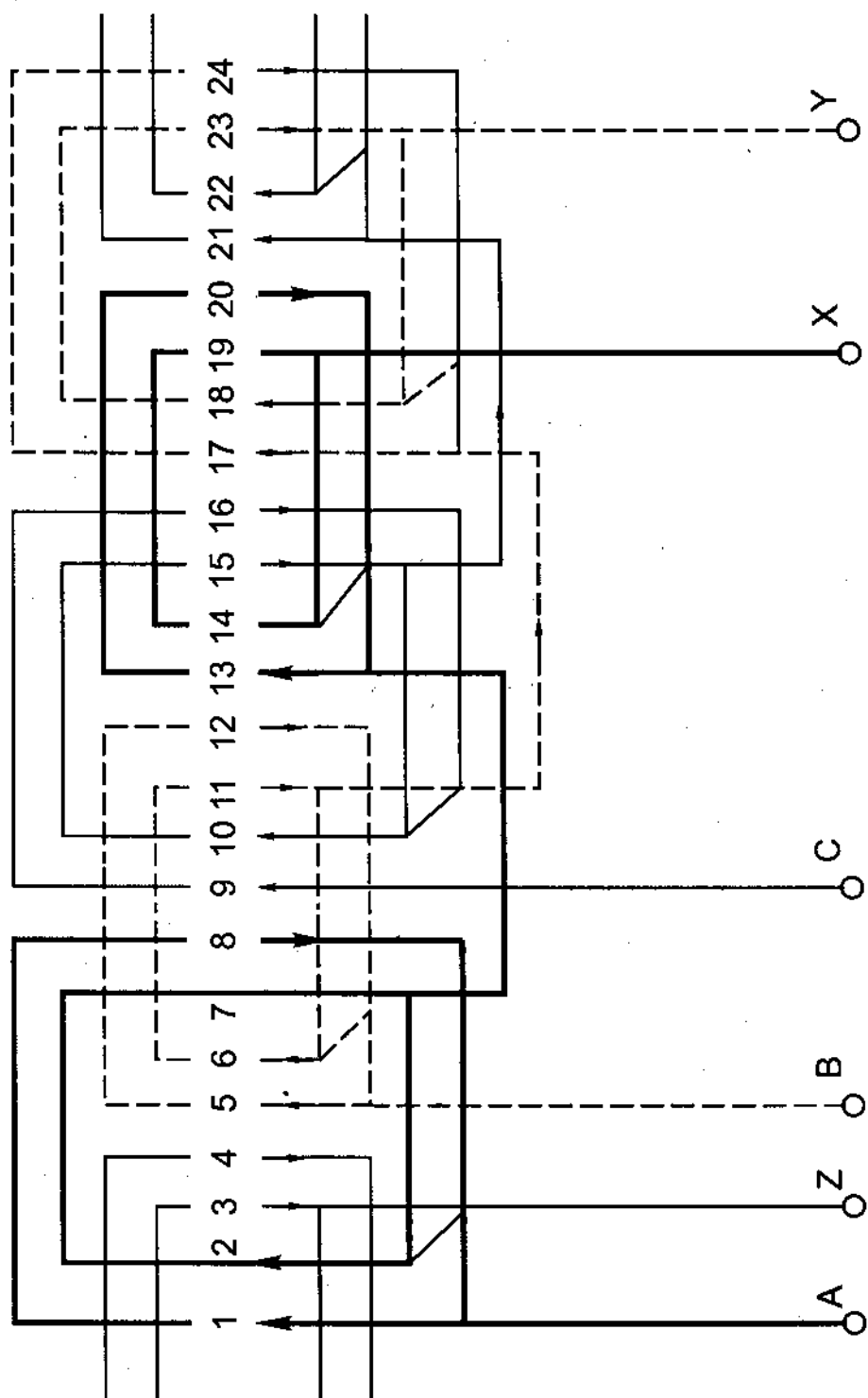
Hình 3-11. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng khuôn động cơ $\approx 3000\text{vg/phút}$
 $z = 24 ; 2p = 2 ; q = 4$ (chẵn)



Hình 3-12. Sơ đồ tròn dây xoắn đồng tâm (3 mặt phẳng)
 $z = 24 ; 2p = 2 ; q = 4$

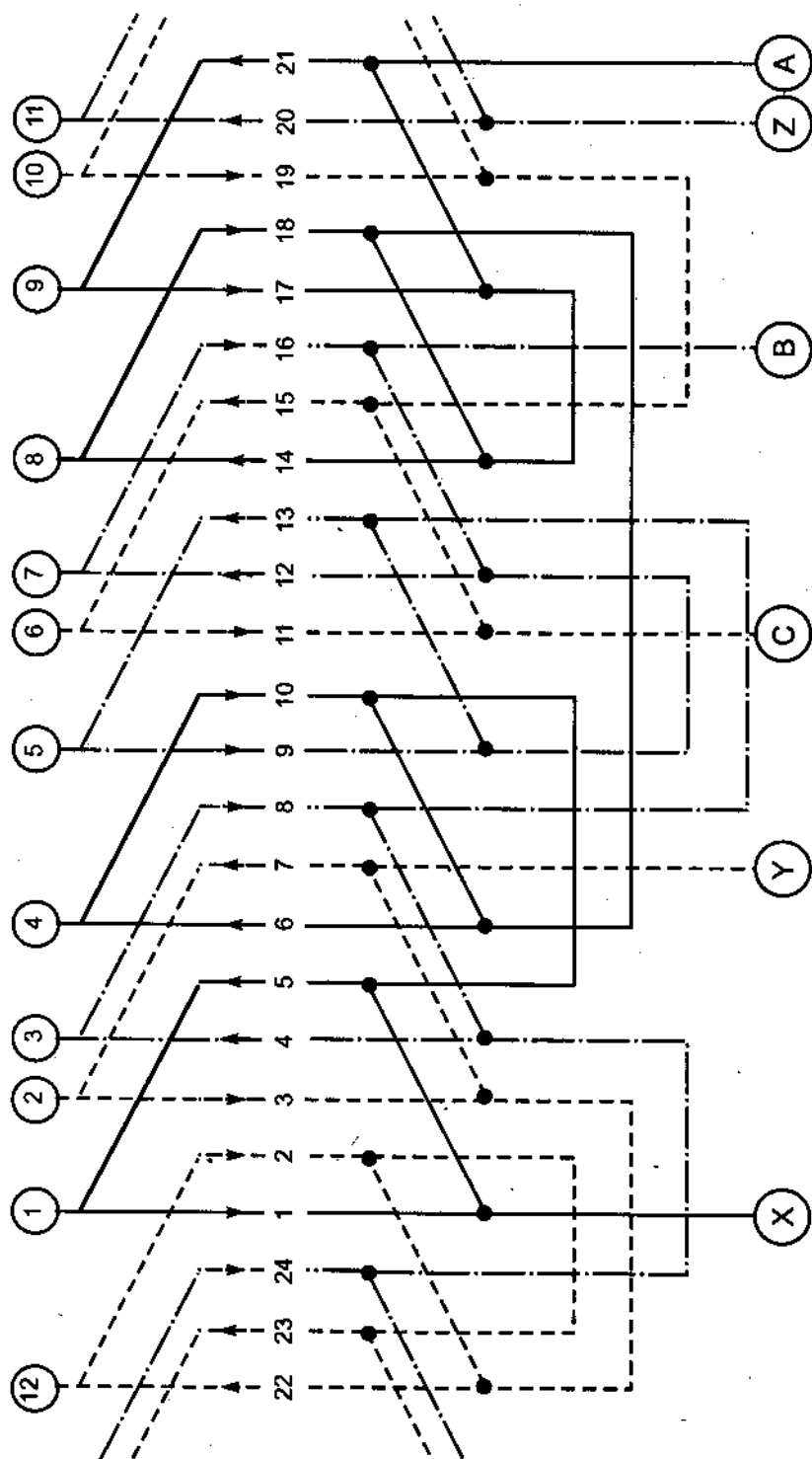


Hình 13-3. Sơ đồ tròn dây xoắn đồng khuôn
 $z = 24 ; 2p = 4 ; q = 2$



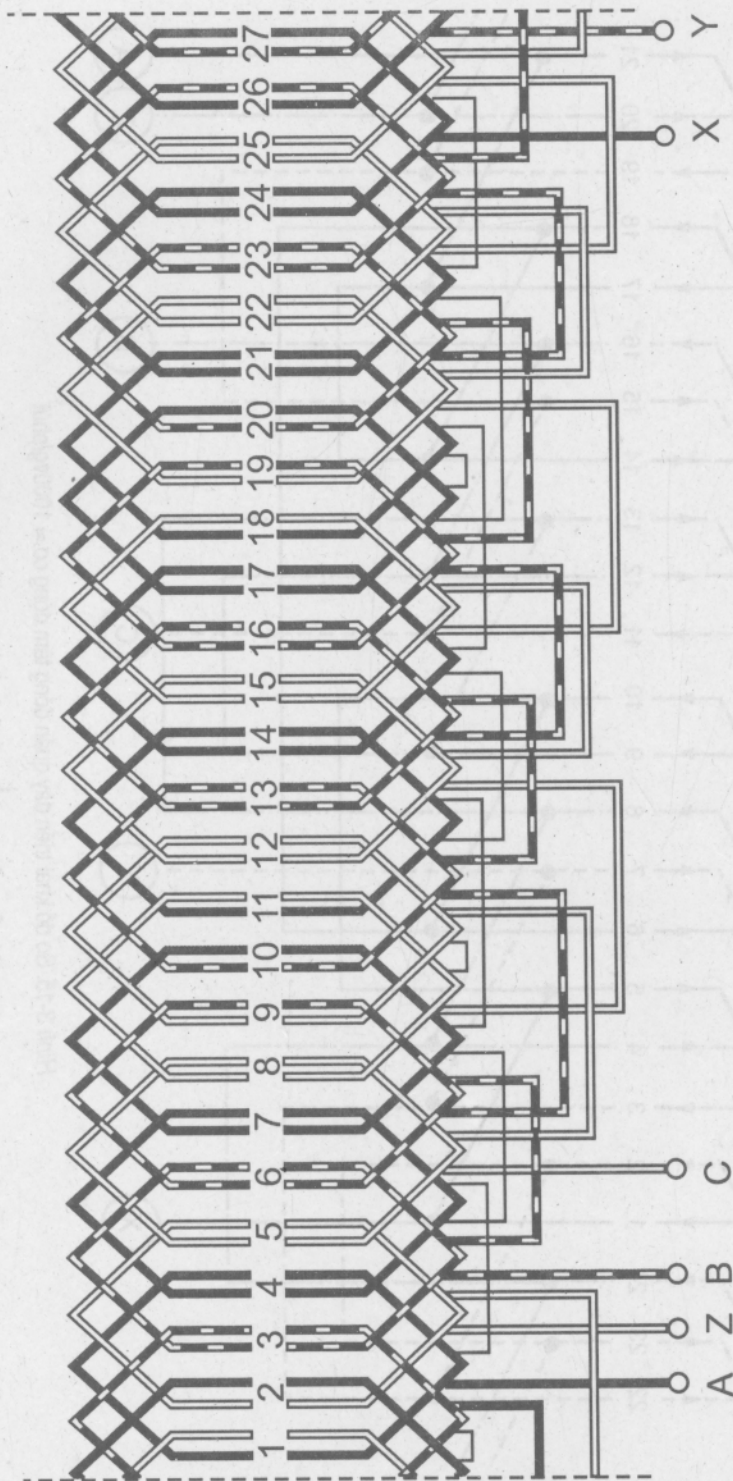
Hình 3-14. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm (thực hiện trên 2 mặt phẳng)

$$z = 24; 2p = 4; q = 2; y = 6; y_d = 7$$



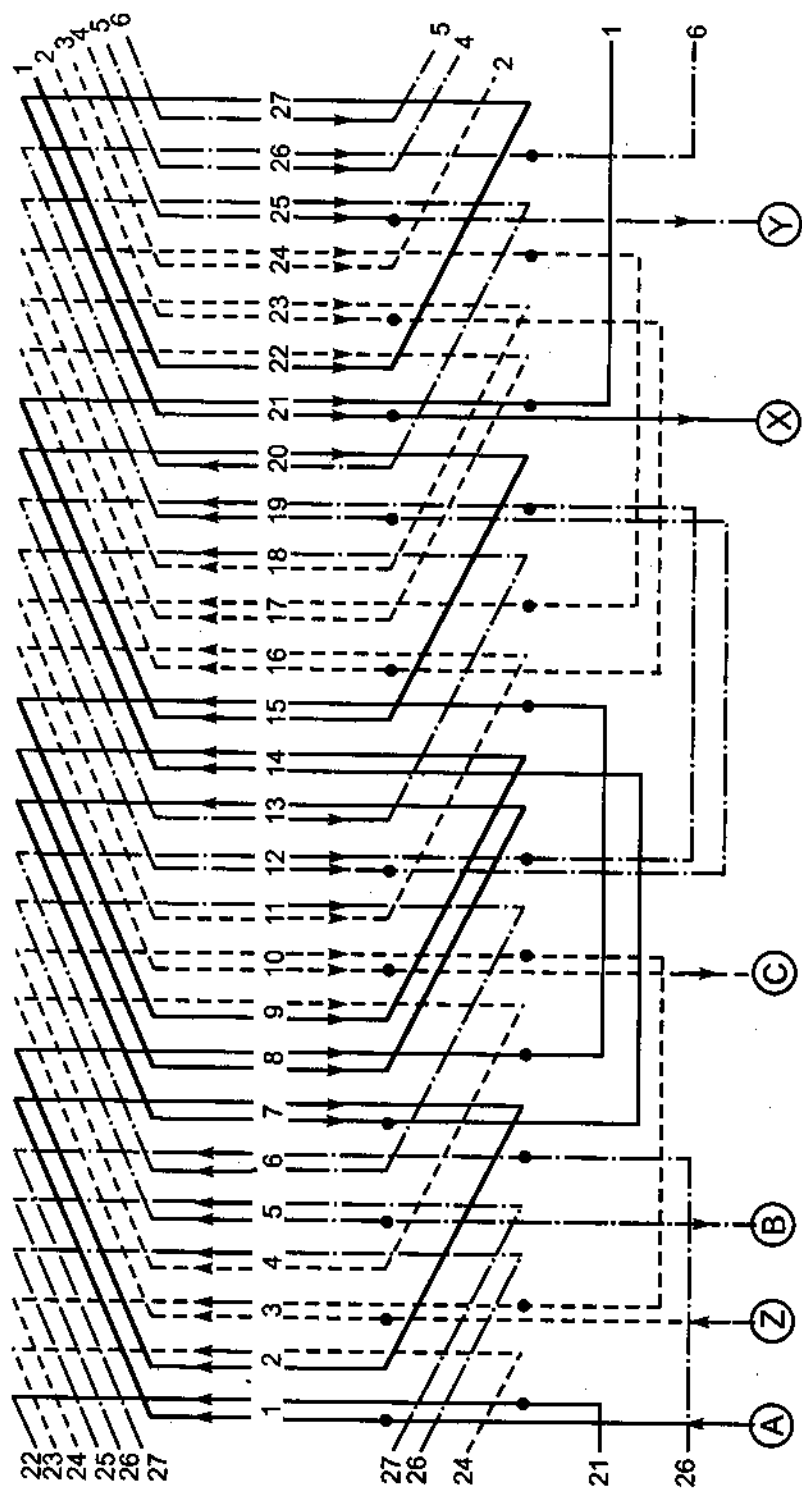
Hình 3-15. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm động cơ $\approx 1000\text{vg/phút}$

$$z = 24; 2p = 6; q = 1\frac{1}{3} \text{ (số rãnh dưới 1 cực là phân số)}$$



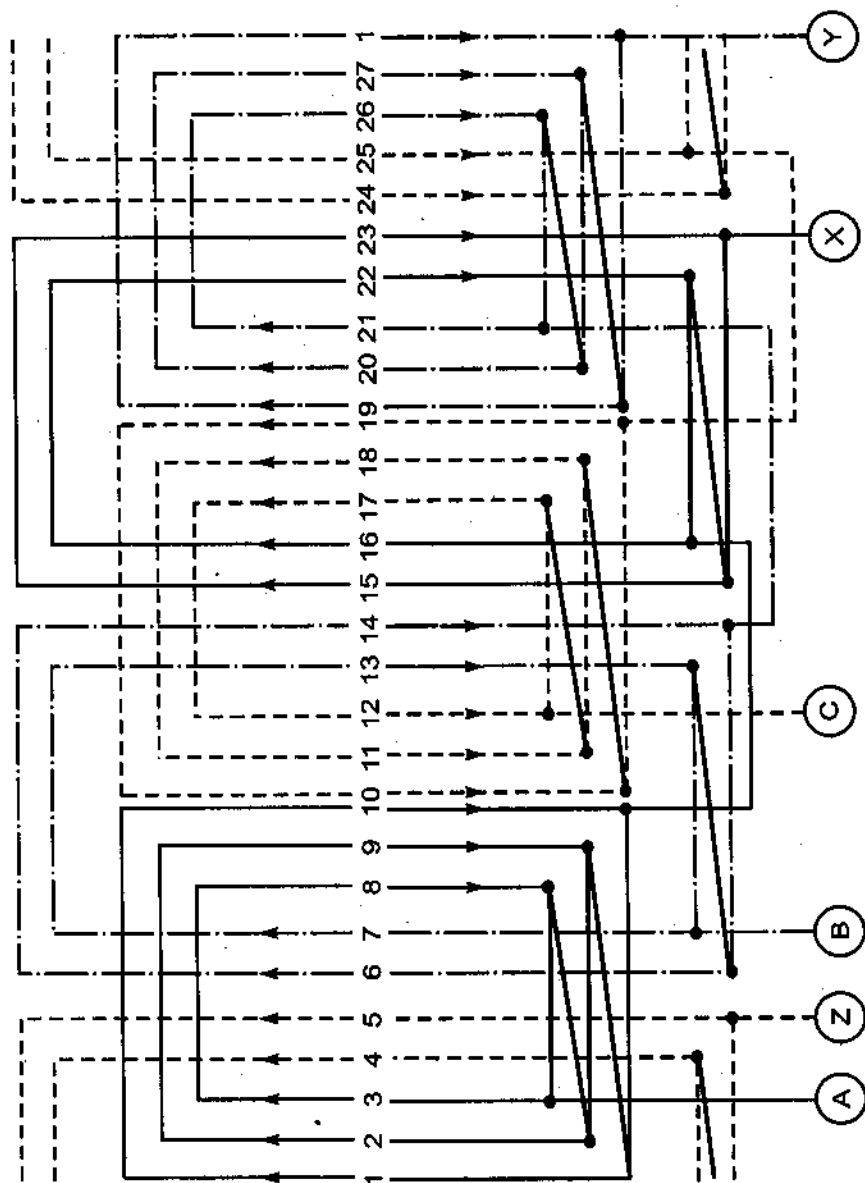
Hình 3-16. Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp động cơ ≈ 750 vg/phút

$z = 27$; $2p = 8$; $q = 1\frac{1}{8}$ (số rãnh dưới 1 cực là phân số)



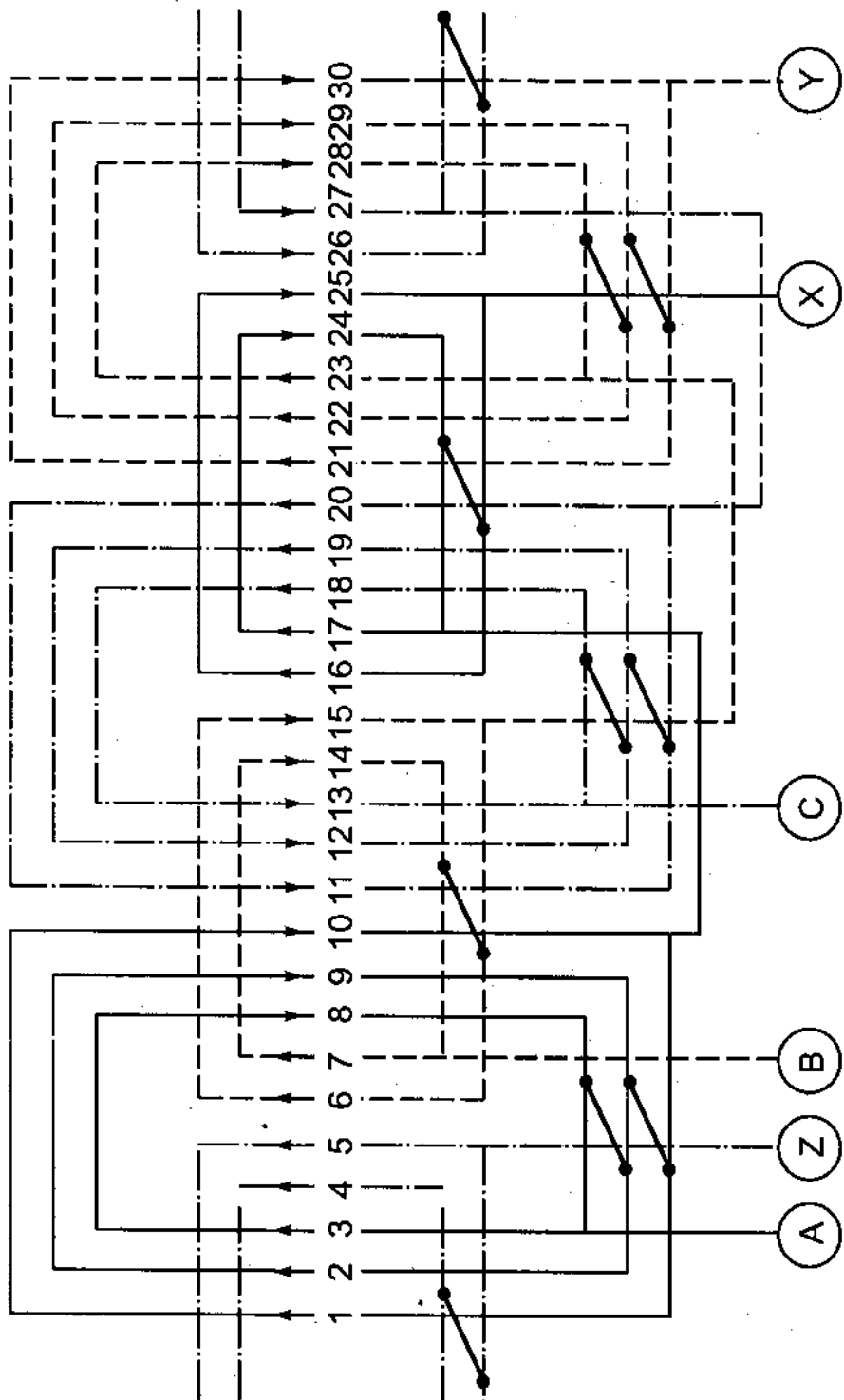
Hình 3-17. Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp động cơ $\approx 1500\text{v}/\text{phút}$

$z = 27$; $2p = 4$; $q = 2\frac{1}{4}$ (số rãnh dưới 1 cực là phân số)



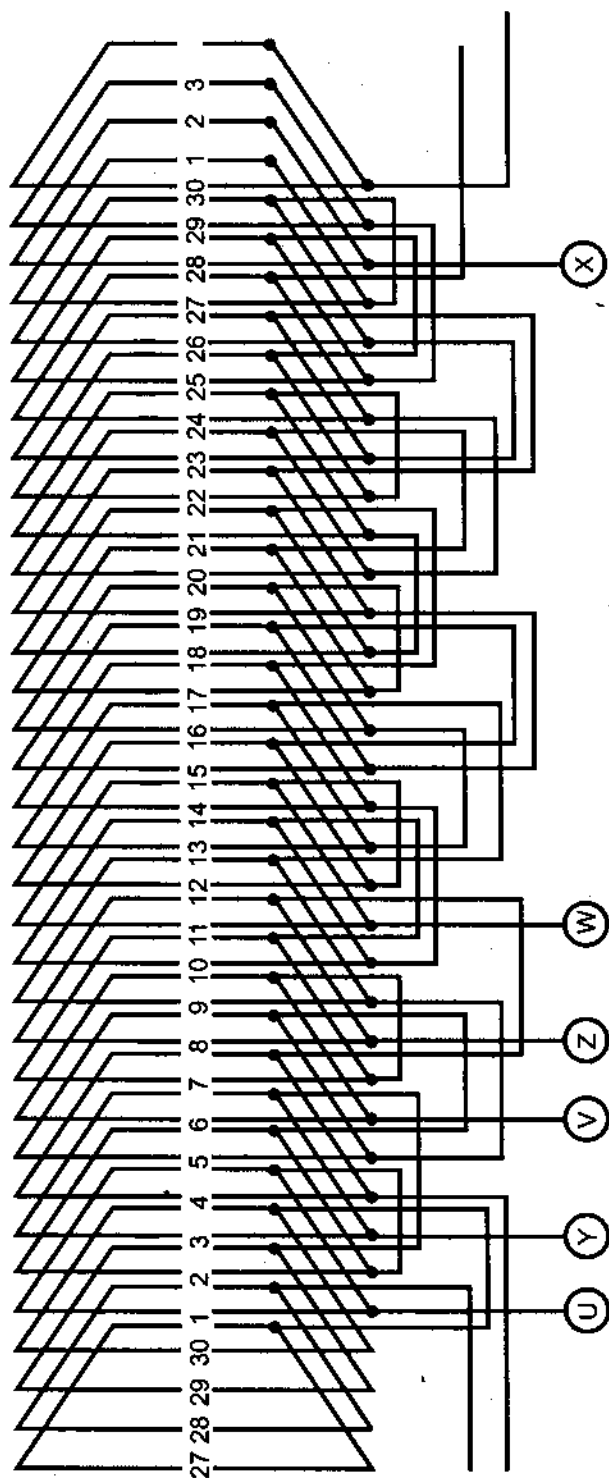
Hình 3-18. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm động cơ ≈ 1500 vg/phút

$z = 27$; $2p = 4$; $q = 2\frac{1}{4}$ (số rãnh dưới 1 cực là phân số)

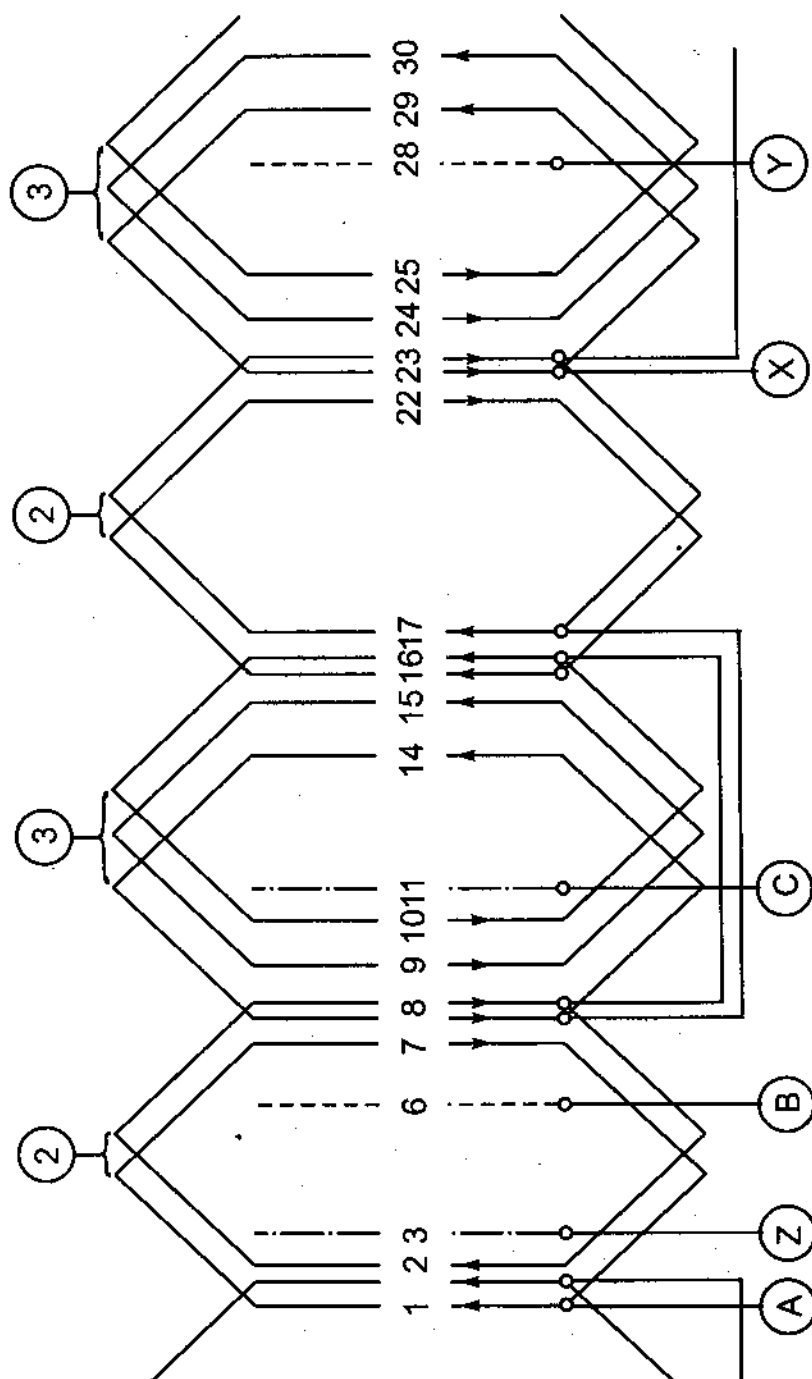


Hình 3-19. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm động cơ ≈ 1500 vg/phút

$z = 30$; $2p = 4$; $q = 2\frac{1}{2}$ (số rãnh dưới 1 cực là phân số)

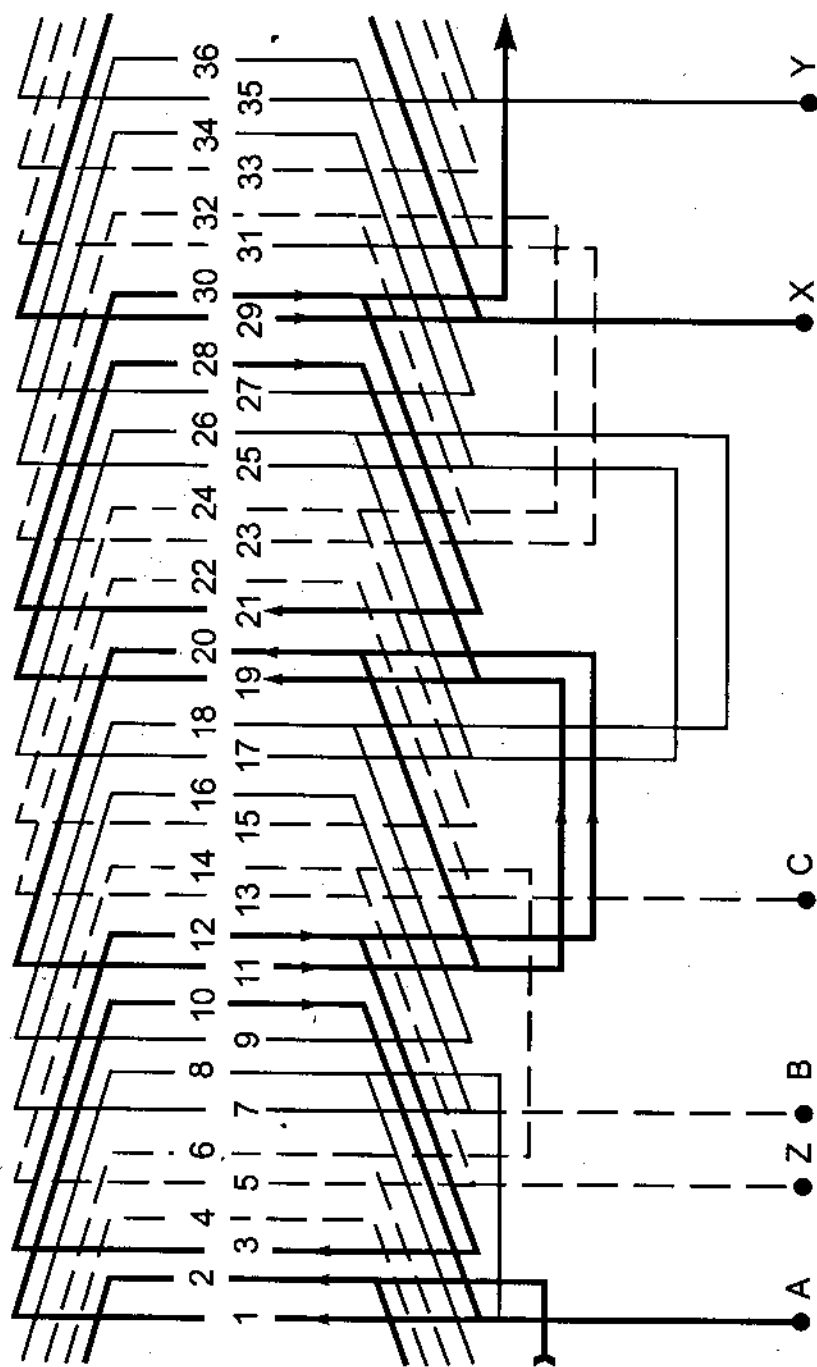


Hình 3-20. Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp, động cơ ≈ 750 vg/phút
 $z = 30$; $2p = 9$; $q = 1\frac{1}{4}$ (số rãnh dưới 1 cực là phân số)

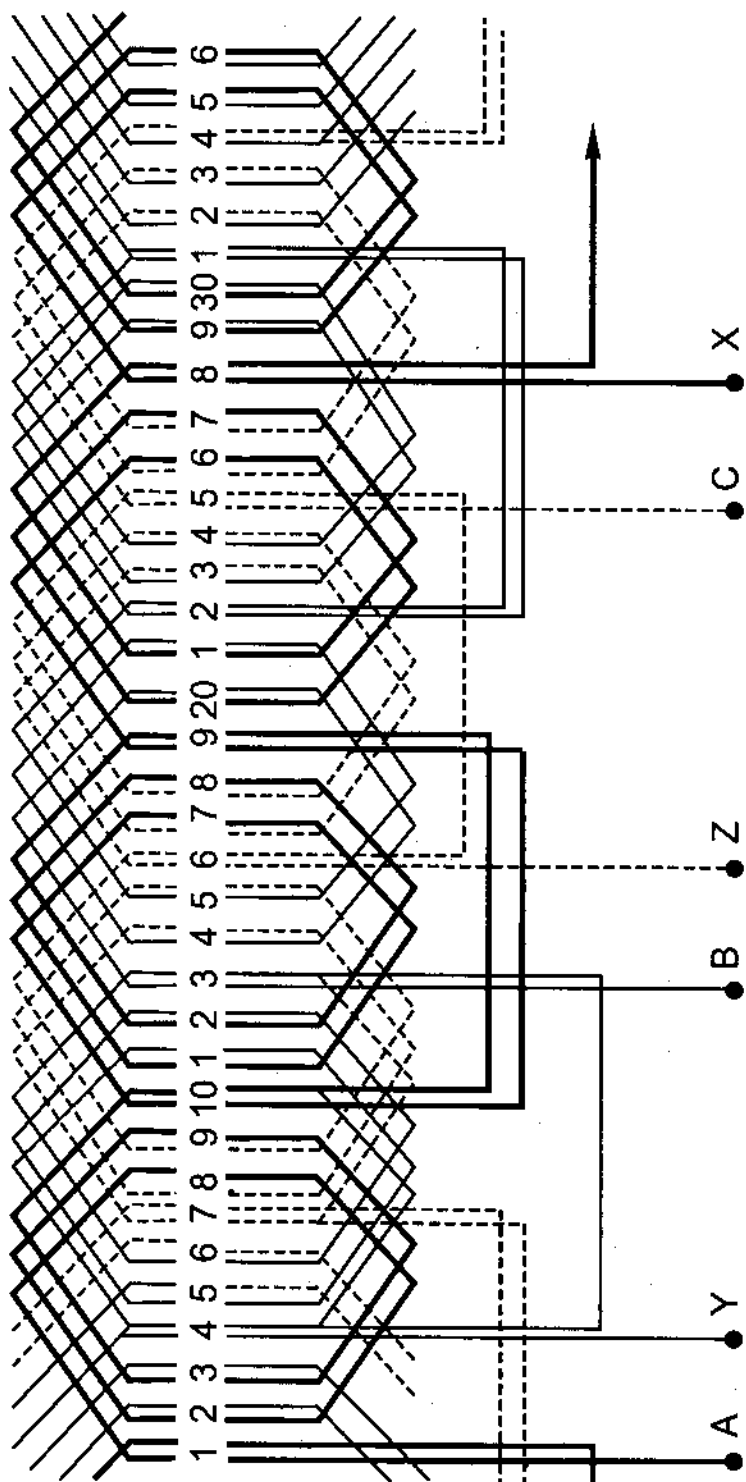


Hình 3-21. Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp động cơ ≈ 1500 vg/phút

$$z = 30 ; 2p = 4 ; q = 2\frac{1}{2} \text{ (chỉ vẽ một pha)}$$

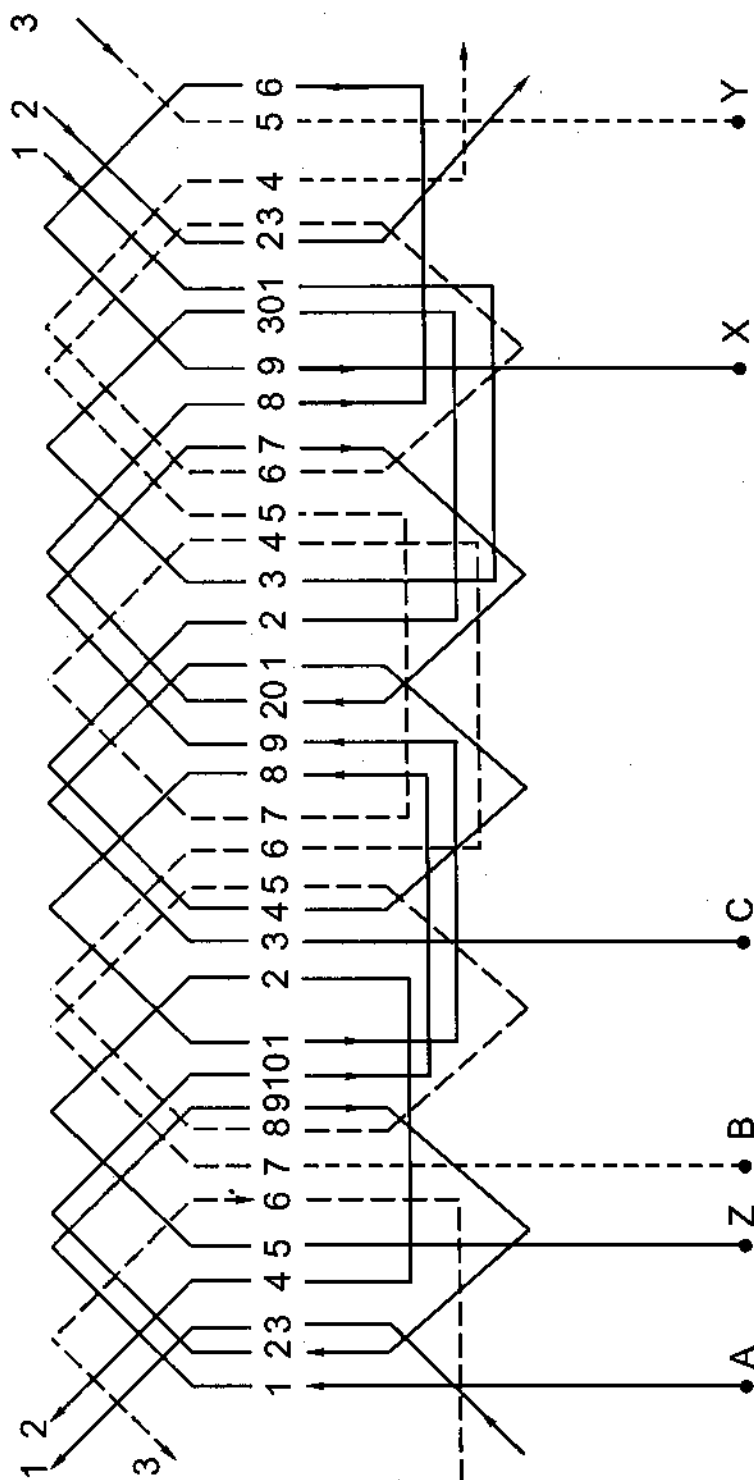


Hình 3-22. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng khuôn
 $z = 36; 2p = 4; q = 3; y = 10; y_d = 9$

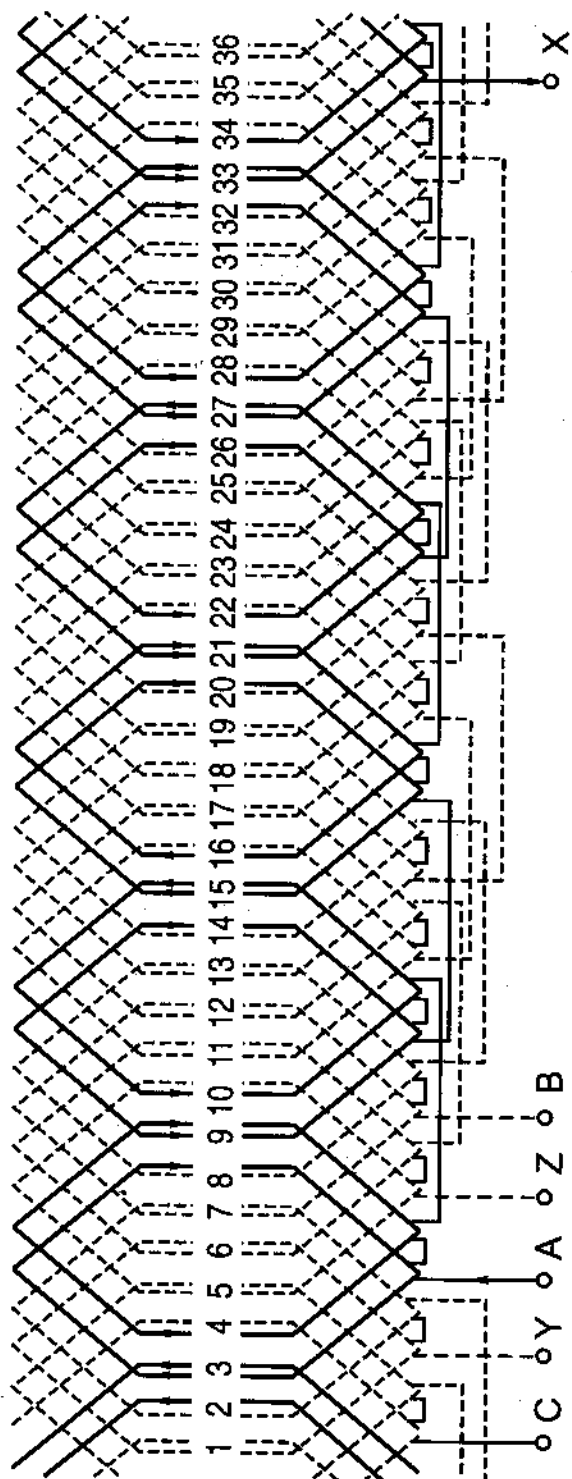


Hình 3-23. Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp

$z = 36; 2p = 4; q = 3; y = 8; y_d = 10$

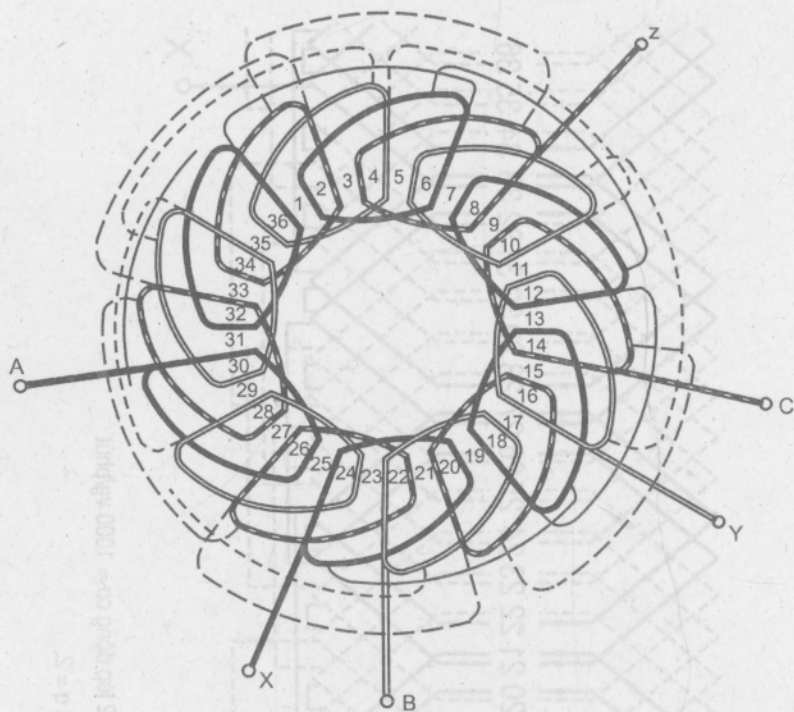


Hình 3-24. Sơ đồ khai triển dây quấn giao thoa
 $z = 36; 2p = 4; q = 3; y = 9-9-8; y_d = 7$

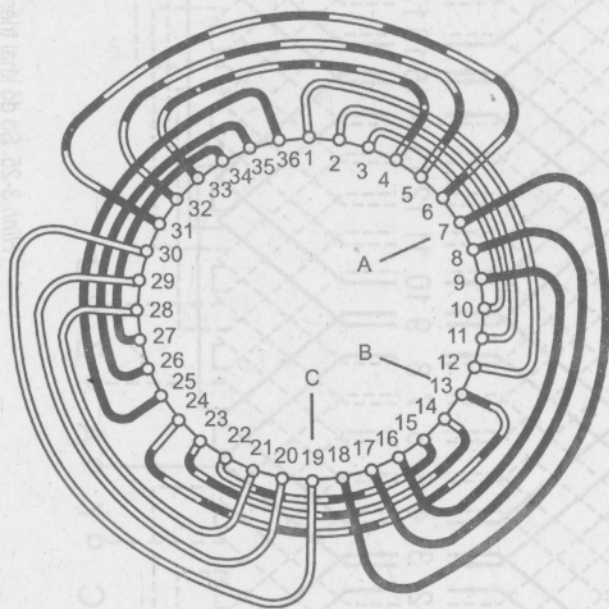


Hình 3-25. Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp động cơ ≈ 1000 vđ/phút

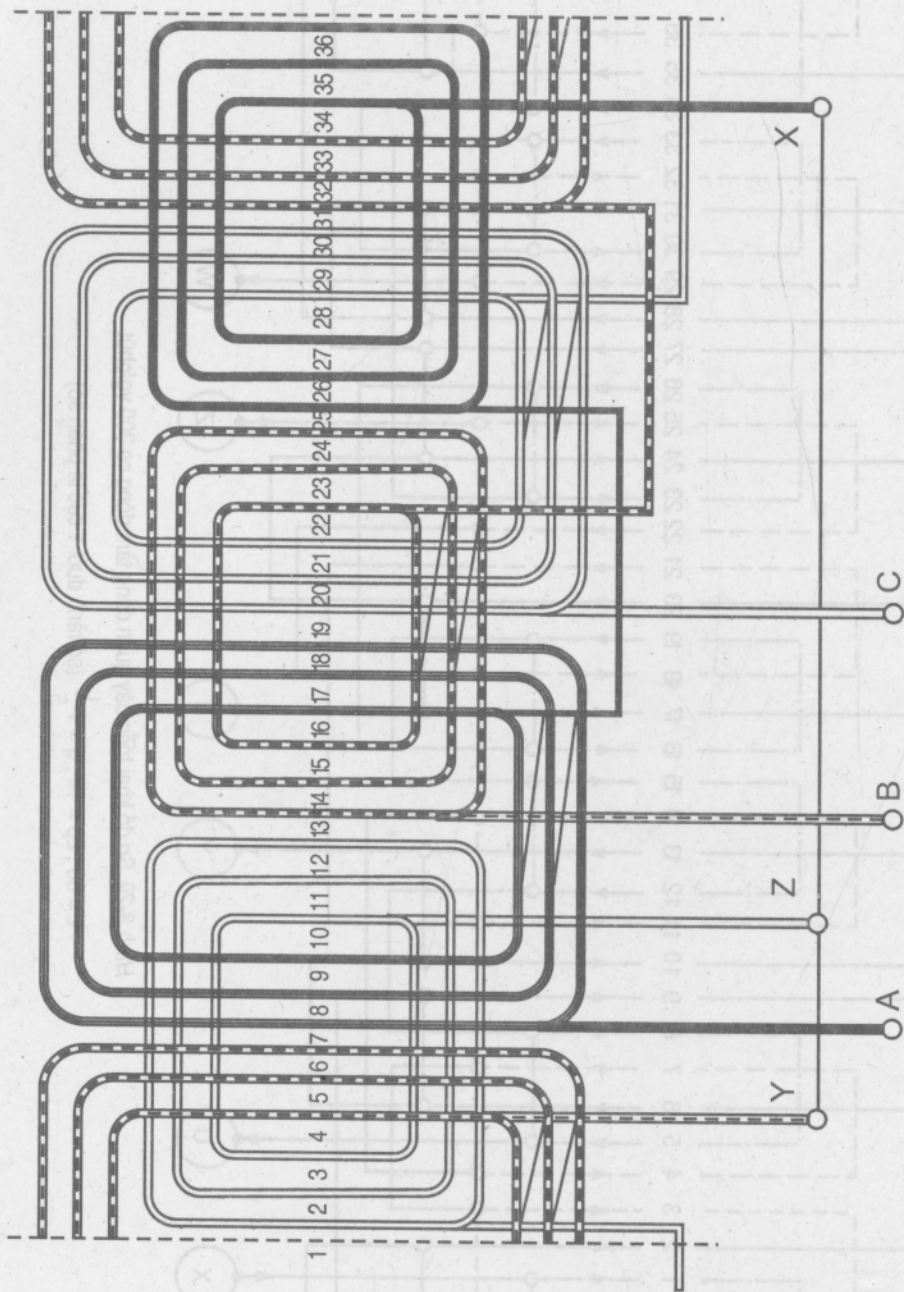
$$z = 36; 2p = 6; q = 2.$$



Hình 3-26. Sơ đồ tròn dây quấn đồng khuôn, động cơ ≈ 1000 vg/phút
 $z = 36$; $2p = 6$; $q = 2$ (chẵn)

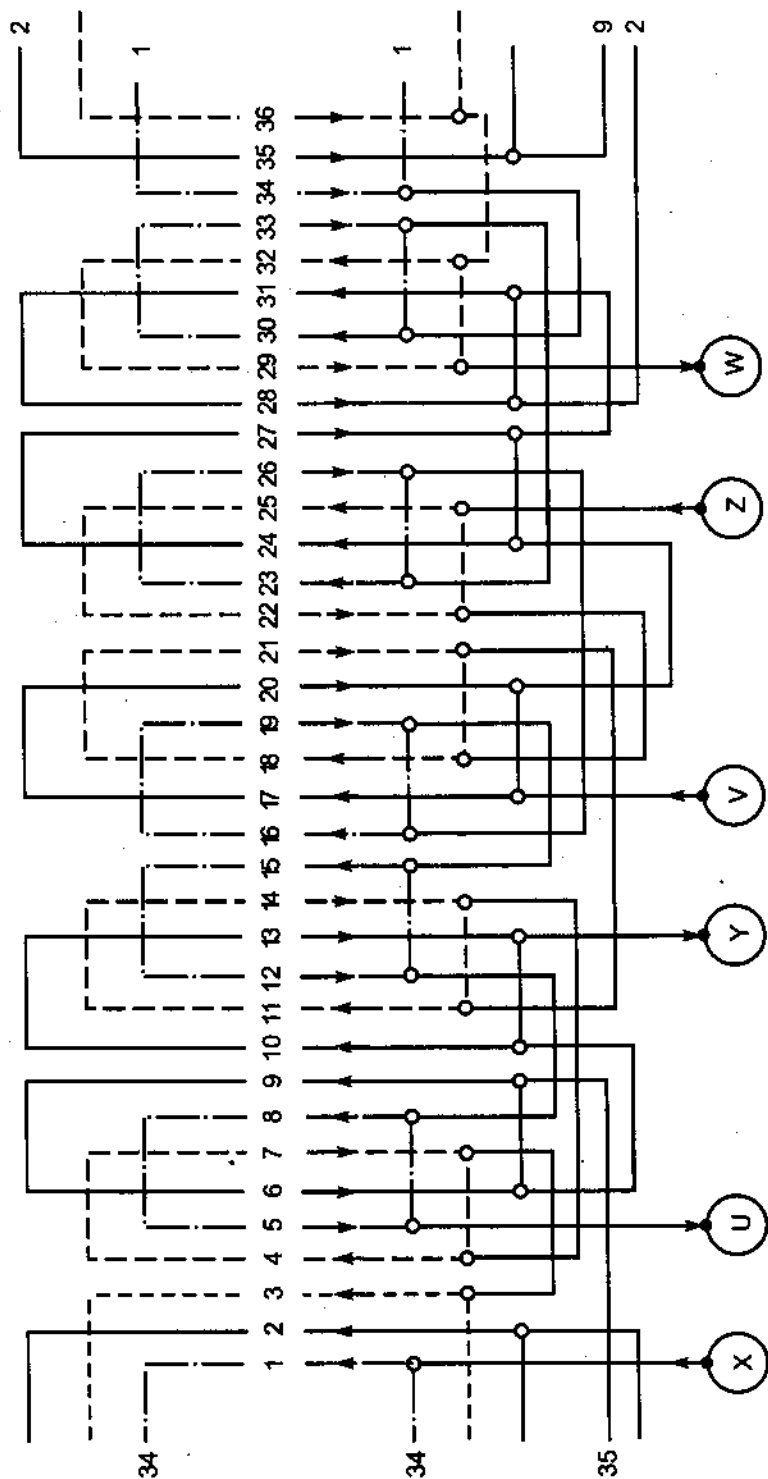


Hình 3-27. Sơ đồ tròn dây quấn đồng tâm động cơ ≈ 1500 vg/phút
 $z = 36$; $2p = 4$; $q = 3$ (lẻ)



Hình 3-28. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm động cơ ≈ 1500 vg/phút

$z = 36$; $2p = 4$; $q = 3$ (dấu sao)



Hình 3-29. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm động cơ 300 vơ/phút

$z = 36$; $2p = 10$; $q = 1\frac{1}{5}$ (số rãnh dưới 1 cực là phân số)

Ví dụ 2 : Lấy mẫu để vẽ sơ đồ điện động cơ 3 pha, 380V tốc độ đồng bộ ≈ 1500 vg/phút ($2p = 4$).

$z_1 = 36$ rãnh, quấn đồng tâm.

Ghi số thứ tự từ 1 đến 36 vào các rãnh ở stato ; lấy các đầu vào : Pha A ở rãnh số 7 ; pha B ở rãnh số 13 và pha C ở rãnh số 19 ta có :

$$\text{Pha A : } 7 \times 18 + 8 \times 17 + 9 \times 16 + \\ 25 \times 36 + 26 \times 35 + 27 \times 33 \rightarrow \text{cuối X}$$

$$\text{Pha B : } 13 \times 24 + 14 \times 23 + 15 \times 22 + \\ 31 \times 6 + 32 \times 5 + 33 \times 4 \rightarrow \text{cuối Y}$$

$$\text{Pha C : } 19 \times 30 + 20 \times 29 + 21 \times 28 + \\ 1 \times 12 + 2 \times 11 + 3 \times 10 \rightarrow \text{cuối Z.}$$

Dùng sơ đồ số đã lấy mẫu để vẽ sơ đồ tròn ở hình 3-27 hoặc vẽ sơ đồ khai triển ở hình 3-28.

Ba đầu cuối X, Y, Z nối lại thành hình sao trong bộ dây.

Ví dụ 3 : Lấy mẫu để vẽ sơ đồ điện động cơ điện 3 pha Δ 380V, tốc độ đồng bộ 3000 vg/phút ($2p = 2$).

$z_1 = 24$ rãnh, quấn đồng khuôn.

Ghi số thứ tự từ 1 đến 24 vào các rãnh ở stato ; lấy các đầu vào : pha A ở rãnh số 1 ; pha B ở rãnh số 9 và pha C ở rãnh số 17, ta có :

$$\text{Pha A : } 1 \times 11 + 2 \times 12 + 24 \times 14 + 23 \times 13 \rightarrow \text{cuối X}$$

$$\text{Pha B : } 9 \times 19 + 10 \times 20 + 8 \times 22 + 7 \times 21 \rightarrow \text{cuối Y}$$

$$\text{Pha C : } 17 \times 3 + 18 \times 4 + 16 \times 6 + 15 \times 5 \rightarrow \text{cuối Z}$$

Dùng sơ đồ số đã lấy mẫu để vẽ sơ đồ (trái) khai triển ở hình 3-11. Các dây cuối đầu hình sao.

Ví dụ 4 : Lấy mẫu để vẽ sơ đồ điện động cơ điện 3 pha, tốc độ đồng bộ 1500 vg/phút ($2p = 4$).

$z = 36$ rãnh, quấn 2 lớp.

Những động cơ quấn 2 lớp thì lấy mẫu khó hơn những kiểu quấn ở trên vì mỗi rãnh có đến 2 đầu dây ra ngoài (1 đầu dây nằm ở lớp trên còn 1 đầu dây lại nằm ở lớp dưới). Cần quan sát 6 đầu dây nối ra ngoài (kể cả các đầu nối) nằm ở những rãnh nào, lớp trên hay lớp dưới. Mỗi pha từ A đến X gồm

mấy nhóm (các nhóm thường lót bìa cách điện để tách nhau) ; mỗi nhóm quấn dính nhau mấy bin ? Ta được :

- Pha A : $\overline{1} \times 8 + 2 \times 9 + 3 \times \underline{10} + \underline{19} \times 12 + 18 \times 11 + 17 \times \overline{10} +$
 $\overline{19} \times 26 + 20 \times 27 + 21 \times \underline{28} + \underline{1} \times 30 + 36 \times 29 + 35 \times \overline{28} \rightarrow X$
- Pha B : $\overline{13} \times 20 + 14 \times 21 + 15 \times \underline{22} + \underline{31} \times 24 + 30 \times 23 + 29 \times \overline{22} +$
 $\overline{31} \times 2 + 32 \times 3 + 33 \times \underline{4} + \underline{13} \times 6 + 12 \times 5 + 11 \times \overline{4} \rightarrow Y$
- Pha C : $\overline{25} \times 32 + 26 \times 33 + 27 \times \underline{34} + \underline{7} \times 36 + 6 \times 35 + 5 \times \overline{34} +$
 $\overline{7} \times 14 + 8 \times 15 + 9 \times \underline{16} + \underline{25} \times 18 + 24 \times 17 + 23 \times \overline{16} \rightarrow Z.$

Dùng sơ đồ số đã lấy mẫu để vẽ sơ đồ khai triển như hình 3-23.

Nhận xét : Các đầu dây vào A, B, C nằm ở các rãnh phía trên ($\overline{1}, \overline{13}, \overline{25}$) và các đầu dây ra X, Y, Z cũng nằm ở các rãnh phía trên ($\overline{28}, \overline{4}, \overline{16}$).

Những động cơ đã bị tháo hết dây cũ, mất mẫu thì phải tính lại để vẽ sơ đồ.

3. Tính toán đơn giản để vẽ sơ đồ dây quấn có q là số nguyên

(Chỉ áp dụng cho động cơ mà số rãnh q của 1 pha dưới 1 cực là số nguyên)

Muốn vẽ sơ đồ phải dùng một số công thức sau :

a) *Tính số rãnh ở mỗi cực q* của stato vẫn theo công thức 3-2 (z_2 được thay bằng z_1).

b) *Tính bước quấn y* tức là khoảng cách tính bằng số rãnh giữa hai cạnh của một bin (từ rãnh số 1 đến rãnh số mấy để hạ bin), ở đây dùng công thức theo kinh nghiệm và lấy q là số nguyên (phần lớn các động cơ chọn số nguyên để triệt tiêu các sóng bậc cao, cải thiện đặc tính làm việc, chạy êm...).

- Nếu động cơ quấn kiểu đồng tâm, cuộn dây nhỏ nhất được tính như sau :

$$y = 2q + 2 \quad (3-5)$$

- Động cơ quấn kiểu đồng khuôn nhưng số rãnh q chẵn thì :

$$y = 3q \quad (3-6a)$$

- Động cơ quấn kiểu đồng khuôn mà số rãnh q lẻ phải dùng công thức :

$$y = 3q + 1 \quad (3-6b)$$

- Động cơ quấn hai lớp bước đủ :

$$y = 3q + 1 \quad (3-7)$$

– Động cơ quán hai lớp bước ngắn :

$$y = 0,8 (3q + 1) \quad (3-8)$$

Những máy có một đôi cực, đôi khi còn dùng bước ngắn hơn nữa (để tiết kiệm dây, dây quán không chạm nắp vì đầu bin dài) và tính theo :

$$y = 1,5q + 1 \text{ đến } 2q + 1$$

c) Đấu dây các nhóm : Các kiểu quán đồng tâm quán hai lớp thường quán nhiều bin nối tiếp nhau (quán dính đôi, dính ba...) q lần.

Sau khi đã lồng hoàn chỉnh vào stato, khi đấu dây phải biết các nhóm bin này đấu với nhau thế nào để các pha không bị trái cực nhau.

Khi vẽ sơ đồ cũng như lúc làm thực tế phải đấu theo từng pha một thì mới dễ dàng, không bị nhầm lẫn. Cách đấu dây của 3 pha giống hệt nhau ; như vậy ta chỉ cần xác định các mối đấu chính của một pha là làm được.

Với dây quán hai lớp thì khoảng cách đấu dây của nhóm là cạnh ngoài với cạnh ngoài, cạnh trong với cạnh trong của từng nhóm (ví dụ 3 phần 2 mục 3-6).

Khoảng cách giữa các rãnh để đấu dây kiểu đồng tâm và kiểu đồng khuôn (q chẵn) là :

$$y_d = 3q + 1 \quad (3-9a)$$

Riêng kiểu quán đồng khuôn ($q \geq 3$) mà q lẻ thì :

$$y_d = 3q \quad (3-9b)$$

d) Tính rãnh cho các dây đấu vào

Tính được bước quán y, bước đấu dây y_d , còn phải tính rãnh cho điện vào ở 3 pha thật đúng thì mới vẽ xong được sơ đồ đấu dây (chỉ vô ý nhầm một rãnh cũng gây tai họa làm động cơ gập lên và cháy sau vài phút).

Rãnh cho điện vào thường chia đều ra 3 điểm của chu vi stato (giống như rôto) hoặc có thể lấy theo công thức sau :

$$A \rightarrow B \rightarrow C = 2q + 1 \quad (3-10)$$

Ví dụ 5 : Vẽ sơ đồ quán dây cho động cơ 3 pha ($m = 3$). Tốc độ $n_1 = 1500$ vòng/phút. Quán kiểu đồng tâm.

Ta có : $z = 24$ $2p = 4$ (hình 3-14)

– Số rãnh ở mỗi cực của một pha là (công thức 3-2) :

$$q = \frac{24}{4 \times 3} = 2 \text{ (cũng là 2 bin quán nối tiếp)}$$

– Bước quấn y (bước hạ của bin nhỏ nhất) theo công thức 3-5 :

$$y = 2 \times 2 + 2 = 6 \text{ rãnh}$$

– Khoảng cách y_d giữa các rãnh để đấu dây (công thức 3-9a) :

$$y_d = 3 \times 2 + 1 = 7 \text{ rãnh}$$

– Rãnh cho điện vào sẽ cách nhau (công thức 3-10) :

$$A \rightarrow B \rightarrow C = 2 \times 2 + 1 = 5 \text{ rãnh.}$$

Tức là từ rãnh lấy điện vào của pha thứ nhất A, chọn là số 1 thì đến rãnh số 5 sẽ là pha thứ hai B và từ rãnh số 5 đến C cũng cách nhau 5 rãnh nữa (tức là rãnh số 9 ở hình 3-14).

Ví dụ 6 : Vẽ sơ đồ quấn dây cho động cơ 3 pha ($m = 3$).

Tốc độ $n_1 = 1500$ vg/phút. Quấn kiểu đồng khuôn.

Ta có $z = 24$ $2p = 4$ (hình 3-13)

– Số rãnh ở mỗi cực của 1 pha là (công thức 3-2)

$$q = \frac{24}{4 \times 3} = 2 \quad (q \text{ chẵn})$$

Bước quấn theo công thức (q chẵn) 3-6a là :

$$y = 3q = 3 \times 3 = 9 \text{ rãnh}$$

Khoảng cách y_d giữa các rãnh đấu dây là (công thức 3-9a) :

$$y_d = 3q + 1 = (3 \times 2) + 1 = 7 \text{ rãnh}$$

Rãnh cho điện vào (công thức 3-10) cách nhau :

$$B \rightarrow A \rightarrow C = 2q + 1 = (2 \times 2) + 1 = 5 \text{ rãnh.}$$

Từ các số liệu này sẽ vẽ được sơ đồ tròn hoặc sơ đồ khai triển.

Ví dụ 7 : Vẽ sơ đồ quấn dây cho động cơ 3 pha ($m = 3$). Tốc độ $n_1 = 1500$ vg/phút. Quấn kiểu đồng khuôn.

Ta có : $z = 36$ $2p = 4$ (hình 3-22)

– Số rãnh ở mỗi cực của một pha là (công thức 3-2) :

$$q = \frac{36}{4 \times 3} = 3 \quad (q \text{ lẻ})$$

– Bước quấn theo công thức (q lẻ) 3-6b là :

$$y = 3 \times 3 + 1 = 10 \text{ rãnh}$$

– Khoảng cách y_d giữa các rãnh đầu dây là (công thức 3-9b) :

$$y_d = 3 \times 3 = 9 \text{ rãnh}$$

– Rãnh cho điện vào (tính theo công thức 3-10) cách nhau :

$$A \rightarrow B \rightarrow C = 2 \times 3 + 1 = 7 \text{ rãnh.}$$

Ví dụ 8 : Vẽ sơ đồ quấn dây cho động cơ 3 pha ($m = 3$).

Tốc độ $n_1 = 1500$ vg/phút. Quấn kiểu hai lớp (bước ngắn).

Ta có : $z = 36$ $2p = 4$ (hình 3-23)

– Số rãnh dưới một cực của một pha vẫn là $q = 3$ nên phải quấn 3 bin liên tiếp nhau thành một nhóm (đỉnh 3).

– Bước quấn của mỗi bin tính theo công thức 3-8 :

$$y = 0,8 (3 \times 3 + 1) = 8 \text{ rãnh}$$

Cạnh trên của nhóm thứ nhất pha A sẽ nằm ở lớp trên các rãnh 1, 2, 3 ; còn cạnh dưới của chúng sẽ nằm ở lớp dưới của các rãnh 8, 9, 10.

Trong một pha gồm có 4 nhóm ($3 \times 4 = 12$ bin) được đầu nối tiếp với nhau : cuối của nhóm 1 nối với cuối của nhóm 2 (cạnh trong với cạnh trong) ; đầu của nhóm 2 (cạnh ngoài) nối với đầu của nhóm 3 (cạnh ngoài) ; cuối của nhóm 3 (cạnh trong) nối với cuối của nhóm 4 (cạnh trong).

Đầu vào A ở rãnh số 1 thì đầu vào B sẽ ở rãnh số 13 và đầu vào C nằm ở rãnh số 25, chọn theo nguyên tắc chia đều 3 điểm chung quanh stato ; hoặc có thể tính khoảng cách giữa 3 đầu vào theo công thức 3-10 là :

$$A \rightarrow B \rightarrow C = 2 \times 3 + 1 = 7 \text{ rãnh}$$

Đầu vào : A ở rãnh số 1 (cạnh ngoài), B ở rãnh số 7 và đầu C ở rãnh số 13 (đều ở cạnh ngoài, lớp trên) ; còn các đầu ra : $X \rightarrow Y \rightarrow Z$ cũng cách nhau 7 rãnh và nằm ở lớp dưới, cạnh trong.

Miền mỗi cực bước ngắn lệch nhau bằng trị số rút ngắn bước (trường hợp này miền mỗi cực ở 5 rãnh), còn miền mỗi cực bước đủ thì hoàn toàn trùng nhau (ở đây nếu quấn bước đủ thì $y = 10$ và miền mỗi cực chỉ nằm ở 3 rãnh) cạnh trên và cạnh dưới của hai tổ trong một pha nằm trùm lên nhau.

Sơ đồ này q là số nguyên nên các nhóm đều có số cuộn dây như nhau. Mỗi pha có 4 nhóm, mỗi nhóm 3 bin sắp xếp theo thứ tự : 3 bin. 3 bin. 3 bin. 3 bin.

Với kiểu quấn hai lớp này mà dây quấn có số rãnh dưới một cực của một pha là phân số thì các nhóm cuộn dây sẽ không giống nhau.

Khi vẽ sơ đồ cần chú ý phân chia các nhóm dây có ít hoặc nhiều bin (dính đôi, dính ba) theo thứ tự đồng đều trong một pha.

Ngoài 3 kiểu quấn chính được sử dụng phổ biến, một số động cơ của Pháp, Trung Quốc còn kết hợp hai kiểu đồng tâm với đồng khuôn hoặc đồng khuôn với hai lớp trong một bộ dây quấn. Hình 3-24 là sơ đồ bộ dây quấn kiểu "giao thoa" một lớp ($y : 9 - 9 - 8$) có kích thước khuôn khác nhau cho động cơ ở phụ lục 13 và 14.

e) Cách vẽ sơ đồ khai triển

Muốn vẽ sơ đồ nên chuẩn bị bút 3 màu : đỏ, xanh, đen để khi vẽ xong có thể kiểm tra và làm theo sơ đồ được dễ dàng ; nếu chỉ dùng một màu thì phải phân biệt các bin ở 3 pha bằng các nét to, nét nhỏ, nét chấm mờ theo dõi được. Dùng giấy kẻ li đánh số rãnh stato từ số 1 đến z (hình 3-14 có $z = 24$). Nếu dây quấn là kiểu đồng tâm hoặc đồng khuôn mà số rãnh ở mỗi cực là q thì lấy bút kẻ lần lượt :

– Nét to q lần (2 lần) ;

– Nét nhỏ q lần (2 lần) ;

– Nét chấm, chấm q lần (2 lần)... cho đến hết tổng số z (24 rãnh). Vẽ xong đánh dấu chiều của dòng điện. Đánh dấu bằng mũi tên, cứ q lần (2 lần) mũi tên chỉ chiều dòng điện đi lên, lại đến q lần (2 lần) mũi tên chỉ chiều dòng điện xuống... cho đến hết tổng số rãnh z (24).

Sau đó lần lượt vẽ bước quấn y (6-8) và khoảng cách y_d (7) đầu dây. Đầu dây dẫn điện vào A – B – C lấy đúng như công thức số 3-10 (5 rãnh). Dây được quấn trên hai mặt phẳng (hai tầng) nên không phải chờ. Trường hợp stato quấn theo kiểu hai lớp thì vẫn vẽ mỗi màu cho một pha, nhưng ở mỗi rãnh lại có tới 2 lớp và quấn theo từng nhóm, vì vậy nên vẽ từng pha riêng.

Nếu máy quấn bước đủ thì miễn ở mỗi cực có các cuộn dây trong một tổ của pha nằm chồng cả lên nhau ; cuộn dây bước ngắn thì miễn cực rộng hơn, các cạnh của bin lớp dưới và bin lớp trên sẽ giải rộng ra không nằm trùng lên nhau, do đó sẽ có một số rãnh chứa hai cạnh của bin không cùng pha (khi quấn cần lót cách điện kỹ giữa lớp trên và lớp dưới). Khi vẽ sơ đồ chỉ cần đánh dấu chiều mũi tên ở từng pha trong mỗi miền cực cùng chiều là được.

3-7. CÁC SƠ ĐỒ CÓ BỘ DÂY QUẤN MÀ q LÀ PHÂN SỐ

Những động cơ mà số rãnh q của một pha dưới một cực là một phân số thì sơ đồ được vẽ theo kinh nghiệm hoặc theo bảng lập sẵn. Quy ước biểu diễn dưới dạng :

$q = \text{số nguyên} + \text{phân số tối giản.}$

BẢNG THỨ TỰ SẮP XẾP CÁC NHÓM DÂY QUẤN ĐỒNG TÂM,
2 LỚP KHI q LÀ PHÂN SỐ

Số rãnh q	Các nhóm bin xếp thứ tự
$1 \frac{1}{2}$	1.2 ; 1.2 v.v...
$1 \frac{1}{4}$	1.1.1.2 ; 1.1.1.2 v.v...
$1 \frac{3}{4}$	1.2.2.2 ; 1.2.2.2 v.v..
$1 \frac{1}{5}$	1.1.1.1 ; 1.1.1.1...
$1 \frac{2}{5}$	2.1.2.1.1 ; 2.1.2.1.1.
$1 \frac{3}{5}$	1.2.1.2.2 ; 1.2.1.2.2.
$1 \frac{4}{5}$	1.2.2.2.2 ; 1.2.2.2.2.
$1 \frac{1}{7}$	1.1.1.1.1.1.2 ; 1.1.1.1.1.1.2.
$1 \frac{2}{7}$	1.2.1.1.1.2.1 ; 1.2.1.1.1.2.1.
$1 \frac{3}{7}$	2.1.2.1.2.1.1 ; 2.1.2.1.2.1.1.
$1 \frac{4}{7}$	2.1.2.1.2.1.2 ; 2.1.2.1.2.1.2.
$1 \frac{5}{7}$	2.1.2.2.2.1.2 ; 2.1.2.2.2.1.2.
$1 \frac{6}{7}$	2.2.2.2.2.2.1 ; 2.2.2.2.2.2.1.
$1 \frac{1}{8}$	1.1.1.1.1.1.2 ; 1.1.1.1.1.1.2.
$1 \frac{3}{8}$	2.1.2.1.1.2.1.1 ; 2.1.2.1.1.2.1.1
$1 \frac{5}{8}$	2.2.1.2.2.1.2.1 ; 2.2.1.2.2.1.2.1
$1 \frac{7}{8}$	2.2.2.2.2.2.2.1 ; 2.2.2.2.2.2.2.1

Ghi chú :

* Khi $q = 1\frac{1}{2}$ theo bảng các nhóm phần tử xếp 1.2 ; 1.2.

Nếu $q = 2\frac{1}{2}$ lại xếp 2.3 ; 2.3...

Khi $q = 3\frac{1}{2}$ sẽ xếp 3.4...

* Khi $q = 1\frac{1}{4}$ thứ tự xếp là 1.1.1.2 (theo bảng)

Nếu $q = 2\frac{1}{4}$ thứ tự xếp là 2.2.2.3

Khi $q = 3\frac{1}{4}$ thứ tự xếp là 3.3.3.4

* Khi $q = 1\frac{3}{4}$ thứ tự xếp là 1.2.2.2 (theo bảng)

Nếu $q = 2\frac{3}{4}$ thứ tự xếp là 2.3.3.3

Khi $q = 3\frac{3}{4}$ thứ tự xếp là 3.4.4.4 v.v...

Ví dụ 1 : Các sơ đồ có q là số nguyên thì các nhóm cuộn dây đều có số bin bằng nhau như ta đã biết ở hình 3-23. Động cơ 36 rãnh quấn 2 lớp $2p = 4$ và $q = 3$ thì quấn dính 3 bin và mỗi pha gồm 4 nhóm được sắp xếp đều theo thứ tự : 3.3.3.3

– Sơ đồ hình 3-7a động cơ 18 rãnh $2p = 4$ quấn đồng tâm có q là phân số ($1\frac{1}{2}$). Vây theo bảng các nhóm được sắp xếp theo thứ tự : 1.2.

Ví dụ 2 : Vẽ sơ đồ quấn dây động cơ 3 pha tốc độ đồng bộ 1500 vg/phút ($2p = 4$). Quấn 2 lớp :

$$z = 30 ; q = \frac{30}{4 \times 3} = 2,5 = 2\frac{1}{2}$$

Vây stato phải quấn 30 bin, mỗi pha 10 bin chia theo thứ tự pha A gồm 4 nhóm (hình 3-21) :

2 bin $\rightarrow$ 3 bin $\rightarrow$ 2 bin $\rightarrow$ 3 bin

Còn pha B và pha C, mỗi pha cũng quấn 4 nhóm :

Dính 2 $\rightarrow$ dính 3 $\rightarrow$ dính 2 $\rightarrow$ dính 3

Ví dụ 3 : Vẽ sơ đồ quấn dây động cơ 3 pha.

Tốc độ đồng bộ 1500 vg/phút. Quấn 2 lớp :

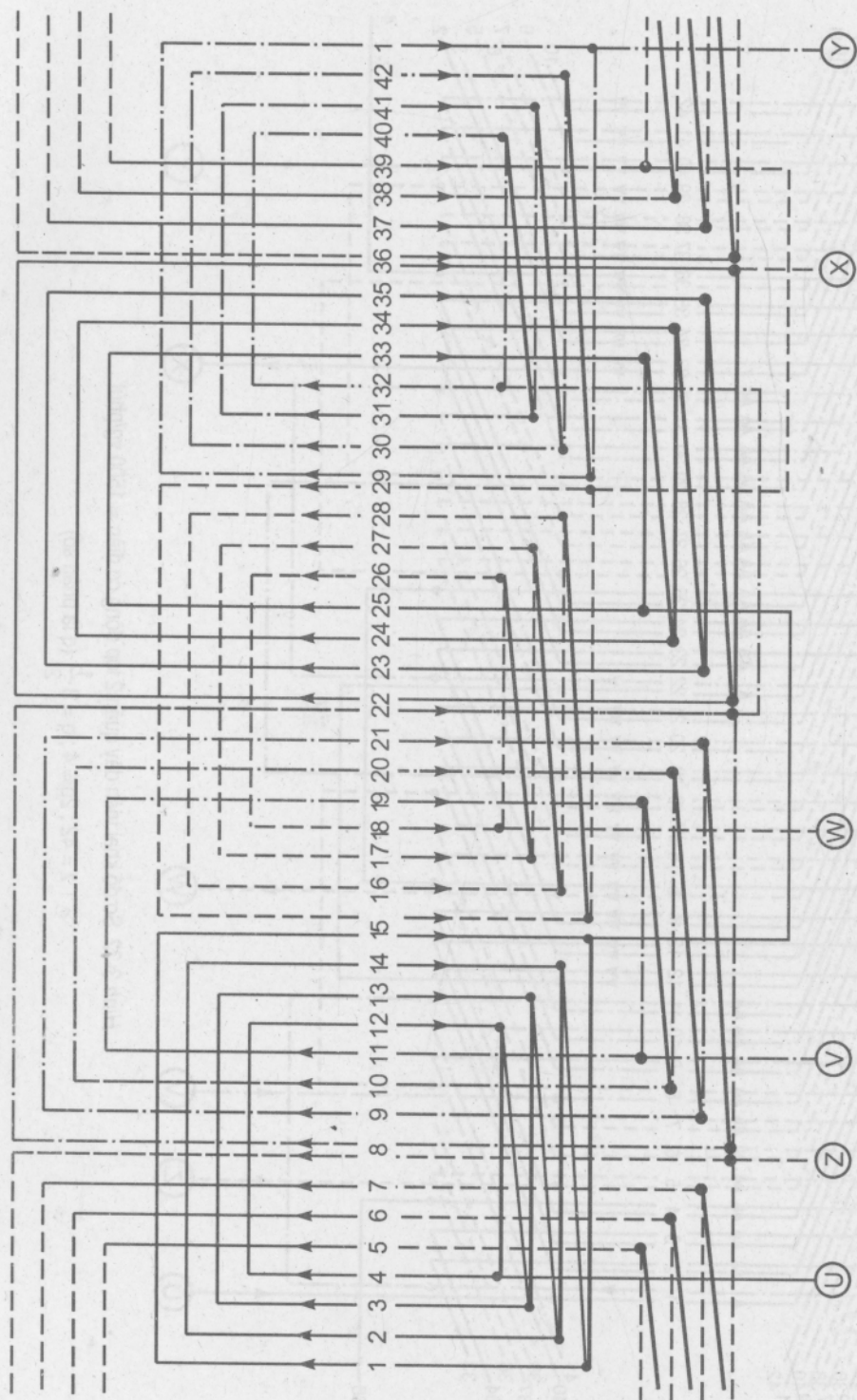
$$z = 27 ; 2p = 4 ; q = 2\frac{1}{4}$$

Vây stato phải quấn 27 bin, mỗi pha 9 bin và phân chia sắp xếp theo thứ tự (hình 3-17).

Pha A gồm 4 nhóm : 2 bin $\rightarrow$ 3 bin $\rightarrow$ 2 bin $\rightarrow$ 2 bin

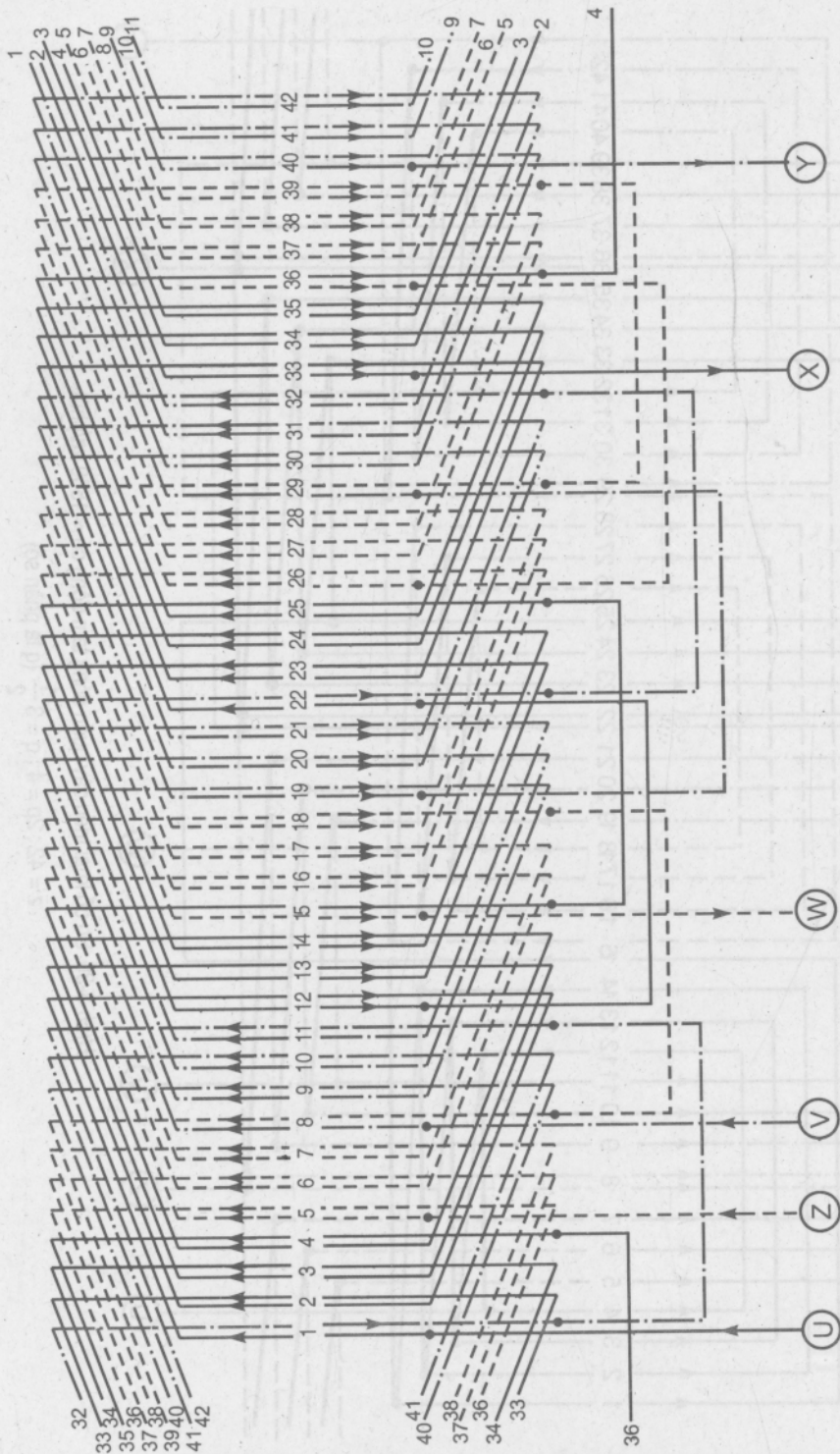
Pha B gồm 4 nhóm : 2 bin $\rightarrow$ 3 bin $\rightarrow$ 2 bin $\rightarrow$ 2 bin

Pha C cũng phân chia, sắp xếp như trên.



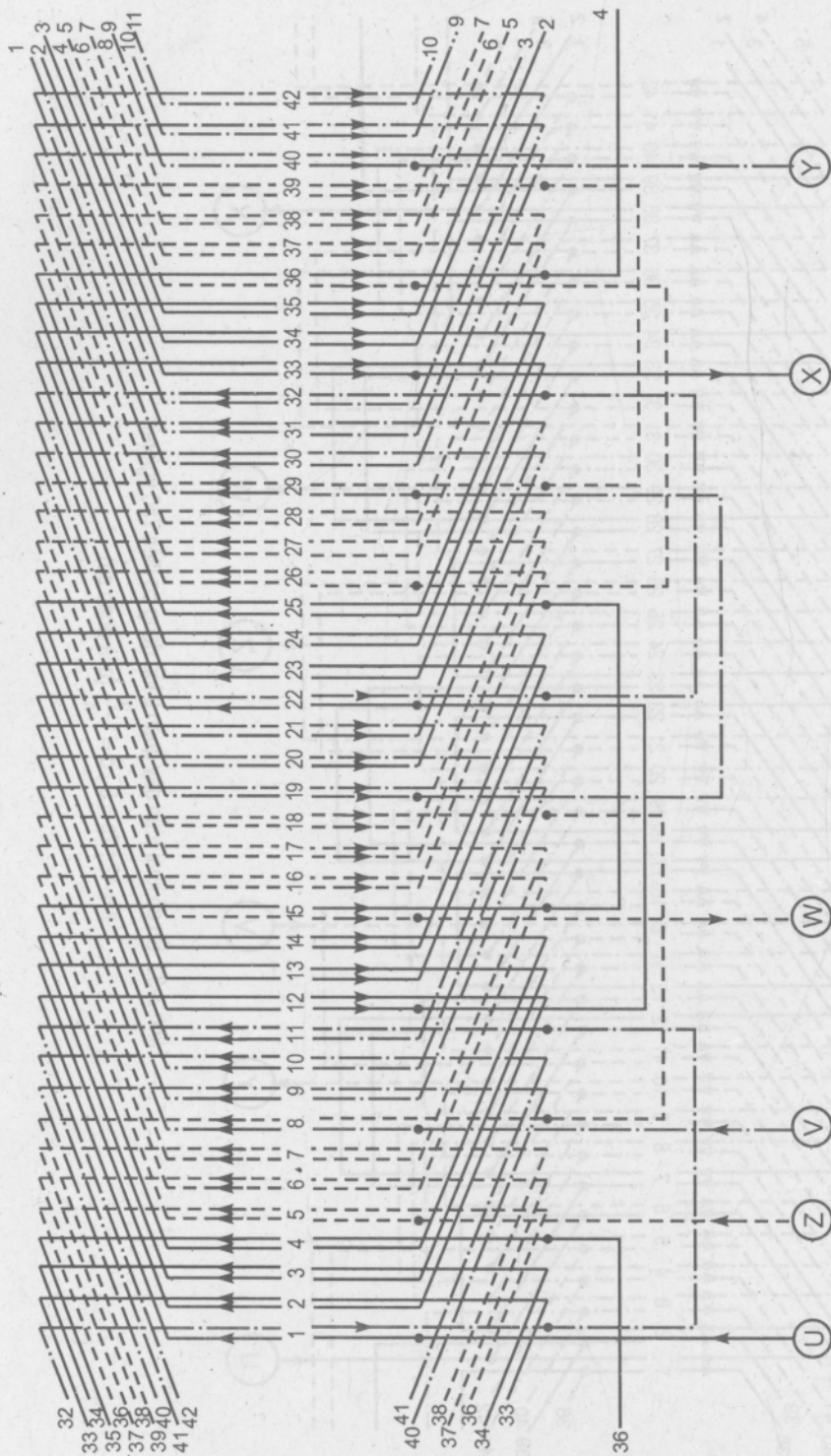
Hình 3-30. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm động cơ ≈ 1500 vg/phút

$$z = 42; 2p = 4; q = 3\frac{1}{2} \text{ (q là phân số)}$$



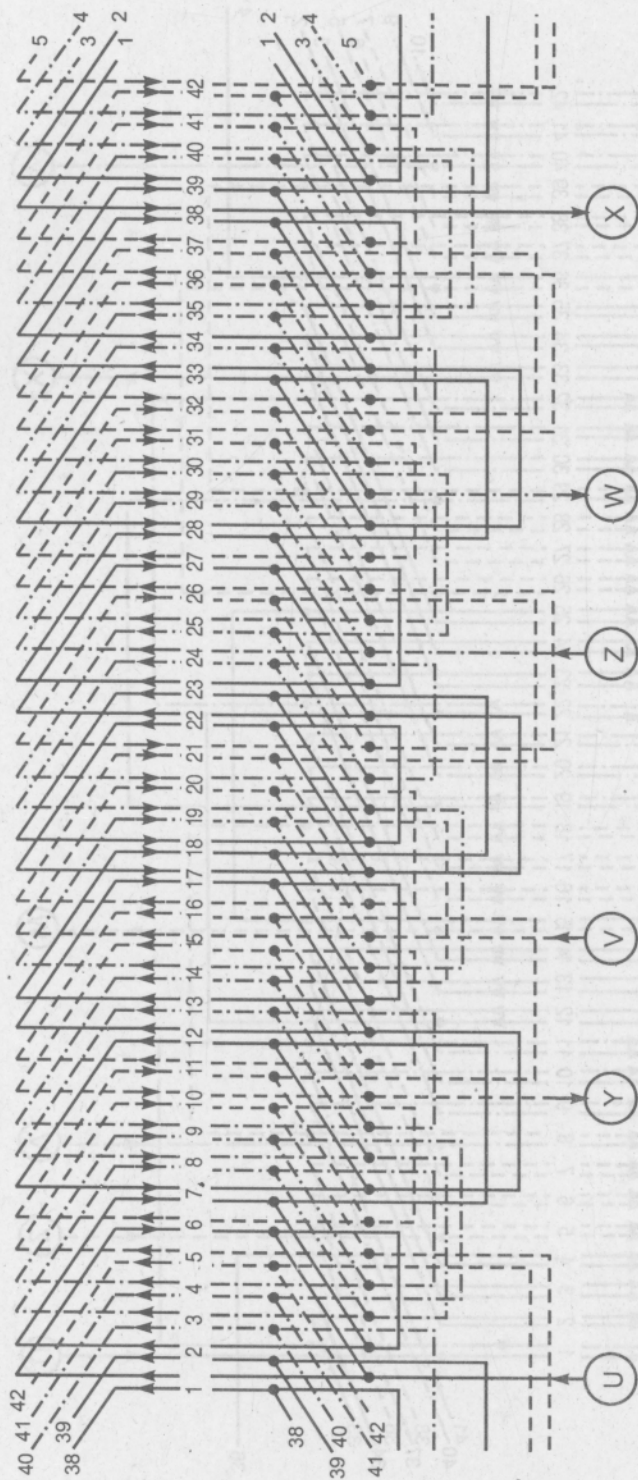
Hình 3-32. Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp động cơ điện ≈ 1500 vg/phút

$$z = 42; 2p = 4; q = 3\frac{1}{2} \text{ (q là phần số)}$$



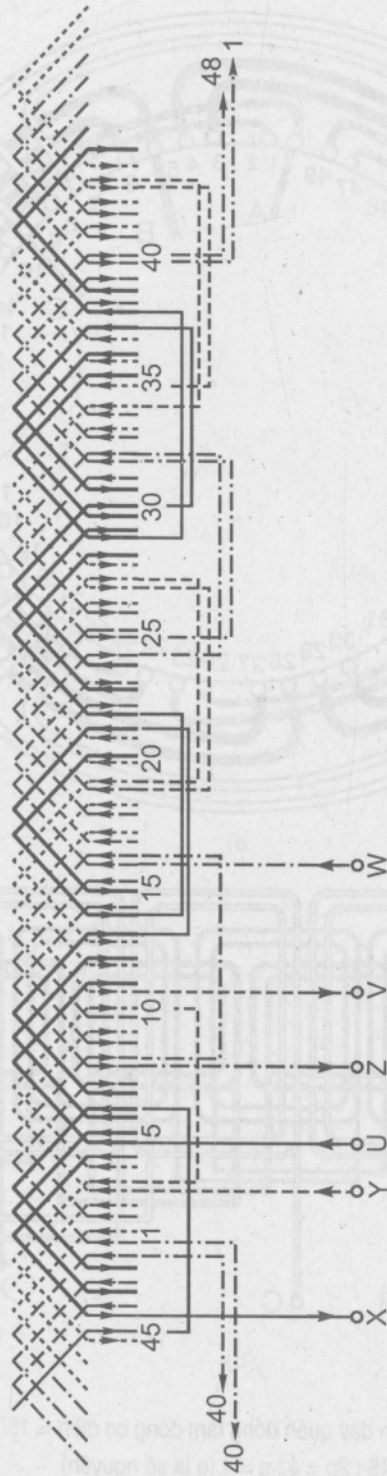
Hình 3-32. Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp động cơ điện 1500 vg/phút

$$z = 42; 2p = 4; q = 3\frac{1}{2} \text{ (q là phân số)}$$



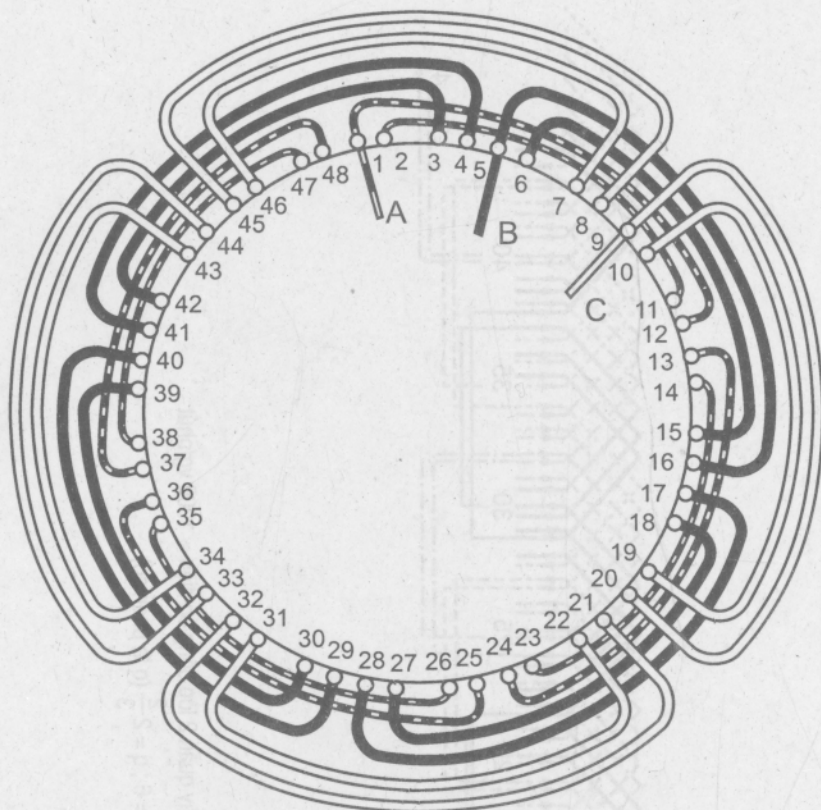
Hình 3-33. Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp động cơ điện 750 vơ/phút

$$z = 42; 2p = 8; q = 1\frac{3}{4} \text{ (q là phân số)}$$

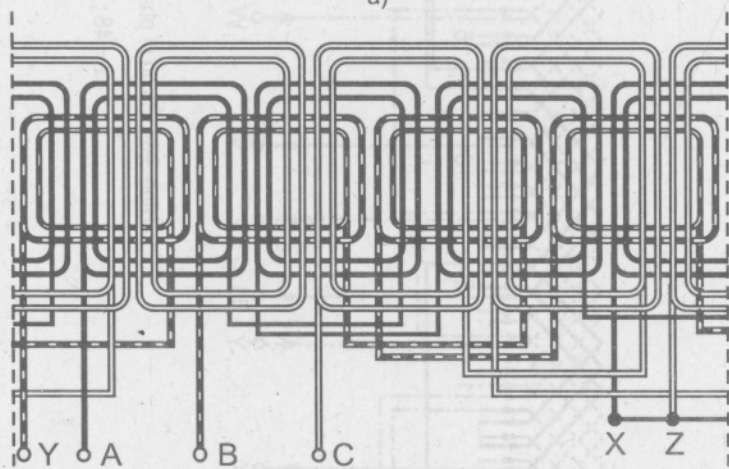


Hình 3-34. Sơ đồ (1 pha) dây quấn 2 lớp động cơ điện ≈ 1000 vg/phút

$$z = 48; 2p = 6; q = 2\frac{2}{3} \text{ (q là phân số)}$$

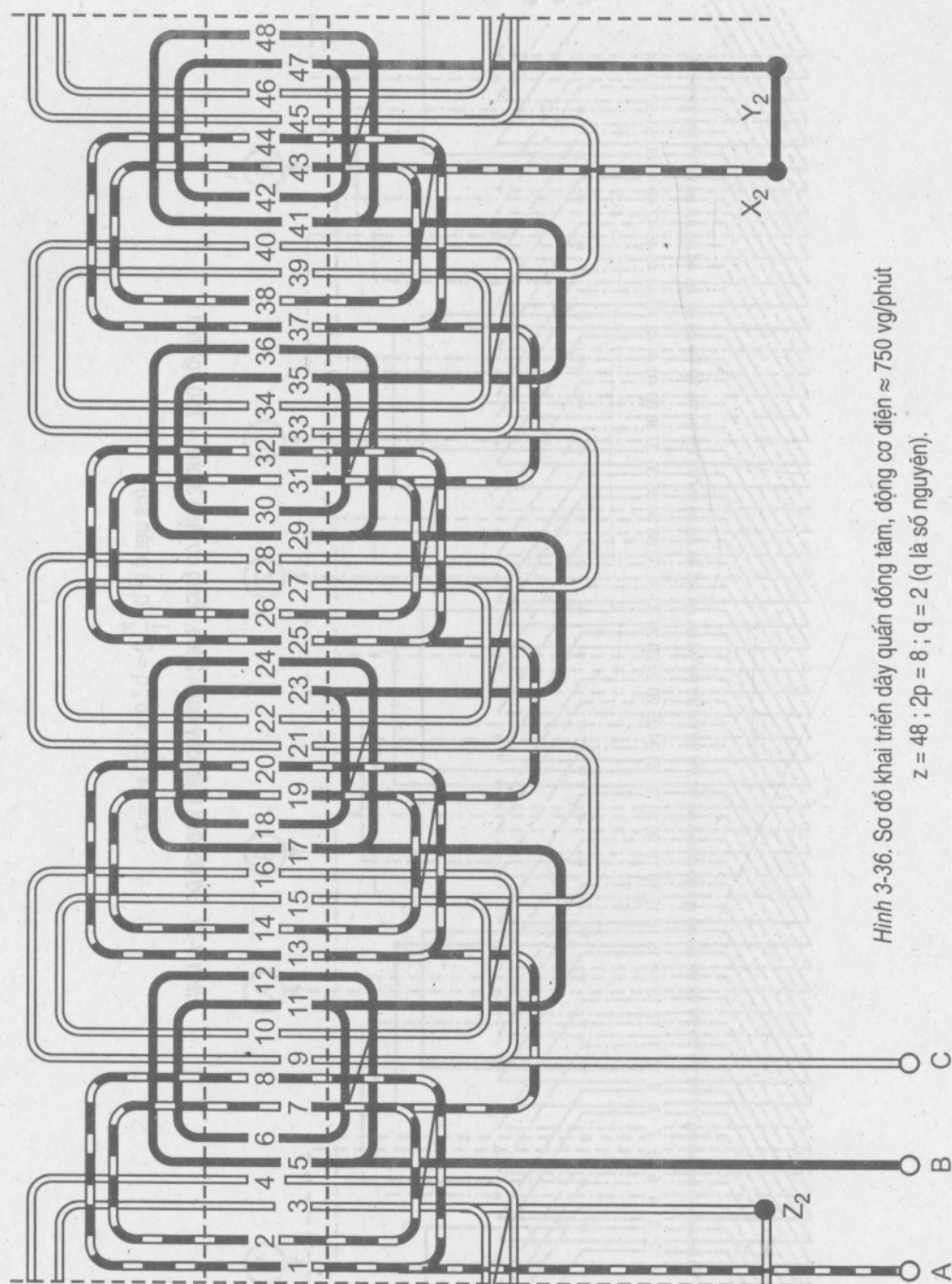


a)

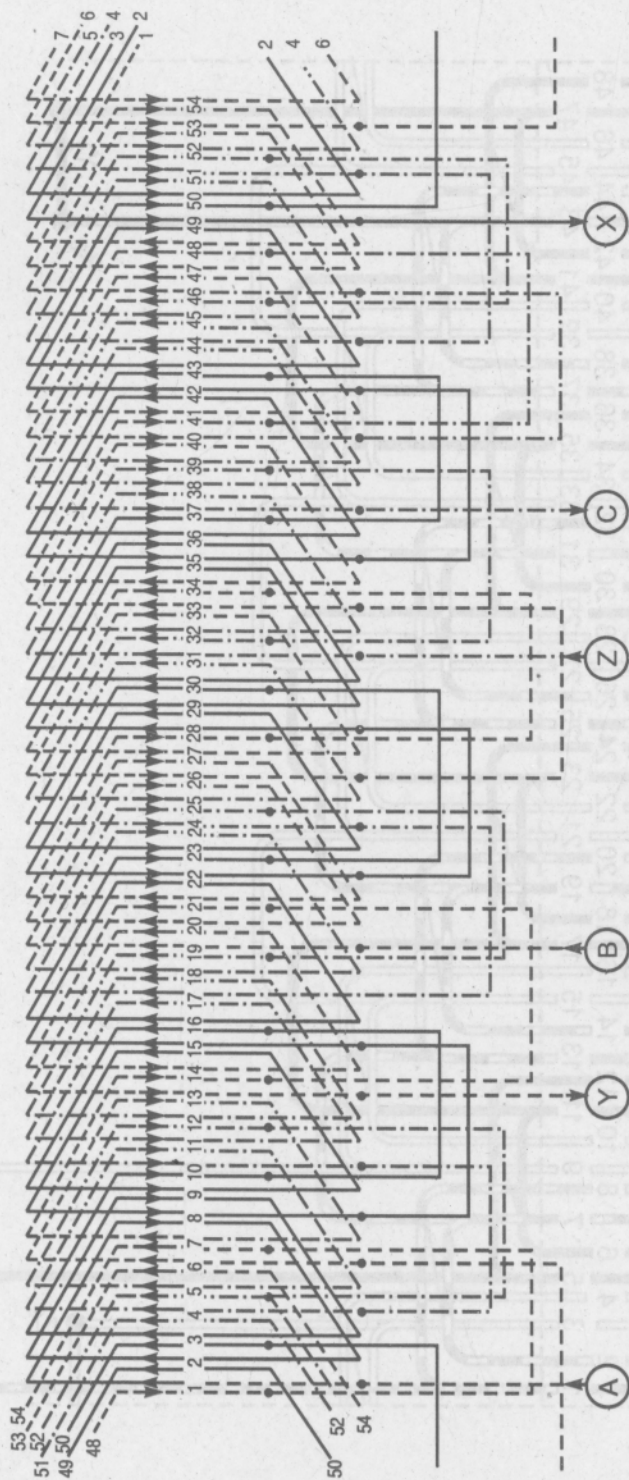


b)

Hình 3-35. Sơ đồ tròn dây quấn động tâm động cơ điện ≈ 1500 vg/phút.
 $z = 48$; $2p = 4$; $q = 4$ (q là số nguyên)

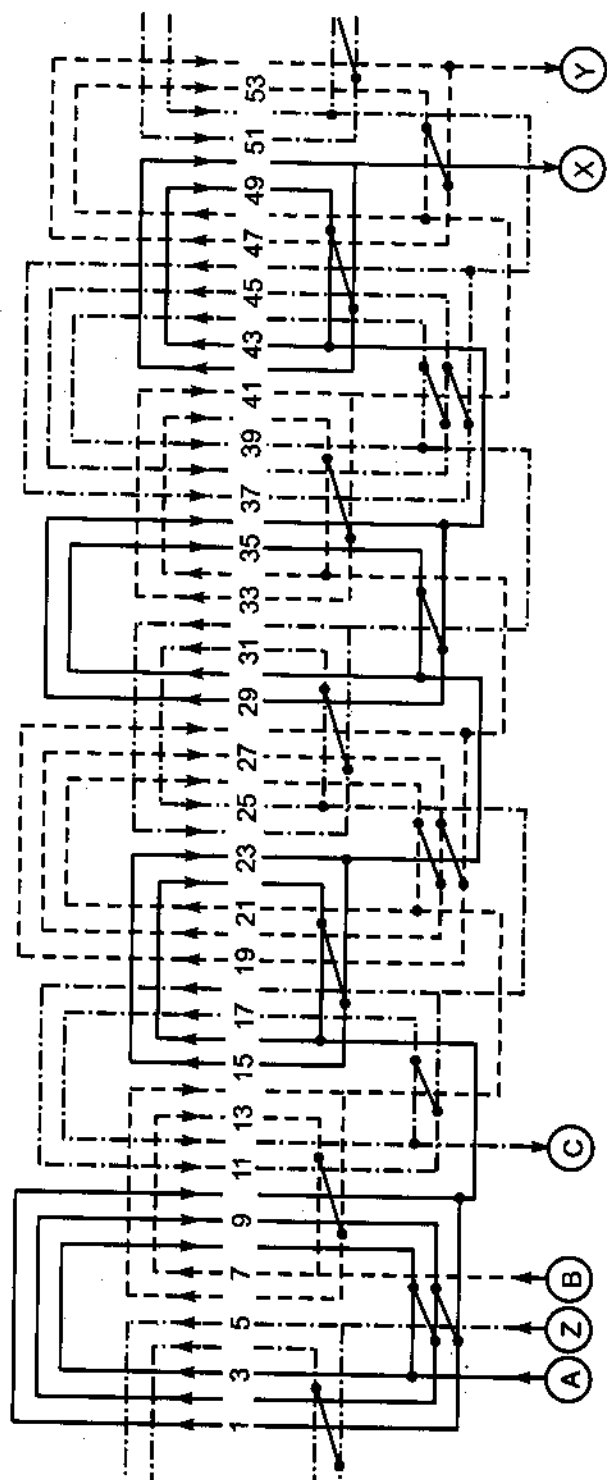


Hình 3-36. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm, động cơ điện ≈ 750 vg/phút
 $z = 48$; $2p = 8$; $q = 2$ (q là số nguyên).



Hình 3-37. Sơ đồ khai triển dây quấn 2 lớp, động cơ điện 3 pha ≈ 750 vg/phút

$$z = 54 ; 2p = 8 ; q = 2 \frac{1}{4} \text{ (q là phần số)}$$



Hình 3-38. Sơ đồ khai triển dây quấn đồng tâm, đồng cơ điện ≈ 750 vg/phút

$$z = 54 ; 2p = 8 ; q = 2 \frac{1}{4} \text{ (q là phân số)}$$

3-8. QUẮN ĐỘNG CƠ ĐIỆN NHIỀU TỐC ĐỘ

1. Khái niệm

Điều chỉnh tốc độ là một yêu cầu cần thiết khi đưa động cơ điện vào sử dụng ở những lĩnh vực khác nhau. Với động cơ điện 3 pha thì không dùng cách quấn thêm "cuộn dây số" để làm việc như quạt bàn 1 pha ; cũng không thể quấn thêm dây vào phần cảm hoặc nối tiếp diôt, hộp số để giảm tốc độ như các động cơ vạn năng dùng ở các máy may, máy xay...

Từ công thức $n_1 = \frac{60f}{p}$ ta thấy có 2 biện pháp :

a) Thay đổi tần số f của nguồn điện cung cấp để điều chỉnh tốc độ động cơ 3 pha. Đây là giải pháp hiện đại tuy đắt tiền, khó sử dụng nhưng có nhiều ưu điểm nhờ lắp thêm bộ biến tần để điều chỉnh tốc độ cho những máy dùng động cơ lồng sóc.

b) Thay đổi số đôi cực p cũng thay đổi được tốc độ rôto :

Trong một bộ dây quấn stato của động cơ điện không đồng bộ 3 pha rôto lồng sóc, nếu ta giảm số cực đi 1/2 thì tốc độ động cơ sẽ tăng lên 2 lần. Cũng bằng cách thay đổi số cực của dây quấn mà một động cơ có thể quay với 2 ÷ 3 tốc độ khác nhau. Phổ biến là động cơ 2 tốc độ theo tỷ số 2/1 như động cơ 4/2 cực, động cơ 8/4 cực, động cơ 12/6 cực... số đầu dây dẫn ra ngoài là 6 và chỉ sử dụng với một điện áp 3 pha (giả sử 3×380 V).

Trường hợp động cơ cần 4 tốc độ thường phải quấn 2 bộ dây, mỗi bộ có 2 tốc độ trên cùng một stato.

Ví dụ : Động cơ 4 tốc độ : 4/2 và 12/6 gồm có :

Một bộ dây để chạy với 2 tốc độ : 1500/3000 vòng/phút ; còn bộ dây kia để chạy 375/750 vòng/phút....

Một bộ dây với tỷ số 2/1 thì phải có một số đặc điểm :

– Số tổ nối dây trong một pha phải chẵn để có thể chia được hai phần đều nhau, để dàng chuyển từ đấu tam giác (Δ) nối tiếp sang đấu sao song song (Y/Y) hoặc ngược lại.

– Bước quấn phải chọn theo tốc độ cao (ít cực) dùng bước ngắn $y = 0,5 \tau \div 0,8 \tau$ để khi chuyển sang tốc độ thấp (nhiều cực) bước quấn sẽ là bước đủ hoặc bước dài.

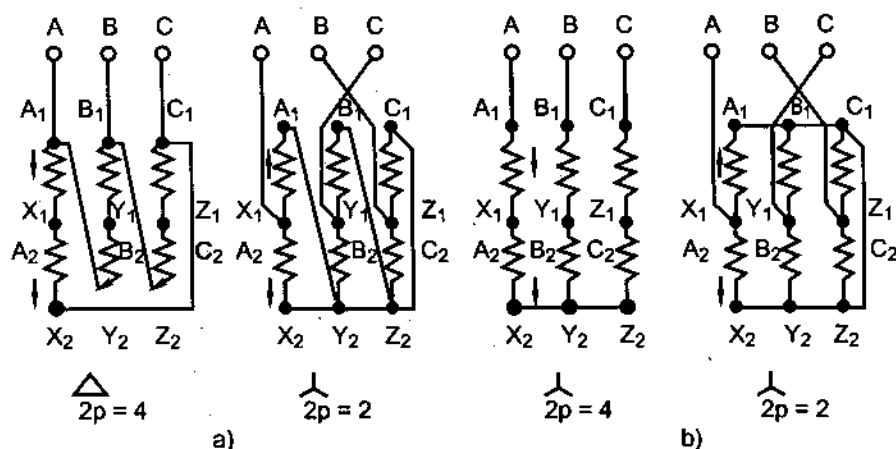
– Stato thường quấn theo kiểu hai lớp để có đường cong từ trường tốt với cả hai tốc độ.

– Trường hợp động cơ nhiều tốc độ có hai bộ dây thì phải chọn sơ đồ đấu dây hình sao (Y) để tránh tạo mạch vòng ngắn mạch khi bộ dây thứ hai làm việc, bộ dây kia không cấp điện.

2. Nguyên lý cấu tạo của bộ dây hai tốc độ

Ta biết rằng, số cực của bộ dây quấn 3 pha phụ thuộc vào bước quấn dây và sơ đồ đấu dây, với stato có một bộ dây nhưng phải có hai tốc độ theo tỷ số 2/1 nên chỉ có thể chuyển đổi số cực bằng cách đổi chiều dòng điện trong các tổ nối dây của stato (hình 3-39).

Nguyên tắc là chia mỗi pha ra làm hai phần : nếu chạy tốc độ chậm (số cực nhiều) thì hai phần này đấu dây cùng chiều : khi chạy tốc độ cao (số cực ít) thì một phần để nguyên chiều dòng điện cũ, còn phần kia sẽ đảo ngược chiều. Như vậy bộ dây cho 6 đầu dây ra bảng đấu dây.



Hình 3-39. Bảng đấu dây động cơ có 2 tốc độ

Khi chuyển từ tốc độ thấp sang tốc độ cao thì phải đổi chéo hai dây B và C ra bảng để động cơ vẫn quay đúng theo chiều cũ (cùng chiều).

Thường có hai cách đấu dây thông dụng, tùy theo cách tính toán thông số bộ dây theo yêu cầu sử dụng :

a) Tốc độ thấp, đấu tam giác nối tiếp (Δ) ; tốc độ cao đấu sao song song (Y/ Y). Từ đấu tam giác chuyển sang đấu sao song song được : tốc độ tăng 2 lần, mômen giảm đi chỉ còn một nửa, công suất coi như giữ nguyên (hình 3-39a).

b) Tốc độ thấp đầu sao nối tiếp, khi chuyển sang tốc độ cao đầu sao song song sẽ có : tốc độ tăng 2 lần, mômen không đổi và công suất tăng lên 2 lần (hình 3-39b).

3-9. VẼ SƠ ĐỒ QUẤN DÂY ĐỘNG CƠ 2 TỐC ĐỘ

1. Stato đầu tam giác nối tiếp hoặc song song

Động cơ nhãn hiệu Zapy (Pháp) 2 tốc độ.

- Điện áp 3 pha 220 V $F = 50$
 – Tốc độ 1430 vg/phút (Δ) $I = 9,2$ a
 $P = 3$ mã lực
 – Tốc độ 2900 vg/phút (Y Y) $I = 9,5$ A
 $P = 3$ mã lực

$z = 36$, dây quấn $d = 1,15$ mm $w = 19$ vòng 1 bin

– Quấn theo kiểu 2 lớp :

Bước quấn được chọn theo tốc độ cao $2p = 2$ lấy bước ngắn $y = 0,6 \tau$.
 Vậy số bin đầu nối tiếp trong một nhóm là (số rãnh dưới một cực của một pha theo công thức 3-2) :

$$q = \frac{36}{2.3} = 6 \text{ (quấn dính 6)}$$

Và bước quấn là (công thức 3-8) :

$$y = 0,6 \times (3 \times 6 + 1) = 11,4 \text{ lấy tròn } 11.$$

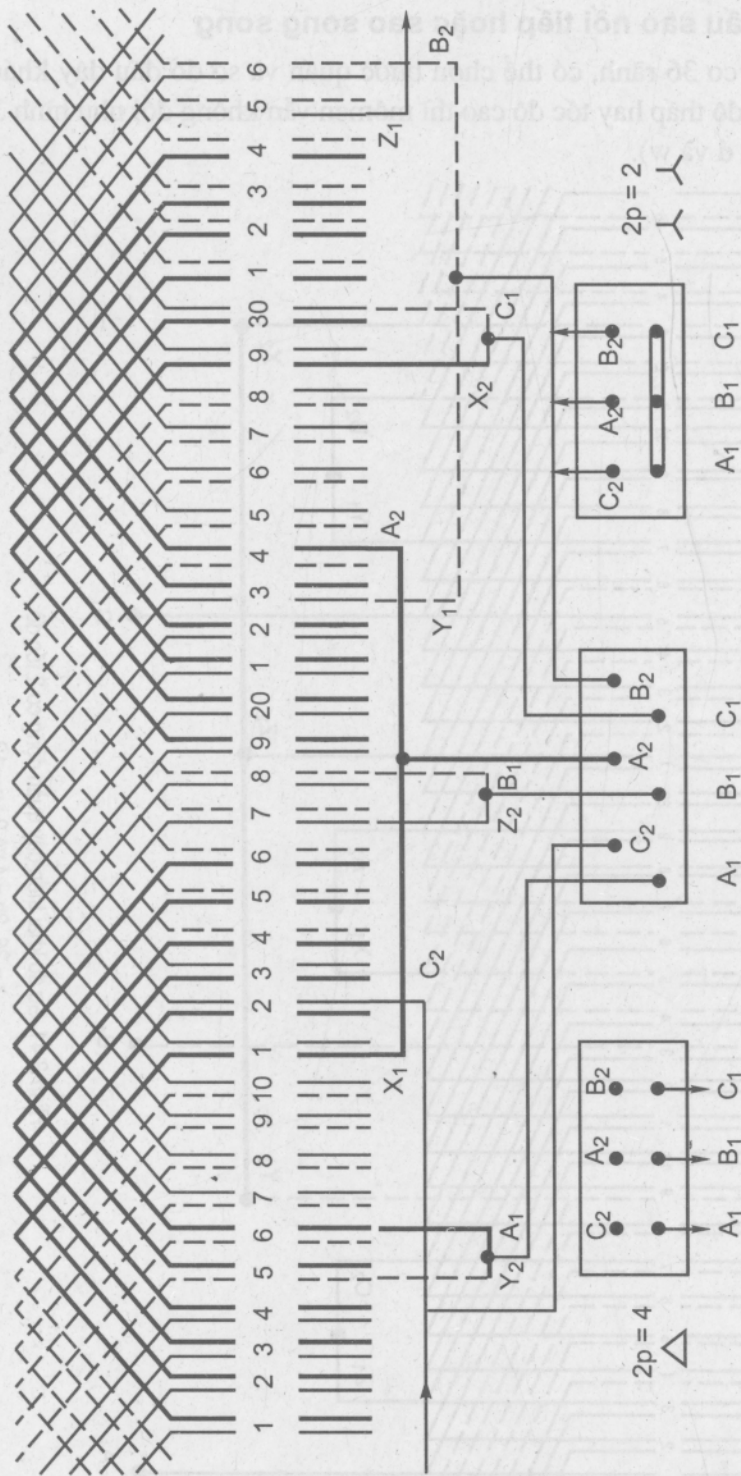
Chú ý khi nối dây : Sau khi vẽ sơ đồ theo kết quả trên hình 3-40 :

– Động cơ được đầu tam giác nối tiếp ngay trong bộ dây ($A_1 + Y_2$; $B_1 + Z_2$; $C_1 + X_2$) chỉ cho ra bảng đầu dây 6 đầu.

– Chạy tốc độ 1430 vg/phút, điện nguồn được nối vào 3 đôi dây A_1, B_1, C_1 (tam giác nối tiếp Δ).

– Khi cần tốc độ 2900 vg/phút ba cọc dây A_1, B_1, C_1 được gài lại với nhau để chạy sao song song (Y Y). Điện nguồn được nối vào 3 điểm A_2, B_2, C_2 (để đổi chiều dòng điện trong 1/2 số bin dây).

– Động cơ chỉ sử dụng được ở lưới điện 3 pha có điện áp dây $U_d = 200V$; muốn dùng nó vào nguồn điện máy phổ thông hiện nay, phải tính toán lại bộ dây cho phù hợp với $U_d = 380V$ (mục 3-12).

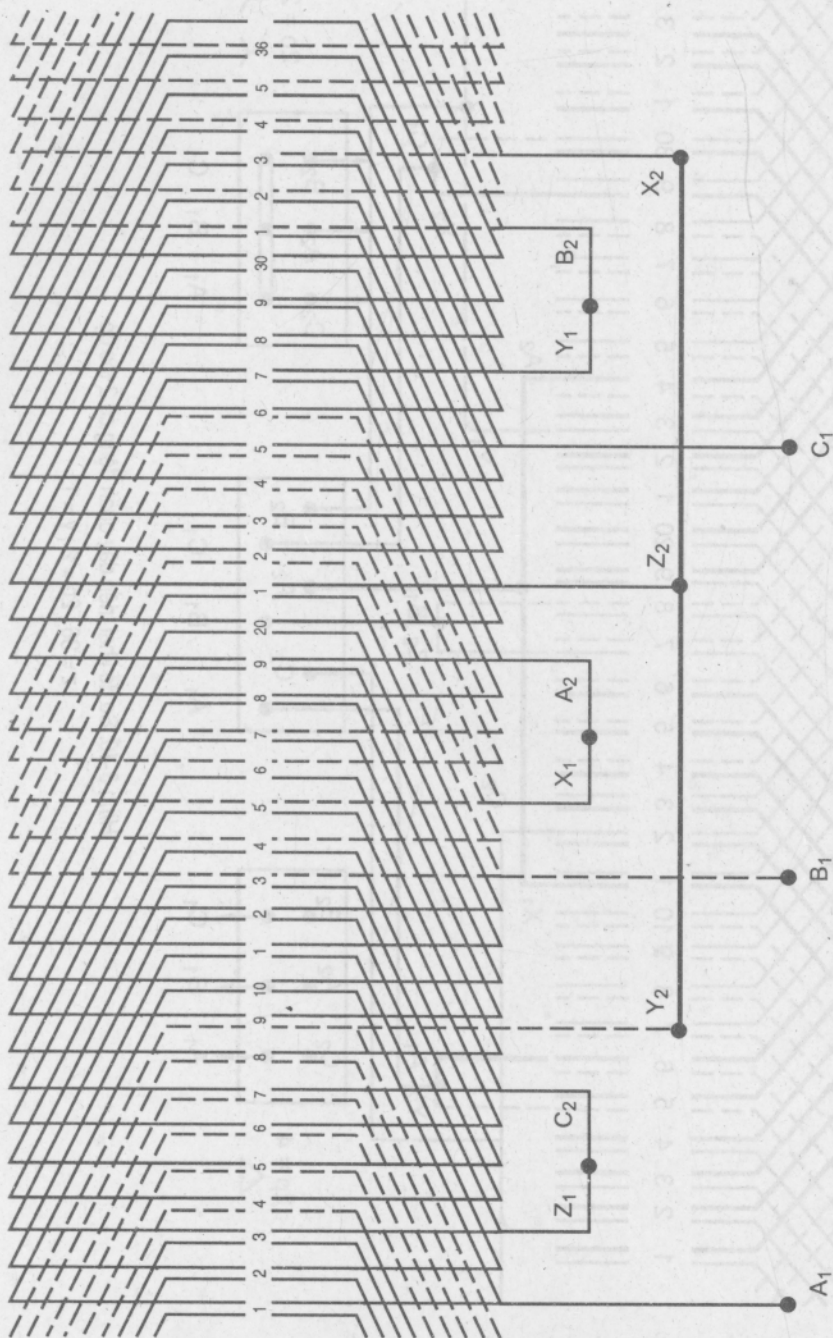


Hình 3-40. Sơ đồ khai triển dây quấn động cơ 2 tốc độ

$z = 36; 2p = 2; y = 11$

2. Stato đầu sao nối tiếp hoặc sao song song

Cùng động cơ 36 rãnh, có thể chọn bước quấn và sơ đồ đấu dây khác để đủ chạy với tốc độ thấp hay tốc độ cao thì mômen vẫn không đổi như hình 3-41 (phải tính lại cả d và w).



Hình 3-41. Sơ đồ khai triển dây quấn động cơ 2 tốc độ
 $z = 36, 2p = 4$ và $2; y = 10$

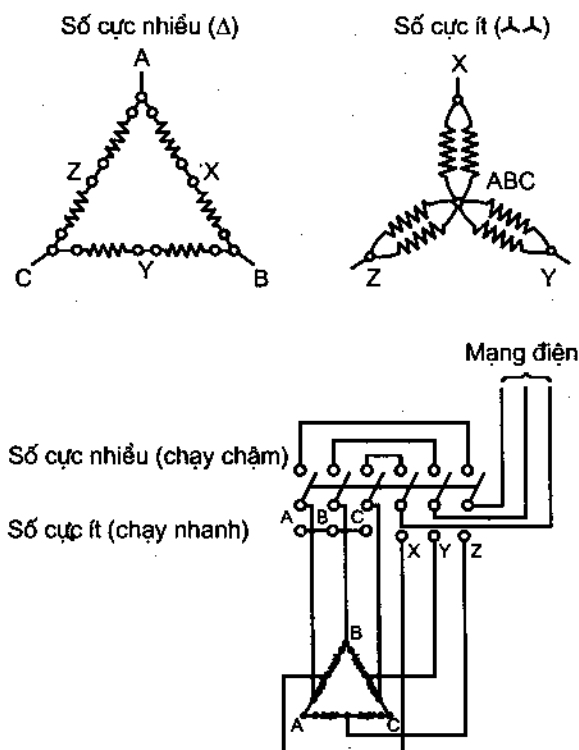
Số bin đầu nối tiếp trong một nhóm vẫn là $q = 6$ (dính 6) còn bước quấn khi chạy với tốc độ cao chỉ dùng bước ngắn 50%. Vậy theo công thức 3-8 sẽ có :

$$y = 0,5 (3 \times 6 + 1) = 9,5 \text{ lấy tròn } 10.$$

Động cơ được đấu hình sao ngay trong bộ dây (các đầu dây X_2 ; Y_2 , Z_2 được nối chum lại) chỉ cho ra bảng đấu dây 6 đầu.

3-10. DÙNG CẦU DAO ĐẢO CHIỀU ĐỂ CHUYỂN ĐỔI TỐC ĐỘ CỦA ĐỘNG CƠ

Trong máy công cụ sử dụng bộ khống chế hình cam (có tần số đóng, cắt vài nghìn lần/giờ) để đổi tốc độ như hình 3-44 hoặc dùng khởi động từ và role để tự động thay đổi tốc độ.



Hình 3-42. Nối dây vào cầu dao đảo chiều Δ/Y

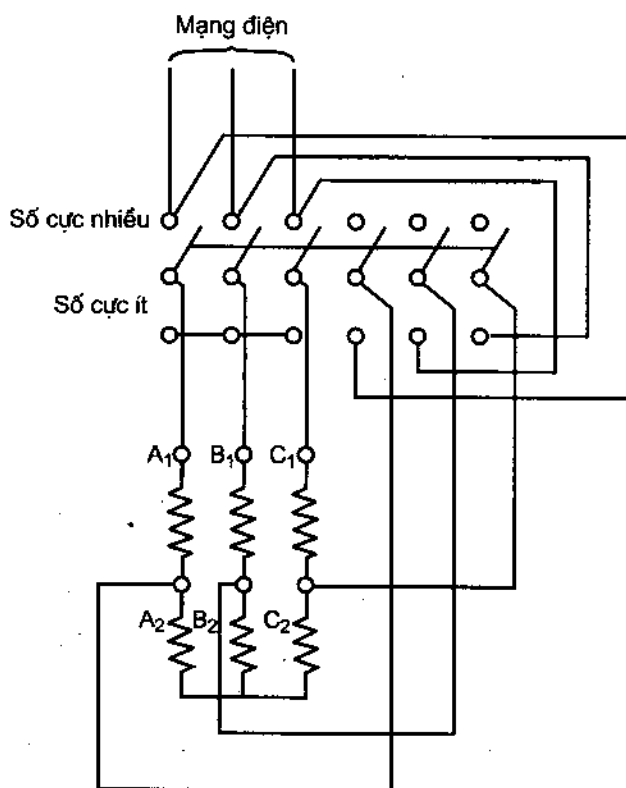
Đơn giản nhất là dùng cầu dao đảo chiều có 6 cực để chạy nhanh hoặc chạy chậm.

– Động cơ 2 tốc độ hình 3-40 được nối vào cầu dao như hình 3-42. Chạy máy tốc độ thấp 1430 vg/phút : đóng cầu dao lên trên để stato đấu tam giác nối tiếp. Cần chạy tốc độ cao : ấn cầu dao xuống dưới để stato nối sao song song, động cơ sẽ quay 2900 vg/phút.

– Động cơ 2 tốc độ ở hình 3-41 được nối vào cầu dao như hình 3-43.

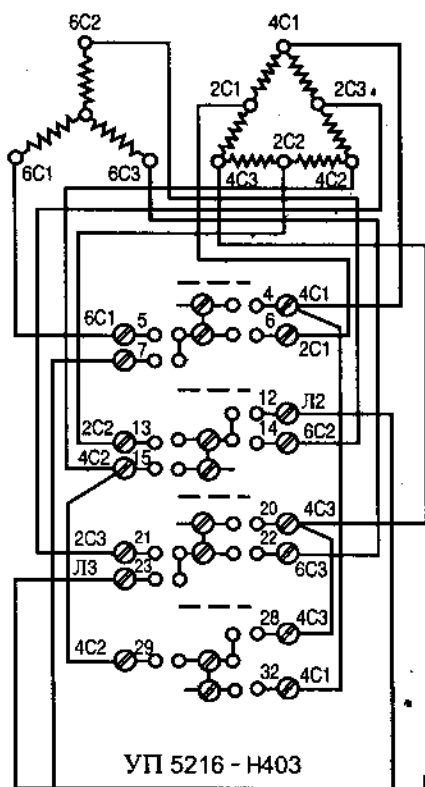
Chạy 4 cực tốc độ 1450 vg/phút (cầu dao được đóng lên trên), điện nguồn được cấp vào 3 dây A_1 , B_1 , C_1 động cơ được đấu sao nối tiếp, công suất thấp và tốc độ cũng thấp.

Khi cần chạy ở tốc độ cao, công suất cao thì ấn cầu dao xuống dưới, điện nguồn được đưa vào ba dây A_2 , B_2 , C_2 (3 điểm giữa) còn ba dây A_1 , B_1 , C_1 được đấu chụm lại để stato chuyển sang nối sao song song, chạy 2 cực tốc độ 2900 vg/phút.

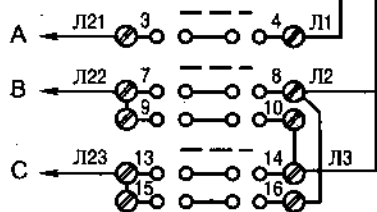


Hình 3-43. Nối dây vào cầu dao đảo chiều 人 / 人 人

BỘ DÂY ĐỘNG CƠ



YП 5216 - H403



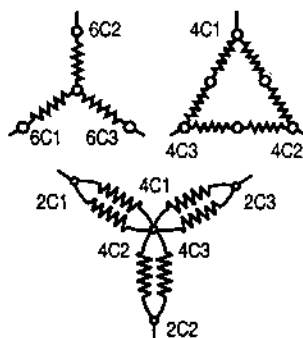
YП 5208 - C460

VII 5216 SƠ ĐỒ BỘ ĐIỀU KHIỂN

	NN	Đầu dây	CÁC VỊ TRÍ												
			-135°	-90°	-45°	0	+45°	+90°	+135°	+180°					
			0	I	0	II	0	III	0						
			CKOP	CKOP	CKOP	CKOP	CKOP	CKOP	CKOP						
			K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K	
I															
II	4					X									
III	5 6		X					X							
IV	7		X		X		X								
V															
VI	12		X		X		X								
VII	13 14		X					X							
VIII	15				X										
IX															
X	20					X									
XI	21 22		X					X							
XII	23		X		X		X								
XIII															
XIV	28								X						
XV	29							X							
XVII	32								X						

I	NN	Đầu dây		VỊ TRÍ				
				-45°		0	+45°	
		đầu		cuối				
		K	K	K	K	K	K	K
I								
II	3 4	X	X			X	X	
III								
IV	7 8					X	X	
V	9 10	X	X					
VI								
VII	13 14					X	X	
VIII	15 16	X	X					

CÁCH NỐI DÂY



Hình 3-44. Chạy động cơ tốc độ bằng bộ khống chế hình cam

3-11. VẼ SƠ ĐỒ QUẤN DÂY ĐỘNG CƠ NHIỀU TỐC ĐỘ

1. Khái niệm

Động cơ 2 tốc độ quấn 1 bộ dây chung thì ít nhất phải có 6 đầu dây cho ra hộp đầu dây. Những động cơ 2 tốc độ mà tỷ số không phải là 2/1 ; chẳng hạn động cơ 6/4 cực (1000 và 1500 vg/phút) ở hình 3-45 có tới 18 đầu dây nối ra bảng đầu dây. Động cơ 2 tốc độ 8/6 cực (750 và 1000 vg/phút) ở hình 3-46 cũng phải có 15 đầu dây nối ra hộp đầu dây.

Những động cơ 3 tốc độ dùng 2 bộ dây cùng trong một stato thường có 9 đầu dây ra ngoài như sơ đồ hình 3-44 (động cơ Liên Xô cũ) gồm :

– Bộ dây thứ nhất 6 cực, đầu sao có 3 dây ra là $6C_1$, $6C_2$, $6C_3$ dùng cho tốc độ ≈ 1000 vg/phút.

– Bộ dây thứ hai có 4 và 2 cực để chạy tốc độ 1500 vg/phút và 3000 vg/phút gồm 6 đầu dây ra là $4C_1$, $4C_2$, $4C_3$ và $2C_1$, $2C_2$, $2C_3$.

Động cơ 3 tốc độ chỉ dùng một bộ dây ở stato đầu nối tiếp thành một vòng và số đầu dây cho ra ngoài phải có từ 15 đầu dây trở lên.

2. Sơ đồ quấn stato có 1 bộ dây 3 tốc độ

Công thức tính số lượng đầu dây N cho ra ngoài :

$$N = \frac{2p \times 3}{2}$$

Khoảng cách X giữa 2 đầu dây là :

$$X = \frac{z}{N}$$

Trong đó : z tổng số rãnh của động cơ

X là khoảng cách tính bằng rãnh giữa 2 đầu dây cho ra ngoài.

Ví dụ : Vẽ sơ đồ quấn dây của động cơ có một bộ dây với 3 tốc độ 750 vg/phút, 1000 vg/phút và 1500 vg/phút.

Vậy động cơ phải có bộ dây thoả mãn cả 3 trường hợp :

$$2p = 8 ; 2p = 6 \text{ và } 2p = 4 \text{ (hình 3-47)}$$

a) Với $2p = 8$ thì phải có $N = \frac{8 \times 3}{2} = 12$ đầu dây nên các đầu dây sẽ cách nhau :

$$X = \frac{z}{N} = \frac{36}{12} = 3 \text{ rãnh.}$$

Do đó, các đầu dây ra phải nằm ở các rãnh số : 1, rãnh số 4 ($1 + 3 = 4$), rãnh số 7 ($4 + 3 = 7$), rãnh số 10 ($7 + 3 = 10$) v.v...

Vậy, với 8 cực thì có 12 đầu dây ra từ các rãnh số : 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31 và 34.

Điện 3 pha vào bộ dây và cách nối như hình 3-47d.

b) Với $2p = 6$ thì phải có : $N = \frac{6 \times 3}{2} = 9$ đầu dây

Và các đầu dây sẽ cách nhau : $X = \frac{z}{N} = \frac{36}{9} = 4$ rãnh.

Do đó các đầu dây ra phải nằm ở các rãnh số 1, rãnh số 5 ($1 + 4 = 5$), rãnh số 9 ($5 + 4 = 9$) v.v...

Như vậy, với 6 cực thì có 9 đầu dây ra từ các rãnh số 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29 và 33.

Điện 3 pha vào bộ dây và cách nối như hình 3-47c.

c) Với $2p = 4$ thì phải có : $N = \frac{4 \times 3}{2} = 6$ đầu dây

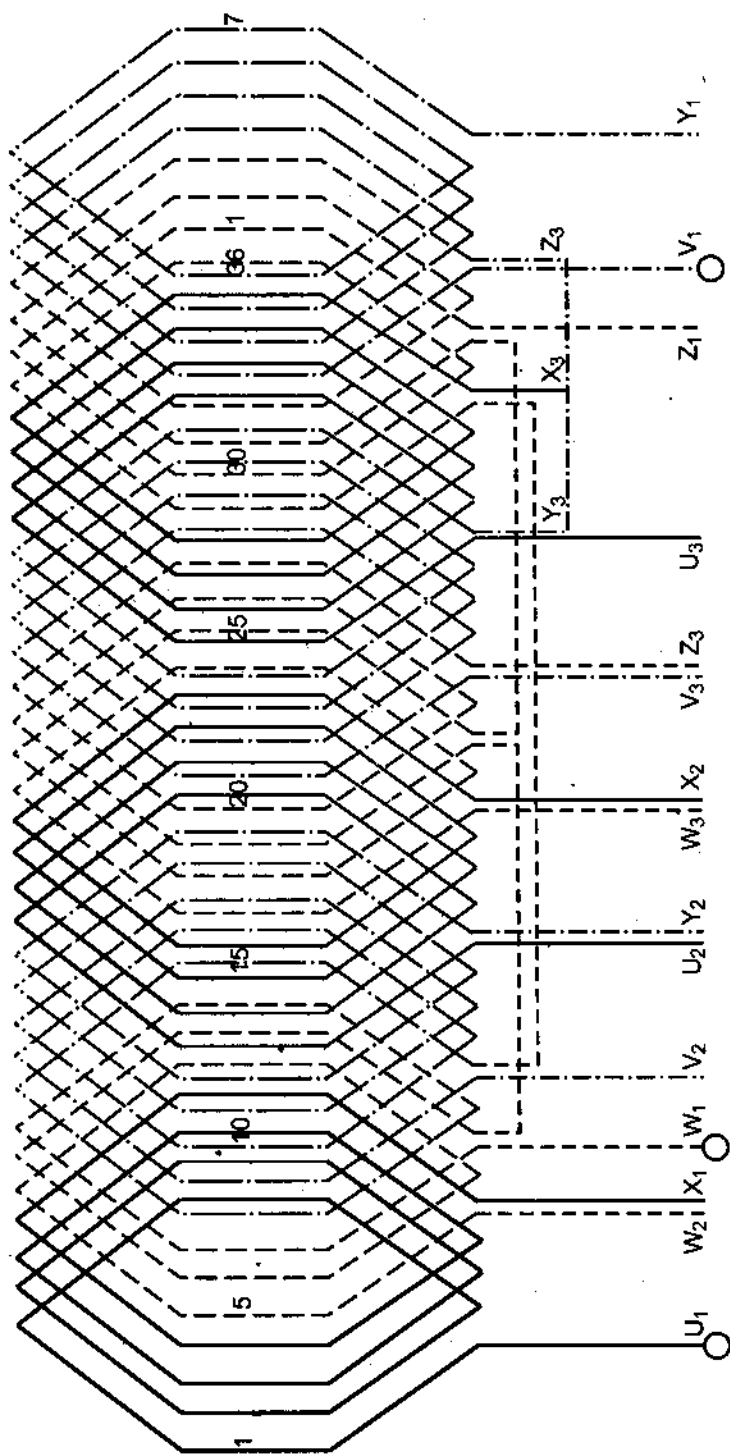
và các đầu dây sẽ cách nhau : $X = \frac{z}{N} = \frac{36}{6} = 6$ rãnh

Do đó các đầu dây ra sẽ nằm ở các rãnh số : 1, rãnh số 7 ($1 + 6 = 7$), rãnh số 13 ($7 + 6 = 13$) v.v...

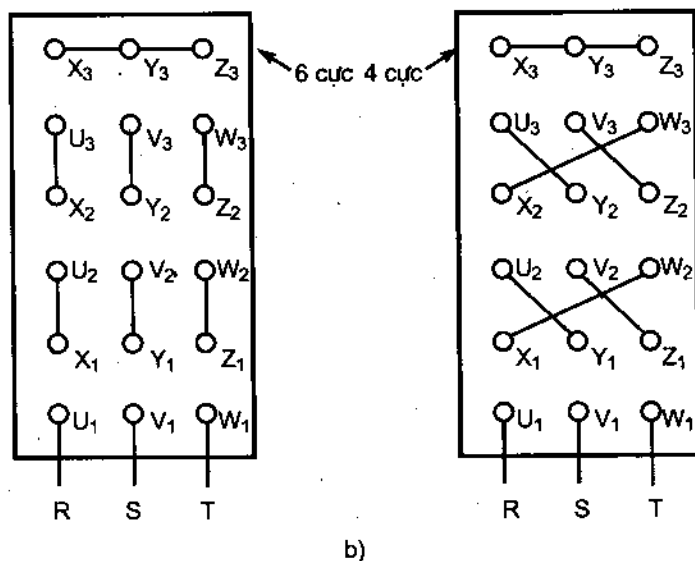
Điện 3 pha A, B, C vào bộ dây và nối như hình 3-47b.

Tổng hợp cả 3 loại tốc độ với $2p = 8$; $2p = 6$ và $2p = 4$, bộ dây sẽ có sơ đồ chung (hình 3-47a) gồm 18 đầu dây ra hộp đầu dây.

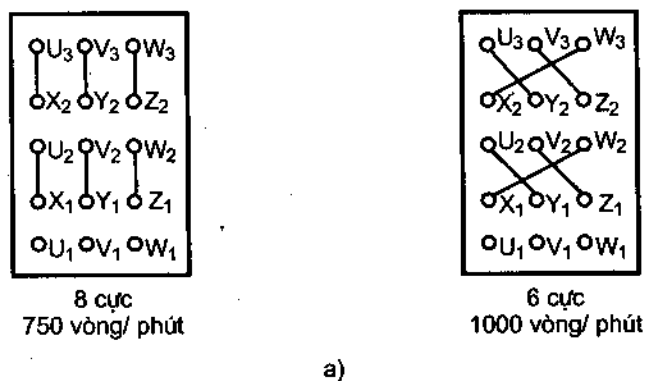
Sơ đồ trái sử dụng 12 đầu dây nối như hình 3-47d để vận hành với $2p = 8$, tốc độ đồng bộ 750 vg/phút.



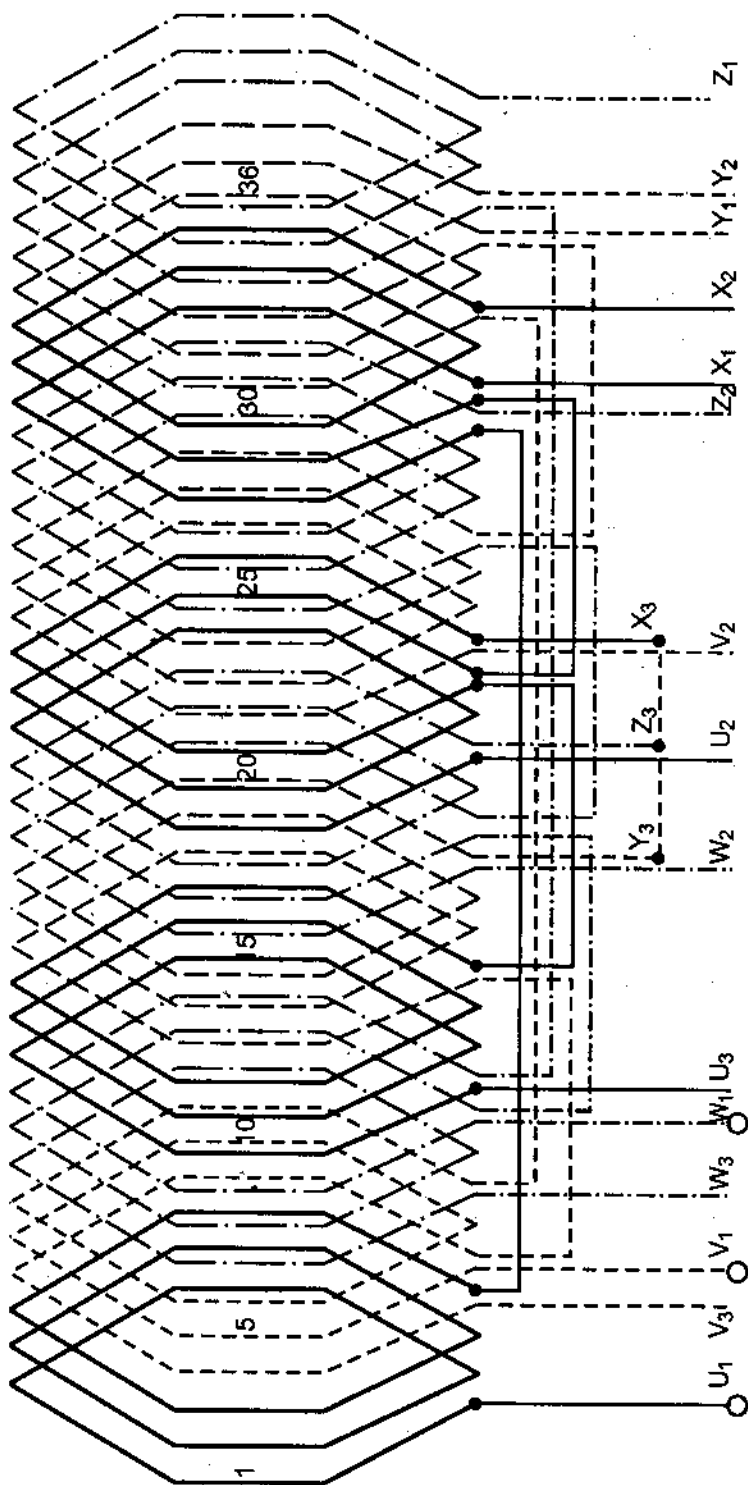
Hình 3-45a. Sơ đồ dây quấn 2 lớp động cơ điện 2 tốc độ $\frac{b}{4}$
 $z = 36$; $2p = 6$ (1000 vg/phút) và $2p = 4$ (1500 vg/phút)



Hình 3-45b. Sơ đồ nối bằng đầu dây để chạy từng tốc độ
1000 vg/phút và 1500 vg/phút.

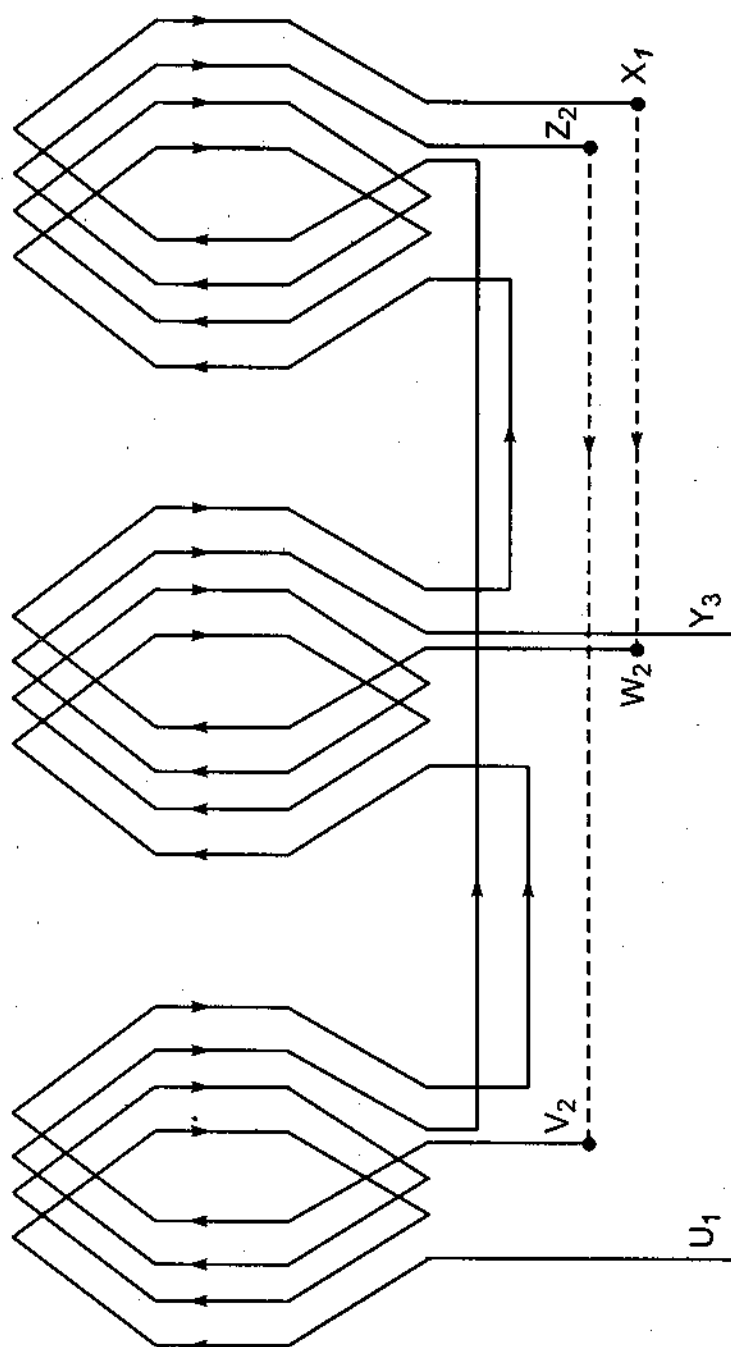


Hình 3-46a. Sơ đồ nối bằng đầu dây để chạy từng tốc độ
750 vg/phút và 1000 vg/phút

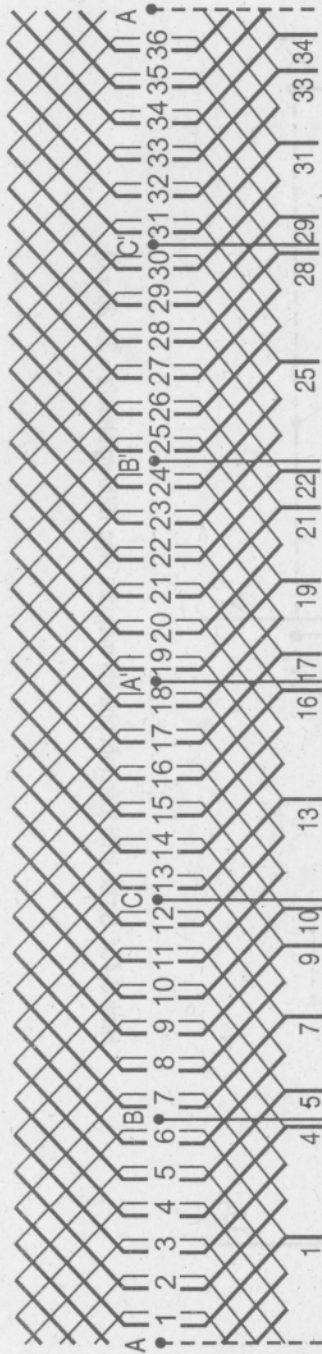


Hình 3-46b. Sơ đồ dây quấn 2 lớp động cơ điện 2 tốc độ 8/6

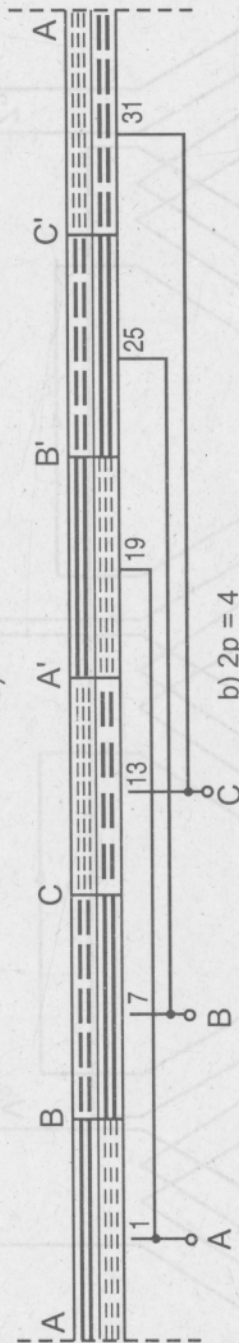
$z = 36$; $2p = 8$ (750 vg/phút) và $2p = 6$ (1000 vg/phút)



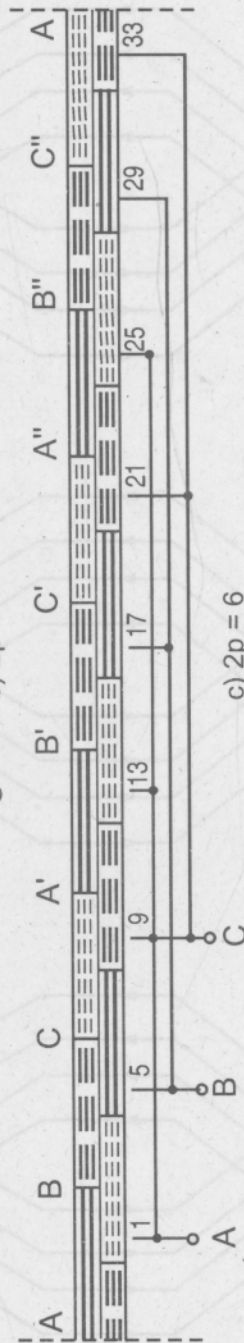
Hình 3-46c. Sơ đồ khai triển một pha khí máy làm việc 1000 vg/phút ($z = 36$, $2p = 6$)



a)



b) $2p = 4$

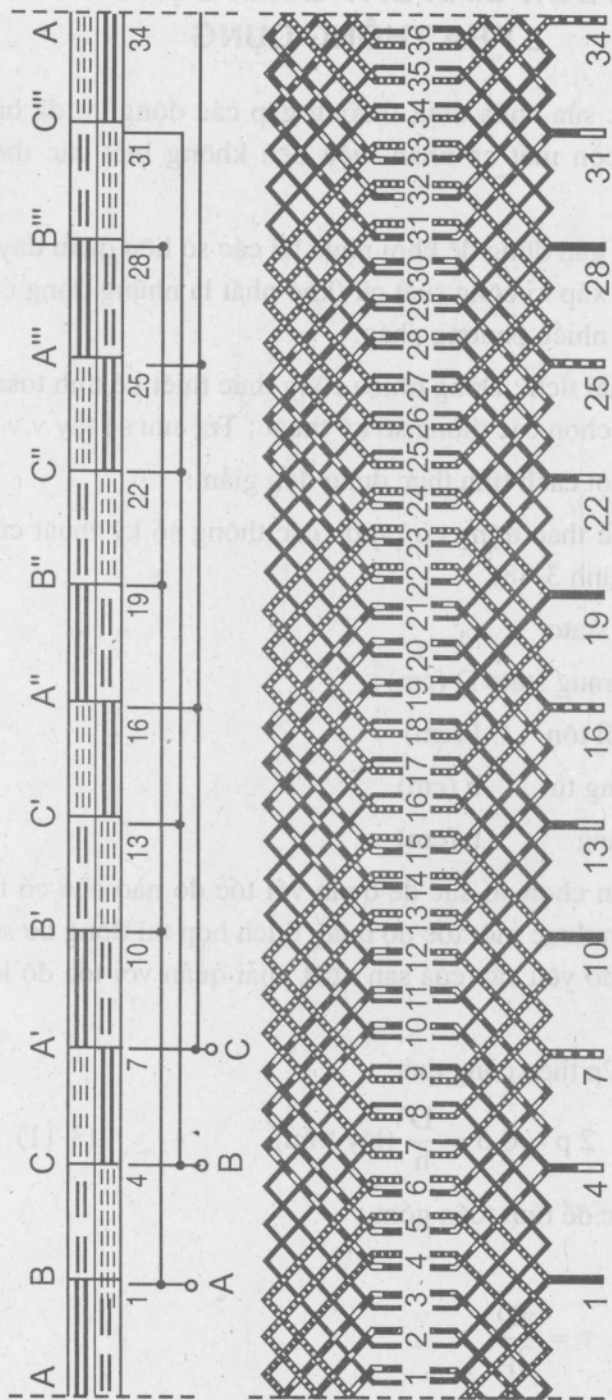


c) $2p = 6$

Hình 3-47. a) Sơ đồ chung dây quần động cơ 3 tốc độ $2p = 8/6/4$.

b) Sơ đồ nối dây khi sử dụng tốc độ 1500 vòng/phút ($2p = 4$).

c) Sơ đồ nối dây khi sử dụng tốc độ 1000 vòng/phút ($2p = 6$).



d) $2p = 8$

Hình 3-47d. Sơ đồ khai triển và sơ đồ nối dây khi sử dụng tốc độ 750 vg/phút ($2p=8$)

3-12. TÍNH ĐƠN GIẢN DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ ĐIỆN 3 PHA THÔNG DỤNG

Trong công tác sửa chữa điện thường gặp các động cơ đã bị tháo mất dây quấn, có khi còn mất cả nhãn hiệu nên không biết các thông số kỹ thuật cũ.

Muốn xác định gần đúng để khôi phục lại các số liệu quấn dây cho động cơ làm việc tốt, đạt xấp xỉ công suất cũ (khó nhất là những động cơ sản xuất gần đây) thường có nhiều phương pháp.

Phương pháp giải tích ; Dùng nhiều công thức thiết kế tính toán sửa chữa hoặc theo đồ thị để chọn các thông số kỹ thuật ; Tra cứu sổ tay v.v...

Ở đây đưa ra một cách tính thực dụng đơn giản :

1. Đầu tiên phải tháo động cơ ra, đo các thông số kỹ thuật của lõi thép stato để xác định (hình 3-48).

- Tổng số rãnh stato z_1
- Đường kính trong stato D (cm)
- Chiều dài khối tôn l (cm)
- Chiều cao gông từ h (cm)
- Chiều rộng răng b (cm)

2. Tiếp theo cần chọn số cực để quấn với tốc độ nào cho có lợi nhất về công suất ; khi chọn được một tốc độ quay thích hợp thì động cơ sẽ đạt công suất lớn nhất (nếu do yêu cầu của sản xuất phải quấn với tốc độ khác, công suất sẽ giảm).

- Chọn số cực $2p$ theo công thức :

$$2p \approx 0,5 = \frac{D}{h} \text{ (lấy tròn)} \quad (3-11)$$

- Các công thức để tính toán gồm :

- + Bước cực :

$$\tau = \frac{\pi D}{2p}$$

- + Diện tích bước cực $Q_b = \tau.l$ (3-12)

$$+ \text{Diện tích gông từ } Q_g = h.1 \quad (3-13)$$

$$+ \text{Diện tích răng stato } Q_r = 3q. b.1 \quad (3-14)$$

3. Số vòng dây quấn của 1 pha wp tính như sau :

$$w_p = \frac{68,6 \times U}{k \times B_k \times Q_b} \quad (3-15)$$

Tính được số vòng dây đầu nối tiếp của 1 pha đem nhân với 6 (3 pha $\times$ 2 cạnh = 6) rồi chia cho z sẽ được số sợi dây ở một rãnh.

Trong công thức : U là điện áp của 1 pha khi đấu tam giác (Δ), tính bằng vôn.

k là hệ số quấn dây nếu :

$$q = 2 \text{ và } 3 \text{ thì lấy } k = 0,966 \text{ và } 0,96$$

$$q = 4 \text{ thì lấy } k = 0,958$$

$$q = 5 \text{ thì lấy } k = 0,957$$

$$q = 6 \text{ sẽ lấy } k = 0,956$$

B_k là cảm ứng từ trong khe hở không khí lấy từ 0,3 đến 0,9 Tesla (chỉ tiết ở bảng 5).

Tính được số vòng trong một pha ở trên, phải quy tròn để chia chẵn với z/6.

4. Kiểm tra độ cảm ứng từ trong gông, trong răng stato, độ cảm ứng từ trong khe hở không khí phải nằm trong phạm vi cho phép ở bảng 5.

Nếu kết quả lớn hơn số liệu trong bảng thì phải tăng số vòng dây w_p , ngược lại, cả 3 trị số đều nhỏ hơn số liệu này cần phải rút bớt số vòng w_p cho đến khi đạt yêu cầu.

Kiểm tra bằng các công thức sau :

$$B_k = \frac{1,57 \times 10^4}{Q_b \times w_p} \quad [T] \quad (3-16)$$

$$B_g = \frac{0,5 \times 10^4}{Q_b \times w_p} \quad [T] \quad (3-17)$$

$$B_r = \frac{Q_b}{Q_r} \times B_k \quad [T] \quad (3-18)$$

Bảng 5. PHỤ TẢI ĐIỆN TỪ VÀ PHỤ TẢI ĐƯỜNG

(Động cơ kín, có thông gió)

Các chỉ tiêu	Công suất (kW)		
	Từ 0,1 đến 1	Từ 1 đến 10	Từ 10 đến 100
B_k [T]	0,3 ÷ 0,6	0,6 ÷ 0,8	0,7 ÷ 0,9
B_g [T]	1 ÷ 1,4	1,1 ÷ 1,5	1,2 ÷ 1,5
B_r [T]	1,3 ÷ 1,5	1,4 ÷ 1,6	1,4 ÷ 1,8
A (A/cm)	100 ÷ 200	200 ÷ 300	250 ÷ 400

5. Tính tiết diện dây theo công thức

$$S = \frac{I}{J} \quad (3-19)$$

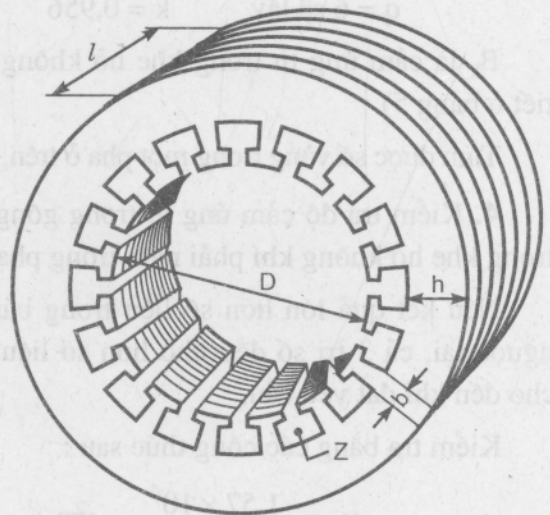
Căn cứ vào dòng điện I (A) và mật độ dòng điện J (A/mm²) để tính ra tiết diện dây quấn :

Những động cơ kiểu kín cỡ trung bình có thông gió ngoài thì lấy J từ 3-4 A/mm² ; động cơ kiểu bảo vệ có thông gió dọc lấy J từ 4 ÷ 5,5 A/mm². Nếu động cơ không có thông gió chỉ lấy đến 3 A/mm².

Những động cơ mát nhân thì phải tính được công suất biểu kiến S (để từ đó tìm ra I).

Theo công thức "Acnôn" như sau :

$$S = \frac{D^2 \times l \times n \times k \times A \times B_k}{8,6 \times 10^7} \text{ [kVA]} \quad (3-20)$$



Hình 3-48

Đo kích thước stator để tính dây quấn

Ví dụ : Một động cơ không đồng bộ mất nhãn hiệu và dây quấn, cần phục hồi để chạy với điện 3 pha 220V/380V (kiểu kín có thông gió ngoài).

Tháo ra kiểm tra stato (hình 3-48) có $z_1 = 36$.

Đường kính trong stato : $D = 11,2 \text{ cm}$

Chiều dài lõi tôn : $l = 11,5 \text{ cm}$

Chiều cao gông từ : $h = 1,5 \text{ cm}$

Chiều rộng răng : $b = 0,48 \text{ cm}$

– Số cực của động cơ (nên chọn để được $P_{\max}$) tính theo công thức (3-11).

$$2p = 0,5 \times \frac{11,2}{1,5} \approx 3,8, \text{ lấy tròn 4 cực.}$$

– Bước cực :

$$\tau = \frac{3,14 \times 11,2}{4} = 9,03 \text{ cm}$$

– Diện tích bước cực $Q_b = 9,03 \times 11,5 = 103,8 \text{ cm}^2$

– Diện tích gông từ $Q_g = 1,5 \times 11,5 = 17,25 \text{ cm}^2$

– Diện tích răng $Q_r = 3 \times 3 \times 0,48 \times 11,5 = 49,68 \text{ cm}^2$

Ở đây lấy $q = 3$ vì theo công thức 2-3 có

$$q = \frac{36}{4 \times 3} = 3$$

a) Tính số vòng dây

Tính số vòng dây quấn của 1 pha theo công thức 3-15 là :

$$w_p = \frac{68,6 \times 220}{0,96 \times 0,7 \times 103,8} = 216,36 \text{ (lấy tròn 216)}$$

(Chọn $k = 0,96$ và $B_k = 0,7 \text{ T}$)

Vậy số sợi dây quấn trong một rãnh :

$$n = \frac{6.w}{z} = \frac{6 \times 216}{36} = 36 \text{ sợi}$$

Kiểm tra : Cảm ứng từ trong khe hở không khí (công thức 3-16).

$$B_k = \frac{1,57 \times 10^4}{103,8 \times 216} = 0,7 \text{ Tesla} < 0,8$$

– Cảm ứng từ trong gông (công thức 3-17) :

$$B_g = \frac{0,5 \times 10^4}{17,25 \times 216} = 1,34 \text{ Tesla} < 1,5$$

– Cảm ứng từ trong răng stato (công thức 3-18) :

$$B_r = \frac{103,8}{49,68} \cdot 0,7 = 1,57 \text{ Tesla} < 1,6$$

Như vậy cả ba trị số B_k , B_g và B_r đều nằm trong giới hạn quy định ở bảng 5 ; vậy số vòng $w_p = 216$ đã tính sơ bộ, coi như thích hợp.

Lưu ý là có nhiều trường hợp khi kiểm tra mà một trong 3 trị số này cao quá hoặc thấp quá đều phải chọn lại để tìm ra tỷ lệ thích hợp giữa phụ tải điện và phụ tải từ trong máy : Nếu số vòng quấn nhiều quá thì phụ tải từ sẽ giảm xuống, còn phụ tải điện lại quá cao, máy yếu và nóng dây ; ngược lại nếu vòng dây quấn ít thì các phụ tải từ sẽ lớn quá và phụ tải điện sẽ không đủ cũng làm cho máy nóng và cháy.

b) Tính cỡ dây

Đầu tiên phải tính được công suất biểu kiến của động cơ (từ đó tìm ra dòng điện I mỗi pha) theo công thức 3-20 ; (lấy $n = 1500$ vg/phút ; $k = 0,96$; $A = 240$; $B_k = 0,7$ Tesla).

$$S = \frac{11,2^2 \times 11,5 \times 1500 \times 0,96 \times 240 \times 0,7}{8,6 \times 10^7} = 4 \text{ kVA (4000VA)}$$

Dòng điện trong mỗi pha khi đấu hình sao với $U = 380 \text{ V}$

$$I = \frac{S}{U \times \sqrt{3}} = \frac{4000}{380 \text{ V} \times 1,73} = 6 \text{ A}$$

Tiết diện dây theo công thức 3-19 là (lấy $J = 5,4$) :

$$S = \frac{I}{j} = \frac{6,0}{5,4} \approx 1,13 \text{ mm}^2$$

Tra bảng 13 tìm ra được cỡ dây quấn $d = 1,2 \text{ mm}$.

c) Công suất trên trục động cơ tính như sau

$$P_2 = S \times \cos \varphi \times \eta$$

Với động cơ 3 pha không đồng bộ, tốc độ quay 1500 vg/phút từ 1-100 kW thì hệ số công suất $\cos \varphi = 0,7 \div 0,9$ và hiệu suất cũng đạt tương tự.

Nếu lấy $\cos \varphi = 0,84$ và $\eta = 9,835$ thì công suất sẽ đạt được :

$$P_2 = 4 \times 0,84 \times 0,835 = 2,8 \text{ kW}$$

Ở thí dụ này động cơ 36 rãnh được quấn đồng khuôn theo sơ đồ hình 3-23, vậy phải quấn 18 bin, mỗi bin 36 vòng bằng dây $\Pi \text{B-2 } d = 1,2 \text{ mm}$.

Nên kiểm tra thực tế trước, quấn một bin nhét vào rãnh xem có vừa không ; nếu đầy quá hoặc vơi quá thì có thể điều chỉnh cỡ dây bé hơn hoặc to hơn một cấp nhưng vẫn phải đảm bảo đúng 36 sợi (vòng) một rãnh, như kết quả tính được ở mục a.

Có thể kiểm tra hệ số lấp đầy rãnh $k_z = \frac{S_d}{S_r}$ để biết dây có cho vừa vào rãnh hay không.

Trong đó :

S_d là tổng tiết diện dây trong một rãnh.

S_r là tiết diện của một rãnh do thực tế (phải tính).

Rãnh hình thang (góc vè tròn) quấn một lớp thì lấy :

$$k_z = 0,30 \div 0,40$$

Rãnh ô van (đáy và đỉnh tròn) quấn một lớp thì lấy :

$$k_z = 0,35 \div 0,45$$

Nếu quấn hai lớp thì hệ số này phải rút bớt đi một ít (0,05) để không bị đầy, khó lồng dây vào rãnh.

3-13. QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ LỒNG SÓC SANG TỐC ĐỘ KHÁC

Muốn quấn lại động cơ điện 3 pha sang tốc độ khác để đáp ứng yêu cầu sử dụng thì phải thay đổi số cực cũ của dây quấn stato sang số cực mới theo công thức 3-1. Vì vậy, phải bố trí lại toàn bộ dây quấn gồm : Bố trí bước quấn và đầu dây (mục 3-6) ; tính toán lại số vòng dây mỗi pha, mỗi bin và cỡ dây mới căn cứ vào quy cách dây đã quấn cũ (không cần tính lại toàn bộ như mục 3-12).

Đầu tiên phải xét đến tỷ lệ giữa số rãnh của stato Z_1 với số rãnh rôto Z_2 có thích hợp với số cực mới không, nếu không thì động cơ vận hành có thể không khởi động được hoặc khởi động rất yếu ; trong quá trình làm việc bình thường hoặc cả trong lúc khởi động động cơ sẽ kêu to. Để tránh các hiện tượng này, trước khi quấn sang tốc độ mới cần kiểm tra theo 4 yêu cầu sau :

$$1. \quad Z_2 \neq Z_1 ; \quad Z_2 \neq Z_1 \pm p ; \quad Z_2 \neq Z_1 \pm 2p$$

$$2. \quad Z_2 \neq 1/2 Z_1 ; \quad Z_2 \neq 1/2 Z_1 \pm p$$

$$3. \quad Z_2 \neq 2Z_1 ; \quad Z_2 \neq 2Z_1 \pm 2p$$

$$4. \quad \frac{Z_2}{2p} \neq \text{số 4-7 và 10}$$

$$\frac{Z_2 \pm 1}{3 \times 2p} \neq \text{số nguyên}$$

$$\frac{Z_2 \pm 2p \pm 1}{3 \times 2p} \neq \text{số nguyên}$$

Về nguyên tắc khi quấn lại động cơ sang tốc độ khác, công suất của nó cũng thay đổi theo.

Quấn lại xuống tốc độ chậm thì công suất bị giảm ; nếu quấn lại để có tốc độ nhanh hơn thì công suất sẽ tăng (trừ khi quấn lại thành 2 cực).

Giả sử một động cơ có 8 cực : 750 vg/phút, muốn quấn tăng lên 1000 vg/phút hoặc 1500 vg/phút thì có thể giữ nguyên được trị số cảm ứng từ trong khe hở không khí, giảm số cực thì diện tích bước cực tăng, nên số vòng dây quấn mới trong một rãnh sẽ ít. Vì vậy, có thể quấn dây to hơn trước, do đó công suất của động cơ sẽ tăng lên tương ứng. Ngoài ra, còn phải kể đến hiệu suất η , hệ số công suất $\cos \varphi$ của động cơ lớn cũng cao hơn ; lượng gió ở cánh quạt thổi vào nhiều, tăng khả năng làm mát của động cơ.

Với những động cơ có 2 cực thì gông từ bao giờ cũng rộng bản hơn, còn các động cơ từ 4 cực trở lên thì gông từ không rộng nên những trường hợp này chuyển sang 2 cực vẫn phải giữ cảm ứng từ ở gông như cũ để khởi nóng quá mức. Chính vì vậy khi tăng gấp đôi diện tích bước cực để chuyển từ 4 cực sang 2 cực thì số vòng dây quấn không thể giảm đi nhiều ; công suất của

động cơ chỉ tăng được lên một ít nhờ thông gió và hiệu suất $\cos \varphi$ tốt hơn 4 cực. Các công thức để tính khi tăng tốc độ quay là :

$$P_m = P_c \frac{k \times n_m}{n_c}$$

Số vòng dây mới :

$$w_m = w_c \frac{n_c}{k \times n_m} \quad (3-21)$$

Tiết diện dây mới :

$$S_m = S_c \frac{k_1 n_m}{n_c} \quad (3-22)$$

Trong đó : Hệ số k lấy từ 0,65 đến 0,85.

P_c và P_m là công suất cũ và công suất mới (kW).

n_c và n_m là tốc độ quay cũ và mới (vg/phút).

w_c và w_m là số vòng dây quấn cũ và mới.

S_c và S_m là tiết diện dây cũ và mới (mm^2).

– Khi cần giảm tốc độ quay thì phải tính ngược lại, sẽ được kết quả :
Bước quấn dây ngắn lại, số vòng dây quấn tăng lên, còn cỡ dây sẽ nhỏ đi.

Khi giảm tốc độ cần xem xét vấn đề thông gió ; trường hợp tăng tốc độ cần phải kiểm tra khe hở không khí giữa rôto và stato (bảng 6).

– Nếu tăng tốc độ, đồng thời muốn tăng cả công suất (với máy 2 cực) thì cần kiểm tra cảm ở gông (B_g) stato phải nằm trong phạm vi cho ở bảng 5.

Khi chuyển sang tốc độ quay cao cũng nên kiểm tra cả tốc độ dài của rôto lồng sóc không được vượt quá $40 \div 60 \text{ m/s}$ bằng công thức :

$$V = \frac{3,14 \times D_2 \times n_m}{60 \times 1000} \quad (3-23)$$

Trong đó : D_2 : đường kính ngoài rôto (mm)

n_m : tốc độ quay với (vg/phút)

Riêng về vòng bi, trục, nắp và kết cấu vỏ thì vẫn đảm bảo độ bền như cũ, không cần kiểm tra lại.

Bảng 6. KHE HỖ KHÔNG KHÍ ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ

Số cực	Khe hở không khí ứng với công suất (kW)							
	Đến 0,2	0,2-1	1-2,5	2,5-5	5-10	10-20	20-50	50-100
4	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,65
2	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,65	0,80	1mm

3-14. SỬA ĐỘNG CƠ THÔNG DỤNG THÀNH ĐỘNG CƠ TỐC ĐỘ CAO ĐỂ CHẠY BƠM NƯỚC

Động cơ không đồng bộ ĐK-42-4

Công suất 2,8 kW $n = 1420$ vg/phút

$U = 220V/380V$ $I = 10,8/6,05$ A

$z_1 = 36$ $z_2 = 24$

Dây quấn $d_c = 1,2$ mm $w_c = 36$ vòng 1 rãnh.

Tính lại để chuyển động cơ này sang tốc độ 3000 vg/phút để kéo máy bơm nước 3LT9, lưu lượng $20m^3/h$.

Động cơ này trước đây chạy tốc độ thấp với dây quấn kiểu đồng khuôn có 4 cực, phải quấn 18 bin ; mỗi bin 36 vòng (hình 3-22), nay chuyển sang quấn 2 lớp để nâng cao chất lượng (xem cách vẽ ở hình 3-6).

Vậy, phải quấn 36 bin, mỗi pha 12 bin, quấn dính 6 ($q = 6$). Bước quấn của mỗi bin rút ngắn, $y = 13$, vậy miền mỗi cực rất rộng (12 rãnh).

Kiểm tra 4 tiêu chuẩn cần thiết phải đạt yêu cầu để động cơ khởi động và làm việc tốt là :

$$1. \quad 24 \neq 36$$

$$24 \neq 36 \pm 1$$

$$24 \neq 36 \pm 2$$

$$2. \quad 24 \neq \frac{36}{2}$$

$$24 \neq \frac{36}{2} \pm 1$$

$$3. \quad 24 \neq 2 \times 36$$

$$24 \neq 2 \times 36 \pm 2$$

$$4. \quad \frac{24}{2} = 12, \text{ con số này đều khác } 4,7 \text{ và } 10$$

$$\frac{24+1}{3 \times 2} = 4,16 \text{ và } \frac{24-1}{3 \times 2} = 3,83$$

Điều kiện này cũng đạt được vì kết quả 4,16 và 3,83 đều không phải là số nguyên.

$$\frac{24+2+1}{3 \times 2} = 4,5 \quad \text{và} \quad \frac{24-2+1}{3 \times 2} = 3,83$$

$$\frac{24+2-1}{3 \times 2} = 4,16 \quad \text{và} \quad \frac{24-2-1}{3 \times 2} = 3,5$$

Không một con số nào trong các kết quả trên là số nguyên. Bốn tiêu chuẩn lớn đã kiểm tra đều thích hợp, nên có thể bảo đảm cho động cơ này từ 4 cực chuyển sang 2 cực được.

Kiểm tra tốc độ dài của rôto theo công thức 3-22 ($d_2 = 110$).

$$V = \frac{3,14 \times 110 \times 3000}{60 \times 1000} = 17,5 \text{ m/s} < 40 \div 60 \text{ m/s}$$

Thấp hơn mức cho phép nhiều nên vẫn an toàn.

Số vòng dây một rãnh tính theo công thức 3-21 : (lấy $k = 0,65$)

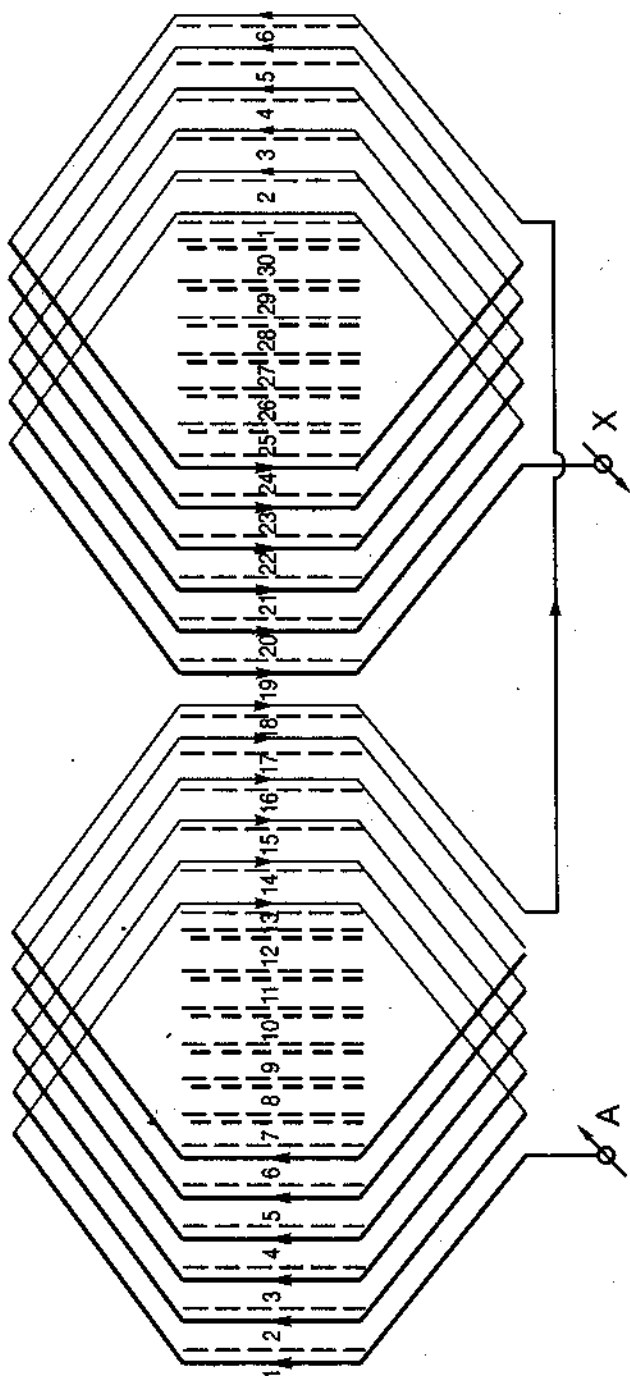
$$w_m = 36 \frac{1500}{0,65 \times 3000} = 29,7 \text{ lấy tròn } 30 \text{ vòng}$$

Yêu cầu của máy bơm 3LT9 là phải tăng tốc độ động cơ lên 3000vg/phút mà không cần tăng công suất ; mặt khác chiều cao gông từ bị hạn chế ($h = 1,5\text{cm}$) nên cũng chỉ cần đạt được công suất cũ của động cơ là được.

Bởi vậy đường kính của dây vẫn là : $d_m = d_c = 1,2\text{mm}$.

Bộ dây được quấn kép, mỗi bin quấn $w = 15$ vòng (mỗi rãnh sẽ có $w_m = 15 \times 2 = 30$ vòng).

Xí nghiệp Điện khí Hải Phòng đã sản xuất hàng loạt động cơ theo phương án này để kéo máy bơm $20\text{m}^3/\text{h}$ mang đầy tải, vận hành rất tốt.



Hình 3-49. Sơ đồ (1 pha) động cơ $z = 36$; $n = 3000$ vg/phút

3-15. THAY ĐỔI ĐIỆN ÁP LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Thông thường động cơ điện (nhất là quạt điện) muốn cho chạy với điện áp thấp hơn trước 50% thì chỉ cần sửa, đấu lại cuộn dây từ nối tiếp sang song song là được.

Trường hợp động cơ điện cần làm việc ở điện áp cao hơn như : quạt điện 110V muốn chạy 220V, động cơ điện 3 pha 220V muốn chuyển sang dùng điện $3 \times 380V$ (hoặc ngược lại) thường phải tính toán để quấn lại.

Ta biết rằng, số vòng dây quấn tỷ lệ thuận với điện áp đặt vào cuộn dây, vì vậy điện áp càng cao thì số vòng phải càng nhiều, điện áp thấp thì số vòng sẽ ít đi, còn tiết diện dây tỷ lệ nghịch với điện áp đặt vào.

Vậy, muốn tăng số vòng thì phải giảm tiết diện của dây, ngược lại, giảm số vòng thì lại tăng tiết diện để hệ số lấp đầy của rãnh vẫn như cũ :

Công thức để tính :

$$w_m = \frac{U_m}{U_c} \cdot w_c \quad (3-24)$$

$$S_m = \frac{U_c}{U_m} \cdot S_c \quad (3-25)$$

Trong đó : U_m là điện áp mới, tính bằng vôn.

U_c là điện áp cũ, tính bằng vôn.

S_m là tiết diện dây mới, tính bằng mm^2 .

S_c là tiết diện dây cũ, tính bằng mm^2 .

w_m số vòng dây quấn chạy với điện áp mới.

w_c số vòng dây quấn chạy với điện áp cũ.

Ví dụ 1 : Tủ lạnh Sanyo (Nhật Bản) loại 2 cực chạy điện áp $U_c = 110V$. Nay cần quấn lại để chạy điện áp $U_m = 220V$.

– Dây quấn cuộn làm việc : $d_{CA} = 0,85 \text{ mm}$

Số vòng dây ở một tổ có 3 bin : $w_{CA} = 55 ; 40$ và 20 .

– Dây quấn cuộn khởi động : $d_{CB} = 0,35 \text{ mm}$

Số vòng dây ở một tổ có 2 bin : $w_{CB} = 80$ và 40 .

Trường hợp này có thể suy rộng từ 2 công thức trên (3-24 và 3-25) : điện áp tăng lên 2 lần thì số vòng cũng tăng lên 2 lần và cỡ dây (đường kính) giảm xuống còn 0,7.

Vậy :

- Số vòng dây quấn mới ở cuộn làm việc (tăng gấp 2) :

$$w_{mA} = 110 ; 80 \text{ và } 40$$

- Số vòng dây quấn mới cho cuộn khởi động :

$$w_{mB} = 160 \text{ và } 80$$

- Cỡ dây mới của cuộn làm việc :

$$d_{mA} = 0,85 \times 0,7 = 0,595 \text{ lấy tròn } 0,6 \text{ mm}$$

- Cỡ dây mới của cuộn khởi động :

$$d_{mB} = 0,35 \times 0,7 = 0,245 \text{ lấy tròn } 0,25 \text{ mm}$$

Ví dụ 2 : Động cơ Zapy 2 tốc độ : 1460 vg/phút hoặc 2900vg/phút, điện áp 3 pha 220V (mục 3-9) ; nay cần quấn lại để chạy với điện áp 3 pha 380V.

Biết rằng dây quấn cũ : $d_c = 1,15\text{mm}$

Số vòng 1 bin cũ : $w_c = 19$

Áp dụng công thức 3-24 thay vào, sẽ số vòng một bin mới là :

$$w_m = \frac{380}{220} \cdot 19 = \text{lấy tròn } 33 \text{ vòng.}$$

- Từ bảng 3 tra ra tiết diện của dây $d_c = 1,15 \text{ mm}$ là $S_c = 1,038\text{mm}^2$.

Thay vào công thức 3-25 sẽ có :

$$S_m = \frac{220}{380} \times 1,038 = 0,60\text{mm}^2 \text{ (lấy } S_m = 0,63)$$

- Từ bảng 3 tra ra dây mới ($S_m = 0,63\text{mm}^2$) có đường kính :

$$d_m = 0,90 \text{ (hơi to hơn dây cũ một ít)}$$

Về dây quấn vẫn chọn kiểu 2 lớp, giữ nguyên cách quấn và cách đấu dây như cũ, có nghĩa là cho ra 6 đầu dây.

Chạy điện 3 pha 380V, tốc độ thấp 1430 vg/phút, đấu tam giác nối tiếp, cho 3 dây nguồn vào 3 đầu A_1, B_1, C_1 . Chạy tốc độ cao 2900 vg/phút thì đấu sao song song, đổi 3 dây nguồn vào 3 điểm giữa A_2, B_2, C_2 , còn 3 đầu kia được nối chụm lại thành sao kép (hình 3-40).

3-16. QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ ĐỂ CHẠY SAO – TAM GIÁC

Thông thường dòng điện khởi động của động cơ rôto lồng sóc vọt lên cao từ $5 \div 7$ lần so với dòng điện định mức. Nếu nguồn điện nhỏ, đóng điện cho động cơ công suất lớn sẽ gây sụt áp ảnh hưởng đến sự làm việc bình thường của những hộ dùng điện lân cận : đèn tối lại, khởi động từ nhả ra làm máy móc ngừng hoạt động, máy tính không làm việc v.v...

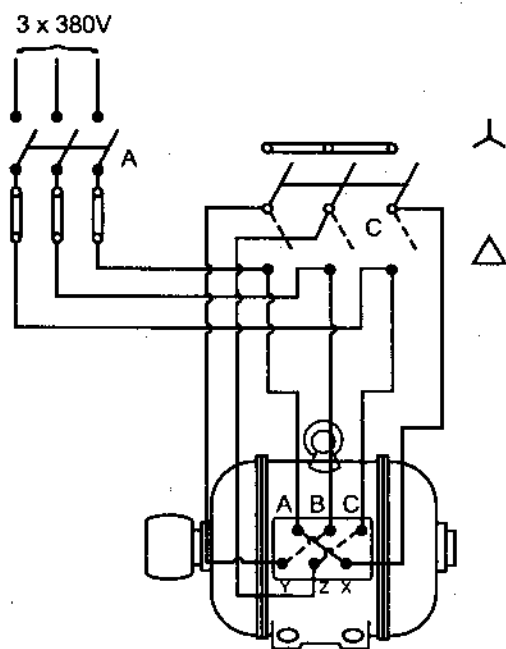
Biện pháp đơn giản nhất là đặt thêm cầu dao đảo chiều để khởi động sao – tam giác (hình 3-50). Đóng cầu dao C lên trên, khởi động theo hình sao (điện áp mỗi pha giảm $\sqrt{3}$) dòng điện dây sẽ giảm đi 3 lần (mômen cũng giảm 3 lần) ; khởi động xong chuyển xuống chạy tam giác bình thường. Muốn vậy, phải có động cơ trên nhãn hiệu ghi 380/660V mà thị trường ở nước ta hiện nay rất hiếm. Các trường Đại học – Trung cấp chuyên nghiệp – Dạy nghề có những bài học thực nghiệm về "Máy điện" cũng cần thiết phải có loại động cơ "đặc chủng" này. Có thể sử dụng động cơ bình thường 220/380V đổi thành 380/660V.

Ví dụ. Động cơ DK31-4 điện áp 220/380V, $P = 0,6\text{kW}$. Nay cần quấn lại để chuyển sang 380V/660V.

Động cơ này trước đây đấu sao để làm việc ở điện áp 3 pha 380V. Nay phải quấn lại, đấu tam giác để làm việc ở điện áp 380V nghĩa là cuộn dây phải tăng số vòng lên $\sqrt{3}$ lần ; cụ thể là :

DK31-4 có $z = 24$ rãnh ; Cỡ dây $d_c = 0,57$

– Quấn dây theo sơ đồ 3-14. Số vòng một rãnh $w_c = 118$



Hình 3-50. Dùng cầu dao 2 chiều khởi động sao - tam giác

Áp dụng công thức 3-24, thay vào sẽ có :

$$w_m = \frac{U_m}{U_c} w_c = \frac{660}{380} 118 \approx 205 \text{ vòng}$$

- Cỡ dây cũ $d_c = 0,57$, tra từ bảng 13 có $S_c = 0,255$.

Thay vào công thức 3-25 sẽ được tiết diện dây mới :

$$S_m = \frac{U_c}{U_m} S_c = \frac{380}{660} 0,255 = 0,104 \text{ mm}^2$$

Từ bảng 13 chọn cỡ dây mới $S_m = 0,113 \text{ mm}^2$

$$d_m = 0,38 \text{ mm (to hơn dây cũ một ít vì } 0,113 > 0,104)$$

Kết luận : Quán lại động cơ dùng dây $d_m = 0,38 \text{ mm}$

Số vòng mỗi rãnh $w_m = 205$.

Sơ đồ quấn dây và công suất vẫn như cũ, điện áp 380V/660V dùng để thực nghiệm bài tập "Khởi động sao – tam giác".

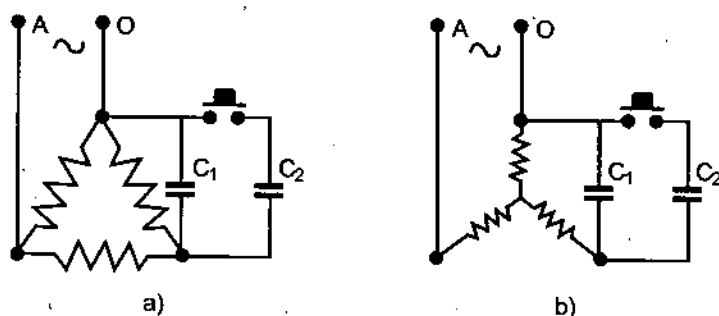
3-17. DÙNG ĐỘNG CƠ 3 PHA VÀO LƯỚI ĐIỆN 1 PHA

Ở đâu có đèn điện là nơi ấy có điện 1pha, nhưng động cơ một pha lại khó tìm hơn động cơ 3 pha. Vì vậy, nếu cần giảm nhẹ sức lao động thì có thể mua động cơ 3 pha lắp thêm tụ điện để chạy thành động cơ 1 pha thay sức người.

Tất nhiên, dùng động cơ 3 pha chạy điện một pha thì một số tính năng sẽ kém đi như : công suất có thể giảm từ 30% ÷ 50% so với lúc chạy 3 pha vì lúc này góc lệch 120° về không gian không phù hợp với góc lệch 90° về thời gian trong dây quấn.

Nếu có thêm cả tụ điện làm việc, thường xuyên ngâm điện thì công suất động cơ chỉ giảm từ 15% đến 30% là cùng. Sự giảm này phụ thuộc nhiều vào $\cos \varphi$ của động cơ, cho nên khi lắp tụ cần tính toán kiểm tra cẩn thận, tránh động cơ bị quá tải, dễ cháy. Còn tốc độ quay của động cơ khi chạy điện một pha vẫn giữ nguyên như cũ (không chậm đi), vì tốc độ chỉ phụ thuộc vào tần số điện lưới và số cực của động cơ.

Có đến 4 kiểu nối dây tùy theo điện áp nguồn và điện áp định mức của động cơ, nhưng ở nước ta hiện nay điện áp một pha là 220V (dùng một dây lửa và một dây nguội của nguồn 3 pha 4 dây 220V/380V) nên để đơn giản và dễ dàng thực hiện thì chỉ cần theo hai sơ đồ hình 3-51a và 3-51b là được.



Hình 3-51. Sơ đồ nguyên lý đấu động cơ 3 pha dùng điện 1 pha

Giả sử một động cơ trên nhãn hiệu ghi : Điện áp 220V/380V, nay muốn sử dụng vào nguồn điện 1 pha thì điện áp giữa 2 dây phải là 220V và đấu dây theo hình tam giác (Δ) (hình 3-51a).

Nếu động cơ trên nhãn hiệu ghi : Điện áp 127V/220V thì khi chạy điện 1 pha 220V phải đấu hình sao (Y) (hình 3-51b).

Trường hợp gặp phải động cơ trên nhãn ghi 380V/660V hoặc Δ 380V, muốn chạy vào điện 1 pha 220V thì chỉ có cách tháo ra, đấu lại bên trong các cuộn dây mới sử dụng được.

Tụ điện dùng cho động cơ là tụ điện giấy dầu (MbΓμ) (không được dùng tụ hoá) :

Điện dung của tụ điện C_1 được tính theo công thức :

$$C_1 = \frac{2000 \times I}{U \times \cos \varphi} \quad (3-26)$$

Trong đó :

C_1 tính bằng μF (micro – fara)

U là điện áp để chạy động cơ (vôn)

I là dòng điện của động cơ (ampe)

Ví dụ 1 : Tính điện dung của tụ điện C_1 (tụ ngâm) cho động cơ điện không đồng bộ 3 pha. Trên nhãn hiệu ghi :

$$P = 0,6 \text{ kW} \qquad U = 127\text{V}/220\text{V}$$

$$\cos \varphi = 0,7 \qquad I = 4,9\text{A}/2,8\text{A}$$

Để chạy điện một pha 220V.

Cuộn dây stato được nối theo hình sao (hình 3-51b) với điện dung của tụ điện là (công thức 3-26).

$$C_1 = \frac{2000 \times 2,8}{220 \times 0,7} = 36\mu\text{F} \text{ (lấy tròn)}$$

Ví dụ 2 : Tính điện dung của tụ điện C_1 và C_2 cho động cơ điện không đồng bộ 3 pha, trên nhãn hiệu ghi :

$$P = 1 \text{ kW} \qquad U = 220\text{V}/380\text{V}$$

$$\cos \varphi = 0,75 \qquad I = 4,2\text{A}/2,4\text{A}$$

Để chạy điện một pha 220V.

Cuộn dây stato được nối theo hình tam giác (hình 3-51a) với điện dung của tụ điện là (công thức 3-26).

$$C_1 = \frac{2000 \times 4,2}{220 \times 0,75} = 51\mu\text{F} \text{ (lấy tròn)}$$

Những động cơ từ 0,6 kW trở lên thường dùng thêm cả C_2 (tụ khởi động) để tăng cường sức mở máy (có thêm nút ấn để tách C_2 sau khi khởi động xong).

Điện dung của C_2 lớn hơn C_1 từ 2 đến 3 lần, còn điện áp làm việc của tụ lớn hơn điện áp nguồn từ 2 đến 2,5 lần là an toàn. Vậy, C_2 sẽ là :

$$C_2 = 100 \mu\text{F} \div 150 \mu\text{F}$$

(Nếu chọn C_2 cao quá mức trên, sẽ dẫn đến giảm mômen khởi động). Tụ C_2 có thể dùng tụ giấy của Trung Quốc bán sẵn trên thị trường, loại 450V.

Kinh nghiệm sử dụng động cơ 3 pha vào nguồn điện một pha 220V tùy theo điện áp ghi ở nhãn hiệu mà đấu dây theo hình 3-51a hoặc 3-51b.

Về điện dung của tụ C_1 thì cứ 1 kW chọn 50 μF (hoặc lớn hơn + 10%) ; điện áp của tụ $U \geq 350 \text{ V}$, điện áp của tụ càng cao thì tụ càng bền.

Nếu thị trường không có tụ đúng cỡ thì mua nhiều cái nhỏ rồi đấu song song để đủ điện dung này.

Muối đổi chiều quay của loại động cơ "cải tiến" này thì đảo chéo một dây của tụ điện từ O sang A là được.

3-18. QUẤN LẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN 3 PHA ĐỂ CHẠY ĐIỆN 1 PHA

Trong nghề sửa chữa điện, gặp trường hợp động cơ điện 3 pha rôto lồng sóc đã bị cháy nhưng vẫn còn dây quấn, cần quấn lại để chạy điện 1 pha. Nên quấn lại như cũ rồi đấu dây như mục 3-17 hay quấn lại theo động cơ 1 pha ?

Ta biết rằng, động cơ điện 3 pha phải có 3 cuộn dây đặt cách nhau 120° ; nếu quấn lại 1 pha thì chỉ cần có 2 cuộn dây : cuộn dây chính A và cuộn dây phụ B, đặt lệch nhau 90° trong không gian quanh lõi stato.

Miền pha dưới một cực rộng hơn 2 lần so với dây quấn ở động cơ điện 3 pha, động cơ chạy tốt hơn và tiết kiệm được dây quấn so với 3 pha.

Các cuộn dây chính A thường chiếm $1/2$ đến $2/3$ số rãnh z của stato ; còn các cuộn dây phụ B chỉ chiếm từ $1/2$ đến $1/3$ số rãnh, tùy theo thiết kế. Cho mở máy bằng điện trở phụ ngoài, bằng cuộn dây chập ngược hay bằng tụ điện có dùng tụ ngầm (C_1) hay không.

Khởi động bằng điện trở, bằng cuộn dây chập ngược ít dùng hơn vì mômen khởi động thấp (bằng 50% so với dòng điện 3 pha) mà dòng điện khởi động lại cao. Những máy làm việc nặng như : máy nghiền bột, máy xay sát, máy cưa gỗ, máy nén khí v.v... thường sử dụng động cơ 1 pha có tụ điện C_2 để khởi động nên đạt được mômen khởi động rất khỏe, bằng với khi dùng điện 3 pha.

Nếu dùng thêm tụ ngầm C_1 thì cuộn dây phụ cũng tham gia cả quá trình làm việc, nên động cơ đạt công suất cao và hệ số công suất $\cos \varphi$ sẽ lớn nhất (phụ lục 4 ÷ 6).

Những động cơ chỉ dùng một tụ điện khởi động thì cuộn dây phụ chỉ cho dòng điện đi qua trong thời gian khởi động, thường dùng cỡ dây nhỏ (chọn mật độ dòng điện cao) và tụ C_2 phải có điện dung lớn ; khởi động xong cắt tụ ra bằng quả vắng li tâm, có thể điều khiển cắt bằng công tắc bật hoặc nút ấn tay. Số rãnh đặt cuộn dây chính A chiếm $2/3$ z.

Nếu động cơ dùng thêm tụ ngầm C_1 thì cả cuộn dây chính (A) và phụ (B) đều góp phần tạo ra mômen quay khi làm việc, nên cỡ dây quấn của hai cuộn A và B xấp xỉ như nhau ; tụ điện C_1 có điện dung nhỏ. Số rãnh đặt cuộn dây chính A bằng số rãnh đặt cuộn dây phụ B.

Phương pháp tính nhanh là dựa vào số liệu dây quấn 3 pha cũ, dùng công thức đơn giản để tính cuộn dây chính A, rồi căn cứ vào cuộn dây chính để tính tiếp cuộn dây phụ B. Các công thức để tính dây như sau :

Động cơ trước đây dùng điện 3 pha 220V/380V (Δ/Y), nay quấn lại để chạy điện 1 pha 220V thì số vòng dây quấn cuộn làm việc A trong một rãnh sẽ là :

$$w_A = (0,5 \div 0,7) w_c \quad (3-27)$$

Tiết diện dây làm việc A tính theo công thức :

$$S_A = S_c \frac{w_c}{w_A} \quad (3-28)$$

Trong đó:

w_A là số vòng dây quấn cuộn làm việc A trong một rãnh.

S_A là tiết diện dây làm việc (mm^2) khi quấn 1 pha.

w_c là số vòng dây trong một rãnh lúc chạy điện 3 pha.

S_c là tiết diện dây khi chạy điện 3 pha (mm^2).

Hệ số 0,5 dùng cho động cơ ≥ 1000 W hoặc động cơ lớn làm việc ngắn hạn, động cơ chỉ có tụ khởi động.

Hệ số 0,7 dùng khi động cơ nhỏ, động cơ có cả tụ ngâm C_1 và tụ khởi động C_2 .

– Nếu động cơ chỉ dùng một tụ C_2 để khởi động thì tiết diện dây S_B và số vòng dây w_B của cuộn khởi động là :

$$S_B = 0,5 S_A \quad (3-29)$$

$$w_B = S_c \frac{w_c}{S_B} \quad (3-30)$$

– Trường hợp động cơ dùng cả tụ khởi động C_2 và tụ làm việc C_1 thì tiết diện S_B của cuộn khởi động được tính theo công thức :

$$S_B = 1 \div 1,4 S_A \quad (3-31)$$

Số vòng dây w_B vẫn dùng công thức 3-30.

Ví dụ 1 : Cho động cơ 3 pha AO 32-4

Điện áp 220V/380V

Dòng điện 2,8/1,6A

Công suất : 1000W

Tốc độ : 1420 vg/phút

Tính lại dây quấn stato để chạy điện một pha $U = 220V$. Khởi động bằng tụ, tốc độ quay như cũ. Biết rằng động cơ có $z = 24$. Chỉ dùng 1 tụ khởi động C_2 .

$$d_c = 0,27 \text{ mm} \quad w_c = 82 \text{ vòng 1 rãnh.}$$

Số rãnh cuộn làm việc = $2/3$ số rãnh động cơ.

Cách tính toán để vẽ sơ đồ như mục 2-11 ; $z_A = 2/3z$ và $z_B = 1/3z$ (hình 2-11).

– Số vòng dây quấn cuộn làm việc (theo công thức 3-27 lấy hệ số 0,5) :

$$w_A = 0,5 ; w_C = 0,5 \times 82 = 41 \text{ vòng một rãnh.}$$

– Tiết diện dây của cuộn làm việc (công thức 3-28) :

$$S_A = S_c \frac{w_c}{w_A} = \frac{0,407 \times 82}{41} = 0,81 \text{ mm}^2 \quad (\text{lấy } 0,849)$$

Tra bảng 13 sẽ được $d_A = 1,04 \text{ mm}$

Ở đây : Dây cũ $d_c = 0,72$, tra bảng $S_c = 0,407 \text{ mm}^2$ và $d_A = 1,04$ thì $S_A = 0,849 \text{ mm}^2$ (lớn hơn).

– Tiết diện dây cuộn khởi động (công thức 3-29) :

$$S_B = 0,5S_A = \frac{0,81}{2} = 0,405 \text{ mm}^2 \quad (\text{lấy } 0,407)$$

Tra bảng 13 được dây $d_B = 0,72 \text{ mm}$

– Số vòng dây một rãnh của cuộn khởi động (công thức 3-30) :

$$w_B = \frac{S_c w_c}{S_B} = \frac{0,407 \times 82}{0,405} = 80 \text{ vòng}$$

Đây là tụ điện khởi động C_2 của động cơ 1 kW chọn gấp 3 lần C_1 . Vậy $C_2 = 50 \times 3 = 150 \mu F$.

Điện áp $\geq 450 \text{ V}$.

Ví dụ 2 : Động cơ điện 3 pha AO λ 21-2

Điện áp : 220V/380V Công suất 400 W

Số rãnh $z = 24$ Dây quấn $d_c = 0,44$

$w_c = 112 \text{ vòng/rãnh}$

Tính lại cho động cơ dùng cả tụ khởi động và tụ làm việc để chạy điện 1 pha 220V – Tốc độ quay vẫn là 2850 vg/phút.

Trường hợp này chọn $z_A = z_B = \frac{24}{2} = 12$ rãnh

– Số vòng dây quấn cuộn làm việc (theo công thức 3-27 lấy hệ số 0,7) :

$$w_A = 0,7 w_c = 0,7 \times 112 = 79 \text{ (lấy tròn)}$$

– Tiết diện dây của cuộn làm việc (công thức 3-28) :

$$S_A = 0,152 \times \frac{112}{79} = 0,22 \text{ mm}^2 \quad (\text{lấy } 0,226)$$

Tra bảng 13 sẽ được $d_A = 0,53 \text{ mm}$

Ở đây : Dây cũ $d_c = 0,44$ tra bảng $S_c = 0,152 \text{ mm}^2$ và dây làm việc $d_A = 0,53$, tra bảng $S_A = 0,226$ (lớn hơn).

– Tiết diện dây của cuộn khởi động (công thức 3-31).

$$S_B = 1,15 S_A = 1,15 \times 0,22 = 0,253 \text{ mm}^2$$

Tra bảng 13 sẽ được $d_B = 0,57$.

– Số vòng dây 1 rãnh của cuộn khởi động (công thức 3-30) :

$$w_B = \frac{S_c w_c}{S_B} = \frac{0,152 \times 112}{0,253} = 70 \text{ vòng}$$

Công suất của động cơ khi chạy điện 1 pha 220V, còn 270W, theo phụ lục 6 đã dùng 2 tụ :

+ Tụ điện C_1 (ngâm) có điện dung 15 μF .

+ Tụ điện C_2 (khởi động) là 25 μF .

Theo tính toán cũng được :

$$C_1 = \frac{270 \times 50}{1000} = 13,5 \mu\text{F} - \text{Chọn tụ } 15 \mu\text{F}$$

$$C_2 = \text{chọn tụ } 25 \mu\text{F}. \text{ Điện áp } \geq 450 \text{ V.}$$

3-19. QUẢN LẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN 1 PHA ĐỂ CHẠY ĐIỆN 3 PHA

Quạt hướng trục loại một pha ở máy điều hoà nhiệt độ LG thiết kế công suất vừa sát công suất tính toán ; do dùng lâu ngày, do điện yếu... máy nặng nên dễ bị cháy. Đây là loại máy điều hoà lớn dùng ở phân xưởng sản xuất

hay ở hội trường... nơi có điện 3 pha, nên khi cháy có thể quấn lại cho chạy điện 3 pha 380V thì động cơ vừa khoẻ (công suất có thể tăng trên 10%) vừa giảm nóng, máy chạy rất bền.

Không cần tính lại một cách bài bản từ đầu như mục 3-12, mà dựa vào số liệu dây quấn 1 pha cũ như sau :

– Điện 1 pha $U = 220V$; $I = 5,3A$; $P = 900W$; $n = 2900$ vg/phút.

Tụ điện $C = 30 \mu F$; $z = 24$; $2p = 2$.

Dây quấn đồng tâm như hình 3-12.

Cuộn dây làm việc có cỡ dây $d = 0,85$ mm được quấn thành 2 tổ ; dính 5 ;

Bin to : $w = 37$ vòng

Bin vừa : $w = 36$ vòng

Bin trung bình : $w = 25$ vòng

Bin nhỏ : $w = 19$ vòng

Bin nhỏ nhất : $w = 11$ vòng

Cộng 1 pha (điện 220V) $w_p = 128 \times 2 = 256$ vòng.

Đo đạc các kích thước theo hình 3-48 được :

$D = 12,8$ cm ; $l = 8,2$ cm ; $h = 1,85$ cm ; $b = 0,9$ cm

Quấn lại 3 pha kiểu đồng tâm theo sơ đồ 3-12 để chạy điện 380 V đấu hình sao Δ .

Phương pháp tính là "đi tắt, đón đầu", không cần phải tính tỉ mỉ như công thức 3-15, ta chọn ngay số liệu cũ : $w_p = 256$ (trên thực tế, khi tính toán lấy tròn 252 để chẵn số vòng dây trong một rãnh).

Vậy số sợi dây quấn trong một rãnh sẽ là :

$$n = \frac{6w}{z} = \frac{6 \times 252}{24} = 63 \text{ vòng}$$

Đến đây ta có nhận xét rằng, mỗi rãnh quấn 1 pha chứa được nhiều nhất 37 sợi (bin to) dây 0,85 mm ($S_c = 0,567$). Vậy tiết diện có ích của rãnh : $S_t = 0,567 \times 37 \approx 20,16 \text{ mm}^2$.

Tiết diện dây quấn phải chọn khi chạy điện 3 pha 380V là :

$$S_m = \frac{20,16}{63} = 0,32 \text{ mm}^2$$

Từ bảng 13, tra ra cỡ dây $d = 0,64$ mm.

$$\text{Kiểm tra : Từ các kích thước đã đo ta có : } \tau = \frac{\pi.D}{2p} = \frac{3,14 \times 12,8}{2} = 20$$

(lấy tròn)

$$Q_b = \tau.l = 20 \times 8,2 = 164 \text{ cm}^2$$

$$Q_g = h.l = 1,85 \times 8,2 = 15,1 \text{ cm}^2$$

$$Q_r = 3q.b.l = 3 \times 2 \times 0,9 \times 8,2 = 44,3 \text{ cm}^2 \text{ (lấy } q = 2)$$

– Cảm ứng từ trong khe hở không khí :

$$B_k = \frac{1,57 \times 10^4}{Q_b w_p} = \frac{1,57 \times 10^4}{164 \times 252} = 0,38T < 0,6$$

– Cảm ứng từ trong gông :

$$B_g = \frac{0,5 \times 10^4}{Q_g w_p} = \frac{0,5 \times 10^4}{15,1 \times 252} = 1,3T < 1,4T$$

– Cảm ứng từ trong rãnh stato :

$$B_r = \frac{Q_b}{Q_r} . B_k = \frac{164}{44,3} . 0,38 = 1,40 < 1,5T$$

Như vậy, cả 3 trị số B_k , B_g và B_r đều nằm trong giới hạn quy định ở bảng 5 và mật độ dòng điện vẫn đảm bảo nên động cơ đã quấn lại bằng dây $d = 0,64 \text{ mm}$, $n_{\text{rãnh}} = 63$ vòng, máy chạy rất tốt, ít nóng và bền hơn trước.

3-20. DÙNG DÂY ĐỒNG VÀ DÂY NHÔM ĐỂ QUẤN MÁY ĐIỆN

Nhôm là kim loại rẻ và nhiều hơn đồng nên ở nước ngoài có nhiều máy điện như : máy biến thế, động cơ điện... được quấn bằng dây nhôm (Al).

Động cơ điện của Liên Xô cũ sản xuất từ cỡ 3 đến cỡ 9, loại quấn dây nhôm ở cuối ký hiệu có thêm chữ A.

Dùng dây quấn nhôm trong động cơ không đồng bộ so với dây quấn đồng nhẹ hơn khoảng 2 lần và rẻ hơn từ 20 ÷ 40%.

Dây nhôm do Liên Xô (cũ) sản xuất từ cỡ 0,8 – 2,26mm có cách điện ký hiệu $\Pi \ni A - \Pi \ni BA$ để quấn các loại máy điện.

Biết rằng, điện trở của dây đồng (Cu) và dây nhôm (Al) rất khác nhau :

– Điện trở suất của dây đồng quấn máy $\rho = 1,74$

– Điện trở suất của dây nhôm quấn máy $\rho = 2,9$

Vậy điện trở của dây nhôm lớn hơn điện trở của dây đồng :

$$\frac{2,9}{1,74} = 1,66 \text{ lần}$$

Khi sửa chữa, thay thế dây đồng và dây nhôm trong máy điện, muốn cho lực điện từ không đổi, số vòng quấn của dây nhôm và dây đồng bằng nhau thì tiết diện của dây nhôm phải lớn hơn tiết diện của dây đồng 1,66 lần.

Tính ra đường kính sẽ có d_a của dây nhôm phải lớn hơn d_c của dây đồng 29/100 thì điện trở của chúng mới bằng nhau.

Công thức để tính tiết diện dây đồng thay dây nhôm là :

$$S_c = \frac{S_a}{1,66} \quad (3-32)$$

Quy ra đường kính của dây tròn :

$$D_c = \frac{D_a}{1,29} \quad (3-33)$$

Trong đó :

S_c, D_c là tiết diện và đường kính dây đồng (mm^2, mm).

S_a, D_a là tiết diện và đường kính dây nhôm (mm^2, mm).

Ở một số nước, khi sửa chữa máy điện quấn bằng dây đồng (Cu) cách điện cấp A (105°C) ; nếu quấn lại bằng dây nhôm (Al) cách điện cấp E (120°C), dùng màng tổng hợp hữu cơ mỏng lót rãnh để tăng đường kính dây nhôm lên, từ $3,5 \div 5\%$ so với dây đồng (dây nhôm mềm, cách điện mỏng nên tăng được hệ số lấp đầy rãnh k_2) thì vẫn giữ được công suất định mức cũ của động cơ.

Tuy nhiên, hiệu suất của động cơ quấn bằng dây nhôm thấp hơn quấn dây đồng ; tiêu hao năng lượng phụ khi làm việc cũng lớn hơn dây đồng.

Ví dụ : Động cơ AO 42-4 – công suất 2,8 kW

Điện áp 220V/380V tốc độ 1420 vg/phút. Quấn bằng dây đồng $d = 1,2\text{mm}$; số vòng dây 1 rãnh = 36.

Bây giờ quấn lại bằng dây nhôm mà vẫn giữ nguyên công suất 2,8 kW thì phải quấn bằng dây nhôm cỡ $d = 1,4\text{mm}$. Lớp cách điện mỏng, lót rãnh đã dùng màng $\Pi \ni$ Tơ mỏng nên số vòng một rãnh vẫn quấn được 36 vòng.

Khối lượng dây nhôm chỉ cần 1,54 kg, so với khối lượng dây cũ bằng đồng là 3,68kg, nhẹ hơn trên hai lần.

Thông thường khi thay dây quấn đồng bằng dây quấn nhôm khó mà giữ nguyên công suất cũ với tất cả mọi tính năng kỹ thuật tốt như quấn bằng dây đồng.

Thường phải tính toán quấn lại theo các số liệu mới : Tải điện từ của động cơ quấn bằng dây nhôm phải hạ xuống $10 \div 15\%$. Những động cơ thiết kế kiểu mới (A_2 , AO_2) khi đổi từ dây đồng sang quấn dây nhôm phải tăng từ $10 \div 15\%$ số vòng dây, cỡ dây lớn hơn nên rãnh rất đầy khó quấn, dây lại mềm nên khi quấn không được kéo căng hoặc đập mạnh, dễ đứt, bẹp, đồng thời hàn dây nhôm lại không dùng thiếc được nên rất tốn công.

Thị trường nước ta hiện nay chưa có sẵn dây điện từ bằng nhôm nên khi sửa chữa động cơ, máy biến thế quấn bằng dây nhôm đều phải dùng dây đồng để thay thế, do vậy rất thuận lợi, có thể tính lại để động cơ chạy khoẻ hơn trước.

Khi quấn lại mà yêu cầu vẫn giữ nguyên công suất cũ thì có thể dùng dây đồng có đường kính bằng (hoặc nhỏ hơn một vài cấp) đường kính của dây nhôm và quấn số vòng như cũ. Động cơ sửa chữa lại sẽ chạy rất tốt (có thể nói tốt hơn trước), hệ số an toàn cao. Để tiết kiệm dây đồng và dễ quấn, đỡ tốn công, thường chọn cỡ dây nhỏ hơn cũ như ví dụ dưới đây.

3-21. THAY THẾ DÂY QUẤN NHÔM BẰNG DÂY QUẤN ĐỒNG

Động cơ không đồng bộ 3 pha rôto lồng sóc, ký hiệu Japy (Pháp) quấn bằng dây nhôm.

Kiểu động cơ : IA 42E. Điện áp : 220V/380V.

Dòng điện : 9,2A/53A. Công suất : 3 mã lực.

Tốc độ : 1430 vg/phút ; $z = 36$.

Số liệu quấn bằng dây nhôm cũ : $d_a = 1,2\text{mm}$.

$w = 48$ vòng một rãnh.

Tính lại để quấn bằng dây đồng :

$$S_a = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785 \times d^2 = 0,785 \times 1,2^2$$

$$S_a = 1,13 \text{ mm}^2$$

Theo công thức 3-32 thì tiết diện của dây đồng là :

$$S_a = \frac{1,13}{1,16} = 0,68\text{mm}^2$$

Đường kính của dây đồng là :

$$D_c = \sqrt{\frac{S_c}{0,785}} = \sqrt{\frac{0,68}{0,785}} = 0,93\text{mm}$$

Có thể dùng trực tiếp công thức 3-33 để dàng hơn :

$$D_c = \frac{1,2}{1,29} = 0,93\text{mm}$$

Vậy, lấy dây đồng $d = 0,93\text{mm}$ quấn 48 vòng một rãnh. Động cơ sửa chữa lại bằng dây đồng quấn dễ, rãnh còn rộng nên đỡ tốn công mà chất lượng vẫn đạt như cũ.

3-22. MỘT SỐ KINH NGHIỆM THỰC HÀNH QUẤN LẠI STATO

Phần lớn việc sửa chữa động cơ là quấn lại đúng các thông số kỹ thuật như cũ ; bởi vậy việc tháo các cuộn dây đã hỏng để lấy mẫu vẽ sơ đồ, ghi lại các số liệu về dây quấn là quan trọng.

1. Stato : Bộ dây đều tẩm sơn cách điện bó cứng ; nếu dây đã cháy, cỡ dây to từ 1,5mm trở lên mà rãnh kiểu nửa kín thì có thể đục bỏ nêm rồi bẩy lấy dây ra khỏi miệng rãnh. Trường hợp dây nhỏ, cách điện vẫn còn bó chặt thì phải dùng cưa sắt, kìm cắt hoặc đục sắc cắt đứt một đầu của cuộn dây gần sát lõi từ, lấy hết dây phần đầu này ra rồi dùng thanh thép có hình dáng tương tự rãnh nhưng nhỏ hơn rãnh, đóng tịt cả bin sang phía đầu kia hoặc lấy tua vít bẩy nốt phần dây còn lại ra khỏi rãnh.

Đốt dây cho cháy hết cách điện (đốt nóng khi xuất hiện ngọn lửa màu xanh thì nhúng ngay xuống nước cho sạch) rồi lau nhẹ bụi bẩn, không được vuốt mạnh làm dãn dây, gây sai số khi đo bằng panme. Động cơ 3 pha có cùng một cỡ dây, nên chỉ cần đo dây ở một bin ; còn động cơ một pha phải đo cả dây làm việc, dây khởi động và dây số vì các cỡ dây thường khác nhau.

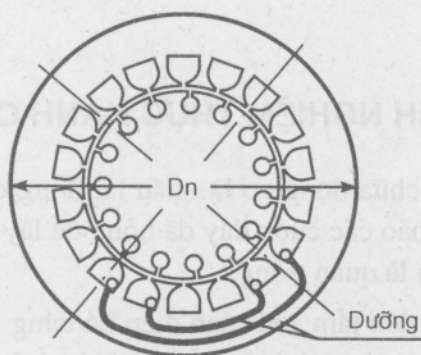
2. Động cơ điện một pha phải đếm vòng quấn ở từng cuộn : Cuộn làm việc, cuộn khởi động và cuộn số. Bộ dây thường quấn đồng tâm phải đếm vòng ở cả tổ cuộn dây : bin to, bin nhỏ, bin nhỏ... Vì số vòng ở các rãnh này

thường khác nhau. Số vòng dây quấn của động cơ 3 pha đều giống nhau nên chỉ cần đếm số vòng trong một rãnh là được.

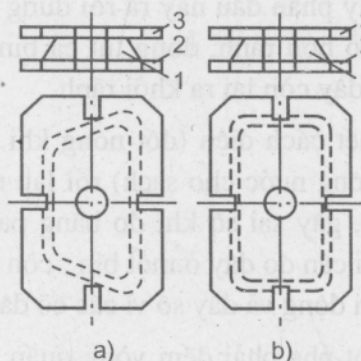
3. Bộ dây cháy đã dỡ ra cần thu gom lại đầy đủ rồi cân xem trọng lượng bao nhiêu để dự trù mua dây mới (cộng thêm hao hụt khoảng 5%), nếu stato đã mất dây thì căn cứ vào khuôn quấn để tính toán trọng lượng.

4. Làm khuôn quấn dây giống như cách làm khuôn quạt điện, nhưng không cần tính toán, đo đạc phức tạp. Lấy một đoạn dây đồng cỡ $1 \div 1,5\text{mm}$ đặt gá vào trong lòng các bin động cơ cũ rồi uốn theo để lấy mẫu đúng hình dáng kích thước bộ dây cũ. Nếu động cơ đã bị tháo dây thì làm dưỡng theo hình 3-52.

Chiều dày của gỗ làm khuôn phải thấp hơn chiều sâu của rãnh từ $2 \div 4\text{mm}$ (trừ nê), còn chiều dài và chiều rộng thì lấy theo dưỡng là được.



Hình 3-52. Cách đặt dưỡng để làm khuôn



Hình 3-53. Hai loại khuôn kiểu đồng tâm và đồng khuôn

5. Lõi khuôn (1) phải làm hơi còn để tháo dây đã quấn ra được dễ dàng. Xung quanh khuôn lót một lần bìa cách điện để cho nhẵn, dây quấn không bị xước, chính giữa khuôn khoan 1 lỗ để lắp vào máy quấn.

Đi dôi với khuôn, phải có các má khuôn (2) (3) để giữ dây ; má khuôn phải chọn gỗ thật phẳng, dày từ 2 đến 3 cm. Kích thước dài, rộng hơn khuôn khoảng $2 \approx 3$ cm ; 4 cạnh của 4 rãnh để đặt dây buộc bin khi quấn xong. Quấn kiểu đồng tâm, kiểu 2 lớp phải làm nhiều khuôn để cùng gá lên máy quấn dây, quấn cả nhóm bin một lần (quấn dính đôi, dính ba...), tuy khi hạ phải lựa các bin cho đúng chiều nhưng giảm được mối nối.

6. Quấn bin stato động cơ điện xoay chiều trên máy quấn dây có đếm vòng không phải xếp nếp như quấn cuộn dây máy điện 1 chiều ; chỉ cần quấn sóng để sau này hạ từng nhóm dây xuống rãnh ở một cạnh bin trước, sau đó mới hạ đến cạnh kia. Dùng tre cật vót thành hình mũi dao để trải dây nằm trong rãnh thật thẳng, sóng không bị chổng chéo. Tuyệt đối không dùng kim loại gậy dây sẽ làm hỏng men cách điện.

7. Sau khi hạ hết dây mỗi rãnh, ở nước ngoài người ta phải lót một lượt bìa cách điện rồi chèn nệm bằng gỗ dẻ, bạch dương (cấp A) hoặc nệm tectolit thuỷ tinh (cấp B) để giữ chặt dây.

Ở nước ta, khi sửa chữa máy điện, nệm thường thay thế bằng tre khô đã tẩm sấy kỹ, dùng cật tre vót nhẵn thành hình bán nguyệt, đầu tre hơi thuôn. Bìa cách điện dày 0,5 mm, cứng, cắt thành bằng đầu vát, để đẩy vào trong rãnh lót úp kín dây vào miệng rãnh, rồi đóng nệm tre vào rãnh. Nệm tre để phân cật phẳng nhẵn xuống phía dưới và cho thò ra khỏi rãnh mỗi bên từ $5 \div 7$ mm.

8. Động cơ một pha thường cuộn dây làm việc hạ trước, nằm phía dưới. Cuộn dây khởi động để nằm phía trên, được hạ sau.

Động cơ 3 pha quấn kiểu đồng tâm, các bin được quấn liền thành tổ (dính đôi, dính ba) thì bin bé hạ xuống trước ; bin to (bước quấn lớn hơn) hạ sau vào hai rãnh khác cho đến hết cả tổ.

Các tổ dây phải hạ xuống rãnh cùng chiều (cùng tiến sang phải hoặc cùng lùi sang trái), đầu dây vào ở bin bé thì đầu dây ra của tổ dây phải nằm ở bin to. Nếu hạ bin "úp ngược" sẽ đấu sai, máy không chạy được.

Động cơ 3 pha quấn kiểu đồng khuôn hoặc hai lớp phải có một số bin chờ thì các bin này chỉ hạ cạnh dưới xuống rãnh còn cạnh trên phải lấy bằng

vải buộc chặt treo lên lõi từ (lót bìa vào lõi từ để khỏi xước dây) để khi luồn cạnh dưới hạ các bin không bị vướng.

9. Lót cách điện rãnh (động cơ hạ thế) thường dùng bìa cách điện OB dày $0,4 \div 0,5$ mm ; khi cần tăng cường chất lượng thì lót rãnh bằng 2 lần bìa cách điện OB $0,2$; nằm giữa hai lần bìa là một lớp lụa cách điện $0,15\text{mm}$. Máy làm việc ở nhiệt độ cao (cấp B) phụ tải nặng thì giữa hai lần bìa cách điện phải có một lớp bìa micanit mềm được ép nóng vào rãnh.

Với rãnh hở hoặc rãnh nửa kín (quạt điện, động cơ nhỏ) thường lót bìa cao hơn miệng rãnh, để hạ dây cho dễ, hạ hết dây xuống rãnh thì gấp phần dư này trùm lên, che kín dây rồi mới chèn nệm cho chắc chắn.

Động cơ lớn, quấn dây to thì bìa lót phải nằm dưới miệng rãnh để dây vào đỡ vướng, bìa phải cắt dài hơn lõi sắt từ $8 \div 12$ mm rồi gấp mép ở hai đầu rãnh (gấp ra phía ngoài) mỗi bên $2 \div 3$ mm. Luồn bìa vào rãnh xong phải vót tre xấp xỉ kích thước rãnh để chèn cho bìa nằm ép sát vào rãnh và để khi hạ dây khỏi bị đẩy, khi uốn dây hai đầu không làm rách cách điện.

10. Đầu dây stato theo đúng sơ đồ đã vẽ ; đầu riêng tuần tự từng pha để không bị nhầm lẫn. Các đầu dây cho ra ngoài chọn ở rãnh gần lỗ luồn dây ; các mối nối phải cạo sạch men, xoắn lại cho chắc chắn rồi hàn bằng thiếc có nhựa thông thật ngấu hoặc hàn bằng điện dùng cực than (lấy điện hàn qua biến áp $220\text{V}/15 \div 30\text{V}$).

Những đầu dây cho ra ngoài được nối bằng dây súp mềm. Tất cả mối nối đều phải bọc kín, luồn ghen cách điện chịu nhiệt (ghen TKCI với cách điện cấp B) và lót dưới mối nối bằng bìa cách điện khi bó hai đầu bin.

11. Tất cả các rãnh có dây quấn kép phải lót cách điện giữa lớp dưới và lớp trên bằng bìa cách điện có màng mỏng $0,27\text{mm}$ hoặc vải sơn thủy tinh mica (cấp B) ; ở hai đầu cuộn dây chỉ cần lót cách điện kín giữa các bin khác pha (thường gọi là căn pha) bằng bìa cách điện có màng mỏng $0,27\text{mm}$.

12. Lót cách điện căn pha xong thì nắn hai đầu bin cho tròn, đẹp, không chạm vào nắp, không nhô cao để dây khỏi chạm vào rôto rồi dùng băng vải hoặc dây gai (máy điện AO_2 buộc bằng ghen thủy tinh) buộc hai đầu bin thật chắc chắn.

Cuối cùng thì kiểm tra cho chạy thử không tải một lúc, đạt các yêu cầu kỹ thuật rồi mới sơn, tẩm cách điện.

3-23. TÌM DÂY ĐẦU VÀ DÂY CUỐI CỦA MỖI PHA TRONG ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Những động cơ điện 3 pha thông dụng thường có 6 đầu dây ra ngoài để tùy theo điện áp nguồn mà đấu hình sao hay đấu tam giác cho phù hợp. Thường ba đầu dây đầu được chọn cùng màu (xanh) với nhau và 3 đầu dây cuối lấy cùng một màu khác (đỏ) rồi kẹp tên, ký hiệu để nối ra bảng đấu dây (các dây này mỗi nước có ký hiệu riêng).

Những động cơ đã quấn lại hoặc những động cơ đã mất dấu mà dây lại chỉ có một màu thì không thể biết đầu và cuối mà đấu dây cho đúng để động cơ chạy được.

Gặp trường hợp này thường phải mò mẫm hoặc phải tháo hai nắp, rút ruột động cơ ra khỏi stato rồi quan sát, vẽ sơ đồ tìm dây, rất mất thời gian.

Có hai cách chính xác để xác định dây đầu và dây cuối của từng pha bằng phương pháp cảm ứng điện từ mà không cần tháo động cơ ra.

1. Phương pháp tìm dây bằng pin (điện 1 chiều DC)

Bước 1 : Lấy đèn thử hoặc đồng hồ vạn năng để tìm hai đầu dây của từng pha. Thử xong sẽ được 3 đôi : đánh dấu riêng ra từng đôi cùng pha để tiếp tục tìm dây đầu và dây cuối.

Dùng pin $1,5V \div 4,5V$ nối dây như hình 3-54a.

Bước 2 : Chọn một đôi dây, lấy đầu dương (+) của đồng hồ nối vào một sợi và đánh dấu ngay sợi ấy là dây A. Đầu âm (-) của đồng hồ nối vào sợi kia và đánh dấu ngay là dây X (cùng pha).

Bước 3 : "Đi" hai đầu dây của pin vào hai đầu dây của pha thứ hai, đồng thời mắt nhìn vào đồng hồ. Nếu thấy kim lệch theo chiều dương bên phải (nếu kim lệch về phía trái phải đổi ngược hai dây này để kim lệch về bên phải) thì đầu dây nối với cực âm (-) của pin đánh dấu là B và dây nối với cực dương (+) của pin đánh dấu là Y.

Bước 4 : Tiếp tục tìm đến pha thứ ba, vẫn để đồng hồ ở hai dây cũ (A - X) nhưng chuyển hai đầu dây của pin sang hai sợi dây của pha thứ ba. Nếu thấy kim đồng hồ lệch về bên phải thì đầu dây nối với cực âm (-) của pin được đánh dấu là C và đầu dây nối với cực dương (+) của pin đánh dấu là Z.

Chú ý : Lúc "đi" dây pin, đồng thời phải nhìn ngay đồng hồ vì kim chỉ vọt lên và lệch đi lúc bắt đầu "đi" dây rồi lại trở về 0 ngay. Khi nhắc pin ra

thì kim đồng hồ cũng lệch đi nhưng ngược chiều cũ, nếu không tinh ý dễ bị nhầm.

Muốn chính xác thì thử thêm một lần nữa nhưng chuyển hai dây của đồng hồ sang pha khác rồi vẫn thao tác như trên.

– Đồng hồ vạn năng vạn nấc mA từ $10 \div 100$ mA (điện 1 chiều) sao cho kim vọt lên nhiều để dễ theo dõi.

Phương pháp tìm dây này tuy khó nhìn đồng hồ nhưng có thể kiểm tra được các đầu dây ngay cả khi không có điện lưới.

2. Phương pháp tìm dây bằng điện xoay chiều (AC)

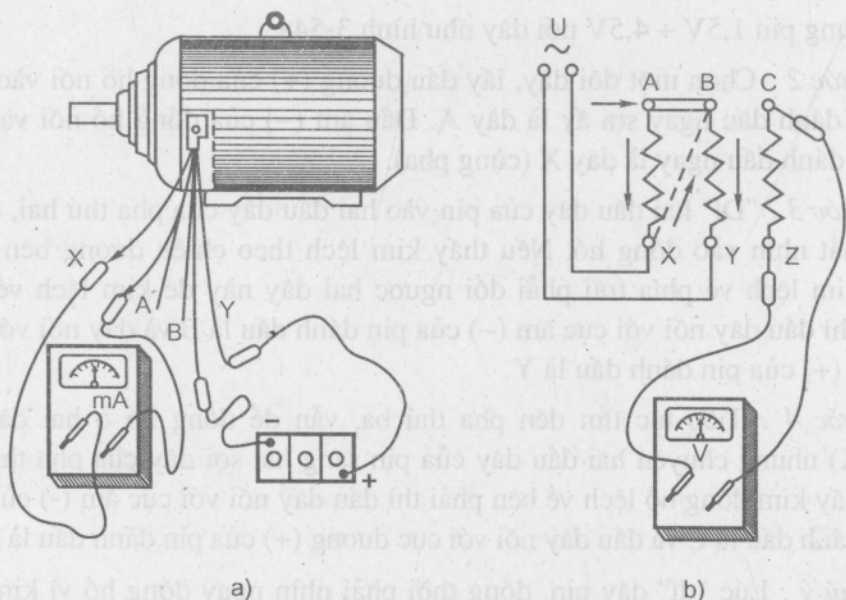
Bước 1 : Dùng đèn thử xác định được 3 đôi, cứ đánh dấu "tạm" từng đôi theo thứ tự :

A với X ; B với Y và C với Z như hình 3-54.

Bước 2 : Vặn chuyển mạch của vạn năng kế ở mức điện áp xoay chiều sao cho khi thử kim chỉ trên nửa mặt số để đọc cho dễ dàng ($\approx 50\%$ điện áp thử).

– Nối hai dây của đồng hồ vào hai dây C và Z.

– Hai pha A và B được đấu nối tiếp với nhau (giả sử nối A với B) rồi cấp điện xoay chiều vào hai dây cuối X và Y, kim đồng hồ sẽ nằm im vì hai cuộn dây A và B nối ngược chiều nhau bị khử từ.



Hình 3-54. Tìm dấu và cuối của dây quấn động cơ điện 3 pha

Tiếp tục đổi chéo hai dây đầu nối tiếp cho X nối với B, rồi lại cấp điện xoay chiều vào hai dây A và Y thì kim đồng hồ phải nhích lên.

Đến đây ta đã xác định được dây đầu và dây cuối của hai pha A và B được đánh dấu "tạm" như trên là đúng thực tế.

Bước 3 : Chuyển hai đầu dây của đồng hồ sang pha A. Sau đó lại đấu nối tiếp pha B với pha C : Lấy dây cuối Y của pha B (đã tìm đúng ở bước 2) nối với một dây nào đó của pha C mà khi cho điện xoay chiều vào dây đầu của pha B và dây còn lại của pha C thấy kim đồng hồ nhích lên thì đây là dây đầu của pha C, dây nối với nguồn xoay chiều được đánh dấu là cuối pha Z.

Chú ý : Những động cơ công suất trên 10kW thì điện áp thử chỉ lấy $15 \div 20\%$ điện áp định mức ; những động cơ 220V/380V từ $3 \div 10$ kW lấy U thử 110V ; những động cơ 380V (Y) nhỏ hơn 3 kW có thể dùng thẳng nguồn thử là 220V. Chỉ nên thử nhanh, đủ thời gian để quan sát kim đồng hồ, để lâu sẽ nóng, hại động cơ.

VẬT LIỆU, CÔNG CỤ THÔNG DỤNG ĐỂ SỬA CHỮA QUẤN LẠI MÁY ĐIỆN

4-1. CHỌN DÂY ĐIỆN TỪ ĐỂ QUẤN MÁY ĐIỆN

Khi sửa chữa bất cứ một máy điện nào, tốt nhất là lấy mẫu thật đầy đủ các số liệu : Quy cách dây quấn, trọng lượng, số vòng, tính chất cách điện, cách đấu dây v.v... quấn lại đúng như cũ, máy sẽ vận hành an toàn, đảm bảo các tiêu chuẩn kỹ thuật của nhà chế tạo.

Thực tế thị trường hiện nay thường có 3 loại dây : dây tròn – dây dẹt – dây cáp.

Dây tròn được bọc cách điện bên ngoài bằng sợi bông, lụa, tơ thủy tinh hoặc men cách điện được gọi là dây điện từ.

Dây dẹt và dây cáp chủ yếu được bọc bằng hai lần sợi, một lần giấy và một lần sợi hoặc bọc tơ thủy tinh ; cũng có loại để trần, khi quấn vào máy điện : rôto động cơ, cuộn dây hạ áp của máy biến thế, máy hàn điện... mới lót bìa cách điện.

1. Ký hiệu dây quấn cho máy điện

Dây quấn máy điện thường dùng đồng điện phân, mềm, điện trở nhỏ (ở nước ngoài còn dùng dây điện từ lõi nhôm). Dự trữ dây quấn gồm có 3 yêu cầu :

- Ký hiệu và quy cách dây.
- Kích thước dây.
- Trọng lượng dây cần có để quấn vào máy.

Tuỳ theo từng kiểu động cơ, nhiệt độ làm việc, cấp cách điện mà chọn ký hiệu dây cho phù hợp.

Dây quấn do Liên Xô (cũ) sản xuất có nhiều cấp cách điện khác nhau được phân loại theo độ bền nhiệt để quấn vào máy, có nhiệt độ làm việc từ 90°C (cấp Y) tới 180°C (cấp H).

Sửa chữa máy điện ở nước ta hiện nay phổ biến là dùng dây quấn cho máy điện cấp A, nhiệt độ làm việc tối đa 105°C, thường chọn dây quấn ký hiệu :

– ПВД là dây bọc hai lớp sợi bông, dây tròn cỡ từ 0,38 – 5,2mm.
Dây dẹt : $a = 0,9 - 5,5\text{mm}$

$$b = 1,2 - 1,5\text{mm}$$

– ПЭЛ – 2 là dây men 2 lớp gốc hắc ín – dầu thường dùng cho máy điện, điện áp thấp ở nhóm điện ôtô, máy kéo...

– Những máy điện cấp B rất thích hợp với khí hậu nóng ẩm ở nước ta ; nhiệt độ làm việc tối đa $110^{\circ}\text{C} \div 125^{\circ}\text{C}$ có thể dùng các loại dây ký hiệu :

– ПЭ В-2 là dây men hai lớp có độ bền cao, gốc hoá học. ПЭ ТВ là dây men tăng cường gốc polieste.

– Những máy điện phải làm việc trong điều kiện khắc nghiệt ; những rôto có cổ góp quay với tốc độ cao $5000 \div 15000$ vg/phút (máy cắt, máy doa....) phải quấn bằng dây men hai lớp ký hiệu ПЭ ТВ-2.

Cũng có thể dùng dây men có bọc một lần lụa, tơ thuỷ tinh ký hiệu ПЭЛ WKO (cấp A) hoặc ПСДТ (cấp B) rồi tẩm sấy bằng sơn cách điện chịu nhiệt để dây bám chặt lại với nhau đảm bảo độ bền cơ và độ bền nhiệt.

Các loại dây men này thường có các cỡ $d = 0,02 - 2,44\text{mm}$.

Hiện nay thị trường có bán dây điện từ Việt Nam, dây điện từ Hàn Quốc ký hiệu PEW chất lượng tương đương dây ПЭВ.

2. Kích thước dây quấn

Dây đồng tròn là loại thông dụng nhất để quấn các máy điện nhỏ và trung bình ; có các cỡ từ $0,02 \div 5,2\text{mm}$.

Dây quấn cho stato động cơ thường chỉ dùng dây điện từ dưới 2 mm ; máy cỡ dây lớn hơn thường lấy nhiều dây nhỏ quấn song song để dễ làm, cuộn dây tản nhiệt nhanh, máy chạy mát và tốt hơn quấn bằng một sợi dây to cùng tiết diện.

Người ta thường quấn song song từ 4 đến 6 sợi là nhiều ; trên cỡ này thì dùng dây vuông, dây dẹt, thanh đồng hoặc dây cáp tạo thành cuộn dây cứng.

Trong sửa chữa thường không có đủ các cỡ dây đường kính khác nhau, từ nhỏ đến lớn để lựa chọn.

Vậy phải giải quyết vấn đề này như thế nào ? Quấn dây to hơn hay nhỏ hơn một ít có được không ?

Nói chung nếu động cơ phải làm việc ở công suất định mức không được quấn dây nhỏ hơn cũ vì như vậy mật độ dòng điện qua dây sẽ cao hơn thiết kế. Động cơ đã quấn lại sẽ không đủ khả năng để làm việc với công suất định mức nên khi kéo tải nó sẽ nóng quá mức, độ bền giảm dễ cháy. Thực tế sai số chỉ cho phép giảm từ 2% đến 3% so với tiết diện dây cũ.

Động cơ, máy hàn, quạt điện khi sửa chữa không có dây đúng cỡ thì dùng dây to hơn một cấp sẽ tốt hơn nhưng cần lưu ý khi thay dây to hay nhỏ hơn một cấp đều không được tăng hoặc giảm số vòng dây đã quấn cũ vì :

– Nếu tăng vòng dây, thì đây, khó quấn, làm dây dễ bị chạm chập, máy chạy yếu đi.

– Nếu giảm vòng dây sẽ làm dòng điện không tải tăng, $\cos \varphi$ giảm, tổn hao trong lõi thép tăng, máy bị nóng và dễ cháy.

3. Thay thế cỡ dây để quấn máy điện

Khi không có dây đúng cỡ thì cách giải quyết tốt nhất là dùng $2 \div 3$ dây nhỏ để quấn song song với nhau hoặc vẫn quấn bằng một dây đơn nhưng stato được nối song song thành $2 \div 3$ nhánh (stato phải có các bin, ở các nhánh bằng nhau). Trường hợp máy đã quấn song song (hoặc có hai nhánh song song) thì dùng dây to hơn nhưng đầu nối tiếp (tất nhiên dây to này phải lọt được qua khe xuống rãnh).

Vấn đề cơ bản là *tiết diện của dây sau khi thay đổi phải bằng với tiết diện cũ*. Khi quấn song song các sợi phải quấn cùng một lúc lên khuôn để chúng có chiều dài bằng nhau.

Ví dụ : Động cơ DK 42-4 ; $U = 220V/380V$;

$$P = 2,8kW.$$

Thiết kế cũ dùng dây 1,2mm, nhưng thị trường chỉ có dây cỡ nhỏ. Vậy phải mua loại dây nào để thay thế ?

– Quấn hai dây song song, tính nhanh theo công thức :

$$d_m = 0,7d_c \quad (4-1)$$

– Quấn ba dây song song thì tính nhanh theo công thức :

$$d_m = 0,6d_c \quad (4-2)$$

Vậy, nếu quấn hai dây song song thì mua cỡ dây (công thức 4-1) :

$$d_m = 0,7 \times 1,2 = 0,84 \text{ mm quy về dây tiêu chuẩn } 0,85\text{mm}.$$

Trường hợp này cũng có thể chỉ quấn một dây đơn 0,85mm nhưng mỗi pha ở stato đầu thành hai nhánh song song ($a = 2$).

– Cũng có thể quấn 3 dây song song và mua cỡ dây quấn theo công thức 4-2.

$$d_m = 0,6 \times 1,2 = 0,72\text{mm}$$

Nếu dùng bảng 13 để tra chính xác :

Đối chiếu $d_m = 1,2$ thì $S_c = 1,131\text{mm}^2$.

Quấn hai dây song song sẽ có $S_m = \frac{1,131}{2} = 0,5655\text{mm}^2$

Từ ô $S_m = 0,5655$ sẽ tìm được đường kính của dây cần phải mua để thay thế là $d_m = 0,85\text{mm}$ ($S = 0,567$).

Quấn ba dây song song sẽ có $S_m = \frac{1,131}{3} = 0,377\text{mm}^2$

Từ ô $S_m = 0,377$ sẽ tìm được đường kính của dây cần phải mua để thay thế là $d_m = 0,69\text{mm}$ ($S = 0,374$).

Từ cách tính nhanh theo công thức đến phương pháp dùng bảng đều cho cỡ dây thay thế tương tự như nhau. Vậy có thể mua dây mới cỡ $d = 0,85\text{mm}$ hoặc $d = 0,69 \div 0,72\text{mm}$ để thay dây cũ $d = 1,2\text{mm}$.

4. Tính trọng lượng dây quấn (chưa kể cách điện)

Khi đã chọn được cỡ dây, còn cần phải biết khối lượng dây quấn bao nhiêu để mua cho sát.

Có thể tính toán để tìm ra đáp số nhưng cách làm thực tế và đơn giản là căn cứ vào khuôn quấn dây. Đo khuôn để biết được chiều dài trung bình một vòng dây rồi từ đó nhân với tổng số vòng dây quấn của 3 pha stato để tìm chiều dài dây cần phải mua.

Dùng các công thức sau đây để tính trọng lượng dây :

Trọng lượng dây đồng tròn : $G(\text{g/m}) = 7d^2$ (4-3)

Trọng lượng dây đồng dẹt : $G(\text{g/m}) = 8,9 \times S$ (4-4)

Trọng lượng dây cáp đồng : $G(\text{g/m}) = 9,3 \times S$ (4-5)

Trong đó :

G : Trọng lượng 1 mét tính bằng gam.

d : Đường kính dây tính bằng mm.

S : Tiết diện dây tính bằng mm^2 .

Ví dụ 1 : Động cơ điện 3 pha ĐK 42-4 220V/380V.

Công suất : 2,8 kW, $z = 36$. Quấn đồng khuôn. Stato phải quấn 18 bin ; mỗi bin $w = 36$ vòng.

Dây quấn (PIB/I) cách điện hai lần sợi $d = 1,2\text{mm}$.

Chiều dài mỗi vòng dây đo theo khuôn là 0,55m.

Vậy, chiều dài dây quấn cần phải mua :

$$l = 18 \times 36 \times 0,55 = 356,4\text{m}$$

Trọng lượng mỗi mét dây $d = 1,2$ (công thức 4-3) là :

$$G/m = 7 \times 1,2 \times 1,2 = 10,08 \text{ g}$$

Trọng lượng toàn bộ dây quấn động cơ :

$$G = 356,4 \times 10,08 = 3,6 \text{ kg}$$

Sau khi tính được G thì cộng thêm từ 2 ÷ 4% để trừ hao hụt khi dự trữ mua dây mới.

Ví dụ 2 : Máy hàn điện MH 350 dùng điện 1 pha :

$$U_1 = 220\text{V}/380\text{V} \quad U_2 = 65\text{V} \div 80\text{V}$$

Sơ cấp của máy quấn bằng dây đồng dẹt (bọc hai lần sợi vải) cỡ 2×10 có 160 vòng, chiều dài trung bình một vòng 0,65m.

– Thứ cấp của máy quấn dây cáp đồng trần M50 ($S = 50\text{mm}^2$) có 36 vòng. Trung bình một vòng dài 1,5m. Tính trọng lượng dây quấn ?

Tiết diện dây quấn sơ cấp là :

$$S = a \times b = 10 \times 2 = 20 \text{ mm}^2$$

– Chiều dài dây quấn sơ cấp : $l = 160 \times 0,65 = 104\text{m}$

Trọng lượng dây quấn sơ cấp (công thức 4-4) là :

$$G = 8,9 \times 20 \times 104 = 18,5 \text{ kg.}$$

– Chiều dài dây quấn thứ cấp : $l = 36 \times 1,5 = 54\text{m}$.

Trọng lượng dây quấn thứ cấp (công thức 4-5) là :

$$G = 9,3 \times 50 \times 54 = 25,1 \text{ kg}$$

Vậy trọng lượng toàn bộ dây quấn máy hàn :

$$\Sigma G = 18,5 + 25,1 = 43,6 \text{ kg}$$

Dự toán mua tròn 45 kg để trừ hao các đầu dây và hai lần cách điện.

4-2. VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN DÙNG CHO SỬA CHỮA MÁY ĐIỆN

1. Phân loại

Vật liệu cách điện quấn vào máy điện thường dùng có : giấy, bìa cách điện, vải băng, lụa cách điện, vải sơn thuỷ tinh, téctôlit, mica, bakêlit... Căn cứ vào nhiệt độ giới hạn, để đảm bảo độ bền tuổi thọ của thiết bị là nhiệt độ cho phép, người ta chia vật liệu cách điện ra 7 cấp :

Cấp Y : Nhiệt độ cho phép 90°C , hiện nay ít dùng vì chịu nhiệt kém, dễ hút ẩm gồm : vải, lụa giấy cách điện,... không tẩm sơn cách điện, không nhúng vào chất lỏng cách điện đều thuộc cấp này.

Cấp A : Nhiệt độ cho phép 105°C bao gồm những vật liệu trên như : vải, sợi, tơ lụa, giấy cách điện vật liệu từ xenlulô,... nhưng được tẩm sơn cách điện tốt. Loại này thường gặp ở những máy điện kiểu cũ, sử dụng ở vùng nhiệt đới không bền.

Cấp E (AB) : Nhiệt độ cho phép 120°C gồm những loại như : màng lapsan, vải thuỷ tinh, một số màng tổng hợp hữu cơ khác được dùng rộng rãi cho các máy điện cỡ nhỏ và trung bình.

Cấp B : Nhiệt độ cho phép 130°C dùng vật liệu từ gốc vô cơ như : mica, amiăng, vải thuỷ tinh nhúng sơn cách điện chịu nhiệt độ cao, bakêlit và các chất trùng hợp khác được dùng nhiều cho những thiết bị điện cần nhiệt đới hoá.

Cấp F : Nhiệt độ cho phép 155°C cũng là những vật liệu trên cơ sở mica, amiăng chịu nhiệt, không dùng các chất hữu cơ : vải – bìa cách điện.

Cấp H : Nhiệt độ cho phép 180°C , vật liệu chủ yếu là mica, amiăng, sợi thuỷ tinh mềm với tổ hợp silic hữu cơ đàn hồi. Cấp này được dùng cho các máy điều kiện làm việc khắc nghiệt, nhiệt độ cao.

Cấp C : Nhiệt độ cho phép trên 180°C gồm vật liệu là thuỷ tinh, thạch anh, sứ chịu nhiệt cao.

2. Bìa cách điện

Giấy và bìa cách điện được chế tạo từ xơ bông + xơ gỗ đã sunphát. Bìa cách điện được dùng làm đệm lót trong các rãnh của máy điện, làm khuôn của máy biến áp, khung dây quấn động cơ cách điện cấp A.

Bìa được sản xuất thành cuộn ЭBT và ЭBC có chiều dày từ $0,1 \div 0,5\text{mm}$; loại bìa tẩm ký hiệu ЭB thì chiều dày từ 1 - 3mm. Riêng bìa sản xuất từ xơ gỗ ký hiệu ЭMY hoặc từ xơ bông ký hiệu ЭMT có thể sử dụng vào máy ngâm trong dầu cách điện.

3. Vải sơn cách điện

Tùy theo chất làm nền để phân biệt vải sơn cách điện bằng tên gọi khác nhau như : vải cách điện (sợi bông), lụa cách điện (tơ), vải caprông, vải thủy tinh.

Sau khi đã tẩm sơn cách điện chúng mềm hơn và cách điện được nâng cao tốt hơn. Sơn để tẩm là sơn dầu (vàng) sơn bitum dầu (đen), sơn hoặc emay silic hữu cơ. Dai nhất và mềm nhất là lụa, caprông tẩm sơn dầu. Vải sơn màu đen có đặc tính cách điện cao hơn màu vàng nhưng lại kém chịu dầu và các chất hoà tan khác.

Trừ vải thủy tinh tẩm sơn silic hữu cơ (ΠCK, ΠC) (màu trắng) cho phép chịu ẩm, chịu nhiệt cao đến 155°C (cấp B và cấp F) còn tất cả các loại vải, lụa cách điện đều chỉ được quấn vào máy điện làm việc ở cấp A (105°C).

Phạm vi sử dụng chủ yếu của vải sơn cách điện là để lót vào rãnh động cơ, cách điện giữa các lớp dây, vòng dây, căn pha đầu nối của các thiết bị điện hạ thế. Vải sơn khi dùng phải cắt chéo 45°C (theo sợi dọc) thì mới dai, dễ chịu kéo tốt hơn.

4. Mica

Micanit là vật liệu cách điện có đặc tính cách điện cao, độ bền cao, chịu được nóng và ẩm ướt. Có nhiều loại mica, tạm chia ra 3 nhóm :

Micanit cứng dùng làm cách điện giữa những phiến cổ góp dày 1-2 mm. Ký hiệu KΦ -1.

– Micanit mềm dùng để cách điện vòng dây và rãnh máy điện, ký hiệu ΓM hoặc ΓΦ có độ dày từ $0,2 \div 0,5\text{mm}$.

– Micanit định hình có ký hiệu ΦM, ΦC hoặc ΦΦ (chỉ ghi hai chữ đầu) dùng để lót cách điện trong các máy điện đặc biệt, chịu nóng, điện áp cao.

4-3. SƠN CÁCH ĐIỆN

Sơn cách điện là một hỗn hợp các chất tạo màng sơn : Nhựa đường – bitum, dầu thầu, dầu lanh... với những dung môi hữu cơ.

Khi sấy nóng sơn cách điện, dung dịch bay hơi, còn lại các chất gốc qua một quá trình hoá lý sẽ làm cho sơn khô, đóng cứng lại. Sơn cách điện có 3 nhóm :

1. Sơn tẩm

Để tẩm vào các cuộn dây của máy điện thiết bị điện, thường có hai loại sơn cấp A và sơn cấp B. Sơn cách điện cấp A trong nước sản xuất nhiều là sơn gốc bitum có ký hiệu 447 và 458, tuy chịu ẩm tốt nhưng kém chịu dầu, có màu đen.

Ở vùng nhiệt đới, khí hậu nóng ẩm nên dùng sơn cách điện cấp B, sơn dầu gliptan, chất lượng tốt hơn. Hiện nay, khi sửa chữa máy điện ta thường dùng sơn ГФ95 của Liên Xô cũ hoặc 1154 của Trung Quốc có màu vàng sáng để tẩm dây máy điện, màng sơn chịu dầu. Sơn gliptan màu nâu sẫm do Xí nghiệp quốc phòng sản xuất hiện có bán trên thị trường, công dụng cũng như trên.

2. Sơn phủ

Sau khi đã sơn tẩm, sơn phủ sẽ tạo một lớp màng nhẵn bóng để cuộn dây hoặc các chi tiết cách điện bền chắc, chống ẩm tốt, chịu nhiệt độ, chịu dầu, chống mốc và hoá chất khác xâm nhập, chịu được hồ quang. Liên Xô (cũ) có nhiều loại sơn phủ "men dầu gliptan" như : ГФ92 màu xám, sấy ở nhiệt độ 105°C mới khô để sơn phủ cuộn dây máy điện. XK màu đỏ để phủ các chi tiết cách điện của máy điện, tự khô ở nhiệt độ 20°C sau 24 giờ.

3. Sơn dán

Để dán các lá mica hoặc giấy vải cách điện với nhau, sơn các mặt ngoài và dán các lá thép kỹ thuật điện.

Trong 3 nhóm sơn cách điện nêu ở trên, thì sơn tẩm là quan trọng nhất đối với thợ sửa chữa điện. Ta biết rằng, máy điện quấn bằng dây điện từ tráng men hoặc bọc sợi lót cách điện bằng bìa ЭВ, nếu không tẩm sơn chỉ chịu được nhiệt độ làm việc là 90°C (cấp Y). Ván dây và bìa như trên nếu đem tẩm sơn cách điện và sấy tốt thì có thể chịu được nhiệt độ tới 105°C (cấp A).

Như vậy, nhờ sơn tẩm mà cuộn dây tăng được tính chịu nhiệt. Sau khi tẩm, sơn sẽ bịt kín những lỗ nhỏ giữa các vòng dây ở trong máy, bịt kín các lỗ mao quản của vật liệu cách điện bằng xenlulôzơ làm cho nó không thể hút ẩm, hút nước được nữa. Sơn tẩm làm tăng thêm sức chịu đựng điện áp của

vật liệu cách điện, tăng thêm sức bền cơ học và sức chịu mài mòn, tăng thêm khả năng tản nhiệt làm cho máy bớt nóng v.v...

4-4. TẮM SƠN CÁCH ĐIỆN KHI QUẤN LẠI CUỘN DÂY

Động cơ điện khi sửa chữa phải sơn thật tốt mới đảm bảo chất lượng và độ bền. Cần phải qua 3 công đoạn : Sấy chuẩn bị – Sơn tẩm cách điện – Sấy khô.

1. Sấy chuẩn bị

Sau khi đã quấn và thử không tải, động cơ chạy tốt thì chuẩn bị tẩm sơn cách điện.

Trong quá trình quấn dây, hơi ẩm hoặc mồ hôi tay có thể xâm nhập vào dây, bìa cách điện... nhất là loại dây bọc sợi càng dễ hút ẩm, nên trước khi sơn tẩm phải qua công đoạn sấy chuẩn bị để hơi ẩm bay ra hết.

Thời gian sấy từ 4 đến 12 giờ tùy theo loại máy nhỏ hay máy lớn ; nhiệt độ sấy từ $100^{\circ} + 110^{\circ}\text{C}$.

2. Tẩm sơn cách điện

Sấy chuẩn bị xong, lấy động cơ ra ngoài để cho nhiệt độ hạ xuống khoảng $65^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$ rồi mới tẩm sơn, vì nếu sơn ngay trong lúc máy còn nóng trên 70°C thì sơn thấm vào cuộn dây bốc hơi quá mạnh tạo thành một lớp màng mỏng bao kín bên ngoài, chắn không cho sơn tiếp tục thấm sâu vào trong rãnh nữa ; ngược lại nếu để nguội dưới 60°C thì sơn cũng không đủ sức thấm sâu vào trong các khe dây.

Khi tẩm sơn, đem stato nhúng toàn bộ vào chậu sơn khoảng 5 phút, đến khi không có bọt nổi lên là được. Nếu chỉ có ít sơn cách điện hoặc những động cơ lớn không thể nhúng cả được thì dùng biện pháp dội sơn : Dốc ngược động cơ lên, dội sơn vào hai đầu cuộn dây cho đến khi chảy thấm sang tận đầu kia, lật đi lật lại khi nào thấy sơn không thể ngấm vào trong nữa mới thôi. Sau đó để sơn nhỏ bớt đi mới cho vào lò tiếp tục sấy khô, không nên để bên ngoài quá 1/2 giờ.

3. Sấy khô

Sấy sau khi tẩm sơn là một giai đoạn rất quan trọng, phải đảm bảo sấy đúng nhiệt độ và thời gian quy định. Nếu không tuân thủ được hai điều kiện

này thì sơn khô không tốt, cách điện của máy điện sẽ kém. Hiện tượng mặt ngoài khô, phía trong dây còn dính là hậu quả của quy trình sấy không đúng.

Thông thường sấy ở nhiệt độ 110°C đến 115°C thời gian sấy vào khoảng 6-24 giờ tùy thuộc ký hiệu sơn và cỡ máy to hay nhỏ, kiểm tra độ cách điện lúc sấy thấy ổn định trong khoảng 2 ÷ 4 giờ, sờ tay vào màng sơn không còn dính mới coi là xong đợt sấy thứ nhất.

Cần chú ý, lần tắm dầu phải dùng sơn loãng ; nếu sơn bị đặc thì lấy benzen và dầu thông hoặc toluen + oai sprit 1/1 để pha sao cho độ nhớt η từ $2^{\circ} \div 3^{\circ}$, sơn mới chui hết được vào các lỗ trong rãnh quấn dây.

Lúc bắt đầu sấy cần tăng nhiệt độ lên từ từ và sấy ở mức độ $60^{\circ}\text{C} \div 70^{\circ}\text{C}$ trong 3 ÷ 4 giờ, sau đó mới tăng lên $110^{\circ}\text{C} - 115^{\circ}\text{C}$ để tránh hiện tượng lớp sơn mặt ngoài bị khô nhanh tạo thành màng kín, cản trở lớp sơn trong không thể khô hết được.

Công đoạn tắm sơn lần thứ hai, dùng sơn đặc hơn, độ nhớt cao hơn (η ở 50°C là 5 ÷ 8 độ) để cho sơn nhét kín những lỗ hổng còn lại, động tác sơn sấy cũng như lần trước.

Trong điều kiện sửa chữa đồ điện gia dụng nhỏ không có lò sấy thì có thể dùng bóng đèn 100W ÷ 200W đặt trực tiếp vào stato (không để chạm vào dây quấn) rồi dây kín lại, nhiệt độ trong thùng sấy đơn giản này vẫn phải đạt khoảng 110°C thì sau 10 ÷ 20 giờ, dây quấn mới khô tốt được.

4-5. HỢP KIM DÙNG ĐỂ HÀN VÀ CÁCH HÀN DÂY Ở MÁY ĐIỆN

Khi quấn lại các thiết bị điện, công việc hàn được sử dụng để nối các dây dẫn với nhau, nối dây dẫn với phiến góp, nối các thanh đồng ở rôto, có khi phải hàn cả dây nhôm sao cho chắc chắn (đạt điện trở nhỏ). Dùng điện xoay chiều hoặc điện một chiều từ 50V ÷ 80V điện cực than để hàn dây đồng, dây nhôm trong stato thường được áp dụng ở các Nhà máy chế tạo máy điện.

Những chi tiết lớn, những thanh đồng ở rôto phải dùng đèn hàn để hàn bằng thiếc nhưng thường không cho nóng quá 600°C , vì có thể làm cho thiếc giòn, dễ gãy.

Trong việc sửa chữa điện, thông thường công việc hàn được thực hiện bằng mỏ hàn điện. Nhiệt độ nung nóng của mỏ hàn điện hoặc mỏ hàn đốt

bằng than vào khoảng 400°C ; đầu mỏ hàn phải dũa phẳng và tráng thiếc thật sáng thì mối hàn mới "ăn" thiếc. Hàn các đầu dây phần ứng của máy điện một chiều, máy điện vạn năng vào phiến góp thì đầu mũi đồng của mỏ hàn phải tẩm thiếc, có chiều rộng bằng với phiến góp và nằm-ôm sát với vật hàn, và phiến góp.

Que hàn có hai loại : Loại mềm và loại cứng.

a) Que hàn mềm là hợp kim chì + thiếc được sản xuất theo dạng thỏi, dây và ống rỗng (trong có nhựa thông) ký hiệu ПІОС.

– Loại ПІОС – 30 có 30% thiếc, 2% antimon, 0,15% đồng, còn lại là chì. Nhiệt độ nóng chảy là 250°C dùng để hàn các chi tiết bằng đồng, đồng than dẫn điện, dây dẫn có mật độ dòng điện nhỏ, không chịu lực (lực kéo dưới 55 N/mm^2).

– Loại ПІОС – 40 có 40% thiếc, antimon và đồng tỷ lệ như trên, còn lại là chì. Nhiệt độ nóng chảy là 236°C dùng để hàn các chi tiết của thiết bị điện, dây quấn máy điện. Loại này tốt hơn và chảy láng hơn loại ПІОС – 30.

– Loại ПІОС – 61 hợp kim có tới 61% thiếc ; 2% antimon ; 0,1% đồng, còn lại là chì nên có độ chảy lỏng cao dùng để hàn dây nhỏ, cổ góp của máy hàn điện, máy điện một chiều.

Để mối hàn được chắc chắn, thiếc gắn chặt với kim loại thì các chi tiết trước khi hàn phải được làm sạch hết dầu mỡ, gỉ, muối sơn, màng ôxít... bằng dao cạo kỹ và đánh giấy ráp. Dây hàn phải được xoắn chặt hoặc lắp ghép với nhau cho có khe hở thật nhỏ. Lớp thiếc hàn càng mỏng thì chỗ nối càng bảo đảm chắc chắn.

Sau khi đã làm sạch, vật hàn được tẩy sạch bề mặt bằng nhựa thông rồi mới hàn. Tuyệt đối không được dùng axit pha với kẽm làm chất trợ dung khi sửa chữa máy điện vì chất clorua kẽm này sẽ làm hỏng cách điện và mối hàn sẽ bị gỉ mạnh (hàn axit, mối hàn dễ bám thiếc, chỉ dùng hàn những vật không cần cách điện).

Khi hàn cổ góp điện nên lấy nhựa thông (20%) pha trong cồn công nghiệp (80%) tạo thành dung dịch bôi vào chỗ cần hàn, để thiếc hàn chảy láng bóng, mối hàn chắc và đẹp, không chập mạch.

Trường hợp hàn các thanh đồng ở rôto bằng que hàn mềm phải thực hiện thành hai công đoạn :

Đầu tiên tráng thiếc mỏng lên những bề mặt thanh đồng cần hàn cho đều. Sau đó mới ghép các chi tiết này lại với nhau, tiếp tục hàn chúng lại cho

chắc chắn. Tráng thiếc vào các thanh đồng, dây dẫn điện thường thực hiện bằng cách nhúng chúng vào trong nồi thiếc đã nấu chảy cho "ăn" đều rồi lấy ra lau sạch, chỉ để một lớp thiếc thật mỏng.

b) Khi hàn các chi tiết cần độ bền lớn (trên 280 N/mm^2) các máy điện quay tốc độ cao, hàn dây quấn rôto động cơ, máy phát quấn thanh đồng dẹt, các đầu ra của máy biến áp lớn, máy hàn điện... người ta dùng que hàn cứng : Hợp kim bạc hoặc hợp kim đồng photphoric ($\text{M}\Phi_1 - \text{M}\Phi_3$) nhiệt độ nóng chảy từ $765 \div 850^\circ\text{C}$. Mỗi hàn được hàn bằng đèn hàn.

Thuốc hàn là boric tôi (còn gọi là hàn the để tẩy sạch).

– Trong nghề điện có khi còn phải hàn nhôm : Thanh cái nhôm, dây nhôm... bằng que hàn mềm.

Đây là que hàn hợp kim thiếc – cadimi có tên là Avia (Avia 1 có 55% thiếc, 20% cadimi, 25% kẽm, độ nóng chảy 200°C ; còn Avia 2 có mối hàn chảy loãng hơn thì chỉ có 40% thiếc, 20% cadimi, 25% kẽm, 15% nhôm).

Thuốc để hàn nhôm là hỗn hợp của nhiều chất hoá học có tác dụng làm sạch bề mặt, tẩy lớp ôxit.

Có thể dùng công thức đơn giản nhất gồm :

Silicofluorure sodium Na_3AlF_6 55% + NaCl 45%

Trộn lại tán nhỏ ; khi dùng hoà nước trộn thành hồ rồi dùng bút lông chấm quét lên mối hàn.

4-6. THAN ĐIỆN, PHẠM VI SỬ DỤNG VÀ THAY THẾ CHỖ THAN

Chổi than dùng trong máy điện là một chi tiết rất quan trọng, phải chọn viên than thế nào để khi làm việc lâu mòn, không làm hỏng cổ góp điện hoặc vòng trượt, không gây ra tia lửa v.v...

Chọn than điện phải chú ý đến các đặc tính như : độ cứng, điện trở suất, mật độ dòng điện cho phép, hệ số ma sát của than. Ngoài ra, còn phải căn cứ vào tốc độ quay của máy mà chọn than điện cho thích hợp. Áp suất của viên than đè xuống cổ góp cũng phải điều chỉnh cho đúng với từng loại máy, có thể lấy như sau :

– Những động cơ vạn năng : Máy bơm nước, máy công cụ cầm tay, máy may, máy điện một chiều nhỏ... là $150 \div 200 \text{ g/cm}^2$.

Những máy điều kiện làm việc nặng, cường độ lớn như : Động cơ máy khởi động ô tô, máy cán thép, máy trục, máy hàn điện... từ $200\text{g/cm}^2 \div 250\text{g/cm}^2$.

Chổi than thường chia ra làm mấy loại :

– Than cacbon – garaphit (ký hiệu T) có màu đen, hạt thô chỉ dùng cho các máy điện nhỏ, dòng điện định mức thấp, tốc độ quay không cao, từ $10 \div 12 \text{ m/s}$.

Mật độ dòng điện định mức của than T từ $6 \div 8 \text{ A/cm}^2$.

– Than graphit thiên nhiên (ký hiệu Γ) có đặc điểm mềm hơn than cacbon. Than Γ có chất lượng tốt hơn than T nên được dùng cho những máy có tốc độ $12 \div 25 \text{ m/s}$.

Mật độ dòng điện định mức khoảng $10 \div 12 \text{ A/cm}^2$.

– Than graphit điện phân (ký hiệu $\Theta\Gamma$) màu đen bóng, hạt mịn là loại tốt nhất được dùng vào những máy có tốc độ nhanh từ $25 \div 45 \text{ m/s}$. Mật độ dòng điện của nó được tới 14 A/cm^2 .

– Than đồng graphit (ký hiệu $M\Gamma$) có màu đồng mắt cua có thể dẫn được dòng điện lớn hơn các loại trên nên được dùng rộng rãi trong các máy phát điện, máy hàn điện, động cơ rôto quấn dây. Mật độ dòng điện định mức từ 15 A/cm^2 đến 20 A/cm^2 . Cách chọn than và thay thế than điện tham khảo ở bảng 7 và bảng 8.

Bảng 7. PHẠM VI SỬ DỤNG CÁC LOẠI THAN ĐIỆN

Tên máy điện	Ký hiệu than điện
Máy điện xoay chiều	
– Động cơ rôto quấn dây, chổi than nâng lên khi vận hành.	$M\Gamma$
– Động cơ rôto quấn dây, viên than luôn tiếp xúc với vành trượt	$M\Gamma 4$
– Động cơ vạn năng nhỏ	T2, $\Gamma 1$, $\Gamma 2$
– Máy phát điện tốc độ 1500 vg/phút ; công suất < 1500kVA	$\Gamma 3$, $\Gamma 4$, $\Gamma 2$, $\Theta\Gamma 4$
– Máy phát điện n đến 3000 vg/phút	$\Theta\Gamma$, $\Theta\Gamma 14$
Máy điện một chiều	
– Máy phát điện, động cơ điện sử dụng điện áp 110 ÷ 140V	T2, T3, $\Gamma 1$, $\Gamma 2$, $\Theta\Gamma 2$
– Máy kích từ của máy phát điện xoay chiều	$\Gamma 3$, $\Theta\Gamma 4$, $\Theta\Gamma 14$
– Máy phát điện, điện áp thấp (ô tô)	M1, M3, M6, M20
– Máy phát điện hàn	$\Gamma 3$, $\Theta\Gamma 4$
– Động cơ máy trục	$\Theta\Gamma 2$, $\Theta\Gamma 6$, $\Theta\Gamma 8$
– Động cơ máy nén, động cơ kéo	$\Theta\Gamma 10$, $\Theta\Gamma 83$, $\Gamma 2$.

**Bảng 8. ĐỐI CHIẾU THAN ĐIỆN LIÊN XÔ (CŨ)
VỚI THAN ĐIỆN CÁC NƯỚC KHÁC**

Liên Xô (cũ)	Đức	Trung Quốc	Pháp – Nhật – Mỹ
ЭГ4	E22	DS-4	EG (Pháp – Mỹ)
Г1, Г2	E335	DS-8	GH – 125 (Nhật)
ЭГ8	E149		NCC – 258 (Mỹ)
ЭГ14	EKG	DS – 14	GH – 45, 66 (Nhật)
ЭГ 74	E87	DS – 74	NCC – 259 (Mỹ)
ЭГ 2a	E98	DS – 52	EG 418 (Nhật)
ЭГ 1	RV 5	DS – 72	G4 (Nhật)
Г3	G189	S3 – S1	
M1, M6	EW60	T1	MH – 33 (Nhật)
M3	RW3	T3	MH – 35 (Nhật)
МГ – 4	EN 150	TS – 4	MH – 34 (Nhật)
МГ, МГ2	EN10	TS – 51	MH – 30 (Nhật)
МГ C, MTC ₆		TS – 64	MH – 31 (Nhật)
МГ 64			WCC – 543 (Mỹ)

4-7. VÒNG BI DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN

1. Lắp vòng bi

Vòng bi ngày càng được sử dụng nhiều trong máy điện ; những động cơ không đồng bộ từ cỡ 1 đến cỡ 9 đều sử dụng vòng bi vì nhiều ưu điểm hơn hẳn bạc (cút xine) ở chỗ sử dụng đơn giản, bảo vệ dễ dàng, đỡ tốn dầu bôi trơn, đồng thời động cơ lắp vòng bi thì khe hở không khí giữa rôto và stato có thể giảm xuống, vì thế cos φ và hiệu suất động cơ được tăng lên đáng kể.

Vòng bi có rất nhiều chủng loại để phù hợp với từng yêu cầu cụ thể : cấp chính xác cao hay bình thường, tải trọng nặng hay nhẹ ; động cơ trục đứng phải dùng vòng bi chặn và đỡ, động cơ trục ngang thì có thể dùng vòng bi đỡ cũng được, đây là công việc của người thiết kế. Nếu vòng bi đã mòn thì khi thay thế phải theo đúng ký hiệu cũ của vòng bi.

Vòng bi chỉ được tháo khỏi trục bằng "vám", khi bi đã "dơ" cần phải thay (bi còn tốt khi bảo dưỡng không được tháo bi khỏi trục). Trước khi tháo phải làm sạch các lớp gỉ ở trục phía ngoài vòng bi. Nếu bi gỉ, bi kết khó tháo cần làm nóng vòng bi (đổ dầu đã đun nóng, dùng vòng sắt nung đỏ ốp phía ngoài vòng bi...) rồi mới dùng "vám" (a ráp) để lới vòng bi ra.

Đặc biệt việc lắp bi vào trục phải làm cẩn thận, nếu lắp không tốt dù vòng bi mới nhưng cũng sẽ làm bi kém phẩm chất, chóng hỏng. Lắp vòng bi mới cần làm theo trình tự sau :

- a) Rửa sạch mặt tiếp xúc của vòng bi với trục rôto bằng dầu hoả.
- b) Lau sạch trục rôto, kiểm tra cổ trục phải thật bóng không có một vết gợn, sau đó bôi một lớp vadolin mỏng hoặc dầu nhờn vào trục.
- c) Luộc vòng bi trong dầu máy biến thể tinh khiết ở nhiệt độ 80°C cho nó nở ra để dễ lắp vào trục.
- d) Lắp vòng bi vào trục ở trạng thái nóng $70 - 80^{\circ}\text{C}$ dùng ống đồng (phế trong to hơn trục) để tổng dẫn vòng bi vào trục (không được đóng trục tiếp bằng búa sắt vào vòng bi).

Sau khi lắp vòng bi vào hết cổ trục, chỉ cho 2/3 lượng mỡ vào ổ bi. Lắp ráp xong rôto động cơ phải quay nhẹ đều, êm không có tiếng lạo xạo.

Trường hợp chỉ bảo dưỡng thì dùng dầu hoả hoặc dầu "ga doan" rửa sạch hết mỡ cũ, lấy vải lau khô bi rồi cho mỡ đúng quy cách vào khoảng 2/3 nắp chứa mỡ. Không nên cho đầy mỡ, sẽ làm nóng bi khi vận hành và làm bi chóng hỏng.

2. Ký hiệu của vòng bi

Cách ghi kích thước của vòng bi được thống nhất giữa các nước, thường có 2 đến 7 con số đặc trưng cho đường kính trong, hạng loại và cấu tạo của vòng bi.

a) **Đường kính trong** : 2 con số cuối cùng (số hàng đơn vị và số hàng chục) dùng để chỉ đường kính trong d của vòng bi, có 3 trường hợp :

1. Những vòng bi đường kính trong nhỏ hơn 10mm thì con số cuối cùng (hàng đơn vị) chính là số chỉ đường kính trong của nó. Những vòng bi nào chỉ ký hiệu có hai con số hoặc những vòng bi ký hiệu bằng một dãy số mà con số hàng trăm (số thứ 3 tính từ bên phải sang trái) là số 0 thì đây là vòng bi có đường kính trong nhỏ hơn 10mm và con số cuối cùng chỉ đường kính trong d .

Ví dụ : Vòng bi ký hiệu 35 thì đường kính trong là 5mm.

Vòng bi ký hiệu 1009 thì đường kính trong là 9mm.

2. Những vòng bi đường kính trong từ 10 – 20mm chỉ có 4 loại và ký hiệu bằng hai con số cuối cùng như sau :

00 đường kính trong 10mm

01 đường kính trong 12mm

02 đường kính trong 15mm

03 đường kính trong 17mm

Ví dụ : Động cơ máy may ASPA dùng vòng bi Liên Xô (cũ) ký hiệu 1200 thì đường kính trong là 10mm.

– Quạt trần Phong Lan lắp bi Nhật ký hiệu 6203 có đường kính trong 17mm.

3. Những vòng bi có đường kính trong d từ 20mm trở lên thì lấy con số cuối cùng nhân với 5 sẽ tìm ra đường kính trong d của vòng bi.

Ví dụ : Động cơ ĐK 42-4 ; 2,8 kW lắp vòng bi ký hiệu 306 thì đường kính trong là $d = 6 \times 5 = 30\text{mm}$.

– Vòng bi động cơ 10kW ký hiệu 6310 thì đường kính trong là $d = 10 \times 5 = 50\text{mm}$ (bảng 9 và 10).

b) Hạng của vòng bi

Nói lên mức độ chịu tải của nó. Tính chất này được đặc trưng bằng con số hàng trăm nếu $d \geq 10$ và bằng con số hàng chục khi $d < 10\text{mm}$.

Nếu ghi số 1 là vòng bi đặc biệt nhẹ.

Số 2 là tải trọng nhẹ.

Số 3 là tải trọng trung bình.

Số 4 là tải trọng nặng.

Số 5 là nhẹ, rộng.

Số 6 là trung bình rộng.

Số 7, số 8 là không xác định.

Số 9 là phi tiêu chuẩn.

Ví dụ : Vòng bi đỡ quạt trần Diamond Trung Quốc hiệu 6202 là vòng bi hạng nhẹ có đường kính trục $d = 15\text{mm}$.

– Vòng bi động cơ cỡ 7 Liên Xô (cũ) công suất 20kW tốc độ 1500 vg/phút có ký hiệu 6312 là vòng bi tải trọng trung bình có đường kính trong là : $d = 12 \times 5 = 60\text{mm}$.

– Vòng bi 60024 là loại hạng nhẹ có đường kính trong $d = 4\text{mm}$.

c) Loại vòng bi

Để chỉ tính chất làm việc, vị trí sử dụng vòng bi. Tính chất này được đặc trưng bằng con số hàng nghìn trong ký hiệu vòng bi (số thứ 4 tính phải sang trái). Những vòng bi chỉ có 2 hoặc 3 con số thì số để chỉ loại vòng bi là số 0 ; vòng bi 306 chính là 0306.

Số 0 là vòng bi đỡ.

Số 1 là vòng bi đỡ nhào.

Số 2 là vòng bi đỡ đĩa.

Số 3 là vòng bi đỡ nhào, bi đĩa.

Số 4 là vòng bi đỡ bi kim.

Số 5 là vòng bi đĩa lò xo.

Số 6 là vòng bi chấn đỡ.

Số 7 là vòng bi côn.

Số 8 là vòng bi chấn.

Số 9 là vòng bi chấn, bi kim.

Các con số thứ 5,6,7 tính từ phải sang trái để chỉ sự cấu tạo của vòng bi, ngoài ra có vòng bi còn ghi chữ A là cấp chính xác đặc biệt cao ; chữ B là cấp chính xác cao ; chữ H hoặc không ghi chữ là vòng bi thông thường.

**Bảng 9. KÝ HIỆU VÀ KÍCH THƯỚC VÒNG BI
THƯỜNG DÙNG CHO MÁY ĐIỆN**

Ký hiệu	Kích thước (mm)	Ký hiệu	Kích thước (mm)
	d trong, d ngoài, dày		d trong, d ngoài, dày
104	$20 \times 42 \times 12$	301	$12 \times 37 \times 10$
106	$30 \times 55 \times 13$	302	$15 \times 42 \times 13$
107	$35 \times 62 \times 14$	303	$17 \times 47 \times 14$
108	$40 \times 68 \times 15$	304	$20 \times 52 \times 15$
110	$50 \times 80 \times 16$	305	$25 \times 62 \times 17$
112	$60 \times 95 \times 18$	306	$30 \times 72 \times 19$

Bảng 9 (tiếp theo)
KÝ HIỆU VÀ KÍCH THƯỚC VÒNG BI
THƯỜNG DÙNG CHO MÁY ĐIỆN

Ký hiệu	Kích thước (mm)	Ký hiệu	Kích thước (mm)
	d trong, d ngoài, dày		d trong, d ngoài, dày
200	10 × 30 × 9	307	35 × 80 × 21
201	12 × 32 × 10	308	40 × 90 × 23
202	15 × 35 × 11	309	45 × 100 × 25
203	17 × 40 × 12	310	50 × 110 × 27
204	20 × 47 × 14	311	55 × 120 × 29
205	25 × 52 × 15	312	60 × 130 × 31
206	30 × 62 × 16	313	65 × 140 × 33
207	35 × 72 × 17	314	70 × 150 × 35
208	40 × 80 × 18	315	75 × 160 × 37
209	45 × 85 × 19	316	80 × 170 × 39
210	50 × 90 × 20	317	85 × 180 × 41
211	55 × 100 × 21	318	90 × 190 × 43
212	60 × 110 × 22	319	95 × 200 × 45
213	65 × 120 × 23	320	100 × 215 × 47
214	70 × 125 × 24	322	110 × 240 × 50
215	75 × 130 × 25	405	25 × 80 × 21
216	80 × 140 × 26	406	30 × 90 × 23
217	85 × 150 × 28	407	35 × 100 × 25
218	90 × 160 × 30	408	40 × 110 × 27
219	95 × 170 × 32	409	45 × 120 × 29
220	100 × 180 × 34	410	50 × 130 × 31
224	120 × 215 × 40	411	50 × 140 × 33
226	130 × 230 × 40	412	60 × 150 × 35
230	150 × 270 × 45	413	65 × 160 × 37
300	10 × 35 × 11	700	10 × 28 × 8

Bảng 10. KÝ HIỆU VÒNG BI DÙNG TRONG MÁY ĐIỆN
(Liên Xô cũ)

Hiệu máy	Cỡ máy	Ký hiệu vòng bi	
		Phía đầu trục	Phía quạt gió
A và AO	31 – 32	304	304
АΠ và AO Π	41 – 42	306	306
3000 vg/phút	51 – 52	308	308
A và AO	61 – 62 – 63	310	310
750 – 1500 vg/ph	71 – 72 – 73	2312	312
	81 – 82 – 83	2314	314
	91 – 92 – 93 – 94	2317	317
A và AO	61 – 62 – 63	308	308
3000 vg/phút	71 – 72 – 73	310	310
	81 – 82 – 83	312	312
	91 – 92 – 93 – 94	314	314
A và AK	101 – 102 – 103 – 104	2320	220
600 – 750	111 – 112 – 113 – 114	2322	322
1000 – 1500 vg/ph			
Máy điện 1	2,5	302	302
chiều	5	303	303
ΠΗ	10	305	305
	17,5	306	306
	18,5 – 45	308	308
	68 – 85	309	309
	100 – 145	2311	309
	205 – 290	2313	311
	400 – 550	2317	314

4-8. DẦU MỠ DÙNG CHO MÁY ĐIỆN

1. Dầu nhờn

Chất lượng của dầu nhờn xác định bằng các chỉ tiêu chính là : Độ nhớt của dầu, sự thay đổi của độ nhớt khi nhiệt độ thay đổi (chỉ số độ nhớt) ;

nhệt độ đông đặc ; độ ăn mòn, han gỉ ; độ bền chống oxy hoá cao ; tính ổn định của dầu để khi ở nhiệt độ cao dầu không bị biến chất ; nhiệt độ bén lửa ; hàm lượng tro và tạp chất trong dầu nhờn.

Người ta chọn dầu cho từng loại máy theo độ nhớt. Dầu có độ nhớt quá thấp, dầu sẽ bị chảy ra khỏi bạc và làm cho trục, bạc chóng mòn. Nếu dầu có độ nhớt cao lại tốn nhiều công suất để khắc phục ma sát, làm nóng máy. Chọn dầu đúng độ nhớt sẽ dễ dàng lưu thông trong toàn bộ những chi tiết cần bôi trơn, độ nhớt thay đổi ít khi nhiệt độ biến đổi, dễ dàng tản nhiệt khỏi bề mặt ma sát, đảm bảo chịu được áp suất cao, có khả năng làm cho bạc, vòng bi ít hao mòn, đảm bảo độ bền.

Dầu phải có tác dụng bôi trơn các ổ trượt (bạc) và vòng bi máy điện để giảm ma sát, dầu còn có tác dụng làm mát. Động cơ điện chạy bạc phải thường xuyên kiểm tra, nếu cần phải đổ thêm dầu đến vạch mức đã ấn định. Nếu không có vạch thì nhìn trực tiếp vào vòng dầu ; vòng "vớt dầu" phải nhúng xuống $1/4 \div 1/5$ đường kính của nó. Những máy mới sau khi làm việc từ 200 – 300 giờ phải thay dầu khác. Kỳ hạn thay dầu trong phạm vi từ 3-6 tháng (ở nơi nhiều bụi bẩn, nóng phải thay dầu sớm) các loại dầu thường dùng là :

– Công nghiệp 20 : (độ nhớt 0,017 ÷ 0,020 Paxcan/giây) để bôi trơn ổ trượt (bạc) các máy điện tốc độ cao.

– Công nghiệp 30 : (độ nhớt 0,024 – 0,027) [máy II] dùng cho máy điện làm việc nặng, tốc độ trung bình.

– Công nghiệp 45 : (độ nhớt 0,034 – 0,040) [máy C] dùng cho máy điện có tốc độ thấp.

Bạc, vòng bi cần được kiểm tra hàng ngày qua tiếng kêu, nhiệt độ và độ rung.

Thường bạc cho phép nhiệt độ cao nhất 80°C, vòng bi không được vượt quá 90°C. Nếu nóng quá mức bình thường có thể do dầu mỡ đã hết độ nhờn, bị bẩn, thiếu (hoặc thừa) dầu mỡ, vòng bi bị kẹt, vòng dầu không tưới dầu lên trục hoặc đã bị mòn, bị vỡ. Kinh nghiệm nếu máy chạy mà dầu có hiện tượng sủi bọt là đã bị bẩn, có lẫn tạp chất kim loại, nước, axit... tiếng rít chói tai là vòng bi, bạc hết dầu mỡ hoặc bị kẹt. Tiếng gõ lạch cạch đều nhịp là vòng bi, bạc bị mòn xước có bụi cứng lọt vào ; máy chạy nghe đều và êm là vòng bi, bạc còn tốt.

Hiện nay có nhiều loại dầu nhờn có thể thay thế như dầu nhờn của hãng Shell, BP ký hiệu từ Vistra 9 đến Vistra 46 là dầu khoáng sản xuất từ dầu mỏ "paraphin", được tinh chế chọn lọc không qua phụ gia, có chỉ số độ nhờn cao, tính chống tạo cặn, tạo màng dính trong hệ tuần hoàn và các hệ bôi trơn kín khác (bảng 11).

Dầu nhờn độ nhớt thấp Vistra 9 đến Vistra 22 có thể dùng để bôi trơn các cơ cấu có tốc độ cao. Loại có độ nhớt cao như Vistra 100– 150 đến 460 dùng bôi trơn hệ thống bánh răng kín của máy công nghiệp (kiểu xilanh, côn, trục vít).

**Bảng 11. KÝ HIỆU DẦU NHỜN TƯƠNG ĐƯƠNG
CỦA MỘT SỐ HÃNG PHÁP – MỸ**

Hãng	Ký hiệu dầu nhờn			
Shell – BP	Vistra 9	Vistra 22	Vistra 32	Vistra 46
Mobil	Velocite 6	Velocite 10	Vacuoline light	Vacuoline light
Exxon	Nuray 10	Nuray 22	Nuray 32	Nuray 46
BP	Energol	Energol	Energol	Energol
	EMC7	CS-22	CS-32	CS-46
Castrol	Magna 10	Magna 22	Magna 32	Magna 46
Caltex	Spindle A	Spindle B	Regal 32	Regal 46

2. Mỡ đặc

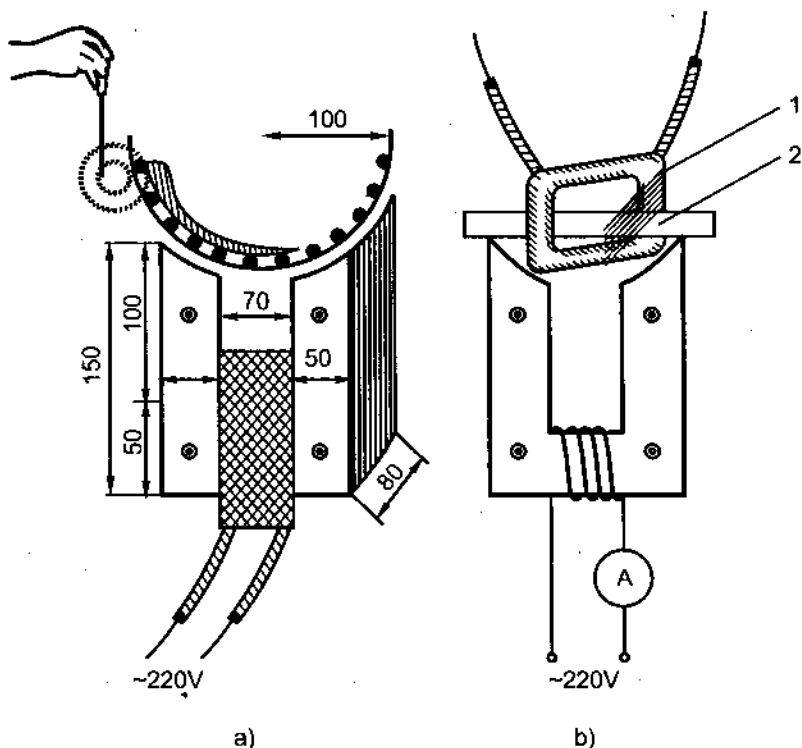
Mỡ để bôi vào vòng bi (khác với loại mỡ bảo dưỡng) chức năng chính để giảm ma sát, để bảo vệ vòng bi khỏi bị ăn mòn, gỉ. Cho mỡ không đủ, lựa chọn không đúng loại, mỡ dùng quá thời hạn. Cho mỡ vào vòng bi dưới tác động các yếu tố bên ngoài như khí hậu nóng ẩm, môi trường bụi bặm và yếu tố bên trong máy điện : nhiệt độ, áp suất, tải trọng đều làm tiêu hao nhiều chất bôi trơn, làm mỡ bị lão hoá, bị khô đều gây cho vòng bi chóng hỏng. Cho mỡ vào vòng bi nhiều quá cũng làm vòng bi bị nóng, khi làm việc mỡ bị chảy, hại bi. Động cơ dùng ở nơi ẩm ướt không nên sử dụng mỡ gốc natri, côngtalin tuy chịu nóng cao nhưng mỡ này lại dễ hoà tan trong nước. Mỡ gốc canxi (như xolidon) tuy có độ nhớt thấp ($75^{\circ} + 90^{\circ}\text{C}$) nhưng không hoà tan khi gặp nước nên có thể dùng ở nơi ẩm ướt. Động cơ điện sau 4000 giờ làm việc phải thay mỡ mới vào vòng bi. Có thể tham khảo cách chọn mỡ ở bảng 12.

5-8. TỰ CHẾ "RÔNHA" ĐỂ THỬ CUỘN DÂY MÁY ĐIỆN

Rônha là một máy dò chạm mạch kiểu xách tay dùng để phát hiện chỗ ngắn mạch giữa các vòng dây ở stato và rôto của máy điện một chiều và máy điện xoay chiều dựa vào nguyên lý cảm ứng điện từ. Khi tự chế máy này thì khung từ có thể chọn theo 2 kiểu, tùy yêu cầu thử nghiệm :

1. Khi cần kiểm tra phản ứng của máy điện 1 chiều hoặc kiểm tra rôto máy khoan điện, máy mài, máy bào tay, máy bơm nước... thì dùng lõi thép "silic" có hình dạng như hình 1-4 ghép lại để đạt kích thước $S = 5 \times 8 = 40 \text{ cm}^2$.

Cuộn dây cấp điện vào rônha dùng điện xoay chiều 220V được quấn bằng điện từ cỡ $d = 1,2 \text{ mm}$.



Hình 4-1 : a) Kích thước "rônha" để kiểm tra rôto

b) Kiểm tra cuộn dây bằng "rônha"

1— Cuộn dây, 2— Miếng thép non khép mạch từ.

$$w = \frac{60 \times U}{S} = \frac{60 \times 220}{40} = 330 \text{ vòng (lấy tròn 350 vòng)}$$

*** Cách kiểm tra :**

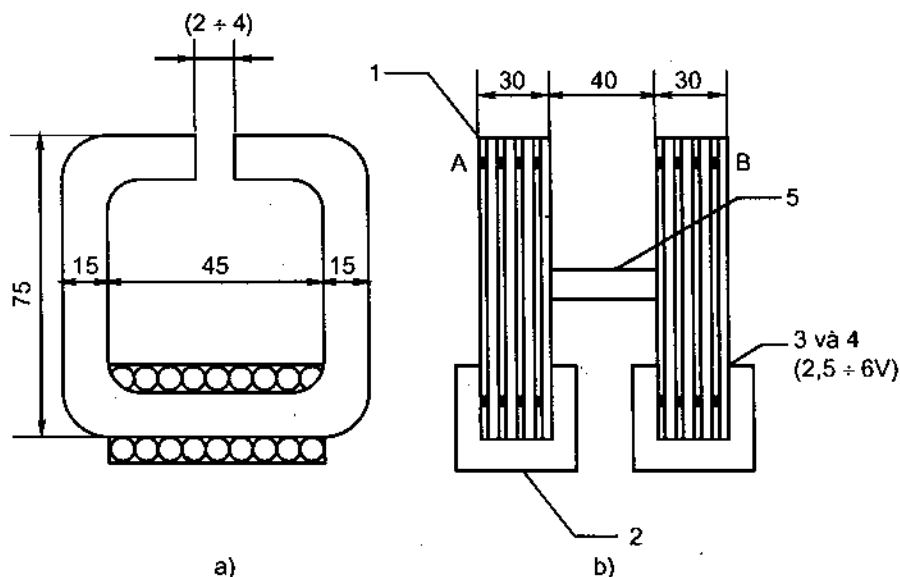
– Đặt rôto lên rônha rồi cấp điện vào máy. Dùng lưới cửa sắt mỏng rà vào các rãnh ở rôto ; rãnh nào đặt lưới cửa bị hút mạnh rung lên là cuộn dây quấn trong rãnh ấy bị chập mạch, hỏng.

– Nếu cần kiểm tra cuộn dây phân cảm (đã tháo khỏi vỏ) thì "rônha" phải mắc nối tiếp với 1 ampe kế xoay chiều (hình 4-1b) :

Đặt cuộn dây lồng qua một thanh thép non để khép mạch từ, sau đó cắm điện vào máy.

Bình thường cuộn dây còn tốt thì ampe kế chỉ ở mức cố định đã đánh dấu bằng một vạch sơn đỏ. Nếu cuộn dây bị chập mạch thì kim đồng hồ sẽ vọt lên quá mức vạch đỏ : Chập mạch càng nhiều thì kim đồng hồ càng vọt lên mạnh. Rônha có lắp đồng hồ cũng dùng để kiểm tra rôto dễ dàng bằng mắt, không phải dò tay bằng cảm tính qua lưới cửa sắt nữa.

2. Kiểm tra cuộn dây stato các động cơ điện xoay chiều thì khung từ của "rônha" phải làm nhỏ để lần lượt đặt vào từng rãnh của động cơ có dây quấn. Kích thước của khung từ như hình 4-2.



Hình 4-2. Rônha kiểm tra stato

a) Kích thước lõi dẫn từ (làm 2 lõi giống hệt nhau)

b) Bộ rônha dùng đèn báo

1. Kích thước lõi ; 2. Cuộn dây điện vào 220V ;

3. Cuộn dây đèn báo ; 4. Đèn báo Led ; 5. Chốt cố định 2 khung từ

Điện nguồn xoay chiều cấp vào máy thử là 220V với kích thước khung từ $S = 1,5 \times 3 = 4,5 \text{ cm}^2$ được dùng dây quấn cuộn A :

$$d = 0,2 \div 0,25 \text{ m}$$

$$w = 3000 \text{ vòng}$$

Cuộn B quấn vào lõi thu tín hiệu 2V nếu dùng Led.

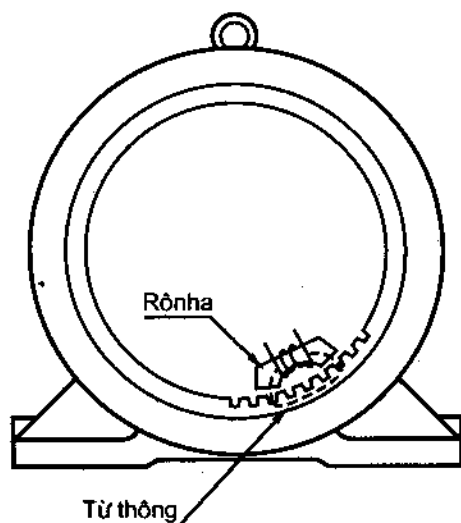
** Cách kiểm tra :* (khi chỉ dùng 1 khung từ A)

Tháo hết cầu đấu tam giác ở hộp đấu dây (nếu trong bộ dây có những nhánh song song cũng phải cắt rời) ; tháo động cơ để lấy rôto ra ngoài.

Đặt khe hở ở miệng rôto cho trùng với rãnh của stato để dưới ảnh hưởng của từ trường biến đổi thì cuộn dây ở stato đang được kiểm tra nằm trong trường này sẽ xuất hiện sức điện động cảm ứng : Nếu các vòng dây khép kín (chập mạch) thì trong mạch sẽ có dòng điện xoay chiều chạy qua và tạo nên một từ trường ở rãnh bị chập mạch.

Đặt lưới cửa thử vào rãnh động cơ bị chập sẽ thấy lưới cửa bị hút rung lên (hình 4-3).

Thử tay bằng lưới cửa cần phải quen và có kinh nghiệm mới phát hiện được chính xác. Muốn dễ dàng thì làm thêm một bộ phận thu tín hiệu (hình 4-2b) gồm lõi thép B (kích thước như lõi A) đặt cùng trục với lõi A (bắt cố định 2 lõi bằng vật không dẫn từ như nhôm, đồng), trên lõi B quấn 1 cuộn dây $2 \div 2,5 \text{V}$ nối thẳng ra 1 bóng đèn báo hiệu (đèn pin hoặc đèn Led).



Hình 4-3. Dùng "Rôto" kiểm tra rãnh stato.

– Khi kiểm tra chỉ cần lần lượt đặt 2 rãnh của máy dò vào các rãnh stato cần thử. Nếu các cuộn dây stato tốt thì không có dòng điện cảm ứng : bộ phận thu tín hiệu B sẽ không làm việc nên bóng đèn không sáng. Trường hợp rãnh đặt cuộn dây nào đó bị chập mạch : lõi B sẽ nhận được từ trường biến đổi và cuộn dây 3 sẽ xuất hiện sức điện động cảm ứng làm sáng bóng đèn tín hiệu, báo cho ta biết là rãnh đó bị chập mạch phải tháo ra quấn lại.

Bảng 12. QUY CÁCH SỬ DỤNG MỖ CHO VÒNG BI CỦA MÁY ĐIỆN

Đặc tính máy điện	Ký hiệu mỡ (LX cũ)	Nhiệt độ		Mỡ thay thế	
		Làm việc (max)	Chảy	Shell	Esso
Máy điện cỡ vừa và nhỏ $n \leq 1500$ vg/ph	YC – 2 (Xolidon)	55°C	75°C	Retinax C và HB	Multi – Purposel
Như trên nhưng dùng ở nơi ẩm ướt	YC – 3 (Xolidon)	75°C	90°C		
Máy điện cỡ vừa và nhỏ dùng ở nơi khô $n \leq 3000$ vg/ph	YT1 (Cổngalin)	115°C	130°C	Alvani 2 EP2	Multi – Purposel
	YT2	135°C	150°C	Alvani 3	
Máy điện lớn, dùng ở nơi ẩm, tốc độ cao	YTB (mỡ I – 13)	115°C	120°C		
Máy điện thông dụng các loại	TY – MHI (Mêtrô)	115°C	120°C		
Động cơ điện máy trục	Ôxôgôlin Số 3	125°C	175°C		

Bảng 13. ĐỐI CHIẾU ĐƯỜNG KÍNH $d \rightarrow$ TIẾT DIỆN S (DÂY ĐIỆN TỪ)

d (mm)	S (mm ²)	d (mm)	S (mm ²)	d (mm)	S (mm ²)
0,05	0,00196	0,25	0,0491	0,51	0,204
0,06	0,00283	0,26*	0,0530	0,53	0,226
0,07	0,00385	0,27	0,573	0,55	0,238
0,08	0,00503	0,28*	0,0616	0,56	0,246
0,09	0,00636	0,29	0,0661	0,57	0,255
0,10	0,00785	0,30*	0,0706	0,59	0,273
0,11	0,00950	0,31	0,0755	0,60*	0,282
0,12	0,01131	0,32*	0,0804	0,62	0,302
0,13	0,01327	0,33	0,0855	0,64	0,322
0,14	0,01539	0,34*	0,0907	0,65*	0,331

Bảng 13 (tiếp theo)
ĐỐI CHIẾU ĐƯỜNG KÍNH d → TIẾT DIỆN S (DÂY ĐIỆN TỪ)

d (mm)	S (mm ²)	d (mm)	S (mm ²)	d (mm)	S (mm ²)
0,15	0,01767	0,35	0,0962	0,67	0,353
0,16	0,0201	0,36*	0,1017	0,69	0,374
0,17	0,0227	0,38	0,1134	0,70	0,384
0,18	0,0255	0,40	0,1260	0,72	0,407
0,19	0,0284	0,41	0,1320	0,74	0,430
0,20	0,0314	0,44	0,1521	0,75	0,442
0,21	0,0346	0,45*	0,1590	0,77	0,466
0,22*	0,0380	0,47	0,1735	0,80	0,503
0,23	0,0415	0,49	0,1886	0,83	0,541
0,24*	0,0452	0,50*	0,1963	0,85	0,567
0,86	0,581	1,55*	1,880	2,30*	4,154
0,90	0,636	1,56	1,911	2,44	4,675
0,93	0,679	1,60*	2,010	2,50*	4,908
0,95	0,709	1,62	2,060	2,63	5,432
0,96	0,724	1,68	2,216	2,70*	5,725
1,00	0,785	1,70*	2,269	2,75*	5,939
1,04	0,849	1,74	2,378	2,83	6,290
1,05	0,865	1,75*	2,405	2,90*	6,605
1,08	0,916	1,80*	2,544	3,05	7,306
1,10*	0,950	1,81	2,573	3,28	8,449
1,12	0,985	1,85*	2,688	3,53	9,786
1,15	1,038	1,88	2,775	3,80	11,341
1,16	1,057	1,90*	2,840	4,10	13,202
1,20	1,131	1,95	2,986	4,50	15,904
1,25	1,227	2,00	3,141	4,80	18,096
1,30	1,327	2,02	3,204	5,20	21,237
1,35	1,431	2,05*	3,300	5,50	23,758
1,40	1,539	2,10	3,463	6,00	28,274
1,45	1,651	2,15*	3,630	6,30	31,172
1,50	1,767	2,26	4,011	7,00	38,184

Các dây có dấu * Liên Xô (cũ) không sản xuất.

Phụ lục 1

ĐẶC TÍNH CUỘN DÂY MÁY KHỞI ĐỘNG Ô TÔ (Liên Xô cũ)

Các chỉ tiêu	Nhân hiệu máy khởi động			
	CT8, CT15	CT-26	CTT-21	CT-14-CT1-101
Lắp trên xe	ZIL 164, ГАЗ	MA 3, Corat	MT350-52	ZIL 111, ДТ74 - 75
Công suất (kW)	0,9	8	3,3	0,4
Số cực	4	4	4	4
Số rãnh Z	23	27	31	31
Số phiếu K	23	27	31	31
Bước quấn y	1 - 7	1 - 8	1 - 9	1-9
Bước cổ góp y_k	1 - 13	1 - 14	1 - 17	1 - 17
Cỡ dây mm x mm	2,5 x 4,2	3,5 x 6,4	1,15 x 4,4	1,45 x 5,1
Cuộn kích từ				
Số vòng (mm)	5,5	7,5 + 8	7	10
Cỡ dây (mm)	1,8 x 6,9	2,1 x 12,5	1,25 x 5,5	1,25 x 5,5
Cách nối dây	Nối tiếp	Hai nhánh song song từ 2 cuộn nối tiếp	Hai nhánh song song từ 2 cuộn dây nối tiếp trong mỗi mạch	

Phụ lục 2

ĐẶC TÍNH DÂY QUẤN MÁY PHÁT ĐIỆN MỘT CHIỀU TRÊN Ô TÔ, MÁY KÉO (Liên Xô cũ)

Các chỉ tiêu	Nhân hiệu máy phát điện						
	Г16	Г15 Г20 Г21	Г25	Г12	Г29	Г22	Г26
Lắp trên xe	ZIL 10	ZIL 150, ГАЗ	MA3200	M21, Vônga	Motocvit 401	Motocvit 402 - 407	C80 - C100
Tốc độ vg/ph	1800	1450	1600	1600	2400	2400	950
Điện áp và dòng điện	6V-35A	12V-18A	6V-20A	12V-16A	6V-20A	12V-16A	12V-20A
Công suất W	210	220	275	220	130	200	250
Số cực	2	2	2	2	2	2	4
Số rãnh z	14	22	22	20	15	15	21
Số phiếu góp k	28	44	44	40	30	30	41
Bước quấn	1-7	1-11	1-11	1-10	1-8	1-8	1-6
Kiểu quấn	xếp	xếp	xếp	sóng	sóng	sóng	xếp

Phụ lục 2 (tiếp)

Số bin rôto	28	44	44	40	30	30	42
Số vòng 1 bin rôto	3	4	4	4	4	4	3
Cỡ dây rôto	1,56	1,16	1,16	1,16	1,16	1	1,45
Số vòng một cuộn kích từ	281	314	314	314	247	334	250
Cỡ dây cuộn kích từ	1,04	0,83	0,83	0,8	0,83	0,8	1,08

Phụ lục 3

DÂY QUẤN MÁY PHÁT ĐIỆN 1 CHIỀU KÝ HIỆU ПН (Liên Xô cũ)
U (220V - 230V)

Ký hiệu ПН	Động cơ		Máy phát		Dây quấn song song		Dây quấn nối tiếp		Số cực 2p
	P (kW)	n (vg/phút)	P (kW)	n (vg/phút)	d (mm)	w _A (vòng)	d, a × b (mm)	w _B (vòng)	
5	1 0,3	2800 960	0,95 0,37	2820 1420	0,27	4200	1,25 1,00	24	2
10	2,4 0,65	2850 980	2,2 0,85	2860 1430	0,33	3700 4200	18,1 1,45	19	2
17,5	3,7 1	2850 1000	3,1 1,3	2860 1430	0,41 0,38	4000 4800	1,25 × 3,28 1,68	16	2
28,5	5,3 1,6	2800 1000	5,2 1,7	2860 1430	0,44 0,41	2600 3200	1,16 × 3,28 1 × 4,4	10 6	4
45	6,6 2,5	2200 1000	3,3 2,6	1440	0,51 0,47	2300 2400	1,16 × 4,4 1,35	9 12,2	4
68	10 3,7	2250 1000	4,8 4,2	1450	0,59 0,55	1900 2200	1,8 × 6,9 1,16 × 5,1	6 11	4
85	9 5,6	1500 1000	6,8 6	1460	0,59	1750	2,83 × 5,1 1,56 × 5,1	6 8	4
100	15 5,8	1600 800	13,5 10,5	1460	0,80 0,74	1500 1800	2,1 × 12,5 1 × 2,5	4 6	4
145	21 8,5	1550 800	16,5 14,5	1460	0,74 0,69	1700 1700	2,44 × 14,5 1,56 × 12,5	4 8	4
205	33,5 14	1580 750	27 25	1460	0,86	1500	2,44 × 14,5 1,81 × 14,5	3 × 2 8	4
290	46,5 19	1500 770	40 33	1470	1,08 0,93	1250 1400	2,44 × 14,5 2,44 × 14,5	3 × 2 6	4

Phụ lục 3 (tiếp)

Ký hiệu ПН	Dây quấn bù		Dây phản ứng		Z	K	y	y _k
	d và a × b	w _{b₂}	d và a × b	w				
5	1,56 0,93	178 504	0,74 0,47	72 204	14	56	1-8	1-2
10	2,26 1,45	130 370	1,35 0,80	42 120	24	72	1-10	1-2
17,5	2,83 1,68	114 320	1,16 0,93	32 × 2 90	20	80	1-11	1-2
28,5	1,8 × 4,4 1,35 × 2,1	61 166	1,25 1,08	24 × 2 64	29	87	1-8	1-2
45	2,1 × 4,4 1 × 4,4	45 107	1,45 1,35	18 × 2 42	31	87	1-8	1-44
68	2,8 × 5,1 1,35 × 4,4	40 90	1,25 1,16	16 × 4 36 × 2	31	93	1-8	1-47
85	2,83 × 5,1 1,95 × 5,1	40 60	1,25 1,45	16 × 4 24 × 2	35	93	1-9	1-47
100	1,00 × 25 1,81 × 6,9	47 95	1,25 × 6,9 1,25 × 3,28	16 16	35	139	1-9	1-70
145	1,35 × 25 0,6 × 25	33 65	1,68 × 6,9 1,25 × 4,4	12 24	35	139	1-10	1-53 1-70
205	1,81 × 30 0,9 × 30	27 54	1,16 × 6,9	10 × 2 20	35	139	1-10	1-88
290	2,26 × 30 1,16 × 30	20 41	1,81 × 6,9	8 × 2 2 × 16	33	131	1-9	1-66

Phụ lục 4

SỐ LIỆU KỸ THUẬT VÀ DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ 1 PHA KIỂU TỰ ĐIỆN CỖ 0,
ĐIỆN ÁP 220V (Liên Xô cũ)

Kiểu АОЛ	P (W)	I (A)	η (%)	Cos (φ)	n (vg/ph)	C _{kd} (μF)	C _{LV} (μF)	z ₁	Cuộn dây chính			Cuộn dây phụ		
									z _A	d (mm)	w (vg/rãnh)	z _B	d (mm)	w (vg/rãnh)
011/2	30	0,49	41	0,68	2880	10	-	18	12	0,29	200	6	0,19	412
011/2	50	0,48	48	0,98	2880	8	3	18	8	0,25	260	8	0,23	300
011/4	18	0,55	22	0,68	1370	7	-	18	12	0,23	280	6	0,17	464
011/4	30	0,47	33	0,88	1430	5	2,5	18	8	0,21	364	8	0,19	466
012/2	50	0,68	48	0,70	2880	15	-	18	12	0,33	150	6	0,21	314
012/2	80	0,68	54	0,98	2880	10	5	18	8	0,29	190	8	0,27	205
012/4	30	0,72	28	0,60	1390	8	-	18	12	0,27	204	6	0,19	368
012/4	50	0,65	40	0,80	1430	4	3	18	8	0,25	260	8	0,20	382

Phụ lục 5

SỐ LIỆU KỸ THUẬT VÀ DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ 1 PHA KIỂU TỰ ĐIỆN CỖ 1,
ĐIỆN ÁP 220V (Liên Xô cũ)

Kiểu AOJ	P (W)	I (A)	η (%)	Cos (φ)	n (vg/ph)	C_{kd} (μF)	C_{LV} (μF)	z_1 (rãnh)	Cuộn dây chính			Cuộn dây phụ		
									z_A (rãnh)	d (mm)	w (vg/rãnh)	z_B (rãnh)	d (mm)	w (vg/rãnh)
11/2	80	1	51	0,72	2890	25	-	24	16	0,44	104	8	0,29	228
11/2	120	0,9	61	0,98	2850	10	6	24	12	0,36	125	12	0,25	136
11/4	50	1,1	34	0,62	1420	20	-	24	16	0,35	145	8	0,27	268
11/4	80	0,95	47	0,82	1450	6	3	24	12	0,35	164	12	0,25	238
12/2	120	1,40	55	0,72	2800	25	-	24	16	0,51	80	8	0,35	177
12/2	180	1,30	64	0,98	2850	15	10	24	12	0,44	98	12	0,47	89
12/4	80	1,45	41	0,62	1420	25	-	24	16	0,41	113	8	0,29	235
12/4	120	1,3	52	0,82	1450	6	4	24	12	0,38	125	12	0,29	218

Phụ lục 6

SỐ LIỆU KỸ THUẬT VÀ DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ 1 PHA KIỂU TỰ ĐIỆN CỖ 2,
ĐIỆN ÁP 220V (Liên Xô cũ)

Kiểu AO ₁	P (W)	I (A)	η (%)	Cos (φ)	n (vg/ph)	C_{kd} (μF)	C_{LV} (μF)	z_1 (rãnh)	Cuộn dây chính			Cuộn dây phụ		
									z_A (rãnh)	d (mm)	w (vg/rãnh)	z_B (rãnh)	d (mm)	w (vg/rãnh)
21/2	180	1,9	59	0,72	2890	30	-	24	16	0,59	71	8	0,35	161
21/2	270	1,85	67	0,98	2850	25	15	24	12	0,55	79	12	0,57	72
21/4	120	1,9	47	0,62	1420	35	-	24	16	0,49	95	8	0,35	197
21/4	180	1,75	57	0,82	1450	10	6	24	12	0,47	105	12	0,35	170
22/2	270	2,7	63	0,72	2890	35	-	24	16	0,72	51	8	0,38	149
22/2	400	2,65	70	0,98	2850	40	25	24	12	0,67	59	12	0,72	51
22/4	180	2,5	53	0,62	1420	40	-	24	16	0,59	72	8	0,35	168
22/4	270	2,4	62	0,82	1450	12	8	24	12	0,56	76	12	0,41	127

Phụ lục 7

SỐ LIỆU KỸ THUẬT VÀ DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ 1 PHA KIỂU TỰ ĐIỆN CỠ 3,
ĐIỆN ÁP 220V (Liên Xô cũ)

Kiểu AO ₁	P (W)	I (A)	η (%)	Cos (φ)	n (vg/ph)	C _{ad} (μ F)	C _{Lv} (μ F)	z ₁ (rãnh)	Cuộn dây chính			Cuộn dây phụ		
									z _A (rãnh)	d (mm)	w (vg/rãnh)	z _B (rãnh)	d (mm)	w (vg/rãnh)
-31/2	400	3,8	66	0,72	2920	80	-	24	16	0,90	46	8	0,53	110
-31/2	600	3,8	73	0,98	2930	90	35	24	12	0,85	50	12	0,90	46
-31/4	270	3,3	60	0,62	1440	60	-	24	16	0,77	70	8	0,59	74
-31/4	400	3,3	67	0,82	1440	22,5	12	24	12	0,74	73	12	0,59	110
-31/2	600	3,5	69	0,72	2940	90	-	24	16	1,08	32	8	0,57	97
-31/2	1000	6	77	0,98	2940	125	45	24	12	1,08	32	12	1,08	32
-31/4	400	4,4	67	0,62	1440	70	-	24	16	0,96	41	8	0,51	139
-31/4	600	4,55	73	0,82	1460	90	32	24	12	0,93	51	12	0,80	64

Phụ lục 8

SỐ LIỆU DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ 3 PHA 220V/380V
DO NHÀ MÁY ĐIỆN CƠ HÀ NỘI SẢN XUẤT

Kiểu	Công suất (kW)	Số rãnh Z ₁	Dây quấn		Bước quấn y	Nhánh song song (a)	Khối lượng G (kg)
			d (mm) (1)	Vòng/rãnh w _r (2)			
DK 41-6	1	36	0,77	76	8-6	-	2,36
DK 42-6	1,7	36	1,1	50	8-6	-	2,86
DK51-6	2,8	36	1,35	47	8-6	-	5,42
DK52-6	4,5	36	2 × 1,16	2 × 31	8-6	-	6,40
DK 62-6	7	36	2 × 1,35	2 (14 + 14)	6	-	7,60
DK 63-6	10	36	1,62	21 + 21	6	2	9,14
DK 72-6	14	54	1,56	20 + 20	8	3	13,7
DK 73-6	20	54	2 × 1,62	2 (10 + 10)	8	2	17,1
DK 73-6	23	36	3 × 1,56	3 (10 + 10)	8	2	17,9
DK 82-6	33	72	3 × 1,56	3 (8 + 8)	11	3	32,4

Ghi chú :

(1): 2 × 1,16 là quấn 2 dây 1,16 rồi đấu song song.

(1): 3 × 1,56 là quấn 3 dây 1,56 rồi đấu song song.

(2): Số 76 là quấn 1 lớp, tổng số vòng trong một rãnh là w_r = 76 ; quấn một sợi đơn.

(2): Số 2 × 31 là quấn một lớp bằng hai dây song song có w_r = 31 vòng ; một rãnh 2 × 31 = 62 sợi.

(2): Số 2(14 + 14) là quấn hai lớp, mỗi lớp có hai dây song song (14 vòng 1 dây) ; vậy tổng số sợi trong 1 rãnh là 2 (14 + 14) = 56 sợi.

(2): 21 + 21 là quấn hai lớp (đấu cộng) bằng một dây đơn có 21 vòng tức là 21 + 21 = 42 sợi một rãnh.

Phụ lục 9

SỐ LIỆU DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ 3 PHA 220V/380V DO NHÀ MÁY ĐIỆN CƠ HÀ NỘI SẢN XUẤT

Kiểu	P (kW)	z_1	d (mm)	w_r vòng/rãnh	y	a	Khối lượng G (kg)
DK 31-2	0,6	24	0,59	92	12-10	—	1,36
DK 32-2	1	24	0,67	74	12-10	—	1,43
DK 41-2	1,7	24	1,04	53	12-10	—	2,95
DK 42-2	2,8	24	1,16	39	12-10	—	3,05
DK51-2	4,5	24	2 × 1,16	2 (19 + 19)	10	—	6,15
DK 52-2	7	24	3 × 1,16	3 (13 + 13)	10	—	7,22
DK 52-2	10	36	2 × 1,3	2 (18+18)	13	—	14,40
DK 63-2	14	36	2 × 1,45	2 (14 + 14)	13	—	14,90
DK 31-4	0,6	24	0,57	118	8-6	—	1,25
DK 32-4	1	24	0,74	82	8 - 6	—	1,60
DK 41-4	1,7	36	0,96	53	12 - 10 - 8	—	2,98
DK 42-4	2,8	36	1,20	36	12 - 10 - 8	—	3,70
DK 51-4	4,5	36	2 × 1,12	2 x 32	12 - 10 - 8	—	6,26
DK 52-4	7	36	2 × 1,4	2 x 22	12 - 10 - 8	—	7,82
DK 62 - 4	10	36	2 × 1,56	2 (11 + 11)	8	2	8,90
DK 63-4	14	36	2 × 1,3	2 (16 + 16)	8	2	10,20
DK 72 - 4	20	36	2 × 1,56	2 (14 + 14)	8	2	14,80
DK 73 - 4	28	36	3 × 1,56	3(10 + 10)	8	2	17,90
* A81 - 4	40	48	4 × 1,5	4 (8 + 8)	11	2	25,20
AO82-4	40	48	4 × 1,68	4 (7 + 7)	11	2	31,30
A82 - 4	55	48	3 × 1,4	3 (12 + 12)	11	4	29
AO 93 - 4	75	48	4 × 1,68	4 (8 + 8)	11	4	65,5
AO 94 - 4	100	48	6 × 1,62	6 (6 + 6)	11	4	64,4

- Ghi chú: (*) Những động cơ ký hiệu A và AO do Liên Xô (cũ) sản xuất, các cỡ nhỏ hơn tương tự như động cơ Việt Nam sản xuất.

Phụ lục 10

SỐ LIỆU DÂY QUẮN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA KIỂU AO₂, ĐIỆN ÁP 220V/380V 2 CỰC (Liên Xô cũ)

Kiểu	P (kW)	z ₁	d (mm)	w _r (l)	y (2)	a	G (kg)
AO ₂ 11-2	0,8	24	0,64	97	12-10	—	1,46
AO ₂ 12-2	1,1	24	0,72	78	12-10	—	1,56
AO ₂ 21-2	1,5	24	0,86	69	12-10	—	2,12
AO ₂ 22-2	2,2	24	0,96	51	12-10	2	2,30
AO ₂ 31-2	3	24	1,16	(26 + 26)	10	2	3,15
AO ₂ 32-2	4	24	2 × 0,96	2 × 37	12-10	—	3,66
AO ₂ 41-2	5,5	24	2 × 1,25	2 × 31	12-10	—	6,05
AO ₂ 42-2	7,5	24	2 × 1	2 × 51	12-10	2	7,06
AO ₂ 51-2	10	24	2 × 1,25	2(25 + 25)	10	2	10,7
AO ₂ 52-2	13	24	3 × 1,16	3(20 + 20)	10	2	12,1
AO ₂ 62-2	17	36	2 × 1,45	2 (13 + 13)	12	2	12,5
AO ₂ 71-2	22	36	3 × 1,35	3 (12 + 13)	12	2	16,3
AO ₂ 72-2	30	36	3 × 1,56	3(9 + 10)	12	2	16,3
AO ₂ 81-2	40	36	5 × 1,5	5(8 + 9)	12	2	26,6
AO ₂ 82-2	55	36	5 × 1,62	5 (7 + 7)	12	2	27,3
AO ₂ 91-2	75	48	8 × 1,62	8(5 + 5)	16	2	43
AO ₂ 92-2	100	48	10 × 1,62	10 (4 + 4)	16	2	49,5

Ghi chú :

(1) : 10(4 + 4) là dây quấn hai lớp, mỗi lớp có 10 dây quấn song song (4 vòng 1 dây).

Vậy tổng số sợi trong một rãnh là: 10 (4 + 4) = 80 sợi.

(2) : y = 12 - 10 là dây quấn đồng tâm có hai bin đầu nối tiếp thành một nhóm; bin to từ rãnh 1 đến 12; bin nhỏ từ rãnh 2 đến rãnh 11.

Phụ lục 11

SỐ LIỆU DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA KIỂU AO₂, ĐIỆN ÁP 220V/380V 4 CỰC (Liên Xô cũ)

Kiểu	P (kW)	z_1	d (mm)	w_r	y (*)	a	G (kg)
AO ₂ 11-4	0,6	24	0,57	129	8 - 6	—	1,19
AO ₂ 12-4	0,8	24	0,62	107	8 - 6	—	1,26
AO ₂ 21-4	1,1	24	0,77	92	8 - 6	—	1,86
AO ₂ 22-4	2	24	0,96	62	8 - 6	—	2,23
AO ₂ 31-4	2,2	36	1,08	43	12 - 10 - 8	—	3,09
AO ₂ 32-4	3	36	1,25	34	12 - 10 - 8	—	3,53
AO ₂ 41-4	4	36	2 × 1,08	2 × 33	12 - 10 - 8	—	5,76
AO ₂ 42-4	5,5	36	2 × 1,2	2 × 25	12 - 10 - 8	—	6,10
AO ₂ 51-4	7,5	36	2 × 1,25	2 (13 + 13)	8	—	7,45
AO ₂ 52-4	10	36	3 × 1,25	3 (10 + 10)	8	—	8,20
AO ₂ 61-4	13	36	2 × 1,25	2 (19 + 19)	8	2	9,56
AO ₂ 62-4	17	36	2 × 1,35	2 (16 + 16)	8	2	10,30
AO ₂ 71-4	22	36	2 × 1,20	2 (25 + 25)	8	2	15,80
AO ₂ 72-4	30	36	3 × 1,56	3 (10 + 10)	8	2	16,50
AO ₂ 81-4	40	48	2 × 1,62	2 (15 + 15)	11	2	25,70
AO ₂ 82-4	55	48	3 × 1,15	3 (13 + 13)	11	2	26,60
AO ₂ 91-4	75	60	4 × 1,50	4 (10 + 10)	14	2	38,50
AO ₂ 92-4	100	60	5 × 1,56	5 (8 + 8)	14	2	44,60

Ghi chú: (*):

y = 12 - 10 - 8 là dây quấn đồng tâm có 3 bin đầu nối tiếp thành một nhóm : bin to từ rãnh 1 đến rãnh 12, bin nhỏ từ rãnh 2 đến rãnh 11 ; bin nhỏ từ rãnh 3 đến rãnh 10.

y = 8 là dây quấn 2 lớp từ rãnh 1 đến rãnh 8.

Phụ lục 12

SỐ LIỆU DÂY QUẦN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA KIỂU JO,
ĐIỆN ÁP 220V/380V (Trung Quốc)

Kiểu	P (kW)	z_1	d (mm)	w_r	y	a	G (kg)
JO 31-2	0,6	24	0,59	85	12-10	-	1,4
JO 32-2	1	24	0,69	62	12-10	-	1,69
JO 41-2	1,7	24	1	56	12-10	-	2,80
JO 42-2	2,8	24	1,25	40	12-10	-	4,6
JO 51-2	4,5	24	1,56	39	12-10	-	7,6
JO 52-2	7	24	1,25	25	12-10	2	8,7
JO 62-2	10	36	$2 \times 1,16$	2 (18 + 18)	13	2	10,5
JO 63-2	14	36	$2 \times 1,35$	2 (14 + 14)	13	2	11,7
JO 72-2	20	36	$4 \times 1,45$	4 (6 + 6)	13	1	13,2
JO 73-2	28	36	$3 \times 1,56$	3 (9 + 9)	13	2	18,5
JO 82-2	40	36	$5 \times 1,45$	5 (8 + 8)	13	2	25,0
JO 83-2	55	36	$6 \times 1,56$	6 (6 + 6)	13	2	30,0
JO 93-2	75	36	$8 \times 1,56$	8(5 + 5)	13	2	44
JO 94-2	100	36	$12 \times 1,56$	12 (4 + 4)	13	2	53
JO 31-4	0,6	24	0,57	108	6	-	1,12
JO 32-4	1	24	0,69	89	6	-	1,34
JO 41-4	1,7	36	1	52	8	-	3,55
JO 42-4	2,8	36	1,25	36	8	-	4,5
JO 51-4	4,5	36	1,4	32	8	-	6
JO 52-4	7	36	$2 \times 1,25$	22	8	-	7,2
JO 62-4	10	36	$2 \times 1,16$	2 (21 + 21)	8	2	10
JO 63-4	14	36	$2 \times 1,35$	2 (16 + 16)	8	2	13
JO 72-4	20	36	$5 \times 1,56$	5 (7 + 7)	8	1	17
JO 73-4	28	36	$2 \times 1,35$	2 (21 + 21)	8	4	18
JO 82-4	40	48	$2 \times 1,56$	2 (15 + 15)	11	4	25,5
JO 83-4	55	48	$2 \times 1,40$	3 (11 + 11)	11	4	27,5
JO 93-4	75	60	$5 \times 1,45$	5 (7 + 7)	12	4	43,7
JO 94-4	100	60	$6 \times 1,45$	6 (6 + 6)	12	4	49,5

Phụ lục 13

SỐ LIỆU DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA KIỂU JO2, 2 CỰC (Trung Quốc)

Kiểu	P (kw)	z_1	d (mm)	w_r	y	a	G (kg)
JO2 11-2	0,8	24	0,67	94	12 - 10	1*	1,63
JO2 12-2	1,1	24	0,77	72	12 - 10	1*	1,79
JO2 21-2	1,5	18	0,83	80	9 - 9- 8	1*	1,81
JO2 22-2	2,2	18	0,93	60	9 - 9- 8	1*	1,88
JO2 31-2	3	24	1,12	41	12 - 10	1*	2,84
JO2 32-2	4	24	0,96	56	12 - 10	1	3,05
JO2 41-2	5,5	24	2 × 0,93	2 × 53	12 - 10	1	5,81
JO2 42-2	7,5	24	2 × 1,08	2 × 43	12 - 10	1	6,87
JO2 51-2	10	24	2 × 1,35	2 × 40	12 - 10	1	10,5
JO2 52-2	13	24	2 × 1,20	3 × 32	12 - 10	1	11,3
JO2 61-2	17	30	1 × 1,45	25 + 25	11	2	9,7
JO2 71-2	22	36	4 × 1,35	4 (10 + 10)	13	1	18,6
JO2 72-2	30	36	4 × 1,56	4 (8 + 8)	13	1	22,0
JO2 82-2	40	36	3 × 1,45	3 (13 + 13)	13	2	26,5
JO2 91-2	55	42	4 × 1,56	4 (10 + 10)	15	2	39,3
JO2 92-2	75	42	5 × 1,56	5 (8 + 8)	15	2	43,3
JO2 93-2	100	42	7 × 1,56	7 (6 + 6)	15	2	43,9

Ghi chú :

- Những dòng có dấu * ở bên là những động cơ điện áp 220V/380V đấu Y/Δ, còn lại là những động cơ đấu Δ điện áp 380V.
- Tất cả các động cơ JO2 Trung Quốc được quấn bằng dây men tăng cường.

Phụ lục 14

SỐ LIỆU DÂY QUẤN ĐỘNG CƠ ĐỒNG BỘ 3 PHA KIỂU JO2, 4 CỰC (Trung Quốc)

Kiểu	P (kW)	z_1	d (mm)	w_r	y	a	G (kg)
JO2 11-4	0,6	24	0,57	115	6	1*	1,35
JO2 12-4	0,8	24	0,67	96	6	1*	1,55
JO2 21-4	1,1	24	0,72	80	6	1*	1,47
JO2 22-4	1,5	24	0,83	62	6	1*	1,74
JO2 31-4	2,2	36	0,96	41	9-9-8	1*	2,30
JO2 32-4	3	36	1,12	31	9-9-8	1	2,79
JO2 41-4	4	36	1	52	9-9-8	1	3,57
JO2 42-4	5,5	36	1,16	42	9-9-8	1	3,93
JO2 51-4	7,5	36	2 × 1,06	2 × 38	9-9-8	1	6,14
JO2 52-4	10	36	2 × 1,12	2 × 29	9-9-8	1	6,68
JO2 61-4	13	36	1,25	27 + 27	8	2	7,6
JO2 62-4	17	36	1,45	21 + 21	8	2	8,8
JO2 71-4	22	36	2 × 1,35	2 (20 + 20)	9	2	17
JO2 72-4	30	36	2 × 1,56	2 (15+15)	9	2	19
JO2 82-4	40	48	3 × 1,4	3 (11 + 11)	11	2	25
JO2 91-4	55	60	2 × 1,5	2 (17 + 17)	13	4	37,6
JO2 92-4	75	60	3 × 1,45	3 (13 + 13)	13	4	46,2
JO2 93-4	100	60	4 × 1,45	4(11 + 11)	13	4	51,5

Ghi chú :

1) y = 9-9-8 là kiểu quấn một lớp giao thoa bước quấn khác nhau (hình 3-10)

y = 6 là kiểu quấn đồng khuôn có bước quấn từ rãnh 1 đến rãnh 6

2) Ý nghĩa của các dòng có dấu * như phụ lục 13.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. В.И. ЗИМИН, МЯ. КАМЛАН, АМ. ПАЛЕИ, И.Н. РАБИНОВИИ, В.П. ФЕДОРОВ, П.А. ХАККЕН. *Обмотки Электрических машин*. NXB. Госэнергоиздат. Матхсoba
2. ЕМ. КОВАРСКИЙ. *Ремонтэ лектрических машин*. NXB. Госэнергоиздат. Матхсoba - 1985.
3. C.CLÉMENT. *La construction des bobinages électriques*. NXB Dunod. Paris - 1989.
4. H. DE PISTOYE. *Bobinages à courants alternatifs à trou spartiels*. NXB. Dunod. Paris - 1990
5. AC ROE & D.H. BRAYMER. *Rebobinage des petits moteurs*. NXB Dunod. Paris - 1985
6. AS. KOKOREP. *Sổ tay thợ quấn dây máy điện*. Bản dịch NXB Đại học và Giáo dục chuyên nghiệp. Hà Nội - 1989.
7. RASKOR. *Tài liệu về quấn động cơ điện 1 và 3 pha* NXB. Schaltbilder - Cộng hoà liên bang Đức - 1991.
8. Các thuyết minh chào hàng về động cơ điện của nhà máy Điện cơ Hà Nội (Việt Nam) ; Trung Quốc ; Liên Xô (cũ)...

MỤC LỤC

Trang

* Lời nói đầu

3

Chương 1

MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU

1-1. Đại cương về máy điện một chiều	5
1-2. Phân loại và công dụng của máy điện một chiều	5
1-3. Cấu tạo của máy điện một chiều	9
1-4. Kiểm tra, phát hiện hư hỏng ở máy điện một chiều	12
1-5. Sửa chữa, quấn lại phần cảm	14
1-6. Những điều cần biết về dây quấn phần ứng – Cách vẽ sơ đồ dây quấn	16
1-7. Sửa chữa quấn lại phần ứng máy phát điện ô tô	21
1-8. Quấn lại phần ứng máy điện một chiều (kiểu sóng)	25

Chương 2

QUẤN ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA

2-1. Phân loại động cơ điện xoay chiều một pha	28
2-2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc, công dụng của động cơ điện vạn năng	28
2-3. Quấn lại động cơ điện vạn năng theo cách lấy dấu	30
2-4. Quấn lại động cơ điện vạn năng theo bảng lập sẵn	32
2-5. Quấn lại rôto máy xay sinh tố	37
2-6. Quấn lại rôto máy hút bụi quét nhà	39
2-7. Quấn lại máy khoan điện cầm tay (Trung Quốc)	40
2-8. Phương pháp cân bằng tĩnh	43
2-9. Quấn lại rôto động cơ máy may theo hình chữ V	44
2-10. Quấn lại rôto động cơ máy cắt theo kiểu đối xứng	46
2-11. Quấn lại động cơ điện không đồng bộ một pha	47
2-12. Quấn lại động cơ điện một pha chạy máy nén khí	49
2-13. Quấn lại động cơ máy cưa (Liên Xô cũ)	52
2-14. Quấn lại động cơ máy trục (chuyển vật liệu xây nhà cao tầng)	52
2-15. Quấn lại động cơ máy may thêu (Đức)	54

Chương 3

QUẤN ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ 3 PHA

3-1. Khái quát về động cơ điện không đồng bộ	56
3-2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc của động cơ không đồng bộ	58
3-3. Quấn rôto của động cơ điện 3 pha	60
3-4. Vẽ sơ đồ quấn dây của rôto động cơ không đồng bộ	62
3-5. Đánh đai quanh rôto	67

3-6. Vẽ sơ đồ quấn dây stato động cơ 3 pha	71
3-7. Các sơ đồ có bộ dây quấn mà q là phân số	101
3-8. Quấn động cơ nhiều tốc độ	112
3-9. Vẽ sơ đồ quấn dây động cơ 2 tốc độ	114
3-10. Dùng cầu dao đảo chiều để chuyển đổi tốc độ động cơ	117
3-11. Vẽ sơ đồ quấn dây động cơ nhiều tốc độ	119
3-12. Tính đơn giản dây quấn động cơ điện 3 pha thông dụng	128
3-13. Quấn lại động cơ lồng sóc sang tốc độ khác	133
3-14. Sửa động cơ thông dụng thành động cơ tốc độ cao để chạy máy bơm nước	136
3-15. Thay đổi điện áp làm việc của động cơ điện	139
3-16. Quấn lại động cơ để chạy sao – tam giác	141
3-17. Dùng động cơ 3 pha vào lưới điện 1 pha	142
3-18. Quấn lại động cơ điện 3 pha để chạy điện 1 pha	145
3-19. Quấn lại động cơ điện 1 pha để chạy điện 3 pha	148
3-20. Dùng dây đồng và dây nhôm để quấn máy điện	150
3-21. Thay thế dây quấn nhôm bằng dây quấn đồng	152
3-22. Một số kinh nghiệm thực hành quấn lại stato	153
3-23. Tìm dây đầu và dây cuối của mỗi pha trong động cơ điện	157

Chương 4

VẬT LIỆU, CÔNG CỤ THÔNG DỤNG ĐỂ SỬA CHỮA, QUẤN LẠI MÁY ĐIỆN

4-1. Chọn dây điện từ để quấn máy điện	160
4-2. Vật liệu cách điện dùng cho sửa chữa máy điện	165
4-3. Sơn cách điện	166
4-4. Tẩm sơn cách điện khi quấn lại cuộn dây	168
4-5. Hợp kim dùng để hàn và cách hàn dây ở máy điện	169
4-6. Than điện, phạm vi sử dụng và thay thế chổi than	171
4-7. Vòng bi dùng trong máy điện	173
4-8. Dầu mỡ dùng cho máy điện	178
4-9. Tự chế "Rònha" để thử cuộn dây máy điện	181
Các bảng phụ lục từ 1 đến 14	186
TÀI LIỆU THAM KHẢO	197

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI

Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung :

Chủ tịch HĐQT kiêm Giám đốc Công ty CP Sách Đại học – Dạy nghề

TRẦN NHẬT TÂN

Biên tập nội dung và sửa bài :

TRẦN NGỌC KHÁNH

Biên tập kỹ thuật :

CAO LAN PHƯƠNG

Trình bày bìa :

TÀO HUYỀN

Chế bản :

PHÒNG CHẾ BẢN (NXB GIÁO DỤC TẠI HÀ NỘI)

SỬA CHỮA VÀ QUẢN LẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Mã số : 6E013M7 - DAI

In 1.500 bản (QĐ 55), khổ 16 x 24cm. Tại Nhà in Hà Nam

Số 29 - Đường Lê Hoàn - TX. Phủ Lý - Hà Nam

Số in: 299. Số ĐKKH xuất bản: 17-2007/CXB/64-2217/GD

In xong và nộp lưu chiểu tháng 8 năm 2007.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVOBCO

25 HÀN THUYỀN – HÀ NỘI

Website : www.hevobco.com.vn



VƯƠNG MIỆN KIM CƯƠNG
CHẤT LƯỢNG QUỐC TẾ

TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

- | | |
|--|----------------|
| 1. Bài tập Kỹ thuật điện | Đặng Văn Đào |
| 2. Sửa chữa và quản lý động cơ điện | Bùi Văn Yên |
| 3. Hỏi đáp về Điện - Điện tử dân dụng | Bùi Văn Yên |
| 4. Công nghệ chế tạo thiết bị điện | Nguyễn Đức Sỹ |
| 5. Cơ sở lý thuyết tính toán và thiết kế
hệ thống cung cấp điện | Phan Đăng Khải |
| 6. Giáo trình Lưới điện | Trần Bách |
| 7. Máy điện 1 | Bùi Đức Hùng |
| 8. Máy điện 2 | Bùi Đức Hùng |

Bạn đọc có thể mua tại các Công ti Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng của Nhà xuất bản Giáo dục :

Tại Hà Nội : 25 Hàn Thuyên ; 187B Giảng Võ ; 232 Tây Sơn ; 23 Tràng Tiền ;

Tại Đà Nẵng : Số 15 Nguyễn Chí Thanh ; Số 62 Nguyễn Chí Thanh ;

Tại Thành phố Hồ Chí Minh : 104 Mai Thị Lựu, Quận 1 ; Cửa hàng 451B - 453,
Hai Bà Trưng, Quận 3 ; 240 Trần Bình Trọng – Quận 5.

Tại Thành phố Cần Thơ : Số 5/5, đường 30/4 ;

Website : www.nxbgd.com.vn



8 934980 176311 7



007100

800539

22.000 VND

Giá: 22.000 đ