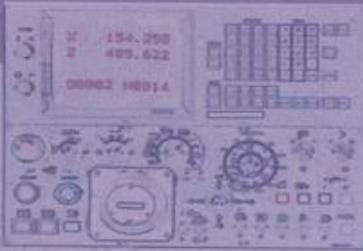
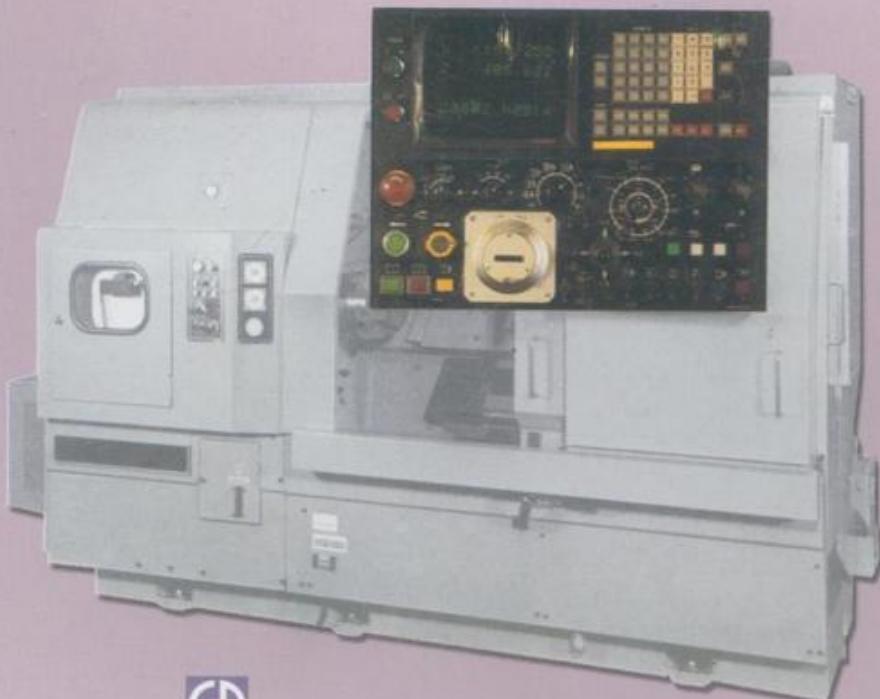


VỤ GIÁO DỤC CHUYÊN NGHIỆP



GIÁO TRÌNH TRANG BỊ ĐIỆN

SÁCH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG ĐÀO TẠO HỆ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

NGUYỄN VĂN CHẤT

**GIÁO TRÌNH
TRANG BỊ ĐIỆN**

(Sách dùng cho các trường đào tạo hệ Trung học chuyên nghiệp)

(Tái bản lần thứ nhất)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

Lời giới thiệu

Năm 2002, Vụ Giáo dục Chuyên nghiệp – Bộ Giáo dục và Đào tạo đã phối hợp với Nhà xuất bản Giáo dục xuất bản 21 giáo trình phục vụ cho đào tạo hệ THCN. Các giáo trình trên đã được nhiều trường sử dụng và hoan nghênh. Để tiếp tục bổ sung nguồn giáo trình đang còn thiếu, Vụ Giáo dục Chuyên nghiệp phối hợp cùng Nhà xuất bản Giáo dục tiếp tục biên soạn một số giáo trình, sách tham khảo phục vụ cho đào tạo ở các ngành : Điện – Điện tử, Tin học, Khai thác cơ khí. Những giáo trình này trước khi biên soạn, Vụ Giáo dục Chuyên nghiệp đã gửi để cương về trên 20 trường và tổ chức hội thảo, lấy ý kiến đóng góp về nội dung để cương các giáo trình nói trên. Trên cơ sở nghiên cứu ý kiến đóng góp của các trường, nhóm tác giả đã điều chỉnh nội dung các giáo trình cho phù hợp với yêu cầu thực tiễn hơn.

Với kinh nghiệm giảng dạy, kiến thức tích luỹ qua nhiều năm, các tác giả đã cố gắng để những nội dung được trình bày là những kiến thức cơ bản nhất nhưng vẫn cập nhật được với những tiến bộ của khoa học kỹ thuật, với thực tế sản xuất. Nội dung của giáo trình còn tạo sự liên thông từ Dạy nghề lên THCN.

Các giáo trình được biên soạn theo hướng mở, kiến thức rộng và cố gắng chỉ ra tính ứng dụng của nội dung được trình bày là những kiến thức cơ bản nhất các trường sử dụng một cách phù hợp với điều kiện cơ sở vật chất phục vụ thực hành, thực tập và đặc điểm của các ngành, chuyên ngành đào tạo.

Để việc đổi mới phương pháp dạy và học theo chỉ đạo của Bộ Giáo dục và Đào tạo nhằm nâng cao chất lượng dạy và học, các trường cần trang bị đủ sách cho thư viện và tạo điều kiện để giáo viên và học sinh có đủ sách theo ngành đào tạo. Những giáo trình này cũng là tài liệu tham khảo tốt cho học sinh đã tốt nghiệp cần đào tạo lại, nhân viên kỹ thuật đang trực tiếp sản xuất.

Các giáo trình đã xuất bản không thể tránh khỏi những sai sót. Rất mong các thầy, cô giáo, bạn đọc góp ý để lần xuất bản sau được tốt hơn. Mọi góp ý xin gửi về : Công ty Cổ phần sách Đại học – Dạy nghề, 25 Hán Thuyên – Hà Nội.

VỤ GIÁO DỤC CHUYÊN NGHIỆP - NXB GIÁO DỤC

MỞ ĐẦU

Kinh tế nước ta ngày càng phát triển, yêu cầu về giải phóng sức lao động, nâng cao năng suất lao động được đặt ra ở hầu hết các lĩnh vực sản xuất của nền kinh tế quốc dân. Để giải phóng sức lao động và nâng cao năng suất lao động thông qua tự động hóa và hiện đại hóa các công cụ, trang thiết bị và công nghệ sản xuất có vai trò rất quan trọng.

Trang bị điện là môn học, đối tượng của nó gồm các yêu cầu công nghệ mà các công cụ, trang thiết bị, dây chuyền sản xuất đặt ra đòi hỏi cần cung ứng những thiết bị điện như thế nào để yêu cầu công nghệ của các thiết bị, máy móc, dây chuyền sản xuất đó được thỏa mãn.

Do là một lĩnh vực khá rộng mà trong khuôn khổ của giáo trình, chúng tôi chỉ trình bày những nội dung cơ bản nhất của một số lĩnh vực điển hình, giáo trình gồm những nội dung sau :

Chương I : Trang bị điện các máy cắt gọt kim loại.

Chương II : Trang bị điện các thiết bị gia nhiệt và luyện kim.

Chương III : Trang bị điện các máy nâng - vận chuyển.

Chương IV : Trang bị điện máy nén khí, máy bơm và quạt gió.

Tùy theo chuyên ngành đào tạo, giáo viên và học sinh có thể đi sâu và mở rộng ở chương này hoặc sử dụng một phần ở chương khác sát với nội dung đào tạo. Giáo trình này cũng là tài liệu tham khảo tốt đối với công nhân sửa chữa điện, kỹ thuật viên, sinh viên cao đẳng và tại chức.

Trong quá trình biên soạn dù đã có nhiều cố gắng nhưng chắc không tránh khỏi hết thiếu sót. Mong bạn đọc góp ý để lần xuất bản sau tốt hơn. Mọi góp ý xin gửi về Nhà xuất bản Giáo dục - 84 Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

Tác giả

Chương 1

TRANG BỊ ĐIỆN CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI

1.1. Các yêu cầu chính và những đặc điểm đặc trưng của trang bị điện và tự động hóa các máy cắt gọt kim loại

Máy cắt gọt kim loại theo số lượng và chủng loại chiếm vị trí hàng đầu trong tất cả các máy công nghiệp.

Máy cắt gọt kim loại dùng để gia công các chi tiết kim loại bằng cách cắt hớt các lớp kim loại thừa, để sau khi gia công có kích thước, hình dáng gần đúng yêu cầu (gia công thô) hoặc thoả mãn hoàn toàn yêu cầu đặt hàng với độ chính xác nhất định về kích thước và độ bóng cần thiết của bề mặt gia công (gia công tinh).

1.1.1. Phân loại máy cắt kim loại

Máy cắt gọt kim loại gồm nhiều chủng loại và rất đa dạng trong từng nhóm máy, nhưng có thể phân loại chúng dựa trên các đặc điểm sau :

1. Theo đặc điểm quá trình công nghệ

Đặc trưng bởi phương pháp gia công trên máy, dạng dao cắt, đặc tính chuyển động v.v... các máy cắt gọt kim loại được chia thành 9 nhóm máy sau :

- Máy tiện
- Máy khoan và doa
- Máy mài và đánh bóng
- Máy phay
- Máy liên hợp
- Máy gia công ren, răng
- Máy bào, máy sọc và máy chuốt
- Máy cắt kim loại
- Một số máy đặc chủng

2. Theo đặc điểm của quá trình sản xuất có thể chia thành các nhóm máy sau :

- *Máy vận năng* là các máy có thể thực hiện được một số phương pháp gia công khác nhau trên cùng một máy như tiện, khoan, bào v.v... để gia

công các chi tiết khác nhau về hình dáng và kích thước.

- *Máy chuyên dùng* là các máy dùng để gia công các chi tiết có cùng hình dáng nhưng khác nhau về kích thước.

- *Máy đặc biệt* là các máy chỉ thực hiện gia công các chi tiết có cùng hình dáng và kích thước.

3. *Theo kích thước và khối lượng* chi tiết gia công trên máy có thể chia thành các nhóm máy sau :

- Các máy *bình thường* có thể gia công các chi tiết có khối lượng tới 10.10^3 kg.

- Các máy *cỡ lớn* có thể gia công các chi tiết có khối lượng tới 30.10^3 kg.

- Các máy *cỡ nặng* có thể gia công các chi tiết có khối lượng tới 100.10^3 kg.

- Các máy *siêu nặng* có thể gia công các chi tiết có khối lượng lớn hơn 100.10^3 kg.

4. *Theo độ chính xác* gia công có thể chia thành các nhóm máy sau :

- Máy có độ chính xác bình thường.

- Máy có độ chính xác cao.

- Máy có độ chính xác rất cao.

Sơ đồ phân loại tổng thể các máy cắt gọt kim loại được biểu diễn như hình 1.1.

1.1.2. Các chuyển động và các dạng gia công điển hình trên các máy cắt gọt kim loại

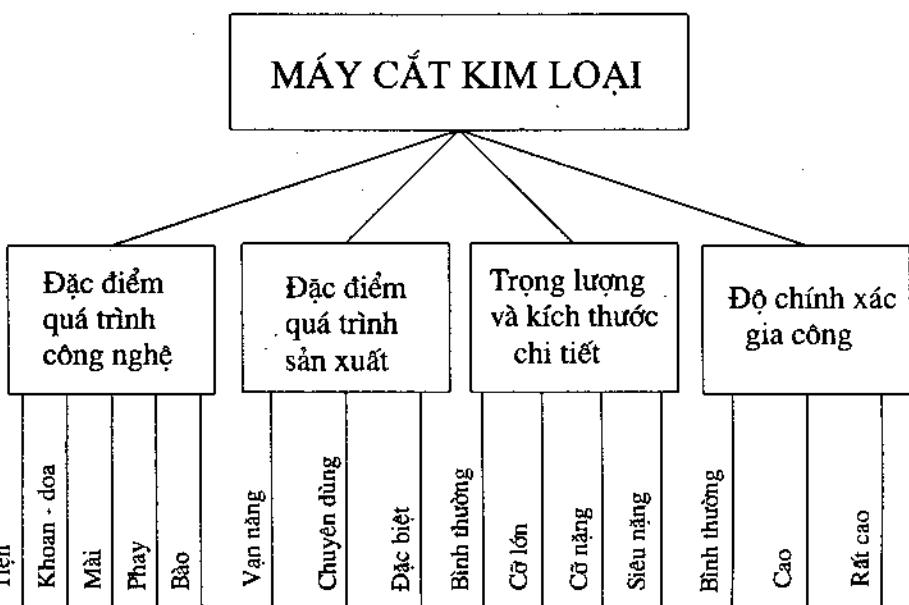
Trên các máy cắt gọt kim loại có hai loại chuyển động : Chuyển động cơ bản và chuyển động phụ.

Chuyển động cơ bản là sự di chuyển tương đối của dao cắt so với phôi để thực hiện quá trình cắt gọt. Chuyển động cơ bản được chia thành hai dạng chuyển động : chuyển động chính (chuyển động làm việc) và chuyển động ăn dao.

- Chuyển động chính (chuyển động làm việc) là chuyển động thực hiện quá trình cắt gọt kim loại bằng dao cắt.

- Chuyển động ăn dao là chuyển động xê dịch của dao hoặc của phôi (tuỳ thuộc vào từng loại máy) để tạo ra lớp phôi mới.

Chuyển động phụ là những chuyển động không liên quan trực tiếp đến quá trình cắt gọt, chúng cần thiết khi chuẩn bị gia công, nâng cao hiệu suất và chất lượng gia công, hiệu chỉnh máy v.v... Ví dụ như di chuyển nhanh bàn dao hoặc phôi (trong máy tiện), nới - siết xà trên trụ (trong máy khoan



Hình 1.1. Sơ đồ phân loại các máy cắt gọt kim loại.

cần), nâng hạ xà dao (trong máy bào giường) bơm dầu của hệ thống bôi trơn, bơm nước làm mát, v.v...

Chuyển động chính và chuyển động ăn dao có thể là chuyển động quay hoặc chuyển động tịnh tiến của dao cắt hoặc của phôi.

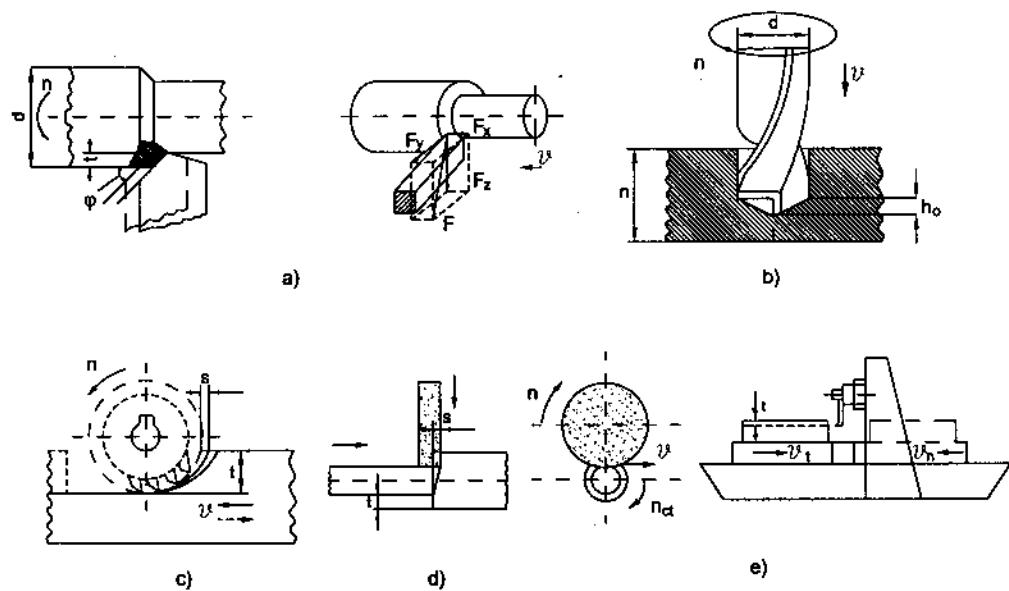
Trên hình 1.2. biểu diễn các dạng gia công điển hình được thực hiện trên các máy cắt gọt kim loại.

- Gia công trên máy tiện (hình 1.2a) : n- là tốc độ quay của chi tiết (chuyển động chính) ; v- vận tốc xê dịch của dao cắt vào chi tiết (chuyển động ăn dao).

- Gia công trên máy khoan (hình 1.2b) : n- là tốc độ quay của mũi khoan (chuyển động chính) ; v- chuyển động tịnh tiến của mũi khoan vào chi tiết (chuyển động ăn dao).

- Gia công trên máy phay (hình 1.2c) : n- tốc độ quay của dao phay (chuyển động chính) ; v- chuyển động tịnh tiến của phôi (chuyển động ăn dao).

- Gia công trên máy mài tròn ngoài: (hình 1.2d) : n- tốc độ quay của đá mài (chuyển động chính) ; v- chuyển động tịnh tiến của đá mài vào chi tiết (chuyển động ăn dao).



Hình 1.2. Các dạng gia công điển hình trên các máy cắt gọt kim loại.

a) Tiện ; b) Khoan ; c) Phay ; d) Mài ; e) Bào.

- Gia công trên máy bào giường (hình 1.2e): v_t , v_n - chuyển động qua lại của bàn (chuyển động chính), chuyển động di chuyển của dao theo chiều ngang của bàn (chuyển động ăn dao).

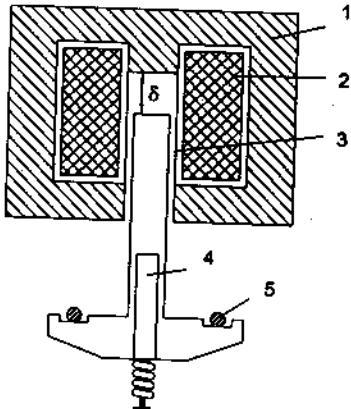
1.1.3. Các thiết bị điện chuyên dụng dùng trong các máy cắt gọt kim loại

1. *Nam châm điện* : thường dùng để điều khiển các van thuỷ lực, van khí nén, điều khiển đóng cắt ly hợp ma sát, ly hợp điện từ và dùng để hãm động cơ điện.

Nam châm điện dùng trong các máy cắt gọt kim loại là nam châm điện xoay chiều có lực hút từ 10 đến 80N với hành trình của phần ứng (lõi nam châm) từ 5 đến 15mm.

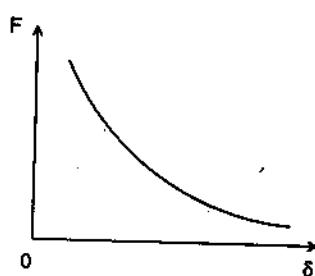
Trên hình 1.3 trình bày cấu tạo nam châm điện.

Nguyên lý làm việc của nam châm điện như sau : khi cấp nguồn cho cuộn dây 2, sẽ xuất hiện từ thông khép kín theo mạch từ 1. Sự tác dụng tương hỗ giữa từ thông và dòng điện trong cuộn dây sẽ sinh ra một lực kéo



Hình 1.3. Cấu tạo của nam châm điện.

1. Mạch từ ; 2. Cuộn dây của nam châm ; 3. Thanh dẫn hướng ; 4. Phần ứng (lõi nam châm) ; 5. Vòng ngắn mạch.



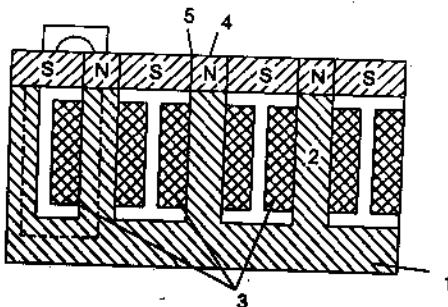
Hình 1.4. Đặc tính cơ của nam châm điện.

hút phần ứng 4 vào sâu trong nam châm điện. Thanh dẫn hướng 3 có chức năng giảm hệ số ma sát giữa phần ứng và mạch từ, đảm bảo cho phần ứng không bị hút lệch.

Đặc tính quan trọng nhất của nam châm điện là đặc tính cơ (đặc tính lực kéo). Nó biểu diễn sự phụ thuộc giữa lực kéo sinh ra của nam châm điện và hành trình của phần ứng $F = f(\delta)$. Đặc tính đó được biểu diễn trên hình 1.4.

2. Bàn từ : dùng để cấp chi tiết gia công trên các máy mài mặt phẳng (hình 1.5)

Cấu tạo của bàn từ gồm : hộp sắt non 1 với các cực lồi 2, cuộn dây 3, bàn từ 4 có lót các tấm mỏng 5 bằng vật liệu không nhiễm từ. Khi cấp nguồn 1 chiều cho cuộn dây, bàn sẽ trở thành nam châm với nhiều cặp cực : cực bắc N và cực nam S.



Hình 1.5. Cấu tạo của bàn từ.

Bàn từ được cấp nguồn 1 chiều (trị số điện áp có thể là 24, 48, 110 và 220V với công suất từ $100 \div 300W$) từ các bộ chỉnh lưu dùng diode bán dẫn. Sau khi gia công xong, muốn lấy chi tiết ra khỏi bàn phải khử từ dư của bàn từ, thực hiện bằng cách đảo cực tính nguồn cấp cho bàn từ.

3. Khớp ly hợp điện từ : dùng để điều chỉnh tốc độ quay, điều khiển động cơ truyền động : khởi động, đảo chiều, điều chỉnh tốc độ và hãm. Khớp ly hợp điện từ là khâu trung gian nối động cơ truyền động với máy công tác cho phép thay đổi tốc độ máy công tác khi tốc độ động cơ không đổi, thường dùng trong hệ truyền động ăn dao của các máy cắt gọt kim loại.

Đối với hệ truyền động ăn dao của các máy cắt gọt kim loại, yêu cầu duy trì mômen không đổi trong toàn dải điều chỉnh tốc độ.

Về cấu tạo và nguyên lý hoạt động, người ta phân biệt hai loại khớp ly hợp điện từ : khớp ly hợp điện từ ma sát và khớp ly hợp điện từ trượt.

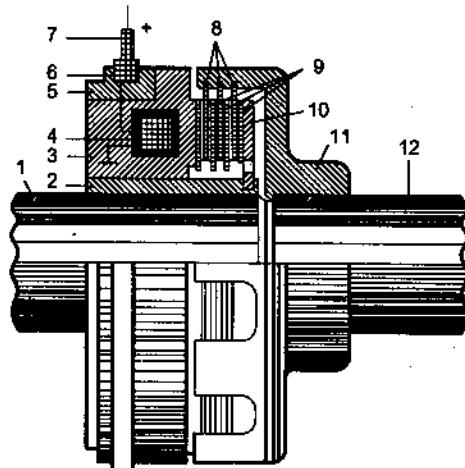
a) *Khớp ly hợp điện từ ma sát*, cấu tạo của nó được biểu diễn trên hình 1.6.

Khớp ly hợp điện từ ma sát gồm : thân ly hợp 3, cuộn dây 4, các đĩa ma sát 8 và 9, đĩa ép 10, giá kẹp 11. Tất cả các phần tử kể trên được gá lắp trên bạc lót 2 làm từ vật liệu không nhiễm từ và bạc lót được lắp trên trục vào 1 (trục gắn với trục của động cơ truyền động). Nguồn cấp cho cuộn dây của ly hợp được cấp như sau : cực âm của nguồn được nối với thân của ly hợp 3, cực dương của nguồn được cấp qua chổi than 7 và vành trượt tiếp điện 6, còn 5 là vành cách điện giữa cực dương của nguồn và thân ly hợp.

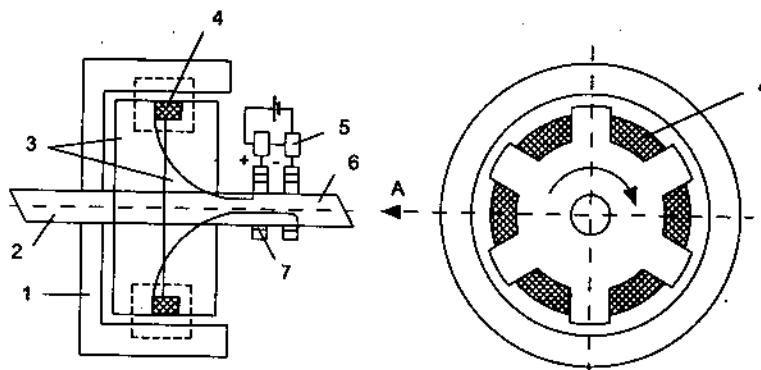
Nguyên lý làm việc của khớp ly hợp ma sát như sau : Khi cuộn dây 4 được cấp nguồn, sẽ tạo ra một từ trường khép kín qua các đĩa ma sát. Từ trường đó tạo ra một lực hút kéo đĩa ma sát 9 về thân ly hợp 3. Các đĩa ma sát 8 và 9 ăn khớp với nhau. Đĩa ma sát 9 nối với trục 1 (trục động cơ truyền động), còn đĩa ma sát 8 nối với trục 12 (trục máy công tác).

b) *Khớp ly hợp điện từ trượt*. Cấu tạo của nó được biểu diễn trên hình 1.7.

Cấu tạo của nó gồm hai phần chính :



Hình 1.6. Khớp ly hợp điện từ ma sát.



Hình 1.7. Khớp ly hợp điện từ trượt.

Phản ứng 1 được gắn với trục của động cơ truyền động 2 (trục chủ động) và phản cảm 3 của cuộn dây kích thích 4 được nối với trục của máy công tác (trục thụ động). Nguồn cấp cho cuộn dây kích thích 4 là nguồn 1 chiều tiếp điện bằng chổi than 5 và vành trượt 7 lắp trên trục 6.

Nguyên lý làm việc của khớp ly hợp điện từ trượt như sau :

Khi cho động cơ truyền động quay và cấp nguồn cho cuộn kích thích, trong phản ứng sẽ xuất hiện sức điện động cảm ứng, sức điện động đó sẽ sinh ra dòng điện xoáy (dòng Foucô). Sự tác dụng tương hỗ giữa dòng điện trong phản ứng và từ thông của phản cảm sẽ sinh ra mômen điện từ làm cho phản cảm quay theo cùng chiều với phản ứng. Hệ số trượt của khớp ly hợp phụ thuộc và trị số dòng điện trong cuộn kích thích và mômen của phụ tải. Bởi vậy, với mômen tải không đổi, khi ta thay đổi dòng điện trong cuộn kích thích sẽ thay đổi được tốc độ của máy công tác.

1.2. Chọn hệ truyền động và tính chọn công suất động cơ truyền động của các máy cắt gọt kim loại

1.1.2. Các hệ truyền động thường dùng trong máy cắt gọt kim loại

1. *Đối với chuyển động chính* của máy tiện, khoan, doa, máy phay... với tần số đóng cắt điện không lớn, phạm vi điều chỉnh tốc độ không rộng thường dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc. Điều chỉnh tốc độ trong các máy đó thực hiện bằng phương pháp cơ khí dùng hộp tốc độ.

2. *Đối với một số máy khác như* : máy tiện Rovonve 1H318, máy doa ngang 2620A, máy sục răng 5B161 v.v... (do Nga chế tạo) yêu cầu phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng hơn, hệ truyền động trục chính dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ hai hoặc ba cấp tốc độ. Quá trình thay đổi tốc độ thực hiện bằng cách thay đổi sơ đồ đấu dây quấn staton của động cơ để thay đổi số đoi cực với công suất duy trì không đổi.

3. *Đối với một số máy như* : máy bào giường, máy mài tròn, máy doa toạ độ và hệ truyền động ăn dao của một số máy yêu cầu :

- Phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng.
- Dảo chiều quay liên tục.
- Tần số đóng - cắt điện lớn.

Thường dùng hệ truyền động một chiều (hệ máy phát - động cơ điện một chiều F-D, hệ máy điện khuếch đại - động cơ điện 1 chiều MĐKD-D, hệ khuếch đại từ động cơ điện 1 chiều - KDT-D và bộ biến đổi tiristo - động cơ điện 1 chiều T-D) và hệ truyền động xoay chiều dùng bộ biến tần.

1.2.2. Các tham số đặc trưng cho chế độ cắt gọt trên các máy cắt gọt kim loại

Các tham số đặc trưng cho chế độ cắt phụ thuộc vào yếu tố của điều kiện

gia công như : chiều sâu cắt t, lượng ăn dao s (xem hình 1.2), bề rộng phôi b, độ bền dao cắt T, vật liệu chi tiết gia công, hình dáng và vật liệu của dao cắt, điều kiện làm mát v.v...

Các tham số đó được xác định theo các công thức kinh nghiệm cho từng nhóm máy. Tuy nhiên, các công thức đó có dạng gần giống nhau, cho nên ta lấy gia công trên máy tiện làm ví dụ điển hình.

Trên hình 1.2a giới thiệu các phần tử và các đại lượng đặc trưng cho gia công tiện.

1. Tốc độ cắt

Tốc độ cắt là tốc độ chuyển động dài tương đối của chi tiết so với dao cắt tại điểm tiếp xúc giữa chi tiết và dao cắt. Nó được xác định theo công thức kinh nghiệm sau :

$$v = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} s^{y_v}} \quad [\text{m/ph}] \quad (1.1)$$

Trong đó :

t- chiều sâu cắt, mm ;

s- lượng ăn dao, là độ di chuyển của dao cắt khi chi tiết quay được một vòng, mm/vòng ;

T- độ bền của dao cắt là thời gian làm việc của dao cắt giữa hai lần mài kế tiếp, ph ;

C_v , x_v , y_v , m là hệ số và số mũ phụ thuộc vào vật liệu chi tiết gia công, vật liệu làm dao cắt và phương pháp gia công.

2. Lực cắt

Trong quá trình gia công, tại điểm tiếp xúc giữa chi tiết gia công và dao cắt có một lực tác dụng \vec{F} , lực máy được phân ra ba thành phần (hình 1.2a) :

- **Lực tiếp tuyến** (lực cắt) \vec{F}_z là lực mà trực chính (chuyển động chính) phải khắc phục.

- **Lực hướng kính** \vec{F}_y tạo áp lực lên bàn dao (ăn dao).

- **Lực dọc trực** \vec{F}_x là lực ăn dao mà cơ cấu ăn dao phải khắc phục.

$$\vec{F} = \vec{F}_z + \vec{F}_y + \vec{F}_x \quad [\text{N}] \quad (1.2)$$

Để tính toán lực cắt, ta dùng công thức kinh nghiệm sau :

$$\vec{F}_z = 9,81 C_F \cdot t^{x_F} s^{y_F} \cdot v^n \quad (1.3)$$

Trong đó : C_F , x_F , y_F , n - là hệ số và số mũ phụ thuộc vào vật liệu chi tiết gia công, vật liệu làm dao và phương pháp gia công.

Các lực còn lại \vec{F}_x và \vec{F}_y cũng được xác định theo công thức tương tự như (1.3).

Khi tính toán sơ bộ có thể lấy \vec{F}_x và \vec{F}_y theo tỷ lệ như sau :

$$\vec{F}_z : \vec{F}_x : \vec{F}_y = 1 : 0,4 : 0,25 \quad (1.4)$$

3. Công suất cắt

Công suất cắt (công suất yêu cầu của cơ cấu chuyển động chính) được xác định theo công thức :

$$P_z = \frac{F_z \cdot v}{60 \cdot 1000} \quad [\text{kW}] \quad (1.5)$$

trong đó : F_z - lực cắt, N ;

v - tốc độ cắt, [m/ph].

4. Thời gian máy

Thời gian máy là thời gian dùng để gia công chi tiết. Nó còn được gọi là thời gian công nghệ, thời gian cơ bản hoặc thời gian hữu ích. Để tính toán thời gian máy, ta căn cứ vào các tham số đặc trưng cho chế độ cắt gọt gọi là phương pháp gia công trên máy.

Ví dụ : đối với máy tiện :

$$t_m = \frac{L}{n \cdot s} \quad [\text{ph}] \quad (1.6)$$

trong đó : L- chiều dài của hành trình làm việc, mm ;

n- tốc độ quay của chi tiết (tốc độ quay của mâm cắt), vòng/ph ;

s- lượng ăn dao, mm/vòng ;

Nếu thay vào biểu thức (1.6) giá trị của :

$$n = \frac{60 \cdot 10^3 v}{\pi d} \quad (1.7)$$

trong đó : d- đường kính chi tiết gia công : mm.

Ta có :

$$t_m = \frac{\pi d L}{60 \cdot 10^3 v s} \quad (1.8)$$

Từ biểu thức (1.8) ta nhận thấy rằng : muốn tăng năng suất của máy (giảm thời gian công nghệ t_m) phải tăng tốc độ cắt v và lượng ăn dao s.

1.2.3. Phụ tải của động cơ truyền động các cơ cấu điển hình trong các máy cắt gọt kim loại

1. Cơ cấu truyền động chính

Trong truyền động chính các máy cắt gọt kim loại, lực cắt là lực hữu ích,

nó phụ thuộc vào chế độ cắt (t, s, v) vật liệu chi tiết gia công và vật liệu làm dao.

Đối với chuyển động chính là chuyển động quay như ở máy tiện, phay, khoan, doa và máy mài, mômen trên trực chính của máy được xác định theo công thức :

$$M_z = \frac{F_z \cdot d}{2} \quad [\text{N.m}] \quad (1.9)$$

Trong đó : F_z - lực cắt, N ;

d - đường kính của chi tiết gia công (m).

Mômen hữu ích trên động cơ là :

$$M_{hi} = \frac{M_z}{i} = \frac{F_z \cdot d}{2i} \quad [\text{N.m}] \quad (1.10)$$

Đối với chuyển động chính là chuyển động tịnh tiến, ví dụ như chuyển động di chuyển bàn trong máy bào giường, chuyển động của dao trong máy sục, máy bào ngang v.v... Mômen tịnh tiến hữu ích là :

$$M_{hi} = F_z \cdot \rho \quad [\text{N.m}] \quad (1.11)$$

Trong đó : ρ là bán kính quy đổi lực cắt về trực động cơ, được xác định bằng tỷ số giữa tốc độ di chuyển tịnh tiến và tốc độ của động cơ truyền động :

$$\rho = \frac{v}{60\omega} \quad [\text{m}] \quad (1.12)$$

Mômen cản tịnh trên trực động cơ được xác định theo biểu thức sau :

$$M_c = \frac{M_{hi}}{\eta} \quad [\text{N.m}] \quad (1.13)$$

2. Cơ cấu truyền động ăn dao

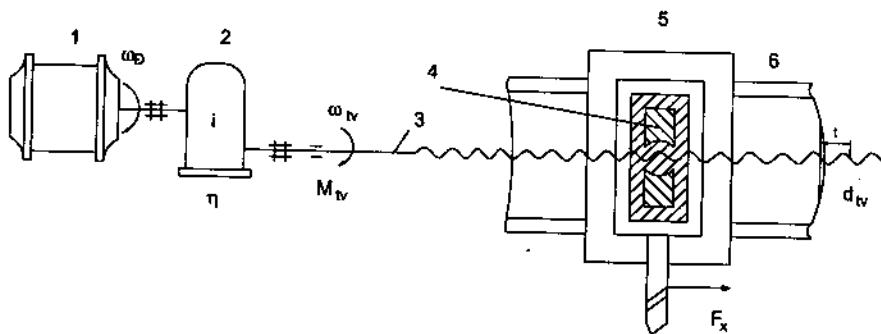
Trong hệ truyền động ăn dao, động cơ thực hiện di chuyển bàn dao, hoặc dịch chuyển chi tiết để thực hiện được quá trình cắt gọt. Hệ truyền động ăn dao được thực hiện bằng nhiều phương án khác nhau. Phương án điển hình là cơ cấu ăn dao kiểu trực vít - êcu. Sơ đồ động học của cơ cấu ăn dao đó được biểu diễn trên hình 1.8.

Lực ăn dao khi bàn dao hoặc bàn cặp chi tiết khởi hành được tính theo biểu thức sau:

$$F_{ado} = (G_b + G_{ct}) f_0 + \mu s \quad [\text{N}] \quad (1.14)$$

Trong đó : G_b - khối lượng của bàn, N ;

G_{ct} - khối lượng của chi tiết, N ;



Hình 1.8. Sơ đồ động học của cơ cấu ăn dao.

1. Động cơ điện ; 2. Hộp tốc độ ; 3. Trục vít vô tận ; 4. Écu ; 5. Bàn dao ; 6. Gờ trượt.

f_0 - hệ số ma sát khi bàn dao trượt trên gờ trượt

($f_0 = 0,2 \div 0,3$ khi khởi hành bàn dao ;

$f = 0,08 \div 0,1$ khi cắt got) ;

μ - áp suất đính thường lấy bằng $0,5\text{N/cm}^2$.

Lực ăn dao khi cắt got được tính theo biểu thức :

$$F_{ad} = (G_b + G_{ct})f + \alpha S \quad [\text{N}] \quad (1.15)$$

Mômen trên trục vít vô tận được tính theo công thức sau :

- Khi khởi hành M_{ado}

$$M_{ado} = \frac{F_{ad} \cdot d_{tb} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)}{2} \quad [\text{N.m}] \quad (1.16)$$

- Khi cắt got

$$M_{ad} = \frac{F_{ad} \cdot d_{tb} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)}{2} \quad [\text{N.m}] \quad (1.17)$$

trong đó : α - góc nghiêng của ren vít vô tận ;

$\rho = \operatorname{arctg}(f)$ - góc ma sát của trục vít vô tận ;

d_{tb} - đường kính trung bình của trục vít vô tận, m.

1.2.4. Tính chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu của máy cắt got kim loại

1. Những vấn đề chung

Việc chọn đúng công suất động cơ truyền động hết sức quan trọng. Nếu chọn công suất động cơ lớn hơn trị số yêu cầu thì vốn đầu tư sẽ tăng, động cơ thường xuyên làm việc non tải làm cho hiệu suất và hệ số công suất

$\cos\varphi$ thấp. Ngược lại, nếu chọn động cơ công suất nhỏ hơn trị số yêu cầu, thì máy sẽ không đảm bảo năng suất theo thiết kế, động cơ thường xuyên làm việc quá tải, làm giảm tuổi thọ của động cơ.

2. Các số liệu ban đầu

Để tính chọn được công suất động cơ, cần phải có các số liệu ban đầu sau :

a) Các thông số đặc trưng cho chế độ làm việc của máy bao gồm :

- Các thông số đặc trưng cho chế độ cắt gọt (xem mục 1.2.2).
- Khối lượng của chi tiết gia công.
- Thời gian làm việc và thời gian nghỉ.

b) Kết cấu cơ khí của máy bao gồm :

- Sơ đồ động học của cơ cấu.
- Khối lượng của các bộ phận chuyển động.

3. Các bước tính chọn công suất động cơ

Quá trình tính chọn công suất động cơ có thể chia làm hai bước sau:

a) *Bước 1* : Chọn sơ bộ công suất động cơ truyền động được tiến hành theo trình tự sau :

- Xác định công suất hoặc mômen tác dụng lên trực làm việc của hộp tốc độ (P_z hoặc M_z).
- Xác định công suất hoặc mômen trên trực động cơ và xây dựng đồ thị phụ tải tĩnh ($P_c = f(t)$ hoặc $M_c = f(t)$).
- Dựa trên đồ thị phụ tải tĩnh, tiến hành tính chọn sơ bộ công suất động cơ.

b) *Bước 2* : Tiến hành kiểm nghiệm động cơ đã chọn theo các điều kiện sau :

- Kiểm nghiệm theo điều kiện phát nóng.
- Kiểm nghiệm theo điều kiện quá tải.
- Kiểm nghiệm theo điều kiện mở máy.

1.2.5. Một số ví dụ tính chọn công suất động cơ

1. Máy bào

Công suất động cơ truyền động cơ cấu chính của máy bào được tính theo biểu thức sau :

$$P = \frac{F_z \cdot q \cdot v}{1000 \eta} \quad [\text{kW}] \quad (1.18)$$

Trong đó : F_z - lực cản khi bào, N/m^2 ;

q - tiết diện của phoi, m²;

v - vận tốc cắt, m/s ;

η - hiệu suất của máy (khi máy làm việc đầy tải, thường lấy bằng 0,65 ± 0,7).

F_z phụ thuộc vào vật liệu chi tiết gia công :

$$F_z = (294 \div 1180) \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \text{ - vật liệu là thép ;}$$

$$F_z = (118 \div 236) \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \text{ - vật liệu là gang ;}$$

$$F_z = (147 \div 197) \cdot 10^6 \text{ N/m}^2 \text{ - vật liệu là đồng.}$$

2. Máy tiện

Công suất động cơ truyền động chính của máy tiện được tính theo biểu thức sau :

$$P = \frac{F_z \cdot q \cdot v}{60 \cdot 102\eta} \quad [\text{kW}] \quad (1.19)$$

Trong đó : F_z - lực cản cắt khi tiện, kG/mm² ;

q - tiết diện phoi, mm² ;

v - vận tốc cắt, m/phút ;

η - hiệu suất của máy.

3. Máy khoan

Công suất động cơ truyền động trực chính của máy khoan được tính dựa trên trị số của mômen quay đặt trên trực chính khi :

Mômen quay được tính theo biểu thức sau :

$$M = F_z \left(\frac{d^2}{8} \right) \cdot s \quad [\text{kG.mm}] \quad (1.20)$$

$$P = \frac{M \cdot n}{975 \cdot 1000 \cdot \eta} = \frac{F_z \cdot d^2 \cdot s \cdot n}{975 \cdot 1000 \cdot 8 \cdot \eta} \quad [\text{kW}] \quad (1.21)$$

Trong đó : F_z - lực cản khi khoan, kG/mm² ;

d - đường kính mũi khoan, mm ;

s - lượng ăn dao trên một vòng quay của mũi khoan, mm ;

n - tốc độ của mũi khoan, vòng/ph ;

η - hiệu suất của máy.

4. Máy phay

Công suất động cơ truyền động trực chính máy phay được tính bởi công thức sau :

$$P = \frac{F_z \cdot b \cdot t \cdot n \cdot s}{60 \cdot 102 \cdot 1000 \cdot \eta} \quad [\text{kW}] \quad (1.22)$$

trong đó : F_z - lực cản cắt khi phay, kG/mm^2 ;

b - chiều rộng lớp phay (bằng bề dày của dao phay), mm ;

t - chiều sâu cắt, mm ;

n - tốc độ quay của dao phay, vòng/ph ;

s - lượng ăn dao, mm/vòng .

5. Các cơ cấu phụ

Công suất động cơ truyền động các cơ cấu phụ (khi di chuyển nhanh bàn dao trong máy tiện, nới, siết cần khoan trên trụ v.v...) thường làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại. Trong trường hợp chung nhất có thể tính theo biểu thức sau :

$$P = \frac{G \cdot \mu \cdot v}{60 \cdot 102 \cdot \eta \cdot \lambda_{\max}} \quad [\text{kW}] \quad (1.23)$$

Trong đó : G - trọng lượng của phần di chuyển, kG ;

μ - hệ số ma sát (thường lấy bằng 0,1) ;

v - tốc độ di chuyển, m/ph ;

η - hiệu suất của phụ cấu ;

$$\lambda_{\max} = \frac{M_{\max}}{M_{dm}} \quad - \text{khả năng quá tải của động cơ (hệ số quá tải).}$$

Đối với cơ cấu phụ, mômen cần tính khi khởi hành rất lớn (M_{co}) cho nên phải kiểm tra công suất động cơ đã chọn theo điều kiện mở máy ($M_{nm} > M_{co}$).

Mômen cần tính khi khởi hành được tính theo biểu thức sau :

$$M_{co} = 0,16 \frac{G \mu v}{\eta n_0 (1 - \lambda_{\max} s_{dm})} \quad [\text{kW}] \quad (1.24)$$

Trong đó : n_0 - tốc độ từ trường quay stato động cơ (tốc độ đồng bộ), vòng/phút ;

s_{dm} - hệ số trượt định mức của động cơ đã chọn.

Nếu không thoả mãn những yêu cầu trên, chọn lại động cơ có cấp công suất cao hơn gần nhất.

6. Cơ cấu ăn dao

Công suất động cơ truyền động cơ cấu ăn dao được tính dựa trên cơ sở công thức (1.17) - mômen trên trực vít vô tận M_{ad} . Từ biểu thức đó ta tính

được mômen trên trục của động cơ.

$$M = \frac{M_{ad}}{i\eta} \quad [\text{N.m}] \quad (1.25)$$

Trong đó : i - tỷ số truyền của hộp tốc độ ;

η - hiệu suất của hộp tốc độ.

Công suất của động cơ truyền động được tính theo biểu thức sau :

$$P = \frac{M \cdot n_o}{9550} \quad [\text{kW}] \quad (1.26)$$

Trong đó : n_o - tốc độ đồng bộ của động cơ, vòng/ph.

Sau đó kiểm tra động cơ đã chọn theo mômen khởi hành của động cơ với điều kiện mômen khởi hành phải nhỏ hơn mô men định mức của động cơ. Mômen khởi hành của động cơ được tính như sau :

$$M_{kh} = \frac{M_{ado}}{i\eta} \quad [\text{N.m}] \quad (1.27)$$

Trong đó : M_{ado} - được tính theo biểu thức (1.16) ;

i - tỷ số truyền của hộp số ;

η - hiệu suất của hộp số.

Nếu tính được lực ăn dao F_{ad} (công thức 1.15) có thể tính được công suất của động cơ như sau :

$$P = \frac{F_{ad} \cdot v}{60 \cdot 1000} \quad [\text{kW}] \quad (1.28)$$

Trong đó : F_{ad} - lực ăn dao, N ;

v - vận tốc ăn dao, mm/ph ;

($v = s \cdot n$, [mm/ph]) :

s - lượng ăn dao, mm/vòng ;

n - tốc độ quay của động cơ, vòng/ph.

1.3. Điều chỉnh tốc độ trong các máy cắt gọt kim loại

1.3.1. Những vấn đề chung

Trong các máy cắt gọt kim loại, để đảm bảo chất lượng gia công chi tiết yêu cầu tốc độ cắt thay đổi. Vậy để thực hiện được các chế độ cắt gọt khác nhau (khi đường kính chi tiết gia công thay đổi) đảm bảo các quá trình công nghệ tối ưu, cần phải điều chỉnh tốc độ truyền động chính và truyền động ăn dao.

Điều chỉnh tốc độ trong các máy cắt gọt kim loại có thể thực hiện bằng 3 phương pháp : cơ, điện- cơ và điện.

1. Điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp cơ thuần tuý là phương pháp điều chỉnh tốc độ có cấp với sự thay đổi tỷ số truyền của hộp tốc độ. Việc thay đổi tỷ số truyền có thể thực hiện bằng tay hoặc từ xa bằng khớp ly hợp điện từ, hệ thống thủy lực hoặc khí nén.

2. Điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp cơ - điện cũng là phương pháp điều chỉnh có cấp với sự thay đổi tốc độ của động cơ và thay đổi tỷ số truyền của hộp tốc độ. Động cơ điện dùng trong phương pháp này là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hai hoặc ba cấp tốc độ hoặc động cơ điện một chiều.

3. Điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp điện thuần tuý là thay đổi tốc độ của máy chỉ bằng cách thay đổi tốc độ của động cơ điện. Động cơ điện dùng trong trường hợp này có thể là động cơ điện 1 chiều hoặc động cơ không đồng bộ làm việc kết hợp với các bộ biến đổi.

Phương pháp này có ưu điểm so với hai phương pháp trên là :

- Điều chỉnh tốc độ đơn giản.
- Độ bền phẳng (độ tròn) cao hơn.
- Kết cấu cơ khí của máy đơn giản hơn.

Nhưng sơ đồ điều khiển phức tạp hơn.

1.3.2. Các chỉ tiêu điều chỉnh tốc độ

Chất lượng điều chỉnh tốc độ của các máy cắt gọt kim loại được đánh giá theo hai chỉ tiêu chính sau :

1. Phạm vi điều chỉnh tốc độ

Đối với chuyển động quay, phạm vi điều chỉnh tốc độ được xác định bằng tỷ số giữa tốc độ quay lớn nhất và tốc độ quay thấp nhất.

$$D_{\omega} = \frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} \quad \text{hoặc} \quad D_n = \frac{n_{\max}}{n_{\min}} \quad (1.30)$$

Trong đó : ω_{\max} - tốc độ góc lớn nhất, rad/s ;

ω_{\min} - tốc độ góc nhỏ nhất, rad/s ;

n_{\max} - tốc độ quay lớn nhất, vòng/ph ;

n_{\min} - tốc độ quay bé nhất, vòng/ph.

Đối với chuyển động tịnh tiến, phạm vi điều chỉnh tốc độ là tỷ số giữa tốc độ dài lớn nhất v_{\max} và tốc độ dài nhỏ nhất v_{\min} :

$$D_v = \frac{v_{\max}}{v_{\min}} \quad (1.31)$$

Trong đó : v_{\max} - tốc độ dài lớn nhất, m/s ;

v_{\min} - tốc độ dài bé nhất, m/s.

Đối với truyền động ăn dao, phạm vi điều chỉnh tốc độ là tỷ số giữa lượng ăn dao lớn nhất s_{\max} và lượng ăn dao bé nhất s_{\min} .

$$D_s = \frac{s_{\max}}{s_{\min}} \quad (1.32)$$

Giá trị phạm vi điều chỉnh tốc độ với truyền động chính và truyền động ăn dao đối với từng máy là khác nhau. Khi chuyển động chính của máy là chuyển động quay thì phạm vi điều chỉnh tốc độ yêu cầu cao hơn so với máy chuyển động chính là chuyển động tịnh tiến. Vì trong các máy chuyển động chính là chuyển động quay, trong quá trình gia công, hai thông số đều thay đổi : tốc độ cắt và đường kính chi tiết gia công. Còn trong các máy chuyển động chính là chuyển động tịnh tiến, trong quá trình gia công chỉ có tốc độ cắt thay đổi.

2. Độ tròn điều chỉnh tốc độ

Độ bằng phẳng điều chỉnh tốc độ là tỷ số giữa hai giá trị tốc độ liền kề nhau :

$$\varphi = \frac{\omega_{i+1}}{\omega_i} \quad (1.33)$$

φ còn có tên gọi khác là cấp điều chỉnh tốc độ.

Điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp 1 và 2 ở mục 1.3.1 là phương pháp điều chỉnh có cấp ($\varphi > 1$), còn điều chỉnh theo phương pháp 3 của mục 1.3.1 là phương pháp điều chỉnh vô cấp ($\varphi \approx 1$).

Sự thay đổi của giá trị tốc độ trực chính trong các máy cắt gọt kim loại luôn duy trì cấp điều chỉnh tốc độ $\varphi = \text{const}$ trong toàn dải điều chỉnh, có nghĩa là các tốc độ phân bố theo cấp số nhân.

Ta hãy xét đối với chuyển động trực chính là chuyển động quay có 10 giá trị tốc độ quay là $n_1, n_2, \dots, n_9, n_{10}$

$$\varphi = \frac{n_2}{n_1} = \frac{n_{10}}{n_9} \quad \text{hoặc} \quad \varphi = \sqrt[y]{10}$$

Trong đó : y là số cấp tốc độ điều chỉnh bằng phương pháp cơ thuần tuý. Khi đó giá trị của hệ số φ có giá trị sau :

$$\text{Đây 1 : } \varphi = \sqrt[5]{10} = 1,58$$

$$\text{Đây 2 : } \varphi = \sqrt[10]{10} = 1,26$$

$$\text{Đây 3 : } \varphi = \sqrt[20]{10} = 1,22$$

$$\text{Đây 4 : } \varphi = \sqrt[40]{10} = 1,06$$

Đối với các máy sử dụng phương pháp điều chỉnh tốc độ cơ - điện số cấp, điều chỉnh tốc độ sẽ cao hơn.

Nếu ta đặt ký hiệu tốc độ trục chính là $n_1, n_2 \dots n_z$ với cấp điều chỉnh là φ . Khi đó số cấp điều chỉnh z được xác định theo biểu thức sau :

$$n_z = n_1 \cdot \varphi^{z-1} \text{ hoặc } \frac{n_z}{n_1} = D = \varphi^{z-1} \quad (1.34)$$

Từ đó ta xác định được :

$$Z = \frac{\lg D}{\lg \varphi} + 1 \quad (1.35)$$

và sử dụng biểu thức :

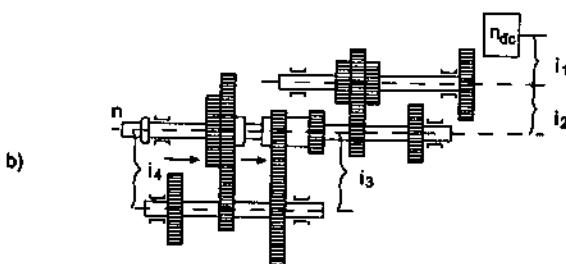
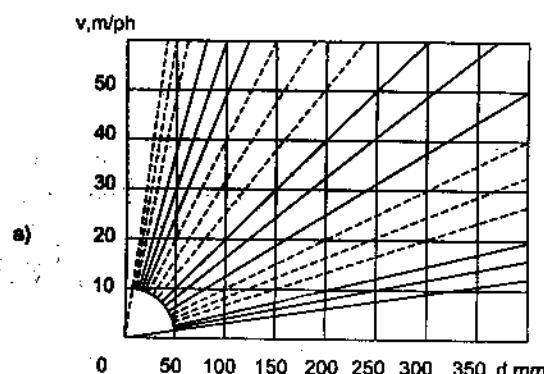
$$v = \frac{\pi d n}{1000} \quad (1.36)$$

Trong đó : v - tốc độ cắt, m/ph ;

d - đường kính chi tiết gia công, mm ;

n - số vòng quay của trục chính trong 1 phút.

Từ đó ta có thể xây dựng được biểu đồ - đồ thị tốc độ của máy được biểu diễn như hình 1.9 :



Hình 1.9. Đồ thị tốc độ và sơ đồ động học của hộp số (hộp tốc độ) của máy dùng động cơ hai cấp tốc độ.

a) Đồ thị tốc độ ; b) Sơ đồ động học của hộp tốc độ.

1.4. Điều khiển chương trình số các máy cắt gọt kim loại

1.4.1. Khái niệm cơ bản về điều khiển chương trình số

1. Khái niệm và định nghĩa

Khi gia công trên các máy cắt gọt kim loại thông thường, các bước gia công chi tiết do người thợ thực hiện bằng tay như : điều chỉnh số vòng quay, lượng ăn dao, kiểm tra vị trí của dụng cụ cắt để đạt được kích thước cần gia công trên bản vẽ v.v...

Ngược lại, trên các máy cắt gọt điều khiển theo chương trình số, quá trình gia công được thực hiện một cách tự động theo chương trình đã thiết kế trước. Chương trình được thiết kế bằng nhiều phương pháp khác nhau. Ví dụ như các máy chép hình dùng để gia công các chi tiết có bề mặt không gian phức tạp (cánh tuốc bin, khuôn dập có cấu hình phức tạp), chương trình cho trước được thiết kế dưới dạng các vật mẫu. Quá trình gia công trên các máy chép hình thực chất là quá trình chép nguyên mẫu theo vật mẫu. Tuy nhiên, tính linh hoạt của các máy này không cao. Muốn thay đổi loại chi tiết để gia công, phải thay đổi hình dáng, vị trí, số lượng và quy luật chuyển động của các bộ phận cam, vật mẫu, vị trí công tắc hành trình... Như vậy việc chỉnh máy phức tạp, chế tạo vật mẫu mất nhiều thời gian.

Để khắc phục những khuyết điểm trên của máy chép hình, trong các máy điều khiển theo chương trình số, chương trình đưa vào các thiết bị điều khiển số dùng các băng đục lỗ hoặc băng từ. Các băng đó thực hiện chức năng là một bộ mang chương trình gia công dưới dạng một chuỗi các lệnh điều khiển. Hệ thống điều khiển số có khả năng thực hiện các lệnh đó và kiểm tra chúng như một hệ thống đo, sự dịch chuyển của các bàn trượt của máy.

Như vậy, điều khiển số (Numerical Control-NC) là một hình thức đặc biệt của tự động hóa mà cụ thể là các máy cắt gọt tự động được lập trình để thực hiện một loạt các hoạt động ở một chế độ được xác định trước nhằm tạo ra một chi tiết có kích thước, hình dáng và các thông số công nghệ có thể dự đoán trước.

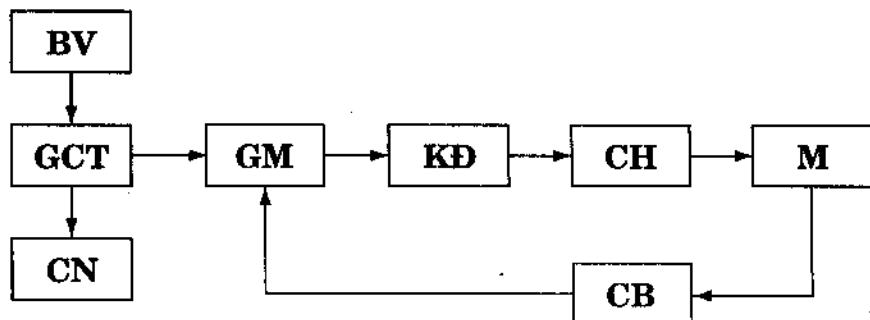
Các máy cắt gọt kim loại điều khiển theo chương trình số gọi là các máy NC hoặc các máy CNC (Computer Numerical Control).

Một máy cắt gọt kim loại NC gồm hai bộ phận chính : Bộ điều khiển máy (The Machine control Unit - MCU) và bản thân máy cắt gọt kim loại. Bộ MCU gồm hai thành phần : bộ xử lý dữ liệu (The Date Processing Unit - DPU) và bộ điều khiển lặp lại (Control Loops Unit - CLU).

DPU có chức năng xử lý dữ liệu và mã hóa, những dữ liệu này được đọc từ bộ mang chương trình và phản ánh các thông tin về : Vị trí của mỗi trục, chiều chuyển động, tỷ số tiến dao và các tín hiệu điều khiển các chức năng phụ tới CLU.

CLU có chức năng điều khiển các cơ cấu chuyển động của máy.

Sơ đồ khối của một máy cắt gọt kim loại điều khiển số biểu diễn trên hình 1.10.



Hình 1.10. Sơ đồ khối máy điều khiển chương trình số.

BV - Bản đồ chi tiết gia công ; GCT - Khối chuẩn bị và ghi chương trình ; CN - Các thông số công nghệ ; GM - Bộ giải mã ; KĐ - Khối khuyếch đại ; CH - Cơ cấu chấp hành ; M - Máy cắt gọt kim loại; CB - Bộ cảm biến các tín hiệu phản hồi.

Bộ ghi chương trình gồm hai khâu chính :

Khâu chuẩn bị chương trình và khâu ghi chương trình đã được chuẩn bị vào bộ mang chương trình. Để thiết lập được chương trình, các dữ liệu cần có là :

- Bản vẽ chi tiết gia công.

Thông số công nghệ của chi tiết gia công gồm : kích thước, vật liệu, độ chính xác gia công.

- Các loại dao cắt yêu cầu.
- Các loại đồ gá.
- Các thông số cắt gọt : chiều sâu cắt t, lượng ăn dao s, và tốc độ cắt v.

2. Các hệ thống điều khiển chương trình số

a) Hệ thống điều khiển NC

Các hệ thống NC đầu tiên ra đời do sự cần thiết chế tạo các chi tiết của máy bay với số lượng không nhiều. Trong hệ thống NC, các thông số hình học của chi tiết và các lệnh điều khiển máy được đưa ra là dây các con số.

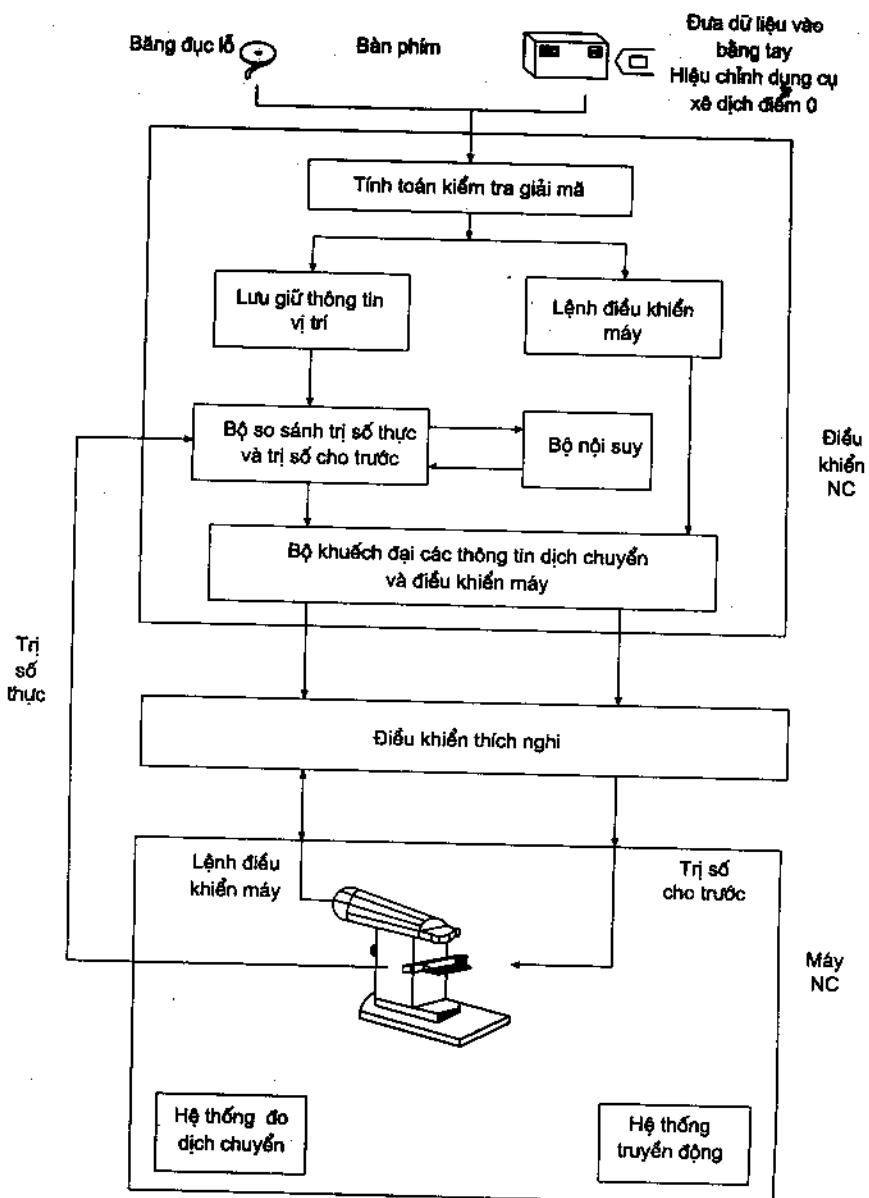
Sơ đồ khối chức năng của hệ thống điều khiển NC được biểu diễn trên hình 1.11.

Nó gồm có các bộ phận chính sau :

+ Nạp dữ liệu vào hệ thống gồm bàn phím và băng đục lỗ (hoặc băng từ). Toàn bộ các chỉ dẫn gia công được in vào băng đục lỗ (hoặc băng từ) dưới dạng các câu lệnh của chương trình.

+ Hệ thống điều khiển NC thực hiện chức năng xử lý dữ liệu và đưa ra dữ liệu.

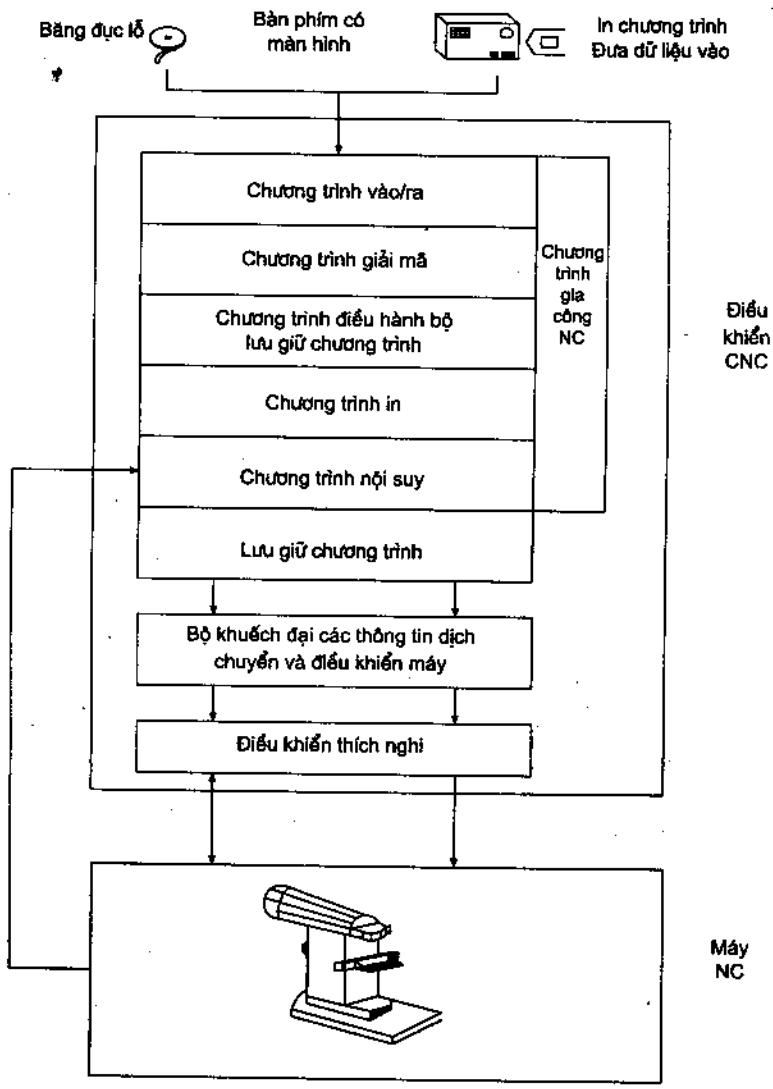
+ Bộ thích nghi là một mắt xích nối giữa máy NC vào hệ thống điều khiển NC.



Hình 1.11. Sơ đồ khái niệm điều khiển chức năng của hệ thống điều khiển NC.

b) Hệ thống điều khiển CNC

Hệ thống điều khiển NC có nhược điểm là kém linh hoạt. Muốn thay đổi chương trình phải làm lại băng đục lỗ hoặc thay băng từ khác. Hiện nay để khắc phục nhược điểm trên, dùng hệ thống điều khiển CNC, sơ đồ khái niệm chức năng được biểu diễn trên hình 1.12.



Hình 1.12. Sơ đồ khái niệm của hệ thống điều khiển CNC.

+ Nạp dữ liệu vào hệ thống

Trong hệ thống điều khiển CNC chương trình gia công có thể đưa vào trong hệ thống điều khiển thông qua bảng điều khiển có màn hình.

+ Hệ thống điều khiển CNC.

Chương trình gia công đã đưa vào bây giờ có thể gọi ra bất cứ lúc nào từ bộ lưu giữ chương trình. Thay đổi sửa chữa chương trình có thể thực hiện ngay trên máy. Các câu lệnh có thể bổ sung, thay thế.

+ Bộ thích nghi.

Bộ thích nghi trong các hệ điều khiển NC thông thường là một bộ chuyển đổi liên động. Trong hệ điều khiển CNC, bộ chuyển đổi liên động này được thay thế bằng một bộ điều khiển chương trình lưu giữ, bộ điều khiển này được nối với máy vi tính.

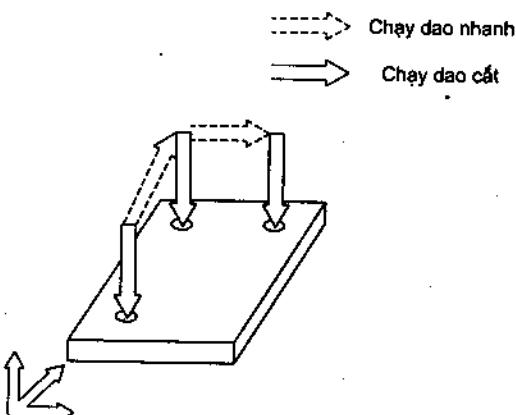
1.4.2. Các dạng điều khiển

Trên các máy cắt gọt kim loại điều khiển theo chương trình số, quãng đường đi của các dao cắt hoặc của các chi tiết đã được cho trước một cách chính xác thông qua các chỉ dẫn điều khiển trong chương trình NC.

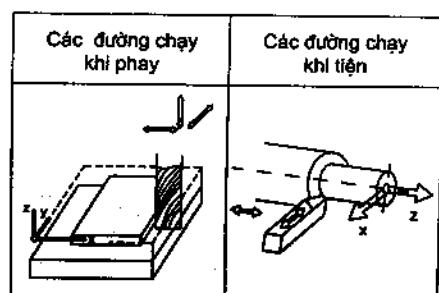
Tùy theo dạng của các chuyển động giữa các điểm đầu và điểm cuối của quãng đường đi này, người ta chia ra ba dạng điều khiển :

1. Điều khiển theo điểm

Điều khiển theo điểm được ứng dụng khi gia công theo các tọa độ xác định đơn giản (như máy khoan - doa). Dao cắt sẽ thực hiện chạy nhanh đến các điểm đã được lập trình, trong hành trình này dao không cắt gọt vào kim loại, chỉ khi dao cắt đến đúng tọa độ, quá trình cắt gọt mới được thực hiện theo lượng ăn dao đã được lập trình (hình 1.13).



Hình 1.13. Điều khiển theo điểm.



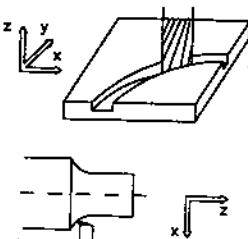
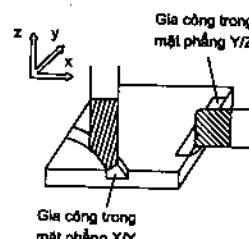
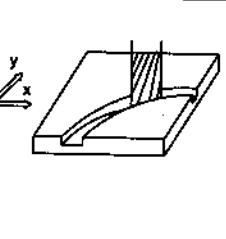
Hình 1.14. Điều khiển theo đường.

2. Điều khiển theo đường

Điều khiển theo đường tạo ra các đường chạy song song với các trục của máy. Trong khi dao chạy đồng thời thực hiện cắt gọt liên tục tạo nên bề mặt gia công (hình 1.14).

3. Điều khiển theo đường viền

Bằng điều khiển theo đường viền, phương pháp điều khiển này có thể tạo ra các đường viền hoặc đường thẳng tùy ý trong mặt phẳng hoặc trong

Điều khiển đường viền 2D	Điều khiển đường viền 2 $\frac{1}{2}$ D	Điều khiển đường viền 3D
 	 <p>Gia công trong mặt phẳng Y/Z Gia công trong mặt phẳng X/Y</p>	

Hình 1.15. Điều khiển theo đường viền.

không gian. Điều đó đạt được nhờ sự chuyển động đồng thời của các bàn trượt theo hai hoặc nhiều chiều và giữa các trục chuyển động đó có quan hệ hàm số (hình 1.15).

a) Điều khiển đường viền 2D. Cho phép thực hiện một đường viền nào đó của dao cắt trong một mặt phẳng gia công X-Y.

b) Điều khiển đường viền $\frac{1}{2}$ D. Cho phép thực hiện thay đổi mặt phẳng gia công, ví dụ chuyển từ mặt phẳng gia công X-Y sang mặt phẳng Y-Z.

c) Điều khiển đường viền 3D. Bằng điều khiển đường viền 3D, cho phép ta thực hiện được các chuyển động của dao cắt trong không gian ba kích thước X-Y-Z.

1.4.3. Lập trình gia công trên các máy NC và CNC

1. Các định nghĩa

a) Một chương trình được tạo nên bởi một chuỗi các lệnh kiểm cho một máy tính hay một máy NC tiến hành công việc gia công xác định. Đối với một máy NC, công việc này là chế tạo một chi tiết cụ thể bằng chuyển động tương đối giữa dao cắt và chi tiết.

b) Quá trình thiết lập các chuỗi lệnh cho các dao cắt từ bản vẽ chi tiết gia công, cùng với sự phát triển các lệnh chương trình cụ thể và sau đó chuyển tất cả các thông tin này sang bộ phận mang dữ liệu được mã hóa đặc biệt cho một hệ thống NC và có thể đọc nó một cách tự động được gọi là *lập trình*.

2. Nội dung của chương trình NC

Nội dung của chương trình được cấu thành từ một số khối mô tả quá trình hoạt động của máy bằng các bước hoặc các câu lệnh.

Trong mỗi khối có thể bao gồm các lệnh khác nhau, có các kiểu lệnh sau :

- Các lệnh hình học điều khiển chuyển động tương đối giữa dao cắt và phôi là ABC...XYZ.

- Các lệnh công nghệ quy định tỷ số bước tiến (F), số vòng quay của trục chính (S) và các loại dao cắt (T).

- Các lệnh chuyển dịch lựa chọn dao cắt (T), các lệnh phụ khác (M) v.v...

Hệ thống địa chỉ thường là một chữ cái quy định các giá trị bằng số và sau đó phải lưu giữ vào đâu. Mỗi địa chỉ được xuất hiện trong một khối.

3. Các bước lập chương trình

Quá trình lập chương trình được thực hiện theo các bước sau :

a) Chuẩn bị dữ liệu (thông tin về công nghệ)

Để lập được chương trình cần có các dữ liệu về công nghệ như : kích thước và vật liệu chi tiết gia công, độ chính xác gia công, dao cắt, đồ góc, các thông số đặc trưng cho chế tạo cắt gọt.

b) Mô tả toán học : Vẽ lại các bản vẽ chi tiết gia công, trên đó ghi đầy đủ các kích thước, đặc điểm công nghệ, đặc điểm điều khiển theo từng nguyên công.

c) Mã hoá các dữ liệu : Các số liệu về chế độ gia công được biến đổi thành dạng mã hoá theo tiêu chuẩn. Để tiến hành mã hoá dữ liệu theo chương trình, cần nắm bắt các khái niệm sau :

+ Tạo khuôn : là thiết lập các lệnh điều hành thuộc phần cứng trong đó thông tin điều hành đã được mã hoá. Số lượng các con số cần dùng phụ thuộc vào từng kiểu các hệ thống điều khiển số.

+ Hệ thống địa chỉ : là những ký tự cho phép thống nhất với chức năng đảm bảo bởi hệ thống điều khiển số. Địa chỉ được ghi bằng chữ cái tiêu chuẩn như trong bảng 1.1.

1.5. Trang bị điện và sơ đồ khống chế một số máy cắt gọt kim loại diển hình

1.5.1. Nhóm máy tiện

1. Những vấn đề chung

Nhóm máy tiện được sử dụng rộng rãi trong ngành công nghiệp chế tạo máy. Nhóm máy này rất đa dạng bao gồm máy tiện, vạn năng, tiện vít, tiện mặt đầu, tiện đứng, máy tiện tự động và bán tự động. Hình dáng bề ngoài của máy tiện 1K62 được biểu diễn trên hình 1.16.

Trong máy tiện, chuyển động chính là chuyển động quay chi tiết, còn chuyển động ăn dao là chuyển động di chuyển của bàn dao.

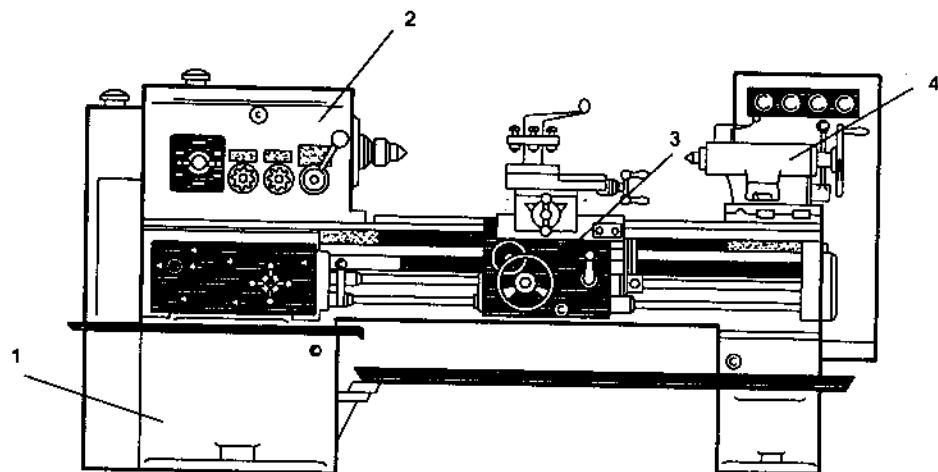
Truyền động trục chính máy tiện vạn năng, máy tiện đứng cỡ nhỏ và trung bình thường dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ một, hai hoặc ba cấp tốc độ.

Bảng 1.1. Bảng chữ cái tiêu chuẩn ghi hệ thống địa chỉ

Ký hiệu	Ý nghĩa
A	Chuyển động quay xung quanh trục X
B	Chuyển động quay xung quanh trục Y
C	Chuyển động quay xung quanh trục Z
D	Bộ nhớ hiệu chỉnh dụng cụ cắt
E	Lượng chạy dao thứ hai
F	Lượng chạy dao
G	Điều kiện chuyển động
H	Có thể sử dụng tự do
I	Thông số nội suy song song với trục X
J	Thông số nội suy song song với trục Y
K	Thông số nội suy song song với trục Z
L	Có thể sử dụng tự do
M	Chức năng phụ
N	Số thứ tự câu lệnh
O	Có thể sử dụng tự do
P	Chuyển động thứ ba song song với trục X
Q	Chuyển động thứ ba song song với trục Y
R	Chuyển động nhanh theo trục Z hoặc chuyển động thứ ba song song với trục Z
S	Số vòng quay của trục chính
T	Dụng cụ cắt
U	Chuyển động thứ hai song song với trục X
V	Chuyển động thứ hai song song với trục Y
W	Chuyển động thứ hai song song với trục Z
X	Chuyển động theo hướng của trục X
Y	Chuyển động theo hướng của trục Y
Z	Chuyển động theo hướng của trục Z

Điều chỉnh tốc độ quay của trục chính bằng hộp tốc độ. Việc chuyển tốc độ thường điều khiển bằng tay (bằng cần số) hoặc bằng khớp li hợp điện tử.

Đối với máy tiện đứng cỡ nặng, truyền động trục chính dùng hệ truyền động một chiều. Động cơ điện 1 chiều được cấp nguồn từ bộ biến đổi (khuếch đại máy điện - MĐKD, khuếch đại từ - KDT, hoặc bộ biến đổi bán dẫn).



Hình 1.16. Hình dáng bề ngoài của máy tiện.

1. Thân máy ; 2. Ủ trước ; 3. Bàn dao ; 4. Ủ sau.

Điều chỉnh tốc độ trục chính thực hiện điều chỉnh vô cấp bằng phương pháp cơ - điện.

Mở máy, hãm dừng và đảo chiều quay trục chính trong các máy tiện cỡ nhỏ và trung bình thường được thực hiện từ truyền động chính qua một hộp tốc độ nhiều cấp.

Các chuyển động phụ (di chuyển nhanh bàn dao, cắp chi tiết, bơm nước làm mát, bơm dầu của hệ thống thủy lực) dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc.

2. Máy tiện đứng cỡ nặng 1A596

a) Thông số kỹ thuật của máy

- Đường kính chi tiết gia công lớn nhất : 20m.
- Chiều cao chi tiết gia công lớn nhất : 6,3m.
- Khối lượng chi tiết gia công lớn nhất : $630 \cdot 10^3$ kg.
- Công suất động cơ truyền động trục chính : 630kW.
- Tốc độ quay của mâm cắp ($0,098 : 9,8$)vg/ph.
- Phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = \frac{100}{1}$.
- Công suất động cơ truyền động ăn dao : 6kW.
- Tốc độ quay của động cơ truyền động ăn dao : $(15 + 3000)$ vg/ph.

b) Trang bị điện của máy

Máy tiện đứng dùng để tiện trong và ngoài các chi tiết hình trụ có

kích thước và khối lượng lớn, cho nên động cơ truyền động trực chính và truyền động ăn dao phải đảm bảo các yêu cầu về điều chỉnh tốc độ cao.

+ Truyền động trực chính dùng động cơ điện một chiều kích từ độc lập được cấp nguồn từ bộ biến đổi (dùng hệ F-Đ hoặc hệ T-Đ).

+ Truyền động ăn dao cũng dùng hệ truyền động một chiều (hệ MĐKD-Đ) đảm bảo phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = \frac{200}{1}$.

+ Các hệ truyền động phụ trong máy tiện đứng cỡ nặng bao gồm :

- Nâng hạ xà dao.
- Siết nới sà trên trụ.
- Di chuyển nhanh bàn dao.
- Bơm dầu bôi trơn.
- Bơm nước làm mát.
- Quạt gió làm mát động cơ chính.

Tất cả các hệ trên đều dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc.

c) Hệ truyền động trực chính

Hệ truyền động trực chính dùng hệ truyền động một chiều thực hiện hai vùng điều chỉnh tốc độ. Phản ứng và cuộn kích từ của động cơ được cấp nguồn từ bộ biến đổi dùng tiristo.

Sơ đồ khối của hệ được biểu diễn trên hình 1.17.

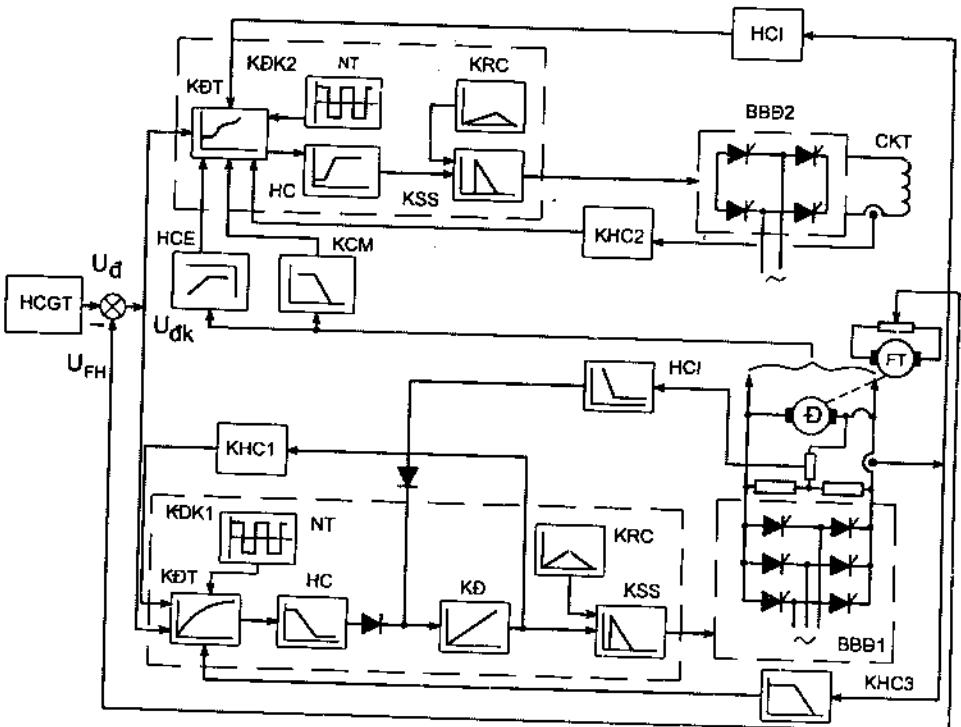
* Mạch lực

Phản ứng của động cơ Đ truyền động quay mâm cặp của máy được cấp nguồn từ bộ biến đổi BBĐ1 là sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha dùng tiristo điều khiển hoàn toàn. Bộ biến đổi BBĐ1 là bộ biến đổi không đảo chiều, vì đối với truyền động chính của máy tiện đứng, số lần đảo chiều rất ít nên thường dùng công tắc tơ. Còn hắc dùng dùng phương pháp hắc động năng. Điều chỉnh tốc độ động cơ ở vùng 1 (tốc độ của động cơ nhỏ hơn tốc độ cơ bản) thực hiện bằng cách thay đổi góc mở α của các tiristo trong BBĐ1 ($U_u = \text{var}$; $\Phi = \Phi_{dm} = \text{const}$).

Cuộn kích từ CKT của động cơ được cấp nguồn từ bộ biến đổi BBĐ2 là sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha điều khiển hoàn toàn. Điều chỉnh tốc độ của động cơ ở vùng 2 (tốc độ động cơ lớn hơn tốc độ cơ bản) thực hiện bằng cách thay đổi góc mở α của các tiristo trong BBĐ2 ($U_u = U_{dm}$; $\Phi = \text{var}$).

* Mạch điều khiển

Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng bộ đặt tốc độ HCGT (có tên gọi khác khâu hạn chế gia tốc) với trị số điện áp ra là U_d (diện áp đặt). Trị số điện áp đó cộng đại số với điện áp phản hồi ám tốc độ :



Hình 1.17. Sơ đồ khái niệm hệ truyền động trực chính.

$$U_{FH} = \gamma\omega [V]$$

Trong đó : γ - hệ số tỉ lệ ;

ω - tốc độ quay của động cơ truyền động trực chính \mathcal{D} , rad/s.

Và cuối cùng ta có điện áp chủ đạo đưa vào cắc khói điều khiển xung pha KDK1 và KDK2 bằng :

$$U_{dk} = U_d - U_{FH} = U_d - \gamma\omega [V] \quad (1.37)$$

Điều khiển góc mở α của các tiristo trong hai bộ biến đổi BBB1 và BBB2 thực hiện theo nguyên tắc "thẳng đứng".

Khối điều khiển xung pha KDK1 gồm có các khâu :

* KDT - khuếch đại từ tổng hợp tín hiệu điều khiển, được cấp nguồn tần số cao NT để nâng cao độ bùng phẳng và độ chính xác của tín hiệu ra.

* HC - khâu hạn chế góc mở α_{min} và α_{max} .

* KĐ - khâu khuếch đại lặp lại dùng để hạn chế dòng điện phản ứng trong chế độ khởi động.

* KSS - khâu so sánh và tạo xung điều khiển : nó thực hiện so sánh điện áp điều khiển (U_{dk}) và điện áp tựa răng cưa lấy từ khâu KRC (khâu tạo điện áp tựa răng cưa).

* KHC1 - khâu hiệu chỉnh điện áp điều khiển dùng mạch R-C khi điều khiển tốc độ vùng 1.

* KHC3 - khâu hiệu chỉnh dòng điện phần ứng của động cơ.

* HCI - hạn chế dòng điện phần ứng động cơ.

Khối điều khiển xung pha KDK2 gồm các khâu sau :

* KDT - khuếch đại từ tổng hợp và khuếch đại các tín hiệu được cấp nguồn từ nguồn xoay chiều cao tần NT.

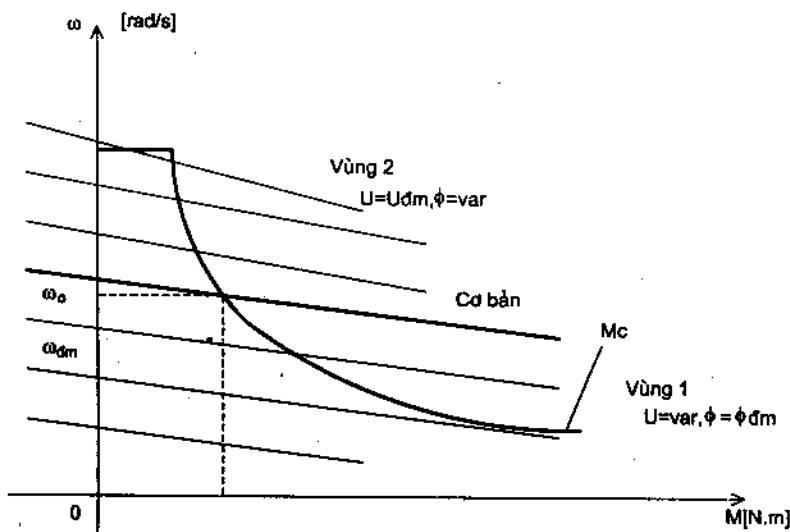
* Các khâu HC, KRC, KSS và HCI chức năng tương tự như KDK1.

* HCE - khâu hạn chế sức điện của động cơ trong chế độ quá độ.

* KCM - khâu chuyển vùng điều khiển tốc độ từ vùng 1 sang vùng 2 khi điện áp đặt trên phần ứng của động cơ đạt trị số định mức.

* KHC2 - khâu hiệu chỉnh dòng kích từ của động cơ.

Hộ đặc tính cơ của hệ truyền động trực chính của máy tiệm cỡ nặng 1A596 được biểu diễn trên hình 1.18.



Hình 1.18. Hộ đặc tính cơ hệ truyền động trực chính máy tiệm cỡ nặng 1A596.

1.5.3. Máy tiệm dừng 1540

1. Thông số kỹ thuật

- Đường kính chi tiết gia công lớn nhất : 4m

- Chiều cao chi tiết gia công lớn nhất : 1,2m

- Khối lượng chi tiết gia công lớn nhất : $22 \cdot 10^3$ kg

- Công suất động cơ truyền động trực chính : 70kW

- Tốc độ quay của mâm cắp ($0,32 + 9,8$) vòng/ph
- Phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = 30/1$.

2. Mạch điều khiển truyền động trực chính máy tiện đứng 1540 (hình 1.19a)

Phản ứng động cơ D1 được cấp điện từ bộ biến đổi BBD1, là bộ chỉnh lưu không đảo chiều có điều khiển nối theo sơ đồ cầu ba pha. Bộ BBD1 không dùng biến áp nguồn và đầu vào có ba cuộn kháng lõi không khi LK. Cuộn dây kích từ của động cơ D1 là CKD₁ được cung cấp điện từ bộ biến đổi đảo chiều công suất nhỏ BBD₂ với biến áp BA₂ ở đầu vào. Điều khiển BBD₂ được thực hiện theo nguyên lý phụ thuộc, vì tín hiệu điều khiển tỷ lệ với điện áp phản ứng đo bởi cảm biến điện áp ĐH và mạch R2, ĐO3. Khi điện áp phản ứng nhỏ hơn 420V thì điện áp phản hồi nhỏ hơn điện áp đánh thủng của ồn áp ĐO3, tín hiệu điều khiển BBD₂ sẽ bằng không ($U_{dk} = 0$). Khi đó bộ biến đổi BBD₂ sẽ đảm bảo cho điện áp trên cuộn kích từ có giá trị định mức, ứng với từ thông của động cơ có giá trị định mức. Khi điện áp phản ứng lớn hơn 420V, diốt ồn áp ĐO3 bị đánh thủng, điện áp phản ứng tăng đến 440V, từ thông động cơ sẽ bị giảm.

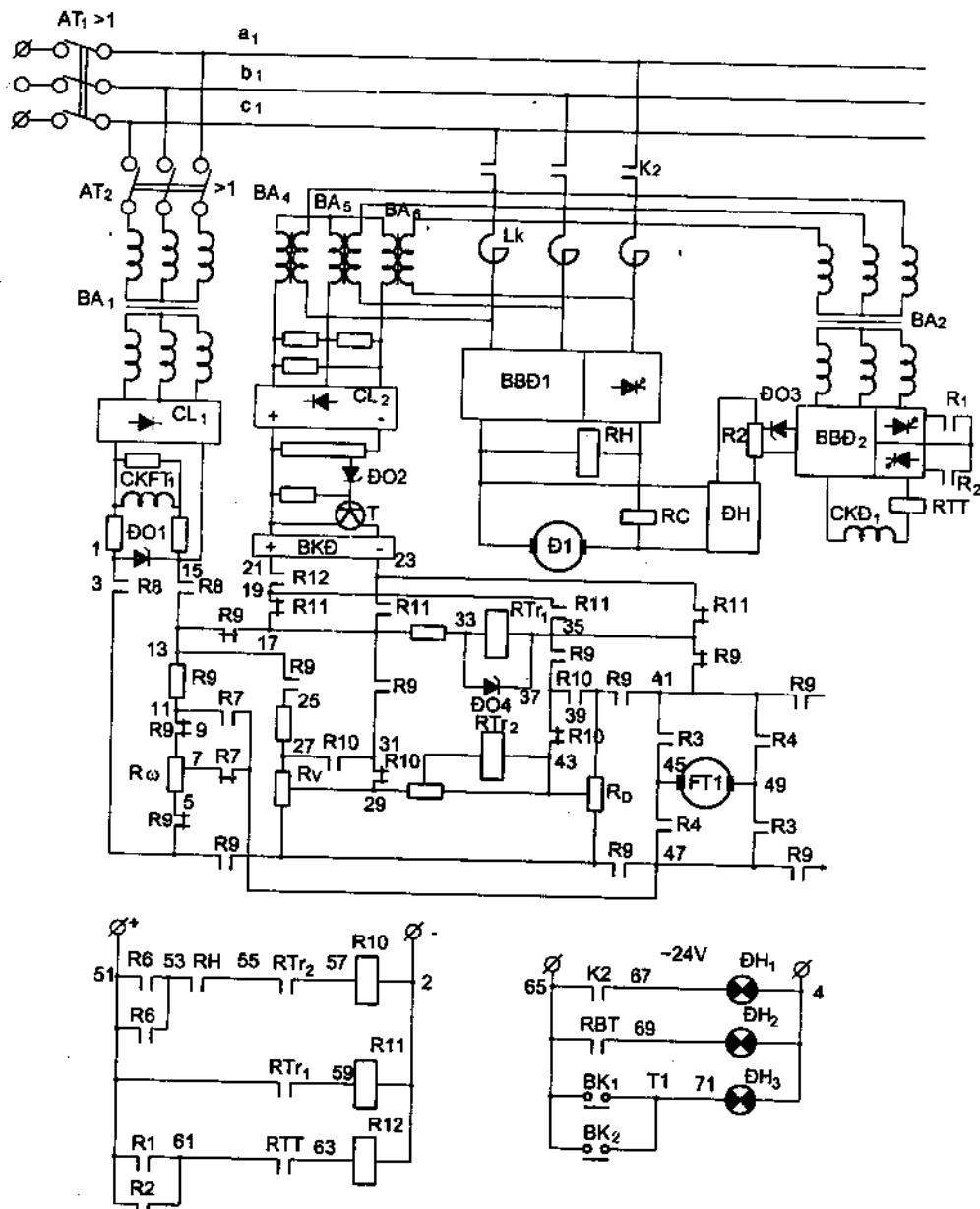
Hệ thống truyền động tiristo - động cơ (T - D) thực hiện theo hệ thống kín, ổn định tốc độ động cơ với phản hồi âm tốc độ bằng máy phát tốc FT1. Đặt tốc độ động cơ ở cả hai vùng tốc độ được thực hiện bởi chiết áp R_w. Hiệu hai điện áp : điện áp chủ đạo U_{cd} (đặt tốc độ) lấy trên chiết áp R_w (đầu 7 - 13) và điện áp trên máy phát tốc FT1 là $\gamma \cdot \omega$ được đặt vào bộ khuếch đại một chiều :

$$U_V = U_{cd} - \gamma \omega$$

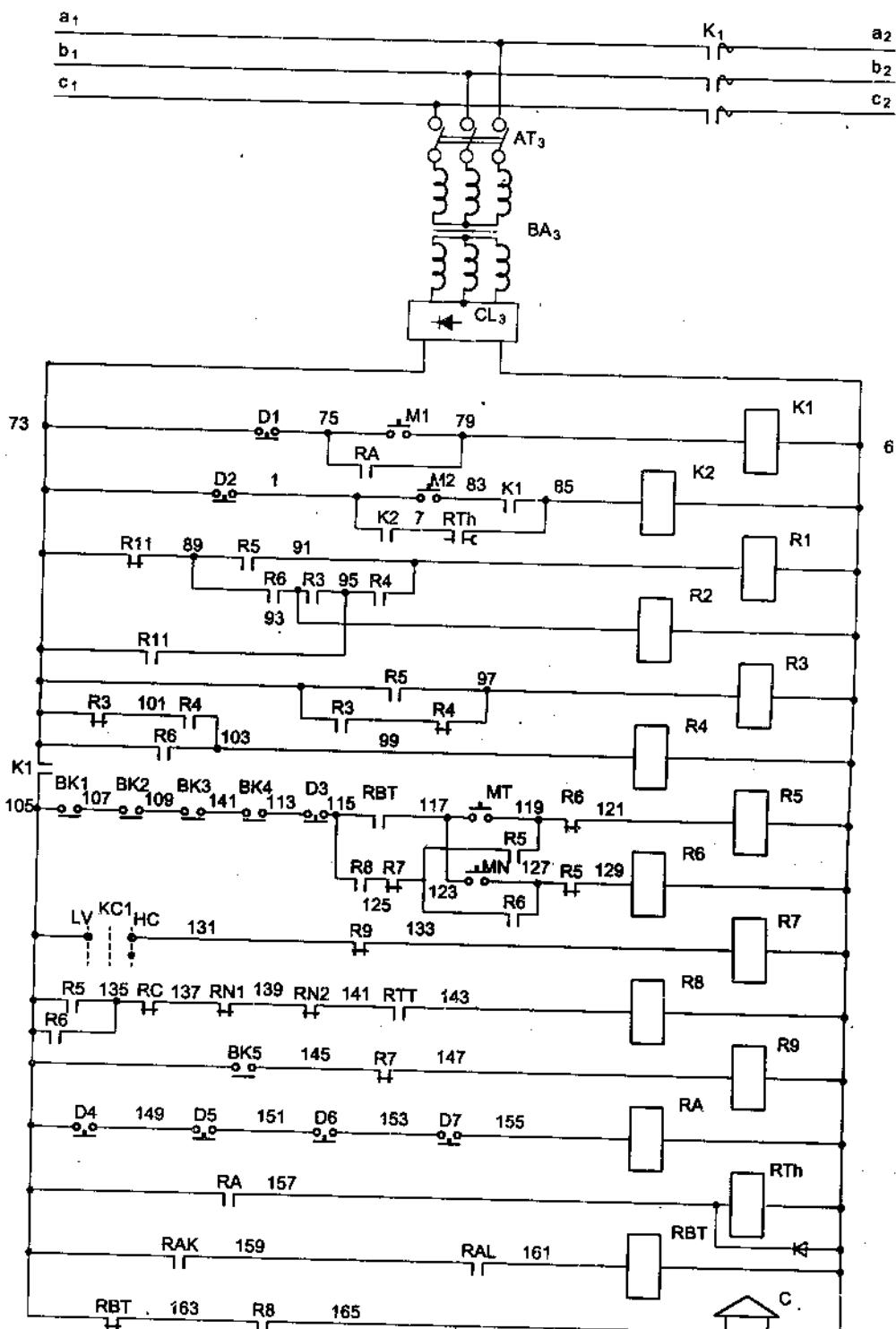
Điện áp ra của bộ khuếch đại được đặt vào bộ biến đổi BBD1. Hạn chế dòng điện động cơ được thực hiện bằng khâu ngắt tín hiệu ra của bộ khuếch đại, mạch điện đó gồm cuộn kháng LK, các biến áp BA₃, BA₅, BA₆, bộ chỉnh lưu CL₂, diốt ồn áp ĐO2 và transito T. Sụt áp trên cuộn kháng LK tỷ lệ với dòng điện phản ứng được đặt vào cầu chỉnh lưu CL₂ qua biến áp BA₄, BA₅, BA₆. Khi dòng điện phản ứng lớn hơn giá trị dòng điện ngắt thì điện áp ra của CL₂ sẽ lớn hơn điện áp đánh thủng của ồn áp ĐO2, transito T thông, tín hiệu điều khiển bộ biến đổi BBD1 giảm, điện áp phản ứng động cơ sẽ giảm và đảm bảo hạn chế dòng điện động cơ nhỏ hơn trị số cho phép.

3. Mạch điều khiển

Sơ đồ điều khiển tự động được cung cấp từ bộ chỉnh lưu CL₃ với biến áp đầu vào là BA₃ (hình 1.19b). Trong sơ đồ có các liên động đảm bảo cho sự làm việc của hệ thống hay nói cách khác là truyền động chính chỉ có thể làm việc khi đã có đầy đủ các tín hiệu liên động :



Hình 1.19a. Sơ đồ nguyên lý truyền động trực chính máy tiên đứng 1540



Hình 1.19b. Mạch điều khiển truyền động trực chinh máy tiện đứng 1540.

- Truyền động ăn dao và truyền động phụ đã được cấp điện (công tắc tơ K1 có điện).
- Đầu dầu bôi trơn trong hộp tốc độ và gờ trượt (role kiểm tra dầu RAK, áp kế điện tiếp xúc RAL và role RBT có điện).
- Bánh răng trong hộp tốc độ đã ăn khớp (tiếp điểm BK1, BK2 kín).
- Xà ngang đã được kẹp chặt (tiếp điểm BK3 kín).
- Truyền động nâng hạ xà không làm việc (tiếp điểm BK4 kín).
- Đã có nguồn một chiều cung cấp cho các khớp ly hợp (role R11, R12).

Để đưa hệ thống vào làm việc, đóng các aptômat AT₁, AT₂, AT₃. Án nút M1, công tắc tơ K1 có điện, cung cấp nguồn 3 pha cho truyền động ăn dao và cấp nguồn cho phần mạch điều khiển truyền động chính (tiếp điểm K1 (73-105)). Án nút M2, công tắc tơ K2 có điện, bộ biến đổi BBD1, BBD2 được cấp nguồn ba pha.

Để khởi động động cơ, án nút MT (quay thuận) - mâm cặp quay phải, hoặc MN (quay ngược) - mâm cặp quay trái.

Ví dụ án MT, role R5 có điện, tiếp điểm R5 (89 - 91) và R5 (73 - 97) đóng làm cho role R1, R3 có điện. Tiếp điểm R₁ đặt tín hiệu điều khiển cho bộ biến đổi BBD₂, đảm bảo cho từ thông động cơ có giá trị định mức và chiều ứng với chiều quay thuận của động cơ D1. Các tiếp điểm R3 (41-45) và R3 (47-49) - nối phát tốc FT1 với cực tính sao cho phản hồi tốc độ là âm. Khi từ thông động cơ đạt giá trị định mức, role kiểm tra từ thông RTT tác động, role R₈ có điện, đóng nguồn điện áp cho mạch đặt tốc độ R_w. Role R12 có điện bởi 2 tiếp điểm R1 (51-61) và RTT (61-53). Hiệu điện áp chủ đạo và điện áp trên phát tốc FT1 được đặt tại đầu vào của bộ khuếch đại theo đường : 1-3-5-7-47-49-FT1-45-41-35-23 ; 15-13-17-19-21, bộ biến đổi làm việc, tốc độ động cơ tăng đến trị số ứng với điện áp chủ đạo đặt bởi chiết áp R_w. Dòng điện động cơ được hạn chế ở mức 1,5 I_{dm} nhờ khâu ngắt dòng điện.

Hàm dừng động cơ được thực hiện bằng án nút D3. Khi đó các role R5 và R8 bị ngắt điện, điện áp chủ đạo sẽ bằng không. Do quán tính cơ, tốc độ động cơ vẫn còn lớn nên điện áp của phát tốc FT1 vẫn còn lớn và điện áp điều khiển bị đổi dấu, do đó role RTr₁ tác động, tiếp điểm của nó RTr₁ (51-59) đóng điện cho role R11, đảm bảo cho điện áp đặt vào bộ khuếch đại vẫn có dấu như trước. Đồng thời R1 mất điện bởi tiếp điểm R11 (73-89) mở ra và R2 có điện do R11 (73-95) đóng lại, từ thông động cơ sẽ đổi chiều. Khi đó động cơ sẽ được hàm tái sinh, năng lượng dư thừa trong hệ thống động học được tái sinh. Năng lượng dư thừa trong hệ thống động học được tái sinh về lối bởi bộ biến đổi BBD1. Tốc độ động cơ giảm dần đến một trị số nào đó thì role RTr₁ nhả ra dẫn đến role R11 và tiếp theo là role R2 mất điện, sơ đồ trở về trạng thái ban đầu. Dừng động cơ cũng có thể thực hiện

bằng các nút ấn sau : nút D1 cắt điện công tắc tơ K₁ rồi R5, làm cho R8 mất điện, quá trình hãm xảy ra như đã phân tích ở trên ; nút D2 cắt điện K2, bộ biến đổi BBD1 mất điện, động cơ được hãm tự do ; có thể dừng bằng một trong các nút dừng sự cố : D4 đặt ở bàn điều khiển, D5 đặt ở hộp điều khiển di động, D6 đặt ở ụ dao trái, D7 đặt ở ụ dao phải.

Ở chế độ hiệu chỉnh (thử máy), bộ khống chế KCl1 ở vị trí HC, role R7 có điện, do đó role R5 (hoặc R6) chỉ có điện trong khi ấn nút MT (hoặc MN), động cơ chỉ quay khi còn ấn nút và tốc độ của nó thấp do điện áp chủ đạo nhỏ (điểm 11-13).

Ở sơ đồ điều khiển có mạch bảo đảm duy trì tốc độ cắt là hằng số khi tiện mặt đầu (tiện cắt) - đường kính chi tiết liên tục thay đổi. Khi tiện mặt đầu, con trượt chiết áp R_D có liên hệ cơ khí với sự di chuyển bàn dao và do tiếp điểm BK5 (105 - 145) kín nên role R9 có điện. Khi đó chiết áp đặt tốc độ R_w bị loại ra khỏi mạch, chiết áp R_v và R_D được nối vào mạch nhờ các tiếp điểm thường mở của R9. Đặt tốc độ cắt nhờ chiết áp R_v, chiết áp R_D được nối vào phần ứng máy phát tốc FT1, đồng thời điện áp máy phát tốc được đưa sang mạch điều khiển truyền động ăn dao nhằm duy trì lượng ăn dao s = const, tức tốc độ động cơ ăn dao thay đổi theo tốc độ động cơ chính. Cũng như ở chế độ tiện bình thường, khởi động động cơ quay thuận - mâm cắp quay phải - bằng ấn nút MT ; động cơ quay ngược - mâm cắp quay trái - bằng ấn nút MN.

Ban đầu đặt tốc độ di chuyển của bàn dao tương ứng với tốc độ quay của mâm cắp. Sau khi khởi động, ụ dao di chuyển từ bên ngoài của chi tiết (đường kính lớn nhất) tới tâm thì con trượt biến trở R_D di chuyển làm cho điện áp U_D giảm ; hiệu điện áp đặt tốc độ cắt U_v và điện áp U_D tăng lên, tốc độ động cơ tăng lên tương ứng đảm bảo cho tốc độ cắt là hằng số.

Khi tốc độ động cơ đạt giá trị lớn nhất thì hiệu điện áp đó đủ lớn và role RTr₂ tác động, tiếp điểm của nó RTr₂ (55-57) đóng điện cho role R10; hai chiết áp R_v, R_D bị loại ra khỏi mạch bởi hai tiếp điểm R10 thường kín và điện áp chủ đạo lớn nhất (tương ứng với tốc độ lớn nhất) được đặt vào bộ khuếch đại và sự di chuyển tiếp theo của R_D không ảnh hưởng đến tốc độ động cơ D1.

Trong sơ đồ điều khiển có các bảo vệ sau :

- Dòng điện cực đại và ngắn mạch nhờ aptômat AT₁, AT₂, AT₃ và role dòng cực đại RC.
- Mất từ thông động cơ (role RTT).
- Mất điện áp nhờ role RA.

Các tín hiệu về sự làm việc của hệ thống : có điện áp đặt vào bộ biến đổi BBD1 (đèn ĐH₁ sáng) ; đủ dầu trong hộp tốc độ (đèn ĐH₂) ; bánh răng

trong hộp tốc độ ăn khớp hoàn toàn (đèn DH₃) ; thiếu dầu khi đang làm việc (còi C).

4. Mạch điều khiển truyền động ăn dao máy tiện đứng 1540 (hình 1.20)

Ở truyền động máy tiện cỡ nặng và máy tiện đứng, thường dùng hệ thống truyền động riêng cho bàn dao. Vì hệ thống này công suất không lớn Đ và ngày nay là hệ thống T - Đ (bộ biến đổi dùng tiristo - động cơ điện một chiều). Hình 1.20 giới thiệu sơ đồ truyền động ăn dao của bàn dao phải máy tiện đứng 1540.

Hệ thống truyền động ăn dao đảm bảo điều chỉnh tốc độ ăn dao làm việc trong phạm vi $0,059 \div 470$ m/ph. Hệ thống truyền động ăn dao là hệ thống T-Đ không đảo chiều thực hiện trong hệ thống kín có phản hồi âm tốc độ nhờ máy phát tốc FT2. Phạm vi điều chỉnh tốc độ động cơ là 200/1 bằng thay đổi điện áp phản ứng, đảm bảo $M = \text{const}$.

Phản ứng động cơ Đ1 được cung cấp từ bộ biến đổi dung tiristo không đảo chiều được cung cấp từ biến áp BA1. Cuộn kích từ của máy phát tốc FT2 được cung cấp từ bộ chỉnh lưu BBD. Điện áp điều khiển đặt vào bộ biến đổi là hiệu của điện áp chủ đạo và điện áp phản hồi tốc độ :

$$U_{dk} = U_{cd} - U_{ft} = U_{cd} - \gamma\omega$$

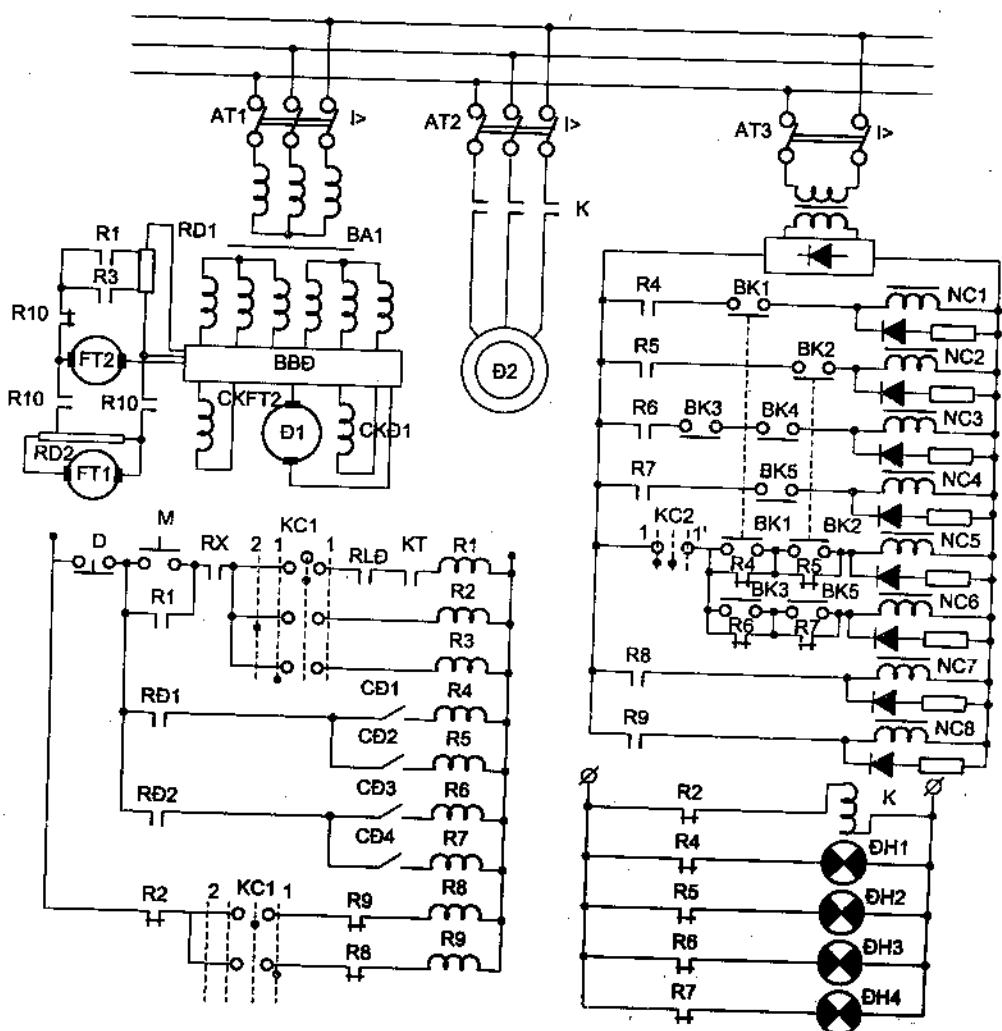
Trong đó : U_{cd} - điện áp chủ đạo lấy trên biến trở RD1 hoặc RD2 ;

U_{ft} - điện áp của máy phát tốc FT2 nối cứng trực với động cơ truyền động ăn dao Đ1.

Ở chế độ gia công tiện trụ, role R10 (không về trong sơ đồ) không có điện, tiếp điểm thường kín của nó kín nên điện áp chủ đạo được lấy trên biến trở RD1. Ở chế độ tiện mặt đầu, role R10 có điện, điện áp chủ đạo được lấy trên biến trở RD2 tỉ lệ với điện áp máy phát tốc FT1 (vì điện trở RD2 được nối với máy phát tốc FT1) và do máy phát tốc nối cứng trực với động cơ truyền động chính nên tốc độ động cơ ăn dao sẽ tỷ lệ với tốc độ động cơ truyền động chính. Như vậy tốc độ di chuyển bàn dao sẽ thay đổi nhàng với tốc độ quay chi tiết để giữ lượng ăn dao là hằng số trong quá trình gia công.

Lựa chọn chế độ di chuyển của ụ dao hay bàn dao được thực hiện bằng công tắc chuyển đổi CD1 + CD4, các role tương ứng R4 + R7 sẽ có điện và đóng nguồn cho các nam châm điện của các khớp ly hợp điện từ NC1 - NC4 :

- Di chuyển lên của ụ dao : Đóng CD1, role R4 có điện, NC1 có điện.
- Di chuyển xuống của ụ dao : Đóng CD2, role R5 có điện, NC2 có điện.
- Di chuyển tới tâm của bàn dao : Đóng CD3, role R6 có điện, NC3 có điện.



Hình 1.20. Sơ đồ điều khiển truyền động ăn dao của máy tiện 1540.

- Di chuyển xa tâm của bàn dao : Đóng CD4, role R7 có điện, NC4 có điện.

Thực hiện hâm các ụ dao và bàn dao bằng các khớp điện từ NC5 và NC6. Khi hai khớp điện từ NC5 và NC6 có điện do các role tương ứng R4 đến R7 mất điện, ụ dao và bàn dao được hâm dừng. Khi cần dừng ụ dao và bàn dao mà không cần hâm cưỡng bức thì đặt KC2 ở vị trí 1. Lúc này các khớp điện từ NC5 và NC6 không có điện.

Sơ đồ đảm bảo sự làm việc của truyền động ăn dao ở ba chế độ : ăn dao

làm việc, di chuyển nhanh và di chuyển chậm bằng sử dụng bộ khống chế KC1. Ở chế độ ăn dao làm việc, đặt bộ khống chế KC1 ở vị trí O, ấn nút M, role R1 có điện (nếu truyền động chính làm việc thì tiếp điểm RLĐ kín), điện áp chủ đạo được lấy trên biến trở RD1 đặt vào bộ biến đổi qua tiếp điểm R1.

Dùng máy bằng cách ấn nút D. Muốn di chuyển nhanh ụ dao hoặc bàn dao, đặt KC1 ở vị trí 2 bên trái ; ấn nút M, role hai có điện áp và tiếp đó công tắc tơ K có điện, động cơ Đ2 được đóng vào nguồn điện chung nào còn ấn nút M ; hoặc bàn dao sẽ di chuyển nhanh nhờ động cơ Đ2.

Để di chuyển chậm bàn dao hoặc ụ dao, đặt KC1 ở vị trí 1 bên trái, ấn nút M, role R3 có điện, điện áp chủ đạo được lấy trên RD1 qua tiếp điểm R3 sẽ có trị số nhỏ ứng với tốc độ động cơ nhỏ.

Sơ đồ ăn dao làm việc khi :

- Truyền động chính đã làm việc : tiếp điểm RLĐ kín.
- Động cơ bơm dầu đã làm việc : tiếp điểm KT kín.
- Xà máy đã được kẹp chặt : tiếp điểm RX kín.
- Ụ dao được di chuyển khi ụ đã được nối : tiếp điểm RD1 kín.
- Bàn dao chỉ được di chuyển khi bàn dao đã được nối: tiếp điểm RD2 kín.

Các đèn tín hiệu ĐH1 + ĐH4 báo hiệu chế độ di chuyển của ụ dao và bàn dao tương ứng.

1.5.3. Nhóm máy khoan - doa

1. Máy khoan

a) Những vấn đề chung

Máy khoan dùng để gia công lỗ bằng mũi khoan. Máy khoan có hai loại :

- Khoan đứng.
- Khoan cần (khoan hướng tâm).

Chuyển động chính trong máy khoan là chuyển động quay mũi khoan (hình 1.21).

Chuyển động ăn dao là dịch chuyển mũi khoan dọc theo trục quay của nó đi xuống chi tiết cần gia công (hình 1.21).

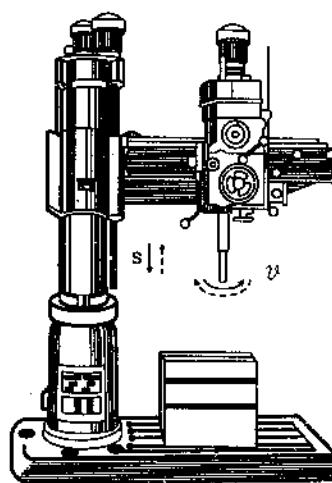
Hình dáng bì ngoài của máy khoan cần được giới thiệu trên hình 1.21a.

v - tốc độ quay mũi khoan (chuyển động chính).

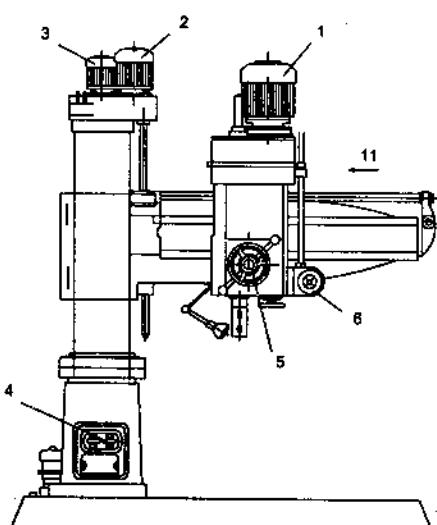
s - chuyển động ăn dao.

- Chuyển động chính máy khoan thường dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ rôto bằng lồng sóc.

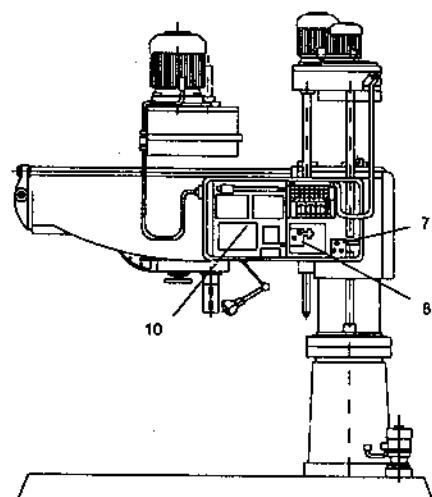
- Phạm vi điều chỉnh tốc độ trực chính yêu cầu $D = (50 \div 60) : 1$, thực hiện bằng hộp tốc độ.



a)



b)



c)

Hình 1.21. Cấu tạo của máy khoan.

- a) Mô tả chuyển động của mũi khoan ; b) Cấu tạo mặt trước của máy khoan ;
c) Cấu tạo mặt sau của máy khoan.

1, 2, 3, 9. Động cơ điện ; 4. Công tắc xoay ; 5, 6. Chuyển mạch chữ thập ; 7, 8. Công tắc hành trình ; 10. Bảng điều khiển ; 5. Vô lăng di chuyển đầu khoan trên cần.

- Truyền động ăn dao cũng được thực hiện từ động cơ truyền động trực chính với hộp tốc độ ăn dao.

b) *Máy khoan càn 2M55* (hình 1.22)

+ Cấu tạo:

Để truyền động các cơ cấu của máy khoan, máy được trang bị năm động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc :

- 1Đ, động cơ truyền động bơm nước làm mát (kiểu ПА-22Т ; $P_{dm} = 0,125\text{kW}$; $n_{dm} = 2800\text{vòng/phút}$).

- 2Đ, động cơ truyền động trực chính và ăn dao (kiểu А063-4 ; $P_{dm} = 14\text{kW}$; $n_{dm} = 1470\text{vòng/phút}$).

- 3Đ, động cơ di chuyển cần khoan trên trụ (kiểu А042-4 ; $P_{dm} = 2,8\text{kW}$; $n_{dm} = 1470\text{vòng/phút}$).

- 4Đ, động cơ siết - nối cần khoan trên trụ (kiểu ДПТ22-4 ; $P_{dm} = 0,5\text{kW}$; $n_{dm} = 1450\text{vòng/phút}$).

- 5Đ, động cơ siết - nối đầu khoan trên cần (kiểu ДПТ-22-4 ; $P_{dm} = 0,5\text{kW}$; $n_{dm} = 1450\text{vòng/phút}$).

+ Nguyên lý làm việc :

- Điều khiển động cơ bơm nước làm mát bằng cầu dao CD.

- Điều khiển động cơ 2Đ và 3Đ bằng công tắc chuyển mạch chữ thập 1CM và 2CM.

- Điều khiển động cơ 4Đ và 5Đ bằng nút bấm 3M và 4M lắp trên đầu khoan.

Ngoài động cơ 1Đ được lắp cố định ở đế máy khoan, các động cơ còn lại lắp trên các phần quay nên được cấp điện bằng bộ tiếp điện BTĐ.

+ Các mạch bảo vệ :

- Bảo vệ điện áp "không" bằng role điện áp RDA.

- Bảo vệ ngắn mạch bằng cầu chì 1CC + 5CC.

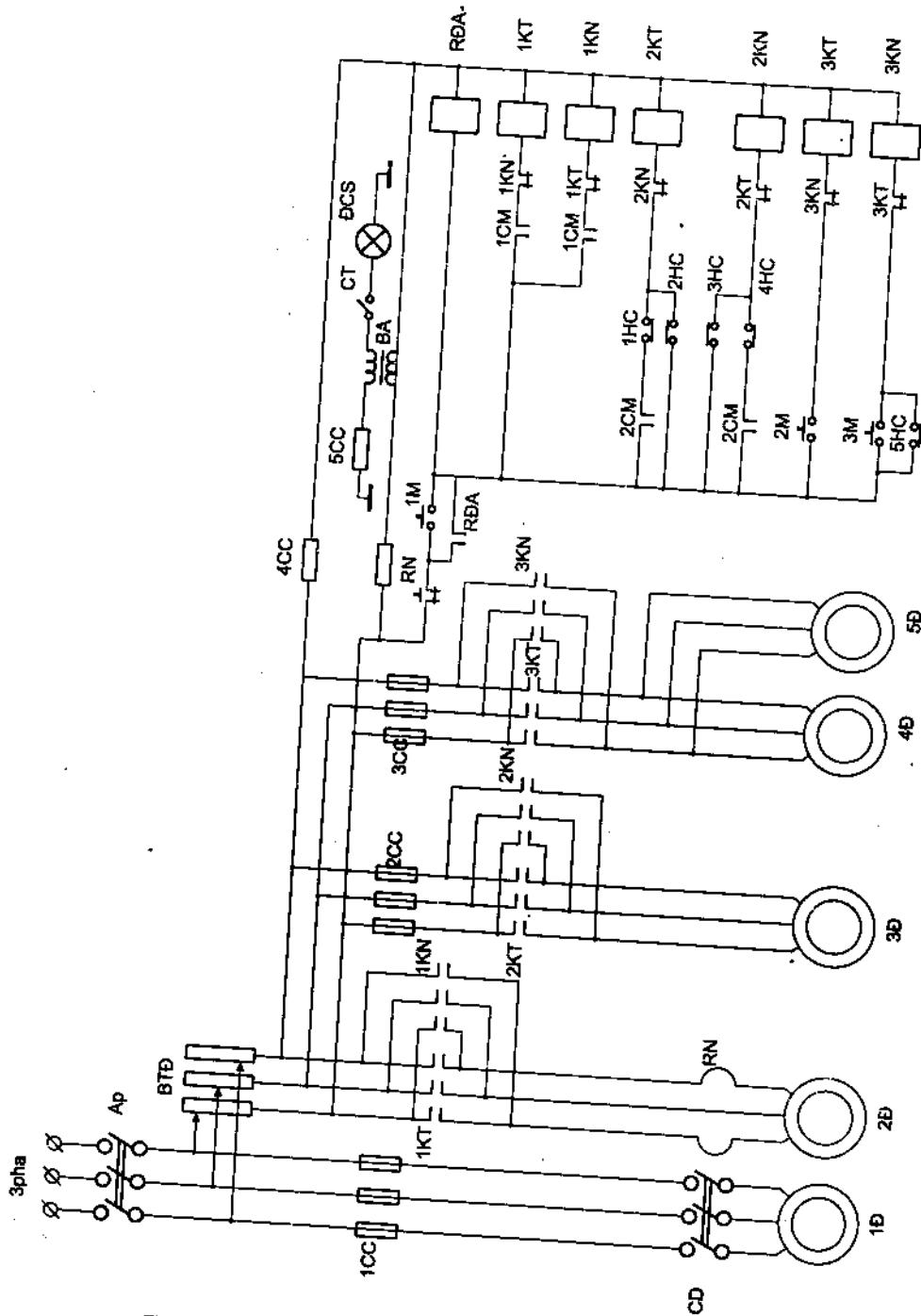
- Chỉ có động cơ 2Đ làm việc dài hạn nên được bảo vệ quá tải bằng role nhiệt RN.

- Đèn chiếu sáng cục bộ ĐCS được cấp nguồn từ biến áp an toàn BA (380V/36V).

2. Máy doa

a) Khái niệm chung

+ *Đặc điểm công nghệ* : Máy doa vạn năng dùng để gia công lỗ mà kích thước giữa các tâm lỗ yêu cầu độ chính xác cao. Ngoài ra còn có thể thực hiện một số nguyên công khác như : khoan, phay bằng dao phay mặt đầu, gia công ren v.v...



Hình 1.22. Sơ đồ nguyên lý điện máy khoan cần 2M55.
a) Mạch lực ; b) Mạch điều khiển.

Hình dáng chung của máy doa ngang được biểu diễn trên hình 1.23. Thực hiện các nguyên công trên máy doa đạt được độ chính xác và độ bông rất cao.

Máy doa được chia thành ba loại chính : máy doa đứng, máy doa ngang và máy doa tọa độ.

Chuyển động chính trong máy doa là chuyển động quay của dao doa. Chuyển động ăn dao có thể là :

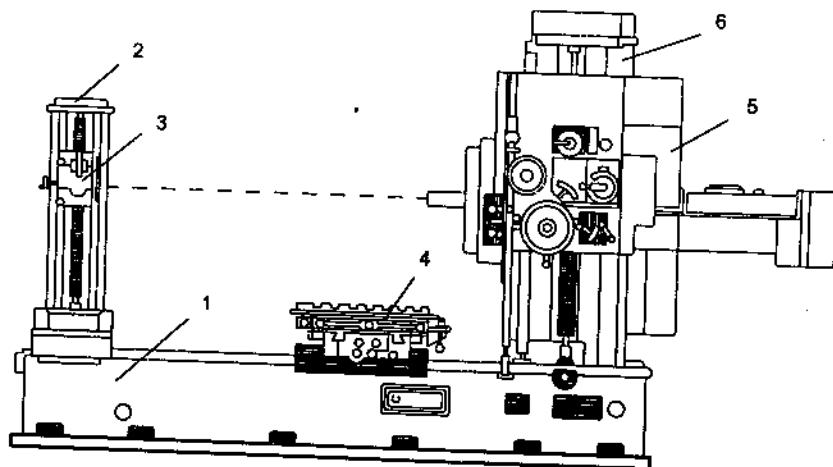
- Chuyển động ngang hoặc dọc của bàn máy gá chi tiết gia công.
- Chuyển động di chuyển dọc trực của trục chính mang đầu doa.
- Chuyển động phụ là : Chuyển động theo chiều thẳng đứng của ụ dao và các động cơ truyền động bơm dầu của hệ thống bôi trơn và động cơ bơm nước làm mát.

+ Yêu cầu đối với truyền động điện và trang bị điện của máy doa.

- Truyền động chính : Yêu cầu phải đảo được chiều quay. Phạm vi điều chỉnh tốc độ yêu cầu $D = 100 : 1$ (đối với máy doa ngang); $D = 250 : 1$ (đối với máy doa tọa độ), với độ bằng phẳng điều chỉnh $\varphi = 1,26$. Hệ truyền động trực chính cần phải hám dừng nhanh.

Hệ truyền động trực chính máy doa thường dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc (một hoặc nhiều cấp tốc độ).

Trong máy doa cỡ nặng và máy doa tọa độ thường dùng hệ truyền động một chiều (hệ F-Đ ; KĐT-Đ ; MĐKĐ-Đ hoặc T-Đ), điều chỉnh tốc độ trong phạm vi rộng, độ bằng phẳng điều chỉnh cao. Nhờ vậy có thể đơn giản kết



Hình 1.23. Hình dáng chung của máy doa ngang.

1. Bệ máy ; 2. Trụ sau ; 3. Giá đỡ trục dao ; 4. Bàn gá chi tiết gia công ;
5. Trụ chính ; 6. Trụ trước.

cấu cơ khí, hạn chế được mômen ở vùng tốc độ thấp bằng phương pháp điều chỉnh hai vùng.

+ Truyền động ăn dao.

- Phạm vi điều chỉnh tốc độ yêu cầu $D = 1500 : 1$.

- Đặc tính cơ yêu cầu độ cứng cao với độ ổn định tốc độ $< 10\%$. Hệ thống truyền động ăn dao yêu cầu độ tác động nhanh rất cao, dùng chính xác, đảm bảo liên động với hệ truyền động trực chính trong chế độ làm việc tự động.

- Trong các máy doa cỡ nặng và máy doa tọa độ, dùng hệ truyền động một chiều (Hệ MDKD-D ; KDT-Đ hoặc T-Đ).

b) *Máy doa ngang 2620*

+ Thông số kỹ thuật :

- Đường kính trực chính : 90mm.

- Kích thước của bàn : (1120×900) mm.

- Công suất động cơ truyền động trực chính $10/7,5$ kW.

- Tốc độ quay của trực chính $(12,5 + 1600)$ vòng/phút.

- Công suất động cơ truyền động ăn dao : $2,1$ kW.

- Tốc độ động cơ truyền động ăn dao : $(2,1 + 1500)$ vòng/phút.

+ Máy doa ngang được trang bị các máy điện sau :

- 1D động cơ truyền động trực chính là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hai cấp tốc độ kiểu A61-4/2 ; $P_{dm} = 7,5/10$ kW ; $n_{dm} = 1460/2890$ vòng/phút.

- 2D, động cơ truyền động bơm dầu bôi trơn kiểu ДПТ-21/4 ; $P_{dm} = 0,26$ kW ; $n_{dm} = 1400$ vòng/phút.

- 3D, động cơ truyền động cơ cấu ăn dao là động cơ điện 1 chiều kích từ độc lập mã hiệu ПБСТ-42 ; $P_{dm} = 1,6$ kW ; $U_{dm} = 220V$; $n_{dm} = 1500$ vòng/phút.

- МДКД - máy điện khuếch đại từ trường ngang. Ngoài ra còn có một số động cơ không đồng bộ truyền động các cơ cấu phụ khác (không thể hiện trong sơ đồ nguyên lý).

+ Hệ truyền động trực chính (hình 1.24)

Hình 1.24 là sơ đồ nguyên lý hệ thống truyền động chính (đơn giản hoá). Động cơ truyền động chính là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hai cấp tốc độ : 1460 vg/phút khi dây quấn staton đấu hình tam giác (Δ) và 2890 vg/phút khi đấu hình sao kép ($\wedge\wedge$). Việc chuyển đổi tốc độ từ thấp đến cao tương ứng với chuyển đổi từ đấu Δ thành đấu $\wedge\wedge$ và ngược lại được thực hiện bởi tay gạt cơ khí 2KH liên quan đến thiết bị chuyển đổi tốc độ. Nếu tiếp điểm 2KH mở, dây quấn động cơ đấu tương ứng với tốc độ thấp.

Tiếp điểm 2KH kín, dây quấn động cơ được đấu **人人** tương ứng tốc độ cao. Tiếp điểm 1KH liên quan đến thiết bị chuyển đổi tốc độ trực chính. Nó ở trạng thái hở trong thời gian chuyển đổi tốc độ và chỉ kín khi đã chuyển đổi xong. Động cơ được đảo chiều nhờ các công tắc to 1T, 1N, 2T, 2N.

Giả thiết 1KH, 2KH kín. Sau khi ấn nút khởi động MT (hoặc MN) động cơ được khởi động qua hai cấp : Lúc đầu động cơ đấu Δ (tốc độ thấp) do công tắc to Ch có điện. Sau thời gian duy trì của role thời gian RTh, công tắc to Ch mất điện, công tắc to 1Nh, 2Nh có điện, động cơ được đấu **人人** (tốc độ cao).

Sau khi ấn nút dừng, động cơ được hãm ngược đến lúc dừng máy. Quá trình hãm được giải thích như sau : Để chuẩn bị mạch hãm và kiểm tra tốc độ động cơ, ở sơ đồ dừng role kiểm tra tốc độ RKT. Khi máy đang làm việc theo chiều thuận, tiếp điểm RKT - 1 kín săn, role 1RH có điện. Do quá trình hãm, công tắc to 2N có điện, đổi nối hai trong ba pha điện áp stato để thực hiện hãm động cơ. Khi tốc độ động cơ giảm nhỏ, tiếp điểm RKT-1 mở ra, công tắc to 2N có điện, quá trình hãm kết thúc. Để hạn chế dòng điện hãm, đưa điện trở phụ Rf vào mạch stato. Quá trình hãm động cơ ở chiều ngược xảy ra tương tự, chỉ khác là tiếp điểm RKT-2 sẽ điều khiển sự tác động của công tắc to 2T.

Muốn hiệu chỉnh (thử máy), ấn nút TT hoặc TN. Ở chế độ này, dây quấn động cơ luôn được đấu tam giác và có điện trở phụ trong mạch stato (2T hoặc 2N có điện) nên tốc độ động cơ thấp.

Trong sơ đồ còn có động cơ bơm dầu bôi trơn 2D. Nó được đóng cắt điện đồng thời với động cơ chính nhờ công tắc to KB và các tiếp điểm liên động.

+ Hệ truyền động ăn dao (hình 1.25)

Sơ đồ truyền động ăn dao máy doa ngang 2620.

Hệ thống truyền động ăn dao thực hiện theo hệ MĐKD - Đ có bộ khuếch đại điện tử trung gian, thực hiện theo hệ kín với phản hồi âm tốc độ. Tốc độ ăn dao được điều chỉnh trong phạm vi (2,2 - 1760)mm/ph. Di chuyển nhanh đầu dao với tốc độ 3780mm/ph chỉ bằng phương pháp điện khí. Tốc độ ăn dao được thay đổi bằng cách chuyển đổi sức điện động của khuếch đại máy điện khí từ thông động cơ là định mức, còn di chuyển nhanh đầu dao được thực hiện bằng giảm nhỏ từ thông động cơ khi sức điện động của MĐKD là định mức.

Kích từ của MĐKD là hai cuộn 1CK và 2CK được cung cấp từ bộ khuếch đại điện tử hai tầng. Tầng 1 là khuếch đại điện áp (đèn kép 1DT) và tầng hai là khuếch đại công suất (đèn 2ĐT và 3ĐT).

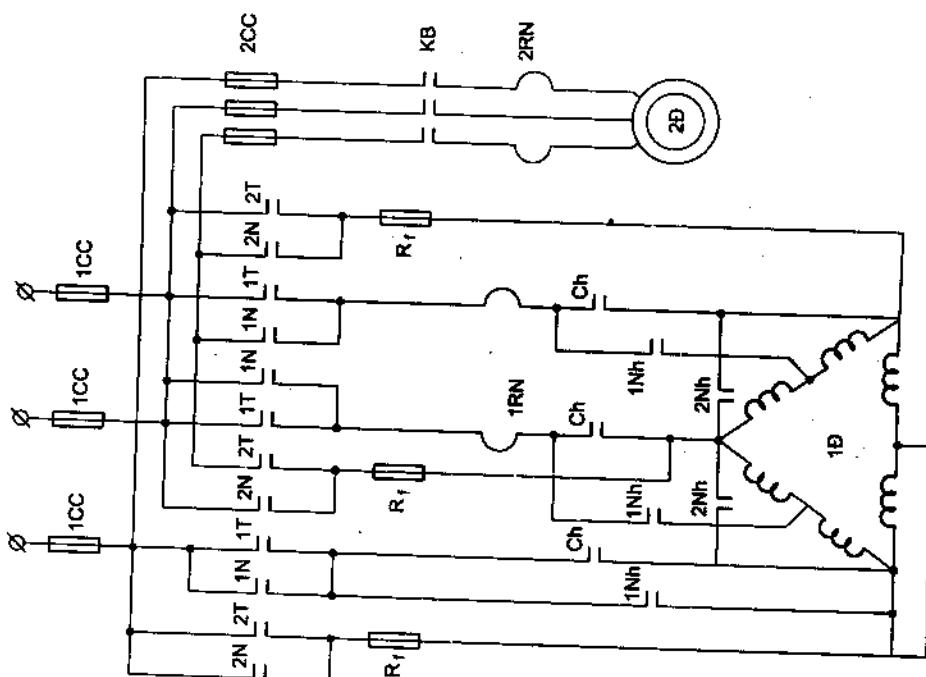
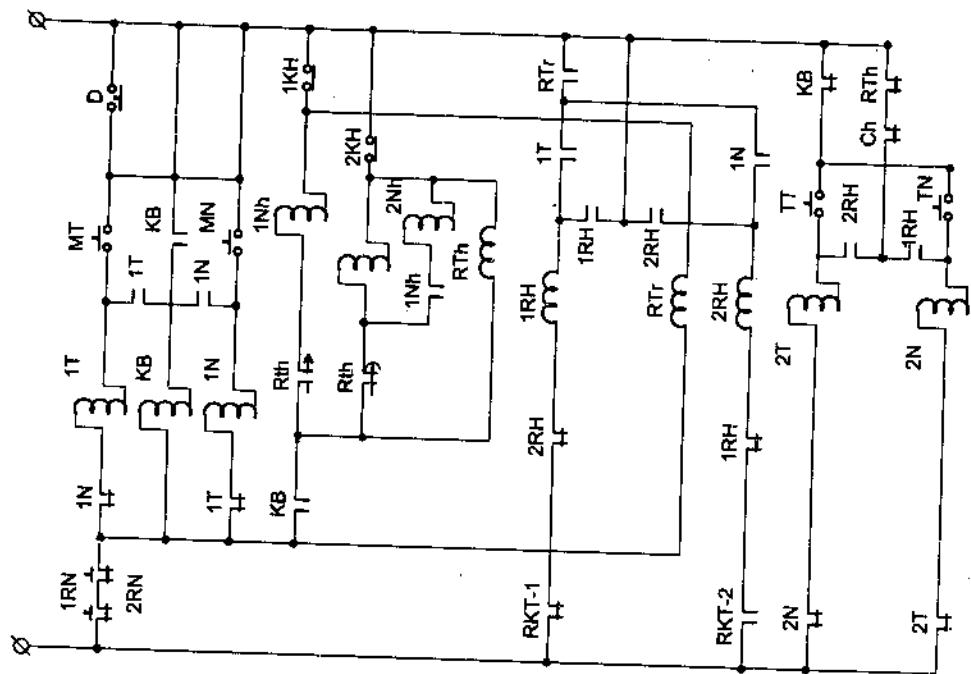
Tín hiệu vào tầng 1 là :

$$U_{vl} = U_{cd} \cdot \gamma \cdot \omega - U_{m2} \quad (1.38)$$

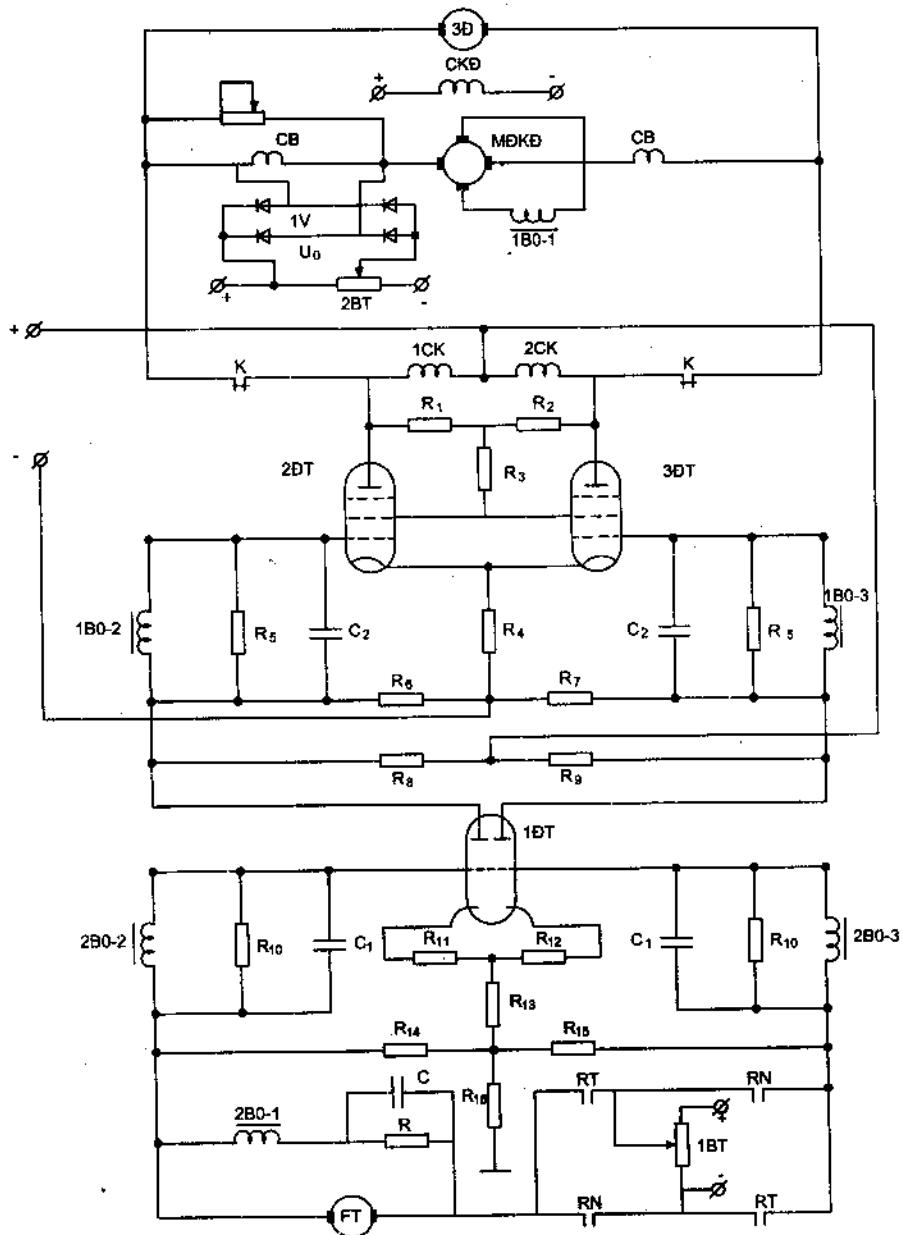
Trong đó : U_{cd} - điện áp chủ đạo lấy trên biến trở 1BT ;

$\gamma \cdot \omega$ - điện áp phản hồi âm tốc độ động cơ, lấy trên máy phát tốc FT ;

U_{m2} - điện áp phản hồi mềm, tỷ lệ với gia tốc và đạo hàm



Hình 1.24. Sơ đồ nguyên lý điện hệ truyền động động trực chinh máy doa ngang 2620.



Hình 1.25. Sơ đồ nguyên lý điện hệ truyền động ăn dao máy doa ngang 2620.

gia tốc, lấy ở đầu ra cuộn thứ cấp 2BO-2 và 2BO-3 của biến áp 2BO, cuộn sơ cấp của 2BO (2BO-1) nối tiếp với mạch R, C song song. Do đó dòng điện sơ cấp biến áp vi phân 2BO-1 gồm hai thành phần tỷ lệ với tốc độ và tỷ lệ với gia tốc động cơ. Như vậy điện áp thứ cấp biến áp 2BO sẽ tỷ lệ với gia tốc và đạo hàm gia tốc động cơ.

Điện áp vào tầng khuếch đại 2 là U_{v2} được xác định bằng biểu thức :

$$U_{v2} = U_{r1} - U_{m1} \quad (1.39)$$

Trong đó : U_{r1} - điện áp đầu ra tầng 1, là điện áp rơi trên điện trở R_8, R_9 ;

U_{m1} - điện áp phản hồi mềm tỷ lệ với đạo hàm dòng điện mạch ngang, được lấy trên hai cuộn thứ cấp 1BO-2 và 1BO-3 ; cuộn sơ cấp 1BO-1 mắc nối tiếp trong mạch ngang của MĐKD.

Nguyên lý làm việc như sau : Khi điện áp chủ đạo bằng không, do sơ đồ bộ khuếch đại nối theo sơ đồ cân bằng nên dòng điện anot hai nửa đèn 1ĐT là như nhau ($I_{ap} = I_{aT}$), điện áp rơi trên R_8 và R_9 bằng nhau, như vậy điện áp ra tầng 1 bằng không.

$$U_{r1} = (I_{ap} - I_{aT}) \cdot R_8 = 0$$

Tương tự, dòng điện anot hai đèn 2ĐT và 3ĐT bằng nhau ($I_{a2} = I_{a3}$), hai cuộn 1CK và 2CK có điện trở và số vòng như nhau, sức từ động của chúng tác dụng ngược chiều nhau nên sức từ động tổng của MĐKD bằng không.

$$F_{\Sigma} = F_{1CK} - F_{2CK} = (I_{a2} - I_{a3}) \cdot W = 0$$

Khi $U_{cd} > 0$ (khi tiếp điểm RT kín) thì do sự phân cực của điện áp chủ đạo nên nửa đèn phải thông yếu hơn nửa đèn trái 1ĐT, điện áp trên R_8 lớn hơn điện áp trên R_9 , điện áp ra của tầng 1 có cực tính làm cho đèn 3ĐT thông mạnh hơn 2ĐT tức là $I_{a3} > I_{a2}$ hay $I_{2CK} > I_{1CK}$ và sức từ động F_{Σ} có dấu tương ứng với chiều quay thuận của động cơ. Tốc độ động cơ lớn hay bé là tùy thuộc vào điện áp chủ đạo. Tương tự ta có thể xét khi $U_{cd} < 0$ (tiếp điểm RN kín).

Khả năng phản hồi âm dòng điện có ngắt : Lợi dụng tính chất của MĐKD là khi có dòng điện phản ứng, điện áp ra của nó sẽ giảm do tác dụng của phản ứng phản ứng. Tác dụng của cuộn bù là bù lại phản ứng phản ứng. Mạch phản hồi âm dòng điện có ngắt gồm có cuộn bù, cầu chỉnh lưu 1V và biến trở 2BT. Khi dòng điện phản ứng còn nhỏ và nhỏ hơn dòng điện ngắt ($I_u < I_{ng}$), sụt áp trên cuộn bù nhỏ hơn điện áp trên biến trở 2BT (U_o); cầu chỉnh lưu 1V không thông, và dòng điện cuộn bù hoàn toàn tương ứng với dòng điện phản ứng, MĐKD được bù đủ. Với giả thiết $I_b = I_u$ thì s.tđ của cuộn bù sẽ là:

$$F_b = I_b \cdot W_b = I_u \cdot W_b \quad (1.40)$$

Khi $I_u > I_{ng}$ thì ta có $U_b > U_o$; các van 1V thông, xuất hiện dòng phản mạch I_{1V} và dòng điện cuộn bù sẽ giảm đi một lượng:

$$I_b = I_u - I_{1V} \quad (1.41)$$

Mức độ bù giảm đi và kết quả điện áp ra của MĐKD giảm nhanh khi

dòng điện phần ứng tăng. Như vậy dòng điện phần ứng được hạn chế.

Trong trường hợp này, sức từ động của MĐKD là :

$$\begin{aligned} F_{\Sigma} &= F_{12} + F_b - F_d = F_{12} + (I_u - I_{1V}) \cdot W_b - I_u \cdot W_b \\ &= F_{12} - I_{1V} \cdot W_b \end{aligned} \quad (1.42)$$

Trong đó : F_{12} - sức từ động của hai cuộn 1CK và 2CK ;

$$F_b = I_b \cdot W_b - \text{sức từ động của cuộn bù} ;$$

$$F_b = I_u \cdot W_b - \text{sức từ động dọc trực được bù đủ khi } I_u < I_{ng}.$$

Từ công thức (1.42) ta thấy : khi $I_u > I_{ng}$ thì sức từ động của MĐKD bị giảm đi một lượng ($I_{1V} \cdot W_b$). Như vậy có thể coi sức từ động tổng của MĐKD được sinh ra bởi hai cuộn 1CK - 2CK là F_{12} và cuộn bù ($I_{1V} \cdot W_b$) với sức từ động ($I_{1V} \cdot W_b$) ngược chiều sức từ động F_{12} .

c) Máy doa tọa độ 2A450

+ Thông số kỹ thuật

Máy doa tọa độ 2A450 dùng để gia công nhiều lỗ có tọa độ khác nhau trên 1 chi tiết gia công tiện. Máy doa này cho phép nhận được độ chính xác gia công cao. Trên máy có thể thực hiện được các phép đo kích thước lấy dấu và kiểm tra kích thước giữa các tâm của lỗ.

Sơ đồ trang bị điện của máy rất phức tạp, nên ở đây ta chỉ giới hạn trong hệ truyền động chính của máy.

+ Động cơ truyền động trực chính Đ mã hiệu ПНФ45/120 ; $P_{dm} = 8\text{kW}$; $U_{dm} = 220\text{V}$; $n_{dm} = 1440\text{vòng/phút}$.

- Phạm vi điều chỉnh tốc độ $D = 10 : 1$ ($150 + 1440\text{vòng/phút}$) ; $n_{max} = 3000\text{vòng/phút}$ (khi giảm từ thông kích từ).

+ Các phần tử trong mạch lực (hình 1.25a)

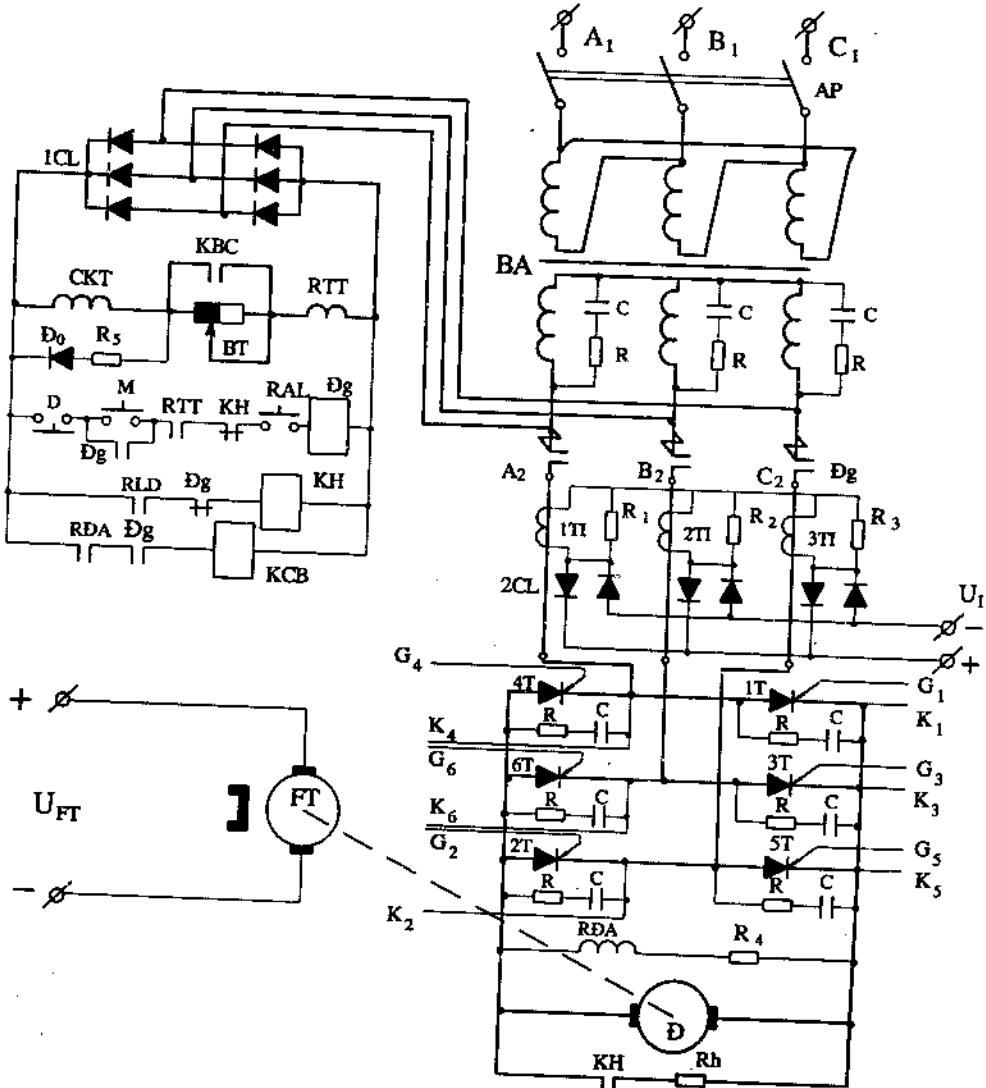
- Biến áp động lực BA dùng để phối hợp điện áp giữa lưới điện và động cơ Đ, nhằm hạn chế tốc độ tăng trưởng dòng điện ($\frac{di}{dt}$) để bảo vệ tiristo.

- Bộ chỉnh lưu dùng tiristo 1T + 6T (sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha điều khiển hoàn toàn).

- Cầu chỉnh lưu ba pha dùng diốt 1CL cấp nguồn cho cuộn kích từ CKT của động cơ và mạch điều khiển công nghệ của máy.

+ Sơ đồ khối chức năng của hệ truyền động (hình 1.25b)

Để nâng cao chất lượng tinh và chất lượng động của hệ thống, hệ truyền



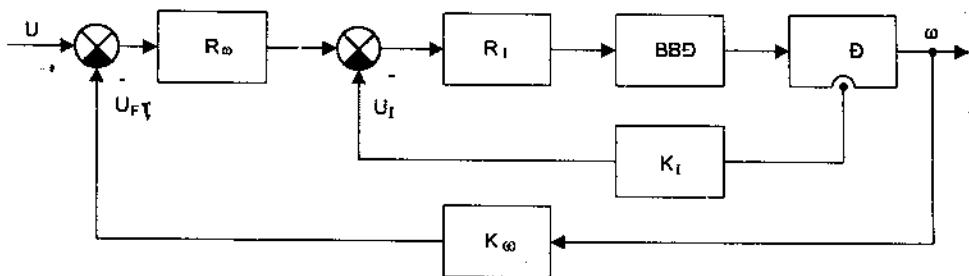
Hình 1.25a. Sơ đồ nguyên lý mạch lực.

động trực chính là hệ điều khiển kín có hai mạch vòng phản hồi.

* Phản hồi âm dòng điện. Tín hiệu tỷ lệ với dòng điện phản ứng của động cơ lấy từ biến dòng $1TI + 3TI$ và cầu chỉnh hàn $2CL$ ($U_I = K_I I_u$).

* Phản hồi âm tốc độ. Tín hiệu tỷ lệ với tốc độ của động cơ lấy từ máy phát tốc FT ($U_{FT} = k_{\omega} \cdot \omega$).

- Bộ điều chỉnh dòng điện R_1 là khâu tỷ lệ - tích phân.



Hình 1.25b. Sơ đồ khối chức năng của hệ truyền động.

- Bộ điều chỉnh tốc độ R_w là khâu tỷ lệ.

+ Sơ đồ mạch điều khiển bộ biến đổi dùng tiristo (bộ chỉnh lưu) được giới thiệu trên hình 1.25c, mạch điều khiển có ba kênh như sau :

- Kênh A phát xung mở tiristo 1T và 4T.

- Kênh B phát xung mở tiristo 3T và 6T.

- Kênh C phát xung mở tiristo 5T và 2T.

Đò thị điện áp tại các điểm đo (TEST POINT) của sơ đồ điều khiển một kênh của bộ chỉnh lưu được giới thiệu trên hình 1.25d.

+ Nguyên lý làm việc của sơ đồ điều khiển công nghệ như sau :

-Ấn nút mở máy "M" công tắc tơ D_g có điện, nó sẽ đóng tiếp điểm cấp nguồn cho bộ biến đổi và biến áp nguồn của bộ điều khiển (hình 1.25a, c).

- Điều chỉnh tốc độ động cơ dưới tốc độ định mức bằng chiết áp VR_3 (hình 1.25c). Tốc độ động cơ tăng dần đến ω_{dm} . Khi điện áp đặt lên động cơ đạt trị số định mức, role điện áp RDA tác động (hình 1.25a), tiếp điểm của nó sẽ đóng, cấp nguồn cho công tắc tơ KCB, tiếp điểm KCB mở ra biến trở BT đấu nối tiếp vào cuộn kích từ của động cơ (CKT). Điều chỉnh chiết áp BT, từ thông kích từ sẽ giảm, tốc độ tăng > tốc độ định mức đến trị số cực đại ($\omega_{max} = 3000$ vòng/phút).

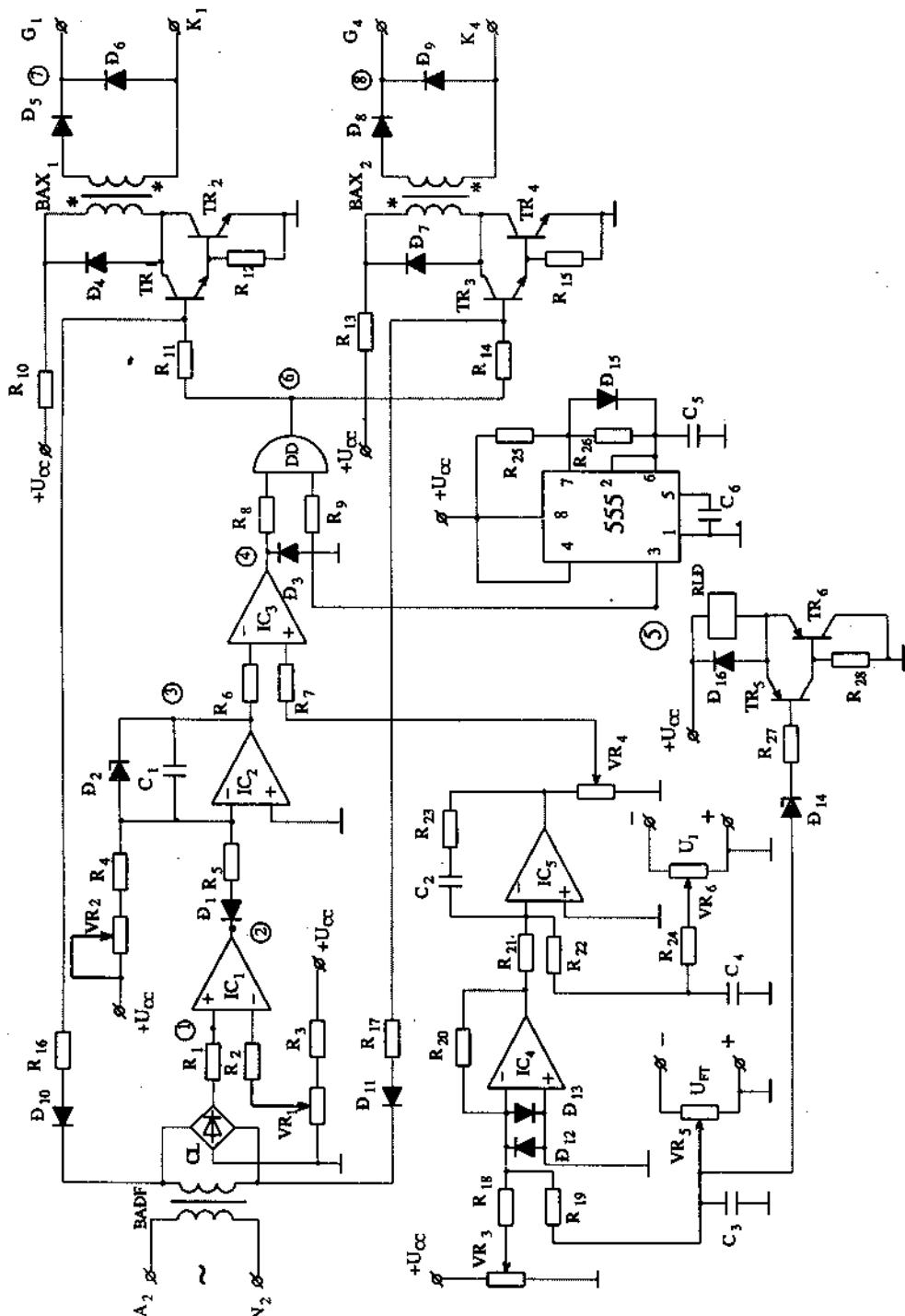
- Dùng máy bằng nút ấn "D", công tắc tơ D_g mất điện, tiếp điểm thường đóng của nó sẽ làm cho công tắc tơ KH có điện, tiếp điểm của nó sẽ đấu Rh (diện trở hâm) song song với phần ứng của động cơ. Quá trình hâm động năng bắt đầu. Khi tốc độ của động cơ giảm dần gần bằng không. Diốt ổn áp D_{14} không bị đánh thủng, role RLD không tác động (hình 1.25c) tiếp điểm của nó sẽ cắt điện cuộn dây công tắc tơ KH.

+ Liên động và bảo vệ

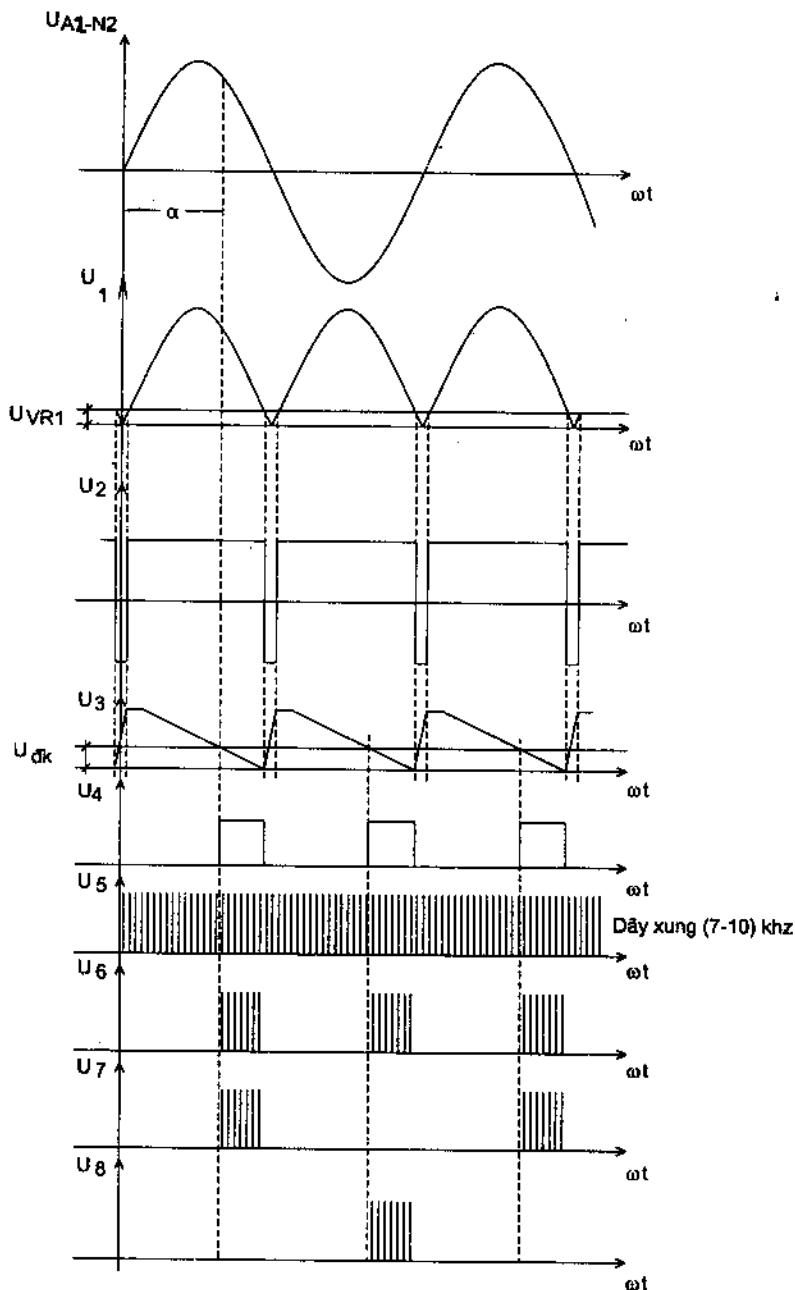
- Bảo vệ quá áp cho các tiristo 1T + 6T bằng mạch R-C đấu song song với các tiristo.

- Bảo vệ mất từ thông thường bằng role dòng điện RTT.

- Hệ thống chỉ làm việc được khi quạt gió làm mát cho các tiristo đã làm việc (RAL đã kín).



Hình 1.25c. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển BBD (kênh A).

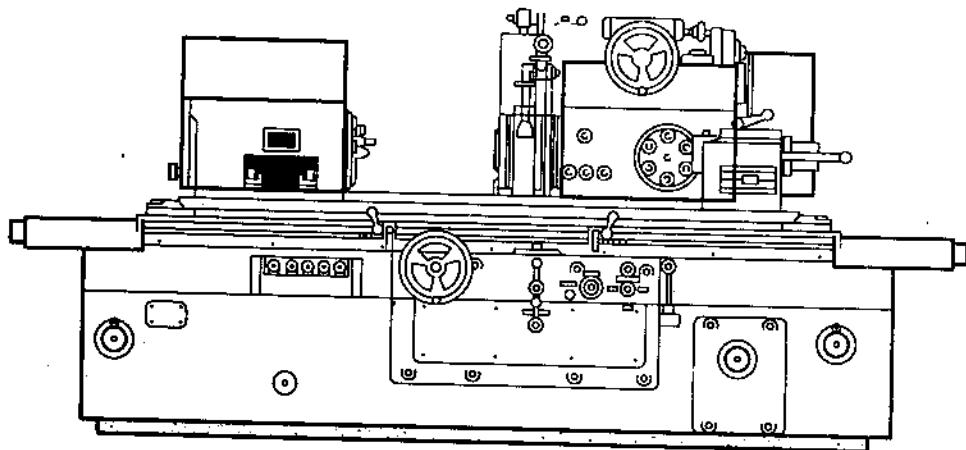


Hình 1.25d. Đồ thị điện áp tại các điểm đo.

1.5.4. Nhóm máy mài

1. Những vấn đề chung

a) **Đặc điểm công nghệ :** Hình dáng chung của máy mài được giới thiệu trên hình 1.26.



Hình 1.26. Hình dáng chung của máy mài.

Máy mài có hai loại chính : Máy mài tròn và máy mài mặt phẳng. Ngoài ra còn có một số máy mài chuyên dùng khác như : máy mài vô tâm, máy mài rãnh, máy mài răng v.v...

Sơ đồ gia công chi tiết trên hai loại máy mài chính được giới thiệu trên hình 1.27.

- Máy mài tròn có hai loại : máy mài tròn trong và máy mài tròn ngoài.
- Máy mài mặt phẳng có hai loại : máy mài bằng biên đá và máy mài bằng mặt đầu của đá.

b) Đặc điểm về truyền động và trang bị điện của máy mài

Truyền động chính trong phần lớn các máy mài không yêu cầu điều chỉnh tốc độ, nên sử dụng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc. Truyền động chính trong các máy mài cỡ nặng để duy trì tốc độ cắt không đổi, khi mòn đá hoặc kích thước chi tiết gia công thay đổi thường sử dụng hệ truyền động có phạm vi điều chỉnh tốc độ là $D = 2 : 1$

Tốc độ cắt trong máy mài có giá trị $V = (30 \div 50)m/s$. Bởi vậy đối với đường kính của đá mài khá lớn (tới 1000mm), tốc độ quay của trục chính

bằng hoặc thấp hơn tốc độ của động cơ truyền động ($n = 950$ vòng/phút). Trong các máy mài, đường kính đá mài bé đặc biệt là các máy mài tròn trong, yêu cầu tốc độ quay đá rất cao.

Để đạt được tốc độ quay đá cao có thể dùng hộp tốc độ tăng tốc hoặc động cơ đặc biệt. Tốc độ định mức của động cơ đặc biệt có giá trị ($2400 \div 48.000$) vòng/phút, khi dùng đá mài có đường kính bé có thể đạt tới ($150.000 \div 200.000$) vòng/phút.

Nguồn cấp cho động cơ là các bộ biến tần, có thể là máy phát tần số cao (bộ biến tần quay - BBT quay) hoặc các bộ biến tần tĩnh (bộ biến tần dùng tiristo).

Mômen cảm tính trên trục động cơ thường chỉ bằng ($15 \div 20\%$) mômen định mức.

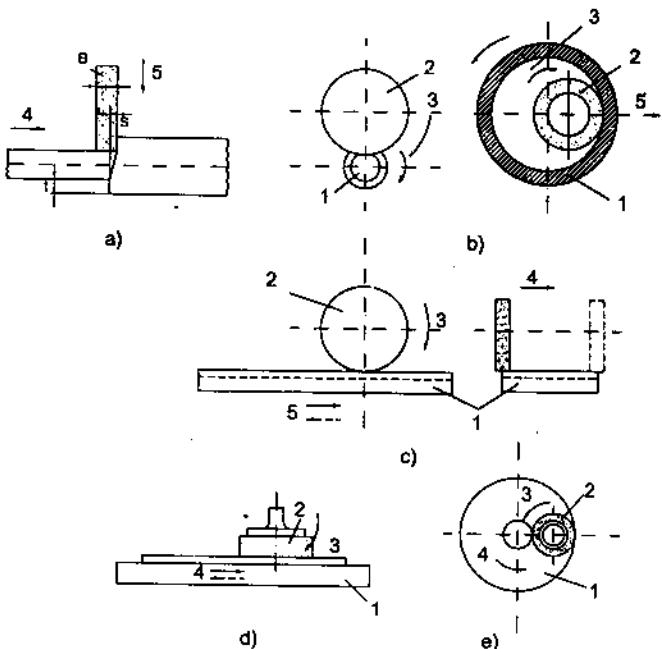
Mômen quán tính của đá và cơ cấu truyền lực lại rất lớn, có thể đạt tới ($500 \div 600\%$) mômen quán tính của động cơ truyền động, do đó cần hãm cưỡng bức động cơ quay đá.

+ Truyền động ăn dao (chuyển động quay của chi tiết, di chuyển dọc và di chuyển ngang của đầu mài).

Phạm vi yêu cầu điều chỉnh tốc độ từ $D = (6 \div 8) : 1$ đến $D = (25 \div 30) : 1$, hoặc có yêu cầu cao hơn.

- Trong máy mài tròn, để truyền động quay chi tiết thường dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ một hoặc nhiều cấp tốc độ hoặc hệ truyền động với động cơ điện một chiều với các bộ biến đổi (MĐKD-Đ, KĐT-Đ hoặc T-Đ).

Truyền động di chuyển ngang (ăn dao ngang) của đầu mài thường dùng hệ thống thủy lực.



Hình 1.27. Sơ đồ gia công chi tiết trên máy mài.

a) Mài tròn ngoài ; b) Mài tròn trong; c) Mài mặt phẳng bằng biên đá ; d) Mài mặt phẳng bằng mặt đầu (bàn chữ nhật) ; e) Mài mặt phẳng bằng mặt đầu (bàn tròn).

1. Chi tiết gia công ; 2. Đá mài ; 3. Chuyển động chính ;
4. Chuyển động ăn dao dọc ; 5. Chuyển động ăn dao ngang.

- Trong máy mài mặt phẳng, truyền động ăn dao của đầu mài (ụ đá) thực hiện di chuyển lặp lại theo chu kỳ thường dùng hệ truyền động thủy lực. Còn truyền động tịnh tiến qua lại của bàn thường dùng hệ truyền động một chiều với phạm vi điều chỉnh tốc độ yêu cầu là : $D = (8 \div 10) : 1$.

- Truyền động phụ trong máy mài và truyền động di chuyển nhanh đầu mài, bơm dầu của hệ thống bôi trơn, bơm nước của hệ thống làm mát thường dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc.

2. Máy mài tròn 3A161

Máy mài tròn 3A161 dùng để gia công mặt trụ các chi tiết gia công (hình 1.28a).

Máy mài tròn 3A161 được dùng để gia công mặt trụ của các chi tiết có chiều dài dưới 1000mm và đường kính dưới 280mm ; đường kính đá mài lớn nhất là 600mm. Hình 1-28 giới thiệu sơ đồ điều khiển máy mài 3A161 (đơn giản hoá). Động cơ ĐM (7kW, 930vg/ph) quay đá mài ; ĐT (1,7kW ; 930vg/ph) bơm dầu cho hệ thống thủy lực để thực hiện dao ăn ngang của ụ đá, ăn dao dọc của bàn máy và di chuyển nhanh ụ đá ăn vào chi tiết hoặc ra khỏi chi tiết; ĐC (0,76kW, 250 - 2500vg/phút) quay chi tiết. Đóng mở van thuỷ lực nhờ các nam châm điện 1NC, 2NC và các tiếp điểm 2KT, 3KT. Động cơ DB (0,125kW ; 2800vg/phút) truyền động bơm nước.

Động cơ quay chi tiết được cung cấp điện từ khuếch đại từ KDT. KDT nối theo sơ đồ ba pha kết hợp với các diốt chỉnh lưu, có 6 cuộn dây làm việc (CD ~), ba cuộn dây điều khiển CK1, CK2, CK3. Cuộn CK3 được nối với điện áp chỉnh lưu 3CL tạo ra sức từ hoá chuyển dịch. Cuộn CK1 vừa là cuộn chủ đạo, vừa là phản hồi âm điện áp phản ứng. Điện áp chủ đạo U_{cd} lấy trên biến trở 1BT, còn điện áp phản hồi U_{fh} lấy trên phản ứng động cơ. Điện áp đặt vào cuộn dây CK1 là :

$$U_{CK1} = U_{cd} - U_{fh} = U_{cd} - kU_u \quad (1.43)$$

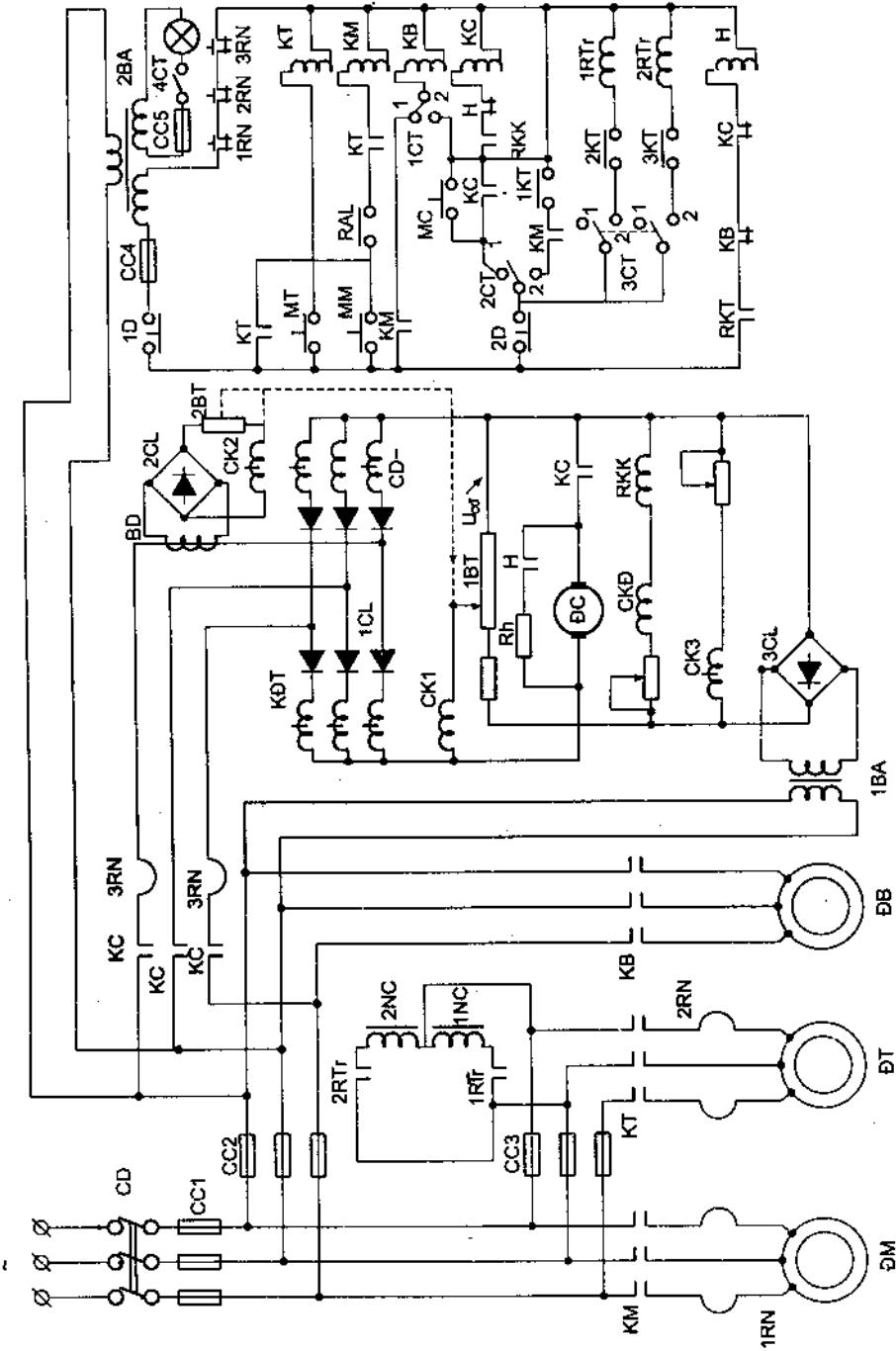
Cuộn CK2 là cuộn phản hồi dương dòng điện phản ứng động cơ. Nó được nối vào điện áp thứ cấp của biến dòng BD qua bộ chỉnh lưu 2CL. Vì dòng điện sơ cấp biến dòng tỷ lệ với dòng điện phản ứng động cơ ($I_1 = 0,815I_u$) nên dòng điện trong cuộn CK2 cũng tỷ lệ với dòng điện phản ứng. Sức từ hoá phản hồi được điều chỉnh nhờ biến trở 2BT.

Tốc độ động cơ được điều chỉnh bằng cách thay đổi điện áp chủ đạo U_{cd} (nhờ biến trở 1BT). Để làm cứng đặc tính ở vùng tốc độ thấp, khi giảm U_{cd} cần phải tăng hệ số phản hồi dương dòng điện. Vì vậy, người ta đã đặt sẵn khâu liên hệ cơ khí giữa các con trượt của 2BT và 1BT.

Để thành lập đặc tính tĩnh của động cơ ta dựa vào các phương trình sau :

Điện áp tổng trên cuộn CK1 là $U_{CK1\Sigma}$:

$$U_{CK1\Sigma} = U_{cd} - U_u + K_{qf2} \cdot U_{CK2}$$



Hình 1.28. Sơ đồ nguyên lý điện máy mài 3A161.

$$= U_{cd} - U_u + K_{qd2} \cdot K_i \cdot I_u \quad (1.44)$$

Trong đó : $U_{CK2} = K_{qd2} \cdot K_i \cdot I_u$ là điện áp trên cuộn CK2 quy đổi về CK1.

Sức điện động của khuếch đại từ (với giả thiết điểm làm việc của nó nằm ở đoạn tuyến tính).

$$E_{KDT} = K_{KDT} \cdot U_{CK1\Sigma} \quad (1.45)$$

Trong đó: K_{KDT} - hệ số khuếch đại điện áp của KDT.

Phương trình cân bằng điện áp trong mạch phàn ứng là :

$$E_{KDT} = K\omega + I_u \cdot R_{u\Sigma} \quad (1.46)$$

Từ các phương trình (1.44), (1.45), (1.46) ; sau một số biến đổi ta nhận được phương trình đặc tính tĩnh của hệ như sau :

$$\omega = \frac{K_D \cdot K_{KDT} \cdot U_{cd}}{(1 + K_{KDT})} - \frac{[R_{u\Sigma} + K_{KDT}(R_{uD} + K_i \cdot K_{qd2})] \cdot I_u \cdot K_D}{(1 + K_{KDT})} \quad (1.47)$$

Nguyên lý làm việc của sơ đồ điều khiển tự động :

Sơ đồ cho phép điều khiển máy ở chế độ thử máy và chế độ làm việc tự động. Ở chế độ thử máy các công tắc 1CT, 2CT, 3CT được đóng sang vị trí 1. Mở máy động cơ ĐT nhờ ấn nút MT, sau đó có thể khởi động đồng thời ĐM và ĐB bằng nút ấn MN. Động cơ ĐC được khởi động bằng nút ấn MC.

Ở chế độ tự động, quá trình hoạt động của máy gồm 3 giai đoạn theo thứ tự sau :

- 1) **Đưa nhanh ụ đá vào chi tiết** gia công nhờ truyền động thủy lực, đóng các động cơ ĐC và ĐB.
- 2) **Mài thô**, rồi tự động chuyển sang mài tinh nhờ tác động của công tắc to.
- 3) **Tự động đưa nhanh ụ đá ra khỏi chi tiết** và **cắt điện** các động cơ DC, DB

Trước hết, đóng các công tắc 1CT, 2CT, 3CT sang vị trí 2. Kéo tay gạt điều khiển (được bố trí trên máy) về vị trí di chuyển nhanh ụ đá vào chi tiết (nhờ hệ thống thủy lực). Khi ụ đá đi đến vị trí cần thiết, công tắc hành trình 1KT tác động, đóng mạch cho cuộn dây công tắc tơ KC và KB, các động cơ DC và ĐB được khởi động. Đồng thời truyền động thủy lực của máy được khởi động. Quá trình gia công bắt đầu. Khi kết thúc giai đoạn mài thô, công tắc hành trình 2KT tác động, đóng mạch cuộn dây role 1RTr. Tiếp điểm của nó đóng điện cho cuộn dây nam châm 1NC, để chuyển đổi van thủy lực, làm giảm tốc độ ăn dao của ụ đá. Như vậy giai đoạn mài tinh bắt đầu. Khi kích thước chi tiết đã đạt yêu cầu, công tắc hành trình 3KT tác động, đóng mạch cuộn dây role 2RTr. Tiếp điểm role này đóng điện cho cuộn dây nam châm 2NC để chuyển đổi van thủy lực, đưa nhanh ụ đá về vị trí ban đầu. Sau đó, công tắc 1KT phục hồi cắt điện công tắc tơ KC và KB ; động cơ DC được cắt điện và được hâm nóng nhờ công tắc tơ H. Khi tốc độ động cơ đủ thấp,

tiếp điểm role tốc độ RKT mở ra, cắt điện cuộn dây công tắc từ H. Tiếp điểm của H cắt điện trở hâm ra khỏi phần ứng động cơ.

1.5.5. Nhóm máy phay

1. Khái niệm chung

Máy phay dùng để gia công bề mặt trong, ngoài của chi tiết, phay rãnh, phay ren và bánh răng bằng dao phay.

Quá trình gia công bề mặt trên máy phay thực hiện bằng hai chuyển động phối hợp : chuyển động quay của dao phay (chuyển động chính) và chuyển động tịnh tiến của chi tiết gia công theo phương thẳng đứng, theo chiều dọc hoặc phương nằm ngang.

Máy phay được chia thành hai nhóm :

- Máy dùng chung (phay ngang, phay đứng và máy phay giường).
- Máy chuyên dùng (phay ren, phay bánh răng, phay chép hình).

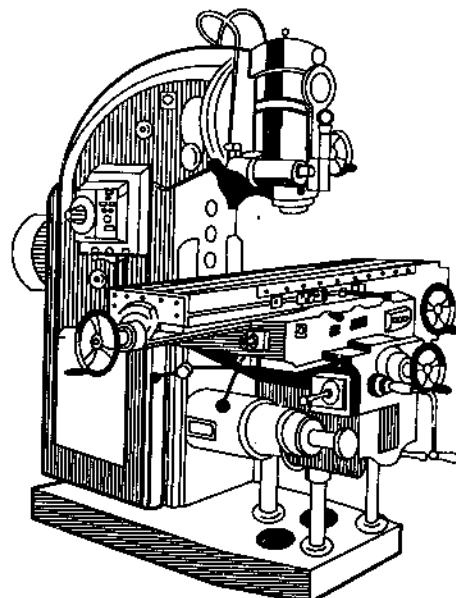
a) Chuyển động chính của máy phay là chuyển động quay dao phay, thường dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc một hoặc nhiều cấp tốc độ kết hợp với hộp tốc độ. Phạm vi điều chỉnh tốc độ yêu cầu từ $D = (20 : 1)$ đến $D = (60 : 1)$.

b) Chuyển động ăn dao là chuyển động dịch chuyển của chi tiết so với dao phay. Trong các máy phay cỡ nhỏ và trung bình, truyền động ăn dao được thực hiện từ động cơ truyền động trực chính qua hệ thống tay gạt và hộp số. Trong các máy phay cỡ nặng và máy phay giường yêu cầu chất lượng điều chỉnh cao nên thường dùng hệ truyền động một chiều với động cơ điện một chiều kích từ độc lập kết hợp với bộ biến đổi (hệ MĐKD-D, KDT-D hoặc T-D).

c) Chuyển động phụ : như di chuyển nhanh đầu phay, di chuyển xà, nôi siết xà, bơm dầu của hệ thống bôi trơn, bơm nước của hệ thống làm mát dùng bộ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc.

2. Máy phay đứng 654

Hình dáng chung của máy phay đứng vạn năng được biểu diễn trên hình 1.29.



Hình 1.29. Hình dáng chung máy phay đứng vạn năng.

a) Thông số kỹ thuật

- + Kích thước của bàn cạp chi tiết : $1600 \times 630\text{mm}$.
- + Hành trình di chuyển lớn nhất :
 - Di chuyển dọc của bàn : 1300mm .
 - Di chuyển ngang của bàn: 600mm .
 - Di chuyển dọc theo chiều đứng của đầu phay : 650mm .
- + Số tốc độ trực chính : 18 (từ 25 đến 1250 vòng/phút).
- + Phạm vi điều chỉnh tốc độ ăn dao : $D = 10 : 1$.
- + Tốc độ di chuyển ngang của bàn : $(4 + 40)\text{mm/ph}$.
- + Tốc độ di chuyển theo chiều đứng của đầu dao phay ($40 + 400$) mm/phút.
- + Tốc độ di chuyển nhanh : của bàn 2m/ph , của đầu dao $0,8\text{m/phút}$.

b) Trang bị điện của máy (hình 1.30)

Trên máy phay đứng 654 được trang bị các động cơ sau :

- + 1D - động cơ truyền động trực chính (quay dao phay) mã hiệu A0-2-64/4 ; $P_{dm} = 13\text{kW}$; $n_{dm} = 1460$ vòng/phút.

- + 2Đ - động cơ truyền động cơ cấu ăn dao (di chuyển bàn và di chuyển đầu dao phay) mã hiệu Π-42-C1 ; $P_{dm} = 4,5\text{kW}$; $U_{dm} = 340\text{V}$; $U_{dm} = 1500$ vòng/phút.

- + 3Đ - động cơ bơm dầu của hệ thống bôi trơn.

- + 4Đ - động cơ bơm nước của hệ thống làm mát. Cả hai động cơ 3Đ và 4Đ có cùng một mã hiệu ΠA-22A ; $P_{dm} = 0,125\text{kW}$; $n_{dm} = 2800$ vòng/phút.

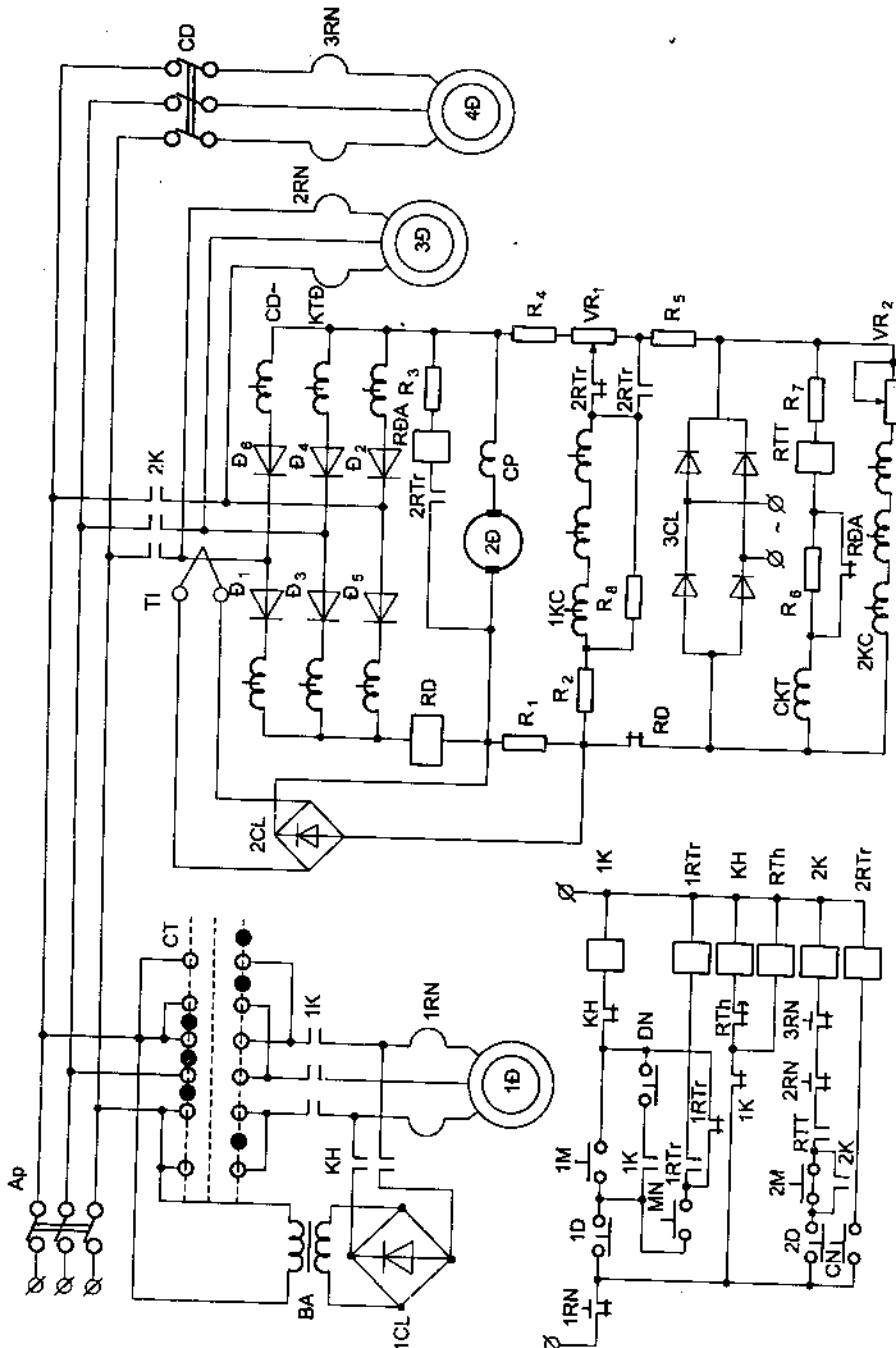
c) Nguyên lý làm việc

- + Điều khiển động cơ truyền động trực chính 1Đ:

- Chọn chiều quay của động cơ bằng công tắc xoay ba pha CT.
- Điều khiển động cơ ở chế độ làm việc bằng nút bấm 1M. Dùng động cơ bằng nút ấn 1D. Khi ấn 1D, 1K mất điện, tiếp điểm thường đóng của nó đóng điện cho công tắc tơ KH. Tiếp điểm của nó đóng nguồn điện một chiều từ cầu chỉnh lưu 1CL cấp cho 2 pha của động cơ, quá trình hâm động năng bắt đầu. Sau một thời gian duy trì của role thời gian RTh (khi tốc độ của động cơ gần bằng không), tiếp điểm RTh mở ra cắt điện cuộn dây công tắc tơ KH, quá trình hâm dừng kết thúc.

- Điều khiển động cơ 1Đ ở chế độ thử máy bằng hai nút bấm MN (ấn nháy) và DN (dừng nháy).

- + Điều khiển động cơ truyền động ăn dao 2Đ. Điều khiển động cơ 2Đ bằng nút bấm 2M và nút bấm dừng 2D.



Hình 1.30. Sơ đồ nguyên lý điện máy phay đứng 654

- Án nút mở máy 2M, nếu dòng kích từ của động cơ đã có (RTT kín), động cơ 3Đ và 4Đ không bị quá tải (2RN, 3RN kín), công tắc tơ 2K có điện đóng nguồn cấp cho khuếch đại từ KTD. Động cơ 2Đ được cấp nguồn từ khuếch đại từ KTD : 6 cuộn dây làm việc (CD ~) nối theo sơ đồ cầu ba pha kết hợp với các diốt chỉnh lưu ($D_1 + D_6$).

- Tốc độ quay của động cơ điều chỉnh trong phạm vi 150 vòng/phút đến 1500 vòng/phút bằng cách thay đổi điện áp đặt lên phần ứng của động cơ (chính là điện áp ra của KDT).

Điện áp ra của KDT phụ thuộc vào điện áp đặt lên cuộn dây khống chế 1KC của khuếch đại từ.

Cuộn khống chế 1KC thực hiện chức năng : là cuộn chủ đạo, phản hồi âm điện áp và phản hồi dương dòng điện động cơ 2D.

Điện áp đặt lên cuộn 1KC bằng

$$U_{1KC} = U_{cd} - U_{FHA} + U_{FHD} \quad (1.48)$$

Trong đó : U_{cd} - điện áp chủ đạo (lấy trên chiết áp VR_1) ;

U_{FHA} - điện áp phản hồi âm điện áp ;

U_{FHD} - điện áp phản hồi dương dòng điện động cơ lấy từ biến dòng TI và cầu chỉnh lưu 2CL.

Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng chiết áp VR_1

- Khi cần di chuyển nhanh bàn dao (hoặc di chuyển nhanh đầu dao phay), án nút CN, role trung gian 2RTr có điện, role điện áp RDA tác động, tiếp điểm của RDA mở ra, đưa điện trở R_6 vào mạch kích từ, làm cho từ thông kích từ của động cơ giảm xuống, tốc độ của động cơ tăng tối 3.000vòng/phút.

- Cuộn khống chế 2KC là cuộn chuyển dịch của KDT (chọn điểm làm việc của KDT).

Để hạn chế dòng điện khi khởi động, ở đây dùng role dòng điện cực đại RD. Role dòng điện cực đại RD làm việc ở chế độ rung, trong quá trình khởi động (đóng - cắt nguồn cấp cho cuộn khống chế 1KC phụ thuộc vào trị số dòng điện của động cơ trong quá trình khởi động). Khi kết thúc quá trình khởi động ($I = I_{dm}$) role dòng điện RD không tác động, nguồn cấp cho mạch điều khiển được cấp liên tục.

1.5.6. Nhóm máy bào

1. Khái niệm chung

Máy bào dùng để gia công các bề mặt chi tiết có biên dạng phức tạp, xẻ rãnh v.v...

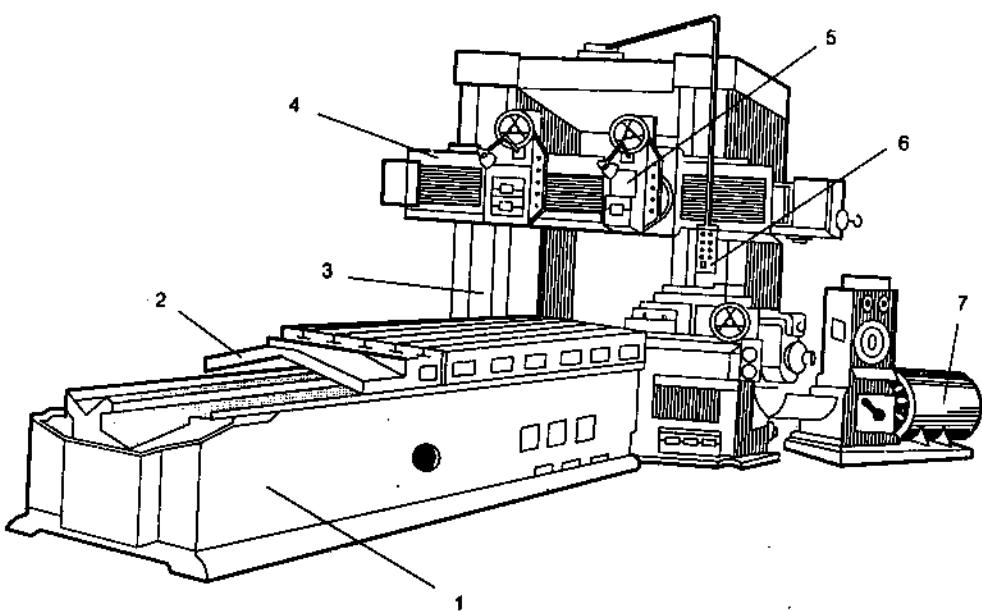
Máy bào có hai loại : Máy bào ngang và máy bào giường. Trong máy bào giường, chuyển động chính là chuyển động di chuyển của bàn. Trong đó

hành trình thuận là hành trình cắt gọt, còn hành trình ngược là bàn chạy không tải. Trong máy bào ngang, chuyển động chính là chuyển động di chuyển của dao vuông góc với chi tiết gia công, còn chuyển động ăn dao là chuyển động của bàn cưa chi tiết gia công.

Trang bị điện và hệ truyền động trong máy bào ngang không phức tạp lắm nên ở đây chỉ nghiên cứu máy bào giường.

2. Máy bào giường hai trục 7210

Hình dáng chung của máy bào 7210 được biểu diễn trên hình 1.31.



Hình 1.31. Hình dáng chung của máy bào giường.

1. Thân máy ; 2. Bàn cưa chi tiết ; 3. Trụ của máy ; 4. Xà ngang ; 5. Bàn dao ;
6. Hộp điều khiển ; 7. Động cơ truyền động chính.

a) Đặc điểm công nghệ

Dùng để gia công bề mặt các chi tiết có khối lượng và kích thước lớn. Chiều dài cực đại của chi tiết gia công tới 12m.

Chi tiết gia công được kẹp chặt trên bàn máy.

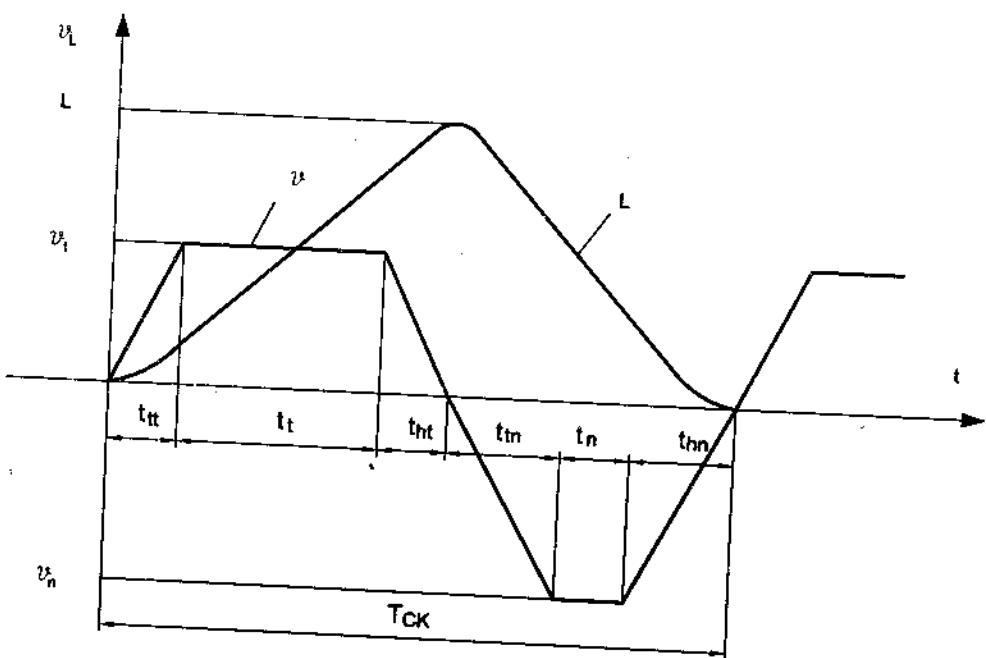
Dao cắt được gá lắp trên bàn dao 5, bàn dao được gá lắp trên xà ngang 4 cố định khi gia công. Trong quá trình làm việc, bàn di chuyển theo chu kỳ lắp đi lắp lại, mỗi chu kỳ gồm hai hành trình : hành trình thuận và hành trình ngược. Ở hành trình thuận, thực hiện gia công chi tiết nên gọi là hành trình cắt gọt. Ở hành trình ngược, bàn máy lùi về vị trí ban đầu không thực hiện cắt gọt nên gọi là hành trình không tải. Sau khi kết thúc hành trình

ngược, bàn dao lại di chuyển theo chiều ngang của bàn một khoảng gọi là lượng ăn dao s (mm/hành trình kép). Dịch chuyển của bàn dao sau mỗi hành trình kép là chuyển động ăn dao.

Chuyển động phụ là di chuyển nhanh của xà, bàn dao nâng đầu dao trong hành trình ngược, nâng - hạ xà ngang, nới - siết xà ngang trên trụ v.v...

Tốc độ cắt gọt (tốc độ hành trình thuận của bàn máy) được xác định tùy thuộc vào vật liệu của chi tiết, gia công và tính chất của dao. Tốc độ lùi bàn (hành trình ngược của bàn máy) lớn hơn nhiều so với tốc độ cắt gọt để tăng năng suất của máy.

Đồ thị (đơn giản hóa) của quãng đường đi và tốc độ bàn máy được biểu diễn trên hình 1.32.



Hình 1.32. Đồ thị tốc độ và quãng đường của bàn máy.

- Hành trình của bàn L gồm các thành phần sau :

$$L = l_{tt} + l_t + l_{ht} \quad (1.49)$$

Trong đó : l_t - quãng đường bàn đi được ở chế độ xác lập ;

l_{tt} - quãng đường bàn đi được khi khởi động, (tăng tốc) ;

l_{ht} - quãng đường bàn đi được trong thời gian hẫm (giảm tốc).

- Thời gian một chu kỳ (hành trình kép của bàn)

$$T_{ck} = t_t + t_{tt} + t_{ht} + t_n + t_{tn} + t_{hn} \quad (1.50)$$

Trong đó : t_t , t_n - thời gian bàn di chuyển với tốc độ xác lập trong hành trình thuận và hành trình ngược ;

t_{tt} , t_{tn} - thời gian tăng tốc trong hành trình thuận và ngược ;

t_{ht} , t_{hn} - thời gian giảm tốc trong hành trình thuận và ngược.

$$t_t = \frac{L}{v_t} . 60 - \frac{t_{tt} + t_{th}}{2} \quad (1.51)$$

Trong đó : v_t - là tốc độ thuận ở chế độ xác lập, m/phút;

Tương tự như (1.51) ta tính được:

$$t_n = \frac{L}{v_n} . 60 - \frac{t_{nt} + t_{hn}}{2} \quad (1.52)$$

Trong đó : v_n - tốc độ thuận ở chế độ xác lập.

Sau các phép biến đổi ta tính được thời gian của một chu kỳ của bàn :

$$T_{ck} = \frac{60L}{kv_t} (1+k) \cdot t_{dc} \quad (1.53)$$

Trong đó : $k = \frac{v_n}{v_t}$ - tỷ số giữa tốc độ ngược và tốc độ thuận của bàn;
 t_{dc} - thời gian đảo chiều của bàn.

Từ biểu thức (1.53) ta tính được số hành trình kép của bàn trong một phút bằng

$$i = \frac{60k \cdot v_t}{60L(1+k) + k \cdot v_t \cdot t_{dc}} \quad (1.54)$$

Từ biểu thức (1.54) ta thấy rằng : muốn tăng năng suất của máy, phải tăng k có nghĩa là tăng trị số tốc độ v_n . Thông thường k được chọn không lớn hơn 3.

b) Các yêu cầu đối với hệ truyền động máy bào giường

+ Truyền động chính

Phạm vi điều chỉnh tốc độ yêu cầu $D = (12,5 \div 30) : 1$.

Thông thường, hệ truyền động chính dùng hệ truyền động với động cơ điện một chiều cấp nguồn từ bộ biến đổi (BBD).

+ Truyền động ăn dao

Truyền động ăn dao làm việc có tính chất chu kỳ, trong mỗi hành trình kép, làm việc một lần (từ thời điểm đảo chiều từ hành trình ngược sang hành trình thuận và kết thúc khi dao cắt vào chi tiết).

Phạm vi điều chỉnh lượng ăn dao yêu cầu $D = (100 \div 200) : 1$. Lượng ăn dao có thể đạt tới $(80 \div 100)$ mm/hành trình kép.

Cơ cấu ăn dao yêu cầu làm việc với tần số đảo chiều lớn, có thể đạt tới 1000 lần/giờ.

Hệ truyền động ăn dao thường dùng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc và hộp tốc độ.

+ Tất cả các truyền động phụ dùng động cơ không đồng bộ và nam châm điện.

c) Trang bị điện của máy bào giường

Máy bào giường 7210 được trang bị các động cơ truyền động sau :

- Động cơ Đ, động cơ điện một chiều truyền động di chuyển bàn, mã hiệu Π - 90 ; $P_{dm} = 75\text{kW}$; $U_{dm} = 220\text{V}$; $v_{dm} = 1500\text{vòng/phút}$. Cuộn kích từ của động cơ CKTD được cấp nguồn từ một máy phát kích từ độc lập K, mã hiệu Π - 41 ; $P_{dm} = 2,7\text{kW}$, (máy phát K cũng cấp nguồn cho mạch điều khiển) còn phần ứng của động cơ được cấp nguồn từ máy phát F, mã hiệu Π-101 ; $P_{dm} = 90\text{kW}$; $U_{dm} = 220\text{V}$ do động cơ sơ cấp 1Đ kéo, mã hiệu A81/4 ; $P_{dm} = 40\text{kW}$; $v_{dm} = 1460\text{vòng/phút}$ (động cơ 1Đ cùng kéo luôn máy phát kích từ K).

Cuộn kích từ của máy phát CKTF được cấp nguồn từ máy điện khuếch đại từ trường ngang MĐKD mã hiệu Ω MY-12 ; $P_{dm} = 1,2\text{kW}$; $U_{dm} = 115\text{V}$; $n_{dm} = 2000\text{vòng/phút}$ do động cơ sơ cấp 2Đ kéo (xem hình 1.33)

d) Nguyên lý làm việc của hệ truyền động trực chính

Động cơ một chiều Đ truyền động di chuyển bàn của máy được cấp nguồn từ máy phát điện một chiều F. Máy điện khuếch đại từ trường quay MĐKD cấp nguồn cho cuộn kích từ CKTF của máy phát. Máy phát có bốn cuộn dây kích từ. Ba cuộn kích từ (cuộn điều khiển) CK1 - CK2 - CK3 đấu nối tiếp cùng chiều có chức năng là cuộn chủ đạo, phản hồi âm điện áp, phản hồi dương dòng điện phần ứng và phản hồi mềm điện áp máy điện khuếch đại, điện áp tổng đặt lên các cuộn đó có bốn thành phần điện áp tương ứng như sau :

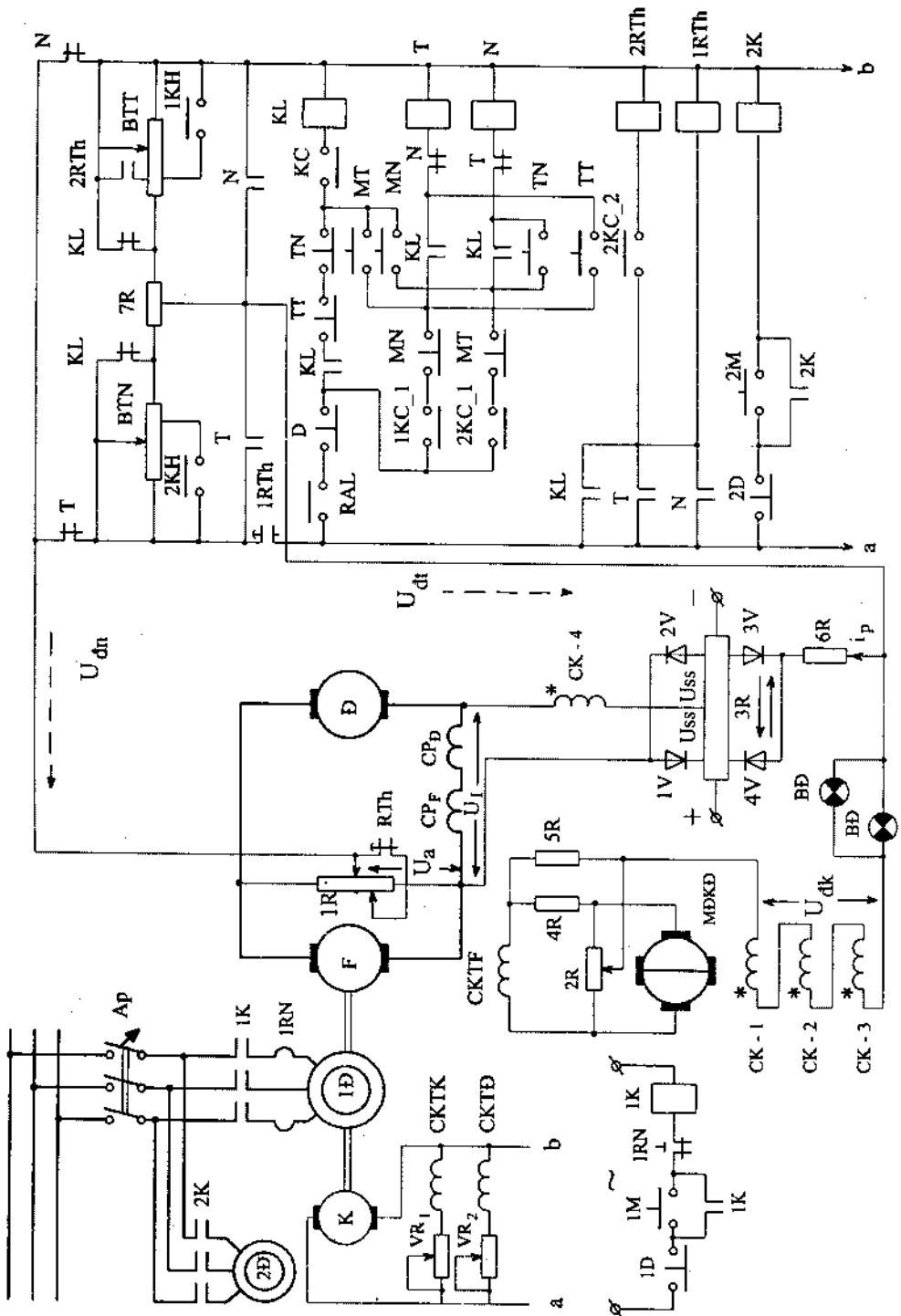
$$U_{dk} = U_{cd} - U_a + U_I \pm I_{od} \quad (1.55)$$

Trong đó :

U_{dk} - điện áp tổng đặt lên cuộn dây CK1 - CK2 - CK3 ;

U_{cd} - điện áp chủ đạo lấy trên biến trở BTT ($U_{cd} = U_{dt}$ đối với hành trình thuận) hoặc BTN ($U_{cd} = U_{dn}$ đối với hành trình ngược) ;

U_a = αU_F = điện áp phản hồi theo điện áp của động cơ (lấy trên biến trở 1R) ;



Hình 1.33. Sơ đồ nguyên lý điện hệ truyền động trực chinh máy bào giường 7210.

- $U_I = \beta I_u$ - điện áp phản hồi dương dòng điện phản ứng (lấy trên các cuộn cực từ phụ của máy phát và động cơ $\beta = (R_{CP_F} + R_{CP_D})$);
 $U_{\text{đ}}$ - điện áp phản hồi mềm, lấy trên đường chéo "cầu động" (điện trở $5R$), "cầu động" gồm bốn vai cầu : cuộn CKTF, hai nửa của biến trở $2R$ và điện trở $4R$.

Khi điện áp phát ra của MĐKD ổn định, cầu cân bằng, điện áp rơi trên $5R$ bằng không. Khi điện áp ra biến đổi (tăng hoặc giảm) điện áp trên $R5$ khác không ($U_{5R} \neq 0$).

Dấu (+) trong biểu thức (1.55) tương ứng với khi điện áp phát ra có xu thế giảm so với trị số định mức.

Dấu (-) trong biểu thức (1.55) tương ứng với khi điện áp phát ra có xu thế tăng hơn với trị số định mức.

Cuộn kích từ CK4 có chức năng phản hồi có dòng điện có ngắt, tạo ra đường đặc tính cơ máy xúc - đường đặc tính cơ đặc trưng "máy xúc", hạn chế dòng điện động cơ trong quá trình tĩnh cũng như trong quá trình động.

Nguyên lý làm việc của khâu phản ứng hồi âm dòng có ngắt được giải thích như sau : Khi dòng điện của động cơ còn nhỏ hơn giá trị dòng điện ngắt ($I_u < I_{ng}$) thì điện áp rơi trên cuộn CP_F và CP_D :

$$U_I = I_u (R_{CP_F} + R_{CP_D}) \quad (1.56)$$

nhỏ hơn U_{ss} (điện áp so sánh U_{ss} lấy trên điện trở $3R$), các van 1V hoặc 2V không thông, trong cuộn CK4 không có dòng chảy qua. Khi $I_u \geq I_{ng}$ tương ứng với $U_I \geq U_{ss}$, các van 1V hoặc 2V thông trong cuộn CK4 sẽ xuất hiện dòng điện và sức từ động của cuộn CK4 sẽ tác dụng ngược chiều với sức từ động của các cuộn CK1 - CK2 - CK3, làm cho sức từ động tổng của các cuộn kích từ giảm làm cho điện áp của MĐKD giảm, tốc độ của động cơ giảm nhanh khi dòng phản ứng tăng, tạo ra đường đặc tính cơ dốc.

Họ đặc tính cơ của hệ truyền động có dạng như trên hình 1.34.

$$M_{ng} = K\phi I_{ng} - \text{mô men ngắt.}$$

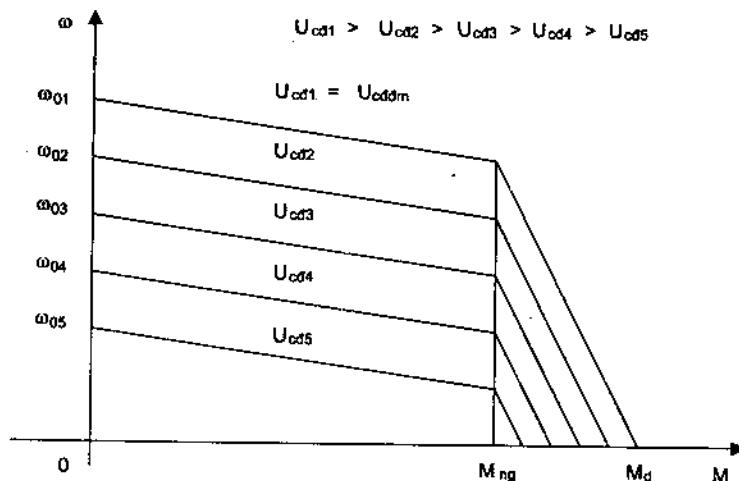
$$M_d - \text{mô men dùng.}$$

e) Nguyên lý làm việc của sơ đồ điều khiển

- Để hệ thống làm việc, đầu tiên phải đặt tốc độ của bàn theo yêu cầu công nghệ bằng hai chiết áp BTT và BTN.

- Ấn nút mở máy 1M, công tắc tơ 1K có điện, đóng điện cho động cơ sơ cấp 1D kéo máy phát K và D. Sau đó ấn nút 2M, công tắc tơ 2K có điện, đóng điện cho động cơ sơ cấp 2D kéo máy điện khuếch đại.

Trong sơ đồ này, động cơ D được khởi động cưỡng bức. Hệ số cưỡng bức được duy trì ở mức độ cho phép trong một thời gian đủ dài. Sau khi cho



Hình 1.34. Đặc tính cơ của hệ truyền động trực chính.

lệnh khởi động, điện áp chủ đạo (lấy trên BTT hoặc BTN) được cấp cho cuộn kích thích của máy điện khuếch đại MDKD (cuộn CK1 - CK2 - CK3) là U_{dk} có giá trị cực đại và động cơ Đ được khởi động cưỡng bức trong giới hạn cho phép do trong sơ đồ có khâu điện trở phi tuyến là hai bóng đèn BD và khâu mạch phân nhánh gồm 4V - 3R - 2V (hoặc 3V - 3R, 1V). Khi điện áp điều khiển U_{dk} càng tăng thì điện trở của bóng đèn tăng theo làm cho tổng trở của mạch của các cuộn dây CK1 - CK2 - CK3 càng tăng. Mặt khác khi điện áp trên các cuộn điều khiển đủ lớn, các van V2, V4 thông, sẽ xuất hiện dòng phân nhánh i_p . Dòng này càng lớn khi điện áp U_{dk} càng lớn, nhờ vậy dòng trong các cuộn CK1 - CK2 - CK3 được duy trì ở giá trị cho phép và hầu như không thay đổi trong quá trình khởi động.

Trong thời gian khởi động, khâu phản hồi âm dòng có ngắt (cuộn CK4) cũng có tác dụng hạn chế dòng điện động cơ nhỏ hơn trị số dòng điện lớn nhất cho phép.

Sơ đồ được thiết kế hai chế độ làm việc : chế độ tự động và chế độ thủ máy. Để khởi động động cơ ở chế độ tự động ta ấn nút MT hoặc MN. Giả sử ấn nút MT, các công tắc tơ KL, T và role thời gian 1Rth có điện, biến trở BTN bị ngắn mạch bằng tiếp điểm T. Biến trở BTT được nối vào nguồn một chiều, các cuộn điều khiển (CK1 - CK2 - CK3) được cấp điện áp chủ đạo ($U_{cd} = U_{dt}$). Tại thời điểm ban đầu U_{dk} có giá trị rất lớn (vì $U_a = 0$) nên MDKD và máy phát F được kích từ cưỡng bức và động cơ Đ được khởi động cưỡng bức đưa bàn chạy theo chiều thuận.

Để tránh bị gãy dao và mẻ chi tiết gia công, theo yêu cầu công nghệ tốc

độ vào dao và tốc độ ra dao phải rất nhỏ.

Ở đầu hành trình thuận (trước khi dao ăn vào chi tiết) công tắc hành trình 2KC - 2 bị ấn, role thời gian 2Rth có điện, tiếp điểm của nó sẽ kín, ngắn mạch một phần chiết áp BTT, làm cho điện áp chủ đạo có giá trị thấp tương ứng với tốc độ thấp của bàn ($v_o = 12 \div 15$ m/phút - tốc độ vào dao). Sau khi dao cắt vào chi tiết, công tắc hành trình 2KC-2 không bị ấn nữa, role thời gian 2Rth mất điện, tiếp điểm của nó mở ra. Tốc độ của động cơ tiếp tục tăng lên đến trị số tương ứng với điện áp chủ đạo đặt bằng biến trở BTT. Ở cuối hành trình thuận (dao chuẩn bị rời khỏi chi tiết), công tắc hành trình 1KH bị ấn, ngắn mạch một phần biến trở BBT, U_{cd} lại giảm xuống trị số tương ứng với tốc độ v_o của bàn máy. Khi dao rời khỏi chi tiết, công tắc hành trình 1KC-1 bị ấn, cắt điện công tắc tơ T, kết thúc hành trình thuận. Khi T mất điện, tiếp điểm thường đóng của nó sẽ làm cho công tắc tơ N tác động, ngắn mạch biến trở BTT, đưa biến trở BTN vào mạch kích thích của MDKD ($U_{cd} = U_{dn}$), máy phát được kích từ theo chiều ngược lại và động cơ Đ bắt đầu quay ngược. Khi bàn chạy ngược, 1KC và 1KH trở về vị trí ban đầu để chuẩn bị cho chu kỳ làm việc tiếp theo. Gần cuối hành trình ngược, công tắc hành trình 2KH bị ấn, ngắn mạch một phần biến trở BTN, U_{cd} giảm xuống dẫn đến tốc độ của bàn v_o giảm theo mục đích hạn chế dòng động cơ khi đảo chiều. Hết hành trình ngược, công tắc hành trình 2KC-1 bị ấn, cắt điện công tắc tơ N, công tắc tơ T và role thời gian 1Rth có điện, bàn đảo chiều quay sang hành trình thuận. Chu kỳ di chuyển của bàn sẽ tự động lặp lại cho đến khi ấn nút dừng máy "D".

Khi ấn nút dừng máy, công tắc tơ KL, T (hoặc N) và role thời gian 1Rth mất điện. Điện áp chủ đạo trên biến trở BTT (hoặc BTN) mất tác dụng, các cuộn điều khiển CK1 - CK2 - CK3 của MDKD được nối vào điện áp của máy phát (αU_F) có cực tính ngược với cực tính U_{cd} trước khi hâm, dòng trong cuộn điều khiển CK1 - CK2 - CK3 đảo chiều ; động cơ được hâm tái sinh. Sau một thời gian duy trì của role thời gian 1Rth, tiếp điểm thường đóng đóng chậm của nó sẽ ngắn mạch một phần biến trở 1R, điện áp phản hồi giảm dần đi, quá trình hâm tái sinh chuyển sang giai đoạn thứ hai cho đến khi dừng hẳn.

Chế độ thử máy (chạy nhấp bàn) được thực hiện bằng các nút ấn TT hoặc TN, công tắc tơ KL không làm việc. Điện áp chủ đạo đưa vào cuộn điều khiển CK1 - CK2 - CK3 của MDKD lấy trên điện trở 7R (ứng với U_{cd} nhỏ nhất) bàn di chuyển với tốc độ thấp nhất khi còn ấn nút TT hoặc TN.

Sơ đồ điều khiển không cho phép động cơ làm việc trong các trường hợp sau :

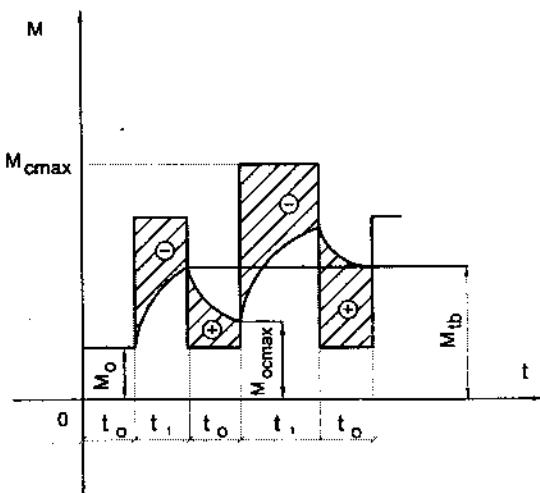
- Không đủ áp lực dầu trong hệ thống bôi trơn (RAL hỏng).
- Bàn máy di chuyển ra ngoài giới hạn cho phép (tiếp điểm 1KC-1 và 2KC-1 hỏng).

1.6. Trang bị điện và sơ đồ khống chế một số máy gia công phôi điển hình

1.6.1. Máy búa trong công nghệ rèn, dập

Máy búa làm việc với chế độ phụ tải thay đổi đột biến (hình 1.35).

Với mục đích giảm công suất động cơ truyền động, trong sơ đồ động học của máy búa và máy ép ma sát kiểu trục khuỷu có lắp bánh đà. Trong thời gian chạy không tải, phụ tải giảm, tốc độ tăng, bánh đà tích lũy động năng (ứng với dấu + phần gạch chéo), sau đó, khi làm việc, phụ tải tăng, bánh đà trả lại năng lượng cho hệ truyền động máy (ứng với dấu - phần gạch chéo).



$$T = \frac{GD^2 \cdot n_0 \cdot s_{dm}}{375M_{dm}} \quad (1.59)$$

Trong đó : n_0 tốc độ từ trường quay statc của động cơ ;

s_{dm} - hệ số trượt định mức của động cơ.

Từ đó ta tính được mômen quán tính tổng bằng :

$$GD^2 = \frac{375M_{dm} \cdot t_1}{n_0 s_{dm} \ln \frac{M_{emax} + M_{ocmax}}{M_{emax} - \lambda M_{dm}}} \quad (1.60)$$

Từ đó ta tính được mômen quán tính của bánh đà bằng :

$$GD_{bd}^2 = GD^2 - GD_{Md}^2 - GD_{dc}^2 \quad (1.61)$$

Trong đó: GD_{bd}^2 - mômen quán tính của bánh đà ;

GD_{Md}^2 - mômen quán tính của cơ cấu ;

GD_{dc}^2 - mômen quán tính của động cơ.

Khi có biểu đồ phụ tải, có thể tính được công suất của động cơ truyền động theo giá trị trung bình như sau :

Nếu đặt $M_1 = M_{emax}$; $M_{ocmax} = M_o$

Công của máy cho 1 cú đập búa là A (J).

Mômen cực đại được xác định như sau :

$$M_1 = \frac{A}{\omega t_1} \quad [N.m] \quad (1.62)$$

Trong đó : ω - tốc độ quay của động cơ (rad/s).

Mômen trung bình bằng :

$$M_{tb} = \frac{M_1 \left(\frac{M_0}{M_1} \cdot \frac{t_0}{t_1} + 1 \right)}{\left(\frac{t_0}{t_1} + 1 \right)} \quad (1.63)$$

Xác định công suất trung bình của động cơ :

$$P_{tb} = \frac{M_{tb}}{n \cdot 1000} \quad [kW] \quad (1.64)$$

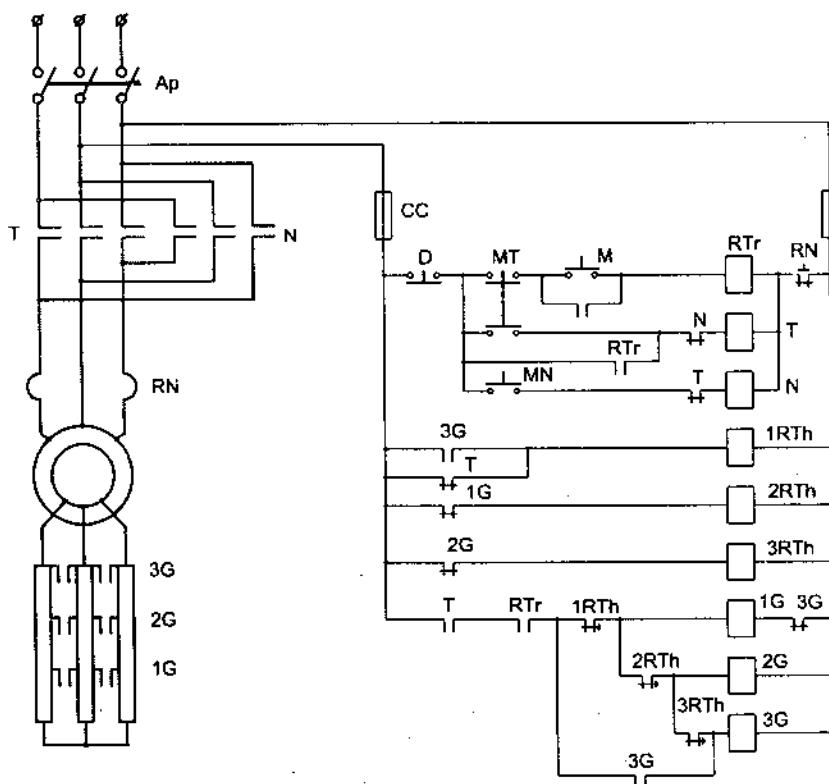
Trong đó : n - tốc độ của động cơ, vòng/phút.

Công suất của động cơ :

$$P_{dc} = K \cdot P_{tb} \quad (1.65)$$

Trong đó : K - hệ số dự trữ = (1,1 ÷ 1,3).

Sơ đồ khống chế hệ truyền động máy búa có bánh đà được biểu diễn trên hình 1.36.



Hình 1.36. Sơ đồ nguyên lý điện máy búa.

Để truyền động máy búa, dùng hệ truyền động xoay chiều rôto dây quấn, khởi động động cơ theo hàm thời gian nhờ các role thời gian 1Rth ÷ 3Rth.

Ở chế độ hiệu chỉnh máy dùng các nút ấn nháy MT, khi đó role trung gian RTr mất điện không cho phép 1G ÷ 3G làm việc, động cơ quay với tốc độ thấp nhất (toute bộ điện trở phụ được đấu vào dây quấn rôto của động cơ).

Đảo chiều quay của động cơ bằng nút bấm MN.

Bạn đọc tự tìm hiểu nguyên lý làm việc của sơ đồ để thấy quá trình loại điện trở phụ ra khỏi dây quấn của rôto động cơ trong quá trình khởi động như thế nào ?

1.6.2. Máy ép ma sát

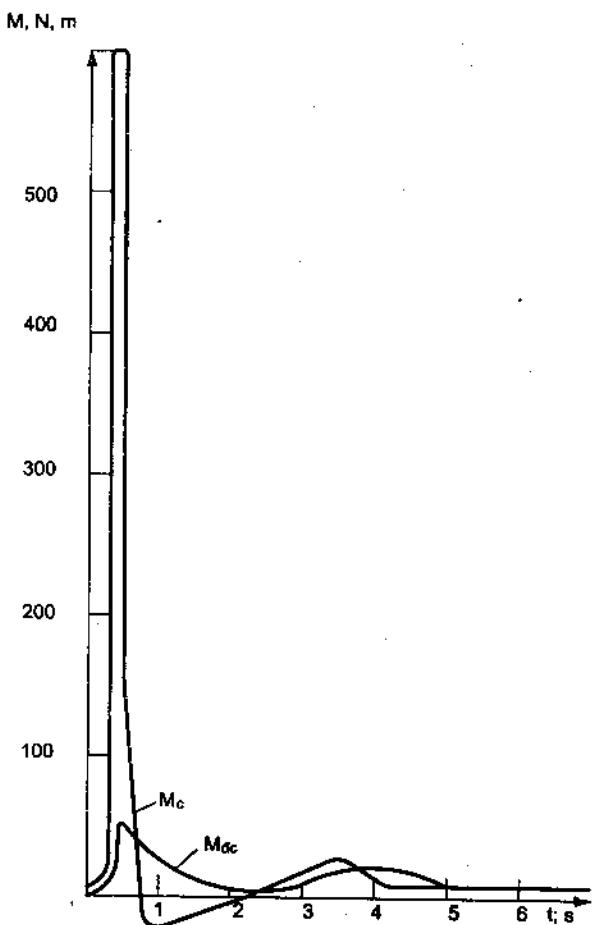
Phụ tải của máy ép ma sát cũng như máy búa là phụ tải xung. Đồ thị phụ tải của máy ép ma sát và động cơ truyền động máy ép được giới thiệu trên hình 1.37.

Để san phẳng phụ tải và giảm tiêu hao năng lượng trong động cơ, để truyền động máy ép ma sát dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rô-tô lồng sóc đặc biệt có hệ số trượt cao ($s = 0,07 \div 0,15$) kiểu AOC-2 có công suất tối 75kW với hệ số tiếp điện định mức TĐ% = 25%.

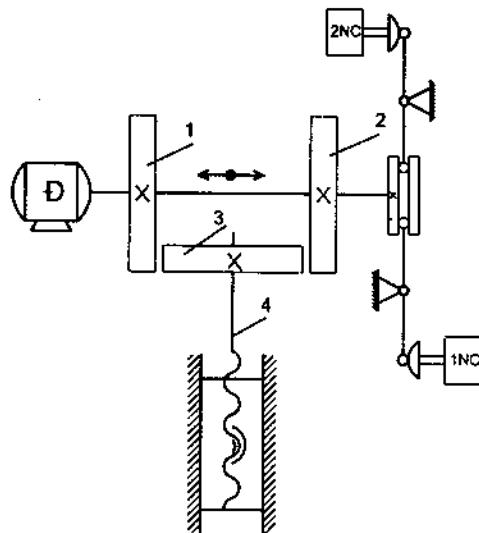
Sơ đồ động học và sơ đồ nguyên lý điện của máy ép ma sát được biểu diễn trên hình 1.38.

Nguyên lý làm việc của máy ép ma sát như sau :

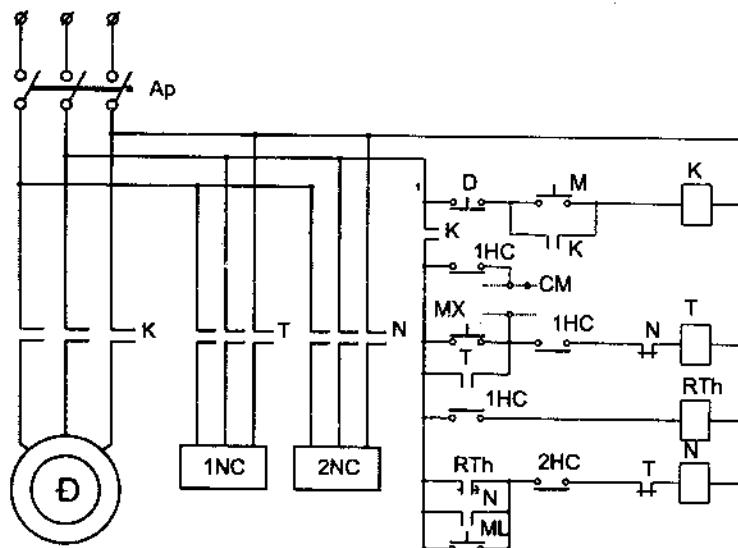
Ấn nút mở máy M, công tắc tơ K tác động, tiếp điểm của nó sẽ đóng cấp điện cho động cơ truyền động Đ và mạch điều khiển của máy. Sau đó ấn nút MX công tắc tơ T tác động, tiếp điểm của nó cấp nguồn cho nam châm điện 1NC, khi đó bánh đà 3, trục vít 4 và con trượt 4 sẽ ép sát vào đĩa 2, con trượt sẽ di chuyển theo chiều đi xuống. Khi con trượt chạm vào bề mặt trên của khuôn dập, công tắc hành trình 1HC bị án, công tắc tơ T và 1NC mất điện, đĩa 2 di ra khỏi bánh đà 3, đồng thời 1HC đóng điện cho rơ-le thời gian Rth, thời gian chỉnh định của nó đủ để bánh đà hoàn trả động năng để ép phôi. Sau một thời gian duy trì, Rth đóng điện cho công tắc tơ N cấp điện cho nam châm điện 2NC, khi đó bánh đà 3 sẽ ép vào đĩa 1, con trượt di chuyển theo chiều đi lên. Ở cuối hành trình nâng 2HC bị án cấp điện công tắc tơ N và 2NC. Con trượt ngừng di chuyển đi lên. Sau đó đóng chuyển mạch CM, công tắc tơ T lại có điện, chu kỳ trên được lặp lại.



Hình 1.37. Đồ thị phụ tải của máy ép ma sát.



a)



b)

Hình 1.38. Máy ép ma sát.

a) Sơ đồ động học ; b) Sơ đồ nguyên lý điện.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Hãy nêu các chuyển động chính và chuyển động ăn dao trong một số máy cắt gọt kim loại điển hình : máy tiện, máy mài, máy khoan, máy bào giường.
2. Trình bày các tham số đặc trưng cho chế độ cắt gọt trên các máy cắt gọt kim loại.
3. Nêu lên sự khác nhau của phụ tải trong chuyển động chính và chuyển động ăn dao.
4. Trình bày các phương pháp điều chỉnh tốc độ trong các máy cắt gọt kim loại. Ưu điểm của từng phương pháp.
5. Trình bày các phương pháp điều khiển trong các máy NC và CNC. Phạm vi ứng dụng của từng phương pháp.
6. Xây dựng họ đường đặc tính cơ Đ1 truyền động trực chính máy tiện 1540 khi điều chỉnh tốc độ ở hai vùng $\omega > \omega_{dm}$ và $\omega < \omega_{dm}$.
7. Thiết lập sơ đồ khối chức năng hệ truyền động ăn dao máy doa 2620.
8. Trình bày chức năng và nguyên lý hoạt động của cuộn phản hồi âm dòng có ngắt CK4 trong hệ truyền động di chuyển bàn máy bào giường 7210.

BÀI TẬP

Bài 1 : Tính chọn công suất động cơ truyền động di chuyển máy bào giường, biết các thông số cho trước sau :

- Vật liệu chi tiết gia công : thép đúc.
- Tiết diện phoi $(2 \times 10)\text{mm}^2$.
- Tốc độ di chuyển bàn khi cắt gọt $U_{th} = 10\text{m/phút}$.
- Lực cản cắt khi bào $F_z = 1800.10^6\text{N/m}^2$.
- Tốc độ di chuyển lùi bàn $v_{ng} = 2v_{th}$.
- Hiệu suất của máy : $\eta = 0,7$.

Bài giải :

Tính tiết diện phoi:

$$q = (2 \times 10)\text{mm}^2 = 2.10^{-5}\text{m}^2$$

Tính tốc độ di chuyển bàn (phải chọn tốc độ cực đại $v_{ng} = 2v_{th}$) :

$$v = (10 \times 2) \text{m/ph} = \frac{20}{60} \text{ m/s} = \frac{1}{3} \text{ m/s}$$

Tính công suất cần đặt lên trục động cơ (áp dụng công thức 1.18) :

$$P = \frac{F_z \cdot q \cdot v}{1000 \cdot \eta} = \frac{1800 \cdot 106 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \cdot 1}{1000 \cdot 0,7 \cdot 3} = 17,142 \text{kW}$$

Chọn công suất động cơ trong sổ tay tra cứu :

Ta chọn loại động cơ điện một chiều kích từ độc lập loại PIH-290 ;
 $P_{dm} = 19 \text{kW}$; $U_{dm} = 220 \text{V}$; $n_{dm} = 1300 \text{vg/ph}$.

Bài 2 : Tính chọn công suất động cơ truyền động quay mâm cắp cho máy tiện T630 với các thông số cho trước như sau :

- Vật liệu chi tiết gia công : thép.
- Lực cản cắt khi tiện : $F_z = 140 \text{kG/mm}^2$.
- Lượng ăn dao : $s = 2 \text{mm/vòng}$.
- Chiều sâu cắt : $t = 5 \text{mm}$.
- Tốc độ di chuyển bàn dao : $v = 5 \text{m/phút}$.
- Hiệu suất của máy : $\eta = 0,7$.

Đáp án : Động cơ không đồng bộ ba pha rô to lồng sóc AO-2-4 ; $P_{dm} = 5,5 \text{kW}$; $n_{dm} = 1440 \text{vg/ph}$; $\eta = 0,87$; $\cos\varphi = 0,9$.

Bài 3 : Tính chọn công suất truyền động quay mũi khoan cho máy khoan cần 2M55 với các thông số cho trước như sau :

- Vật liệu chi tiết gia công : gang.
- Đường kính mũi khoan : $d = 50 \text{mm}$.
- Lượng ăn dao : $s = 0,3 \text{mm/vòng}$.
- Tốc độ quay mũi khoan : $n = 250 \text{vg/ph}$.
- Lực cản cắt khi khoan : $F_z = 275 \text{kG/mm}^2$.
- Hiệu suất của máy $\eta = 0,7$.

Đáp án : Động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc AOC-2-4 ;
 $P_{dm} = 10 \text{kW}$; $n_{dm} = 1440 \text{vg/ph}$; $\eta = 0,19$; $\cos\varphi = 0,88$.

Bài 4 : Tính chọn công suất động cơ truyền động quay dao phay của máy quay đứng với các thông số cho trước sau đây :

- Vật liệu chi tiết gia công : thép.
- Bề rộng lớp phay : $b = 100 \text{mm}$.
- Chiều sâu cắt : $t = 5 \text{mm}$.
- Lượng ăn dao : $s = 1 \text{mm/vòng}$.

- Tốc độ quay của dao phay : $n = 200$ vòng/phút.
- Lực cắt khi phay : $F_z = 140$ kG/mm².
- Hiệu suất của máy : $\eta = 0,7$.

Đáp án : Chọn động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc AO-2-2 ; $P_{dm} = 4$ kW ; $n_{dm} = 2800$ vg/ph ; $\eta = 0,85$; $\cos\varphi = 0,89$.

Bài 5 : Tính chọn công suất động cơ truyền động di chuyển bàn dao máy tiện với các thông số cho trước sau đây :

- Khối lượng của bàn dao : $G = 540$ kg.
- Tốc độ di chuyển bàn dao : $v = 15$ m/ph.
- Hệ số ma sát của bàn trượt : $\mu = 0,1$.
- Hiệu suất của cơ cấu di chuyển bàn : $\eta = 0,1$.
- Hệ số quá tải về mô men khi khởi hành : $\lambda = 1,6$.

Đáp án : Chọn động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc loại AO-2-4 ; $P_{dm} = 1,5$ kW ; $n_{dm} = 1440$ vg/ph ; $\lambda_{mm} = 1,8$; $\eta = 0,89$; $\cos\varphi = 0,88$.

Bài 6 : Tính chọn công suất động cơ truyền động máy ép ma sát, biết các thông số sau :

- Công cần sinh ra cho một hành trình của máy A = $60 \cdot 10^3$ J.
- Số hành trình của máy : 20lần/phút.
- Tốc độ định mức của động cơ : $n_{dm} = 1400$ vg/ph.
- Thời gian hành trình làm việc : $t_1 = 1$ s.

Đáp án: Chọn động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc AOC-2-4 ; $P_{dm} = 28$ kW ; $n_{dm} = 1400$ vg/ph ; $s_{dm} = 65\%$; Khả năng quá tải về mô men $\lambda = \frac{M_{max}}{M_{dm}} = 2,3$.

Chương 2

TRANG BỊ ĐIỆN CÁC THIẾT BỊ GIA NHIỆT VÀ LUYỆN KIM

2.1. Trang bị điện các loại lò điện

2.1.1. Những vấn đề chung

Lò điện là thiết bị biến đổi điện năng thành nhiệt năng, dùng trong công nghệ nấu chảy vật liệu, công nghệ nung nóng và trong công nghệ nhiệt luyện.

Lò điện được sử dụng phổ biến trong nhiều ngành công nghiệp, trong ngành y tế v.v...

1. Đặc điểm của lò điện

- Có khả năng tạo ra nhiệt độ cao do nhiệt năng được tập trung trong một thể tích nhỏ.
- Do nhiệt năng tập trung, nhiệt tập trung nên lò có tốc độ nung nhanh và năng suất cao.
- Đảm bảo nung đều, dễ điều chỉnh, khống chế nhiệt và chế độ nhiệt.
- Lò đảm bảo được độ kín, có khả năng nung trong chân không hoặc trong môi trường có khí bảo vệ, vì vậy độ cháy tiêu hao kim loại không đáng kể.
- Có khả năng cơ khí hóa và tự động hóa ở mức cao.
- Đảm bảo điều kiện vệ sinh : không có bụi, không có khói.

2. Các phương pháp biến đổi điện năng

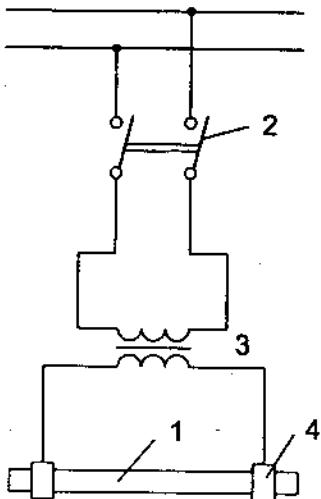
a) *Phương pháp điện trở*: Phương pháp điện trở dựa trên định luật Joule-Lence : khi cho dòng điện chạy qua dây dẫn, thì trên dây dẫn tỏa ra một nhiệt lượng, nhiệt lượng này được tính theo biểu thức :

$$Q = I^2 R t \quad [J] \quad (2.1)$$

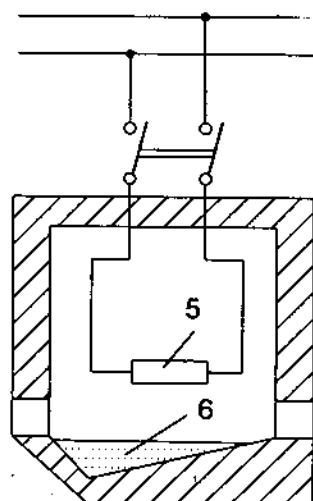
Trong đó : I - cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn A ;

R - điện trở dây dẫn, Ω ;

t - thời gian dòng điện chạy qua dây dẫn, s.



a)



b)

Hình 2.1. Nguyên lý làm việc của lò điện trở.

a) Đốt nóng trực tiếp ; b) Đốt nóng gián tiếp.

1. Vật liệu được nung nóng trực tiếp ; 2. Cầu dao ; 3. Biến áp ; 4. Đầu cấp điện ;
5. Dây đốt (dây điện trở) ; 6. Vật liệu được nung nóng gián tiếp.

Nguyên lý làm việc của lò điện trở được biểu diễn trên hình 2.1.

b) Phương pháp cảm ứng

Phương pháp cảm ứng dựa trên định luật cảm ứng điện từ của Faraday : Khi cho dòng điện đi qua cuộn cảm thì điện năng được biến thành năng lượng của từ trường biến thiên. Khi đặt khối kim loại vào trong từ trường biến thiên đó, trong khối kim loại sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng - dòng điện xoáy (dòng Foucault). Nhiệt năng của dòng điện xoáy sẽ nung nóng khối kim loại.

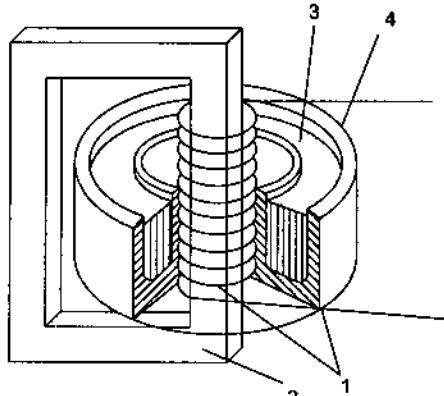
Nguyên lý làm việc của lò cảm ứng được biểu diễn trên hình 2.2.

c) Phương pháp hồ quang điện

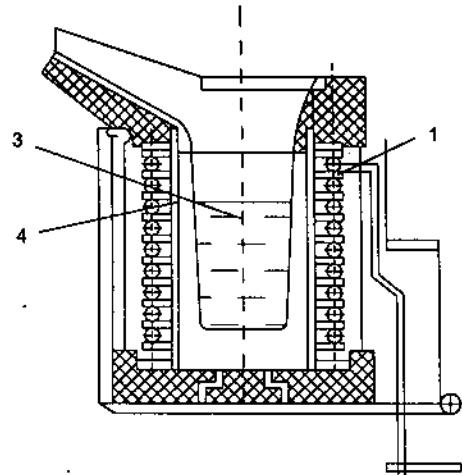
Phương pháp hồ quang điện dựa vào ngọn lửa hồ quang điện. Hồ quang điện là một trong những hiện tượng phóng điện qua chất khí.

Trong điều kiện bình thường thì chất khí không dẫn điện, nhưng nếu ion hoá khí và dưới tác dụng của điện trường thì khí sẽ dẫn điện. Khi hai điện cực tiếp cận nhau thì giữa chúng xuất hiện ngọn lửa hồ quang. Người ta lợi dụng nhiệt năng của ngọn lửa hồ quang để gia nhiệt cho vật nung hoặc nấu chảy.

Nguyên lý làm việc của hồ quang điện được biểu diễn trên hình 2.3.



a)

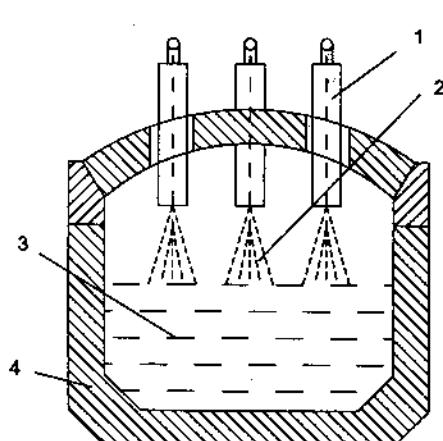


b)

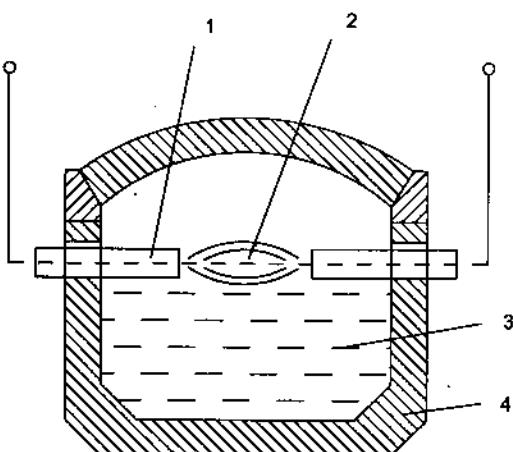
Hình 2.2. Nguyên lý làm việc của lò cảm ứng.

a) Lò cảm ứng có mạch từ ; b) Lò cảm ứng không có mạch từ.

1. Vòng cảm ứng ; 2. Mạch từ ; 3. Nồi lò ; 4. Tường lò bằng vật liệu chịu nhiệt.



a)



b)

Hình 2.3. Nguyên lý làm việc của lò hồ quang điện.

a) Lò hồ quang trực tiếp ; b) Lò hồ quang gián tiếp.

1. Điện cực ; 2. Ngọn lửa hồ quang ; 3. Vật gia nhiệt (kim loại) ; 4. Tường lò.

2.1.2. Lò điện trở

1. Khái niệm chung và phân loại

a) *Phân loại theo phương pháp tỏa nhiệt*

+ Lò điện trở tác dụng trực tiếp : Lò điện trở tác dụng trực tiếp là lò điện

trở mà vật nung được nung nóng trực tiếp bằng dòng điện chạy qua nó. Đặc điểm của lò này là tốc độ nung nhanh, cấu trúc của lò đơn giản. Để đảm bảo nung đều thì vật nung có tiết diện như nhau theo suốt chiều dài của vật.

+ Lò điện trở tác dụng gián tiếp là lò điện trở mà nhiệt năng toả ra ở dây điện trở (dây đốt), rồi dây đốt sẽ truyền nhiệt cho vật nung bằng bức xạ, đối lưu hoặc dẫn nhiệt.

b) *Phân loại theo nhiệt độ làm việc*

+ Lò nhiệt độ thấp : nhiệt độ làm việc của lò dưới 650°C .

+ Lò nhiệt độ trung bình : nhiệt độ làm việc của lò từ 650°C đến 1200°C .

+ Lò nhiệt độ cao : nhiệt độ làm việc của lò lớn hơn 1200°C .

2. Yêu cầu đối với vật liệu làm dây điện trở

Dây điện trở được đặt trong buồng lò hoặc buồng phát nhiệt, chúng làm việc ở môi trường nhiệt độ cao, vì vậy vật liệu làm dây điện trở cần thỏa mãn các yêu cầu sau :

a) Khả năng chịu được nhiệt độ cao, không bị ôxy hoá trong môi trường không khí nhiệt độ cao.

b) Độ bền nóng cao, độ bền cơ học tốt.

c) Điện trở suất cao.

d) Hệ số nhiệt điện trở bé.

3. Vật liệu làm dây điện trở

a) *Dây điện trở bằng hợp kim*

+ Hợp kim Crôm-Niken (Nicrôm). Hợp kim này có độ bền nhiệt cao vì có lớp màng Oxit Crôm (Cr_2O_3) bảo vệ, dẻo, dễ gia công, điện trở suất lớn, hệ số nhiệt điện trở bé.

+ Hợp kim Crôm-Nhôm (Fexran), có các đặc điểm như hợp kim Nicrôm nhưng có nhược điểm là giòn, khó gia công, độ bền cơ học kém trong môi trường nhiệt độ cao.

b) *Dây điện trở bằng kim loại*

Thường dùng những kim loại có nhiệt độ nóng chảy cao : Molipden (Mo), Tantan (Ta) và Wonfram (W) dùng cho các lò điện trở chân không hoặc lò điện trở có khí bảo vệ.

c) *Điện trở nung nóng bằng vật liệu kim loại*

+ Vật liệu Cacbuarun (SiC) chịu được nhiệt độ cao tới 1450°C , thường dùng cho lò điện trở có nhiệt độ làm việc cao, dùng để tối dụng cụ cắt gọt.

+ Cripton.

Cripton là hỗn hợp của graphit, cacbuarun và đất sét, chúng được chế

tạo dưới dạng hạt có đường kính 2 - 3mm, thường dùng cho lò điện trở trong phòng thí nghiệm yêu cầu nhiệt độ làm việc tới 1800°C.

Bảng 2.1. Đặc tính kỹ thuật vật liệu chế tạo dây điện trở là kim loại và hợp kim.

Bảng 2.2. Đặc tính kỹ thuật của thanh nung cacbuarun (Nga chế tạo).

2.2.4. Tính toán kích thước dây điện trở

Ở đây ta chỉ giới hạn tính toán dây điện trở là kim loại và hợp kim.

Dây điện trở làm từ kim loại và hợp kim được chế tạo với hai tiết diện : tiết diện tròn và tiết diện chữ nhật.

- Đối với tiết diện tròn cần tính hai thông số : đường kính dây (d) và chiều dài dây điện trở (L).

- Đối với dây điện trở tiết diện chữ nhật cần xác định các cạnh a, b ($b/a = m = 5 \div 10$) và chiều dài dây đốt (L).

Trong thực tế có hai loại lò : một pha và ba pha. Nếu công suất của lò lớn hơn 5kW phải làm lò ba pha, tránh hiện tượng lệch phụ tải cho lưới điện. Nhưng khi tính toán chỉ cần tính cho một pha, vì trị số điện trở của dây dẫn của ba pha phải như nhau.

Việc tính toán kích thước dây điện trở được dựa trên hai biểu thức sau :

+ Biểu thức phản ánh quá trình biến đổi điện năng thành nhiệt năng

$$P = W_{dd} \cdot F \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (2.2)$$

+ Biểu thức phản ánh các thông số điện

$$P = \frac{U^2}{R} \cdot 10^{-3} = \frac{U^2}{\rho \frac{L}{S}} \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (2.3)$$

Trong đó : P - công suất của dây điện trở, kW ;

W_{dd} - công suất bề mặt riêng của dây điện trở thực, W/cm^2 ;

(trị số của W_{dd} được tra trong sổ tay tra cứu của nhà chế tạo) ;

F - diện tích xung quanh của dây điện trở, cm^2 ;

U - điện áp giữa hai đầu dây điện trở, V ;

R - điện trở của dây đốt, Ω ;

ρ - điện trở suất của vật liệu chế tạo dây điện trở, $\Omega \text{mm}^2/\text{m}$;

L - chiều dài của dây điện trở, m ;

S - diện tích của tiết diện cắt ngang của dây điện trở, mm^2 .

Mặt khác biểu thức (2.2) có thể viết dưới dạng sau :

Bảng 2.1. Đặc tính kỹ thuật vật liệu chế tạo dây điện trở là kim loại và hợp kim

Vật liệu làm dây điện trở	Khối lượng riêng ở 20°C, g/cm ³	Điện trở suất σ 0°C, ρ_0 , Ωmm ² /m	Hệ số nhiệt diện trở $a \cdot 10^3$	Nhiệt độ cháy lỏng, °C	Nhiệt độ làm việc cực đại, °C	Nhiệt độ làm việc t, °C	
						Làm việc liên tục	Làm việc gián đoạn
- X20H80	8,40	1,100	0,035	1400	1150	1050	1000
Nierfom - X20H80T	8,20	1,270	0,022	1400	1200	1050	1000
- X15H60	8,30	1,100	0,100	1400	1050	950	900
Thép - X25H20	7,85	0,900	0,350	1400	1100	850	800
Hợp kim - X13 4	7,20	1,260	0,150	1450	900	750	650
Hợp kim - OX17 5	7,10	1,300	0,060	1450	1050		
Hợp kim - OX25 5	7,00	1,400	0,050	1450	1200		
- 595(OX23 5A)	7,30	1,350	0,050	1525	1250	1050	1000
- 626(OX27 5A)	7,20	1,420	0,022	1525	1300	1150	1100
Vonfram, W	19,34	0,050	4,300	3410	3000*		
Molibden, Mo	10,20	0,052	5,100	2625	2200*		
Platin, Pt	21,46	0,098	8,950	1755	1400		
Sắt, Fe	7,88	0,090	11,300	1535	400		
Niken, Ni	8,90	0,065	13,400	1452	1000		
Những vật liệu phi kim loại (**)							
Sic (cachuarun)	2,30	800 + 1900	Thay đổi	-	1500	1250	1200
Grafit	1,60	8 + 3	theo nhiệt	-	2000 (2800)*		
Cacbon (than)	1,60	10 + 60	độ (hệ số nhiệt điện trở âm)	-	2000 (2500)*		
Cripton (hỗn hợp của graphit, cacbon và đất sét)	1,00 + 1,25	600 + 2000			1800		

Ghi chú: * Trong chân không hoặc trong môi trường khí bảo vệ.

** Khối lượng riêng thay bằng khối lượng đồng $\rho_1 = \rho_0(1 + \alpha \cdot t)$

Bảng 2.2. Đặc tính kỹ thuật của thanh nung cacbuarun (Nga chế tạo)

Kiểu thanh	Kích thước, mm		Diện tích bê mặt làm việc, cm ²	Điện trở của toàn thanh ở trạng thái nóng, Ω
	Chiều dài toàn thanh	Đường kính hai đầu		
Thanh nung công nghiệp				
KHC - 25x300	406	-	236	0,77 + 1,75
KHC - 25x300	1120	25	236	1,1 + 1,55
KHC - 25x400	1220	25	314	1,2 + 1,80
KHC - 32x560	711	-	564	1,2 + 2,8
KHMB - 25x400	640	-	314	1,1 + 2,0
Dùng ở phòng thí nghiệm				
KHM - 8x100	270	14	25,1	1,0 + 2,0
KHM - 8x150	270	14	37,8	1,5 + 3,0
KHM - 8x150	320	14	37,8	1,5 + 3,0
KHM - 8x150	420	14	37,8	1,5 + 3,0
KHM - 8x180	300	14	45,2	1,8 + 3,6
KHM - 8x180	350	14	45,2	1,8 + 3,6
KHM - 8x180	400	14	45,2	1,8 + 3,6
KHM - 8x180	480	14	45,2	1,8 + 3,6
KHM - 8x200	500	14	50,2	2,0 + 4,0
KHM - 8x250	450	14	62,5	2,5 + 5,0
KHM - 12x250	750	18	94,2	1,5 + 3,0
KHM - 14x300	800	23	132,0	1,75 + 3,5
Công nghiệp và phòng thí nghiệm				
KHA - 12x200	280	-	75,4	4,4 + 9,0
KHA - 12x230	320	-	86,5	4,5 + 9,0
KHA - 16x320	280	-	115	4,5 + 9,0
<i>Ghi chú :</i>				
1. Sai số điện trở không lớn hơn 4%.				
2. Hai chữ số viết ở mác thanh nung: chữ số thứ nhất là đường kính phần làm việc, chữ số thứ hai là chiều dài phần làm việc.				

$$P = W_{dd} \cdot C \cdot L \cdot 10^{-2} \quad [\text{kW}] \quad (2.4)$$

Trong đó : C - chu vi của dây điện trở, mm.
Từ biểu thức (2.4) rút ra :

$$L = \frac{P \cdot 10^2}{W_{dd} \cdot C} \quad [\text{m}] \quad (2.5)$$

Từ biểu thức (2.3) rút ra :

$$L = \frac{U^2 \cdot S}{P \cdot \rho} \cdot 10^{-3} \quad [\text{m}] \quad (2.6)$$

Cân bằng hai biểu thức (2.5) và (2.6) ta có :

$$C \cdot S = \frac{P^2 \cdot \rho \cdot 10^5}{U^2 \cdot W_{dd}} \quad [\text{mm}^3] \quad (2.7)$$

a) Đối với dây điện trở có tiết diện tròn

$$C = \pi d, \quad S = \frac{\pi d^2}{4}$$

Thay vào (2.7) và tìm d, ta có :

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 10^5 \cdot \rho \cdot P^2}{\pi^2 \cdot U^2 \cdot W_{dd}}} \quad [\text{mm}] \quad (2.8)$$

$$L = \frac{RS}{\rho} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot P \cdot U^2}{4\pi\rho W_{dd}}} \quad [\text{m}] \quad (2.9)$$

b) Đối với dây đốt có tiết diện hình chữ nhật ($m=b/a$)

$$C = (a+b) \cdot 2 = 2a(m+1)$$

$$S = a \cdot b = ma^2$$

Thay vào biểu thức (2.7) và tìm a, ta có :

$$a = \sqrt[3]{\frac{5 \cdot 10^4 \rho \cdot P^2}{m(m+1)U^2 W_{dd}}} \quad [\text{mm}] \quad (2.10)$$

$$L = \frac{RS}{\rho} = \sqrt[3]{\frac{2,5 \cdot P \cdot U^2 \cdot m}{(m+1)^2 \rho W_{dd}}} \quad [\text{m}] \quad (2.11)$$

2.2.5. Các loại lò điện trở thông dụng

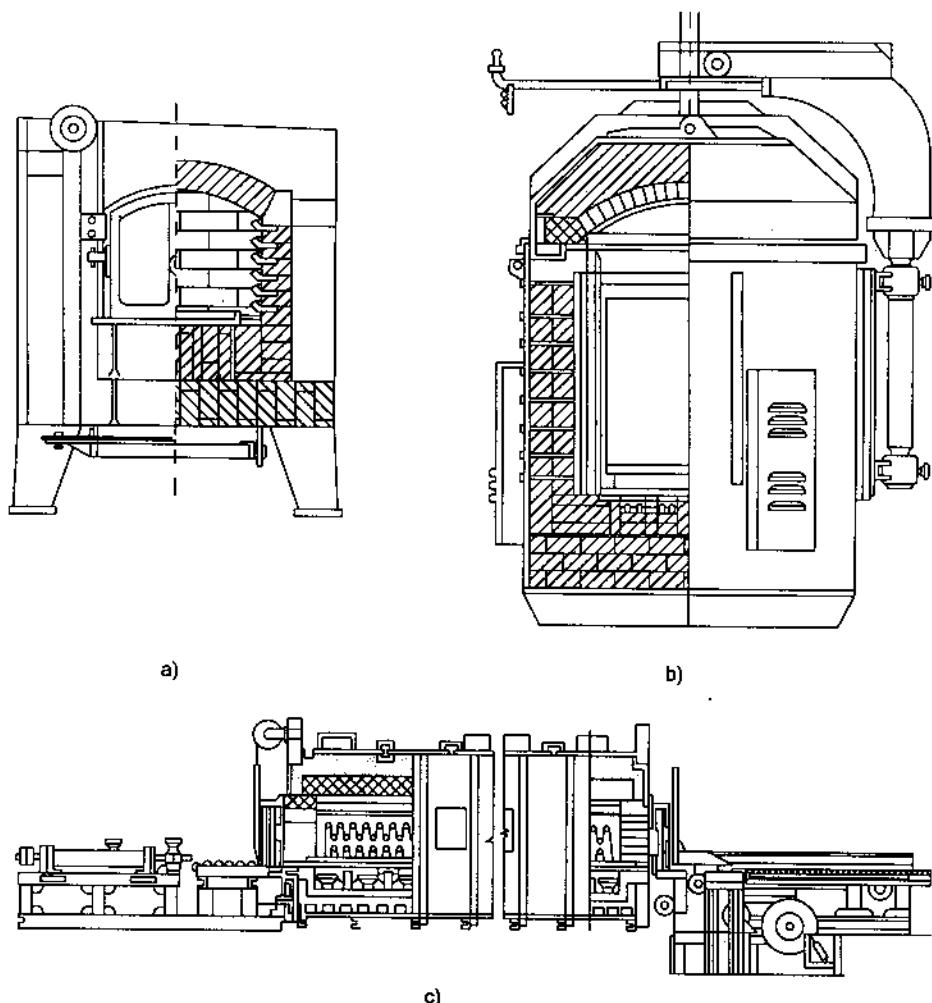
Theo chế độ nung, lò điện trở phân thành hai nhóm chính :

a) Lò nung nóng theo chu kỳ

Bao gồm :

+ Lò buồng (hình 2.4a) thường dùng để nhiệt luyện kim loại (thường hoá, ủ, thấm than v.v...). Lò buồng được chế tạo với cấp công suất từ 15kW đến 75kW, nhiệt độ làm việc tới 950°C . Lò buồng dùng để tòi dao cụ có nhiệt độ làm việc tới 1350°C , dùng dây điện trở bằng các thanh nung cacbuarun.

+ Lò giếng thường dùng để tòi kim loại và nhiệt luyện kim loại (hình 2.4b). Buồng lò có dạng hình trụ tròn được chôn sâu trong lòng đất có nắp dày. Lò giếng được chế tạo với cấp công suất từ 30 đến 75kW.



Hình 2.4. Các loại lò điện trở.

a) Lò buồng ; b) Lò giếng ; c) Lò đẩy.

+ Lò đẩy (hình 2.4c) có buồng kích thước chữ nhật dài. Các chi tiết cần nung được đặt lên giá và tôi theo từng mẻ. Giá đỡ chi tiết được đưa vào buồng lò theo đường ray bằng một bộ đẩy dùng kính thuỷ lực hoặc kính khí nén.

b) Lò nung nóng liên tục bao gồm

+ Lò băng : Buồng lò có tiết diện chữ nhật dài, có băng tải chuyển động liên tục trong buồng lò. Chi tiết cần gia nhiệt được sắp xếp trên băng tải. Lò buồng thường dùng để sấy chai, lọ trong công nghiệp chế biến thực phẩm.

+ Lò quay thường dùng để nhiệt luyện các chi tiết có kích thước nhỏ (bi, con lăn, vòng bi), các chi tiết cần gia nhiệt được bỏ trong thùng, trong quá trình nung nóng, thùng quay liên tục nhờ một hệ thống truyền động điện.

6. Không chế và ổn định nhiệt độ lò điện trở

a) Đặt vấn đề

+ Theo định luật Joule-Lence

$$Q = 0,238 \cdot I^2 \cdot R \cdot t \quad [\text{cal}] \quad (2.12)$$

Trong đó : Q - nhiệt lượng tỏa ra của dây điện trở, cal ;

I - dòng điện đi qua dây điện trở, A ;

R - điện trở của dây điện trở, Ω ;

t - thời gian dòng điện đi qua dây điện trở (thời gian nung), s.

+ Thời gian nung chi tiết đến nhiệt độ yêu cầu:

$$t = \frac{G \cdot C(t_1 - t_2)}{a} \quad [\text{s}] \quad (2.13)$$

Trong đó : G - khối lượng của chi tiết có độ dài 100mm, kg ;

t_1 - nhiệt độ yêu cầu, $^{\circ}\text{C}$;

t_2 - nhiệt độ môi trường, $^{\circ}\text{C}$;

C - nhiệt dung trung bình của chi tiết cần nung ;

a - tốc độ tỏa nhiệt của chi tiết có độ dài 100mm, kcal/s.

+ Công suất điện cần cung cấp cho chi tiết nung có độ dài là 1 mm :

$$P_2 = \frac{4,18 \cdot 1 \cdot a}{100} \quad [\text{kW}] \quad (2.14)$$

+ Công suất tiêu thụ của lò điện trở:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta \cdot \cos\varphi} \quad [\text{kW}] \quad (2.15)$$

Trong đó : η - hiệu suất của lò ($\eta = 0,7 + 0,75$) ;

$\cos\varphi$ - hệ số công suất của lò ($\cos\varphi = 0,8 + 0,85$).

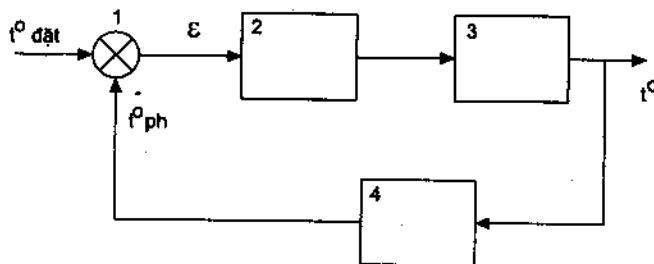
Từ các biểu thức nêu trên, ta rút ra rằng : để điều chỉnh nhiệt độ lò điện trở có thể thực hiện bằng cách điều chỉnh công suất cấp cho lò điện trở.

Điều chỉnh công suất lò điện trở có thể thực hiện bằng các phương pháp sau :

- Hạn chế công suất cấp cho dây điện trở bằng cách đấu thêm điện trở phụ (cuộn không bão hòa, điện trở).
- Dùng biến áp tự ngẫu, hoặc biến áp có nhiều đầu dây sơ cấp để cấp cho lò điện trở.
- Thay đổi sơ đồ đấu dây của dây điện trở (từ tam giác sang sao, hoặc từ nối tiếp sang song song).
- Đóng cắt nguồn cấp cho dây điện trở theo chu kỳ.
- Dùng bộ điều áp xoay chiều để thay đổi trị số điện áp cấp cho dây điện trở.

b) Các loại cảm biến nhiệt độ

Sơ đồ khối chức năng của hệ thống điều chỉnh và ổn định nhiệt độ được biểu diễn trên hình 2.5.



Hình 2.5. Sơ đồ khối chức năng của hệ thống điều chỉnh và ổn định nhiệt độ lò điện trở.

Trong sơ đồ khối chức năng gồm có các khâu chính sau :

- Lò điện trở 3 là đối tượng điều chỉnh với tham số điều khiển là nhiệt độ của lò (t°).

- Bộ điều chỉnh và ổn định nhiệt độ 2 (thay đổi các thông số nguồn cấp cấp cho lò điện trở).

- Bộ tổng hợp tín hiệu điều khiển 1 ($\varepsilon = t^\circ_{\text{đặt}} - t^\circ_{\text{ph}}$).

- Cảm biến nhiệt độ 4, có chức năng gia công ra một tín hiệu điện tỷ lệ với nhiệt độ của lò.

Để nâng cao độ chính xác khi khống chế và ổn định nhiệt độ của lò điện trở, hệ thống điều chỉnh nhiệt độ lò điện trở là hệ thống kín (có mạch vòng phản hồi).

Việc điều chỉnh và ổn định nhiệt độ của lò được thực hiện thông qua việc thay đổi các thông số nguồn cấp điện cho lò. Như vậy tín hiệu phản hồi tỷ lệ với nhiệt độ của lò phải là tín hiệu điện, chính cảm biến nhiệt độ sẽ thực hiện chức năng đó trong hệ thống khống chế và ổn định nhiệt độ lò điện trở.

Hiện nay thường dùng các loại cảm biến nhiệt độ sau :

- + Nhiệt kế thuỷ ngân : chiều cao của cột nước thuỷ ngân tỷ lệ thuận với nhiệt độ của lò. Cấu tạo của nó gồm có: 1- điện cực tĩnh (có thể dịch chuyển được bằng nam châm vĩnh cửu) ; 2- Nước thuỷ ngân đóng vai trò như một cực động ; 3- Vỏ thuỷ tinh (hình 2.6).

Như vậy, điện cực 1 và 2 tạo thành một cặp tiếp điểm. Khi nhiệt độ trong lò nhỏ hơn trị số nhiệt độ đặt, tiếp điểm 1-2 hở, còn khi nhiệt độ của lò bằng hoặc lớn hơn nhiệt độ đặt, tiếp điểm 1-2 kín. Việc thay đổi trị số nhiệt độ đặt thực hiện bằng cách dịch chuyển điện cực tĩnh 1 bằng nam châm vĩnh cửu.

- *Ưu điểm* : Cấu tạo đơn giản, cùng một lúc thực hiện ba chức năng : cảm biến, khâu chấp hành và chỉ thị nhiệt độ.

- *Nhược điểm* : Chỉ dùng được đối với lò điện nhiệt độ thấp ($t^{\circ} \leq 650^{\circ}\text{C}$), độ nhạy không cao do quán tính nhiệt của nước thuỷ ngân lớn.

- + *Nhiệt điện trở (RN)*. Trị số điện trở của nhiệt điện trở thay đổi theo nhiệt độ theo biểu thức sau :

$$R_{RN} = R_{RNO}(1 + \alpha t^{\circ}) \quad [\Omega] \quad (2.16)$$

Trong đó : R_{RN} - trị số điện trở của nhiệt điện trở, Ω ;

R_{RNO} - trị số điện trở của nhiệt điện trở trong điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ môi trường), Ω ;

α - hệ số nhiệt điện trở, $\Omega^{\circ}\text{C}$.

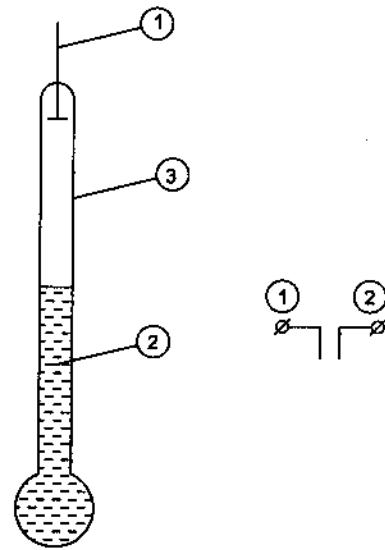
Với công nghệ chế tạo vật liệu bán dẫn, người ta có thể chế tạo được nhiệt điện trở với $\alpha > 0$ và $\alpha < 0$.

- *Ưu điểm* : cấu tạo đơn giản, kích thước nhỏ gọn, dễ gá lắp trong lò.

- *Nhược điểm* : chỉ dùng được đối với lò nhiệt độ thấp (t° làm việc $\leq 650^{\circ}\text{C}$), trị số điện trở của nó chỉ tỷ lệ tuyến tính với nhiệt độ trong một dải nhất định.

- + *Cặp nhiệt ngẫu (CNN)* có tên gọi thường dùng : can nhiệt.

Khi đưa can nhiệt vào lò, nó sẽ xuất hiện một sức nhiệt điện e , trị số của e tỷ lệ tuyến tính với nhiệt độ của lò.



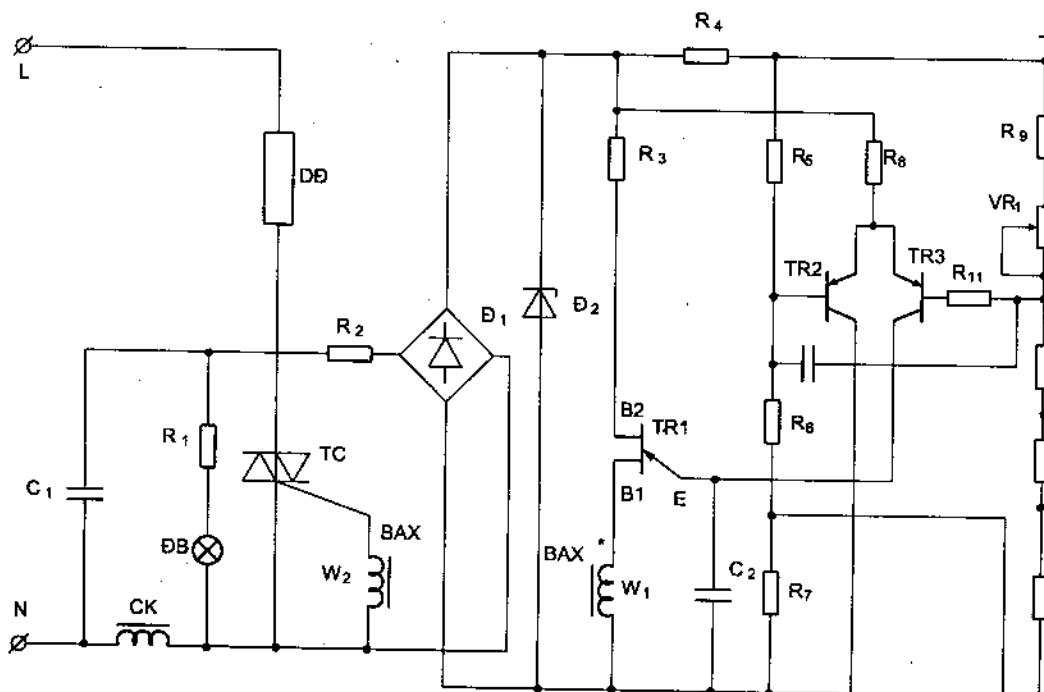
Hình 2.6. Cấu tạo của cảm biến nhiệt độ loại nhiệt kế thuỷ ngân.

- **Ưu điểm**: trị số sức nhiệt điện e tỷ lệ tuyến tính với nhiệt độ trong một dải rất rộng, được dùng trong tất cả các loại lò nhiệt độ làm việc tới 1350°C .

- **Nhược điểm**: trị số sức nhiệt điện rất bé nên cần có một khâu khuếch đại chất lượng cao.

7. Một số sơ đồ không chế nhiệt độ lò điện trở điển hình

a) Sơ đồ không chế nhiệt độ lò điện trở bằng bộ điều áp xoay chiều dùng triac (hình 2.7).



Hình 2.7. Sơ đồ mạch điện nguyên lý.

+ Thông số kỹ thuật của lò :

Đây là lò công suất nhỏ, nhiệt độ làm việc thấp dùng để nuôi, cấy vi trùng trong các viện nghiên cứu của Bộ Y tế được Vương quốc Anh viện trợ.

- Công suất định mức : $P_{dm} = 500\text{W}$.

- Nhiệt độ làm việc : $t^{\circ} = 37^{\circ} \pm 1^{\circ}$.

+ Nguyên lý điều chỉnh và ổn định nhiệt độ :

Nguyên lý điều chỉnh nhiệt độ lò điện trở thực hiện bằng cách : điều chỉnh trị số điện áp nguồn cấp cho dây điện trở bằng cách thay đổi góc mở α của triac TC. Trị số góc mở α của triac được xác định bằng tốc độ nạp của tụ C_2 . Tốc độ nạp của tụ C_2 phụ thuộc vào dòng collecto của transito TR_3 (I_c).

- Dòng I_c của transito TR_3 xác định theo biểu thức :

$$I_c = \frac{U_{BE}}{R_8} \quad [A] \quad (2.17)$$

Trong đó : U_{BE} - điện áp đặt lên cực B và E của TR_3 .

$$U_{BE} = \frac{U_{CC} \cdot R_{7-8}}{R_{7-8} + R_{VR2} + R_{VR3} + R_{10} + R_7} \quad [V] \quad (2.18)$$

Trong đó :

$$R_{7-8} = \frac{(R_9 + R_{VR1})R_{RN}}{R_9 + R_{VR1} + R_{RN}} \quad [\Omega]; \quad (2.19)$$

U_{CC} - điện áp nguồn cấp bằng điện áp ổn áp của diốt Zener D_2 ;

R_{RN} - là trị số của nhiệt điện trở RN (có $\alpha < 0$).

- Điện áp trên tụ C_2 bằng :

$$U_{C2} = \frac{1}{C_2} \int I_C dt = \frac{U_{BE}}{R_8 C_2} \cdot t \quad [V] \quad (2.20)$$

Tụ C_2 được nạp cho đến khi trị số điện áp trên tụ $U_{C2} \geq U_{ng}$. (U_{ng} - là điện áp ngưỡng của transito TR_2). Transito TR_2 là transito một tiếp giáp (UJT) có điện áp ngưỡng.

$$U_{ng} = U_{EB1} = 0,68 U_{CC}$$

Khi điện áp trên tụ C_2 : $U_{C2} \geq U_{ng}$ - transito TR_2 thông, tụ C_2 được phóng qua cuộn dây sơ cấp của biến áp xung W_1 , cuộn thứ cấp của biến áp W_2 sẽ xuất hiện xung điều khiển đặt lên cực điều khiển của triac TC.

Như vậy, góc α của triac TC phụ thuộc vào điện áp U_{BE} và được xác định theo biểu thức sau:

$$\alpha = \omega t = \frac{2\pi f \cdot R_3 \cdot U_{ng}}{U_{BE}} \quad [rad] \quad (2.21)$$

U_{BE} phụ thuộc vào : R_{RN} , R_{VR1} , R_{VR2} và R_{VR3} .

Trong đó chiết áp : VR1, VR2 là chiết áp chỉnh định để chọn điểm làm việc hợp lý.

Chiết áp VR3 để đặt nhiệt độ.

Đồ thị điện áp tại các điểm đo của sơ đồ được biểu diễn trên hình 2.8.

+ Nguyên lý ổn định nhiệt độ :

Giả sử nhiệt độ trong lò vì một lý do nào đó giảm xuống bé hơn nhiệt độ đặt ($t^o < t^o$ đặt), trị số điện trở của nhiệt điện trở tăng (R_{RN} tăng) làm cho U_{BE} của transistor TR_3 tăng lên (thể B âm hơn) dẫn đến I_c tăng, tốc độ nạp của tụ C_2 nhanh hơn cuối cùng góc mở α của TC giảm, điện áp cấp cho dây điện trở tăng và nhiệt độ của lò sẽ tăng đến giá trị nhiệt độ đặt.

b) Sơ đồ khống chế ổn định nhiệt độ lò điện trở bằng bộ điều áp xoay chiều ba pha dùng tiristo

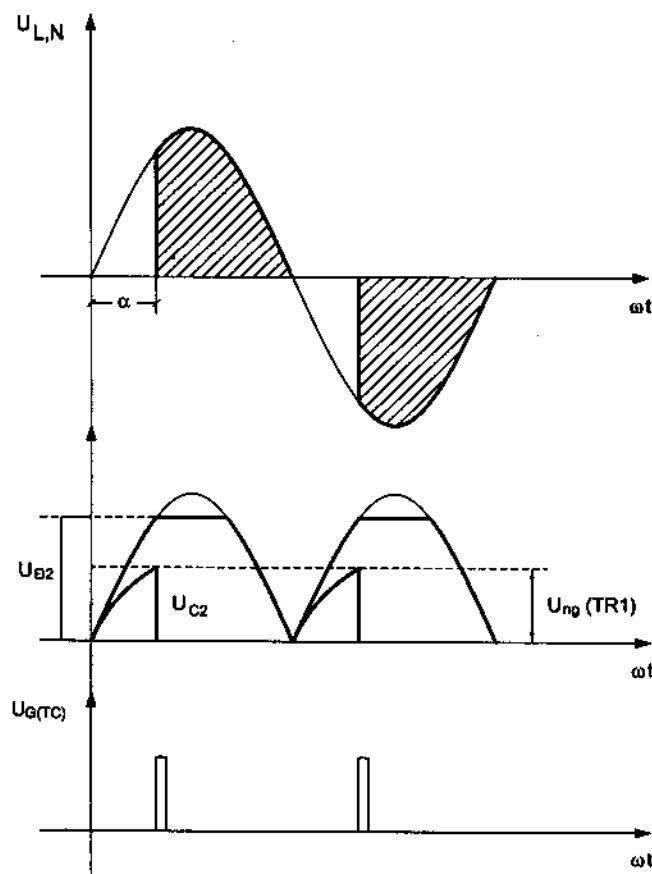
Đối với lò điện trở có công suất lớn hơn 5kW, để tránh hiện tượng lệch phụ tải cho lưới điện nên phải là lò ba pha. Để khống chế và ổn định nhiệt độ của lò người ta dùng bộ điều áp xoay chiều ba pha cấp điện cho dây điện trở của lò.

+ Sơ đồ mạch lực của lò (hình 2.9).

Sơ đồ này được áp dụng đối với lò điện trở có dải công suất tiêu thụ từ 5 đến 90kW (tùy thuộc vào trị số dòng trung bình đi qua các tiristo 1T + 6T mà mình chọn).

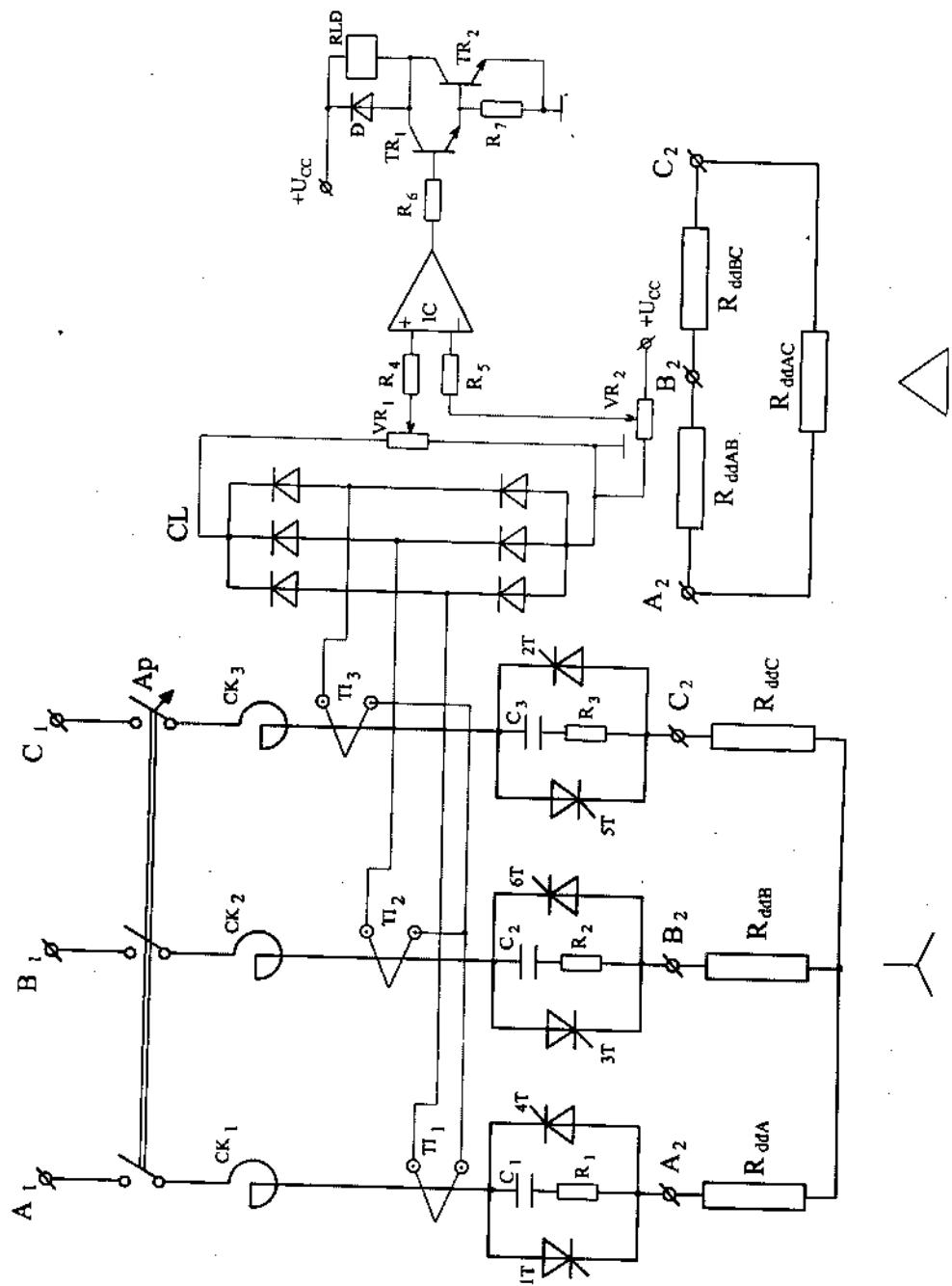
Mạch lực gồm các phần tử chính sau :

- Cuộn kháng xoay chiều $CK_1 + CK_3$ dùng để hạn chế dòng ngắn mạch và hạn chế tốc độ tăng trưởng dòng ($\frac{di}{dt}$) bảo vệ các tiristo.
- Bộ điều áp xoay chiều ba pha điều khiển hoàn toàn dùng tiristo 1T + 6T (có thể thay bằng bộ điều áp xoay chiều ba pha bán điều khiển, ví dụ thay các tiristo 4T, 6T, 2T bằng 3 diốt).

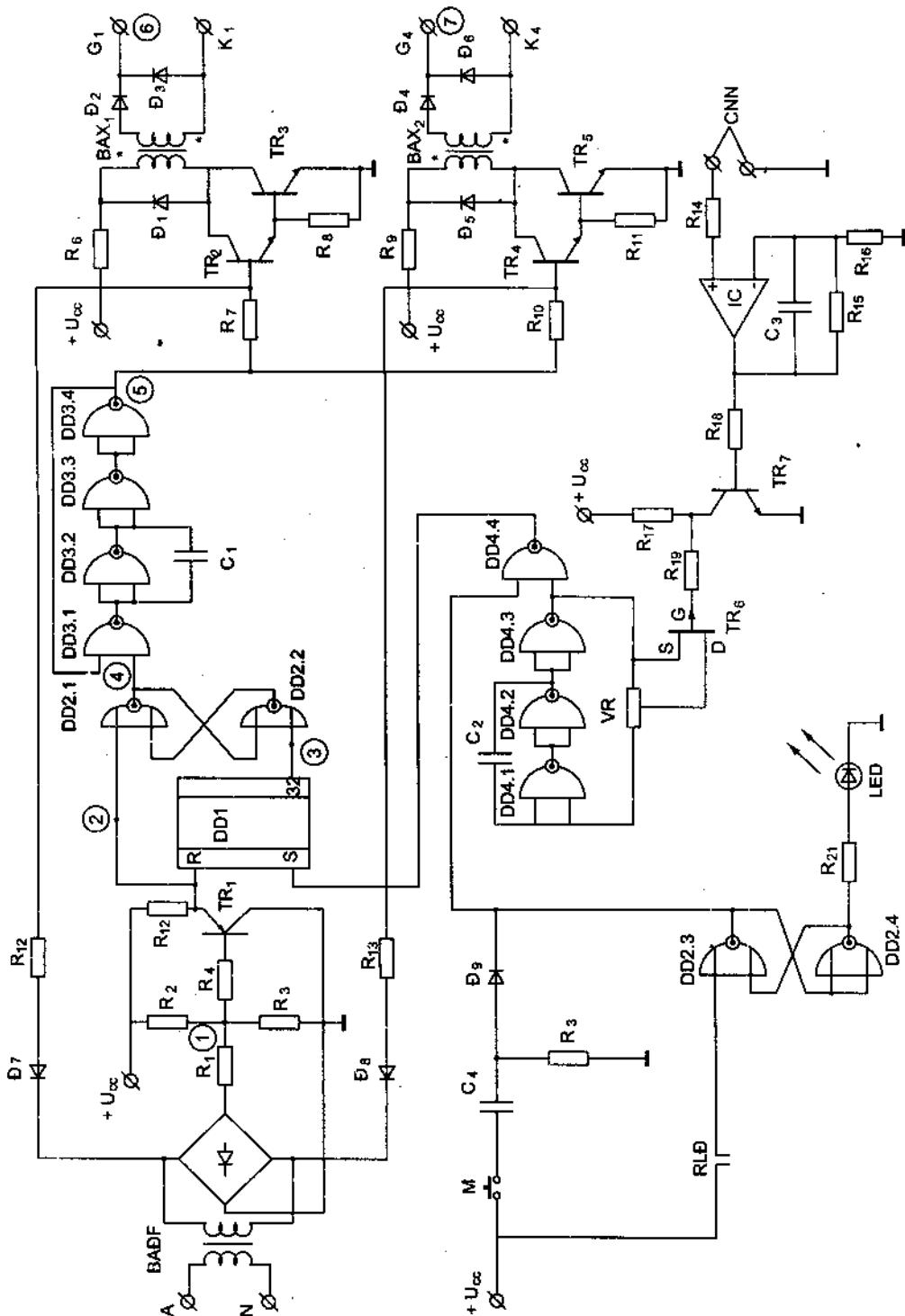


Hình 2.8. Đồ thị điện áp.

- R_{ddA} , R_{ddB} và R_{ddC} là dây điện trở của lò đấu theo hình sao (λ). Dây điện trở của lò cũng có thể nối theo hình tam giác (Δ) tùy thuộc vào kích thước dây điện trở khi tính chon.



Hình 2.9. Sơ đồ mạch lực.



Hình 2.10a. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển.

- Mạch $(R_1-C_1) + (R_3-C_3)$ dùng để hạn chế tốc độ tăng trưởng điện áp du ($\frac{du}{dt}$) để bảo vệ các tiristo.

+ Mạch điều khiển (hình 2.10).

Mạch điều khiển bộ điều áp xoay chiều có chức năng thay đổi góc mở α của các tiristo 1T + 6T để thay đổi điện áp cấp cho dây điện trở của lò, chính là thực hiện chức năng điều chỉnh và ổn định nhiệt độ của lò.

Mạch điều khiển gồm các khối chính sau :

* Khối điều khiển xung pha (ĐKXF) gồm có ba khối tương tự nhau (sơ đồ nguyên lý vẽ cho pha A) gồm các khâu sau :

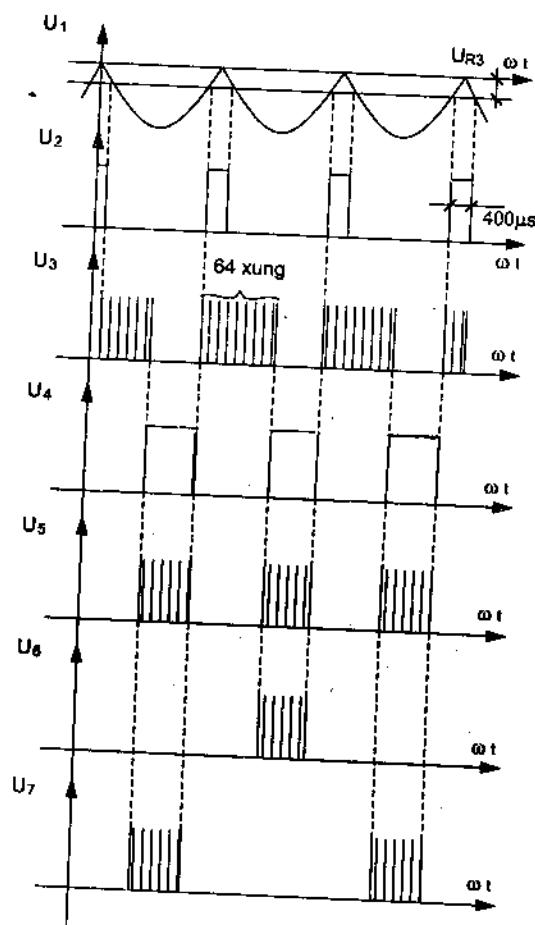
- Khâu đồng pha và xác định thời điểm qua "O" của điện áp lưới (BADF- biến áp đồng pha, cầu chỉnh lưu CL, $R_1 + R_5$ và transito TR_1).

- Khâu so sánh và tạo thời điểm phát xung (dùng bộ đếm DD1).

- Mạch lật nhớ trạng thái (dùng trig R-S : DD2.1 + DD2.2).

- Khâu băm xung (DD3.1 + DD3.4).

- Khâu khuếch đại xung (biến áp xung BAX₁, BAX₂, $R_6 + R_9$, diốt D₁ + D₆ và transito TR₂ + TR₅).



Hình 2.10b. Đồ thị điện áp tại các điểm đo.

- Mạch cấm (R_{12} , R_{13} , D_7 và D_8).

* Khối tổng hợp tín hiệu điều khiển gồm các khâu sau :

- Khâu phát xung cao tần ($DD4.1 + DD4.4$, chiết áp VR và tụ điện $C2$) tương đương như khâu tạo điện áp chủ đạo trong các sơ đồ điều khiển xung pha theo nguyên tắc "thẳng đứng". Tần số phát của khâu này có thể thay đổi từ 5kHz đến 1MHz bằng cách thay đổi trị số điện trở của chiết áp VR.

- Khâu gia công tín hiệu phản hồi âm nhiệt độ gồm : cảm biến nhiệt độ (cặp nhiệt ngẫu CNN), khuếch đại thuật toán IC, transito TR_7 , transito trường TR_6 , tụ C_3 và các điện trở $R_{14} + R_{19}$. Transito trường TR_6 đóng vai trò như một điện trở động đấu song song với chiết áp VR. Trị số điện trở của nó (R_{S-D}) thay đổi phụ thuộc vào nhiệt độ của lò.

* Khối bảo vệ quá dòng gồm các khâu sau :

- Khâu gia công tín hiệu tỷ lệ với dòng tiêu thụ của lò là ba biến dòng $TI_1 + TI_3$, transito $TR_1 + TR_2$, khuếch đại thuật toán IC, cầu chỉnh lưu CL, chiết áp $VR_1 + VR_2$, diode D, các điện trở $R_1 + R_7$ và role liên động RLĐ (xem hình 2.9).

- Khâu nhớ trạng thái và phục hồi gồm trigger R-S ($DD2.3 + DD2.4$), nút bấm phục hồi M, tụ C_4 , $R_{20} + R_{21}$ và đèn báo LED.

Nguyên lý làm việc của sơ đồ như sau :

Tại thời điểm đi qua điểm "0" của điện áp lưới trên cực colectơ của transito TR_1 xuất hiện xung chữ nhật với độ rộng xung $t_x = 1ms$ (hình 2.10b), với tần số bằng 100Hz. Xung đó đưa đến công R của bộ đếm DD.1 ra lệnh bắt đầu đếm xung và đưa vào một đầu vào R của trigger R-S ($DD2.1 + DD2.2$). Khi bắt đầu vào thứ hai C của bộ đếm DD1 (lấy từ đầu ra của bộ phát xung cao tần $DD4.1 + DD4.4$) đạt được $2^8 = 64$ xung, đầu ra 32 của bộ đếm DD.1 có mức logic "1". Thời điểm xuất hiện mức logic "1" của DD1 phụ thuộc vào tần số phát ra của bộ phát cao tần $DD4.1 + DD4.4$. Tần số đó quyết định trị số góc mở α của các tiristo, chính là trị số điện áp đặt lên dây đốt của lò điện trở. Thay đổi tần số phát xung từ 5kHz đến 1MHz sẽ thay đổi góc mở $\alpha = 180^\circ - 0^\circ$ tương ứng với trị số điện áp đặt lên dây đốt của lò từ U_{max} đến U_{min} .

Nguyên lý ổn định nhiệt độ của lò thực hiện như sau :

Nếu vì một lý do nào đó, nhiệt độ trong lò thấp hơn nhiệt độ đặt, sức nhiệt điện (s.n.d) phát ra từ cặp nhiệt ngẫu giảm, thế đặt lên cực gốc của transito TR_7 bớt dương hơn, dòng I_c của TR_7 giảm xuống, làm cho thế đặt lên cực G của TR_6 dương lên, làm cho điện trở R_{S-D} của transito TR_6 giảm xuống, làm cho tổng trở của VR và R_{S-D} giảm xuống, tần số phát ra của $DD4.1 + DD4.4$ tăng lên, góc mở α của các tiristo giảm xuống, điện áp đặt lên dây đốt của lò tăng lên, kết quả nhiệt độ của lò sẽ tăng lên bằng nhiệt độ đặt và ngược lại.

Nguyên lý làm việc của khâu bảo vệ quá dòng được giải thích như sau : Khi dòng tiêu thụ của lò nhỏ hơn dòng chỉnh định ($I_{dm} < I_{cd}$), điện áp lấy trên chiết áp VR_1 (điện áp trên chiết áp VR_1 tỷ lệ với dòng điện lò tiêu thụ) nhỏ hơn điện áp trên chiết áp VR_2 (điện áp ngưỡng so sánh), điện áp ra của IC bằng $-U_{cc}$ dẫn đến transito TR_1 , TR_2 khóa, role liên động RLD không tác động (hình 2.9). Khi đó tiếp điểm RLD hở, dẫn đến đầu ra Q của trigor R-S ($DD2.3 + DD2.4$) có mức logic "1" dẫn đến đầu ra của bộ phát xung ($DD4.1 + DD4.4$) có xung (hình 2.10), hệ thống làm việc bình thường.

Khi dòng tiêu thụ của lò lớn hơn dòng chỉnh định, trị số điện trở trên chiết áp VR_1 lớn hơn điện áp trên chiết áp VR_2 , điện áp ra của IC bằng $+U_{cc}$, TR_1 , TR_2 thông, role RLD tác động dẫn đến đầu ra Q của trigor R-S ($DD2.3 + DD2.4$) có mức logic "0" và đầu ra của bộ phát xung cao tần ($DD4.1 + DD4.4$) không có xung.

Sau khi xử lý sự cố xong, ấn nút "M" qua khâu vi phân C_4 - R_{20} và diốt D_9 , đưa mức logic "1" vào $DD4.4$, phục hồi trạng thái làm việc cho khâu phát xung cao tần.

2.1.3. Lò hồ quang

1. Khái niệm chung

Lò hồ quang lợi dụng nhiệt của ngọn lửa hồ quang để nấu chảy kim loại và nấu thép hợp kim chất lượng cao.

Lò hồ quang được cấp nguồn từ biến áp lò đặc biệt với điện áp đặt vào cuộn sơ cấp ($6 + 10$)kV, và có hệ thống tự động điều chỉnh điện áp dưới tải.

a) Các thông số quan trọng của lò hồ quang là :

- + Dung tích định mức của lò : số tấn kim loại lỏng của một mẻ nấu.
- + Công suất định mức của biến áp lò : ảnh hưởng quyết định tới thời gian nấu luyện và năng suất của lò.

b) Chu trình nấu luyện của lò hồ quang gồm ba giai đoạn với các đặc điểm công nghệ sau :

+ Giai đoạn nung nóng nguyên liệu và nấu chảy kim loại.

Trong giai đoạn này, lò cần công suất nhiệt lớn nhất, điện năng tiêu thụ chiếm khoảng 60 - 80% năng lượng của toàn mẻ nấu luyện và thời gian chiếm 50 - 60% toàn bộ thời gian một chu trình (thời gian một mẻ nấu luyện). Thường xuyên xảy ra hiện tượng ngắn mạch làm việc.

Ở giai đoạn này, ngọn lửa hồ quang cháy kém ổn định, công suất nhiệt không cao do ngọn lửa hồ quang ngắn (từ $1 + 10$ mm).

+ Giai đoạn ôxy hoá.

Đây là giai đoạn khử cacbon (C) của kim loại đến một trị số hạn định tùy theo mác thép, khử photpho (P) và khử lưu huỳnh trong mẻ nấu. Ở giai

đoạn này, công suất nhiệt chủ yếu để bù lại tổn hao nhiệt trong quá trình nấu luyện nó chiếm khoảng 60% công suất nhiệt của giai đoạn nấu chảy kim loại.

+ *Giai đoạn hoàn nguyên.*

Trước khi thép ra lò phải trải qua giai đoạn hoàn nguyên là giai đoạn khử oxy, khử sunfua. Công suất nhiệt của ngọn lửa hồ quang trong giai đoạn này khá ổn định. Công suất yêu cầu chiếm khoảng 30% của giai đoạn nấu chảy kim loại. Độ dài cung lửa hồ quang khoảng 20mm.

c) *Cấu tạo và kết cấu của lò hồ quang*

Một lò hồ quang bất kỳ đều phải có các bộ phận chính sau :

- Nồi lò có lớp vỏ cách nhiệt, cửa lò và miệng rót thép nấu chảy.
- + Vòm, nóc lò có vỏ cách nhiệt.
- + Giá nghiêng lò.
- + Điện cực.
- + Giá đỡ điện cực

và các cơ cấu sau :

- + Cơ cấu nghiêng lò để rót nước thép và xi.
- + Cơ cấu quay vỏ lò xung quanh trục của mình.
- + Cơ cấu dịch chuyển vỏ lò để nạp liệu.
- + Cơ cấu nâng vòm lò để dịch chuyển vỏ lò.
- + Cơ cấu dịch chuyển điện cực.
- + Cơ cấu nâng tấm chắn gió của cửa lò.

Trong sáu cơ cấu trên (trừ cơ cấu dịch chuyển điện cực) đều dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hoặc rôto dây quấn. Còn cơ cấu dịch chuyển điện cực dùng hệ truyền động một chiều. Động cơ truyền động là động cơ điện một chiều kích từ độc lập được cấp nguồn từ một bộ biến đổi. Bộ biến đổi đó có thể là :

- Máy điện khuếch đại.
- Khuếch đại từ.
- Bộ chỉnh lưu có điều khiển dùng tiristo.

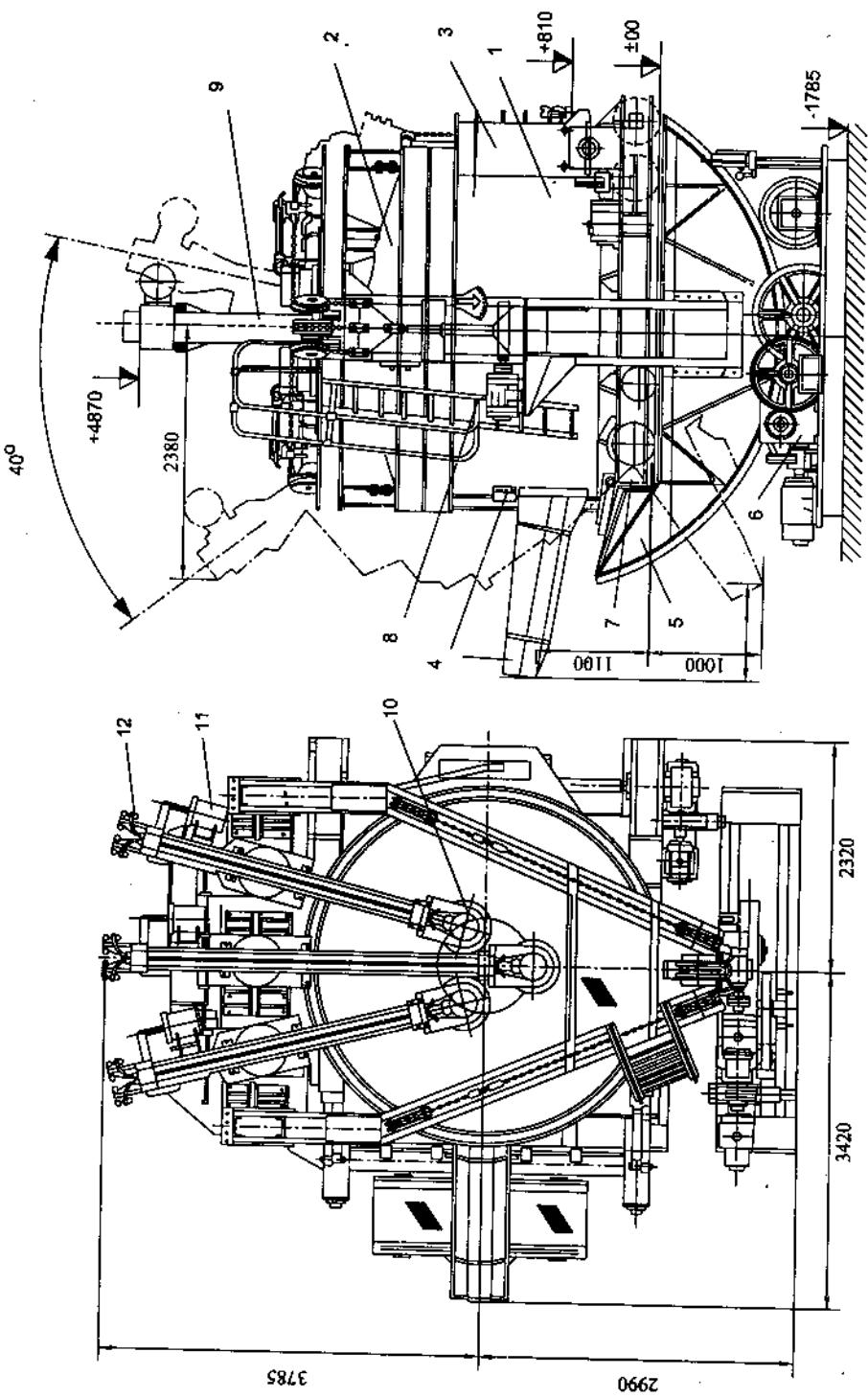
Chế độ làm việc của động cơ dịch chuyển điện cực là chế độ ngắn hạn lặp lại.

Cấu tạo và kết cấu của lò hồ quang được giới thiệu trên hình 2.11.

2. *Sơ đồ cung cấp điện của lò hồ quang*

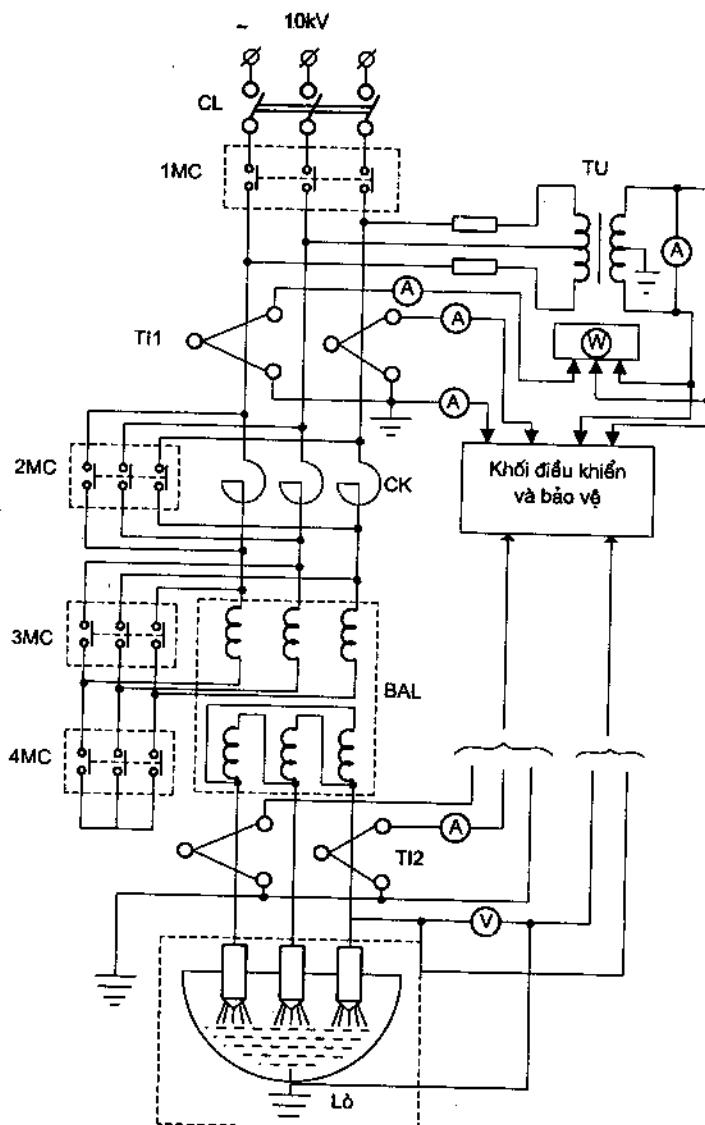
Sơ đồ cung cấp điện cho lò hồ quang được giới thiệu trên hình 2.12.

Nguồn cấp cho lò hồ quang được lấy từ trạm phân phối trung gian với



Hình 2.11. Cấu tạo và kết cấu của lò hò quang.

a) Hình chiếu bằng ; b) Hình chiếu đứng.
 1. Vòm lò ; 2. Vòm lò ; 3. Cửa lò ; 4. Miếng rót ; 5. Giá nghiêng lò ; 6. Cơ cấu dịch chuyển vòm lò ; 7. Cơ cấu dịch chuyển điện cực ; 8. Cơ cấu nâng vòm lò ; 9. Điện cực ; 10. Giá đỡ điện cực ; 11. Cơ cấu dịch chuyển điện cực ; 12. Đầu cấp điện vào điện cực.



Hình 2.12. Sơ đồ cung cấp điện lò hồ quang.

cấp điện áp 6, 10, 20 hoặc 22kV (tùy theo cấp điện áp của trạm phân phối).

Sơ đồ cấp điện có các thiết bị chính sau :

- + Cầu dao cách ly, đóng cắt không tải dùng để cách ly mạch lực của lò và lưới điện trong trường hợp cần sửa chữa.
- + Máy cắt dầu 1 MC, đóng cắt có tải đi cấp điện cho lò.
- + Cuộn kháng CK dùng để hạn chế dòng ngắn mạch làm việc (dòng ngắn

mạch làm việc không được lớn hơn ba lần dòng định mức), ngoài ra cuộn kháng còn có chức năng đảm bảo cho ngọn lửa hồ quang cháy ổn định, đặc biệt là trong giai đoạn nung nóng và nấu chảy kim loại. Sau đó cuộn kháng CK được ngắn mạch bằng máy cắt dầu 2MC.

+ Máy cắt dầu 3MC và 4MC dùng để đổi nối sơ đồ đấu dây cuộn sơ cấp của biến áp lò (BAL) thành hình sao (Δ) hoặc tam giác (Δ).

+ Biến áp lò (BAL) dùng để hạ áp và điều chỉnh điện áp cấp cho lò. Biến áp lò về cấu tạo và hình dáng giống như một biến áp động lực thông thường. Nhưng vì biến áp lò làm việc trong môi trường khắc nghiệt, điều kiện làm việc nặng nề cho nên so với biến áp động lực thông thường nó có những đặc điểm khác biệt sau :

- Cùng một cấp công suất, biến áp lò có kích thước và khối lượng lớn hơn.
- Dòng ngắn mạch nhỏ ($I_{nm} \leq 3.I_{dm}$).

- Có độ bền cơ học cao để chịu được sự tác động của lực điện từ phát sinh ra trong các cuộn dây và thanh dẫn trong trường hợp xảy ra hiện tượng ngắn mạch làm việc.

- Có khả năng tự động điều chỉnh điện áp dưới tải trong một phạm vi khá rộng khi điện áp lưới dao động.

Công suất của biến áp lò có thể xác định gần đúng từ điều kiện công suất nhiệt trong giai đoạn nóng chảy, vì ở hai giai đoạn còn lại công suất nhiệt lò yêu cầu ít hơn.

Nếu giả thiết rằng : Trong giai đoạn nấu chảy, tổn thất trong lò hồ quang, trong biến áp lò và trong cuộn kháng CK được bù trừ bởi năng lượng của phản ứng tỏa nhiệt thì công suất của biến áp lò được tính theo biểu thức :

$$S = \frac{W}{t_{nc} \cdot k_{sd} \cdot \cos\phi} \quad [\text{kVA}] \quad (2.22)$$

Trong đó : W - năng lượng hữu ích và tổn hao nhiệt trong thời gian nấu chảy và dừng lò giữa hai lần nấu, kWh ;

t_{nc} - thời gian nấu chảy, h ;

k_{sd} - hệ số sử dụng công suất của lò trong giai đoạn nấu chảy ;

$\cos\phi$ - hệ số công suất của lò.

Năng lượng hữu ích và tổn hao nhiệt W có thể tính được theo công thức :

$$W = wG \quad [\text{kWh}] \quad (2.23)$$

Trong đó : w - suất chi phí điện năng để nấu chảy một tấn kim loại cần nấu chảy, kWh/T ;

G - khối lượng kim loại cần nấu chảy, T.

• Thông số kỹ thuật của một số lò hồ quang ДСП (do Nga chế tạo) bao gồm có vòm lò quay và nạp liệu từ đỉnh được giới thiệu trong bảng 2.3.

Bảng 2.3. Thông số kỹ thuật của một số loại lò hồ quang

Thông số	ДСП - 0,5ИЗ	ДСП - 1,5ИЗ	ДСП - ЭИЗ	ДСП - 6Н2	ДСП - 12Н2	ДСП - 25Н2	ДСП - 50Н2	ДСП - 100М1	ДСП - 100И6	ДСП - 200М1
- Dung lượng định mức (T)	0,5	1,5	3	6	12	25	50	100	100	200
- Công suất BAL (MV.A)	0,63	1,25	2,0	4,0*	8,0*	12,5*	20*	32*	80**	6
- Giới hạn của điện áp thứ cấp (V)	216-106	225-110	243-124	281-130	380-120	390-130	420-155	476-161	761-259	695-193
- Điện áp sơ cấp (kV)	6(10)	6(10)	6(10)	6(10)	6(10)	10(35)	35	35	35	110
- Số cấp điện áp	8	8	8	8	12	23	22	22	23	23
- Suất chi phí năng lượng để nấu chảy (kW.h/T)	560	535	515	480	445	435	425	420	420	420
- Đường kính điện cực graphit (mm)	150	200	200	300	350	400	500	555	610	610

+ Thiết bị đo lường và bảo vệ

- Phía cao áp có biến dòng TI1 và biến điện áp TU dùng cho các khí cụ đo lường : vôn kế (V), ampe kế (A), wat kế (W), đồng hồ đo công suất hữu công (kWh) và đồng hồ công suất vô công (kVar).

- Phía hạ áp có biến dòng TI2 dùng để đo dòng và đưa tín hiệu đến mạch bảo vệ ĐKBV (khối điều khiển và bảo vệ).

3. Điều chỉnh công suất lò hồ quang

a) Khái quát chung

Trong một chu trình nấu luyện của lò hồ quang, trong mỗi giai đoạn, công suất điện lò tiêu thụ khác nhau. Bởi vậy, điều chỉnh công suất lò hồ quang là một vấn đề quan trọng đối với công nghệ nấu luyện kim loại trong lò hồ quang.

Ngoài ra, điều chỉnh công suất lò trong toàn chu trình nấu luyện hợp lý cho phép :

- Giảm thời gian nấu luyện.

- Nâng cao năng suất của lò.
- Giảm chi phí điện năng.
- Nâng cao chất lượng thép.

Điều chỉnh công suất lò hồ quang có thể thực hiện bằng cách thay đổi thông số nguồn cấp cho lò :

- Điện áp hồ quang (U_{hq}) khi chưa mồi được hồ quang ($U_{hqmax} \approx U_{20}$; U_{20} điện áp thứ cấp không tải của biến áp lò).

- Dòng điện hồ quang khi xảy ra ngắn mạch làm việc ($I_{hqmax} = I_{nm}$; I_{nm} dòng ngắn mạch làm việc của lò hồ quang).

Nếu dùng bộ điều chỉnh công suất lò hồ quang duy trì dòng hồ quang không đổi ($I_{hq} = \text{const}$) sẽ không thực hiện được quá trình mồi hồ quang. Ngoài ra khi dòng điện trong một pha nào đó thay đổi sẽ làm cho dòng điện hai pha còn lại thay đổi theo.

Ví dụ : Khi ngọn lửa hồ quang của một pha bị đứt ($I_{hq} = 0$), khi đó lò hồ quang làm việc như phụ tải một pha, với hai điện cực đấu nối tiếp nhau và đấu vào điện áp dây thứ cấp của biến áp lò. Khi đó các bộ điều chỉnh của hai pha đó sẽ tiến hành hạ điện cực xuống, mặc dù việc đó không cần thiết theo yêu cầu công nghệ. Các thiết bị điều chỉnh công suất loại này chỉ phù hợp đối với lò hồ quang một pha.

Nếu dùng bộ điều chỉnh công suất lò hồ quang duy trì điện áp hồ quang không đổi ($U_{hq} = \text{const}$) sẽ gặp khó khăn trong việc đo thông số này. Điện áp cần đo U_{hq} là điện áp giữa thân kim loại của vỏ lò và thanh cái thứ cấp của biến áp lò. Do vậy trị số điện áp hồ quang cần đo phụ thuộc vào dòng hồ quang, mà I_{hq} của pha này lại phụ thuộc vào hai pha còn lại.

Qua kinh nghiệm khai thác và vận hành, người ta rút ra rằng : điều chỉnh công suất lò hồ quang tối ưu nhất là duy trì tỷ số :

$$\frac{U_{hq}}{I_{hq}} = \text{const} \quad (2.24)$$

Trong đó điện áp hồ quang tỷ lệ thuận với độ dài cung lửa hồ quang (l_{hq}) và dòng điện hồ quang tỷ lệ nghịch với độ dài cung lửa hồ quang.

Như vậy, việc điều chỉnh công suất lò hồ quang có thể thực hiện bằng cách điều chỉnh độ dài của lửa hồ quang (l_{hq}), tức là khoảng cách giữa bệ mặt điện cực và bệ mặt của kim loại trong lò.

Điều chỉnh độ dài cung lửa hồ quang thông qua các tín hiệu đo dòng hồ quang (I_{hq}) và điện áp hồ quang (U_{hq}).

$$aI_{hq} - bU_{hq} = aI_{hq}(l_{hq0} - l_{hq}) \quad (2.25)$$

Trong đó : a,b - hệ số phụ thuộc vào tỷ số biến của biến áp đo lường (biến dòng và biến điện áp)

l_{hq0}, l_{hq} - độ dài cung lửa hồ quang đặt và độ dài cung lửa hồ quang thực của lò.

Từ biểu thức (2.25) suy ra :

$$\frac{aI_{hq} - bU_{hq}}{aI_{hq}} = l_{hq0} - l_{hq} = \Delta l_{hq} \quad (2.26)$$

Như vậy, điều chỉnh công suất lò hồ quang được thực hiện theo độ lệch của độ dài cung lửa hồ quang so với giá trị đặt (l_{hq0}).

Để điều chỉnh độ dài cung lửa hồ quang, người ta dùng một hệ truyền động (thường dùng hệ truyền động một chiều với động cơ điện một chiều kích từ độc lập) để nâng - hạ điện cực thông qua một cơ cấu truyền lực (dùng thanh răng - bánh răng).

Trong lò hồ quang ba pha, người ta thiết kế bốn hệ truyền động độc lập (mỗi hệ truyền động dịch chuyển nâng - hạ một điện cực). Trong đó ba hệ ở chế độ làm việc, hệ thứ tư ở chế độ dự phòng. Nếu một trong ba hệ trên bị sự cố, chuyển hệ truyền động dự phòng vào thay thế.

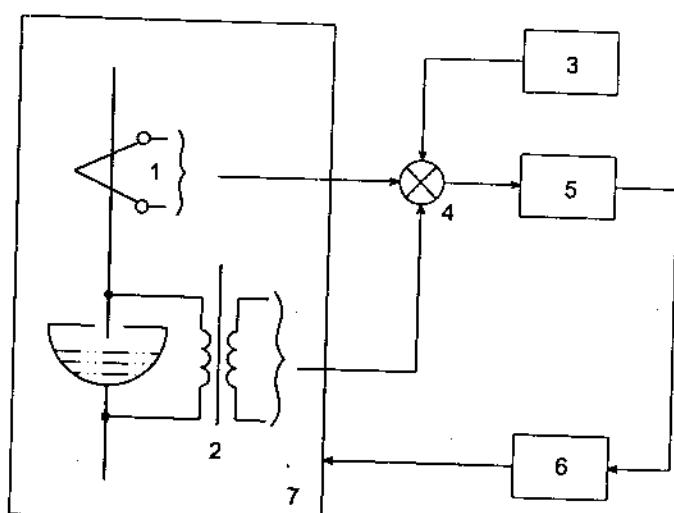
b) Các yêu cầu đối với hệ thống điều chỉnh công suất lò hồ quang

+ Sơ đồ khối chức năng của hệ thống điều chỉnh công suất lò hồ quang (hình 2.13). Gồm có :

- Đối tượng điều chỉnh 7 (lò hồ quang) với tham số điều chỉnh là độ dài cung lửa hồ quang (l_{hq}).

- Bộ điều chỉnh bao gồm các phần tử :

Cảm biến đo dòng hồ quang 1 và cảm biến điện áp hồ quang 2, phần tử tổng hợp tín hiệu 4, tổng hợp ba tín hiệu từ 1, 2 và 3 (3 là phần tử đặt tín hiệu). Tín hiệu từ đầu ra của phần tử 3 đưa vào khâu khuếch đại 5.



Hình 2.13. Sơ đồ khối chức năng hệ thống điều chỉnh công suất lò hồ quang.

Tín hiệu điều khiển đưa đến cơ cấu chấp hành 6 (gồm bộ biến đổi, động cơ truyền động và cơ cấu truyền lực). Bộ biến đổi có thể là : máy điện khuếch đại (MDKD), khuếch đại từ (KDT) hoặc bộ biến đổi dùng tiristo (BBTh).

+ Các yêu cầu chính đối với bộ điều chỉnh công suất lò hồ quang.

- Bộ điều chỉnh phải đảm bảo cho động cơ nâng - điện cực đáp ứng như đồ thị tốc độ nâng - hạ điện cực hình 2.14.

- Độ nhạy để đảm bảo cho lò làm việc ổn định, duy trì dòng điện hồ quang ổn định không sụt quá ($4 \div 5\%$) trị số dòng điện định mức. Vùng không nhạy ($a_1 \div a_2$) của bộ điều chỉnh không vượt quá $\pm (2 \div 4)\%$ so với dòng định mức.

- Tác động nhanh đảm bảo khắc phục ngắn mạch làm việc và mồi lại hồ quang (sau khi bị đứt) trong thời gian ($1,5 \div 3$) s.

- Thay đổi công suất của lò bằng phẳng trong giới hạn ($20 \div 125\%$) trị số định mức với sai số không quá 5%.

- Chuyển đổi nhanh chế độ điều khiển (từ bằng tay sang tự động hoặc ngược lại) trong điều kiện cần thiết.

4. Một số sơ đồ khống chế công suất lò hồ quang

a) Sơ đồ khống chế công suất lò hồ quang dùng hệ máy điện khuếch đại - động cơ điện một chiều (MDKD - D)

Lò hồ quang được trang bị bốn hệ truyền động như nhau, trong đó 3 hệ dùng để truyền động ba điện cực, hệ còn lại ở chế độ dự phòng.

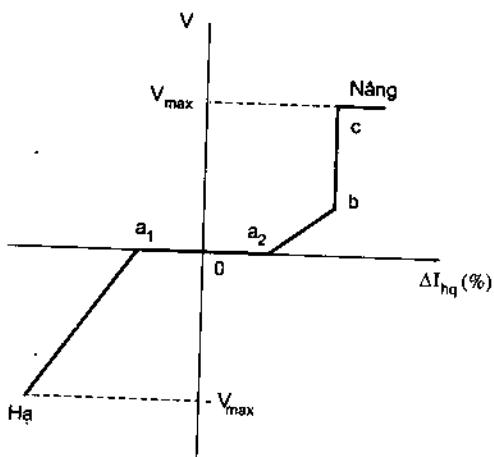
Sơ đồ nguyên lý của hệ truyền động được biểu diễn trên hình 2.15.

Động cơ điện một chiều kích từ độc lập Đ truyền động nâng - hạ điện cực thông qua cơ cấu truyền lực dùng bánh răng - thanh răng được cấp nguồn từ máy điện khuếch đại từ trường ngang MDKD.

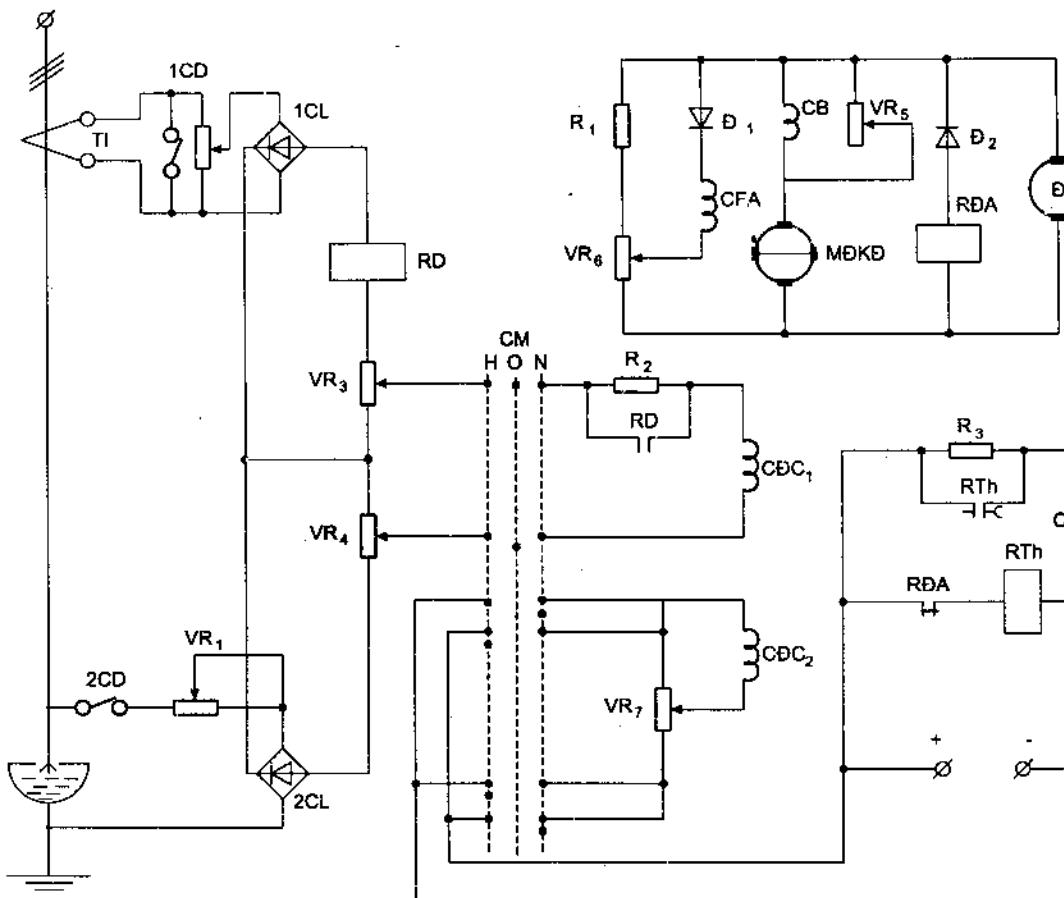
MDKD có ba cuộn kích thích :

- Cuộn chủ đạo (CDC1) ở chế độ tự động và (CDC2) ở chế độ bằng tay.
- Cuộn phản hồi âm điện áp CFA.

Ở chế độ tự động : Cầu dao 1CD mở, 2CD đóng và chuyển mạch CM ở vị trí "0". Điện áp ra của cầu chỉnh lưu 1CL tỷ lệ với dòng điện hồ quang đặt



Hình 2.14. Đồ thị tốc độ nâng - hạ điện cực
 $a_1 \div a_2$ vùng không nhạy.



Hình 2.15. Sơ đồ nguyên lý hệ truyền động nâng - hạ điện cực (vẽ cho một hệ truyền động).

lên chiết áp VR3. Điện áp ra của cầu chỉnh lưu 2CL tỷ lệ với điện áp hò quang đặt lên chiết áp VR₄. Điện áp đặt lên cuộn kích thích CD1 bằng :

$$U_{CD1} = U_{VR4} - U_{VR3} \quad (2.27)$$

Khi điện cực chưa chạm vào phôi liệu, dòng hò quang (I_{hq}) bằng không, điện áp hò quang là trị số cực đại $U_{hqmax} = U_{20}$ (U_{20} là điện áp thứ cấp không tải của biến áp lò (BAL)). Điện áp đặt lên cuộn CDC1 bằng :

$$U_{CDC1} = U_{VR4} \quad (2.28)$$

Sức từ động sinh ra trong cuộn CDC1 có chiều để MĐKD phát ra điện áp có cực tính để động cơ Đ quay theo chiều hạ điện cực đi xuống với tốc độ chậm vì lúc này dòng hò quang bằng không nên role dòng RD chưa tác

động, điện trở R_2 , được đấu nối tiếp với cuộn CDC1, mặt khác điốt D_1 thông ngắn mạch điện trở R_1 tăng dòng trong cuộn phản hồi âm điện áp CFA.

Khi điện cực chạm vào phôi liệu (hiện tượng ngắn mạch làm việc), dòng hồ quang có trị số cực đại ($I_{hq} = I_{hm}$), còn điện áp hồ quang bằng không ($U_{hq} = 0$). Mặt khác role dòng tác động (RD) nên ngắn mạch điện trở R_2 đấu nối tiếp với CDC1, điện áp đặt lên cuộn CDC1 bằng :

$$U_{CDC1} = - U_{VR3} \quad (2.29)$$

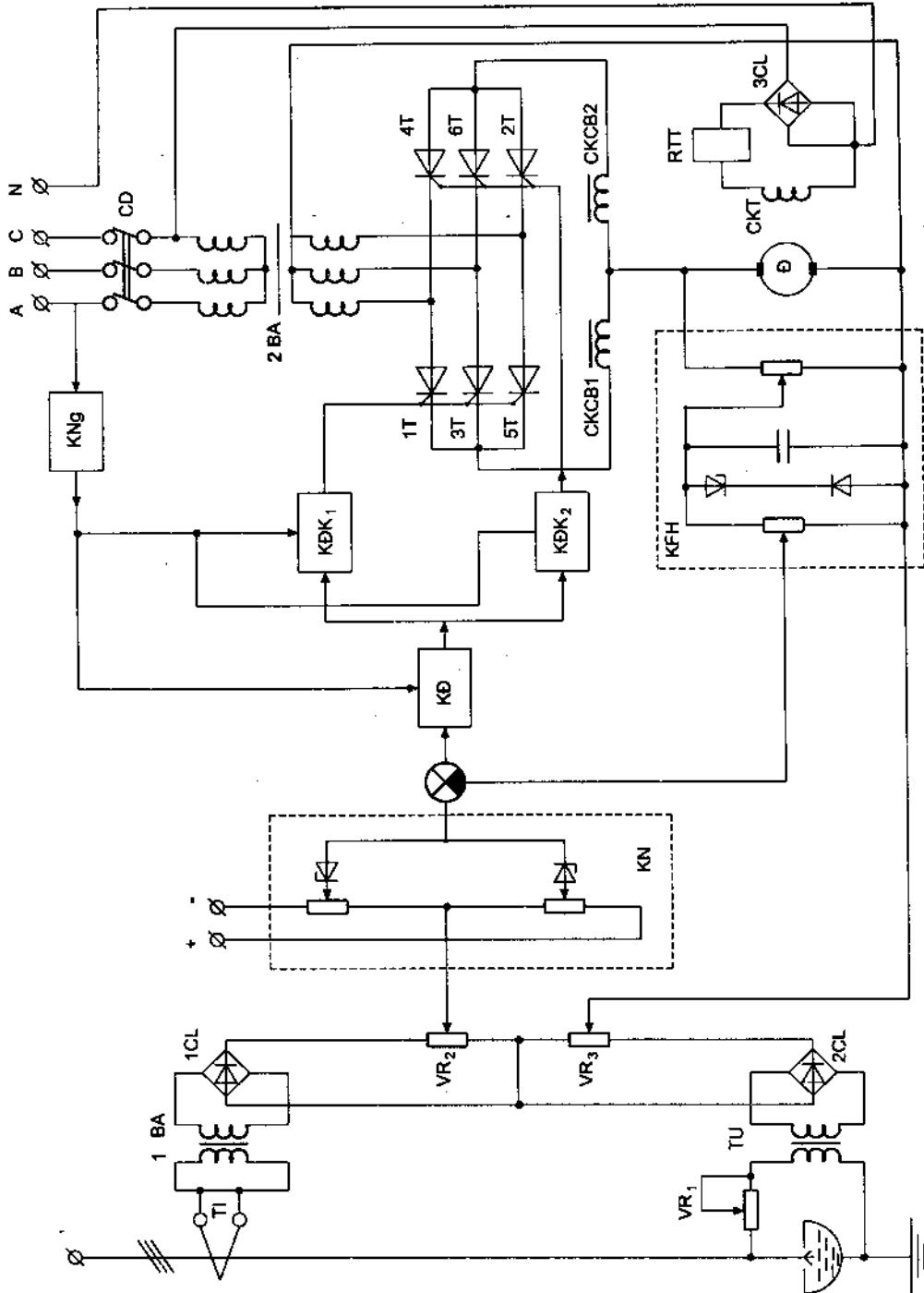
Sức từ động trong cuộn dây CDC1 đảo chiều, máy điện khuếch đại phát ra điện áp có cực tính ngược lại, làm cho động cơ đảo chiều quay kéo điện cực lên nhanh. Trong chế độ nâng, điốt D_1 khoá, điện trở R_1 được đấu nối tiếp với cuộn CFA, điốt D_2 thông role điện áp RDA tác động, làm cho role thời gian mất điện, sau một thời gian duy trì tiếp điểm của nó mở ra đưa điện trở R_3 vào mạch kích từ của động cơ, từ thông kích từ của động cơ giảm, tốc độ động cơ tăng nhanh, nâng điện cực như đặc tính role (đoạn b - c trên hình 2.14). Khi điện cực nâng rời khỏi phôi liệu, ngọn lửa hồ quang xuất hiện, quá trình mồi hồ quang hoàn tất. Trong quá trình điện cực di chuyển theo chiều đi lên, dòng điện hồ quang (I_{hq}) giảm, điện áp hồ quang tăng dần. Hiệu điện áp lấy trên chiết áp VR_3 và VR_4 giảm dần, sức từ động giảm, điện áp phát ra của máy điện khuếch đại giảm dần và động cơ nâng điện cực lên chậm dần. Khi điện áp phát ra của mạch điện khuếch đại nhỏ hơn ngưỡng tác động của RDA, RDA không tác động ngắn mạch điện trở R_3 trong mạch kích từ của động cơ, từ thông kích từ tăng lên bằng trị số định mức, tốc độ động cơ lại càng giảm đến thời điểm khi điện áp trên R_3 và VR_4 cân bằng nhau về trị số, điện áp đặt lên cuộn CDC1 bằng không, điện áp phát ra của máy điện khuếch đại bằng không, động cơ ngừng quay, ngọn lửa hồ quang cháy ổn định. Trong quá trình nấu luyện, do sự bắn phá của các điện tử lên bề mặt điện cực, làm cho điện cực bị mòn dần, hệ truyền động sẽ tự động hạ điện cực theo chiều đi xuống để duy trì độ dài cung lửa hồ quang không đổi, duy trì tỷ số :

$$\frac{U_{hq}}{I_{hq}} = \text{const} \quad (2.30)$$

Ở chế độ khống chế bằng tay, cần dao 1CD mở, 2CD mở, chuyển mạch CM ở vị trí nâng (N) hoặc ở vị trí hạ (H) tùy theo yêu cầu nâng hoặc hạ điện cực, chức năng của cuộn CDC2 giống như CDC1 ở chế độ tự động.

b) Sơ đồ khống chế công suất lò hồ quang dùng hệ: Bộ biến đổi tiristor - động cơ điện một chiều (hệ T - D).

Sơ đồ nguyên lý (đơn giản hóa) của hệ truyền động được biểu diễn trên hình 2.16.



Hình 2.16. Sơ đồ nguyên lý hệ truyền động dịch chuyển điện cực dùng hệ T - D.

+ Mạch lực

Động cơ một chiều kích từ độc lập Đ truyền động dịch chuyển điện cực thông qua cơ cấu truyền lực thanh răng - bánh răng được cấp nguồn từ bộ biến đổi dùng tiristo.

Bộ biến đổi là hai bộ chỉnh lưu hình tia ba pha đấu song song ngược : 1T, 3T, 5T và 2T, 4T, 6T.

Biến áp động lực 2BA có chức năng phối hợp điện áp giữa lưới điện và động cơ điện, đồng thời hạn chế dòng ngắn mạch và hạn chế tốc độ tăng trưởng dòng điện ($\frac{di}{dt}$) bảo vệ các tiristo.

→ Cuộn kháng cân bằng CKCB1 và CKCK2 hạn chế dòng cân bằng.

- Trị số tốc độ và chiều quay của động cơ phụ thuộc vào điện áp ra của bộ biến đổi (U_d). Trị số điện áp này phụ thuộc vào góc mở α của các tiristo.

- Để điều khiển bộ biến đổi này, người ta dùng phương pháp điều khiển chung. Có nghĩa là hai khâu điều khiển xung pha KDK1 và KDK2 cùng đồng thời phát xung mở hai nhóm van. Một nhóm làm việc ở chế độ chỉnh lưu, nhóm còn lại làm việc ở chế độ nghịch lưu, góc điều khiển (góc mở α) được chọn sao cho luôn luôn đảm bảo đẳng thức sau :

$$\alpha_{cl} + \alpha_{nl} = 180^\circ$$

Trong đó : α_{cl} - góc mở của các van làm việc ở chế độ chỉnh lưu ;

α_{nl} - góc mở của các van làm việc ở chế độ nghịch lưu.

+ Mạch điều khiển.

- Điện áp ra trên cầu chỉnh lưu 1CL tỷ lệ với dòng điện hồ quang (I_{hq}) đặt lên chiết áp VR_2 .

- Điện áp ra trên cầu chỉnh lưu 2CL tỷ lệ với điện áp hồ quang đặt lên chiết áp VR_3 . Tổng đại số của hai điện áp trên hai chiết áp đó đưa vào khâu KN (không tạo vùng không nhạy $a_1 - a_2$) nếu tổng đại số của hai điện áp trên nhỏ hơn trị số điện áp của khâu KN, điện áp ra của KN (tương ứng như điện áp chủ đạo) bằng không. Lúc đó góc mở $\alpha = 90^\circ$ cho hai nhóm van. Điện áp ra của bộ biến đổi bằng không, động cơ điện không quay.

Nếu chế độ làm việc của lò sai lệch khỏi chế độ đã đặt (như I_{hq} tăng do hiện tượng ngắn mạch làm việc, U_{hq} tăng do chưa mồi được hồ quang hoặc ngọn lửa hồ quang bị đứt).

Khi đó tổng đại số điện áp trên hai chiết áp VR_2 và VR_3 lớn hơn điện áp ngưỡng của vùng không nhạy, điện áp ra của khâu KN khác không (tương ứng với $U_{cd} \neq 0$) cực tính điện áp ra của KN sẽ quyết định trị số góc của α .

để cho bộ biến đổi phát ra điện áp có cực tính để động cơ quay theo chiều nâng hoặc hạ điện cực.

- Khi điện áp hồ quang (U_{hq}) tăng, cực tính của điện áp ra của khâu KN sẽ làm cho bộ biến đổi phát ra điện áp để động cơ quay theo chiều hạ điện cực.

Khi dòng điện hồ quang tăng, cực tính ra của khâu KN đổi cực tính, kết quả động cơ quay theo chiều nâng điện cực đi lên. Ở vùng dòng hồ quang thay đổi nhỏ, tốc độ nâng điện cực tỷ lệ với số gia ΔI_{hq} (đoạn a₂ - b) ở vùng thay đổi lớn của dòng hồ quang, thì tốc độ nâng điện cực tăng nhảy vọt (làm việc ở chế độ rôle (đoạn b-c hình 2.14) nhờ điot ổn áp trong khâu phản hồi am điện áp KFH.

2.1.4. Lò cảm ứng

1. Khái niệm chung

Nguyên lý làm việc của lò cảm ứng dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ, khi đưa một khối kim loại vào trong một từ trường biến thiên, trong khối kim loại xuất hiện dòng điện xoáy, nhiệt năng do dòng điện xoáy đốt nóng khối kim loại.

Nhiệt năng truyền vào kim loại phụ thuộc vào các yếu tố sau :

- Điện trở suất ρ và hệ số từ thẩm μ của kim loại.
- Trị số dòng điện của nguồn cấp. Nếu tăng trị số dòng điện lên hai lần thì nhiệt năng tăng lên bốn lần.
- Tần số dòng điện của nguồn cấp. Nếu tăng tần số lên bốn lần thì nhiệt năng sẽ tăng lên hai lần.

Từ đó ta thấy rằng : tăng dòng điện của nguồn cấp hiệu quả hơn tăng tần số của nguồn cấp nhưng thực tế trị số dòng không thể tăng lên được mãi vì lý do cách điện, trị số dòng lớn sẽ làm nóng chảy vòng cảm ứng (mặc dù đã được làm mát bằng dòng nước liên tục) cho nên trên thực tế người ta tăng tần số của nguồn cấp.

a) Các bộ nguồn tần số cao : Các bộ nguồn tần số cao có thể tạo ra bằng các phương pháp sau :

- Dùng máy phát điện đặc biệt tần số cao do kết cấu cơ khí nên tần số của máy phát không vượt quá $f = 2000\text{Hz}$.
- Bộ biến tần dùng tiristo do công nghệ chế tạo linh kiện bán dẫn chưa chế tạo được các loại tiristo tần số cao, nên tần số chỉ giới hạn tới $f = 2000\text{Hz}$.
- Bộ tần số dùng đèn phát điện tử, khi cần tần số cao tới $f = 400\text{KHz}$ dùng đèn phát là đèn điện tử ba cực (triết). Hiệu suất của bộ nguồn dùng đèn phát không cao, tuổi thọ của đèn thấp.

b) Phạm vi ứng dụng của thiết bị gia nhiệt tần số

- Nấu chảy kim loại trong môi trường không khí (lò kiểu hở) trong môi trường chân không hoặc khí trơ (lò kiểu kín).

- Thực hiện các nguyên công nhiệt luyện như tôi, ram thường hoá. Đặc biệt ứng dụng để tôi bề mặt các chi tiết như bánh răng, cỗ trục khuỷu của động cơ diezen khi yêu cầu độ cứng bề ngoài cao. Hình dáng chi tiết cần tôi có thể có hình dáng bất kỳ (hình 2.17).

Do hiệu ứng mặt ngoài của dòng cao tần, bề mặt ngoài của chi tiết được nung nóng trong thời gian một vài giây, trong khi đó trong lòng của chi tiết chưa kịp nung nóng.

- Hàn đường ống trong công nghệ chế tạo ống nước tráng kẽm.

- Sấy các chất điện môi, các chất bán dẫn.

c) Phân loại các thiết bị gia nhiệt tần số

+ Theo tần số làm việc.

- Thiết bị gia nhiệt tần số công nghiệp $f = 50\text{Hz}$.

- Thiết bị gia nhiệt trung tần (lò trung tần), có tần số làm việc $f = (0,5 + 10)\text{ kHz}$.

- Thiết bị gia nhiệt tần số cao tần, có tần số làm việc $f = (0,5 + 40)\text{ kHz}$.

+ Theo cấu tạo của lò.

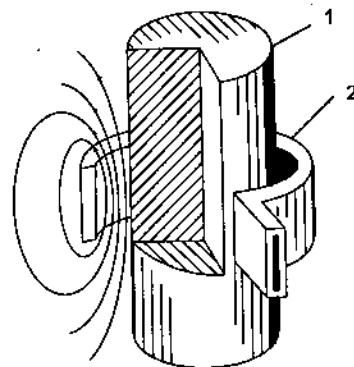
- Lò cảm ứng có lõi thép, thường là lò có tần số công nghiệp được cấp nguồn từ biến áp động lực có công suất từ 75 đến 1000kVA.

- Lò cảm ứng không lõi thép kiểu hở và kiểu kín dùng nấu chảy thép chất lượng cao, gang, kim loại màu và hợp kim.

2. Một số sơ đồ không chế lò cảm ứng

a) Lò cảm ứng tần số công nghiệp được cấp nguồn từ lưới điện quốc gia qua cầu dao cách ly CL, máy cắt MC và biến áp lò BAL (hình 2.18), trong quá trình nấu luyện, điều chỉnh công suất của lò bằng bộ điều chỉnh điện áp dưới tải của cuộn sơ cấp biến áp lò. Vì hệ số công suất ($\cos\phi$) của lò rất thấp ($0,6 + 0,7$) nên dùng bộ tụ điện tĩnh C để bù công suất phản kháng nhằm nâng cao hệ số công suất của lò. Điều chỉnh dung lượng bù của lò bằng công tắc K.

Khối đối xứng DX gồm cuộn kháng L_s , tụ C_s có chức năng cân bằng phụ tải giữa các pha của biến áp lò.



Hình 2.17. Tôi bề mặt chi tiết bằng dòng điện tần số cao.

1- Chi tiết cần tôi ;

2- Vòng cảm ứng.

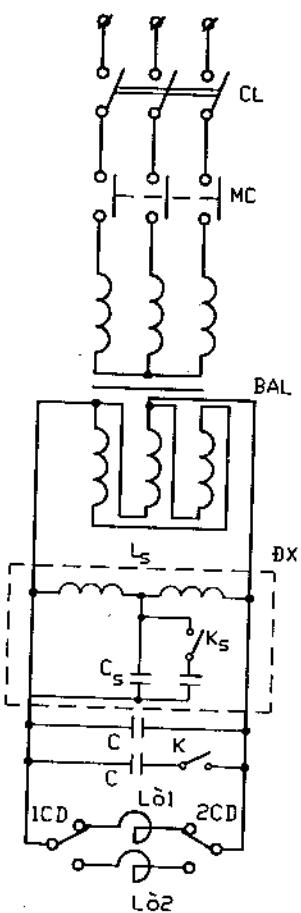
Để tận dụng hiệu suất sử dụng thiết bị, lò cảm ứng có hai nồi nấu thép, làm việc luân phiên nhau bằng cầu dao chuyển đổi 1CD và 2CD.

b) Lò cảm ứng trung tần dùng máy phát điện cao tần

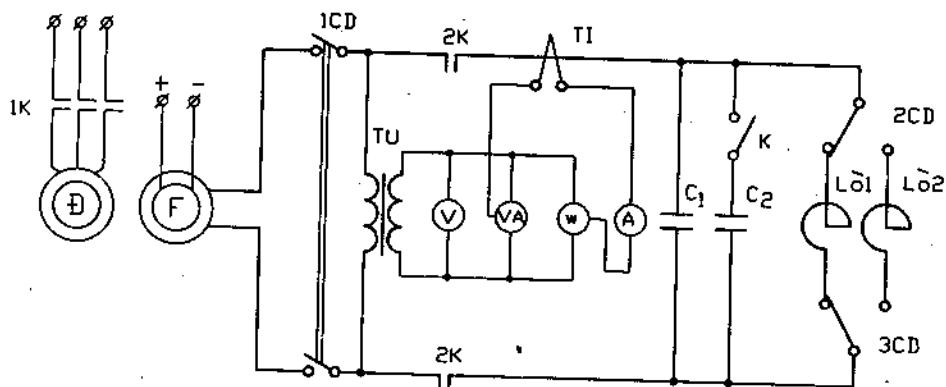
Hai lò cảm ứng trung tần lò 1, lò 2 được cấp nguồn từ cùng một máy phát cao tần F. Máy phát cao tần được động cơ không đồng bộ sơ cấp Đ kéo tụ C₁ và C₂ bù công suất vô công nhằm nâng cao hệ số công suất ($\cos\varphi$).

Biến áp đo lường TU (biến điện áp), biến dòng (TI) cấp nguồn cho các đồng hồ đo: Vôn kế (V), ampe kế (A), wat kế (W) và công tơ vô công (VAr). Đối với tần số (150 ± 500) Hz thường dùng máy phát đồng bộ thông thường cực lòi, cuộn dây kích từ quấn trên rôto của máy phát.

Đối với tần số (1000 ± 8000)Hz dùng loại máy phát kiểu cảm ứng, cuộn dây kích thích và cuộn dây làm việc quấn trên stator của máy phát, còn rôto có dạng bánh răng. Kết quả từ thông do cuộn kích thích sinh ra là từ thông đập mạch, cảm ứng ra trong cuộn dây làm việc dòng điện tần số cao.



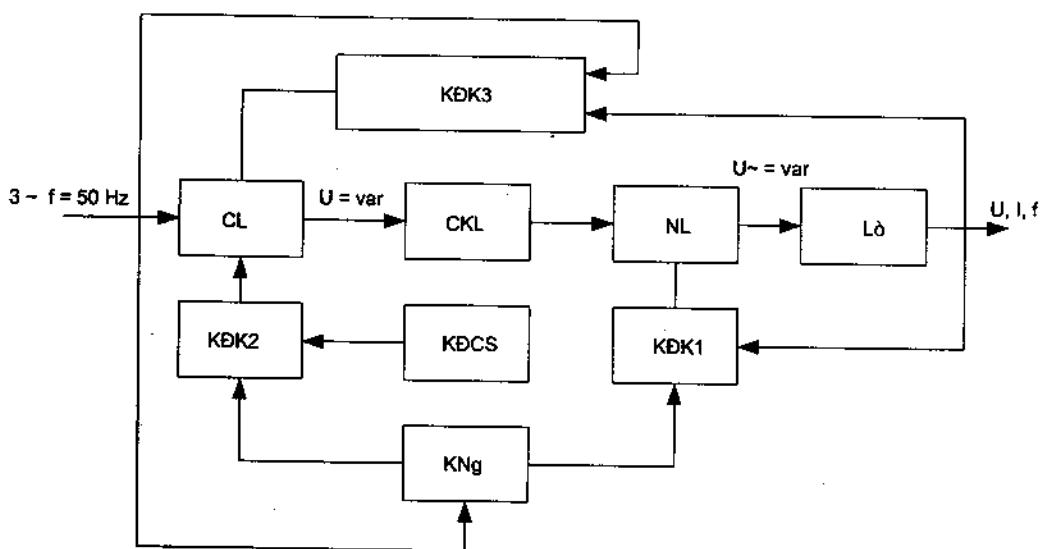
Hình 2.18. Sơ đồ mạch điện cảm ứng tần số công nghiệp.



Hình 2.19. Lò trung tần cấp nguồn từ máy phát cao tần.

c) Lò cảm ứng trung tần dùng bộ biến tần

Sơ đồ chức năng (hình 2.20)



Hình 2.20. Sơ đồ khái niệm của lò cảm ứng dùng bộ biến tần.

Trong sơ đồ khái niệm của lò cảm ứng trung tần dùng bộ biến tần gồm có các khâu chính sau :

- Mạch lực gồm các khâu :

* CL - Bộ chỉnh lưu có điều khiển dùng tiristo biến đổi điện áp xoay chiều của lưới điện thành điện áp một chiều.

* NL - Khâu nghịch lưu cộng hưởng biến điện áp một chiều thành điện áp xoay chiều cung cấp cho vòng cảm ứng của lò.

* CKL - Khâu lọc điện áp một chiều dùng cuộn kháng lọc với trị số điện cảm (L) khá lớn (vì bộ nguồn cung cấp cho bộ nghịch lưu là bộ nguồn dòng)

* Lò trung tần : Có vòng cảm ứng quấn xung quanh nồi của lò và một bộ tu điện.

- Mạch điều khiển gồm các khâu:

* KNg - Khâu nguồn một chiều cung cấp cho tất cả các khâu trong mạch điều khiển.

* KĐCS - Khâu điều chỉnh công suất tiêu thụ của lò cảm ứng

* KDK-2 - Khâu điều khiển bộ chỉnh lưu.

* KĐK-1 - Khâu điều khiển bộ nghịch lưu

* KDK-3 - Khâu điều khiển công nghệ dùng role - công tắc tơ... đo lường và bảo vệ

+ Sơ đồ nguyên lý lò trung tần nấu thép:

Hiện nay nước ta nhập rất nhiều lò trung tần nấu thép từ các nước khác nhau như : Anh, Mỹ, Nga, Úc và Trung Quốc, có các thông số công nghệ sau :

- Dung tích mỗi mẻ nấu từ 50kg đến 2000kg.

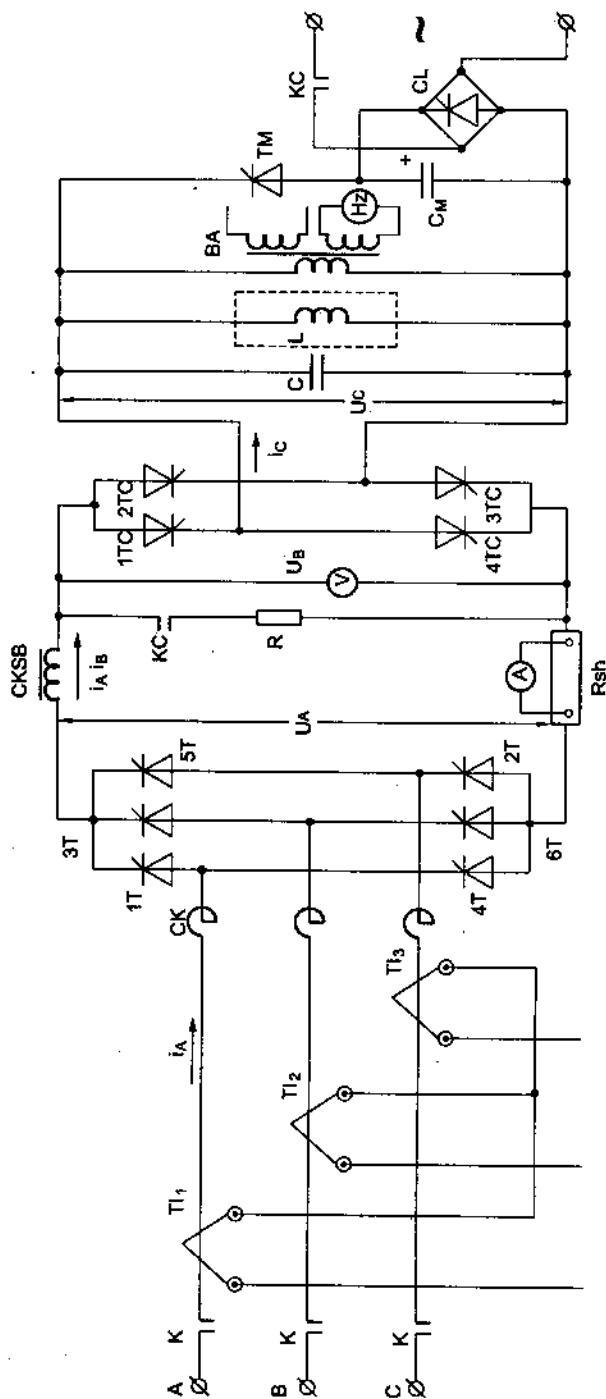
- Công suất tiêu thụ định mức của lò từ 100kW đến 1200kW.

- Tần số làm việc : $f = 1000\text{Hz}$.

Nhìn chung dù nguồn gốc sản xuất khác nhau nhưng về cấu tạo, nguyên lý hoạt động sơ đồ khối chức năng về cơ bản giống nhau. Trên hình 2.21 là sơ đồ nguyên lý mạch lực (đơn giản hóa) lò trung tần nấu thép KGPS - 250 do Trung Quốc chế tạo.

Trong mạch lực của lò cảm ứng trung tần nấu thép gồm các phần tử chính sau :

- * CK - cuộn kháng xoay chiều lõi không khí chức năng của nó hạn chế dòng ngắn mạch và hạn chế tốc độ tăng trưởng dòng điện để bảo vệ các tiristor 1T + 6T.



Hình 2.21. Sơ đồ nguyên lý mạch lực lò trung tần KGPS - 250.

$1T + 6T$ - Cầu chỉnh lưu ba pha điều khiển hoàn toàn, điện áp ra của cầu chỉnh lưu (U_A) có thể thay đổi từ 0 đến 500V.

$$U_A = 2,34 U \cos\phi \quad (2.30)$$

Trong đó: U - điện áp pha của nguồn cấp (lưới điện);

α - góc mở của các tiristo.

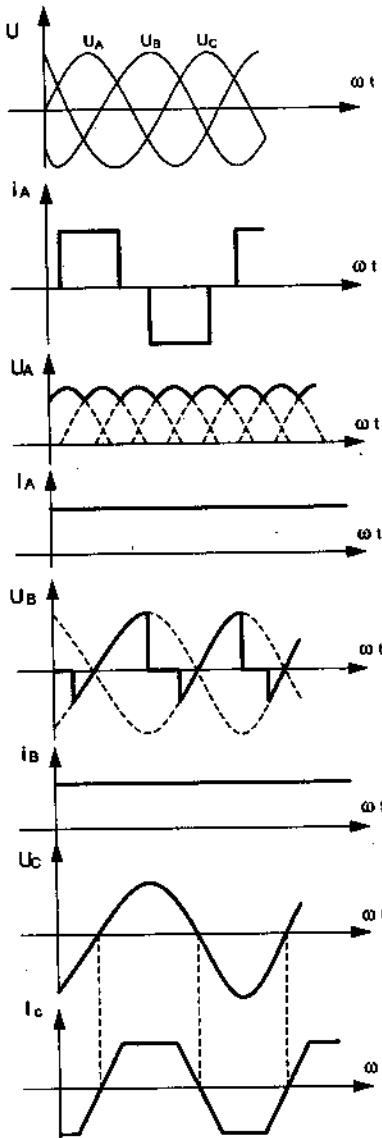
* CKSB - cuộn lọc dòng điện một chiều:

$1TC \div 4TC$, bộ nghịch lưu công hưởng dùng tiristo tần số cao, nối theo sơ đồ cầu một pha, điện áp ra trên tải có dạng gần hình sin.

* Phụ tải của bộ nghịch lưu công hưởng là cuộn cảm ứng L của lò, là tải cảm nên hệ số công suất rất thấp ($\cos\phi = 0,1 \div 0,5$). Tụ C nối song song với vòng cảm ứng để tạo thành mạch vòng dao động và nâng cao hệ số công suất $\cos\phi$ của lò. Điện cảm đầu vào L_{CKSB} có giá trị lớn. Nguồn cấp cho bộ nghịch lưu công hưởng có thể coi là nguồn dòng. Điện áp ra (cấp cho vòng cảm ứng của lò) có dạng gần sin, còn dòng nghịch lưu có dạng chữ nhật như được thể hiện trên hình 2.22.

* Các phần tử còn lại: $TI1 + TI3$ lấy tín hiệu tỷ lệ với dòng tiêu thụ của lò để bảo vệ quá tải. Biến áp BA gia công tín hiệu để đo lường (đo tần số, đo điện áp xoay chiều trên tải) và điều khiển bộ nghịch lưu công hưởng.

* Khởi động bộ nghịch lưu gồm các phần tử cầu chỉnh lưu CL, tụ hoá C_M ,



Hình 2.22. Đồ thị điện áp, dòng điện tại các điểm đo của lò cảm ứng trung tần.

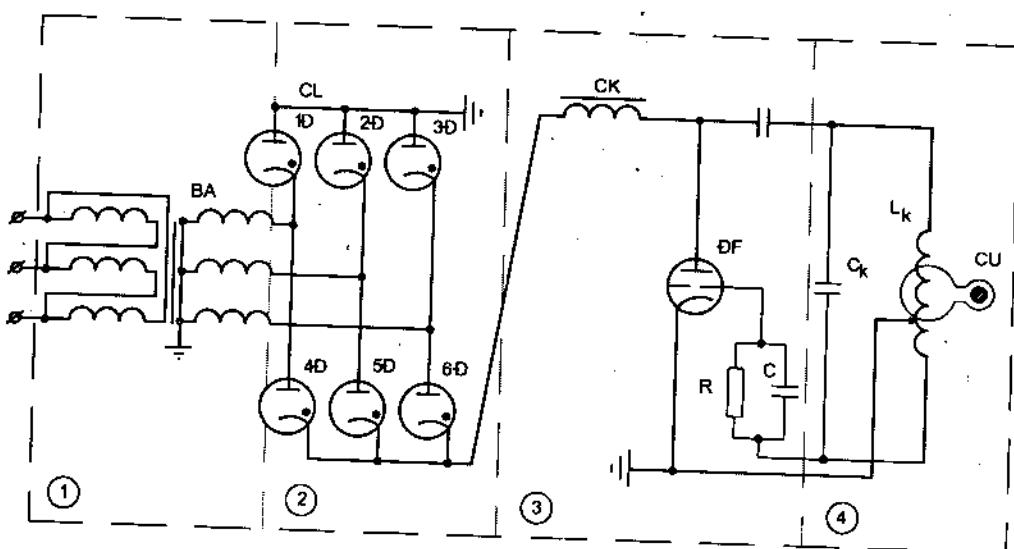
tiristo khởi động T_M và công tắc tơ khởi động KC.

Như ta đã biết, bộ nghịch lưu cộng hưởng nguồn dòng chỉ làm việc trong chế độ mạch tải là mạch dao động, như vậy vấn đề đầu tiên là cần tạo ra ít nhất một chu kỳ dao động trên tải sau đó là điều khiển các tiristo 1TC + 4TC để dao động trên tải tiếp tục được duy trì. Để cung cấp năng lượng cho tải thì nguồn vào phải làm việc ở chế độ nguồn dòng, như vậy lúc ban đầu phải tạo ra nguồn dòng xác lập.

Nguyên lý làm việc của mạch khởi động như sau : Khi bắt đầu khởi động, tiếp điểm KC đóng nối mạch cầu chỉnh lưu CL nạp điện cho tụ C_M , đồng thời nối điện trở R vào mạch tải cho cầu chỉnh lưu 1T + 6T để tạo ra dòng I_d qua cuộn kháng san bằng. Sau một khoảng thời gian xung điều khiển đưa đến mở tiristo T_M , tụ C_M phóng qua mạch tải L - C tạo nên dao động tắt dần trên tải (khoảng từ một đến hai chu kỳ) sau $\frac{1}{2}$ chu kỳ dao động T_M sẽ tự ngắt ra. Tiếp điểm KC sẽ tự ngắt ra sau một khoảng thời gian định trước. Hệ thống điều khiển các tiristo chính (1TC + 4TC) sẽ hoạt động để duy trì điện áp trên tải.

d) Lò cảm ứng cao tần dùng đèn phát (hình 2.23)

Lò cao tần dùng để tẩy bù mặt các chi tiết, nấu chảy kim loại và hàn cao tần đường ống. Công suất của lò đạt tới 67kW, tần số làm việc $f = 400\text{kHz}$.



Hình 2.23. Lò cảm ứng cao tần dùng đèn phát.

1. Biến áp tăng áp ; 2. Bộ chỉnh lưu ; 3. Khối đèn phát ; 4. Mạch vòng dao động.

Lò gồm có bốn khối chính :

- 1) Biến áp tăng áp $U_1/U_2 = 380V/10kV$.
- 2) Khối chỉnh lưu cao áp dùng đèn tiratrong 1Đ + 6Đ, chỉnh lưu điện áp xoay chiều có trị số tối 15.000V. Điều chỉnh công suất của lò bằng cách thay đổi góc mở của các đèn tiratrong (thay đổi điện áp ra của bộ chỉnh lưu).
- 3) Khối đèn phát biến đổi điện áp một chiều thành điện áp xoay chiều tần số cao dùng đèn điện tử ba cực ($\Gamma Y - 10$, $\Gamma Y - 27$ hoặc $\Gamma Y - 29$ do Nga chế tạo).
- 4) Mạch vòng dao động gồm tụ C_K , L_K (L_K - biến áp lõi không khí) và vòng cảm ứng CU.

2.2. Trang bị điện các máy hàn điện

2.2.1. Khái niệm chung

1. Phân loại

Hiện nay hàn điện là một phương pháp ghép nối các chi tiết được dùng rộng rãi trong công nghiệp, trong xây dựng, trong ngành chế tạo và sửa chữa máy.

Hàn điện có những ưu điểm nổi bật với những phương pháp ghép nối khác (như tán định, rivê, bulông, écu).

- Tiết kiệm nguyên vật liệu.
- Độ bền cơ học mối ghép nối cao.
- Giá thành hạ, năng suất cao.
- Dễ dàng thực hiện cơ khí hóa và tự động hóa quá trình công nghệ ở mức cao.

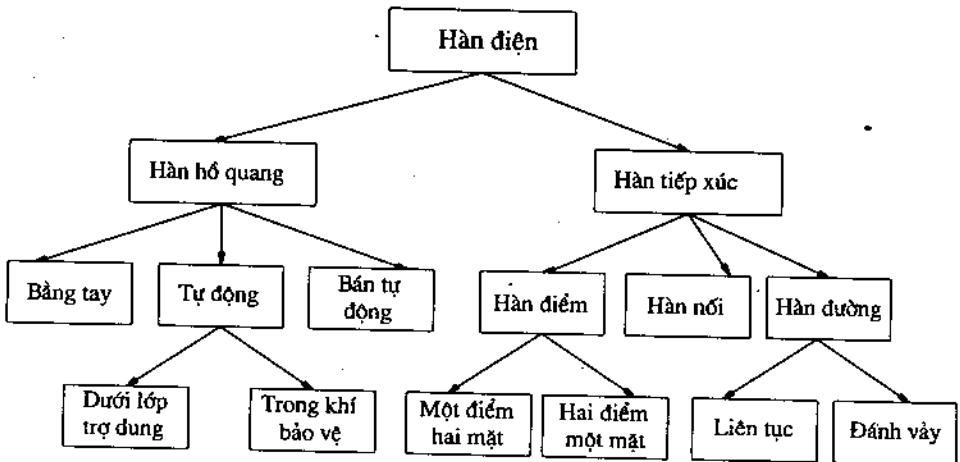
Các phương pháp hàn điện rất đa dạng và nhiều loại máy hiện đại được sử dụng trong các ngành công nghiệp khác nhau. Phân loại các phương pháp hàn điện một cách tổng thể được biểu diễn trên hình (2.14).

2. Các yêu cầu kỹ thuật đối với nguồn hàn

Để đảm bảo chất lượng của mối hàn, nâng cao năng suất của máy hàn, nguồn hàn của các máy hàn phải đáp ứng đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật sau :

a) Điện áp không tải

Đối với công nghệ hàn điện yêu cầu điện áp thấp và dòng hàn lớn, cho nên nguồn hàn nhất thiết phải có biến áp để hạ điện áp. Điện áp không tải ở đây chính là điện áp thứ cấp không tải của biến áp hàn (BAH).



Hình 2.24. Phân loại các phương pháp hàn điện.

+ Đối với công nghệ hàn hồ quang, điện áp không tải phải lớn hơn điện áp mồi hồ quang.

- $U_{20\text{min}} = (50 + 60) \text{ V}$ đối với nguồn hàn xoay chiều.

- $U_{do\text{ min}} = (45 + 55) \text{ V}$ đối với nguồn hàn một chiều.

+ Đối với công nghệ hàn tiếp xúc $U_{20} = (0,5 + 10) \text{ V}$.

b) *Bội số dòng dòng ngắn mạch không được quá lớn λ_i*

$$\lambda_i = \frac{I_{nm}}{I_2} = 1,2 \div 1,4 \quad (2.31)$$

Trong đó : λ_i - bội số dòng ngắn mạch ;

I_{nm} - trị số dòng điện ngắn mạch, A ;

I_2 - trị số dòng hàn định mức, A.

c) *Nguồn hàn phải có khả năng điều chỉnh được dòng hàn*

d) *Đặc tính ngoài của nguồn hàn*

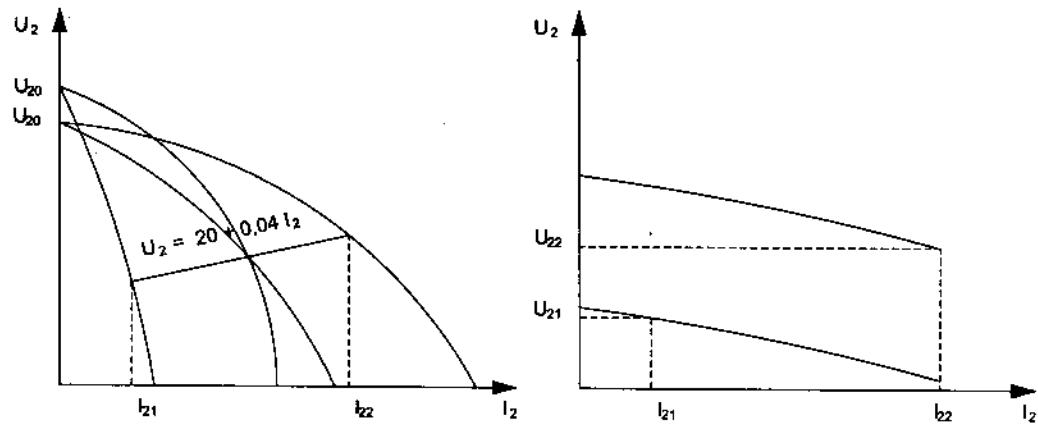
Đặc tính ngoài của nguồn hàn hay còn gọi là đặc tính Vôn - Ampe của nguồn hàn biểu diễn sự phụ thuộc của điện áp hàn vào dòng hàn $U_2 = f(I_2)$. Khi mạch hàn hở ($I_2 = 0$), điện áp hàn chính là điện áp không tải của nguồn hàn (U_{20} - điện áp thứ cấp không tải của biến áp hàn).

Dạng đặc tính ngoài của máy hàn có hai loại :

- Dạng đặc tính ngoài cứng.
- Dạng đặc tính ngoài mềm.

Khi chọn dạng đặc tính ngoài của nguồn hàn phải dựa trên các đặc điểm đặc trưng của quá trình hàn như :

- Loại que hàn (que hàn nóng chảy, không nóng chảy).
 - Tính chất của môi trường xảy ra quá trình hàn (hàn hở hồ quang, hàn dưới lớp trợ dung, hàn trong khí bảo vệ).
 - Mức độ cơ khí hóa của quá trình hàn (hàn bằng tay, tự động, bán tự động).
- + Dạng đặc tính ngoài mềm (hình 2.25a) dùng cho các phương pháp hàn sau :



Hình 2.25. Đặc tính ngoài của nguồn hàn.

a) Dạng đặc tính ngoài mềm ; b) Dạng đặc tính ngoài cứng.

- Hàn hồ quang bằng tay với que hàn rời.
- Hàn hồ quang trong khí bảo vệ (khí argon Ar) với que hàn vonfram (W).
- Hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung.

Khi tốc độ cấp dây hàn vào vùng hàn phụ thuộc vào điện áp hồ quang.

- Nguồn hàn có dạng đặc tính ngoài mềm là bộ nguồn dòng. Dòng điện hàn có thể điều chỉnh trong phạm vi từ I_{21} đến I_{22} .

Điều chỉnh dòng hàn trong nguồn hàn có dạng đặc tính ngoài mềm có thể thực hiện vô cấp và có cấp. Trong quá trình điều chỉnh dòng hàn, trị số của điện áp không tải $U_{20} = \text{const}$. Trong trường hợp cần dòng hàn bé, phải tăng trị số điện áp không tải ($U_{20} > U_{20}'$).

Điện áp được tính theo biểu thức sau :

$$U_2 = 20 + 0.04 \cdot I_2 \quad (2.32)$$

Độ dốc của đường đặc tính ngoài được chọn tùy thuộc vào phương pháp hàn. Phương pháp hàn hồ quang trong khí bảo vệ dùng đường đặc tính

ngoài có độ dốc lớn nhất, kế đến là phương pháp hàn hồ quang bằng tay và sau đó là công nghệ hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung.

Điều chỉnh độ dài cung lửa hồ quang hàn trong quá trình hàn với họ đặc tính ngoài mềm do người thợ hàn (hàn bằng tay) hoặc do hệ thống điều chỉnh độ dài cung lửa hồ quang (hàn tự động).

+ Dạng đặc tính ngoài cứng (hình 2.25b), dùng cho phương pháp hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung khi tốc độ cấp dây hàn vào vùng hàn không đổi và không phụ thuộc vào điện áp hàn.

Bộ nguồn hàn hồ quang có dạng đặc tính ngoài cứng là bộ nguồn áp. Điện hàn được điều chỉnh trong phạm vi từ trị số thấp nhất U_{21} đến trị số lớn nhất U_{22} . Phạm vi điều chỉnh điện áp hàn phải phù hợp với phạm vi điều chỉnh dòng hàn từ dòng hàn thấp nhất I_{21} đến dòng hàn lớn nhất I_{22} .

Điều chỉnh điện áp hàn có thể thực hiện vô cấp và có cấp. Trị số dòng hàn được chọn phụ thuộc vào tốc độ cấp dây hàn vào vùng hàn.

Điện áp hàn được tính theo biểu thức sau :

- Với dòng hàn tới 1000A

$$U_2 = 19 + 0,037 \cdot I_2 \quad (2.33)$$

- Với dòng hàn tới 2000A

$$U_2 = 13 + 0,0135 \cdot I_2 \quad (2.34)$$

3. Hệ số tiếp điện của nguồn hàn

Máy hàn là một thiết bị làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại.

Thời gian làm việc dài nhất của máy hàn là thời gian hàn hết một que hàn (τ_1), thời gian ngắn nhất là thời gian để thay que hàn và mồi được hồ quang (τ_2).

Nguồn hàn hồ quang có tuổi thọ làm việc cao khi thỏa mãn điều kiện :

$$Q_1 = Q_2 \quad (2.35)$$

Trong đó : $Q_1 = 0,239 \cdot I_2^2 R \tau_1$ - nhiệt lượng tỏa ra khi hàn
với thời gian là τ_1 ;

$Q_2 = k(\tau_1 + \tau_2)$ - nhiệt lượng tỏa ra môi trường xung quanh
trong một chu kỳ làm việc $\tau_{CK} = \tau_1 + \tau_2$;

k - hệ số đặc trưng cho chế độ tỏa ra nhiệt của nguồn hàn.

Tính một cách gần đúng, có thể coi hệ số $k = \text{const}$. Từ biểu thức (2.35) ta có :

$$0,239 \cdot I_2^2 R \tau_1 = k (\tau_1 + \tau_2) \quad (2.36)$$

$$I_2^2 \cdot \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} = \frac{k}{0,239R}$$

Trong đó : Tỷ số $\frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2}$ được gọi là hệ số tiếp điện tương đối TĐ% của nguồn hò quang.

$$TĐ\% = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} \cdot 100\% \quad (2.37)$$

2.2.2. Các loại nguồn hàn

1. Nguồn hàn xoay chiều

Nguồn hàn xoay chiều được sử dụng phổ biến đối với công nghệ hàn hò quang bằng tay, hàn hò quang tự động dưới lớp trợ dung, hàn hò quang trong khí argon (Ar) máy hàn tiếp xúc.

Phần tử quan trọng trong nguồn hàn là biến áp đặc biệt gọi là biến áp hàn.

Biến áp hàn phổ biến nhất là biến áp hàn một pha, biến áp hàn ba pha thường dùng cho nhiều đầu hàn.

Về cấu tạo, biến áp hàn thường chế tạo theo hai kiểu :

+ Máy biến áp hàn với từ thông tản bình thường : nó có hai thiết bị riêng rẽ, lắp ráp trong một vỏ hộp chung gồm một biến áp hàn và một cuộn kháng.

+ Biến áp hàn với từ thông tải tăng cường có các loại sau :

- Có cuộn thứ cấp di động.

- Có sơn từ động.

Theo phương pháp điều chỉnh, dòng điện hàn được phân thành ba nhóm máy hàn sau :

+ Điều chỉnh dòng hàn dùng cuộn dây và sơn từ động.

+ Điều chỉnh dòng hàn bằng phương pháp từ hoá mạch từ bằng dòng một chiều.

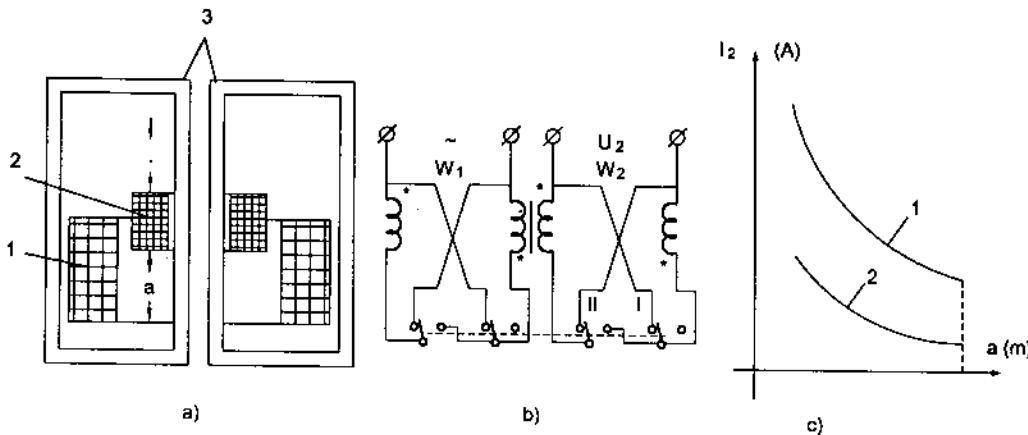
+ Điều chỉnh dòng hàn bằng bộ điều áp xoay chiều.

a) *Biến áp hàn có cuộn dây động*

Biến áp hàn với từ thông tản tăng cường có cuộn dây động được biểu diễn như trên hình 2.26.

Cấu tạo của nó gồm có : mạch từ 3, cuộn dây cố định - cuộn sơ cấp của biến áp hàn 1 và cuộn dây động - cuộn dây thứ cấp của biến áp hàn. Cuộn dây thứ cấp có thể di chuyển dọc theo trụ giữa của mạch từ lồng vào trong lồng cuộn sơ cấp bằng trục vít vô tận.

Thay đổi khoảng cách giữa hai cuộn dây, sẽ thay đổi điện kháng của biến



Hình 2.26. Máy biến áp hàn có cuộn dây động.

a) Cấu tạo; b) Sơ đồ nguyên lý ; c) Đặc tính điều chỉnh dòng hàn.

áp chính là thay đổi được dòng hàn (I_2). Dòng hàn tỷ lệ nghịch với khoảng cách giữa hai cuộn dây, và tỷ lệ đó là phi tuyến. Với khoảng cách giữa hai cuộn dây càng lớn, hiệu quả điều chỉnh dòng hàn càng thấp. Để mở rộng phạm vi điều chỉnh dòng hàn, dùng hai phương pháp điều chỉnh kết hợp.

- Điều chỉnh có cấp bằng cách thay đổi sơ đồ đấu dây cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp từ song song sang nối tiếp. Giữ tỷ số biến áp và điện áp thứ cấp không tải không đổi ($K_{BA} = \text{const}$, $U_{20} = \text{const}$).

Trên hình 2.26b và 2.26c là sơ đồ đấu dây của biến áp hàn và đặc tính điều chỉnh dòng hàn $I_2 = f(a)$ (a - là khoảng cách giữa hai cuộn dây).

- Điều chỉnh vô cấp dòng hàn bằng cách thay đổi khoảng cách giữa hai cuộn dây ($a = \text{var}$).

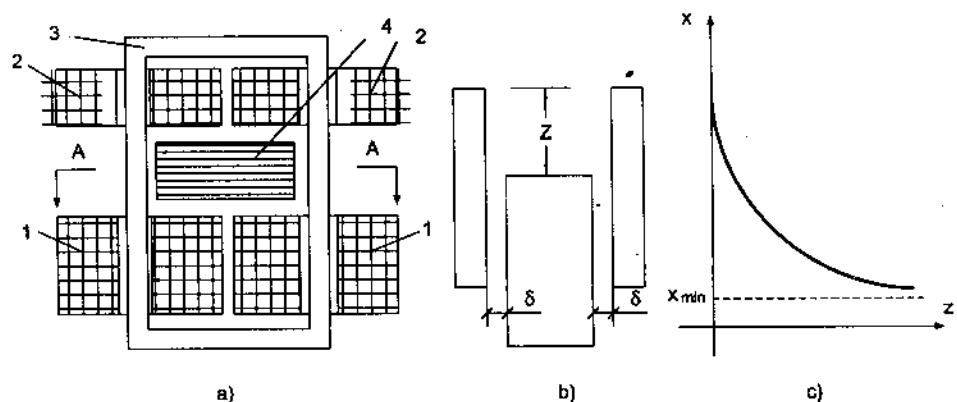
Trên hình 2.26c, đường 1 ứng với vị trí I của chuyển mạch CM (sơ đồ đấu dây của các cuộn dây : đấu song song). Đường 2 ứng với vị trí II của chuyển mạch CM (sơ đồ đấu dây của các cuộn dây : đấu nối tiếp).

b) Máy biến áp hàn có sơn từ động (Shunt từ động)

Biến áp hàn với từ thông tản tăng cường có sơn từ động được biểu diễn trên hình 2.27.

Cấu tạo của nó gồm : hai cuộn dây sơ cấp và thứ cấp 1 và 2 của biến áp hàn được phân bố đối xứng trên mạch từ 3 của biến áp hàn. Sơn từ động 4 nằm giữa hai cuộn dây. Sơn từ di chuyển đi sâu vào mạch từ của biến áp (hình 2.27b) bằng tay quay hoặc trực vít vô tận. Khe hở không khí δ là khe hở giữa mạch từ của biến áp hàn và sơn từ động.

Điều chỉnh dòng hàn thực hiện bằng cách di chuyển sơn từ di sâu vào mạch từ với hành trình Z (hình 2.27b). Khi hành trình Z càng giảm, điện kháng của biến áp hàn x của biến áp càng tăng và dòng hàn I_2 càng giảm.



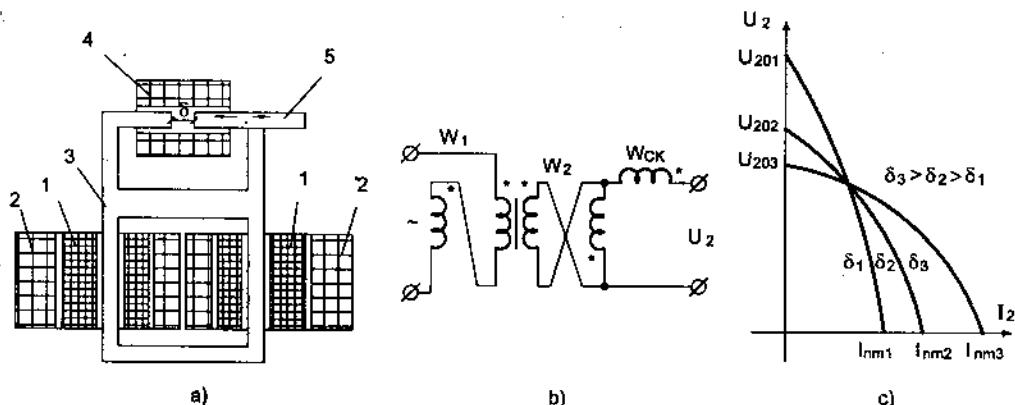
Hình 2.27. Biến áp hàn có sơn từ động.

a) Cấu tạo ; b) Hành trình của sơn từ ; c) Đặc tính điều chỉnh dòng hàn.

Sự phụ thuộc của điện kháng của biến áp x phụ thuộc vào vị trí của sơn từ (hành trình của sơn từ Z) được biểu diễn trên hình 2.27c.

c) *Biến áp hàn với cuộn kháng ngoài có mạch từ động*

Biến áp hàn với cuộn kháng ngoài có mạch từ động là loại biến áp hàn với từ thông tản bình thường được biểu diễn trên hình 2.28.



Hình 2.28. Biến áp hàn với cuộn kháng ngoài có mạch tự động.

a) Cấu tạo ; b) Sơ đồ đấu dây ; c) Đặc tính ngoài.

Cấu tạo của biến áp hàn gồm có : Cuộn dây sơ cấp 1, cuộn dây thứ cấp 2, mạch từ 3, cuộn dây của cuộn kháng 4 đấu nối tiếp với cuộn thứ cấp của biến áp hàn nhưng ngược cực tính và mạch từ động 5.

Điều chỉnh dòng hàn thực hiện bằng cách dịch chuyển mạch từ động 5 (thay đổi khe hở mạch từ). Khi khe hở mạch từ càng tăng, điện kháng x

của biến áp càng giảm và dòng hàn I_2 càng tăng. Đặc tính ngoài được biểu diễn trên hình 2.28c.

d) *Biến áp hàn có cuộn kháng bão hòa* (hình 2.29)

Biến áp hàn có cuộn kháng bão hòa là loại biến áp hàn từ thông tản bình thường, điều chỉnh dòng hàn thực hiện bằng cách từ hoá mạch từ của cuộn kháng bằng dòng điện một chiều. So với ba loại biến áp hàn kể trên (a, b, c) nó có ưu điểm sau :

- + Trong lõi của biến áp hàn không có phần động nên độ tin cậy và tuổi thọ làm việc cao hơn.

- + Phạm vi điều chỉnh dòng hàn rộng.

Nhược điểm của nó là :

- + Tốn vật liệu Fe và Cu (vì cuộn kháng bão hòa độc lập).

- + Chỉ tiêu năng lượng không cao.

Cấu tạo của nó gồm hai phần tử chính : Biến áp hàn BAH và cuộn kháng bão hòa CKBH. Cuộn kháng bão hòa gồm có hai cuộn dây: cuộn dây làm việc W_{\perp} và cuộn dây điều khiển W_{dk} . Cuộn dây làm việc W_{\perp} đấu nối tiếp với cuộn thứ cấp của biến áp hàn.

Trị số điện áp hàn bằng :

$$U_2 = U_{20} - U_{W_{\perp}} \quad (2.38)$$

Trong đó : U_{20} - điện áp thứ cấp không tải của biến áp hàn ;

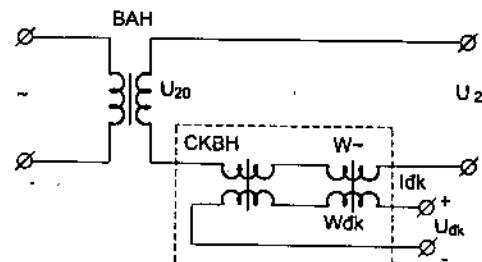
$U_{W_{\perp}}$ - điện áp rơi trên cuộn làm việc của cuộn kháng bão hòa.

Điều chỉnh dòng hàn thực hiện bằng cách thay đổi trị số điện áp rơi trên cuộn dây xoay chiều (W_{\perp}) của cuộn bão hòa bằng cách từ hoá mạch từ bằng dòng điện một chiều I_{dk} . Khi dòng điều khiển I_{dk} trong cuộn dây điều khiển càng tăng, điện kháng x của cuộn dây làm việc (W_{\perp}) càng giảm dẫn đến $U_{W_{\perp}}$ càng giảm, U_2 càng tăng và dòng hàn I_2 càng tăng và ngược lại.

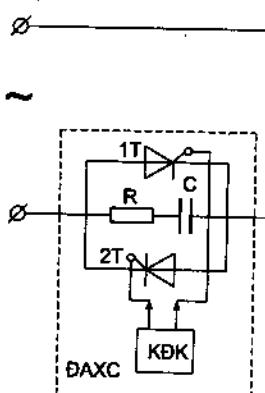
e) *Biến áp hàn với bộ điều áp xoay chiều* (hình 2.30)

+ Cấu tạo của nó gồm hai thành phần riêng biệt : Biến áp hàn BAH và bộ điều áp xoay chiều (ĐAXC). Bộ điều áp xoay chiều gồm hai tiristo đấu song song ngược chiều 1T, 2T, khối điều khiển các tiristo KDK và bảo vệ R - C.

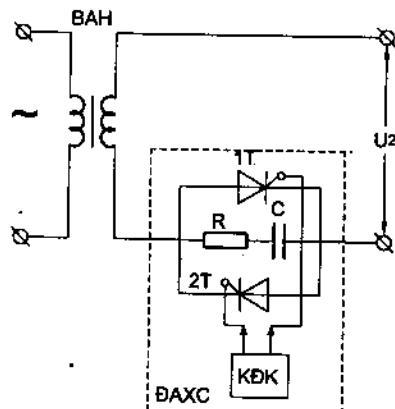
Phương pháp điều chỉnh dòng hàn thực hiện bằng cách thay đổi góc mở



Hình 2.29. Biến áp hàn có cuộn kháng bão hòa.



a)



b)

Hình 2.30. Biến áp hàn với bộ điều áp xoay chiều (DAXC).

a) Bộ DAXC đặt phía sơ cấp ; b) Bộ DAXC đặt phía thứ cấp.

α của hai tiristo 1T và 2T, khi α thay đổi tức là trị số điện áp U_2 hay chính là dòng hàn I_2 thay đổi.

Bộ nguồn này phù hợp cho các loại máy hàn tiếp xúc và máy hàn điện xị.

Bộ nguồn này không phù hợp với phương pháp hàn hồ quang, vì trong khoảng thời gian các tiristo không dẫn sẽ gây ra hiện tượng khử ion hoá nhanh dẫn đến đứt ngọn lửa hồ quang và việc mồi lại hồ quang sẽ khó khăn hơn.

+ Khối điều khiển xung pha của bộ DAXC

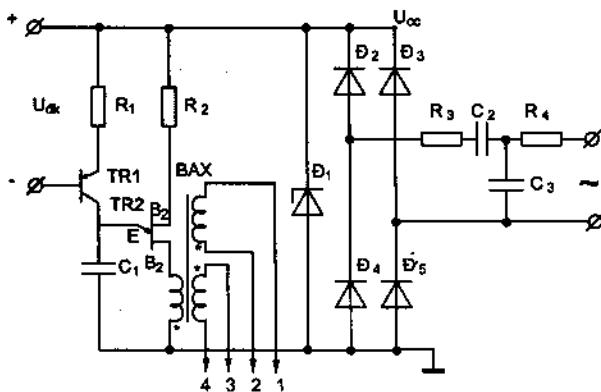
Điều chỉnh dòng hàn I_2 bằng cách điều chỉnh điện áp hàn U_2 . Điều đó thực hiện bằng cách thay đổi góc mở của hai tiristo 1T và 2T trong mạch lực (hình 2.31b, c).

- Mạch điều khiển (hình 2.31a)

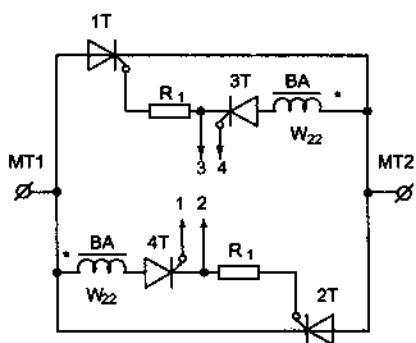
Nguyên lý làm việc của mạch điều khiển dựa trên hiện tượng nạp - phóng của tụ C_1 .

Nguồn cấp cho mạch điều khiển là điện áp chỉnh lưu hình thang (xem hình 2.32) được cấp từ cầu chỉnh lưu $D_2 + D_5$ và diốt ổn áp D_1 . Điện áp nguồn cấp bằng điện áp ổn áp của diốt D_1 ($U_{ce} = 12V$). C_2 , C_3 , R_3 và R_4 là mạch lọc vi - tích phân chống ảnh hưởng của nhiễu lên mạch điều khiển.

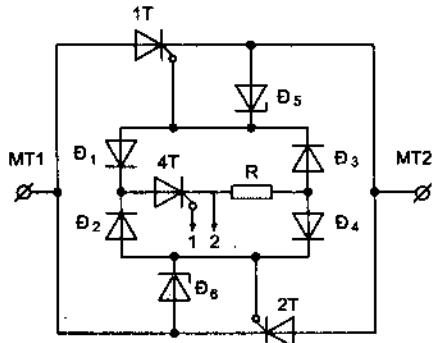
Tốc độ nạp của tụ C_1 phụ thuộc vào dòng colecto của transito TR1. Dòng colecto của TR1 bằng :



a)



b)



c)

Hình 2.31. Sơ đồ nguyên lý của bộ ĐAXC.

a) Mạch điều khiển ; b, c) Mạch lục.

$$i_c = - \frac{U_{dk}}{R_1} \quad (2.39)$$

Còn điện áp trên tụ C_1 bằng:

$$U_{C_1} = \frac{1}{C_1} \int i_c dt = \frac{U_{dk}}{R_l C_1} \cdot t \quad (2.40)$$

Trong đó: U_{dk} - là điện áp điều khiển.

Khi điện áp trên tụ C_1 nạp đến trị số bằng U_{ng} ($U_{ng} = 0,68U_{CC}$) là điện áp nguồng lật trạng thái của transito một tiếp giáp TR_2 . Khi đó TR_2 thông, tụ C_1 được phóng qua cuộn dây thứ cấp của biến áp xung (BAX). Ở đầu ra của cuộn thứ cấp biến áp xung (đầu 1 ÷ 4) sẽ có xung mở các tiristo phụ 3T và 4T hình (2.31b, c) với độ rộng của xung $t_x = 10\mu s$. Các tiristo phụ đó sẽ mở các tiristo chính 1T và 2T.

Góc mở của các tiristo phụ thuộc vào trị số của điện áp điều khiển U_{dk} và được tính theo biểu thức sau :

$$\alpha = \omega t = \frac{2f \cdot R_2 \cdot U_{ng}}{U_{dk}} \quad (2.41)$$

Sau khi tụ C_1 phỏng điện phục hồi trạng thái khoá của transito TR_2 và tụ C_1 được nạp lại với biên độ giảm dần đến trị số không trong một nửa chu kỳ của điện áp lưới.

- **Mạch lực** : Có thể có hai phương án thực hiện.

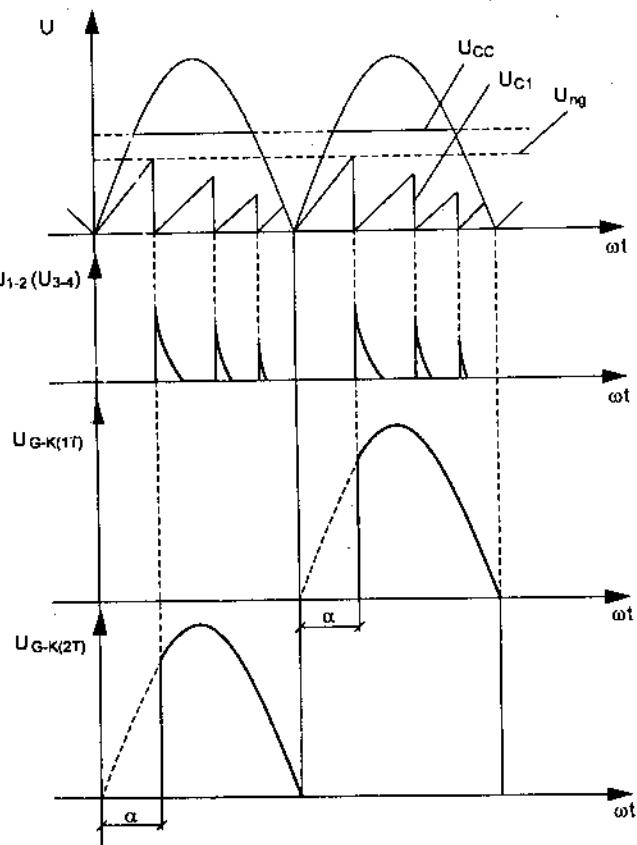
* **Mạch lực hình 2.31b.** Để điều khiển mở hai tiristo chính dùng 2 tiristo phụ 3T, 4T và biến áp BA, hai cuộn dây thứ cấp của nó có cực tính ngược nhau (điện áp ra của nó đối pha nhau) còn cuộn sơ cấp của nó đấu vào điện áp lưới. Ở nửa chu kỳ đầu ($0 + 180^\circ$), điện áp ra của cuộn W_{22} dương, 3T thông và 1T thông. Ở nửa chu kỳ sau ($180^\circ + 360^\circ$) điện áp ra của cuộn W_{23} dương, 3T và 2T thông. Điện trở R_1 và R_2 dùng để hạn chế dòng.

* **Mạch lực hình 2.31c.** Để điều khiển mở hai tiristo chính dùng tiristo phụ 3T, cầu chỉnh lưu $\bar{D}_1 - \bar{D}_4$, hai diốt ổn áp \bar{D}_5, \bar{D}_6 (hạn chế dòng áp đặt lên cực điều khiển của 1T và 2T), điện trở R (hạn chế dòng). Ở nửa chu kỳ đầu ($0 + 180^\circ$), tiristo 1T mở. Dòng điều khiển đi theo đường: MT1 - $U_{1,2}(U_{3,4})$ - $\bar{D}_6 - \bar{D}_2 - 3T - R - \bar{D}_3$ cực G-K (của 1T) - MT2. Ở nửa chu kỳ sau ($180^\circ + 360^\circ$) tiristo 2T mở, dòng điều khiển đi theo đường: MT2 - $\bar{D}_5 - \bar{D}_1 - 3T - R - \bar{D}_4$ - cực G-K (của 2T) - MT1.

Đồ thị điện áp của mạch điều khiển được biểu diễn trên hình 2.32.

2. Các nguồn hàn một chiều

Nguồn hàn một chiều dùng cho công nghệ hàn hồ quang bằng tay, hàn hồ quang tự động, bán tự động



Hình 2.32. Đồ thị điện áp của mạch điều khiển bộ DAXC.

và hàn hồ quang trong khí bảo vệ.

Nguồn hàn hồ quang một chiều có hai loại :

- Bộ biến đổi quay (máy phát hàn một chiều);
- Bộ biến đổi tĩnh (bộ chỉnh lưu dùng diốt hoặc tiristo).

a) Máy phát hàn

Máy phát hàn có hai loại : máy phát hàn một chiều cổ góp và máy phát hàn xoay chiều với bộ chỉnh lưu bán dẫn.

Các máy phát hàn được các loại động cơ sơ cấp sau đây truyền động :

- Động cơ đốt trong.
- Động cơ điện.

+ Máy phát hàn một chiều cổ góp có 3 loại :

- Máy phát hàn một chiều từ trường ngang (cấu tạo giống như máy điện khuếch đại từ trường ngang).

- Máy phát hàn một chiều cực từ rẽ.

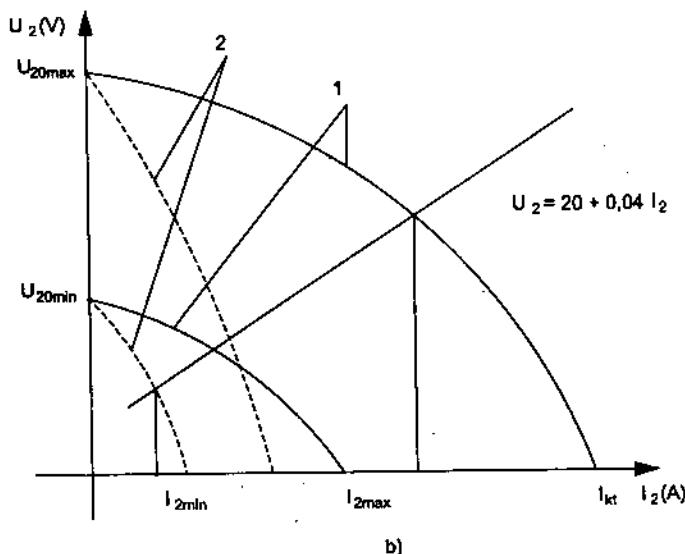
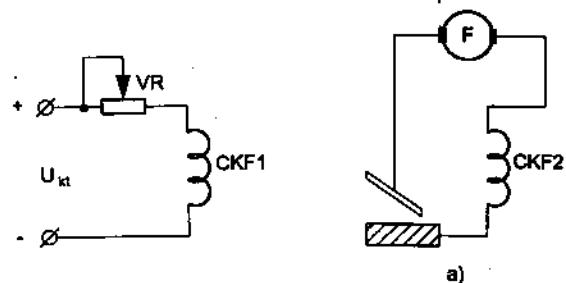
- Máy phát hàn một chiều có cuộn khử từ nối tiếp.

Máy phát hàn một chiều có cuộn khử từ nối tiếp biểu diễn trên hình 2.33.

Máy phát hàn F có hai cuộn kích thích :

- Cuộn kích thích độc lập CKF_1 được cấp nguồn độc lập U_{kt} . Điều chỉnh dòng kích thích trong cuộn CKF_1 bằng chiết áp VR.

- Cuộn kích thích nối tiếp CKF_2 (cuộn khử từ nối tiếp) nối với phần ứng của máy phát.



Hình 2.33. Máy phát hàn một chiều có cuộn khử từ nối tiếp.

a) Sơ đồ nguyên lý ; b) Họ đặc tính ngoài.

1. Vùng dòng hàn lớn ; 2. Vùng dòng hàn bé.

Từ thông Φ_2 sinh ra trong cuộn khử từ CKF₂ tỷ lệ với dòng điện hàn (I_2) ngược chiều với từ thông sinh ra trong cuộn kích thích CKF₁ - Φ_1 .

Như vậy, khi không tải (dòng hàn $I_2 = 0$), từ thông $\Phi_2 = 0$. Lúc đó sức điện động phát ra của máy phát bằng :

$$E_o = K\Phi_1 \omega \quad (2.42)$$

Trong đó : K - hệ số cấu tạo của máy phát ;

ω - tốc độ quay của động cơ sơ cấp kéo máy phát.

Khi có tải ($I_2 \neq 0$).

$$U_2 = E - I_2 R_u = K(\Phi_1 - \Phi_2) \cdot \omega - I_2 R_u \quad (2.43)$$

Trong đó : U_2 - điện áp hàn (điện áp hồ quang) ;

I_2 - dòng điện hàn (dòng điện hồ quang) ;

R_u - điện trở mạch phần ứng của máy phát.

* $\Phi_2 = I_2 W_2$. Từ thông sinh ra trong cuộn khử từ CKF₂, nó tỷ lệ với dòng hàn I_2 và số vòng dây W_2 của cuộn CKF₂.

Từ biểu thức (2.43) ta thấy rằng điều chỉnh dòng hàn có thể thực hiện bằng hai cách :

- Thay đổi số vòng dây W_2 của cuộn khử từ nối tiếp CKF₂ (đường nét đứt trên hình 2.33b).

- Thay đổi dòng I_{kt} trong cuộn kích thích độc lập CKF₁ bằng chiết áp VR (đường nét liền trên hình 2.33b).

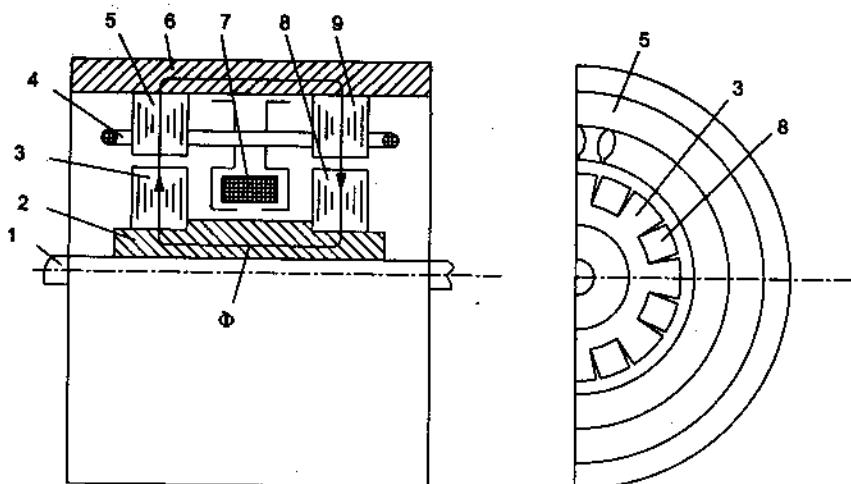
Với tác dụng khử từ của cuộn CKF₂, khi dòng hàn I_2 càng tăng, điện áp hàn U_2 càng giảm tạo ra đường đặc tính ngoài mềm. Họ đặc tính ngoài của máy phát hàn được biểu diễn trên hình 2.33b. Phạm vi điều chỉnh dòng hàn từ I_{2min} đến I_{2max} tương ứng với điện áp không tải U_{20min} đến U_{20max} (trị số $U_{20min} = 45 + 50V$, $U_{20max} = 100V$).

+ *Máy phát xoay chiều với bộ chỉnh lưu*

Cấu tạo của máy phát xoay chiều được biểu diễn trên hình 2.34.

Trên rôto của máy phát không có cuộn dây. Cuộn dây phần ứng và cuộn kích thích đều phân bố trên stator của máy phát. Khi máy phát hoạt động, các cuộn dây đứng yên nên không cần cơ cấu cổ góp. Kết cấu của máy phát kiểu này sẽ đảm bảo độ tin cậy làm việc cao, nâng cao tuổi thọ của máy phát.

Sơ đồ nguyên lý của máy phát được giới thiệu trên hình 2.35.

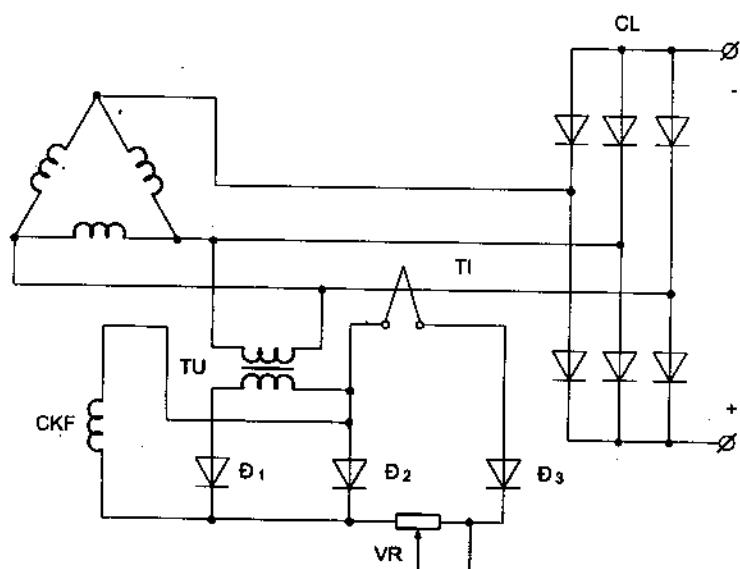


Hình 2.34. Cấu tạo của máy phát xoay chiều.

1. Trục của máy phát ; 2. Ống lót ; 3, 8. Mạch từ của rôto ; 4. Cuộn dây phàn ứng ; 5, 9. Mạch từ của stato ; 6. Vỏ máy phát ; 7. Cuộn dây kích thích ; F - từ thông chính.

Cuộn dây
phản stato
được nối theo
sơ đồ tam giác
và cấp cho cầu
chỉnh lưu CL.
Khi mạch hàn
kín $I_2 = I_d$
(I_d là dòng
của cầu chỉnh
lưu).

Điều chỉnh
dòng hàn I_2
thực hiện bằng
cách thay đổi
sức điện động
của máy phát
 E_F . Sức điện
động của máy



Hình 2.35. Sơ đồ nguyên lý máy phát xoay chiều
với bộ chỉnh lưu.

phát E_F phụ thuộc vào dòng chảy trong cuộn kích từ của nó (CKF). Máy phát làm việc theo nguyên tắc tự kích. Sau khi khởi động máy phát, do có từ dư nên sức điện động của máy phát $E_F = (3 \div 4)V$. Biến áp TU sẽ cấp nguồn kích thích cho máy phát. Sức điện động E_F tăng dần, dẫn đến dòng

kích từ tăng dần và sức điện động của máy phát sẽ đạt đến trị số định mức. Khi dòng hàn $I_2 \neq 0$, biến dòng TI bắt đầu cấp nguồn cho cuộn kính từ qua diốt D_3 . Vì đặc tính ngoài của máy phát mềm (do điện cảm của dây quấn stato khá lớn) nên khi dòng hàn I_2 càng tăng, điện áp phát ra của máy phát càng giảm, thành phần dòng kích từ lấy từ biến áp TU giảm, nhưng thành phần dòng cấp từ TI lại tăng. Kết quả tổng giá trị tức thời của hai điện áp thứ cấp TU và TI hầu như không đổi và cấp nguồn cho cuộn kính từ của máy phát luôn ổn định. Diốt D_3 thực hiện chức năng như một diốt hoàn năng lượng (diốt đệm) trong chế độ ngắn mạch. Chiết áp VR dùng để điều chỉnh trị số phản hồi dòng, chính là điều chỉnh độ nghiêng (độ dốc) của đường đặc tính ngoài của máy phát được biểu diễn trên hình 2.36.

Điều chỉnh thông số dòng hàn thực hiện bằng cách thay đổi số đấu dây quấn stato của máy phát, chính là thay đổi điện kháng của dây quấn stato của máy phát (hình 2.37).

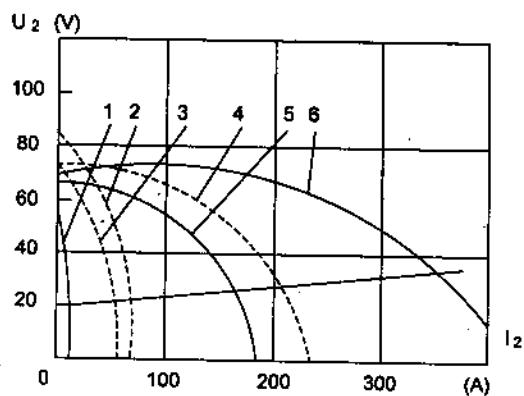
Khi đó dây quấn của mỗi pha của stato máy phát được chế tạo thành hai, nửa cuộn dây mới có thể thay đổi sơ đồ đấu dây từ nối tiếp sang song song.

b) Các bộ chỉnh lưu hàn

Các bộ chỉnh lưu hàn là nguồn hàn một chiều thường dùng cho công nghệ hàn hồ quang. Trong một bộ chỉnh lưu hàn gồm hai phần tử chính là: biến áp hàn và mạch chỉnh lưu dùng diốt hoặc tiristo.

* Bộ chỉnh lưu hàn có những ưu điểm nổi bật sau đây so với máy phát hàn.

- Chất lượng mối hàn cao hơn do nó có thể tạo ra dòng hàn ổn định.
- Hiệu suất cao, tổn hao không tải thấp.
- Phạm vi điều chỉnh dòng hàn và điện áp hàn rộng.
- Không có phần quay nên độ tin cậy và tuổi thọ cao.



Hình 2.36. Họ đặc tính ngoài của máy phát xoay chiều với bộ chỉnh lưu.

1, 2. Phạm vi điều chỉnh dòng bé ; 3,4. Phạm vi điều chỉnh dòng trung bình ; 5, 6. Phạm vi điều chỉnh dòng lớn.

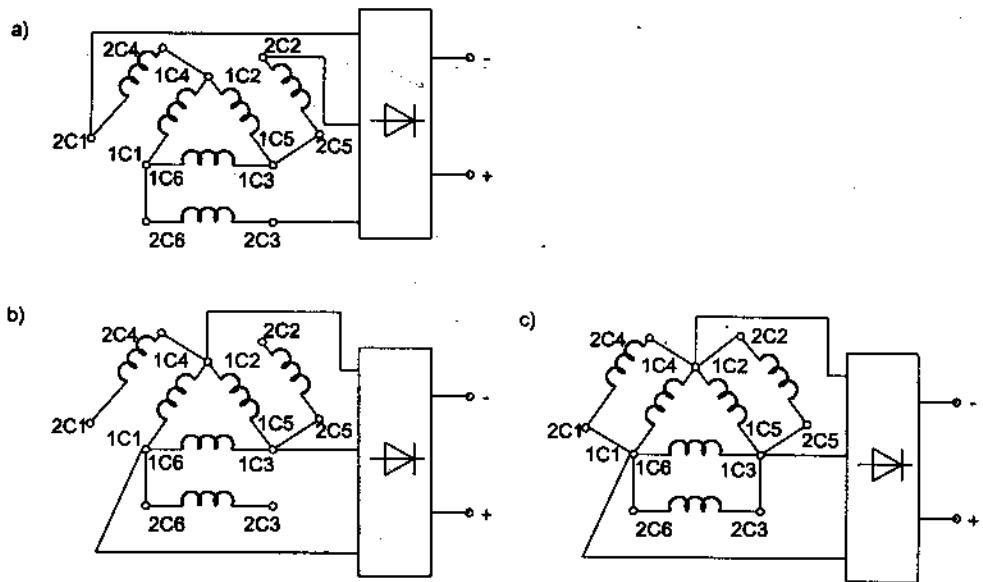
Điều chỉnh thông số dòng hàn thực hiện bằng cách thay đổi số đấu dây quấn stato của máy phát, chính là thay đổi điện kháng của dây quấn stato của máy phát (hình 2.37).

b) Các bộ chỉnh lưu hàn

Các bộ chỉnh lưu hàn là nguồn hàn một chiều thường dùng cho công nghệ hàn hồ quang. Trong một bộ chỉnh lưu hàn gồm hai phần tử chính là: biến áp hàn và mạch chỉnh lưu dùng diốt hoặc tiristo.

* Bộ chỉnh lưu hàn có những ưu điểm nổi bật sau đây so với máy phát hàn.

- Chất lượng mối hàn cao hơn do nó có thể tạo ra dòng hàn ổn định.
- Hiệu suất cao, tổn hao không tải thấp.
- Phạm vi điều chỉnh dòng hàn và điện áp hàn rộng.
- Không có phần quay nên độ tin cậy và tuổi thọ cao.



Hình 2.37. Sơ đồ đầu dây quấn stato của máy phát.

- a) Vùng điều chỉnh dòng bé ; b) Vùng điều chỉnh dòng trung bình ;
c) Vùng điều chỉnh dòng lớn.

- Có khả năng tự động hóa và chương trình hóa quá trình hàn.

* Bộ chỉnh lưu hàn có thể phân thành các nhóm sau :

- Có họ đặc tính ngoài mềm dùng cho công nghệ hàn hồ quang bằng tay, công nghệ hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung.

- Có họ đặc tính ngoài cứng dùng cho công nghệ hàn hồ quang trong khí bảo vệ.

- Có họ đặc tính ngoài vạn năng (mềm và cứng) dùng cho tất cả các phương pháp hàn hồ quang.

+ Các sơ đồ chỉnh lưu trong các bộ chỉnh lưu hàn thường dùng hai sơ đồ chỉnh lưu : Sơ đồ cầu ba pha và sơ đồ chỉnh lưu sáu pha hình tia.

Dùng sơ đồ chỉnh lưu ba pha có ưu điểm sau :

- Cân bằng phụ tải cho lưới điện.
- Giảm tiêu hao sắt (Fe), đồng (Cu) cho biến áp hàn và các cuộn kháng.
- Giảm độ đập mạch của dòng điện và điện áp chỉnh lưu.
- Thông số cơ bản đặc trưng cho sơ đồ chỉnh lưu dùng trong bộ chỉnh lưu hàn bao gồm :

+ Trị số điện áp hiệu dụng (điện áp pha U_{2ph} , hoặc điện áp dây U_2) thứ cấp phụ thuộc vào điện áp chỉnh lưu không tải U_{do} .

+ Điện áp ngược cực đại đặt lên van - U_{ngmax} .

+ Trị số dòng điện hiệu dụng (dòng điện pha I_{ph} hoặc dòng điện dây I_2 , phụ thuộc vào dòng chỉnh lưu I_d).

+ Dòng điện trung bình đi qua van : $I_{V.tb}$.

+ Trị số hiệu dụng I_V và trị số dòng điện cực đại I_{Vmax} đi qua van.

+ Trị số hiệu dụng dòng điện sơ cấp I_1 của biến áp hàn.

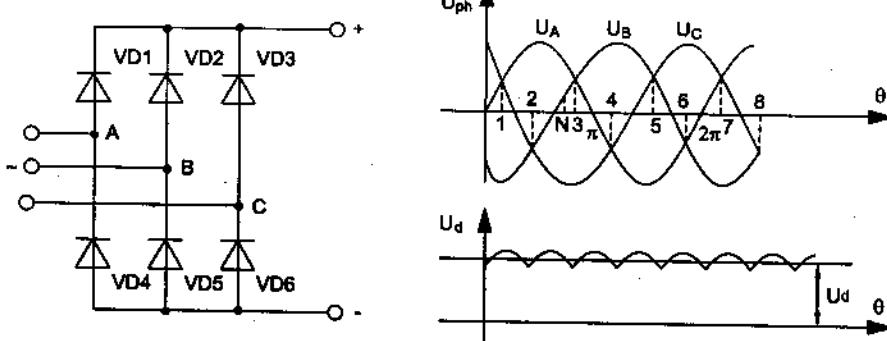
+ Công suất tính toán sơ cấp P_1 và thứ cấp P_2 .

Công suất tính toán của biến áp hàn được tính gần đúng theo biểu thức sau :

$$P_{BAH} = \frac{P_1 + P_2}{2} \quad (2.44)$$

+ Các sơ đồ chỉnh lưu.

- Sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha (hình 2.38).



Hình 2.38. Sơ đồ chỉnh lưu cầu ba pha.

Thường dùng trong bộ chỉnh lưu hàn với đường đặc tính ngoài mềm và cứng. Khi điều chỉnh dòng hàn và điện áp hàn không dùng tiristo.

Độ đậm mạch của điện áp chỉnh lưu với tần số bằng 300Hz.

* Trị số trung bình của điện áp chỉnh lưu khi không tải bằng :

$$U_{do} = \frac{3}{\pi} \sqrt{6} U_{2ph} \cos \theta d\theta = 2,34 U_{2ph} = 1,35 U_2 \quad (2.45)$$

* Điện áp ngược cực đại đặt nên van :

$$U_{ngmax} = 2,45 U_{2ph} = 1,41 U_2 = 1,045 U_{do} \quad (2.46)$$

* Trị số hiệu dụng dòng thứ cấp của biến áp hàn :

$$I_2 = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot I_d \quad (2.47)$$

* Trị số hiệu dụng sơ cấp của biến áp hàn :

$$I_1 = \frac{\sqrt{\frac{2}{3}}}{K} \cdot I_d \quad (2.48)$$

Trong đó : K - tỷ số biến của biến áp hàn.

* Dòng trung bình đi qua van :

$$I_{V_{tb}} = \frac{I_d}{3} \quad (2.49)$$

* Dòng cực đại đi qua van :

$$I_{Vmax} = 3,41 \cdot I_{V_{tb}} \quad (2.50)$$

* Trị số dòng điện hiệu dụng đi qua van :

$$I_V = 1,73 \cdot I_{V_{tb}} \text{ với họ đặc tính ngoài cứng.}$$

$$I_V = 1,57 I_{V_{tb}} \text{ với họ đặc tính ngoài mềm.}$$

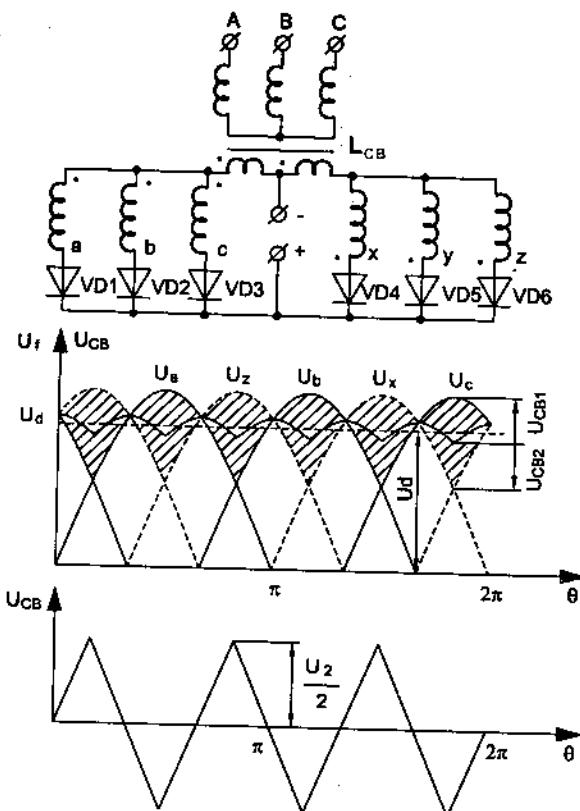
* Công suất tính toán của biến áp hàn :

$$P_{BAH} = 3U_{2ph} \cdot I_2 = 1,05 I_d \cdot U_{do} \text{ với họ đặc tính ngoài cứng.}$$

$$P_{BAH} = 0,95 I_d \cdot U_{do} \text{ với họ đặc tính ngoài mềm.}$$

Sơ đồ chỉnh lưu hình tia sáu pha có cuộn kháng cân bằng (hình 2.39).

Sơ đồ này thường dùng với mạch chỉnh lưu dùng tiristo có yêu cầu dòng hàn $I_2 \leq 500$ A. Biến áp hàn có sáu cuộn dây thứ cấp đấu thành hai sơ đồ ba pha hình tia ngược pha nhau 180° . Giữa chúng có hai cuộn dây cân bằng với mục đích cân bằng điện áp. Khi hai sơ đồ chỉnh lưu hình tia ba pha làm việc song song. Biểu đồ điện áp của hai bộ chỉnh lưu cho thấy rằng : giá trị



Hình 2.39. Sơ đồ chỉnh lưu hình tia sáu pha có cuộn kháng cân bằng.

điện áp tức thời giữa hai bộ khác nhau. Độ lệch điện áp đó sẽ sinh ra dòng chảy trong cuộn kháng cân bằng (L_{CB}). Chính dòng đó sẽ sinh ra điện áp trong các cuộn cảm cân bằng điện áp, điện áp do dòng này sinh ra có trị số $U_{CB1} = U_{CB2} = \frac{1}{2} U_{CB}$, nhưng

có đặc tính ngược nhau so với điểm chung. Nhờ có cuộn kháng cân bằng đó điện áp của một sơ đồ giảm xuống một lượng bằng U_{CB1} , còn sơ đồ thứ hai tăng lên một lượng bằng U_{CB2} .

Trị số điện áp cân bằng :

$$U_{CB} = \frac{U_{2ph}}{2} \quad (2.51)$$

Trong phạm vi dòng hàn bé, bộ chỉnh lưu làm việc như chế độ của sơ đồ hình tia sáu pha có điểm trung tính. Khi dòng hàn $I_2 \geq 0,01 I_d$. Sơ đồ chỉnh lưu làm việc như sơ đồ chỉnh lưu tia sáu pha có cuộn kháng cân bằng. Cuộn sơ cấp của biến áp hàn được nối theo sơ đồ hình sao hoặc tam giác. Độ đập mạch của điện áp chỉnh lưu có tần số bằng 300Hz.

* Trị số trung bình của điện áp chỉnh lưu khi không tải :

$$U_{do} = 1,35 U_{2ph} \quad (2.52)$$

Khi làm việc ở vùng dòng hàn bé ($I_2 < 0,01 I_d$).

$$U'_{do} = 1,17 U_{2ph}$$

* Điện áp ngược đặt lên van :

$$U_{ng\ max} = \sqrt{6} U_{2ph} = 2,09 U_{do} \quad (2.53)$$

* Trị số dòng điện của biến áp hàn :

Dòng điện thứ cấp $I_2 = 0,19 I_d$

$$\text{Dòng điện sơ cấp } I_1 = \frac{1}{K} 0,048 I_d \text{ (K là tỷ số biến áp)}$$

* Công suất của cuộn kháng cân bằng :

$$P_{CKCB} = 0,07 P_d \text{ khi dùng diốt.}$$

$$P_{CKCB} = 0,2 P_d \text{ khi dùng tiristo.}$$

(Trong đó $P_d = I_d \cdot U_{do}$).

c) Bộ chỉnh lưu của máy hàn vạn năng BĐY-506 (Nga sản xuất)

Bộ chỉnh lưu của máy hàn vạn năng dùng cho công nghệ hàn hồ quang, bằng tay, hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung và hàn hồ quang trong khí bảo vệ (CO_2).

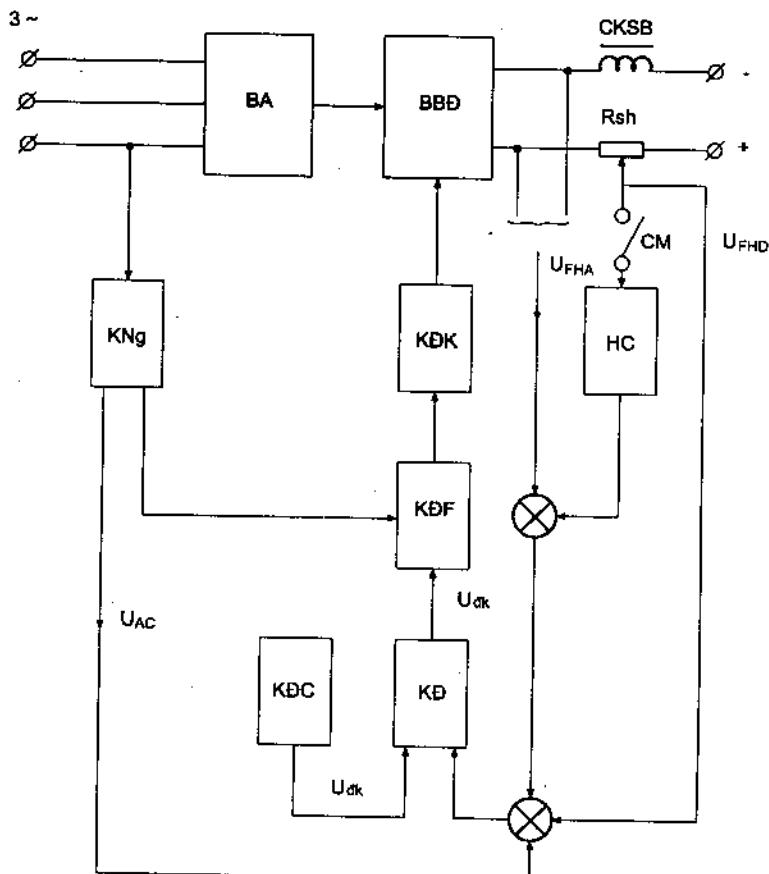
+ Đặc tính kỹ thuật :

- Điện áp nguồn định mức : ba pha 220/380V.
- Công suất tiêu thụ : 40 kVA.
- Dòng điện nguồn cấp : 105/60A.
- Dòng điện hàn định mức : $I_{2dm} = 500A$.
- Phạm vi điều chỉnh dòng hàn : $I_2 = (60 \div 500)A$.
- Điện áp không tải : $U_{do} = 80V$.
- Điện áp hàn định mức : $U_{2dm} = 48V$.
- Phạm vi điều chỉnh điện áp hàn $U_2 = (20 \div 48)V$.

+ Sơ đồ khối chức năng của các mạch điều khiển (hình 2.40).

Hệ thống điều khiển bộ chỉnh lưu hàn BĐY-506 là hệ tự động điều khiển kín với các mạch vòng phản hồi theo dòng điện hàn (U_{FHD}) và mạch vòng phản hồi theo điện áp hàn (U_{FHA}). Để tạo ra họ đặc tính ngoài mềm dùng mạch phản hồi âm dòng (chuyển mạch CM mở), còn họ đặc tính ngoài cứng nhận được khi dùng cả hai mạch vòng phản hồi : phản hồi âm áp kết hợp với phản hồi âm dòng (chuyển mạch CM đóng).

Ngoài ra còn có mạch vòng phản hồi tỷ lệ với điện áp của lưỡi điện đảm bảo cho ngọn lửa hồ quang cháy ổn định khi điện áp lưỡi dao động (U_{AC}).



Hình 2.40. Sơ đồ khái niệm của mạch điều khiển.

Khâu tổng hợp và khuếch đại các tín hiệu điều khiển KĐ, tín hiệu đầu vào của nó gồm : điện áp chủ đạo (U_{CD}) lấy từ đầu ra của khâu đặt chế độ hàn KDC, các tín hiệu phản hồi âm dòng U_{FHD} lấy từ điện trở son (shunt) R_{sh} . Tín hiệu phản hồi âm điện áp U_{FHA} lấy từ đầu ra của bộ biến đổi BBD và tín hiệu phản hồi âm tỷ lệ với điện áp lưới U_{AC} lấy từ khối nguồn KNg. Tín hiệu ra của khâu KĐ là điện áp điều khiển (U_{dk}), trị số của nó sẽ quyết định trị số góc mở α của các tiristo - chính là điện áp ra của bộ biến đổi BBD dùng tiristo.

Khâu điều khiển xung pha KDK tổng hợp và so sánh hai tín hiệu : điện áp dòng pha lấy từ khối nguồn KNg và điện áp điều khiển U_{dk} lấy từ khâu KĐ. Khâu HC và khâu hạn chế tác dụng của tín hiệu phản hồi âm U_{FHA} khi làm việc ở chế độ với họ đặc tính ngoài cứng.

+ Mạch lực (hình 2.41)

Mạch lực của bộ nguồn chỉnh lưu vạn năng BĐY -506 gồm các phần tử chính sau:

- Biến áp hàn có cuộn sơ cấp nối theo hình tam giác, cuộn thứ cấp gồm có sáu cuộn dây nối thành hai nhóm hình tia ba pha (nhóm 1 : U_A, U_B, U_C ; nhóm 2: $\bar{U}_A, \bar{U}_B, \bar{U}_C$).

- Các tiristo chỉnh lưu $1T + 6T$.

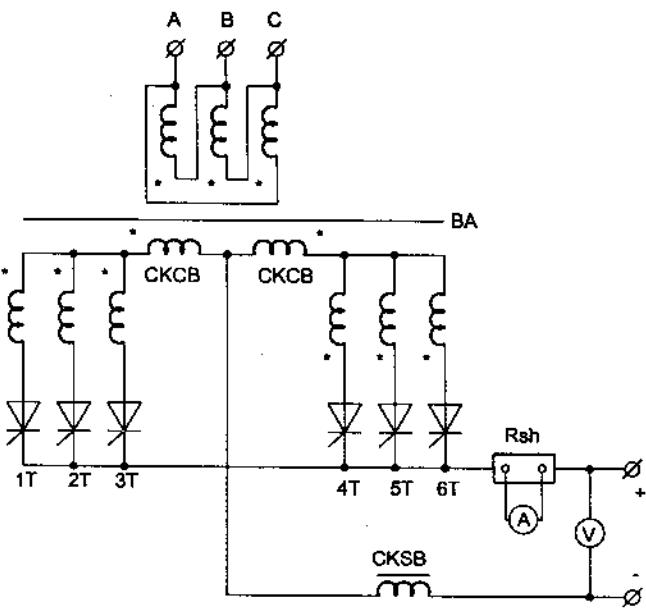
- Cuộn kháng cân bằng CKCB.

- Cuộn kháng lọc CKSB.

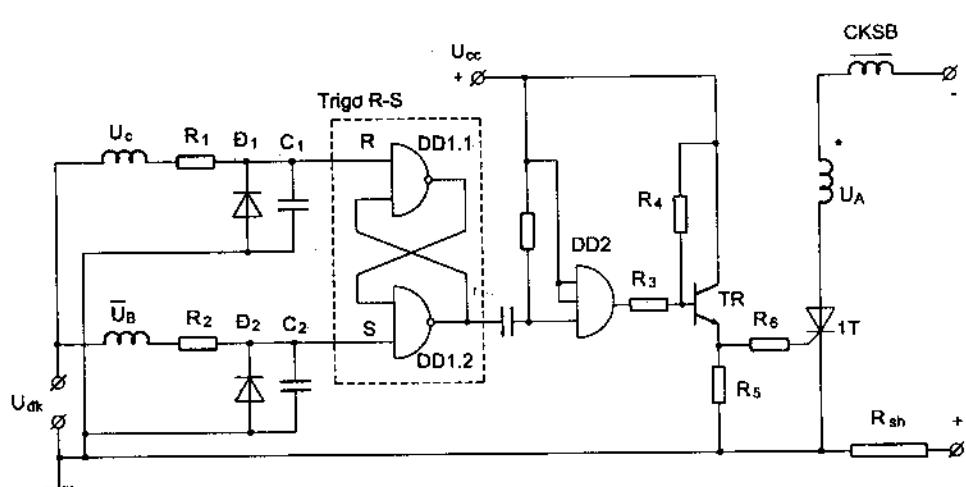
- + Mạch điều khiển (hình 2.42).

- Mạch tạo xung điều khiển sáu tiristo trong bộ chỉnh lưu hàn vạn năng có sáu kênh hoàn toàn giống nhau. Trên hình 2.42a vẽ cho kênh A.

Điện áp đồng pha lấy từ biến áp đồng pha, phía thứ cấp của nó có 6 cuộn

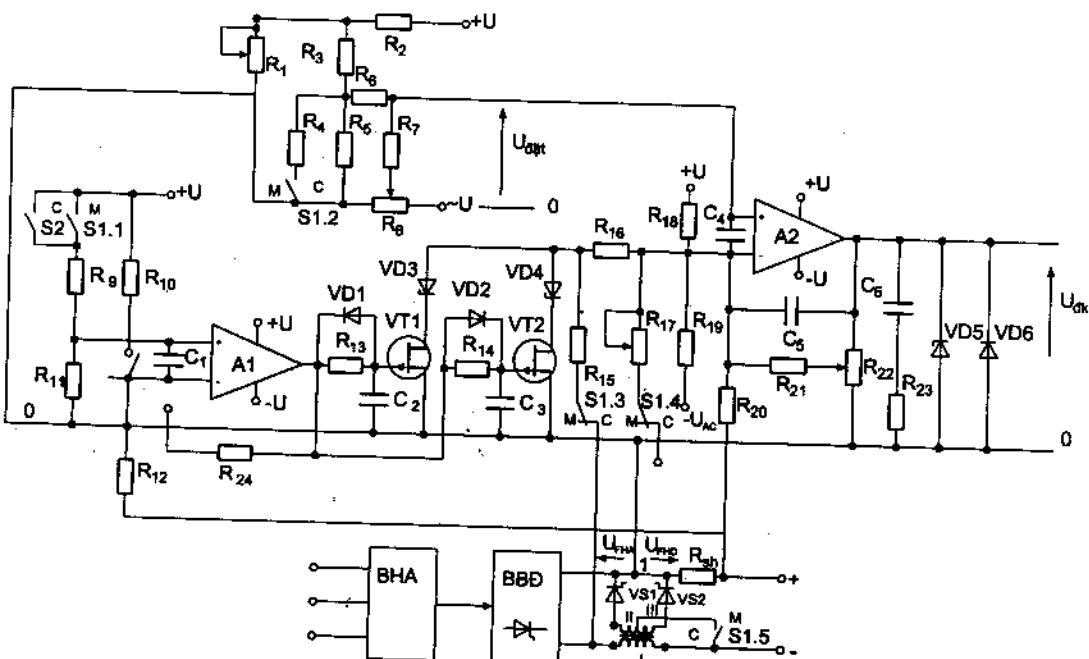
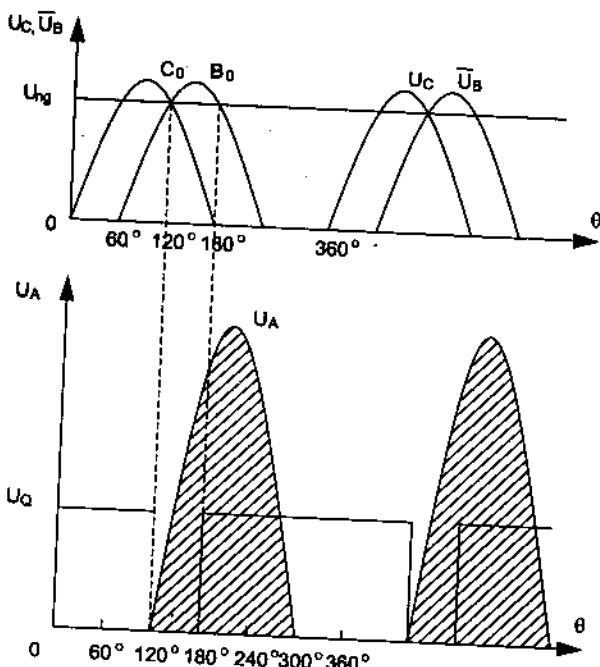


Hình 2.41. Sơ đồ mạch lực của bộ chỉnh lưu.



Hình 2.42. Mạch điều khiển bộ chỉnh lưu hàn vạn năng.

a) Mạch tạo xung điều khiển các tiristo kênh A.



Hình 2.42. Mạch điều khiển bộ chỉnh lưu hàn vạn năng.

- Đồ thị điện áp của mạch tạo xung điều khiển kênh A ;
- Mạch tạo điện áp điều khiển (U_{dk}) kênh A

dây. Để điều khiển mỗi pha, điện áp đồng pha lấy ở hai pha như sau :

Điện áp pha	A	B	C	\bar{A}	\bar{B}	\bar{C}
Điện áp đồng pha	cb	ac	ba	$\bar{c}b$	$\bar{a}c$	$\bar{b}a$

Điện áp U_C đồng pha với điện áp lưới (pha C), do diốt D_1 cắt nửa chu kỳ âm, còn nửa chu kỳ dương $U_C + U_{dk}$ đưa vào cửa R của trigror R-S. Điện áp U_B tỷ lệ với điện áp pha B của điện áp lưới (nhưng ngược pha nhau) $U_B + U_{dk}$ đưa vào cửa S của trigror R-S. Trigror R-S được cấu thành từ hai phần tử VÀ - ĐẢO (NAND) loại K155 J A1, có điện áp ngưỡng tác động $U_{ng} = 7V$. Có nghĩa là khi điện áp vào $< U_{ng}$, đầu ra có mức logic "0" và khi điện áp vào $> U_{ng}$, đầu ra có mức logic "1".

Quá trình tạo xung điều khiển như sau (xét trường hợp khi $U_{dk} = 0$) :

Trong khoảng $\theta = (0 + 60^\circ)$ đầu vào R = "0", S = "0" đầu ra của trigror có mức "1", $\theta = (60^\circ + 120^\circ)$ đầu vào R = "1", S = "0" đầu ra của trigror vẫn là "1", $\theta = (120^\circ + 180^\circ)$, R = "0", S = "1" đầu ra của trigror có mức logic "0". Mức logic "0" đưa vào đầu vào của phần tử VÀ (DD2) dùng để phối hợp trở kháng đưa vào cực bazơ của transito VT₁ làm cho VT₁ thông, có xung điều khiển mở tiristo 1T. Từ đồ thị điện áp ta thấy rằng góc mở $\alpha = 0$ ứng với điện áp chỉnh lưu lớn nhất.

($U_d = U_{do}$). Khi U_{dk} càng tăng, xung có mức logic "0" càng dịch sang bên phải, góc mở α càng tăng và điện áp chỉnh lưu càng giảm. Đồ thị điện áp tại các điểm đo được biểu diễn trên hình 2.42b.

- Mạch tạo điện áp điều khiển (hình 2.42c)

Mạch tạo điện áp điều khiển gồm các khâu chính sau : Khâu đặt chế độ hàn (tạo điện áp chủ đạo U_{cd}), khâu tạo điện áp điều khiển (U_{dk}), khâu hạn chế tác dụng của tín hiệu phản hồi điện áp.

* Khâu tạo chủ đạo gồm biến trở R_1 và $R_2 + R_8$. Điện áp chủ đạo (U_{cd}) đầu vào cửa (+) của khuếch đại thuật toán A₂. Biến trở R_8 dùng để điều chỉnh góc mở α_{min} của các tiristo. Điều chỉnh dòng hàn bằng chiết áp R_1 . Chọn điện áp chủ đạo phụ thuộc vào họ đặc tính ngoài bằng công tắc S1.2. (có hai vị trí "C" cứng ; "M" mềm).

* Khâu điện áp điều khiển (U_{dk}) là khuếch đại thuật toán A₂. Nó tổng hợp và khuếch đại các tín hiệu sau :

Khi cần tạo ra họ đặc tính ngoài mềm, điện áp điều khiển bằng :

$$U_{dk} = k \cdot (U_{cd} + U_{FHD}) \quad (2.54)$$

Trong đó : k - hệ số khuếch đại của KDTT-A₂ ;

U_{FHD} - điện áp rơi trên điện trở sơn (R_{Sh}) tỷ lệ với dòng hàn I_2 . Tín hiệu này đưa vào cửa (-) của KĐTT-A2 qua điện trở R_{20} . Khi dòng hàn càng tăng, dẫn đến U_{dk} càng tăng và điện áp ra của bộ chỉnh lưu càng giảm.

Khi cần tạo ra họ đặc tính ngoài cứng, điện áp điều khiển bằng :

$$U_{dk} = k \cdot (U_{cd} - U_{FHA} - U_{AC}) \quad (2.55)$$

Trong đó : K - là hệ số khuếch đại của KĐTT-A2 ;

U_{FHA} - tín hiệu phản hồi âm điện áp tỷ lệ với điện áp ra của bộ chỉnh lưu $U_d(U_2)$ đưa vào cửa (-) của KĐTT qua điện trở R_{15}, R_{16} ;

U_{AC} - tín hiệu phản hồi âm điện áp tỷ lệ với điện áp của lưới điện.

* Khâu hạn chế tác dụng của khâu phản hồi âm điện áp gồm có KĐTT-A1, diốt ổn áp VD3, VD4 và transito trường VT1 và VT2.

Họ đặc tính ngoài của bộ nguồn hàn chỉnh lưu vạn năng ВДУ-506 được biểu diễn trên hình 2.43.

2.2.3 Các máy hàn hồ quang tự động và bán tự động

Hiện nay hàn hồ quang tự động và bán tự động gồm rất nhiều loại, được nhập khẩu từ nhiều nước khác nhau. Ở đây chỉ dùng lại xem xét các loại máy hàn được dùng phổ biến ở nước ta.

1. Máy hàn hồ quang tự động

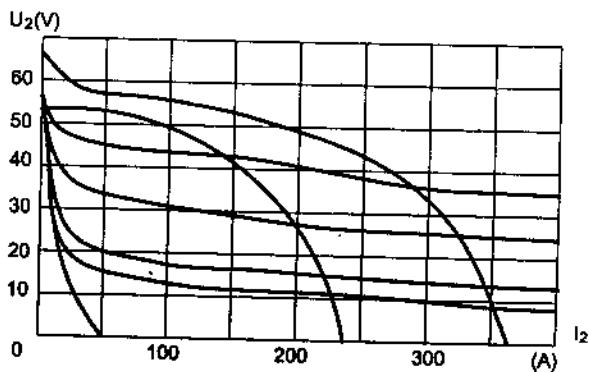
a) Khái quát chung

Các máy hàn hồ quang thường được phân theo các nhóm máy sau :

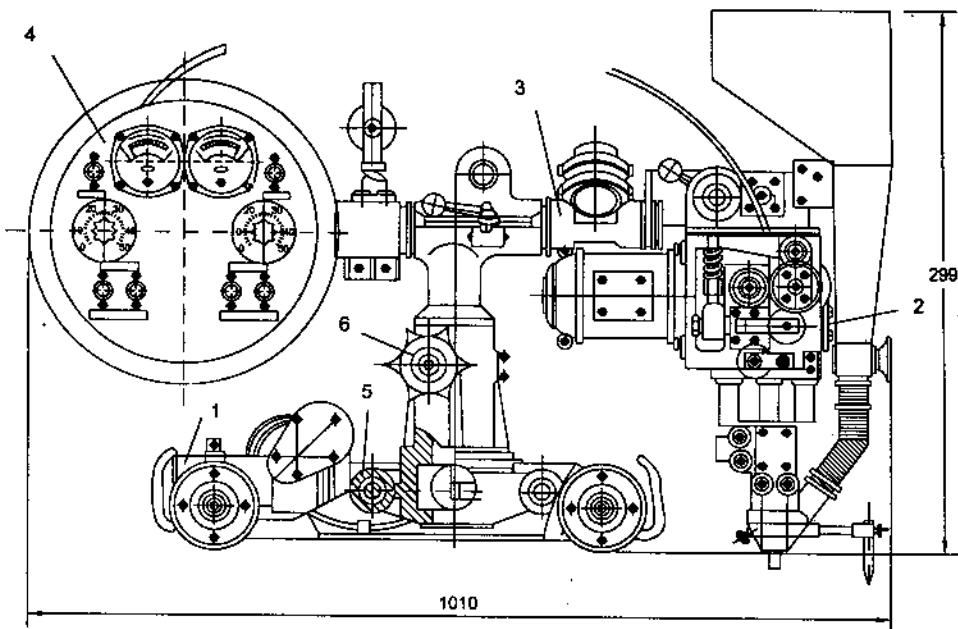
- Hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung.
- Hàn hồ quang tự động trong khí bảo vệ.

So với công nghệ hàn hồ quang bằng tay, công nghệ hàn hồ quang tự động có những ưu điểm nổi bật sau :

- Chất lượng mối hàn cao, đường hàn đồng đều.
- Năng suất cao.
- Tốn hao que hàn thấp.



Hình 2.43. Họ đặc tính ngoài của nguồn hàn chỉnh lưu vạn năng ВДУ-506.



Hình 2.44. Hình dáng tổng thể máy hàn hồ quang tự động A DC - 1000T.

1. Xe tự hành ; 2. Đầu hàn tự động ; 3. Xà ngang ; 4. Bảng điều khiển và lô đựng dây hàn ; 5. Phanh tay xe hàn ; 6. Cơ cấu quay.

Hình dáng tổng thể của một máy hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung được biểu diễn trên hình 2.44.

Trên máy hàn có hai hệ truyền động riêng biệt :

- Hệ truyền động tự động cấp dây hàn vào vùng hàn.
- Hệ truyền động di chuyển để tạo ra đường hàn.

Trong quá trình làm việc, máy hàn đảm bảo các thao tác của công nghệ hàn hồ quang tự động : mồi hồ quang, duy trì ngọn lửa hồ quang cháy ổn định trong quá trình hàn, cấp dây hàn vào vùng hàn, di chuyển xe hàn, quay đầu hàn, cấp chất trợ dung vào vùng hàn v.v...

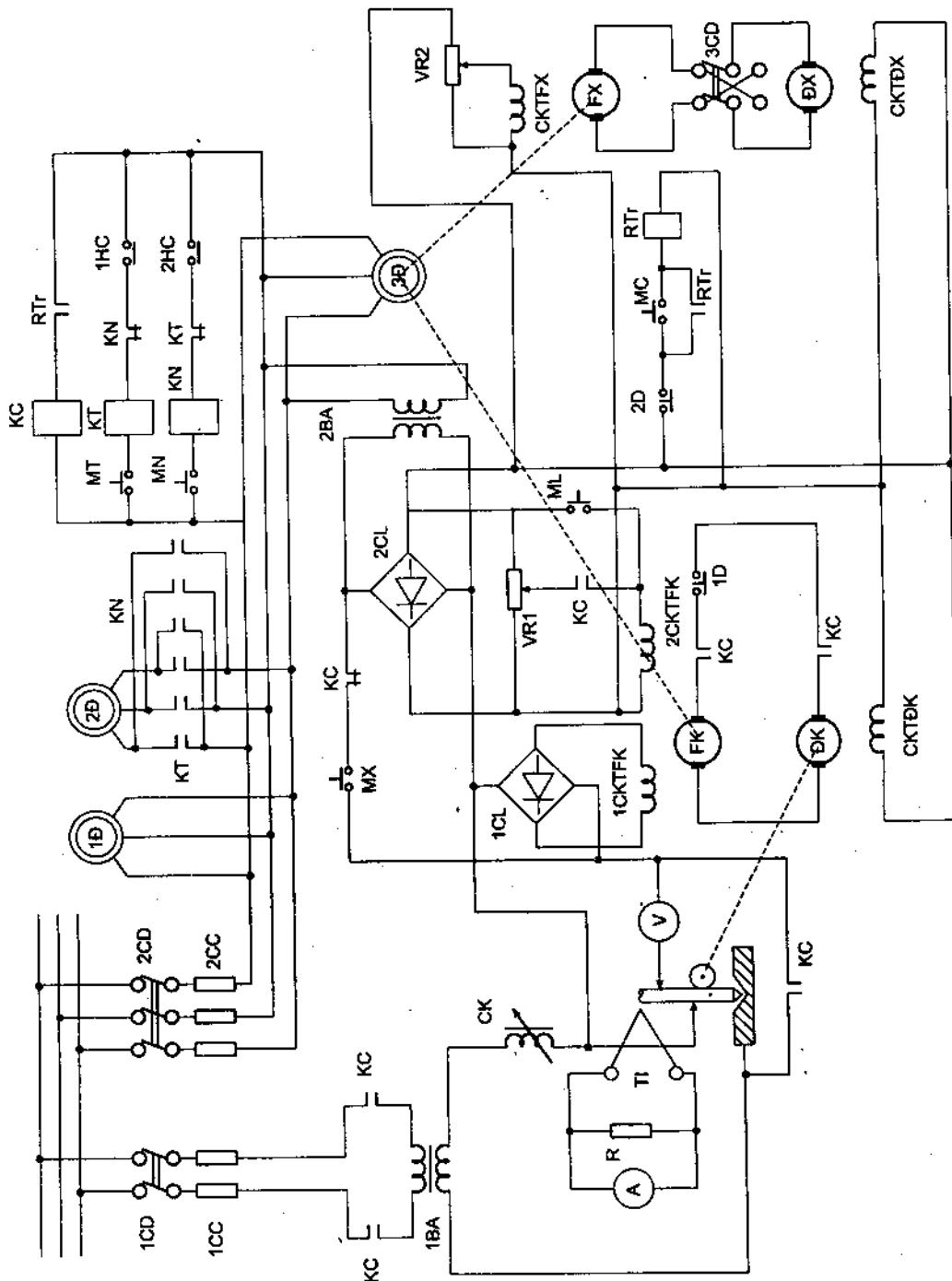
Hệ truyền động trên thường dùng hệ truyền động một chiều, yêu cầu điều chỉnh tốc độ tron với phạm vi điều chỉnh $D = 10:1$.

b) Máy hàn hồ quang tự động A DC-1000T

+ Thông số kỹ thuật :

- Dòng điện hàn ($400 \div 1200$)A.
- Đường kính dây hàn ($2 \div 6$)mm.
- Tốc độ ra dây hàn ($0,5 \div 5$)m/ph.
- Tốc độ di chuyển xe hàn : ($10 \div 70$)m/h.

+ Trang bị điện của máy. Sơ đồ nguyên lý điện của toàn máy được giới thiệu trên hình 2.45.



Hình 2.45. Sơ đồ nguyên lý điện máy hàn hồ quang tự động ADC-1000T.

Máy hàn có hai bộ phận riêng biệt nhau :

- Bộ nguồn hàn : Gồm các phần tử chính sau :

* Biến áp hàn 1BA.

* Cuộn kháng ngoài CK dùng để điều chỉnh dòng hàn bằng cách thay đổi số vòng dây của cuộn kháng bằng động cơ chấp hành 2Đ. Điều khiển động cơ 2Đ bằng hai nút bấm MT và MN. Hạn chế hành trình di chuyển của con trượt bằng hai công tắc hành trình 1HC và 2HC.

* Động cơ 1Đ truyền động quạt làm mát máy biến áp hàn.

- Xe hàn được trang bị hai hệ truyền động độc lập :

* Động cơ điện một chiều kích từ độc lập ĐX di chuyển xe hàn được cấp nguồn từ máy phát điện một chiều FX. Điều chỉnh tốc độ động cơ ĐX thực hiện bằng cách thay đổi điện áp phản ứng của động cơ bằng chiết áp VR₂ để xe hàn di chuyển trong phạm vi $v = (10 \div 70)$ m/h. Đảo chiều quay bằng cầu dao đảo chiều 3CD.

* Động cơ điện một chiều kích từ độc lập ĐK truyền động quay puli cấp dây hàn vào vùng hàn được cấp nguồn từ máy phát điện một chiều FK, được động cơ sơ cấp 3Đ kéo. Máy phát FK có hai cuộn kích từ 1CKTFK và 2CKTFK.

Cuộn kích từ 1CKTFK được cấp nguồn từ cầu chỉnh lưu 1CL tỷ lệ với điện áp hồ quang (điện áp hàn U₂).

Cuộn kích từ 2CKTFK được cấp nguồn từ cầu chỉnh lưu 2CL. Sức từ động trong hai cuộn kích từ trên ngược chiều nhau.

Điều chỉnh tốc độ ra dây hàn bằng chiết áp ra dây hàn VR₁.

Hệ truyền động cấp dây hàn có hai chế độ điều khiển. Chế độ hiệu chỉnh, nâng - hạ dây hàn bằng nút bấm MX và ML (khi chưa cấp nguồn hàn).

Nguyên lý làm việc của hệ truyền động cấp dây hàn vào vùng hàn ở chế độ tự động như sau :

Ấn nút ấn MC role trung gian RTr có điện, công tắc tơ KC có điện, các tiếp điểm của nó sẽ đóng nguồn cấp cho biến áp hàn 1BA, nối phần tử của động cơ ĐK vào phản ứng máy phát FK và đóng các tiếp điểm khác cho mạch điều khiển.

Khi dây hàn chưa chạm vào chi tiết hàn, điện áp hàn U₂ = U₂₀ có giá trị lớn nhất (U₂₀ - điện áp thứ cấp không tải của biến áp hàn). U_{1CL} có giá trị lớn hơn U_{2CL}. Máy phát FK phát ra điện áp có cực tính để động cơ ĐK quay theo chiều đưa dây hàn đi xuống. Khi dây hàn chạm vào chi tiết hàn, U₂ = 0 còn dòng hàn I₂ = I_{nm}. Lúc này điện áp đặt lên cuộn 1CKTFK bằng 0. Máy phát FK phát ra điện áp có cực tính ngược lại, dây hàn được nâng theo chiều đi lên. Trong quá trình dây hàn đi lên, dòng hàn I₂ giảm còn điện áp hàn tăng dần lên. Đến một thời điểm khi giá trị điện áp đặt lên cuộn 1CKTFK bằng trị số điện áp đặt lên cuộn 2CKTFK, động cơ ĐK ngừng quay, ngọn lửa hồ quang mới hoàn tất. Trong quá trình hàn, dây hàn sẽ bị cháy cựt dần, hệ truyền động sẽ tự động cấp dây hàn vào vùng hàn với tốc

$\Delta \phi v = (0,5 + 5)m/ph$ tùy thuộc vào vị trí của chiết áp VR₁.

Khi hàn xong, muốn dừng máy ấn nút 1D để tắt ngọn lửa hồ quang, sau đó ấn nút 2D, công tắc tơ KC mất điện, cắt điện nguồn cấp cho biến áp và các mạch còn lại.

c) Hệ truyền động cấp dây hàn vào vùng hàn dùng hệ T - Đ

Hệ truyền động tự động điều chỉnh tốc độ ra dây hàn vào vùng hàn dùng hệ T - Đ (bộ biến đổi dùng tiristo - động cơ điện một chiều). Hiện nay, hệ T - Đ được dùng rộng rãi trong các máy hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung, các máy hàn hồ quang bán tự động trong môi trường khí bảo vệ (công nghệ hàn trong khí CO₂ hàn MIG, trong khí argon - hàn MAG).

+ Thông số kỹ thuật :

- Điện áp định mức của động cơ : 48 hoặc 110V.
- Công suất định mức của động cơ : (40+250)W (tùy thuộc từng loại máy).
- Hệ số tiếp điện tương đối TĐ% :

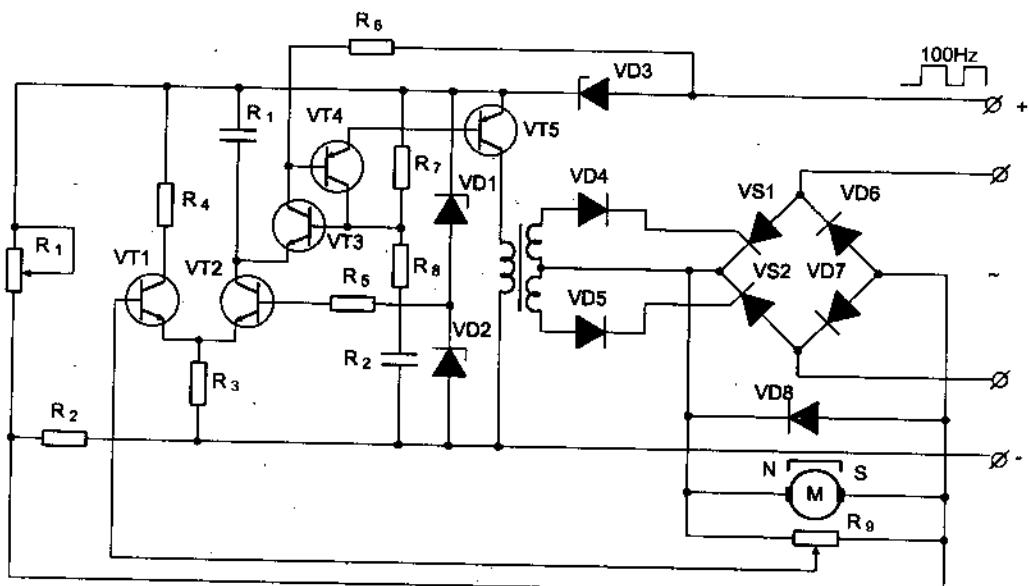
60% đối với máy hàn bán tự động.

100% đối với máy hàn tự động.

- Phạm vi điều chỉnh tốc độ : D = 10 : 1.

+ Sơ đồ nguyên lý của hệ truyền động (hình 2.46).

Động cơ điện một chiều M kích từ bằng nam châm vĩnh cửu truyền động



Hình 2.46. Sơ đồ nguyên lý hệ truyền điện cấp dây hàn vào vùng hàn dùng hệ T - Đ.

quay con lăn cấp dây hàn vào vùng hàn được cấp nguồn từ bộ biến đổi là cầu chỉnh lưu một pha bán điều khiển cấu thành từ hai tiristo VS1, VS2 và hai diốt VD6 và VD7. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi góc mở của các tiristo VS1 và VS2. Dịch pha tín hiệu đưa vào cực điều khiển cho hai tiristo được tạo thành từ các phần tử R3, VT2 và C1. Bộ tạo nguồn mở là VT3 và VT4 (chức năng như một UJT), còn các phần tử C1, VT2, R3, R₇ và R₈ tạo ra một mạch cầu. Cực gốc B và cực phát E của transito VT3 được nối vào đường chéo của cầu đó. Khi điện áp nạp trên tụ C1 còn nhỏ hơn điện áp nguồn ($U_{ng} = 8V$) thì điện áp trên vai cầu phải sao cho thế cực phát E của VT3 phải dương hơn thế cực gốc B của nó, transito VT3 khóa. Khi điện áp trên tụ C1 ($U_{C1} \geq U_{ng}$), VT3 thông. Khi VT3 thông, dòng I_{CE} của VT3 đủ làm cho VT4 thông. Để bộ nguồn làm việc tin cậy cần đưa thêm áp dương vào cực gốc B của VT4 qua điện trở R6. Khi VT3 thông, tụ C1 phóng qua VT3 và VT4 làm cho VT5 thông. Khi VT5 thông, cuộn sơ cấp của biến áp xung T có dòng chảy qua sẽ phát xung dương mở tiristo VS1 và VS2.

Để tạo ra sự tuyến tính giữa tốc độ quay của động cơ và tín hiệu đặt, trong mạch đã thiết kế cho tụ C1 được nạp theo nguồn dòng và điện áp nạp của tụ C1 là tuyến tính. Tụ C1 được nạp qua một phần tử phi tuyến là VT2. Điện áp U_{BE} của VT2 luôn ổn định bằng diốt ổn áp VD2, thời gian nạp của tụ C1 phụ thuộc vào dòng I_{CE} của VT1 và VT2, hai transito này đấu theo sơ đồ chung emitơ qua R₃.

Như vậy, điện áp điều khiển bằng :

$$U_{dk} = U_{cd} - U_{FHA} \quad (2.56)$$

Trong đó : U_{cd} - điện áp đặt điều chỉnh bằng R₁ ;

U_{FHA} - điện áp phản hồi âm điện áp của động cơ lấy trên R₉.

Với động cơ một chiều công suất nhỏ có thể coi mạch vòng phản hồi âm điện áp gần tương đương với mạch vòng phản hồi âm tốc độ nhằm ổn định tốc độ.

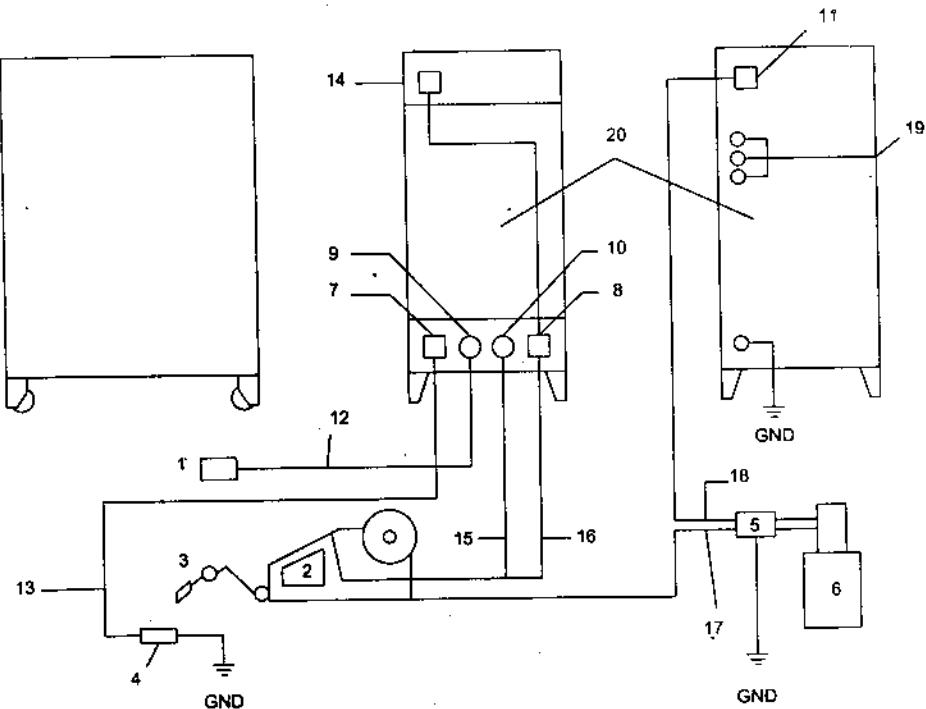
2. Máy hàn hồ quang bán tự động

Máy hàn hồ quang bán tự động là công nghệ hàn hồ quang trong khí bảo vệ. Về công nghệ như nhau chỉ khác nhau loại khí bảo vệ : khí CO₂ hoặc khí argon Ag.

a) *Máy hàn hồ quang bán tự động trong khí bảo vệ CO₂ và trong khí argon.*

Máy hàn hồ quang bán tự động gồm các bộ phận chính sau (hình 2.47) :

Máy hàn hồ quang bán tự động dùng khí CO₂ để bảo vệ thường dùng dây hàn là hợp kim Mangan - Silic, dùng để hàn các chi tiết bằng thép cacbon thấp, đường kính dây hàn từ (0,8 ÷ 2)mm.



Hình 2.47. Sơ đồ khái niệm máy hàn bán tự động TA350A.

1. Hộp điều khiển từ xa ; 2. Cơ cấu ra dây hàn tự động ; 3. Mỏ hàn ; 4. Chi tiết hàn ; 5. Van giảm áp điều chỉnh bảo vệ ; 6. Bình khí CO₂ (hoặc Ag) ; 7. Đầu ra (-) của nguồn hàn ; 8. Đầu ra (+) của nguồn hàn ; 9. Ốc cắm nối hộp điều khiển từ xa ; 10. Ốc cắm nối cơ cấu ra dây hàn ; 11. Ốc cắm nối với van điều chỉnh khí bảo vệ ; 12, 15, 16. Cáp điều khiển ; 13, 14. Cáp hàn ; 17, 18. Ống dẫn khí ; 14. Cầu chì ; 19. Cọc nối dây cáp vào ; 20. Máy hàn (nguồn hàn).

Sơ đồ nguyên lý điện của toàn máy hàn được biểu diễn trên hình 2.48.

Trong máy hàn TA-350A có các bộ phận chính sau :

+ Nguồn hàn gồm :

- Biến áp hàn TR1, cuộn sơ cấp nối theo hình tam giác, sáu cuộn thứ cấp nối theo hình tia.

- Mạch chỉnh lưu có điều khiển gồm 6 tiristo SCR1 ÷ SCR6 nối theo sơ đồ chỉnh lưu hình tia có điểm trung tính.

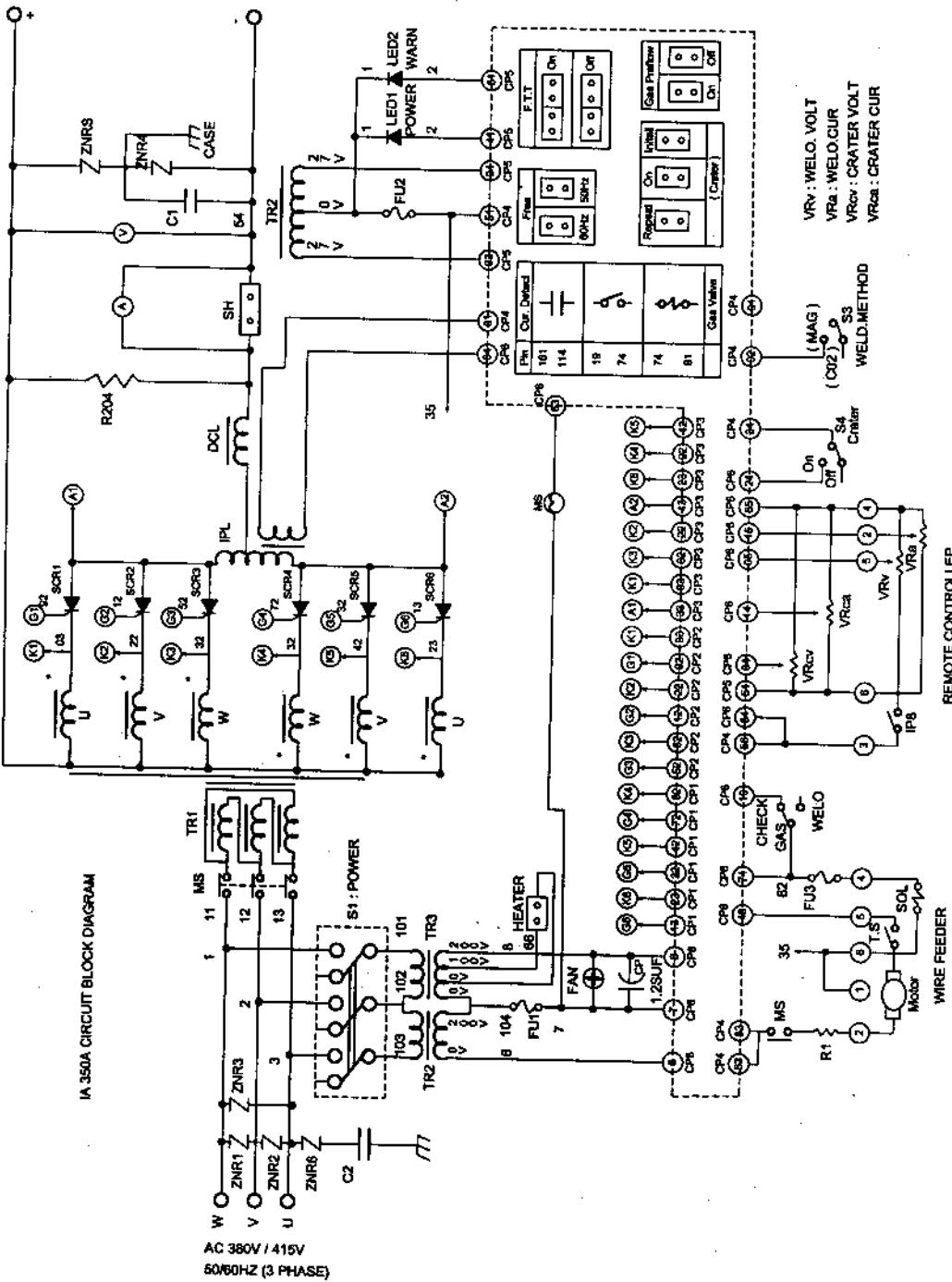
- Cuộn kháng lọc một chiều DCL.

+ Động cơ ra dây hàn MOTOR (WIRE FEEDER) dùng động cơ điện một chiều kích từ độc lập $U_{dm} = 48V$, $P_{dm} = 90W$.

+ Mạch điều khiển toàn máy gồm :

- Điều chỉnh dòng hàn từ (60 ÷ 350)A bằng chiết áp VR_a.

IA 350A CIRCUIT BLOCK DIAGRAM



Hình 2.48. Sơ đồ nguyên lý máy hàn TA-350A.

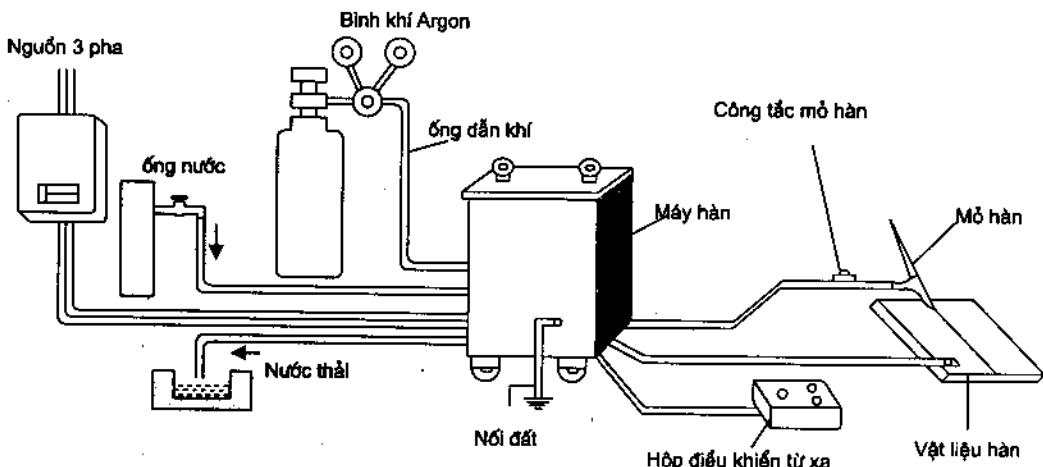
- Điều chỉnh điện áp hàn từ (16 ÷ 36)V bằng chiết áp VR_v.

- Chọn phương pháp hàn bằng công tắc S₃.

b) *Máy hàn hồ quang tự động dùng que hàn không nóng chảy (hàn TIG)*

Máy hàn TIG dùng để hàn thép không gỉ, hợp kim đồng, thép mềm, thép có hàm lượng cacbon thấp, titan và thép lá kỹ thuật điện.

Các bộ phận chính của máy gồm có (hình 2.49) :



Hình 2.49. Máy hàn TIG.

+ Nguồn hàn dùng trong các máy hàn TIG có thể là nguồn hàn một chiều hoặc xoay chiều với họ đặc tính ngoài dốc để đảm bảo dòng điện hàn ổn định. Khi độ dài ngọn lửa hàn thay đổi, đảm bảo cho hồ quang cháy ổn định trong quá trình hàn. Bởi vậy điện áp không tải của nguồn hàn yêu cầu cao hơn điện áp hồ quang khá lớn ($U_{20} = (4 \div 6)U_2$).

+ Mỏ hàn. Có chức năng :

- Cáp que hàn không nóng chảy bằng Vonfram (W), có đường kính từ (0,8 ÷ 6)mm.

- Cấp nguồn khí bảo vệ vùng hàn.

- Cấp nguồn nước làm mát cho mỏ hàn.

+ Bình chứa khí bảo vệ (khí Argon).

+ Nguồn cấp nước làm mát.

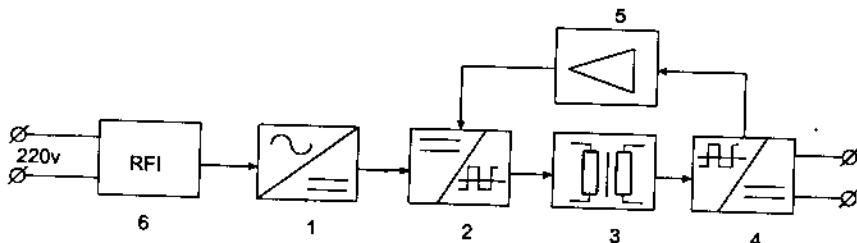
+ Hộp điều khiển từ xa.

Máy hàn TIG V200-TIG (hãng LINCOLN sản xuất) là loại máy hàn đa chức năng có thể thực hiện được các chế độ hàn khác nhau : Hàn TIG hai bước, hàn TIG bốn bước, hàn dính v.v...

+ Thông số kỹ thuật của máy hàn :

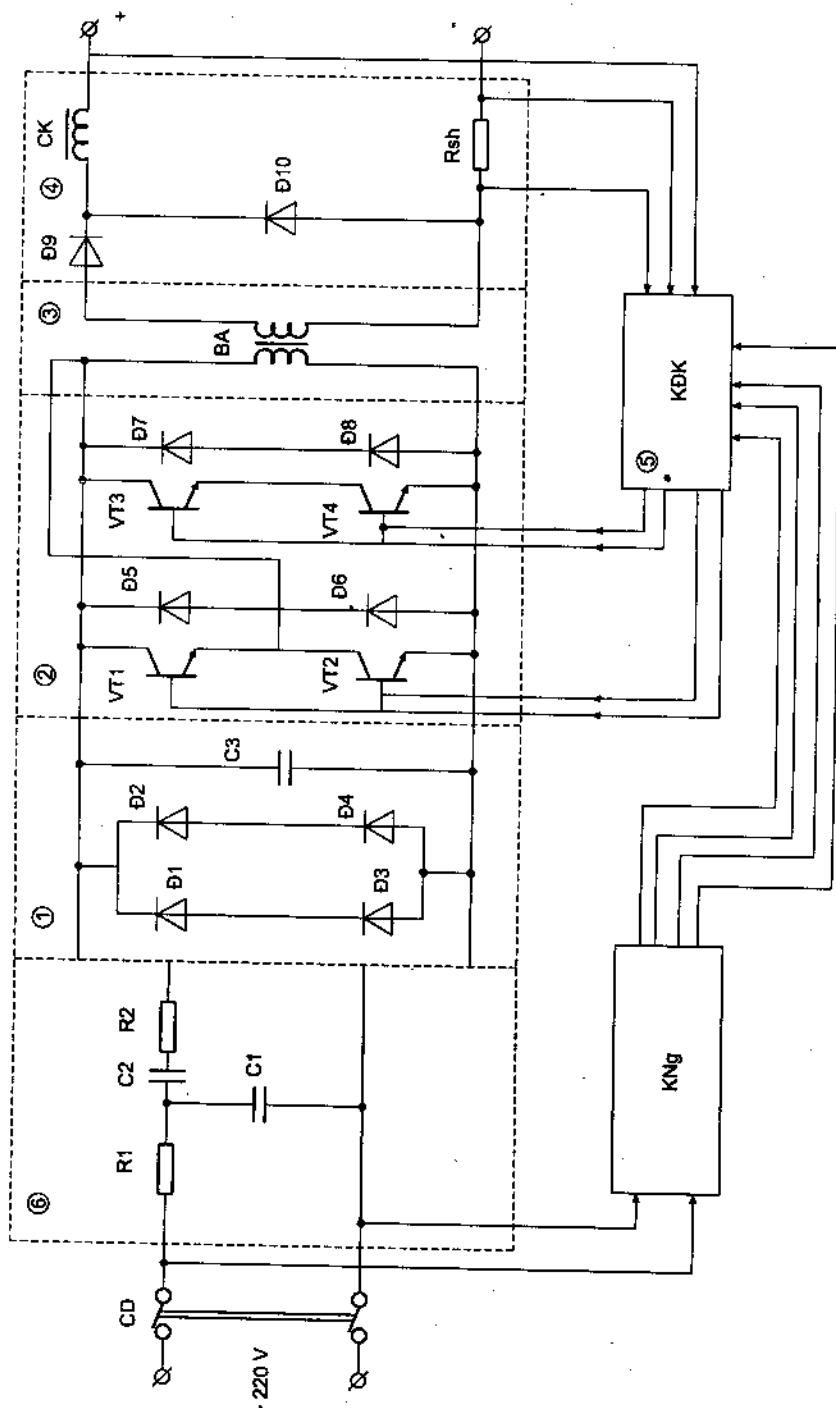
- Điện áp nguồn cấp : một pha xoay chiều : 220V.

- Tần số : 50Hz.
- Dòng điện sơ cấp cực đại : 33A.
- Công suất cực đại : 7,6kVA.
- Hệ số công suất $\cos\phi = 0,9$.
- Hiệu suất : 0,75.
- Điện áp thứ cấp không tải: $U_{20} = 80V$.
- Dòng hàn điều chỉnh trong phạm vi : $(1 + 200)A$.
- + Sơ đồ khối của máy hàn TIG V200-TIG được biểu diễn trên hình 2.50a. và sơ đồ nguyên lý điện (tối giản) được biểu diễn trên hình 2.50b.



Hình 2.50a. Sơ đồ khối của máy hàn TIG V200-TIG

- + Chức năng của các khối trong sơ đồ:
 - Nguồn điện lấy từ lưới điện cấp cho máy hàn qua mạch lọc 6 gồm các phần tử R_1, R_2, C_1 và C_2 là mạch lọc vi - tích phân.
 - Khối 1 là khối chỉnh lưu cầu một pha gồm 4 diốt $D_1 \div D_4$ kết hợp với tụ điện lọc C_3 biến điện áp xoay chiều từ lưới điện xoay chiều thành điện áp một chiều (nguồn áp một chiều).
 - Khối 2 là khối biến tần (nghịch lưu nguồn áp) biến điện áp một chiều thành điện áp xoay chiều tần số cao gồm 4 transisto VT1 \div VT4. Nguyên lý làm việc của bộ biến tần là bộ biến tần nguồn áp điều biến độ rộng xung. Điện áp và tần số ra của nó do mạch điều khiển quyết định.
 - Khối 3 là biến áp tần số cao, mạch từ dùng Ferit, điện áp đặt vào cuộn dây sơ cấp tùy thuộc vào trị số dòng hàn quyết định.
 - Điện áp ra của biến áp BA có tần số cao, điện áp thấp được chỉnh lưu và lọc thành nguồn hàn một chiều bằng diốt D_9, D_{10} và cuộn kháng CK (khối 4).
 - Khối 5 là khối điều khiển có chức năng sau :
 - * Điều chỉnh dòng hàn.
 - * Bảo vệ quá tải.



Hình 2.50b. Sơ đồ nguyên lý điện máy hàn TIG V200-TIG.

Ưu điểm của máy hàn TIG V200-TIG dùng bộ biến tần gồm :

- Kích thước và khối lượng của biến áp hàn nhỏ hơn so với biến áp hàn tần số công nghiệp.

- Có thể thực hiện được các phương pháp hàn khác nhau.

- Khả năng điều chỉnh dòng hàn trong một dải rộng.

2.2.4. Công nghệ hàn tiếp xúc

1. Khái quát chung

a) *Định nghĩa* : Hàn tiếp xúc là phương pháp hàn lợi dụng hiệu ứng nhiệt tỏa ra của dòng điện đi qua điểm tiếp xúc giữa hai chi tiết, chính nhiệt lượng đó làm nóng chảy phần kim loại tiếp xúc giữa hai chi tiết và dưới tác dụng của lực ép chúng được kết dính lại với nhau thành một điểm hàn (hình 2.51).

b) *Đặc điểm của công nghệ hàn tiếp xúc*

+ So với phương pháp hàn hồ quang thì phương pháp hàn tiếp xúc có những ưu điểm sau :

- Không tiêu tốn điện cực và que hàn.

- Năng suất cao.

- Dễ thực hiện cơ khí hóa và tự động hóa.

- Cải thiện được điều kiện làm việc cho người vận hành.

+ Các yêu cầu đối với công nghệ hàn tiếp xúc.

- Nguồn điện áp : 380 - 50Hz.

- Điện áp thứ cấp lớn nhất của biến áp cho phép $U_{20\ max} \leq 10V$.

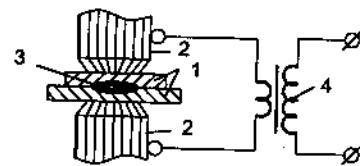
- Điện áp thứ cấp nhỏ nhất : $U_{20\ min} \geq 1,8V$.

- Dòng hàn có thể từ vài nghìn đến hàng chục nghìn ampe.

- Nguồn hàn phải có khả năng điều chỉnh được dòng hàn trong phạm vi khá rộng.

- Phải có cơ cấu tạo áp lực lên hai điện cực của máy hàn để tại điểm tiếp xúc có điện trở bé tập trung được công suất nhiệt. Trị số điện trở tiếp xúc được tính theo công thức thực nghiệm sau :

$$R_{tx} = \frac{r_{tx}}{p\alpha}$$



Hình 2.51. Công nghệ hàn tiếp xúc.

1. Chi tiết hàn ; 2. Điện cực bằng đồng ; 3. Điểm hàn ; 4. Biến áp hàn.

Trong đó : r_{tx} - điện trở tiếp xúc khi có lực ép lên hai chi tiết là 1kg ;

p - lực ép vào hai chi tiết ;

α - hệ số có tính đến độ nhẵn của hai bề mặt tiếp xúc,
 $\alpha = (0,5 + 0,7)$.

Trị số lực ép phụ thuộc vào : phương pháp hàn tiếp xúc, bề dày và vật liệu của các chi tiết hàn.

- Kích thước bề mặt tiếp xúc của các điện cực phải được chọn phù hợp với bề dày của chi tiết hàn.

- Đường kính bề mặt tiếp xúc của điện cực được tính theo công thức sau :
 $d = 2\delta + 3(\text{mm})$

Trong đó : δ - bề dày của chi tiết hàn, mm.

- Trong máy hàn tiếp xúc, vì dòng hàn rất lớn nên phải có hệ thống làm mát tuần hoàn cho các bộ phận của máy hàn khi có dòng hàn đi qua.

- Phải có cơ cấu khống chế chu trình hàn.

c) Các phương pháp hàn tiếp xúc

Hàn tiếp xúc được chia ra 3 phương pháp hàn riêng.

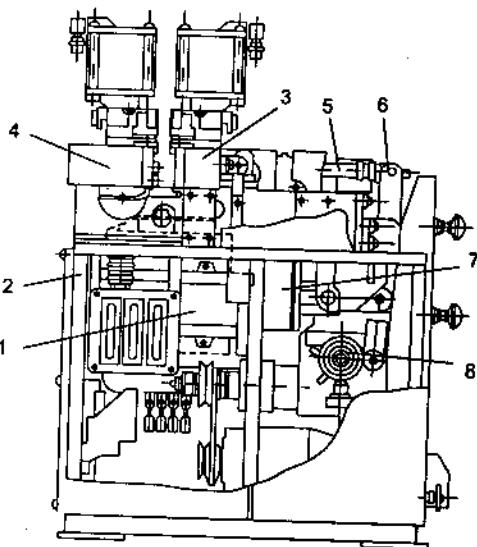
+ Phương pháp hàn nối (hình 2.52a).

Khi thực hiện hàn theo phương pháp này, các chi tiết được đặt đối đầu nhau. Dòng điện hàn chạy từ chi tiết này sang chi tiết khác qua điểm tiếp xúc và quá trình hàn được tiến hành trên toàn bộ bề mặt tiếp xúc của các chi tiết hàn.

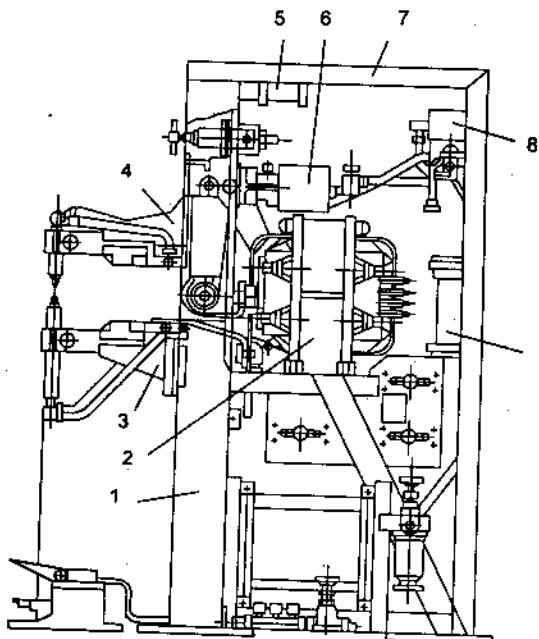
Phương pháp hàn nối có thể thực hiện theo ba kiểu sau :

- Hàn nối kiểu nén được thực hiện như sau : Các chi tiết hàn được đưa tiếp xúc sát vào nhau với một lực ép ban đầu nhỏ và cho dòng điện chạy qua. Với dòng điện lớn trong một thời gian ngắn, tại điểm tiếp xúc của các chi tiết hàn được nung nóng và mềm ra. Lúc này lực ép đặt lên hai chi tiết được tăng cường, việc nung nóng được ngừng lại, dưới tác dụng của lực ép được tăng cường, các chi tiết hàn được hàn gắn với nhau. Trong quá trình hàn không cần làm nóng chảy kim loại của các chi tiết cần hàn. Hàn nối theo kiểu này được ứng dụng cho các chi tiết hàn bằng thép hàm lượng cacbon thấp với diện tích tiếp xúc giữa hai chi tiết $S < 1000 \text{mm}^2$.

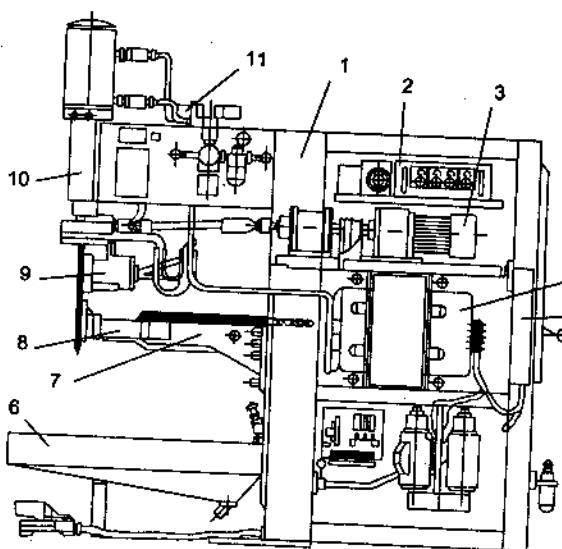
- Hàn nối kiểu nóng chảy : Sau khi đóng điện cấp cho biến áp hàn, đưa hai đầu của các chi tiết hàn tiến lại tiếp xúc với nhau. Khi có sự tiếp cận nhau, kim loại tại điểm tiếp xúc bị nung nóng và chảy ra. Khi kim loại ở hai đầu tiếp xúc của chi tiết nóng chảy đủ độ dày cần thiết, thực hiện ép chặt hai chi tiết để hàn gắn các chi tiết lại. Việc nung nóng các chi tiết két thúc, quá trình hàn hoàn tất. Phương pháp này được ứng dụng hàn đường ray, thép thỏi...



a)



b)



c)

Hình 2.52. Kết cấu của các máy hàn tiếp xúc

a) *Máy hàn nối* : 1. Biến áp hàn ;
2. Thân máy ; 3. Bàn trượt tạo lực ép ;
4. Giá đỡ cố định ; 5, 6. Cơ cấu tạo lực ép ; 7. Bộ tạo lực ép bằng khí nén ; 9. Cơ cấu tạo bước các điểm hàn.

b) *Máy hàn điểm* : 1. Thân máy ; 2. Biến áp hàn ; 3. Giá đỡ điện cực dưới ; 4. Giá đỡ điện cực trên ; 5. Cơ cấu tạo lực ép bằng khí nén ; 6. Hộp điều khiển thời gian một chu kỳ hàn ; 7. Khung máy ; 8. Van điện khí ; 9. Aptomat.

c) *Máy hàn đường* : 1. Thân máy ; 2. Bộ điều chỉnh chu trình hàn ; 3. Động cơ ;
4. Biến áp hàn ; 5- Át tó mat ; 6- Phễu chứa nước ; 7. Giá đỡ điện cực dưới ;
8. Điện cực dưới ; 9. Điện cực trên ; 10. Hệ thống khí nén tạo lực ép.

11. Van giảm áp.

- **Hàn nối kiểu A.V. Ygnatiev** : Các chi tiết hàn được nung nóng toàn bộ, không chỉ tại các vị trí cần hàn. Kiểu này thường dùng để hàn các chi tiết có tiết diện khác nhau.

+ **Phương pháp hàn điểm** : Thường dùng để hàn các chi tiết có độ dày phù hợp. Thường dùng để hàn gắn các chi tiết phụ trong các cơ cấu ít chịu lực, đồ dùng sinh hoạt và các sản phẩm yêu cầu độ thẩm mỹ cao. Phương pháp hàn điểm được thực hiện như sau : các chi tiết được ép chặt với nhau sau đó đóng nguồn cấp cho biến áp hàn. Tại điểm tiếp xúc có dòng đi qua, sẽ làm nóng chảy kim loại tại điểm đó, sau đó cắt nguồn hàn và vẫn duy trì lực ép. Khi điểm hàn đã kết dính lại với nhau, cắt lực ép, hai điện cực đưa ra xa nhau, kết thúc quá trình hàn. Có hai loại máy hàn điểm :

- **Máy hàn một điểm hai mặt**, khi đó hai điện cực sẽ ép hai chi tiết đối diện nhau.

- **Máy hàn hai điểm một mặt**, khi đó hai điện cực ép hai chi tiết ở cùng một phía.

+ **Phương pháp hàn đường** : Dùng để hàn các chi tiết (các tấm kim loại) có độ dày không lớn ($\delta < 10\text{mm}$) bằng những mối hàn liên tục. Những mối hàn này tạo thành hai cách :

- **Hàn đường đánh vẩy** là đường hàn được tạo thành bởi các điểm hàn xếp chong liền kề nhau.

- **Hàn đường không đánh vẩy** là dòng hàn liên tục (không đóng - cắt dòng hàn theo chu kỳ), nguyên tắc hàn giống như phương pháp hàn điểm, chỉ khác là điện cực của máy hàn đường là hai bánh xe lăn.

Phương pháp hàn đường thường dùng để hàn các bồn chứa, thùng chứa chất lỏng yêu cầu độ kín cao như bồn chứa nước, két chứa dầu làm mát trong các biến áp động lực...

2. Các bộ phận chính trong máy hàn tiếp xúc

- Trong một máy hàn tiếp xúc nhất thiết phải có các bộ phận chính sau đây :

a) **Biến áp hàn** : để tạo ra dòng hàn và điện áp hàn đúng như công nghệ hàn tiếp xúc yêu cầu. Điện áp sơ cấp $U_1 = 380\text{V}$. Điện áp thứ cấp không tải.

$$U_{20} = (1,8 \div 10)\text{V} \text{ thay đổi có cấp (từ 8 đến 10).}$$

b) **Cơ cấu tạo lực ép**. Lực ép làm hai chi tiết phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc của điểm hàn (đối với phương pháp hàn nối và hàn điểm), chiều dày của chi tiết và vật liệu chi tiết hàn. Lực ép P thay đổi được trong phạm vi khá rộng $P = (40 \div 8000)\text{N}$.

Trong máy hàn tiếp xúc thường dùng ba cơ cấu tạo lực ép :

- Cơ cấu tạo lực ép kiểu cơ khí (đòn bẩy và lò xo).
- Cơ cấu tạo lực ép kiểu thuỷ lực.

- Cơ cấu tạo lực ép kiểu khí nén.
- c) *Hệ thống làm mát bằng nước*. Vì dòng hàn trong các máy hàn tiếp xúc rất lớn (hàng nghìn ampe) cho nên phải có hệ thống làm mát bằng nước cho các bộ phận sau đây của máy hàn:

- Công tắc tơ xoay chiều bán dẫn (dùng ignitron và tiristo).
- Cuộn thứ cấp của biến áp hàn.
- Điện cực hàn.

d) *Bộ điều chỉnh dòng hàn*. Dòng hàn trong máy hàn tiếp xúc được điều chỉnh theo hai phương pháp :

- Điều chỉnh thô bằng cách thay đổi số vòng dây cuộn sơ cấp của biến áp hàn. Trong các máy hàn tiếp xúc, phương pháp này được thực hiện bằng bộ chuyển mạch (tay gạt hoặc giắc cắm).

- Điều chỉnh tinh dòng hàn bằng bộ điều áp xoay chiều một pha (dùng ignitron hoặc tiristo).

e) *Bộ điều khiển chu trình hàn*

Bộ điều khiển chu trình hàn phải đảm bảo được :

- Đối với phương pháp hàn nối và hàn điểm : đóng - cắt công tắc tơ bán dẫn và các van tạo lực ép (van thuỷ lực hoặc van điện khí). Thời gian đóng - cắt có thể thay đổi được từ $(0,3 + 3)$ s, tùy theo yêu cầu công nghệ.

Biểu đồ chu trình làm việc của hai phương pháp hàn nối và hàn điểm (hình 2.53a) là như nhau.

- Đối với công nghệ hàn đường : Bộ điều khiển chu trình hàn đảm bảo điều khiển đóng - cắt công tắc tơ bán dẫn, van điện (van điện khí hoặc van thuỷ lực) và bộ truyền động quay con lăn (bánh xe hàn) (hình 2.53b).

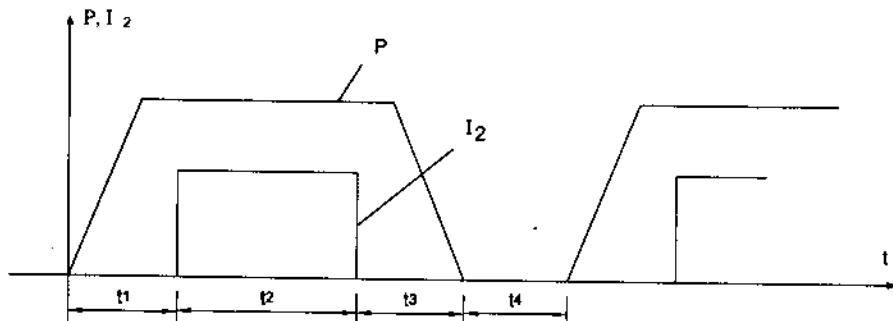
Nếu hàn đường liên tục (không đánh vẩy) thời gian $t_2' = 0$.

3. Một số máy hàn tiếp xúc điển hình

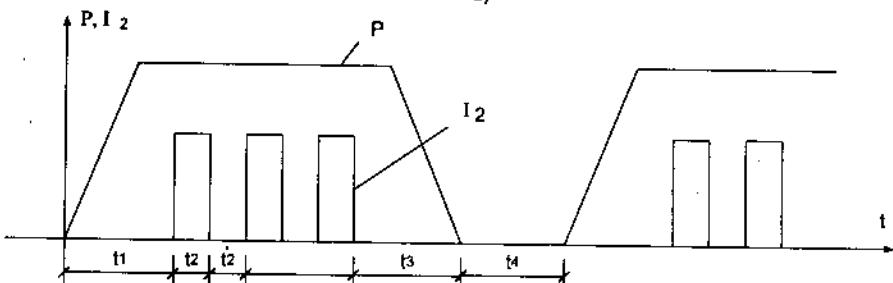
a) *Máy hàn điểm MT-2103 (Nga chế tạo)*

+ Công dụng: Dùng để hàn các chi tiết bằng hợp kim, thép không gỉ, hợp kim titan, hợp kim nhôm và thép có hàm lượng cacbon thấp.

- + Thông số kỹ thuật.
- Công suất định mức : 122kVA.
- Điện áp nguồn cấp 380V.
- Điện áp thứ cấp không tải $U_{20} = (5,5 + 9)V$.
- Số cấp điều chỉnh dòng hàn : 6.
- Dòng hàn cực đại $I_{2\max} = 21kA$.
- Hệ số tiếp điện tương đối TD% = 50%.



a)



b)

Hình 2.53. Biểu đồ chu trình làm việc của các phương pháp hàn tiếp xúc.

a) Phương pháp hàn nối và hàn điểm ; b) Phương pháp hàn đường.

t_1 : thời gian ép ; t_2 : thời gian hàn (thời gian cho dòng hàn đi qua điểm tiếp xúc) ;

t_2' : thời gian cắt dòng hàn ; t_3 : thời gian ép rèn ; t_4 : thời gian nghỉ.

+ Cấu tạo của máy hàn điểm được giới thiệu trên hình 2.54.

+ Sơ đồ nguyên lý của máy hàn điểm MT 2103 (hình 2.55).

Nguyên lý làm việc của máy như sau :

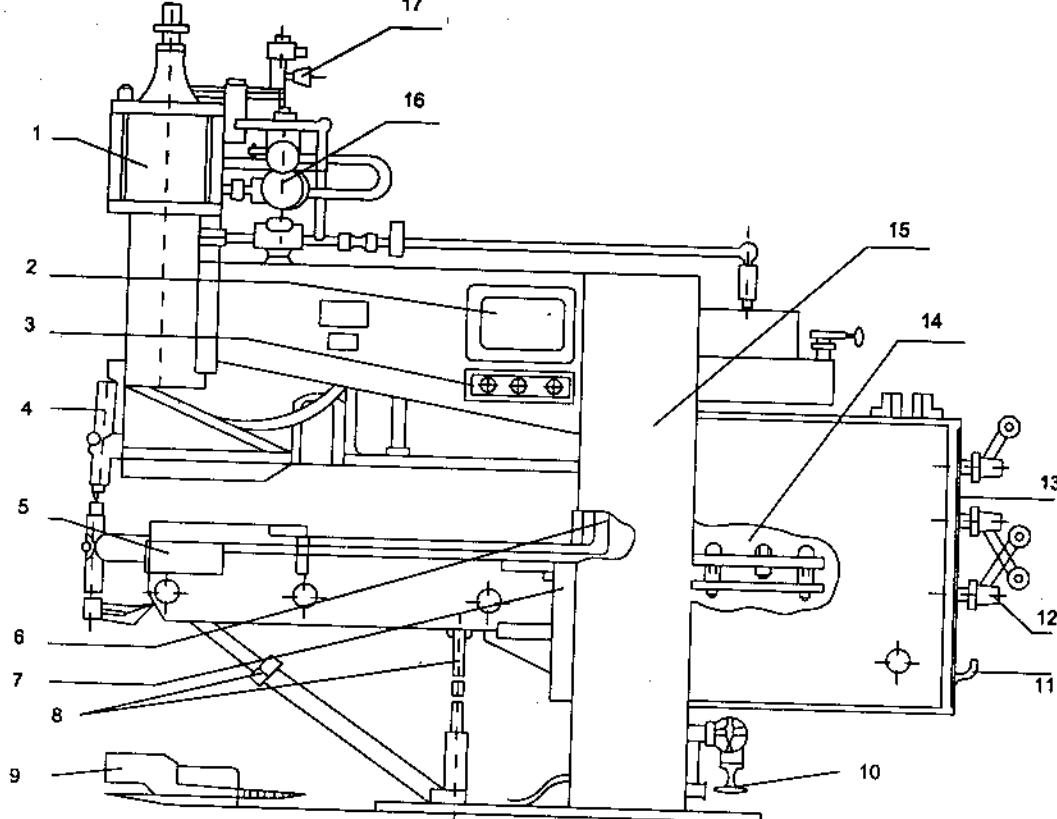
Nguồn cấp hai pha (380V) cấp cho biến áp hàn BAH được cấp khi đóng Aptomat Ap.

Aptomat Ap có cơ cấu bảo vệ quá tải. Trong trường hợp bị quá tải, tiếp điểm liên động với role nhiệt RN đóng lại, cuộn hút NC có điện sẽ làm cho Aptomat Ap tác động, biến áp hàn BAH không được cấp nguồn. Trong trường hợp cần dừng khẩn cấp, nhấn nút dừng D, cuộn hút NC cũng có điện, Aptomat Ap tác động BAH cùng bị ngắt nguồn cấp.

Khi đóng Aptomat Ap, biến áp hàn BAH được cấp nguồn đồng thời cấp nguồn cho biến áp nguồn BA cấp nguồn cho tủ điều khiển.

Tủ điều khiển của máy hàn thực hiện các chức năng sau :

- Điều khiển chu trình hàn (như biểu đồ áp lực và dòng hàn trên hình 2.53).



Hình 2.54. Cấu tạo máy hàn điểm MT-2103.

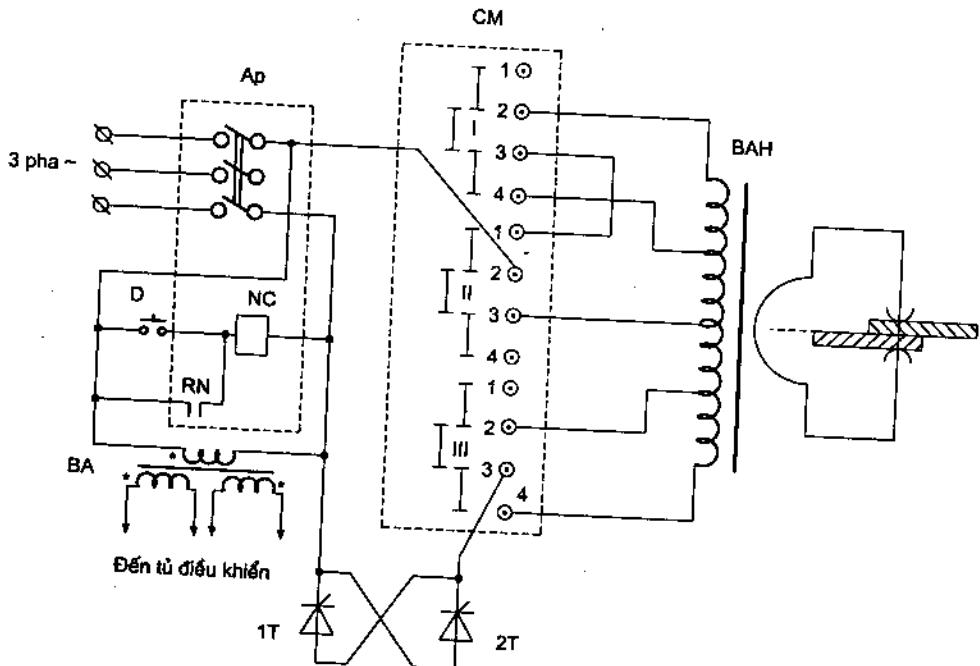
1. Bộ truyền động khí nén ; 2. Bộ điều chỉnh chu trình hàn ; 3. Hộp nút bấm điều khiển ;
4. Điện cực trên (điện cực dương) ; 5. Giá đỡ điện cực dưới ; 6. Thanh cái thứ cấp của biến áp hàn ; 7. Giá cố định điện cực dưới ; 8. Giá đỡ ; 9. Công tắc đập chân ; 10. Cút nối ống nước của hệ thống làm mát ; 11. Aptomat tổng ; 12. Bộ chuyển mạch thay đổi chỉ số biến áp (thay đổi dòng hàn) ; 13. Công tắc tơ bán dẫn dùng tiristo ; 14. Biến áp ; 15. Khung máy ; 16. Phin lọc giảm áp ; 17. Van điện khí.

Điều chỉnh tinh dòng hàn bằng cách điều chỉnh góc mở α của hai tiristo 1T và 2T (bộ điều áp xoay chiều một pha).

b) Máy hàn đường FN1-150-1/2 (Trung Quốc sản xuất)

+ Thông số kỹ thuật :

- Công suất của máy biến áp hàn : $S = 150\text{kVA}$.
- Điện áp sơ cấp : $U_1 = 380\text{V}$.
- Dòng điện sơ cấp : $I_1 = 395\text{A}$.
- Hệ số tiếp điện tương đối : $TĐ\% = 50\%$.
- Điện áp thứ cấp : $U_2 = 3,88 \div 7,76\text{V}$.



Hình 2.55. Sơ đồ nguyên lý điện máy hàn điểm MT 2103.

- Số cấp của chuyển mạch : 8.

- Chiều dày cực đại của chi tiết hàn (2+2)mm.

- Tốc độ hàn $v = (1,2 + 4,3)\text{mm/phút}$.

- + Sơ đồ nguyên lý mạch lực của máy hàn (hình 2.56) :

Trong mạch lực của máy hàn gồm có các phần tử chính sau :

- BAH, biến áp hàn, với cuộn sơ cấp có nhiều đầu ra để thay đổi thô dòng hàn.

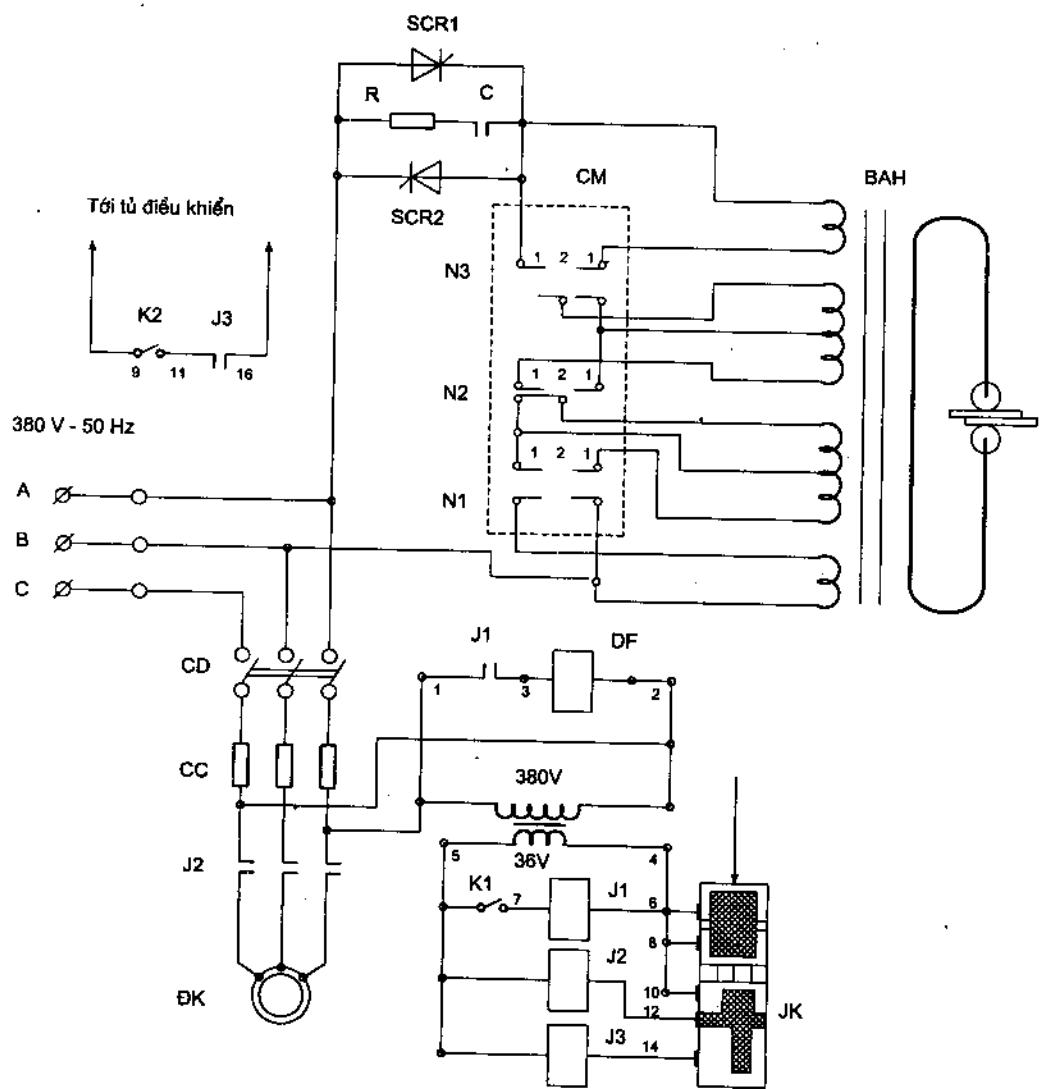
- CM - chuyển mạch, dùng để thay đổi số vòng dây sơ cấp của BAH, với bộ chuyển mạch N1, N2 và N3 có thể thay đổi được 8 cấp điện áp ra từ 3,38V đến 7,76V.

- SCR1, SCR2 là hai tiristo tạo thành bộ điều áp xoay chiều một pha có hai chức năng : điều chỉnh tinh dòng hàn và đóng cắt dòng hàn (chức năng như một công tắc tơ xoay chiều không tiếp điểm).

- ĐK - động cơ không đồng bộ ba pha truyền động quay con lăn để tạo ra tốc độ hàn. Việc điều chỉnh tốc độ hàn từ 1,2 đến 4,3m/phút thực hiện bằng cách thay đổi đường kính puli trong cơ cấu truyền lực của hệ truyền động quay con lăn.

- + Nguyên lý làm việc của sơ đồ như sau :

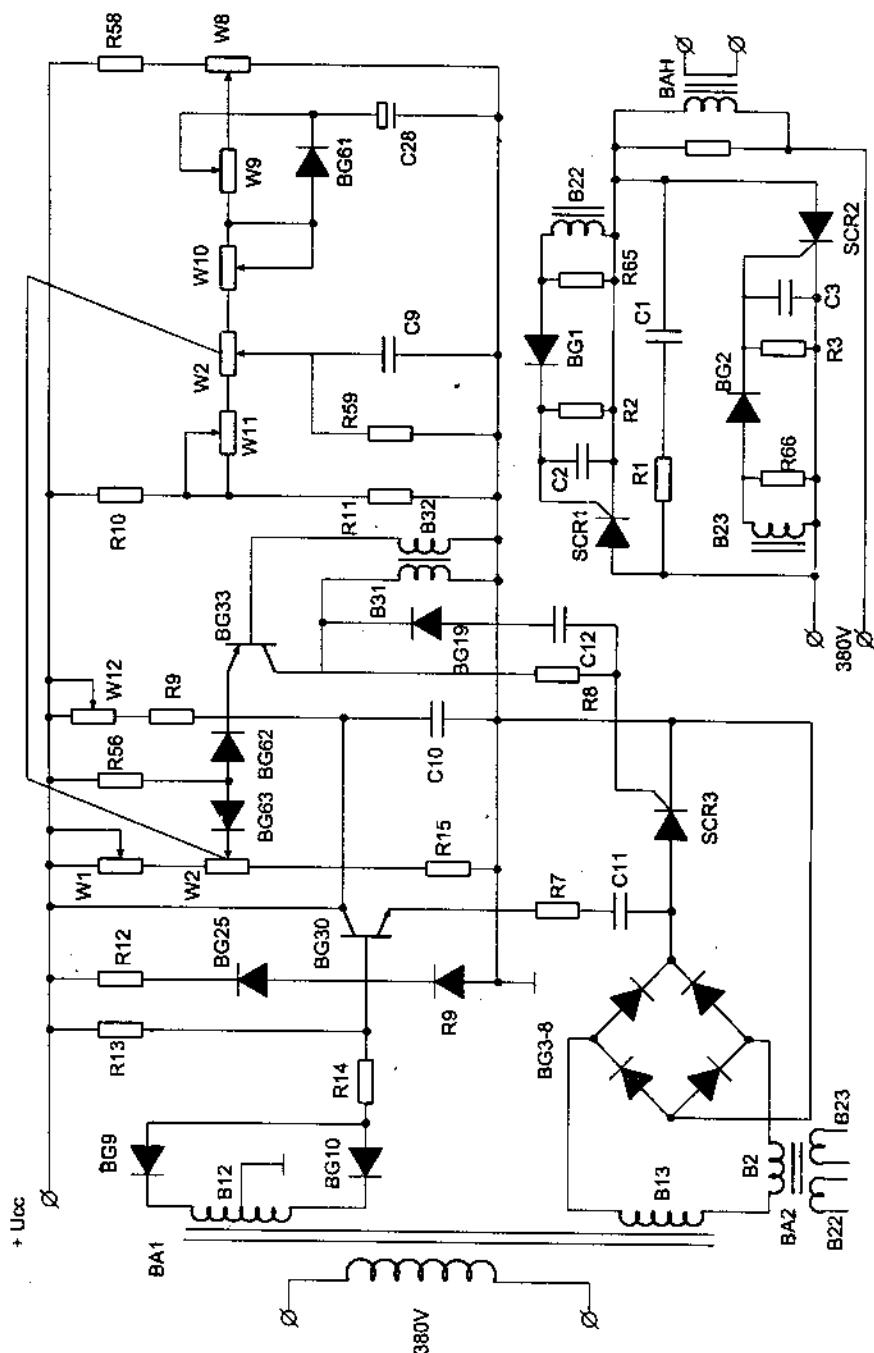
- Đóng cầu dao CD, công tắc K1 và K2.



Hình 2.56. Sơ đồ nguyên lý mạch lực máy hàn đường FN1-150-1/2.

- Đạp công tắc đạp chân (nấc 1) của JK, role trung gian J1 có điện, tiếp điểm của nó sẽ đóng điện cho role điện - khí nén DF có điện, khi hai chi tiết đã bị ép (do hệ thống khí nén thực hiện), đạp tiếp nấc thứ hai của JK, role trung gian J1 và J3 có điện. Đóng điện cho động cơ DK truyền động quay con lăn và cấp điện cho tủ điều khiển để điều khiển mở SCR1 và SCR2 cấp điện cho biến áp hàn BAH.

+ Mạch điều khiển bộ điều áp xoay chiều một pha (SCR1 và SCR2) được biểu diễn trên hình 2.57.



Hình 2.57a. Sơ đồ nguyên lý điện của mạch điều khiển

Bộ điều áp một pha cầu thành từ hai tiristo SCR1 và SCR2 thực hiện hai chức năng :

- Điều chỉnh tinh dòng hàn bằng cách thay đổi góc mở α của hai tiristo (chính là thay đổi điện áp đặt vào cuộn sơ cấp của biến áp hàn BAH).

- Đóng - cắt dòng hàn như một công tắc tơ phi tiếp điểm.

Nguyên lý làm việc của mạch điều khiển như sau :

- Điều khiển góc mở α của các tiristo dựa theo nguyên tắc điều khiển "thẳng đứng" gồm các khâu như sau :

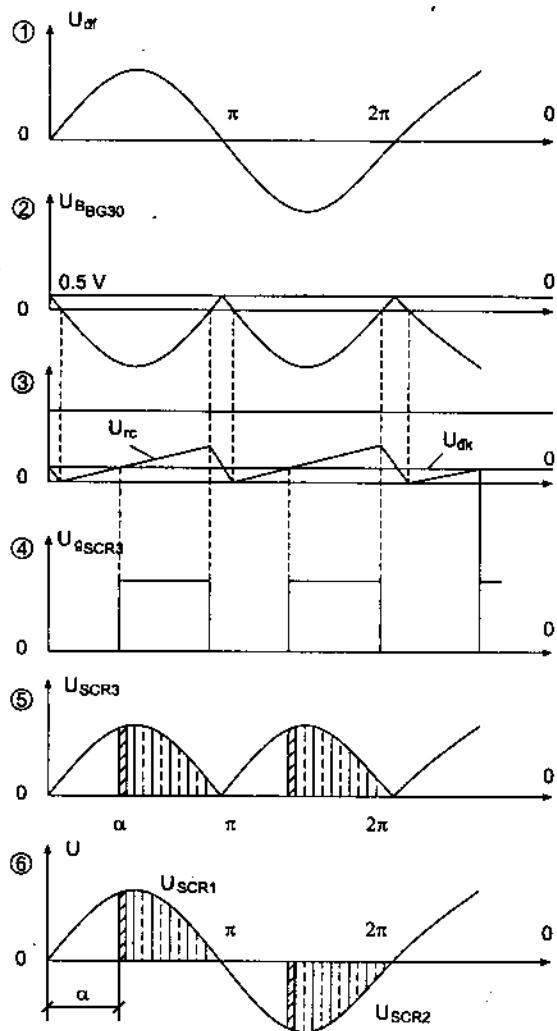
- * Khâu đồng pha gồm : Biến áp đồng pha BA1, diốt BG9, BG10, BG20, BG25 và các điện trở R_{12} đến R_{14} . Điện áp đặt lên cực bazơ của transito BG30 có dạng như đồ thị (2) hình 2.57b.

- * Khâu tạo điện áp tựa răng cưa (U_{rc}) gồm transito BG30, diốt DG62, tụ C10 và R56, dạng điện áp răng cưa trên tụ C10 được biểu diễn trên đồ thị (3) hình 2.57b.

- * Khâu so sánh và tạo thời điểm phát xung transito BG33 đảm nhiệm. Nó so sánh hai điện áp : điện áp răng cưa (U_{rc}) đặt vào điện cực emitơ của BG33, còn điện áp điều khiển (U_{dk}) đặt vào cực bazơ của BG33.

- * Tiristo SCR3 là tiristo phụ để kích mở hai tiristo lực SCR1 và SCR2.

Trên đồ thị (6) là dạng điện áp xoay chiều đặt vào cuộn sơ cấp của BAH. Khi điện áp U_{dk} lấy trên chiết áp W_2 càng tăng, góc mở α của các tiristo càng tăng, điện áp đặt vào cuộn sơ cấp của BAH càng giảm và dòng hàn càng giảm và ngược lại.



Hình 2.57b. Giản đồ điện áp của mạch điều khiển.

2.4. Trang bị điện máy cán thép

2.4.1. Khái niệm chung về công nghệ cán thép

1. Biến dạng của kim loại

Kim loại được gia công bằng áp lực rất phổ biến. Phương pháp gia công bằng áp lực bao gồm nhiều dạng : cán, ép, dập, đột, cắt, kéo, chuốt v.v... Dưới tác dụng của áp lực ngoài (ngoại lực), kim loại sẽ bị biến dạng hoặc bị đứt gãy.

Làm biến dạng kim loại để nhận được các sản phẩm theo yêu cầu nào đó khi gia công bằng áp lực là nội dung thuộc các giáo trình : lý thuyết biến dạng dẻo, lý thuyết gia công kim loại bằng áp lực... Ở đây ta chỉ xem xét những vấn đề chung nhất, có tính chất đại cương nhất, đủ để hiểu những yêu cầu công nghệ đòi hỏi sự đáp ứng của trang bị điện cho các máy gia công bằng áp lực.

Dùng kính hiển vi để quan sát một mặt kim loại đã mài sẵn để thấy cấu trúc của nó như hình 2.58. Qua hình vẽ này ta thấy các hạt tinh thể kim loại tiếp xúc với nhau theo đường thẳng gãy khúc trên mặt mài.

Bằng nhiều thực nghiệm người ta đã nhận biết được : Kim loại bị phá huỷ không phải theo lớp phân cách giữa các hạt, mà sự phá huỷ lại chính ở các hạt (theo mặt trượt tinh thể).

Sự thay đổi kích thước và hình dạng ban đầu của vật thể kim loại khi bị ngoại lực tác dụng gọi là **sự biến dạng của kim loại**. Biến dạng của kim loại được chia thành hai loại là : biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo.

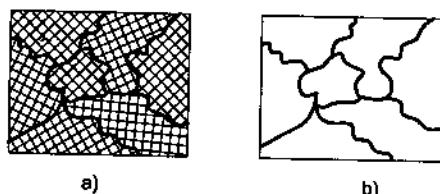
- **Biến dạng đàn hồi** là biến dạng của vật thể mà sau khi ngoại lực thôi tác dụng vào vật thì vật sẽ trở lại hình dạng và kích thước ban đầu, nghĩa là vật chỉ biến dạng khi nó đang chịu tác dụng của ngoại lực.

- **Biến dạng dẻo** là biến dạng của vật mà sau khi bỏ ngoại lực tác dụng vào nó, nó có hình dạng và kích thước mới so với hình dạng và kích thước ban đầu.

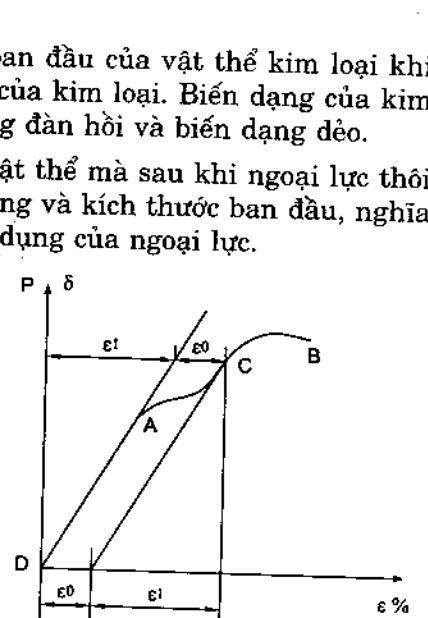
Hình 2.59 cho mối quan hệ giữa lực kéo dọc trục một mẫu thép và biến dạng dài của mẫu thép đó.

Trục tung biểu thị lực kéo hay ứng suất kéo. Trục hoành biểu thị chiều dài thanh thép mẫu hay độ dãn tương đối.

Đầu tiên, độ dài mẫu thép tăng tỷ lệ thuận với lực kéo (đoạn OA). Ở đoạn



Hình 2.58. Cấu trúc mặt cắt kim loại đã mài nhẵn.



Hình 2.59. Quan hệ giữa lực kéo và biến dạng dài của mẫu thép.

này, nếu thõi tác dụng lực, mẫu sẽ lấy lại hình dạng và kích thước cũ, đó là giai đoạn biến dạng đàn hồi.

Trong mạng tinh thể, các nguyên tử kim loại chiếm vị trí tương ứng với thế năng cực tiểu. Khi biến dạng đàn hồi, các nguyên tử xê dịch khỏi vị trí cân bằng ổn định. Sự xê dịch này rất nhỏ, không quá khoảng cách giữa các nguyên tử (cỡ vài $^{\circ}\text{A}$, $1^{\circ}\text{A} = 1.10^{-7}\text{ mm}$). Do sự tăng khoảng cách giữa các nguyên tử mà thể tích kim loại tăng lên, mật độ kim loại giảm đi.

Nếu tiếp tục tăng lực kéo quá giới hạn đàn hồi (tương ứng điểm A), độ tăng biến dạng dài sẽ không tỷ lệ với độ tăng lực kéo, mà nó sẽ tăng nhanh hơn (đoạn cong AC). Nếu ta cứ tiếp tục tăng lực kéo nữa, sẽ dẫn đến mẫu bị phá huỷ (đứt, tương ứng điểm B). Khi lực kéo tăng chưa đến mức phá huỷ mẫu (điểm C), mà lực kéo bắt đầu giảm thì mẫu không lấy lại được hình dạng và kích thước cũ, mà nó còn giữ lại một độ dãn nào đó (đoạn ε_0), người ta gọi đây là độ biến dạng dẻo của vật.

Như thế, biến dạng đàn hồi luôn xảy ra trước mọi biến dạng dẻo. Biến dạng dẻo của kim loại phụ thuộc vào thành phần cấu tạo kim loại, nhiệt độ và phương pháp gia công bằng áp lực.

Các phương pháp gia công bằng áp lực như cán, kéo, ép, dập, rèn... dựa vào biến dạng dẻo của kim loại để thay đổi hình dạng, kích thước của kim loại.

Ngoại lực tác dụng vào kim loại phải vượt quá giới hạn bắt đầu gây biến dạng (theo hướng lực cản nhỏ nhất), nhưng không gây ra phá huỷ kim loại, tức là phá vỡ mối liên kết giữa các hạt ; từ đó cũng làm thay đổi tính chất cơ lý của kim loại.

Thực nghiệm kéo mẫu chứng tỏ rằng biến dạng của kim loại xảy ra là do kim loại trượt theo các mặt phẳng xác định gọi là các mặt phẳng trượt. Khi các mặt phẳng này trượt, bề mặt mẫu sẽ có các vết gọi là các đường trượt. Mặt phẳng trượt thường trùng với mặt phẳng tác dụng của ứng suất tiếp tuyến (ứng suất trượt) cực đại và tạo hướng tác dụng của ngoại lực một góc khoảng 45° . Biến dạng dẻo chỉ có thể bắt đầu khi tạo ra trong kim loại một trạng thái ứng suất xác định. Khi đó ứng suất trượt (tiếp tuyến) tác dụng theo mặt phẳng trượt đạt độ lớn xác định tùy thuộc tính chất của kim loại và thăng được nội trở trên mặt phẳng trượt hay theo đường phân cách giữa các hạt.

2. Khái niệm chung về công nghệ cán thép

Cán là một phương pháp gia công bằng áp lực để làm thay đổi hình dạng và kích thước của vật thể kim loại dựa vào tính chất biến dạng dẻo của nó.

Yêu cầu quan trọng trong quá trình cán là ứng suất nội của biến dạng dẻo không được quá lớn, đảm bảo kim loại vẫn giữ được độ bền cao.

Như mục một đã đề cập, ứng suất nội biến dạng dẻo giảm khi nhiệt độ kim loại tăng, cho nên trên thực tế phương pháp cán nóng thường được sử

dụng nhiều nhất để giảm lực cản và năng lượng tiêu hao trong quá trình cán.

Trong một số trường hợp do yêu cầu công nghệ phải dùng phương pháp cán nguội, ví dụ như cán thép tấm mỏng có bề dày tấm cán nhỏ hơn 1mm. Vì nếu cán thép tấm mỏng mà dùng phương pháp cán nóng sẽ sinh ra lớp vảy thép khá dày so với thành phẩm nên bề mặt tấm thép cán sẽ không đồng đều về chiều dày. Cần cứ vào nhiệt độ của phôi trong quá trình cán, người ta chia ra hai phương pháp cán :

- Phương pháp cán nguội : khi nhiệt độ của phôi nhỏ hơn 400°C .

- Phương pháp cán nóng : khi nhiệt độ của phôi lớn hơn 600°C .

a) *Cấu tạo của máy cán*

Máy cán thực hiện nguyên công chính làm biến dạng dẻo kim loại để có hình dạng và kích thước theo yêu cầu mong muốn. Phôi kim loại được nén ép, kẹp và kéo qua hai trục cán quay ngược chiều nhau.

Một máy cán thường có các bộ phận chính sau (hình 2.60) :

- + **Hộp cán** : gồm hai trục cán 9 (hình 2.60a) hoặc nhiều trục cán 10, 11... (hình 2.60d), gối trục đặt trên thân máy 12 (hình 2.60a và hình 2.60d). Trục cán trên thường gọi là trục cán động có thể dịch chuyển theo phương thẳng đứng và được định vị bằng thiết bị kẹp trục, còn trục cán dưới là trục cán cố định.

- + **Cơ cấu và thiết bị truyền lực** : có thể khác nhau tùy theo chức năng và cấu tạo của từng loại máy cán.

Ở những máy cán công suất lớn (cán thô, cán thép tấm dày) và các máy cán có tốc độ cao, thì hai trục cán được truyền động riêng rẽ từ hai động cơ riêng rẽ 3 (hình 2.60a và hình 2.60b).

Ở một số máy cán khác, truyền động quay trục cán do một động cơ đảm nhiệm 9 (gọi là truyền động nhóm) thông qua hộp bánh răng 4 (hình 2.60c và hình 2.60d). Hộp bánh răng 4 gồm hai bánh răng có cùng đường kính với tỷ số truyền $i = 1$.

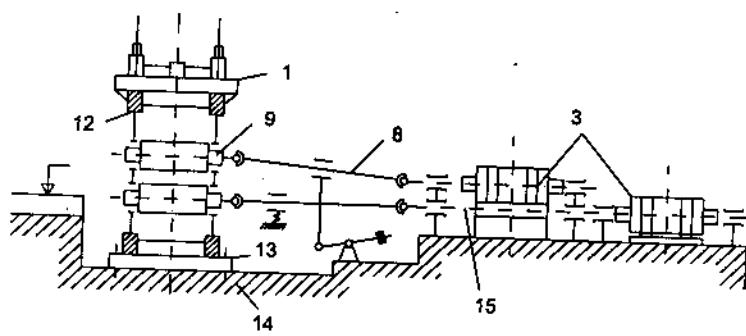
Giữa động cơ truyền động 3 và hộp bánh răng 4 có đặt hộp tốc độ để phối hợp tốc độ giữa động cơ truyền động và tốc độ của trục cán phù hợp theo yêu cầu công nghệ.

- + **Động cơ truyền động** : để truyền động trục cán trong máy cán thường dùng ba loại động cơ sau :

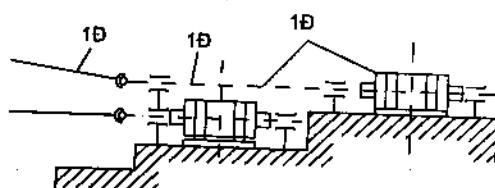
- **Động cơ không đồng bộ** rôto lồng sóc đối với máy cán liên tục công suất nhỏ.

- **Động cơ đồng bộ** rôto dây cuốn được dùng đối với các máy cán liên tục công suất lớn.

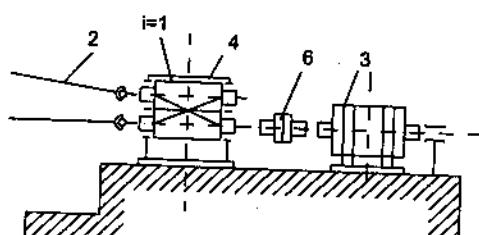
- **Động cơ điện** một chiều được dùng cho các máy cán đảo chiều (máy cán quay thuận nghịch).



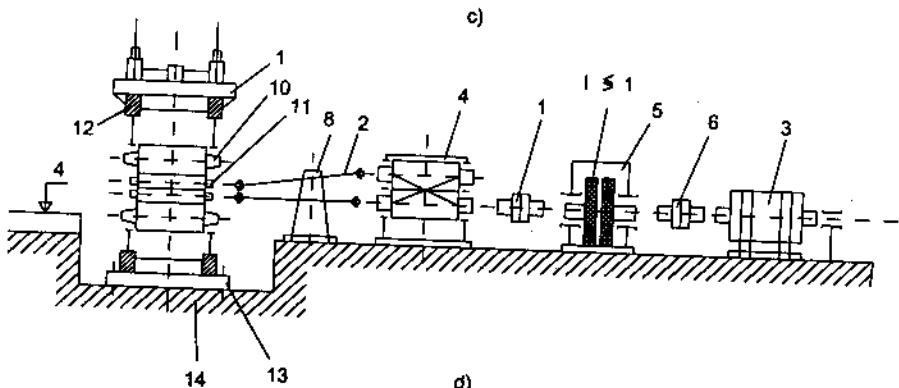
a)



b)



c)



d)

Hình 2.60. Cấu tạo của máy cán.

b) Phân loại máy cán

Máy cán rất đa dạng và nhiều chủng loại. Phân loại máy cán có thể dựa trên các đặc điểm sau đây :

+ Theo tên gọi của sản phẩm sau khi cán :

- Máy cán thô, có đường kính trục cán $\phi = (800 \div 1300)$ mm.

- Máy cán tấm có đường kính trục cán $\phi = (1100 \div 1150)$ mm.

- Máy cán thép hình (đường ray, thép góc thép chữ U, thép chữ I). Có đường kính phôi cán $\phi = (750 \div 900)$ mm.

- Máy cán dây có đường kính trục cán $\phi = (250 \div 350)$ mm.

+ Theo nhiệt độ cán có hai loại :

- Máy cán nguội khi nhiệt độ của phôi cán có $t^{\circ} < 400^{\circ}\text{C}$.

- Máy cán nóng khi nhiệt độ của phôi cán $> 600^{\circ}\text{C}$.

+ Theo công nghệ cán có hai loại :

- Máy cán liên tục không đảo chiều.

- Máy cán đảo chiều thuận nghịch.

2.4.2. Các thông số cơ bản đặc trưng cho công nghệ cán thép

- Công nghệ cán thép được mô tả trên hình 2.61 :

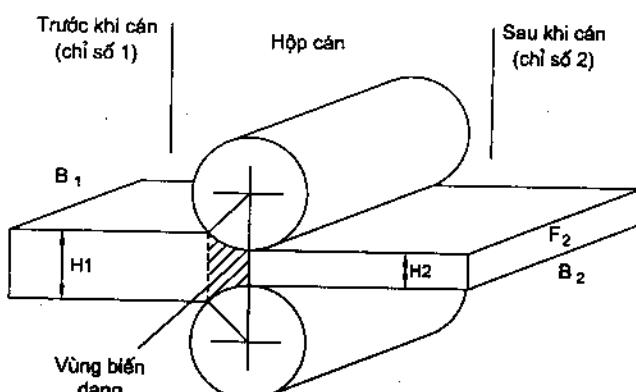
Khi cho phôi kim loại vào hộp cán, phôi bị kẹp và ép chặt giữa hai trục cán quay ngược chiều nhau, kết quả bề dày của phôi giảm xuống, chiều dài của phôi tăng lên và chiều rộng của phôi cũng tăng lên chút ít.

Nếu coi hai trục cán của máy cán giống hệt nhau, quay ngược chiều nhau cùng tốc độ

và phôi cán có cơ tính đồng đều nhau, kí hiệu các đại lượng của phôi là :

H - bề dày phôi ; B - bề rộng của phôi ; L - chiều dài của phôi ; F - tiết diện của phôi.

Với chỉ số 1 của các thông số của phôi trước khi cán và chỉ số 2 của các thông số của phôi sau khi cán ta có : $L_2 > L_1$; $H_2 < H_1$; $B_2 > B_1$; $F_2 < F_1$.



Hình 2.61. Công nghệ cán thép.

1. Các thông số cơ bản

a) Hệ số kéo dài

$$\lambda = \frac{L_2}{L_1} > 1 \quad (2.57)$$

Sau n lần cán, ta có hệ số kéo dài là :

$$\lambda = \prod_{i=1}^n \lambda_i \quad (2.58)$$

Nếu coi thể tích của phôi là không đổi ($V_1 \approx V_2$) thì :

$$\lambda = \frac{L_2}{L_1} = \frac{\frac{V_2}{F_2}}{\frac{V_1}{F_1}} = \frac{F_1}{F_2} \quad (2.59)$$

Nếu coi độ nở rộng không đáng kể ($B_1 \approx B_2$) thì :

$$\lambda = \frac{L_2}{L_1} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{H_1 \cdot B_1}{H_2 \cdot B_2} = \frac{H_1}{H_2} \quad (2.60)$$

b) Cung ngoặt: là cung tròn của trục cán tiếp xúc với phôi cán (cung \widehat{AB} trên hình 2.62).

c) Góc ngoặt α (hình 2.62) tương ứng với cung ngoặt \widehat{AB} .

2. Điều kiện để trục cán ngoặt được phôi

Trục cán ngoặt được phôi và cán ép được là nhờ ma sát tiếp xúc xuất hiện trên cung ngoặt \widehat{AB} khi trục cán quay. Ngoài lực T kéo phôi vào còn lực của phôi đẩy ra lớn hơn lực kéo vào thì trục cán không ngoặt được phôi.

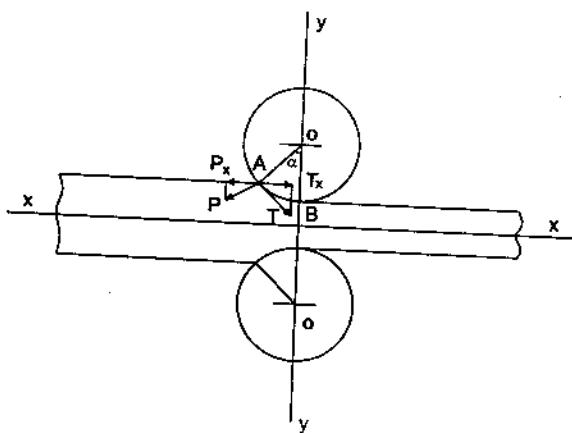
Biểu đồ lực tác dụng lên phôi cán biểu diễn trên hình 2.62.

Phân tích hai lực trên ta thấy rằng: Để trục cán ngoặt được phôi thi:

$$T_x > P_x$$

Hay: $T \cdot \cos \alpha > P \cdot \sin \alpha$

$$T > P \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (2.61)$$



Hình 2.62. Biểu đồ lực tác dụng lên trục cán.

a) Độ nén ép tuyệt đối

$$\Delta h = H_1 - H_2 \quad (2.62)$$

Từ hình 2.62 ta có :

$$H_1 = H_2 + 2BC$$

$$\Delta h = 2\overline{BC} = 2(OC - OB) = 2R(1 - \cos\alpha)$$

$$\Delta h = D(1 - \cos\alpha) \quad (2.63)$$

Trong đó : D - đường kính trục cán ;

R - bán kính trục cán.

b) Độ nở rộng theo chiều ngang

$$\Delta b = B_2 - B_1$$

Theo công thức kinh nghiệm, có thể tính theo biểu thức sau :

$$\Delta b = a\Delta h \quad (2.64)$$

Trong đó : hệ số a có xét đến ảnh hưởng nhiệt độ của phôi cán
 $a = (0,25 \div 0,35)$.

c) Vùng chạm sau và vùng vượt trước

Khi cán thép, trong vùng biến dạng (phần gạch chéo trên hình 2.63) sẽ có hai vùng :

- Vùng chạm sau là vùng khi tốc độ vào của phôi V_1 nhỏ hơn tốc độ dài của trục cán $V_1 < V$.

- Vùng vượt trước là khi tốc độ ra của phôi V_2 lớn hơn tốc độ dài của phôi $V_2 > V$.

Độ vượt trước được đặc trưng bởi tỷ số :

$$s\% = \frac{V_2 - V}{V} [\%] \quad (2.65)$$

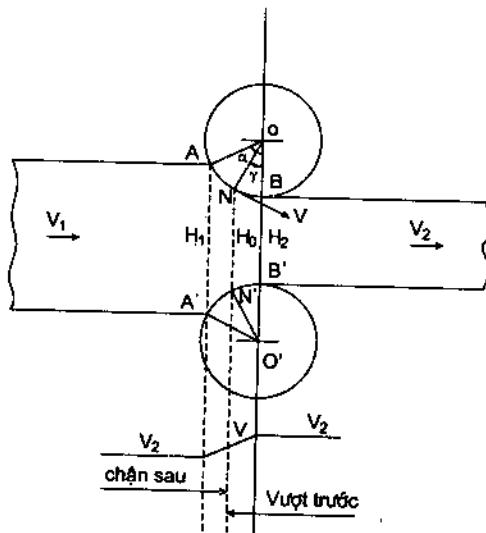
Trong đó :

V - tốc độ dài của trục cán ;

V_2 - tốc độ ra của phôi khỏi trục cán.

Trên thực tế, khi cán tấm dày $s\% = (3 \div 5)$, còn khi cán tấm mỏng $s\% = (11 \div 15)$.

Như vậy ta có : $V_1 < V < V_2$.



Hình 2.63. Hiện tượng chạm sau và vượt trước

Trong vùng biến dạng, tốc độ của phôi sẽ tăng từ V_1 đến V_2 nên sẽ có một tiết diện nào đó tốc độ của phôi bằng tốc độ dài của trục cán (tiết diện $N - N'$ trên hình 2.63). Tiết diện này được gọi là tiết diện tối hạn (có tên gọi khác là tiết diện trung tính). Góc tâm γ tương ứng với cung chấn NB được gọi là góc tối hạn.

Góc tối hạn có thể tính theo biểu thức sau :

$$\gamma = \frac{\alpha}{2} \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{2\delta_{ms}}\right) < \frac{\alpha}{2} \quad (2.66)$$

Trong đó : δ_{ms} là góc ma sát.

d) Áp lực đặt lên trục cán trong quá trình cán thép

Khi cán, trục cán đặt lên phôi một lực để thăng nội trở biến dạng của phôi. Ngoài ra, phản lực của phôi cũng gây ra một lực đặt lên trục cán.

Nếu gọi P_{tb} là áp suất ép trung bình và F_{tx} là diện tích tiếp xúc giữa trục cán và phôi thì phản lực toàn phần đặt lên một trục cán bằng :

$$P = P_{tb} \cdot F_{tx} \quad [N] \quad (2.67)$$

Trong đó : P_{tb} - áp suất ép trung bình, N/mm^2 ;

F_{tx} : diện tích tiếp xúc, mm^2 .

Trị số áp suất ép trung bình phụ thuộc vào nhiều yếu tố sau đây :

- Thành phần hoá học của phôi.
- Nhiệt độ của phôi.
- Độ dày của phôi (B_1), độ nén ép (Δh) và một số yếu tố phụ khác.

$$F_{tx} = B_{tb} \cdot l = \left(\frac{B_1 + B_2}{2}\right) \cdot l \quad [mm^2] \quad (2.68)$$

Trong đó : l - dây cung \widehat{AB} chấn góc ngoặt α .

Tính một cách gần đúng bằng :

$$l = \overline{AB} = D \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad [mm] \quad (2.69)$$

$$\text{Trong đó : } \sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos\alpha}{2}}$$

Đã biết $\Delta h = (1 - \cos\alpha)D$

Vậy :

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{\Delta h}{2D}} \quad (2.70)$$

Từ đó suy ra :

$$l = D \cdot \sqrt{\frac{\Delta h}{2D}} = \sqrt{R \cdot \Delta h} \quad [\text{mm}] \quad (2.71)$$

Vì $R = \frac{D}{2}$ bán kính trục cán.

Thay vào biểu thức trên ta có áp lực đặt lên một trục cán khi cán bằng :

$$P = P_{tb} \cdot B_{tb} \sqrt{R \cdot \Delta h} \quad [\text{N}] \quad (2.72)$$

Trị số áp suất ép trung bình được tính theo công thức Xêlicốp:

$$P_{tb} = 1,15 k_c \cdot \frac{2H_2}{\Delta h(\delta - 1)} \cdot A \cdot A^{\delta-1} \quad (2.73)$$

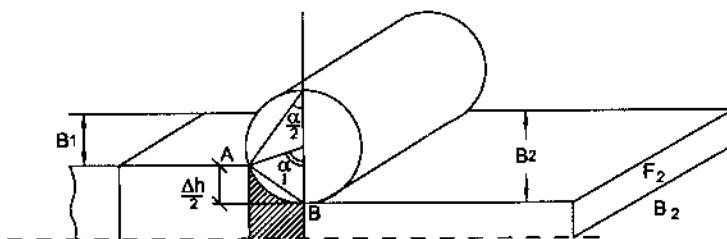
Trong đó : k_c - điểm giới hạn nóng chảy của phôi ;

δ - góc ma sát trượt ;

$$A = \frac{H_0}{H_1};$$

H_0 - bề dày của phôi ở tiết diện giới hạn.

Các thông số kỹ thuật của phôi và trục cán được biểu diễn trên hình 2.64.



Hình 2.64. Thông số của phôi và trục cán.

2.4.3. Tính mômen truyền động trục cán

1. Phương pháp Xêlicốp

Phương pháp này dựa theo áp suất ép trung bình để tính mômen truyền động trục cán, bao gồm các thành phần mômen sau :

- M_{hi} : mômen hữu tích cần thiết để làm biến dạng phôi và khắc phục lực ma sát giữa phôi kim loại và trục cán trong vùng biến dạng ứng với cung ngoặt.

- Mômen ma sát M_{ms} cần có để thăng lực cản ma sát trong các ổ trục và các khâu truyền lực.

- Mômen không tải M_0 .

- Mômen động M_{dg} để khắc phục lực quán tính, tạo gia tốc.

Mômen động xuất hiện khi thực hiện đảo chiều quay và điều chỉnh tốc độ.

$$\text{Vậy mômen cản bằng : } M = M_{hi} + M_{ms} + M_0 + M_{dg} \quad (2.74)$$

- Mômen hữu ích được tính dựa vào áp lực trên trục cán.

Nếu coi biến dạng phôi như nhau ở hai phía của trục cán ($\alpha_1 = \alpha_2$) xem hình 2.65, từ đó ta có :

$$\text{Lực tác dụng : } P_1 = P_2 = P \quad (2.75)$$

Cánh tay đòn đặt lực: $a_1 = a_2 = a$, lúc đó mômen tác dụng lên trục cán 1 là : $M_1 = P.a = P.\psi.l$ (2.76)

Trong đó :

$\psi = \frac{a}{l}$ - tỷ số giữa cánh tay đòn đặt lực trên chiều dài của cung ngoặt ;

$\psi = 0,5$ đối với phương pháp cán nóng ;

$\psi = (0,35 + 0,45)$ đối với phương pháp cán nguội.

Từ các biểu thức đã dẫn, ta có :

$$M_1 = P_{tb} \cdot B_{tb} \cdot \psi \cdot R \cdot \Delta h \quad (2.77)$$

Mômen truyền động cho cả hai trục cán :

$$M_{hi} = 2 \cdot P_{tb} \cdot B_{tb} \cdot \psi \cdot R \cdot \Delta h \quad (2.78)$$

Mômen ma sát được tính theo biểu thức :

$$M_{ms} = \frac{Pd\mu}{i} + \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right) \frac{M_{hi} + Pd\mu}{i} \quad (2.79)$$

Trong đó : P - áp suất nén đặt lên trục cán (N/mm^2) ;

d - đường kính của trục cán ;

i - tỷ số truyền ;

μ - hệ số ma sát lăn ;

η - hiệu suất của cơ cấu truyền lực.

- Mômen không tải :

$$M_0 = (3 + 5)\% M_{dm} \quad (2.80)$$

- Mômen động :

$$M_{dg} = \frac{J \cdot d\omega}{dt} \quad [N.m] \quad (2.81)$$

Trong đó : J - mômen quán tính của hệ truyền động (kgm^2).

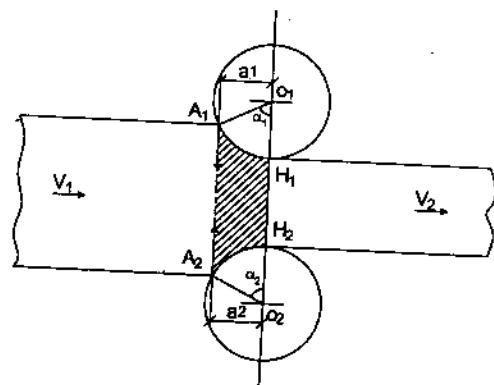
2. Phương pháp suất tiêu hao năng lượng (STHNL)

Phương pháp này thực chất là phương pháp tính mômen truyền động trực cán theo suất tiêu hao năng lượng trên một đơn vị khối lượng của sản phẩm.

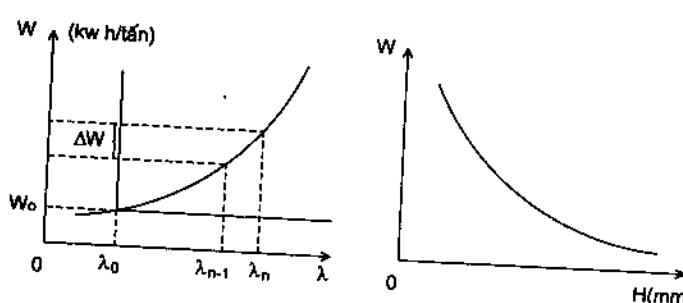
Phương pháp STHNL được tính dựa trên đường cong STHNL được xây dựng từ thực nghiệm.

Đường cong này biểu thị độ tiêu hao năng lượng trên một đơn vị khối lượng sản phẩm sau độ kéo dài phôi (λ) hoặc theo chiều dày (H) của phôi sau mỗi một lần cán.

Đường cong STHNL được biểu diễn trên hình 2.66.



Hình 2.65. Sơ đồ tính toán mômen cán.



Hình 2.66. Đường cong STHNL.

- a) $W = f(\lambda)$;
- b) $W = f(H)$.

Đường cong STHNL biểu diễn quan hệ $W = f(\lambda)$ suất tiêu hao năng lượng theo độ kéo dài sau mỗi lần cán được sử dụng để tính mômen truyền động trực cán đối với các máy cán quay thuận nghịch, còn đường cong STHNL biểu diễn quan hệ giữa STHNL theo độ dày của phôi được ứng dụng đối với các máy cán nguội liên tục.

Độ chính xác tính toán mômen truyền động trực cán của phương pháp này càng cao nếu các điều kiện cán được tính toán càng sát với điều kiện xây dựng đường cong STHNL.

Mômen cán cho lần cán đang tính sẽ bằng :

$$M_{dt} = 1,4 \cdot \Delta W \cdot F \cdot D \cdot 10^7 \quad [\text{N.m}] \quad (2.82)$$

Trong đó : F - tiết diện của phôi ở lần cán đang tính, mm^2 ;

D - đường kính trực cán, mm ;

ΔW - hiệu số suất tiêu hao năng lượng của lần cán đang tính và lần cán trước đó.

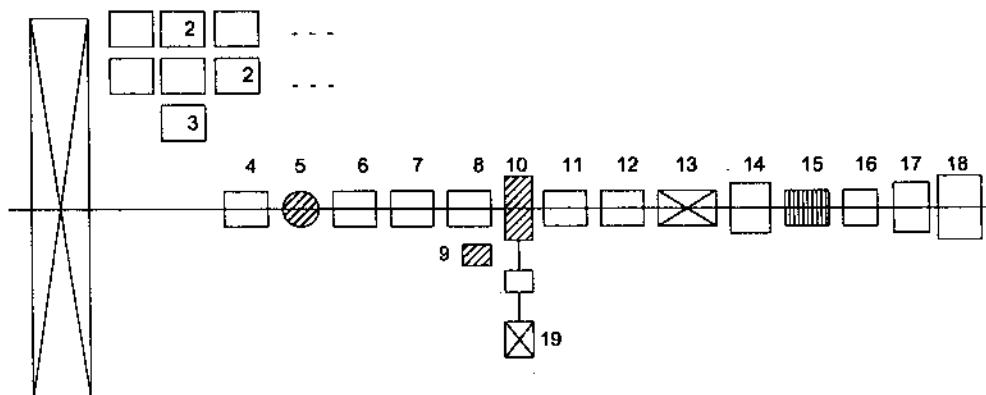
2.4.2. Trang bị điện máy cán nóng thuận nghịch (CNTN)

1. Đặc điểm công nghệ

Máy cán nóng quay thuận nghịch (máy cán nóng đảo chiều) thường dùng để cán thô.

Trong tổ hợp máy cán nóng thuận nghịch, ngoài các hộp cán còn có các thiết bị phụ như : băng lăn, dao cắt, xe chở phôi, máy lật phôi v.v...

Trên hình 2.67 giới thiệu dây chuyền máy cán nóng thô 1150.



Hình 2.67. Dây chuyền máy cán nóng thô 1150.

Phôi thép từ phân xưởng thép được vận chuyển đến lò nung 2 bằng cầu trục 1, số lò nung có thể lên tới 20 lò và mỗi lò nung có thể chứa được 4 + 8 thỏi thép có khối lượng ($5 + 25$) tấn/thỏi. Sau đó các thỏi thép được đưa lên các xe chở phôi 3 và chở đến băng lăn tiếp nhận 4. Bàn cân 5 để cân khối lượng thỏi thép. Bàn quay 6 dùng để quay thỏi thép cho đúng hướng (trong trường hợp cần thiết có thể quay 1 góc tối đa 180°). Băng lăn 7 và 8 để đưa thỏi thép đến hộp cán 10. Sau mỗi lần cán, thỏi thép được vận chuyển trở lại các băng lăn trước hộp cán. Ở đây trong trường hợp cần thiết, thỏi thép có thể lật đi một góc 90° nhờ máy lật 9.

Khi kết thúc lăn cán cuối cùng, phôi cán thành phẩm được đưa qua băng lăn 11, 12 và đến máy đánh vảy làm sạch 13 và sau đó đưa tới máy cắt phân đoạn 14 theo kích thước quy định. Sau đó chuyển tới băng xích 15, băng lăn 16 và máy đẩy lên bàn xếp 17 chất vào kho chứa 18.

Động cơ 19 dùng để truyền động hộp cán 10.

Các máy cán nóng quay thuận nghịch có nhiều kiểu, nhiều loại, kết cấu tùy từng loại cũng khác nhau nhưng chế độ làm việc của hệ truyền động trực cán như nhau.

Động cơ truyền động trực cán làm việc ở chế độ rất nặng nề : đặc trưng bởi tần số đóng cắt điện lớn (có máy đạt 1500 lòn/giờ) và luôn làm việc ở

trạng thái quá tải, lúc ngoạm phôi, mômen của động cơ truyền động có thể đạt tới $(2,5 + 3)M_{dm}$. Từ những đặc điểm trên, ta có thể đưa ra những yêu cầu chính đối với thiết bị truyền động trực cáp của máy cán thép như sau :

- Phạm vi điều chỉnh tốc độ yêu cầu $D = 10 : 1$.
- Phải làm việc với độ tin cậy cao trong điều kiện nặng nề nhất (tần số đóng cắt lớn, thường xuyên bị quá tải).

2. Hệ truyền động hộp cáp trong các máy CNQTN

Trong máy cán nóng quay thuận nghịch thường sử dụng hai phương pháp truyền động.

- Truyền động nhóm : là dùng một động cơ truyền động quay hai trực cáp nhờ hộp bánh răng. Ưu điểm của phương pháp này là sơ đồ điều khiển đơn giản, nhưng sơ đồ động học phức tạp, kích thước của hai trực cáp yêu cầu phải như nhau.

- Truyền động riêng rẽ : phương pháp này có ưu điểm là : sơ đồ động học đơn giản, kích thước của hai trực cáp không yêu cầu giống nhau, nhưng sơ đồ nguyên lý điện phức tạp, cần đến hai động cơ, mỗi động cơ truyền động một trực riêng biệt.

a) Hệ thống truyền động điện (truyền động nhóm) hộp cáp trong máy cán nóng quay thuận nghịch (CNQTN)

Dải điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động yêu cầu $D = 10:1$ và được thực hiện điều chỉnh hai vùng :

- Vùng dưới tốc độ cơ bản ($n < n_{dm}$)

Thực hiện bằng cách thay đổi điện áp đặt vào phần ứng của động cơ.

- Vùng trên tốc độ cơ bản ($n > n_{dm}$)

Thực hiện bằng cách giảm từ thông kích từ của động cơ.

Quá trình điều chỉnh tốc độ ở hai vùng tiến hành không đồng thời và không phụ thuộc lẫn nhau.

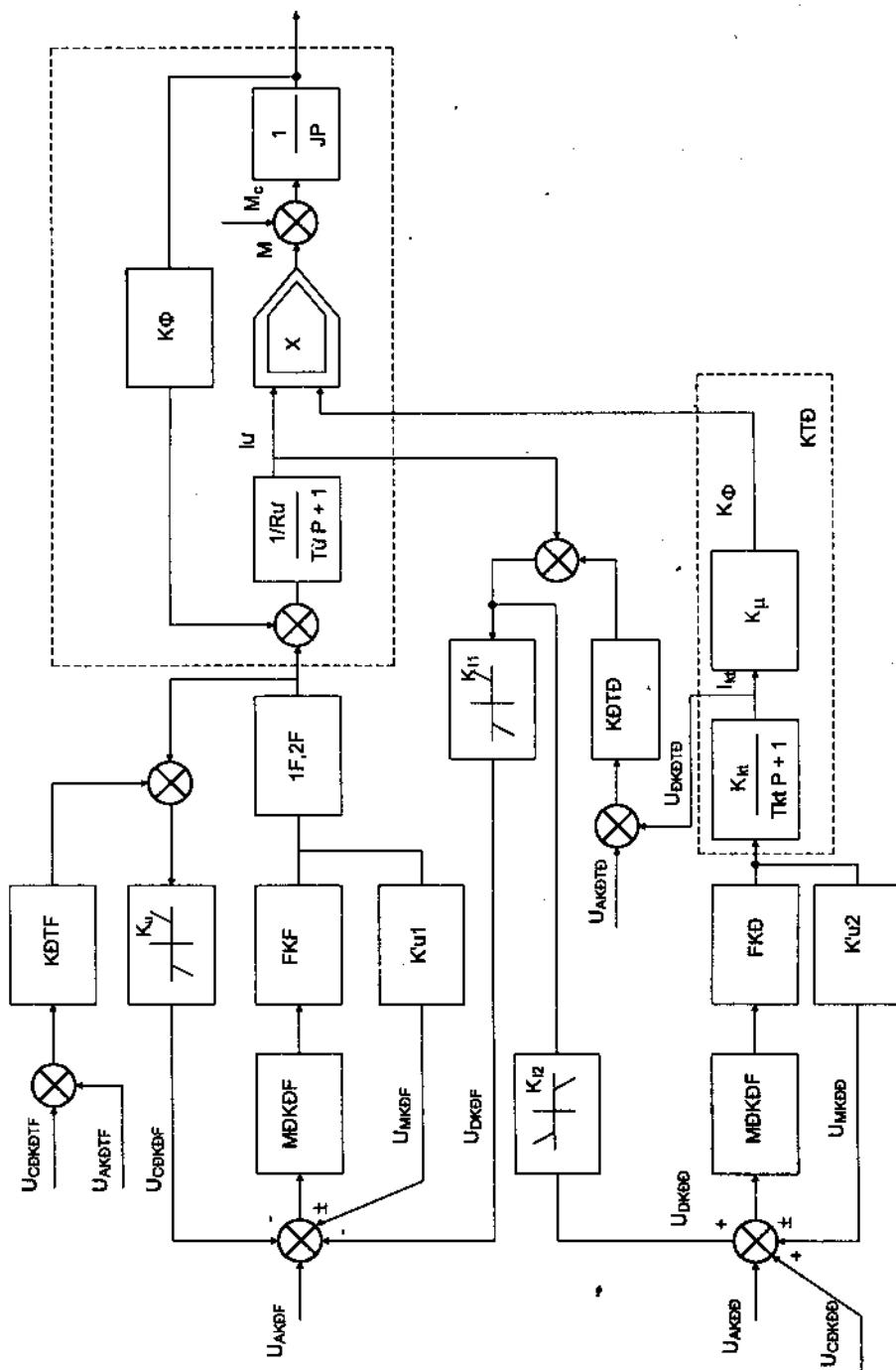
Sau đây ta sẽ nghiên cứu hệ thống truyền động nhóm trực của máy CNQTN dùng hệ F-D. Sơ đồ khối của hệ được giới thiệu trên hình 2.68a, sơ đồ nguyên lý điện trên hình 2.68b và sơ đồ điều khiển trên hình 2.68c.

* Cấu trúc của sơ đồ :

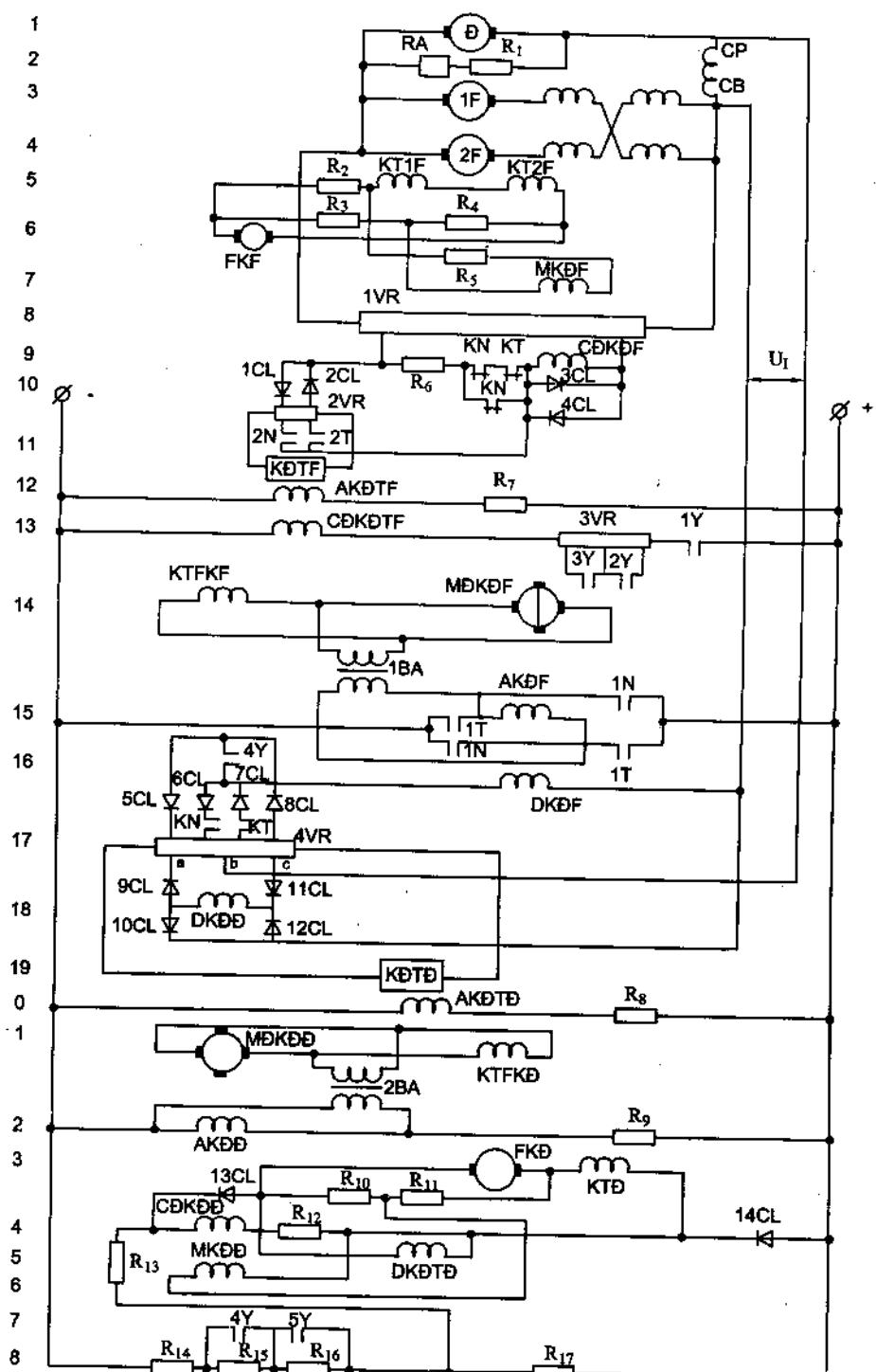
Động cơ truyền động trực D (dòng 1) được cấp nguồn từ hai máy phát 1F và 2F nối song song nhau (dòng 3 và 4). Cuộn kích từ của hai máy phát KT1F và KT2F (dòng 5) được cấp nguồn từ máy kích từ FKF (dòng 6). Cuộn kích từ của máy phát kích từ KTFKF (dòng 14) được cấp nguồn từ máy điện khuếch đại từ trường ngang MDKDF (dòng 14).

Máy điện khuếch đại MDKDF có các cuộn kích từ sau :

- + AKDF, cuộn điện áp thực hiện chức năng đảo chiều quay của động cơ



Hình 2.68a. Sơ đồ khối của hệ truyền động nhóm trực cản máy cán CNQTN dùng hệ F-D.



Hình 2.68b. Sơ đồ nguyên lý điện của hệ truyền động nhóm trực cát máy cán CNQTN dùng hệ F-D.

bằng hai công tắc tơ 1N và 1T (dòng 15).

+ CĐKĐF, là cuộn chủ đạo đồng thời là cuộn phản hồi âm điện áp có ngắt (dòng 9). Nguyên lý làm việc của khâu này như sau :

Khi điện áp của máy phát 1F và 2F còn nhỏ hơn điện áp so sánh (U_{ss} lấy trên biến trở 2R - dòng 10), một trong hai điot 1CL (hoặc 2CL) không thông, dòng trong cuộn CĐKĐF bằng không. Ngược lại khi điện áp phát ra của máy phát tăng đến trị số U_{ss} , 1CL (hoặc 2CL) thông, dòng trong cuộn CĐKĐF khác không, nó sẽ làm điện áp phát ra của máy phát 1F và 2F không bị tăng nhanh một cách cường bức.

Điện áp trên biến trở 2R được cấp từ nguồn khuếch đại từ KĐTF (dòng 11).

Khuếch đại từ KĐTF có hai cuộn khống chế :

- AKĐTF là cuộn điện áp (cuộn dịch chuyển) để chọn điểm làm việc của KĐT.

- CĐKĐTF là cuộn chủ đạo dùng để thay đổi trị số điện áp ra của KĐTF, chính là thay đổi trị số điện áp so sánh lấy trên biến trở 2R bằng các công tắc tơ gia tốc 1Y, 2Y và 3Y.

+ DKDF : là cuộn phản hồi âm dòng có ngắt, nhằm hạn chế dòng của động cơ, bảo vệ động cơ truyền động trong trường hợp bị quá tải (dòng 16). Nguyên lý làm việc của khâu hạn chế dòng như sau :

Khi dòng phản ứng của động cơ truyền động còn nhỏ hơn trị số dòng ngắt $I_u < I_{ng}$ (trị số $I_{ng} = (2,25 + 2,5)I_{dm}$, điện áp $U_I < U_{ss}$. Trong đó $U_I = I_v(Z_{CP} + Z_{CB})$, còn $U_{ss} = U_{ab}$ hoặc U_{bc} lấy trên biến trở 4R (dòng 17). Khi đó điot 5CL, 6CL hoặc 7CL, 8CL không thông, dòng trong cuộn DKDF bằng không. Ngược lại, khi $I_u \geq I_{ng}$, $U_I \geq U_{ss}$, khi đó hai trong bốn điot trên sẽ thông, dòng trong cuộn DKDF khác không, do tính chất khử từ của cuộn DKDF, điện áp phát ra của 1F và 2F giảm nhanh về không tạo ra đường đặc tính cơ "máy xúc" bảo vệ cho động cơ không bị cháy khi bị quá tải. Điện áp trên biến trở 4R được cấp nguồn từ khuếch đại từ KĐTD (dòng 19). Khuếch đại từ KĐTD có hai cuộn khống chế.

- Cuộn AKĐTD (dòng 20) là cuộn điện áp (cuộn dịch chuyển) dùng để chọn điểm làm việc của KĐT.

- Cuộn DKĐTD là cuộn phản hồi âm dòng điện kích từ của động cơ truyền động.

+ MKDF : là cuộn phản hồi mềm điện áp của máy phát kích từ FKF (dòng 7). Nguyên lý làm việc của khâu phản hồi mềm điện áp như sau :

Cuộn MKDF được nối vào đường chéo của cầu vi phân qua điện trở hạn chế R_5 . Cầu vi phân được cấu thành từ 4 vai cầu gồm các điện trở R_2 , R_3 , R_4 và hai cuộn kích từ KT1F và KT2F. Khi điện áp phát ra của FKF ổn định ($U_{FKF} = \text{const}$), cầu cân bằng [$R_2.R_4 = R_3.(Z_{KT1F} + Z_{KT2F})$]. Dòng trong

cuộn MKDF bằng không, ngược lại khi điện áp phát ra của máy phát FKF có xu thế tăng hoặc giảm, do hai cuộn kích từ có tính điện cảm, cầu mất cân bằng, dòng trong cuộn MKDF khác không (chiều của nó sẽ ngược hoặc cùng chiều với dòng trong cuộn AKDF). Kết quả điện áp phát ra của FKF sẽ ổn định.

Sức từ động tổng của MĐKDF bằng :

$$F_{\Sigma} = F_{AKDF} - F_{CDKDF} - F_{DKDF} \pm F_{MKDF}$$

Như vậy điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động trực cán Đ bằng cách thay đổi trị số điện áp đặt vào phần ứng của động cơ (vùng $n < n_{dm}$) thực hiện bằng cách thay đổi điện áp phát ra của MĐKDF thông qua các cuộn kích thích của nó.

Cuộn kích từ của động cơ truyền động KTD (dòng 23) được kích nguồn từ máy phát kích từ FKĐ (dòng 23). Cuộn kích từ của máy phát kích từ KTFKD (dòng 21) được cấp từ máy điện khuếch đại từ trường ngang MĐKĐĐ (dòng 21). Máy điện khuếch đại có các cuộn kích thích sau :

+ AKĐĐ là cuộn điện áp (dòng 22).

+ CDKĐĐ là cuộn chủ đạo (dòng 24), chức năng của nó dùng để điều chỉnh tốc độ, dòng trong cuộn CDKĐĐ cùng chiều với dòng trong cuộn AKĐĐ, nên khi công tắc tơ gia tốc 4Y và 5Y (dòng 27) mất điện, dẫn đến điện áp rơi trên R_{17} (nối song song với CDKĐĐ) giảm xuống, kết quả điện áp ra của MĐKĐĐ giảm xuống, dòng kích từ trong cuộn KTD giảm và tốc độ động cơ tăng lên.

+ DKĐĐ là cuộn phản hồi âm dòng có ngắt (dòng 18). Khi $I_u < I_{ng}$, $U_1 < U_{ss}$, đỏi 9CL, 12CL (hoặc 10CL, 11CL) không thông, dòng trong cuộn DKĐĐ bằng không, ngược lại khi dòng $I_u > I_{ng}$, $U_1 > U_{ss}$, dòng trong cuộn DKĐĐ khác không, nó làm cho điện áp ra của MĐKĐĐ tăng lên, dòng kích từ của động cơ tăng lên, tốc độ của động cơ giảm nhanh xuống về không bảo vệ cho động cơ không bị cháy trong trường hợp quá tải.

+ MKĐĐ là cuộn phản hồi mềm điện áp máy phát kích từ FKĐ (dòng 26).

Cuộn dây MKĐĐ được nối vào đường chéo của cầu vi phân cấu thành từ 4 vai cầu gồm : R10, R11, R12 và cuộn kích từ của động cơ FKĐ. Khi điện áp ra của FKĐ ổn định ($U_{FKD} = \text{const}$). Cầu cân bằng ($R_{10}Z_{KTD} = R_{11}R_{12}$), dòng trong cuộn MKĐĐ bằng không. Trong trường hợp điện áp phát ra của FKĐ có xu hướng tăng hoặc giảm, cầu mất cân bằng (do cuộn KTD có tính điện cảm) dòng trong cuộn MKĐĐ khác không (chiều dòng trong cuộn MKĐĐ sẽ ngược hoặc cùng chiều với dòng trong cuộn AKĐĐ) kết quả điện áp phát ra của FKĐ sẽ ổn định.

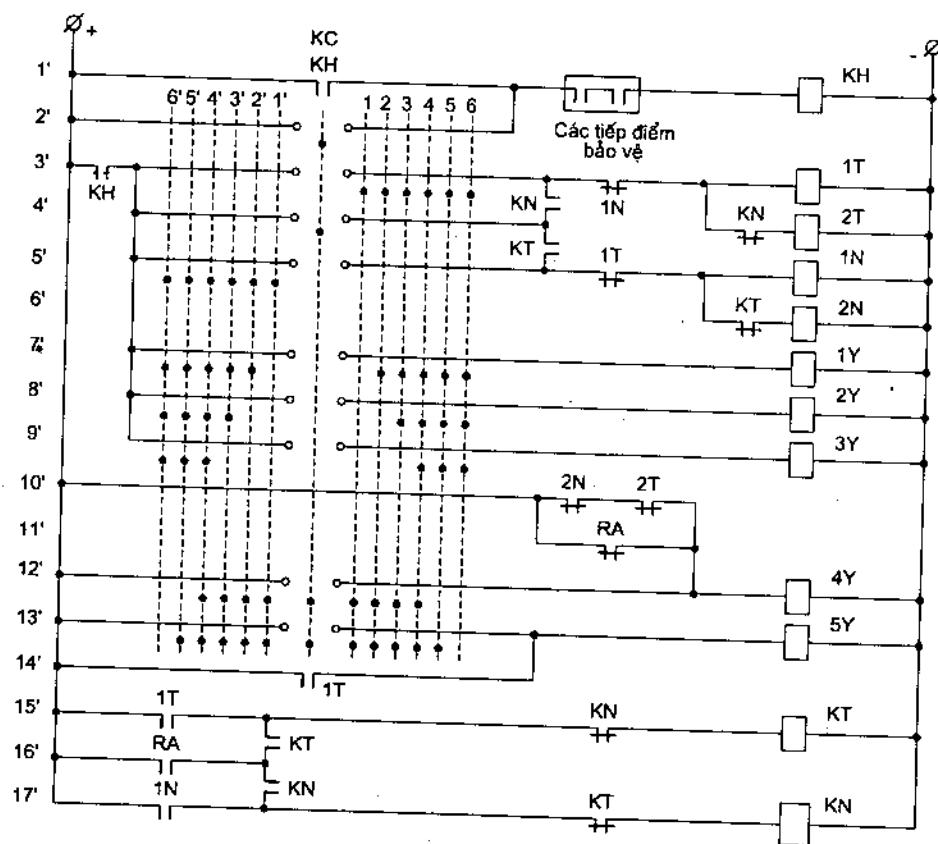
Sức từ động tổng của MĐKĐĐ bằng :

$$F_{\Sigma} = F_{AKDD} + F_{CDKDD} + F_{DKDD} \pm F_{MKDD}$$

Như vậy, điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động ở vùng 2 ($n > n_{dm}$) thực hiện bằng cách giảm từ thông kích từ của động cơ thông qua điều khiển dòng kích từ của máy điện khuếch đại từ trường ngang MĐKĐĐ.

* Nguyên lý làm việc của sơ đồ khống chế

Khống chế động cơ truyền động Đ được thực hiện bằng bộ khống chế chỉ huy KC (hình 2.68c). Mạch chỉ hoạt động được khi các tiếp điểm bảo vệ đã



Hình 2.68c. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển hệ truyền động máy cán CNQTN.

được đóng kín. Khi KC ở vị trí "0", công tắc tơ KH có điện, KH (dòng 1') đóng, tự duy trì nguồn cấp (dòng 3') cấp nguồn cho các phần tử còn lại.

+ Khởi động động cơ từ tốc độ bằng không đến tốc độ định mức (n_{dm}).

Quay bộ khống chế chỉ huy lần lượt từ "0" đến vị trí "4" sang bên phải (tương ứng với trường hợp chạy thuận) công tắc tơ 1T và 2T có điện, dòng trong cuộn dây AKDF có chiều để động cơ chạy theo chiều thuận. Các công tắc tơ gia tốc 1Y, 2Y và 3Y lần lượt có điện (dòng 13) làm tăng dòng trong cuộn CDKDTF, dần đến tăng điện áp ra của KDTF (tăng điện áp so sánh U_{ss} trên biến trở 2VR). Kết quả điện áp đặt lên phần ứng của động cơ tăng từ không đến U_{dm} . Trong quá trình này, từ thông kích từ của động cơ giữ không đổi và $\phi = \phi_{dm}$.

+ Tăng tốc độ từ n_{dm} đến tốc độ $n > n_{dm}$. Khi quay bộ khống chế chỉ huy sang vị trí "5" và vị trí "6", các công tắc tơ 4Y và 5Y lần lượt mất điện, làm giảm điện áp đặt lên cuộn dây CDKDD, kết quả từ thông kích từ của động cơ giảm ($\phi < \phi_{dm}$) tốc độ của động cơ sẽ tăng lên.

+ Hảm động cơ từ tốc độ n_{dm} về 0.

Khi quay bộ khống chế chỉ huy từ vị trí "4" về vị trí "0", các công tắc tơ 1T, 2T, 1Y, 2Y và 3Y mất điện. Riêng công tắc tơ KT chưa mất điện (vì role điện áp RA còn tác động). Lúc này công tắc tơ 1N và 2N có điện (qua tiếp điểm KC dòng 4', và tiếp điểm KC), dòng trong cuộn điện áp AKDF đảo chiều, động cơ thực hiện hảm ngược. Khi tốc độ động cơ giảm xuống (ứng với điện áp $U_v = (10 \div 15)\% U_{dm}$, role điện áp RA không tác động nữa, công tắc tơ 1N và 2N mất điện quá trình hảm ngược kết thúc.

+ Hảm động cơ từ tốc độ $n > n_{dm}$ về "0".

Khi chuyển tay qua bộ khống chế chỉ huy từ vị trí "6" về vị trí "0", lần lượt các công tắc tơ 4Y và 5Y có điện. Điện áp trên cuộn CDKDD tăng dần lên dẫn đến dòng kích từ của động cơ tăng dần lên đến chỉ số định mức, tốc độ của động cơ giảm xuống đến trị số n_{dm} , quá trình giảm tốc độ từ n_{dm} về "0" xảy ra tương tự như đã trình bày ở trên.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các yêu cầu kỹ thuật đối với vật liệu làm dây đốt trong lò điện trở.
2. Nêu ưu, nhược điểm của các loại cảm biến nhiệt độ, phạm vi ứng dụng của từng loại.
3. Trình bày nguyên lý ổn định nhiệt độ lò điện trở khi dùng bộ điện áp xoay chiều một pha (hình 2.17).
4. Trình bày các yêu cầu chính đối với hệ thống tự động điều chỉnh công suất lò hồ quang.
5. Nêu ưu, nhược điểm của các bộ nguồn tần số trong các lò cảm ứng. Phạm vi ứng dụng.
6. Trình bày các phương pháp điều chỉnh dòng hàn trong các bộ nguồn hàn xoay chiều.
7. Trình bày các yêu cầu kỹ thuật đối với nguồn hàn.
8. Trình bày nguyên lý ổn định tốc độ động cơ truyền động cấp dây hàn vào vùng hàn của máy hàn tự động ADC-1000T dùng hệ T-Đ (hình 2.46).
9. Trình bày các phương pháp điều chỉnh dòng hàn trong các máy hàn tiếp xúc.
10. Trình bày các tham số đặc trưng cho công nghệ cán thép, tham số nào quyết định điều kiện ngoạm được phôi của trực cán.

BÀI TẬP

Bài 1 : Tính toán kích thước dây đốt cho lò điện trở, dùng dây đốt tiết diện chữ nhật, có các thông số sau :

- Công suất định mức của lò : $P_{dm} = 90\text{ kW}$.
- Điện áp nguồn cấp : $U_{dm} = 380/220\text{V}$.
- Sơ đồ nối dây đốt : Δ .
- Dây đốt dùng loại : Cr20Ni80T có $\rho = 1,27\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

$$W_{dd} = 7,6346\text{ W/cm}^2$$

$$m = \frac{b}{a} = 5.$$

Bài 2 : Tính toán kích thước dây đốt cho lò điện trở, dùng dây đốt có tiết diện tròn, có các thông số sau :

- Công suất định mức của lò : $P_{dm} = 75\text{kW}$.
- Điện áp nguồn cấp : $U_{dm} = 320/220\text{V}$.
- Sơ đồ nối dây đốt :
- Dây đốt dùng loại Cr20Ni80 có $r = 1,1\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

$$W_{dd} = 9\text{W/cm}^2$$

Bài 3 : Tính toán kích thước dây đốt cho lò điện trở, dùng dây đốt có tiết diện chữ nhật có các thông số sau :

- Công suất định mức của lò : $P_{dm} = 60\text{kW}$.
- Điện áp nguồn cấp : $U_{dm} = 380/220\text{V}$.
- Sơ đồ nối dòng đốt :
- Dây đốt dùng loại : Cr20Ni60 có $\rho = 1,1\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

$$W_{dd} = 5,7683\text{W/cm}^2$$

$$m = \frac{b}{a} = 5.$$

Bài 4 : Tính toán kích thước dây đốt cho lò điện trở, dùng dây đốt tiết diện tròn, có các thông số kỹ thuật sau :

- Công suất định mức : $P_{dm} = 15\text{kW}$.
- Điện áp nguồn cấp : $U_{dm} = 380/220\text{V}$.
- Sơ đồ nối dây đốt :
- Dây đốt dùng loại : 3Cr20Ni60 có $\rho = 1,1\Omega \cdot \text{Wm}^2/\text{m}$.

$$W_{dd} = 2,88\text{W/cm}^2$$

Chương 3

TRANG BỊ ĐIỆN CÁC MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN

3.1. Khái niệm chung

Sự phát triển kinh tế của mỗi nước phụ thuộc rất nhiều mức độ cơ giới hoá và tự động hoá các quá trình sản xuất. Trong quá trình sản xuất, các máy nâng - vận chuyển đóng một vai trò khá quan trọng, đảm nhiệm vận chuyển một khối lượng lớn hàng hoá, vật liệu, nguyên liệu, thành phẩm và bán thành phẩm trong các lĩnh vực khác nhau của nền kinh tế quốc dân. Các máy nâng - vận chuyển là cầu nối giữa các hạng mục công trình sản xuất riêng biệt, giữa các phân xưởng trong một nhà máy, giữa các máy công tác trong một dây chuyền sản xuất v.v...

Tính chất và số lượng hàng hoá cần vận chuyển tuỳ thuộc vào đặc thù của quá trình sản xuất. Ví dụ : trong một xí nghiệp luyện kim có lò cao năng suất 1000 tấn gang/ngày đêm, cần phải vận chuyển lên lò cao (với độ cao tới 36m) khoảng 2000 tấn quặng, 700 tấn phụ gia và 1200 tấn than cốc bằng các loại xe kíp di chuyển theo mặt phẳng nghiêng.

Trong ngành khai thác mỏ, trên các công trình thuỷ lợi, trên các công trường xây dựng nhà máy thuỷ điện, xây dựng công nghiệp, xây dựng dân dụng v.v... Phần lớn các công việc nặng nề như bốc, xúc, đào, khai thác quặng và đất đá đều do các máy nâng - vận chuyển thực hiện.

Việc sử dụng các máy nâng - vận chuyển trong các hạng mục công trình lớn đã làm giảm đáng kể thời gian thi công, giảm bớt đáng kể số lượng công nhân (khoảng 10 lần). Ví dụ : nếu dùng một cần cẩu tháp trên các công trường xây dựng công nghiệp hoặc xây dựng dân dụng có thể thay thế cho 500 công nhân, còn nếu dùng một máy xúc cở lớn để đào hào hoặc kênh mương khi xây dựng các công trình thuỷ lợi hoặc trong công việc cải tạo điện địa có thể thay thế cho 10.000 công nhân.

Trong các nhà máy chế tạo cơ khí, máy nâng - vận chuyển chủ yếu dùng để vận chuyển phôi, thành phẩm và bán thành phẩm từ máy này đến máy khác, từ phân xưởng này đến phân xưởng khác hoặc vận chuyển vào kho lưu trữ.

Hiện nay, máy nâng, các loại thang máy được lắp đặt trong các xí nghiệp công nghiệp, trong các nhà ở cao tầng, trong các tòa thị chính, siêu thị, trong

các nhà ga của tàu điện ngầm để vận chuyển hàng hoá và hành khách.

Trong nông nghiệp, các máy nâng - vận chuyển dùng để vận chuyển thóc lúa, phân bón, đào kênh mương, các hò chứa nước v.v...

Như vậy, việc sử dụng các máy nâng - vận chuyển trong công nghiệp cũng như trong nông nghiệp như một phương tiện để cơ giới hoá và tự động hoá các quá trình sản xuất là một yếu tố quan trọng nhằm tăng năng suất và chất lượng sản phẩm cũng như giảm nhẹ sức lao động của con người.

3.1.1. Phân loại các máy nâng - vận chuyển

Các máy nâng vận chuyển có kết cấu hình dạng, kích thước rất đa dạng tuỳ thuộc vào tính chất đặc điểm của hàng hoá cần vận chuyển, kích thước, số lượng và phương vận chuyển của hàng hoá. Vì vậy việc phân loại các máy nâng - vận chuyển có thể dựa trên các đặc điểm chính để phân thành các nhóm máy sau (hình 3.1).

a) Theo phương vận chuyển hàng hoá

- Theo phương thẳng đứng (thang máy, máy nâng).
- Theo phương nằm ngang (băng tải, băng chuyền).
- Theo mặt phẳng nghiêng (xe kíp, thang chuyền, băng tải).
- Theo các phương kết hợp (cầu trục, cầu trục cảng, cầu trục chân dê).

b) Theo phương pháp di chuyển của các cơ cấu

- Lắp đặt cố định (thang máy, thang chuyền, băng tải).
- Di chuyển theo đường thẳng (cầu trục cảng, cầu trục chân dê, cổng trục, cần cầu tháp v.v...).
- Quay tròn với một góc tối hạn (cần cầu tháp, máy xúc v.v..).

c) Theo cơ cấu bốc hàng hoá

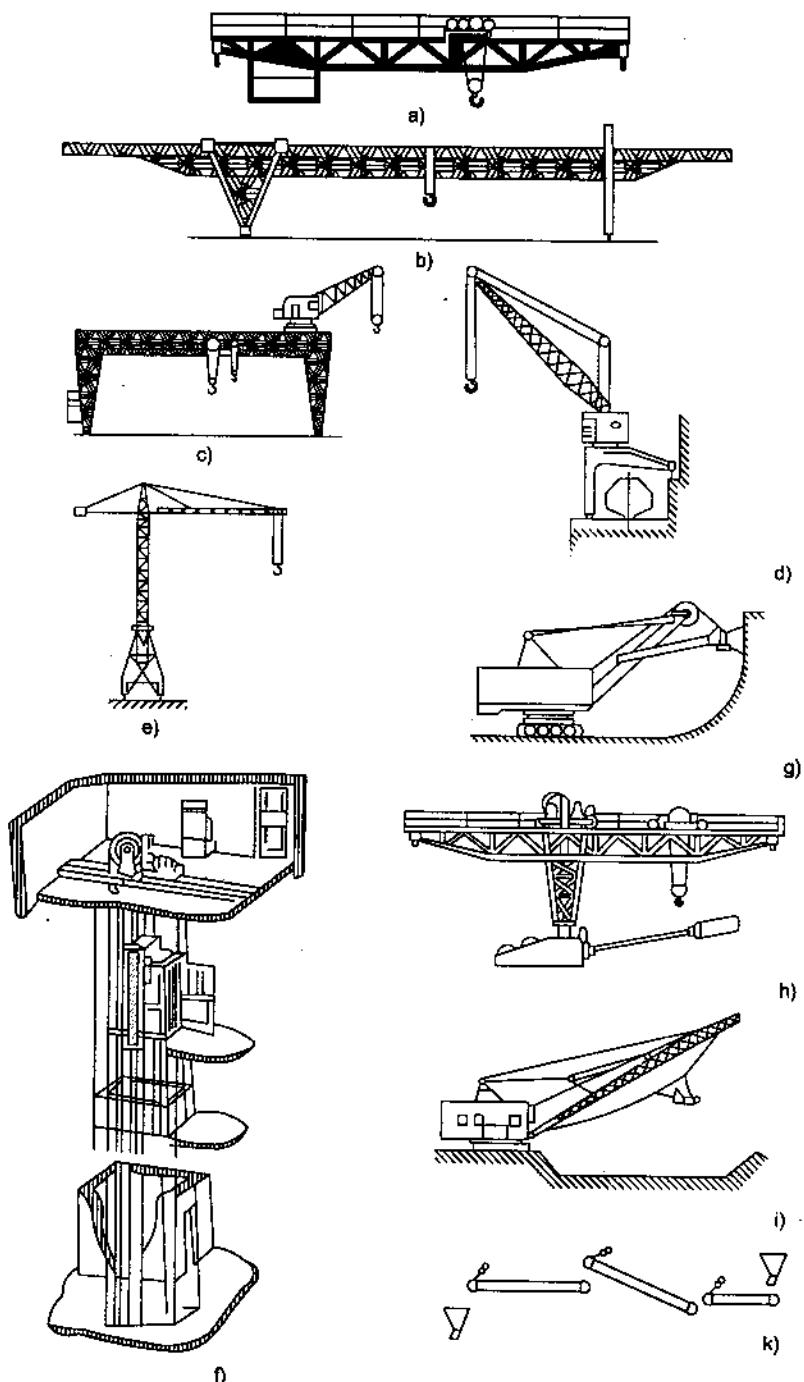
- Cơ cấu bốc hàng hoá là thùng, cabin, gầu treo...
- Dùng móc, xích treo, băng.
- Cơ cấu bốc hàng bằng nam châm điện (cần cầu từ).

d) Theo chế độ làm việc

- Chế độ làm việc dài hạn (băng tải, băng chuyền, thang chuyền).
- Chế độ ngắn hạn lắp lại (máy xúc, thang máy, cầu trục, cần trục).

e) Theo phương pháp điều khiển

- Điều khiển bằng tay.
- Điều khiển tự động.
- Hệ thống điều khiển hở.
- Hệ thống điều khiển kín.
- Điều khiển tại chỗ.
- Điều khiển có khoảng cách.
- Điều khiển từ xa.



Hình 3.1. Một số máy nâng - vận chuyển điển hình.

- a) Cầu trục ; b) Cống trực chuyển tải ; c) Cầu trục chân đê ;
- d) Cần cẩu cảng ; e) Cần cẩu tháp ; f) Thang máy ; g) Máy xúc gầu thuận ;
- h) Cầu trục trong xưởng luyện thép ; i) Máy xúc gầu treo ; k) Băng tải.

Trong các máy nâng - vận chuyển trên, đơn giản nhất là những máy vận chuyển hàng theo một phương (thang máy - máy nâng theo phương thẳng đứng; băng truyền và băng tải - theo phương nằm ngang, thang chuyền và đường gòong treo theo mặt phẳng nghiêng) chỉ có một cơ cấu truyền động di chuyển là cơ cấu nâng hoặc cơ cấu di chuyển. Còn những máy nâng vận chuyển phức tạp hơn đó là máy xúc, cần cẩu, cầu trục, máy xúc có hai hoặc ba cơ cấu di chuyển, di chuyển theo từng phương riêng biệt hoặc cùng một lúc thực hiện các phương kết hợp.

Chế độ làm việc của các máy nâng - vận chuyển ảnh hưởng rất lớn trong việc tính chọn công suất động cơ truyền động, thiết kế, tính chọn hệ truyền động cũng như sơ đồ điều khiển toàn máy.

Điều khiển bằng tay chỉ dùng đối với những máy nâng - vận chuyển đơn giản, không yêu cầu điều chỉnh trơn tốc độ động cơ truyền động, tần số đóng - cắt điện không lớn và thường sử dụng đối với những máy có công suất truyền động bé.

Điều khiển tự động được sử dụng rộng rãi trong các máy nâng - vận chuyển dùng hệ truyền động phức tạp (hệ MĐKD-D, hệ KĐT-D, hệ T-D v.v...).

Việc phân loại các máy nâng - vận chuyển như trình bày trên đây không phản ánh toàn bộ chức năng liên quan đến quá trình sản xuất mà các máy thực hiện, nhưng cũng giúp chúng ta có một khái niệm tổng quan về các phương pháp và dạng vận chuyển hàng hoá thông dụng nhất.

3.1.2. Đặc điểm đặc trưng cho chế độ làm việc của hệ truyền động máy nâng - vận chuyển

1. Các máy nâng - vận chuyển thường được lắp đặt trong nhà hoặc ngoài trời. Môi trường làm việc của các máy nâng - vận chuyển rất khắc nghiệt, đặc biệt là ngoài hải cảng, các nhà máy hoá chất, các xí nghiệp luyện kim... nơi mà nhiệt độ thay đổi lớn, nhiều bụi, độ ẩm cao và có nhiều chất khí dễ gây cháy, nổ.

2. Chế độ làm việc của các máy nâng - vận chuyển rất nặng nề : tần số đóng - cắt điện lớn (có khi tới 600 lần/giờ), mở máy, đảo chiều quay, hâm máy liên tục.

Đối với băng chuyền và băng tải có rất nhiều ổ đỡ nên khi nhiệt độ môi trường giảm xuống, yêu cầu mômen mở máy phải lớn hơn ở nhiệt độ bình thường. Đối với hệ truyền động băng tải và băng truyền phải đảm bảo khởi động động cơ truyền động khi đầy tải, đặc biệt là mùa đông, khi nhiệt độ môi trường giảm, làm tăng mômen ma sát trong các ổ đỡ, mômen cản tĩnh đáng kể (M_c).

Trên hình 3.2 biểu diễn mối quan hệ phụ thuộc giữa mômen cản tĩnh và tốc độ của động cơ : $M_c = f(\omega)$.

Từ đồ thị trên ta nhận thấy rằng : khi $\omega = 0$ mômen cản tĩnh M_c lớn hơn

(2 - 2,5) lần M_c ứng với tốc độ định mức.

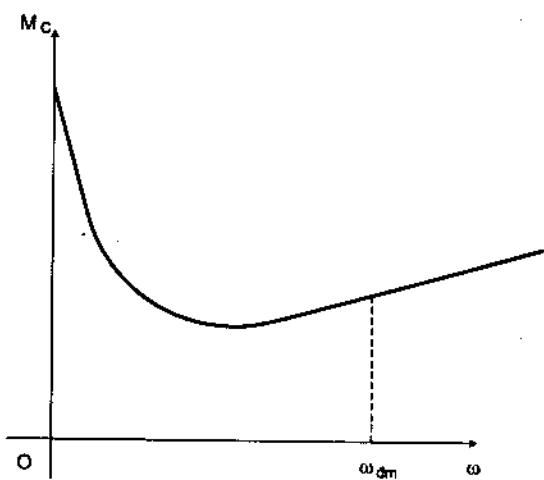
Một số máy nâng - vận chuyển khác như : thang chuyền, máy xúc nhiều gầu, một số máy nâng có sơ đồ động học phức tạp đều có đặc điểm khởi động như băng chuyền.

3. Phụ tải của các máy nâng - vận chuyển thay đổi trong phạm vi rất rộng như cơ cấu nâng - hạ của máy xúc và cầu trục, thang máy v.v...

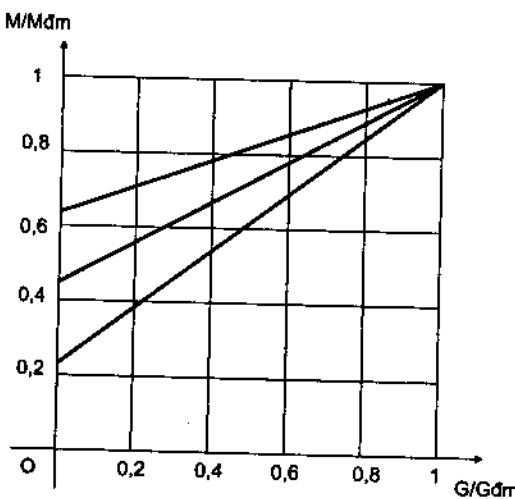
Trên hình 3.3 biểu diễn sự thay đổi của mômen động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục phụ thuộc vào tải trọng.

Khi không có tải trọng (chế độ không tải) mômen tải của động cơ không vượt quá ($15 \div 20\%$) M_{dm} - đối với động cơ nâng của cầu trục có cơ cấu bốc hàng dùng móc, $50\% M_{dm}$ - đối với động cơ nâng của cơ cấu bốc hàng là gầu ngoạm, $(35 \div 50)\% M_{dm}$ - đối với cơ cấu di chuyển xe con và $(50 \div 55)\% M_{dm}$ - đối với cơ cấu di chuyển xe cầu.

4. Trong một số máy nâng - vận chuyển yêu cầu quá trình tăng tốc và giảm tốc độ xảy ra êm với trị số gia tốc giới hạn cho phép. Nếu trị số gia tốc vượt quá giới hạn cho phép đối với cơ cấu nâng - hạ của cầu trục sẽ gây ra đứt cáp, hỏng bánh răng trong hộp tốc độ, còn đối với thang máy và thang chuyền sẽ gây ra cảm giác khó chịu cho hành khách, ảnh hưởng đến độ đúng chính xác của buồng thang. Bởi vậy, mômen động của động cơ truyền động khi mở máy và khi hãm dừng phải được hạn chế phù hợp với yêu cầu kỹ thuật an toàn.



Hình 3.2. Quan hệ $M_c = f(\omega)$ của động cơ truyền động bằng tải khi khởi động



Hình 3.3. Mômen của động cơ các cơ cấu của cầu trục phụ thuộc vào tải trọng.

- Động cơ di chuyển xe con ; 2. Động cơ di chuyển xe cầu ; 3. Động cơ nâng - hạ.

3.1.3. Các hệ truyền động dùng trong các máy nâng vận chuyển

Hiện nay, hệ truyền động điện trong các máy nâng - vận chuyển được sử dụng phổ biến hệ truyền động với động cơ một chiều và động cơ điện xoay chiều. Xu hướng chính khi thiết kế và chế tạo hệ truyền động điện cho các máy nâng - vận chuyển là chọn hệ truyền động điện với động cơ xoay chiều vì có hiệu quả kinh tế cao, đạt yêu cầu về đặc tính khởi động cũng như đặc tính điều chỉnh.

Để đáp ứng các yêu cầu về an toàn, độ tin cậy khi làm việc dài hạn của hệ truyền động các máy nâng - vận chuyển, nâng cao tuổi thọ các khí cụ điều khiển, trong mạch điều khiển của các máy nâng - vận chuyển nên dùng các phần tử không tiếp điểm thay thế cho các phần tử tiếp điểm (như rôle hoặc công tắc tơ). Mạch điều khiển được xây dựng từ các phần tử không tiếp điểm như : phần tử điện - từ, phần tử bán dẫn (diot, transito) hoặc các loại IC logic.

Những năm gần đây, do sự phát triển nhanh của kỹ thuật bán dẫn và kỹ thuật biến đổi điện năng công suất lớn, các hệ truyền động điện cho các máy nâng - vận chuyển đã dùng càng ngày càng nhiều các bộ biến đổi tiristo thay thế cho các hệ truyền động dùng bộ biến đổi quay (máy điện khuếch đại và khuếch đại từ). Bộ biến đổi dùng tiristo có nhiều ưu điểm hơn hẳn so với các bộ biến đổi kể trên : quán tính nhỏ, độ tác động nhanh, độ nhạy cao hơn, kích thước và khối lượng bé hơn, các chỉ tiêu về kinh tế kỹ thuật cao hơn.

Trong cần trục và cầu trục thường dùng hai hệ truyền động. Đối với các loại cầu trục và cần trục có công suất động cơ không lớn thường dùng hệ truyền động một chiều với bộ biến đổi dùng tiristo (bộ chỉnh lưu có điều khiển) cho phép điều chỉnh tốc độ bằng phẳng với dải điều chỉnh $D = 30 : 1$.

Còn đối với cầu trục và cần trục có công suất động cơ truyền động trung bình và lớn thường dùng hệ truyền động xoay chiều. Điều chỉnh tốc độ động cơ không đồng bộ thực hiện bằng hai phương pháp : thay đổi điện áp đặt vào dây quấn staton động cơ bằng bộ điều áp xoay chiều ba pha (DAXC) dùng tiristo và xung điện trở rôto dùng tiristo để thay đổi điện trở phụ trong mạch rôto.

Đối với thang máy và máy nâng, dùng hệ truyền động T-Đ thay thế cho hệ F-Đ cho phép hạn chế được gia tốc và độ giật trong một giới hạn xác định nhờ thiết lập được luật thay đổi tốc độ tối ưu nhất trong quá trình quá độ.

Trong các hệ truyền động máy xúc công suất lớn, các cuộn kích từ của máy phải được cấp nguồn từ các bộ biến đổi dùng tiristo (bộ chỉnh lưu có điều khiển) thay thế cho máy điện khuếch đại và khuếch đại từ. Còn trong các máy công suất nhỏ và trung bình bộ biến đổi tiristo thay thế cho máy phát một chiều.

3.2. Trang bị điện - điện tử cầu trục

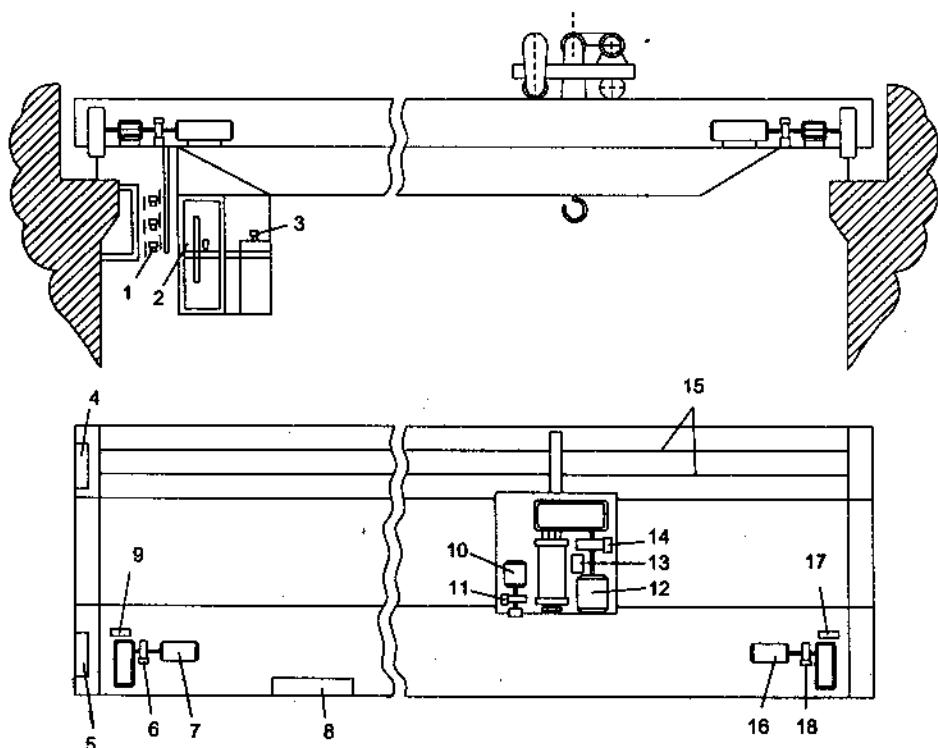
3.2.1. Khái niệm chung

Cầu trục điện có kết cấu đa dạng được sử dụng rộng rãi trong tất cả các lĩnh vực khác nhau. Trong các xí nghiệp luyện kim, trong các xí nghiệp công nghiệp thường lắp đặt các loại cầu trục để vận chuyển nguyên vật liệu, thành phẩm và bán thành phẩm. Trong các xí nghiệp tuyển than, tuyển quặng, trên các bãi chứa than của các nhà máy nhiệt điện thường lắp đặt cầu trục xếp dỡ (cầu trục vận chuyển). Trên các công trường xây dựng dân dụng công nghiệp và dân dụng lắp đặt các loại cồng trực và càn cầu tháp, v.v...

Ngoài các loại cầu trục lắp đặt cố định trên còn sử dụng càn cầu di động như : càn cầu ôtô, càn cầu bánh xích, càn cầu nổi v.v...

Ở đây chỉ đi sâu nghiên cứu càn cầu đặc trưng nhất đó là càn trục. Cấu tạo của cầu trục được biểu diễn trên hình 3.4.

Cầu trục gồm có gồm cầu di chuyển trên đường ray lắp đặt dọc theo chiều dài của nhà xưởng, cơ cấu nâng - hạ hàng lắp trên xe con di chuyển dọc theo dầm cầu (theo chiều ngang của nhà xưởng) cơ cấu bốc hàng của



Hình 3.4. Cấu tạo và trang bị điện của cầu trục.

cầu trục có thể dùng móc (đối với những cầu trục công suất lớn có hai móc hàng, cơ cấu móc hàng chính có tải trọng lớn và cơ cấu móc phụ có tải trọng bé) hoặc dùng gầu ngoạm.

Trong mỗi cầu trục có ba hệ truyền động chính: di chuyển xe cầu, di chuyển xe con (xe trục) và nâng - hạ hàng.

Trên cầu trục được trang bị bốn động cơ truyền động: hai động cơ di chuyển xe cầu 7 và 16, động cơ nâng - hạ hàng 12 và động cơ di chuyển xe con (xe trục 10). Phanh hãm điện từ 6, 11, 14, 18 lắp hợp bộ với động cơ truyền động. Điều khiển các động cơ truyền động bằng các bộ khống chế 3 trong cabin điều khiển. Hộp điện trở 8 dùng để khởi động và điều chỉnh tốc độ các động cơ được lắp đặt trên đầm cầu. Bảng bảo vệ 2 để bảo vệ quá tải, bảo vệ điện áp thấp, bảo vệ điện áp không được lắp đặt trong cabin điều khiển. Để hạn chế hành trình di chuyển của các cơ cấu dùng các công tắc hành trình 4 và 5 (cho cơ cấu di chuyển xe cầu), 9 và 17 (cho cơ cấu di chuyển xe con) và 13 (cho cơ cấu nâng - hạ hàng).

Cung cấp điện cho cầu trục bằng hệ thống tiếp điện chính 1 gồm hai bộ phận : bộ cấp điện là ba thanh thép góc lắp trên các giá đỡ bằng sứ cách điện lắp đặt dọc theo nhà xưởng và bộ phận tiếp điện lắp trên cầu trục. Để cấp điện cho thiết bị điện lắp trên cơ cấu xe con dùng bộ tiếp điện phụ 15 lắp dọc theo chiều dọc của đầm cầu.

3.2.2. Chế độ làm việc của các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục

Động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục làm việc trong điều kiện rất nặng nề, môi trường làm việc khắc nghiệt nơi có nhiệt độ cao, nhiều bụi, độ ẩm cao và nhiều loại khí, hơi, chất gây cháy, nổ. Chế độ làm việc của các động cơ : là ngắn hạn lắp lại với tần số đóng cắt điện lớn, mở máy, hãm dừng liên tục. Do những đặc điểm đặc thù trên, ngành công nghiệp chế tạo máy điện sản xuất các loại động cơ chuyên dùng cho cầu trục. Các loại động cơ đó là : động cơ KDB ba pha rôto lông sóc, rôto dây quấn, động cơ điện một chiều kích từ song song hoặc nối tiếp.

Những đặc điểm khác biệt của động cơ cầu trục so với các loại động cơ dùng chung là :

- Độ chịu nhiệt của các lớp cách điện cao (F và H).
- Mô men quán tính bé để giảm thiểu tổn hao năng lượng trong chế độ quá độ.
- Tùy thông lớn để nâng cao khả năng quá tải của động cơ.
- Có khả năng chịu quá tải cao ($\frac{M_{\max}}{M_{dm}} = 2,15 \div 5$ đối với động cơ không đồng bộ, $\frac{M_{\max}}{M_{dm}} = 2,3 \div 3,5$ đối với động cơ điện một chiều).

- Hệ số tiếp điện tương đối TD% là 15%, 25%, 40%, và 60%.

Chế độ làm việc của các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục được biểu diễn trên hình 3.5.

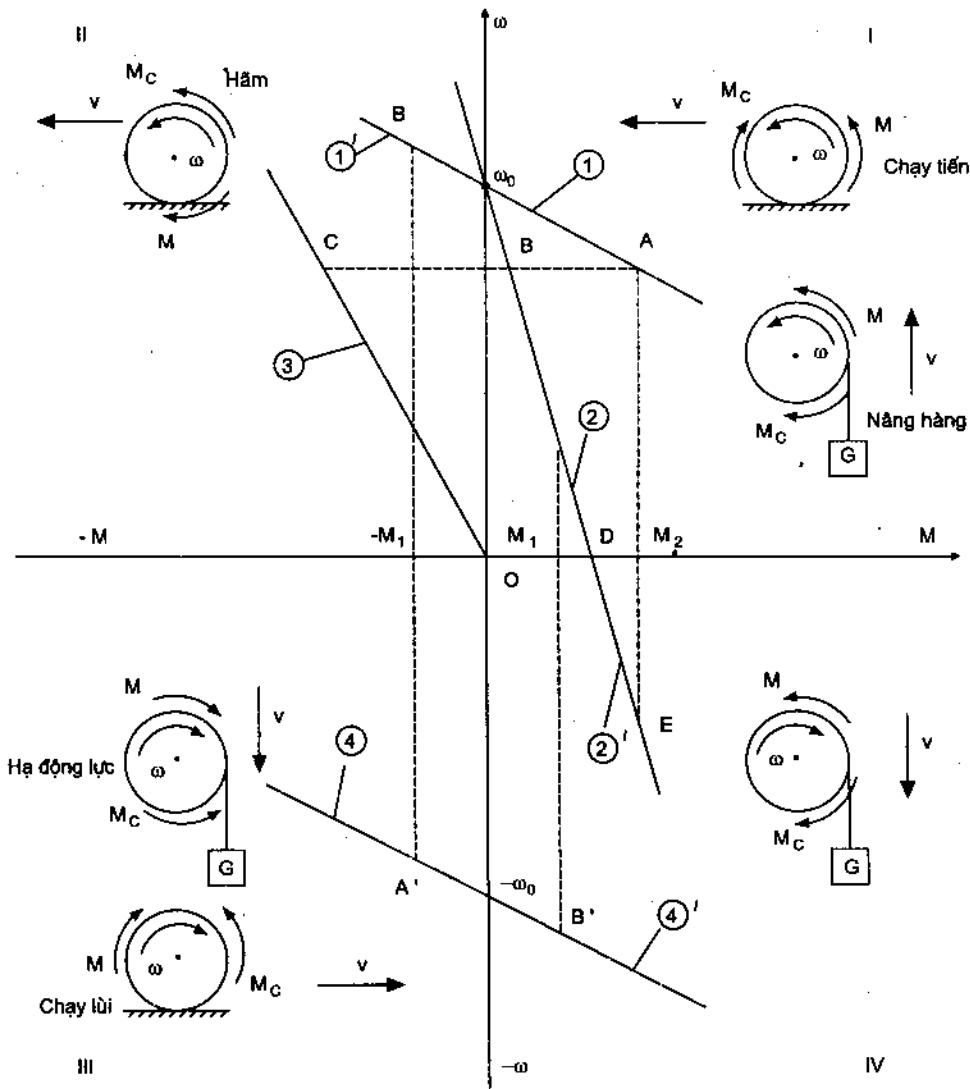
Ở góc phần tư thứ nhất I, máy điện làm việc ở chế độ động cơ (đường đặc tính cơ (1)).

$$M = M_c + M_{ms} \quad (3.1)$$

Trong đó : M - mômen do động cơ sinh ra ;

M_c - mômen cản do tải trọng gây ra ;

M_{ms} - mômen cản do ma sát gây ra.



Hình 3.5. Chế độ làm việc của các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục.

Đối với động cơ nâng - hạ làm việc với chế độ nâng hàng, còn đối với động cơ di chuyển làm việc ở chế độ chạy tiến.

Ở góc phần tư thứ hai II, máy điện làm việc ở chế độ máy phát. Đối với cơ cầu di chuyển đường ① thực hiện hòn tái sinh khi có ngoại lực (gió thổi) tác động cùng chiều với chiều chuyển động của cơ cầu, còn đối với cơ cầu nâng - hạ thực hiện hòn động năng (đường ②) khi hòn dừng.

Ở góc phần tư thứ III, máy điện làm việc ở chế độ động cơ. Đối với cơ cầu di chuyển tương ứng với chạy lùi. Còn đối với cơ cầu nâng - hạ khi $M_c < M_{ms}$ (khi không tải chỉ có khối lượng của mộc, $G = 0$), trong trường hợp này $M = M_{ms} - M_c$ được gọi là chế độ hạ động lực (đường ④).

Ở góc phần tư thứ IV, máy điện làm việc ở chế độ máy phát. Đối với cơ cầu nâng - hạ hàng, khi $M_c > M_{ms}$ trong trường hợp này $M = M_c - M_{ms}$, trong trường hợp này hàng sẽ được hạ do tải trọng của nó, còn động cơ đóng điện ở chế độ nâng để hòn tốc độ hạ hàng. Lúc này động cơ làm việc ở chế độ hòn ngược đường ②'.

Khi thực hiện hạ động lực, động cơ làm việc ở chế độ máy phát (hòn tái sinh) với tốc độ hạ lớn hơn tốc độ đồng bộ, đường ④'.

3.2.3. Tính chọn công suất động cơ truyền động các cơ cầu chính của cầu trục

1. Cơ cầu di chuyển xe cầu và xe con

Đối với cơ cầu di chuyển, lực cản tĩnh phụ thuộc vào khối lượng hàng (G) và khối lượng của cơ cầu. Trạng thái đường đi của cơ cầu di chuyển trên nó, cầu tạo và chế độ bôi trơn cho cơ cầu (cổ trục, khớp nối, bản lề v.v...). Đối với cầu trục lắp đặt ngoài trời còn chịu tác động phụ của gió. Trên hình 3.6 biểu diễn sơ đồ lực tác dụng lên cơ cầu di chuyển trên đường ray.

Trong trường hợp này, lực cản chuyển động được tính theo biểu thức sau :

$$F = \frac{(G + G_o + G_x)g}{R_b} (\beta \cdot r_{ct} + f) k_{ms} \quad [N] \quad (3.2)$$

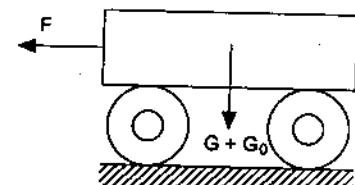
Trong đó : G - khối lượng hàng hoá, kg ;

G_o - khối lượng của cơ cầu bốc hàng, kg ;

G_x - khối lượng của xe, kg ;

g - giá trị trọng trường, m/s^2 ;

R_b - bán kính bánh xe, m ;



Hình 3.6. Sơ đồ lực của cơ cầu di chuyển.

- β - hệ số ma sát trượt ($8 \cdot 10^{-4} + 15 \cdot 10^{-4}$) ;
 r_{ct} - bán kính cổ trục bánh xe, m ;
 f - hệ số ma sát lăn ($5 \cdot 10^{-4}$ m) ;
 k_{ms} - hệ số có tính đến ma sát giữa mép bánh xe và đường ray, ($k_{ms} = 1,2 + 1,5$).

Mômen của động cơ sinh ra để thắng lực cản chuyển động đó bằng :

$$M = \frac{F \cdot R_b}{i \cdot \eta} \quad [\text{N.m}] \quad (3.3)$$

Trong đó: F - tính theo biểu thức (3.2) ;

i - tỷ số truyền từ động cơ đến bánh xe ;

η - hiệu suất của cơ cấu.

Công suất của động cơ khi di chuyển có tải trong chế độ xác lập bằng :

$$P = \frac{F \cdot v}{\eta} \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (3.4)$$

Trong đó : v - tốc độ di chuyển, m/s.

Công suất của động cơ khi di chuyển không tải bằng :

$$P_o = \frac{F_o \cdot v}{\eta} \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (3.5)$$

Trong đó : F_o - được tính theo công thức (3.2) khi cho $G = 0$.

2. Cơ cấu nâng - hạ hàng

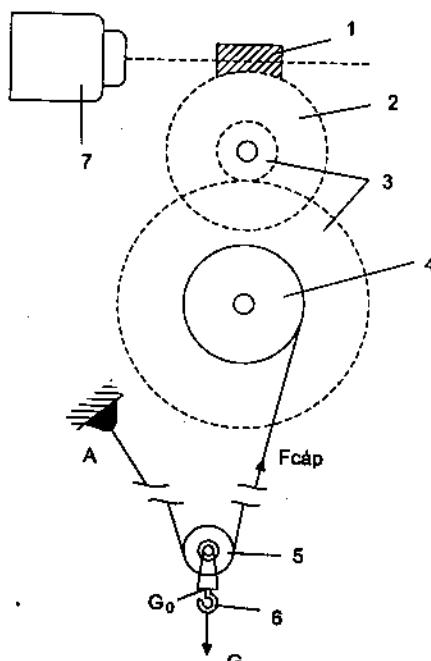
Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ hàng đóng vai trò quan trọng trong các máy nâng - vận chuyển nói chung và trong cầu trục nói riêng. Trên hình 3.7 mô tả sơ đồ động học của cơ cấu nâng - hạ hàng với cơ cấu bốc hàng dùng móc.

Lực đặt lên cáp nâng được tính theo biểu thức sau :

$$F = \frac{(G + G_o)g}{m \cdot \eta_t} \quad [\text{N}] \quad (3.6)$$

Trong đó : m - bội số của ròng rọc (trong trường hợp này $m = 2$).

Khi nâng không tải ($G = 0$), lực đặt lên cáp nâng bằng :



Hình 3.7. Sơ đồ động học của cơ cấu nâng - hạ hàng với cơ cấu bốc hàng dùng móc.

1. Trục vít ; 2. Bánh vít ; 3. Truyền động bánh răng ; 4. Tang máy ; 5. Cơ cấu móc hàng ; 6. Móc ; 7. Động cơ truyền động.

$$F_o = \frac{G_o \cdot g}{m \cdot \eta_t} \quad [N] \quad (3.7)$$

Mômen đặt lên tang nâng tương ứng cho hai trường hợp bằng :

$$M_t = \frac{F \cdot R_t}{\eta_t} ; \quad M_{to} = \frac{F_o \cdot R_t}{\eta_t} \quad (3.8)$$

Trong đó : η_t - hiệu suất của tang nâng.

Mômen đặt lên trục động cơ bằng :

$$M = \frac{M_t}{i \cdot \eta} \quad (3.9)$$

Trong đó : i, η - là tỷ số truyền và hiệu suất của cơ cấu truyền lực.

$$\eta = \eta_{bv} \cdot \eta_{br} \quad (3.10)$$

Trong đó : η_{bv} - hiệu suất bánh vít - trục vít ;

η_{br} - hiệu suất của cốt bánh răng.

Công suất của động cơ truyền động phụ thuộc vào tốc độ nâng :

$$P = \frac{F \cdot v \cdot m}{\eta_c} \cdot 10^{-3} \quad [kW] \quad (3.11)$$

Trong đó : v - tốc độ nâng hàng, m/s ;

η_c - hiệu suất của toàn bộ cơ cấu truyền lực.

$$\eta_c = \eta_{bv} \cdot \eta_{br} \cdot \eta_t \quad (3.12)$$

3.2.4. Các thiết bị điện chuyên dụng dùng trong cầu trục

1. Phanh hãm điện từ

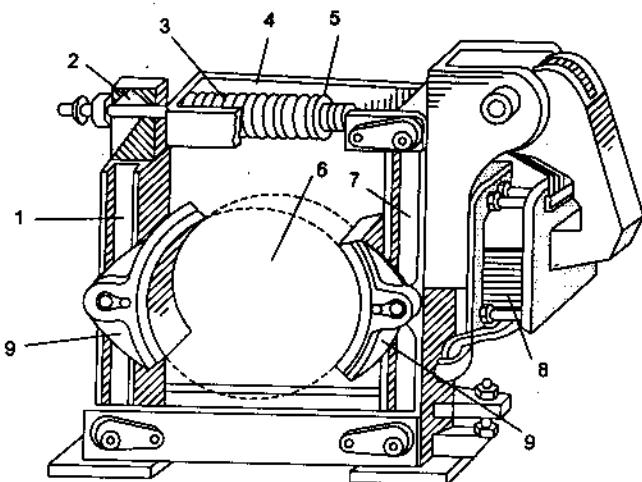
Là bộ phận không thể thiếu trong các cơ cấu chính của cầu trục, dùng để dừng nhanh các cơ cấu, giữ hàng được nâng trên độ cao một cách chắc chắn.

Phanh hãm điện từ dùng trong cầu trục theo cấu tạo thường có ba loại : phanh guốc, phanh đai, phanh đĩa. Nguyên lý hoạt động của các loại phanh nói trên về cơ bản là giống nhau. Khi động cơ truyền cơ cấu đóng vào lối điện, thì đồng thời cuộn dây của nam châm phanh hãm cũng có điện. Lực hút của nam châm thắng lực cản lò xo, má phanh sẽ giải phóng khỏi trục động cơ để động cơ làm việc. Khi mất điện, cuộn dây của nam châm của phanh hãm cũng mất điện, lực căng của lò xo sẽ ép chặt má phanh vào trục động cơ để hãm.

a) Cấu tạo của phanh hãm điện từ kiểu guốc được biểu diễn trên hình 3.8.

b) Cấu tạo của phanh hãm điện từ kiểu đĩa giới thiệu trên hình 3.9.

Cấu tạo của phanh đĩa gồm các phần chính sau : đĩa phanh quay 2 được nối với trục của cơ cấu, lò xo ép 4, nam châm điện 5. Phần ứng của nam châm



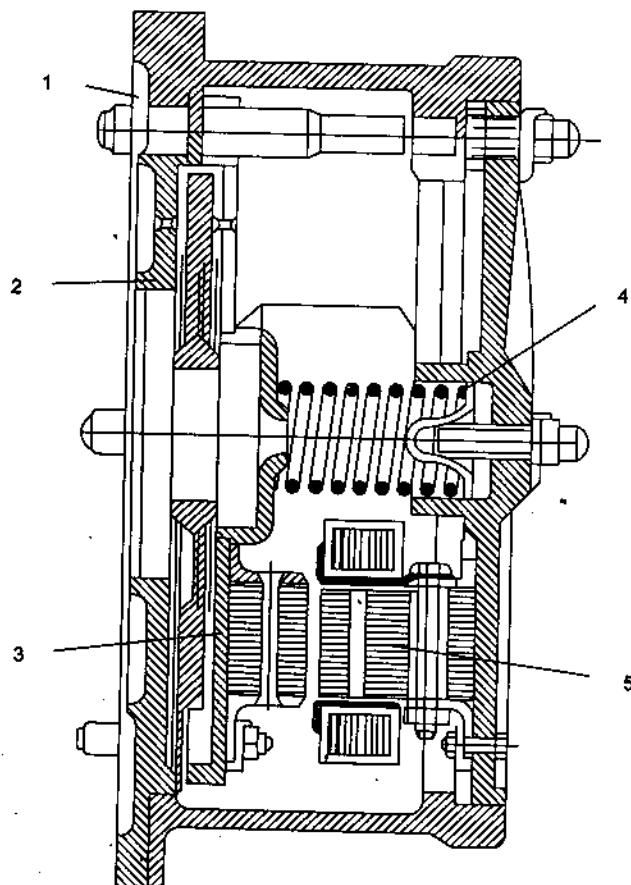
Hình 3.8. Cấu tạo của phanh guốc một pha.

1, 7. Cánh tay đòn của cơ cấu phanh ; 2. Lòi của lò xo ; 3. Lò xo ; 4. Giá định hướng ; 5. Vòng đệm chặn ; 6. Bánh dai phanh ; 8. Cuộn dây của nam châm điện ; 9. Guốc phanh và má phanh.

được bắt chặt với đĩa 3. Số lượng nam châm điện và guồng cùng hướng 1 có ba cái, phân bổ đều theo đường tròn của cơ cấu phanh với góc lệch nhau 120° . Đĩa phanh 3 có thể di chuyển tự do dọc theo guồng 1. Khi cấp điện cho cuộn dây của nam châm, lực điện từ sẽ kéo phanh ứng cùng đĩa phanh 3, giải phóng trục của cơ cấu.

c) Sơ đồ động học của phanh đai được giới thiệu trên hình 3.10.

Nguyên lý hoạt động của nó như sau : Khi cuộn dây nam châm điện NC có điện, lực hút của nam châm sẽ nâng cách tay đòn L theo chiều đi lên làm cho dai phanh không



Hình 3.9. Cấu tạo của phanh đĩa.

ép chặt vào trục động cơ. Khi mất điện, do khối lượng phần ứng của nam châm điện G_{nc} và đối trọng phụ G_{ph} , sẽ hạ cánh tay đòn L theo chiều đi xuống và đai phanh sẽ gài chặt trục động cơ.

2. Bộ khống chế

Bộ khống chế dùng để điều khiển các động cơ truyền động gồm các cơ cấu: khởi động, dừng máy, điều chỉnh tốc độ, hãm và đảo chiều quay.

Về nguyên lý có hai loại bộ khống chế :

- Bộ khống chế động lực khi mà các tiếp điểm của nó đóng - cắt trực tiếp các phàn tử trong mạch lực của hệ truyền động. Nó thường dùng để khống chế các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục có công suất nhỏ với chế độ làm việc nhẹ nhàng hoặc trung bình.
- Bộ khống chế từ gồm bộ khống chế chỉ huy và hệ thống role và công tắc tơ.

Các tiếp điểm của bộ khống chế chỉ huy đóng - cắt các phàn tử trong mạch lực của hệ truyền động một cách gián tiếp thông qua hệ thống tiếp điểm của các phàn tử trung gian (như role và công tắc tơ). Bộ khống chế từ thường dùng để điều khiển các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục có công suất trung bình và lớn làm việc trong chế độ nặng nề và rất nặng nề với tần số đóng - cắt điện lớn (hơn 600 lần/giờ).

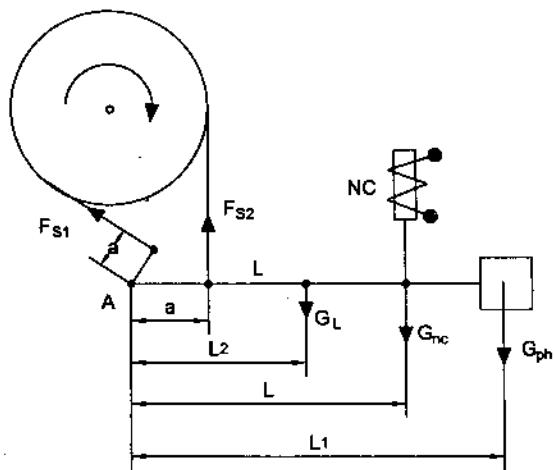
Về cấu tạo bộ khống chế có 2 loại :

a) Bộ khống chế kiểu tay gạt (hình 3.11)

Nguyên lý hoạt động như sau : Khi đẩy tay gạt 1 sang trái hoặc sang phải, sẽ quay trực gắp chặt với tay gạt, trên trục đó có gá lắp hàng trục đĩa cam 2. Con lăn 3 của tay đòn 4 sẽ trượt theo mép biên của đĩa cam 2. Trên đầu mút của tay đòn 4 có gắn tiếp điểm động 5. Khi con lăn 3 nằm ở phần lõm của đĩa cam thì tiếp điểm động 5 và tiếp điểm tĩnh 6 kín, còn khi con lăn nằm ở phần lồi của đĩa cam, lò xo 7 sẽ ép vào cánh tay đòn 4 làm cho hai tiếp điểm đó mở ra.

b) Bộ khống chế kiểu vô lăng (hình 3.12)

Cấu tạo của nó gồm nhiều đơn nguyên (hình 3.12b) lắp trên trục gắn với vô lăng quay có vỏ bảo vệ bằng xi măng amiăng 3. Cấu tạo của một đơn nguyên gồm tiếp điểm tĩnh 1 gắn trên giá đỡ 10 là chất cách điện. Tiếp

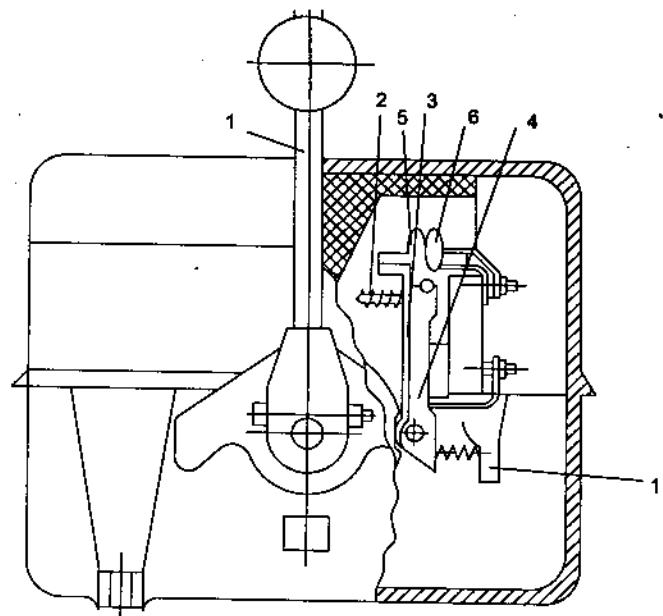


Hình 3.10. Sơ đồ động học của phanh đai.

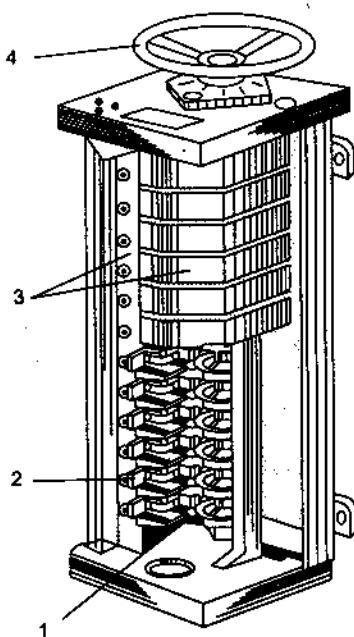
điểm động 9 gắn trên tay đòn 8, có thể quay xung quanh trục 5. Đầu cuối của tay đòn 8 có con lăn 6 và bánh cam 2 lắp trên trục 7. Khi quay vô lăng 4, bánh cam 2 sẽ ép vào con lăn 6 (phần lồi của bánh cam 2) làm cho tay đòn 8 quay đi và tiếp điểm 9 và 1 sẽ hở và ngược lại ở phần lõm của cam 2, tiếp điểm 9 và 1 kín.

3. Bộ tiếp điện

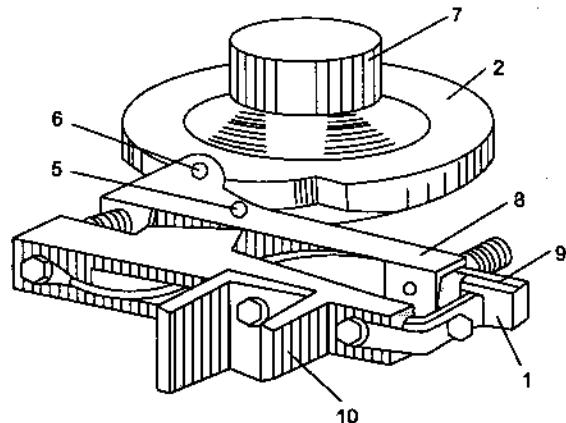
Để cấp điện cho các động cơ truyền động các cơ cầu của cầu trục, các thiết bị điều



Hình 3.11. Cấu tạo bộ khống chế kiểu tay gạt.



a)



b)

Hình 3.12. Cấu tạo bộ khống chế kiểu vô lăng.

a) Hình dạng tổng thể ; b) Cấu tạo của một đơn nguyên.

khiến lắp đặt trên cầu trục di chuyển, người ta dùng một hệ thống tiếp điện đặc biệt gọi là đường trôn-lay (trolley). Có hai hệ thống tiếp điện :

- Hệ thống tiếp điện cứng thường dùng cho các loại cầu trục tải trọng lớn, cung đường di chuyển dài.

- Hệ thống tiếp điện bằng dây cáp mềm dùng cho cầu trục tải trọng nhỏ, cung đường di chuyển không dài và thường gấp trong trường hợp cung cấp điện cho palang điện.

Trên hình 3.13 mô tả hệ thống tiếp điện cứng.

Ba đường thép góc 1 (loại $(50 \times 50 \times 5)$ đến $(70 \times 70 \times 10)$ mm), được gá trên giá đỡ đường tiếp điện và cách điện bằng sứ đỡ 2.

Bộ lấy điện gồm thép góc 1 gá lên đầu nối cáp bằng gang 3. Bằng ba đường cáp mềm 4 sê cấp điện đến động cơ và thiết bị điều khiển.

4. Bảng bảo vệ

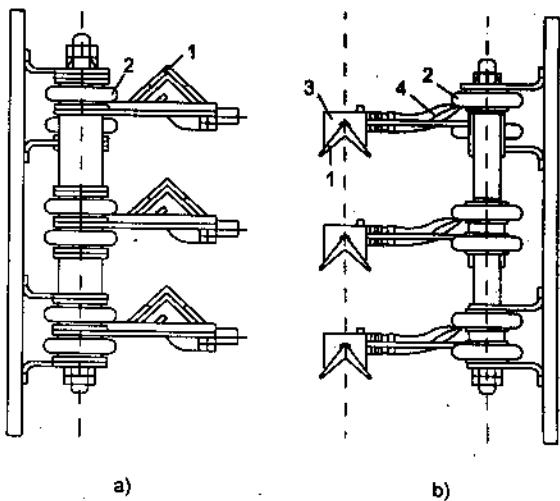
Khi điều khiển các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục dùng bộ khống chế, để bảo vệ các động cơ đó người ta dùng bảng bảo vệ lắp trong cabin của người điều khiển. Trên bảng bảo vệ lắp các thiết bị để bảo vệ cho động cơ với các chức năng bảo vệ sau :

- Bảo vệ ngắn mạch và quá tải ($I > 2,25I_{dm}$).
- Bảo vệ điện áp thấp khi điện áp lưới thấp hơn $0,85U_{dm}$.
- Bảo vệ điện áp "không" nghĩa là không cho phép động cơ tự mở máy khi có điện áp trở lại sau thời gian mất điện (chỉ được phép mở máy khi các bộ khống chế nằm ở vị trí "0").
- Cắt điện cấp cho cầu trục khi có người làm việc trên đầm cầu, bằng công tắc hành trình liên động với cửa cabin điều khiển.

Có hai loại bảng bảo vệ:

a) Bảng bảo vệ xoay chiều (hình 3.14)

Các khí cụ điện trên bảng bảo vệ bao gồm : cầu dao CD, công tắc tơ đường dây Đg, role dòng điện cực đại ORC1, ORC2, 1RC, 2RC, và 3RC, nút



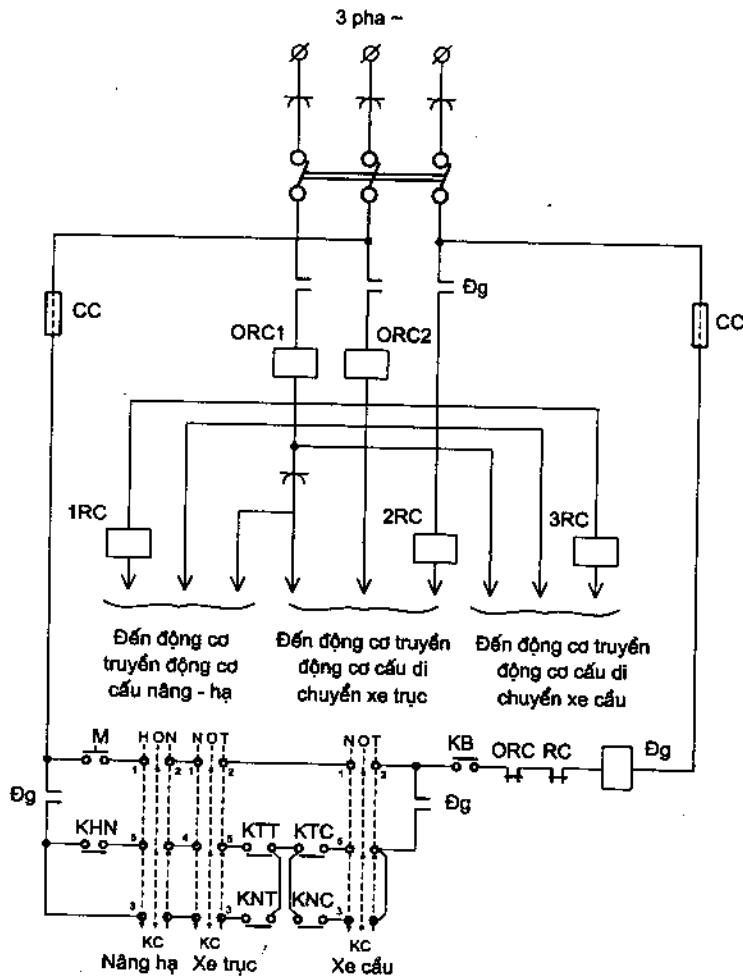
Hình 3.13. Kết cấu của hệ thống tiếp điện cứng.

- a) Kết cấu của đường tiếp điện ;
- b) Kết cấu của bộ lấy điện.

bấm khởi động M, cầu chì CC, công tắc hành trình KHN, KTT, KNT, KTC, KNC và KB.

* Nguyên lý làm việc của bảng bảo vệ như sau :

Cuộn dây của công tắc tơ đường dây chỉ có điện khi án nút khởi động M, vị trí của ba bộ khống chế nằm ở vị trí "0" (1 ~ 2 kín), cửa buồng cabin đóng (KB kín), tiếp điểm ORC và RC kín (một trong ba động cơ truyền động không bị quá tải). Hai tiếp điểm của công tắc tơ đường dây Đg đóng cắp nguồn cho mạch điều khiển của các bộ khống chế.



Hình 3.14. Bảng bảo vệ xoay chiều.

Bảo vệ điện áp thấp chính bằng cuộn dây của công tắc tơ đường dây Đg, khi điện áp lưới thấp hơn $0,85U_{dm}$, công tắc tơ Đg không tác động.

Hạn chế hành trình nâng của cơ cầu nâng - hạ bằng công tắc hành trình KHN, hạn chế hành trình tiến và lùi của cơ cầu di chuyển xe con bằng công tắc hành trình KTC và KNT, còn đối với cơ cầu di chuyển xe cầu bằng công tắc hành trình KTC và KNC.

b) Bảng bảo vệ một chiều (hình 3.15)

Cấp nguồn cho động cơ và bộ khống chế bằng bốn công tắc tơ đường dây 0Đg, 1Đg, 2Đg, và 3Đg.

Công tắc tơ đường dây 0Đg ở trạng thái có điện trong mỗi thời gian cầu trục làm việc. Còn các công tắc tơ 1Đg, 2Đg, 3Đg chỉ có điện khi ba bộ khống chế KC đóng sang phải hoặc sang trái, nút ấn thường kín M mắc trong mạch các cuộn dây 1Đg, 2Đg, 3Đg để trách không cho phép các công tắc tơ đó tác động khi ấn nút M.

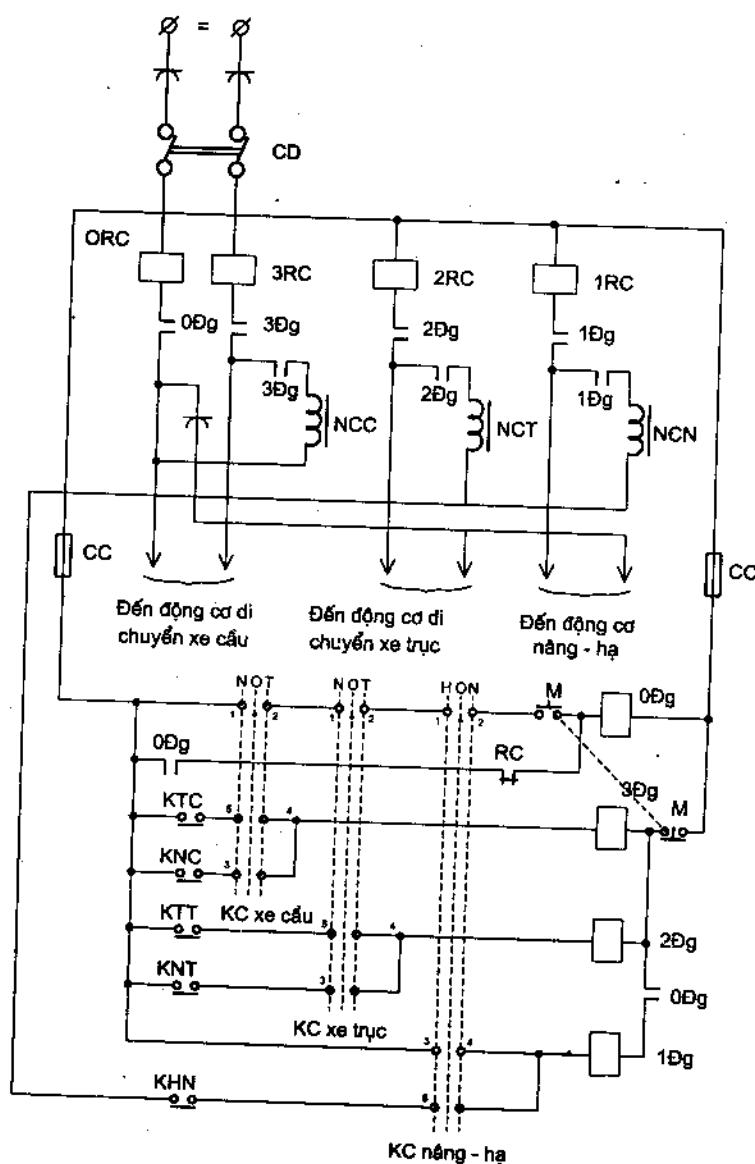
Các cuộn dây nam châm của các cơ cầu phanh hãm điện từ NCN, NCT, và NCC được nối song song với phần ứng của động cơ truyền động tương ứng qua các tiếp điểm 1Đg, 2Đg, 3Đg.

5. Hộp điện trở

Hộp điện trở dùng trong cầu trục để hạn chế dòng mờ máy, hạn chế dòng khi hãm dừng và điều chỉnh tốc độ đối với các động cơ điện một chiều và động cơ không đồng bộ rôto dây quấn.

Khi tính chọn điện trở cần chú ý đến hai yếu tố sau :

- Trị số điện trở được chọn phải đảm bảo cho hệ truyền động tạo ra họ đặc tính cơ để hạn chế được dòng khi khởi động trong giới hạn cho phép,



Hình 3.15. Bảng bảo vệ một chiều.

đảm bảo dài điều chỉnh tốc độ yêu cầu.

- Độ phát nhiệt của hộp điện trở trong giới hạn cho phép.

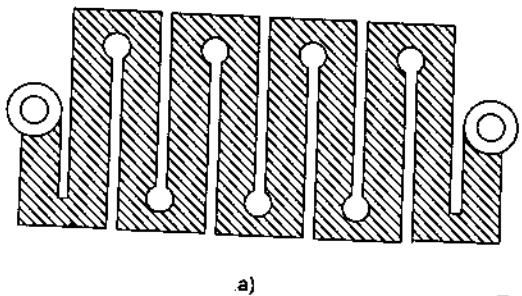
* Điện trở thường dùng trong cầu trục có hai loại :

- Điện trở làm từ gang đúc (hình 3.16a) dùng cho động cơ có dòng làm việc từ 10 đến hàng trăm ampe. Các phần tử điện trở từ gang đúc sẽ lắp thành hộp điện trở (hình 3.16b) cho phép làm việc ở chế độ dài hạn có trị số dòng làm việc từ $(215 \div 240)$ A với trị số của hộp điện trở tương ứng là $(0,1 \div 7,1)\Omega$.

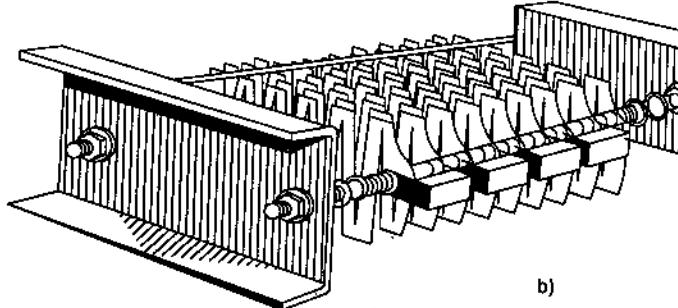
Đối với động cơ công suất nhỏ dùng dây điện trở tiết diện tròn hoặc tiết diện chữ nhật (hình 3.17).

Điện trở dây được chế tạo từ kim loại hoặc hợp kim có điện trở suất cao như : hợp kim constantan ($58,5\text{Cu} + 40\text{Ni} + 1,5\text{Al}$), hợp kim reostan ($84\text{Cu} + 4\text{Zn} + 12\text{Mn}$) và hợp kim fecral (Ni, Al). Dây điện trở được quấn trên tẩm kim loại có sứ cách điện.

5. Bàn từ bốc hàng



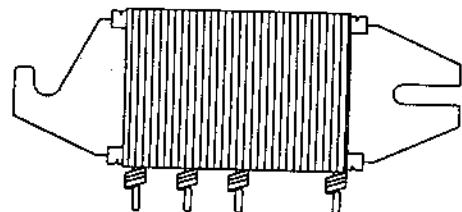
a)



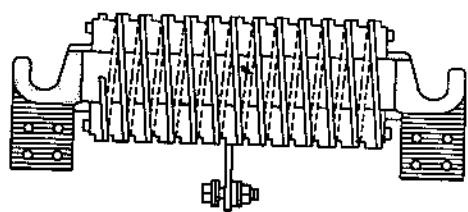
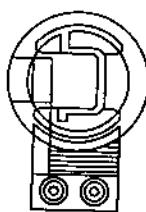
b)

Hình 3.16. Điện trở gang.

a) Phần tử điện trở gang đúc ; b) Hộp điện trở gang.



a)



b)

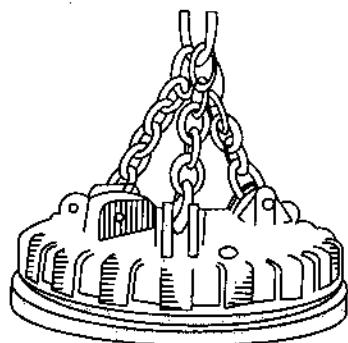
Hình 3.17. Điện trở dây.

a) Tiết diện tròn ; b) Tiết diện chữ nhật.

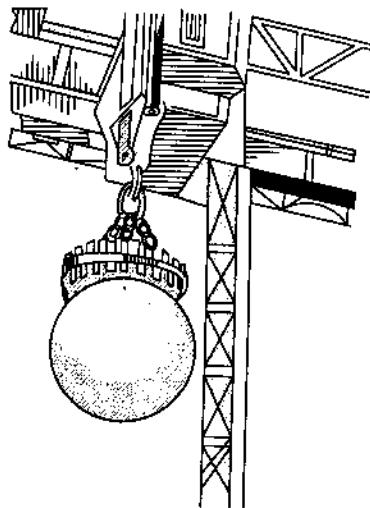
Cầu trục từ thường được dùng trong các xí nghiệp luyện kim dùng để vận chuyển các nguyên vật liệu nhiễm từ như sắt thép v.v... Nó khác với các loại cầu trục khác là có cơ cấu lấy tải (bốc tải) thay cho móc, gầu ngoạm là một bàn từ (nam châm điện). Hình dạng, kích thước của bàn từ gồm có bốn loại điển hình như trên hình 3.18.

Bàn từ dạng tròn dùng để vận chuyển các chi tiết bằng gang, sắt, thép có kích thước nhỏ, hình dạng khác nhau (sắt thép vụn, phôi, đinh v.v...).

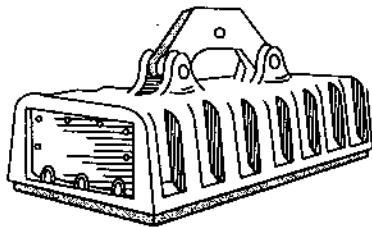
Bàn từ mặt cầu lõm dùng để vận chuyển các vật liệu nhiễm từ có dạng hình cầu lớn.



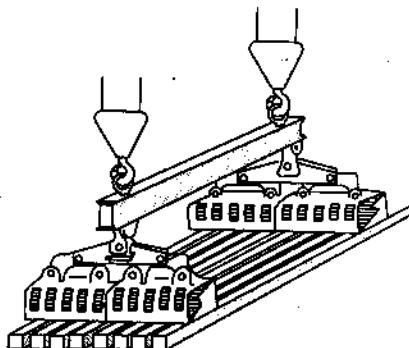
a)



b)



c)



d)

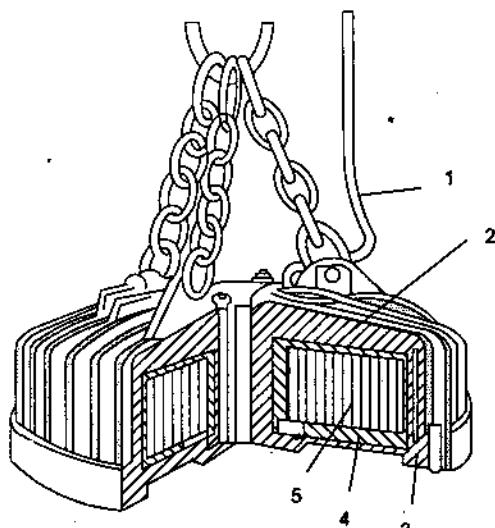
Hình 3.18. Các loại bàn từ bốc hàng.

- a) Bàn từ hình tròn ; b) Bàn từ hình tròn mặt cầu lõm ; c) Bàn từ hình chữ nhật ;
d) Bàn từ dạng xà (xà nam châm)

Bàn từ hình chữ nhật dùng để vận chuyển các vật liệu nhiễm từ có kích thước dài như thép tấm, đường ray, ống thép dài.

Bàn từ dạng xà dùng để vận chuyển các vật liệu nhiễm từ có khối lượng và kích thước lớn.

Cấu tạo của các bàn từ về nguyên lý như nhau. Trên hình 3.19 biểu diễn cấu tạo của bàn từ hình tròn.



Hình 3.19. Cấu tạo của bàn từ hình tròn.

liệu của hàng cần vận chuyển, vào nhiệt độ của cuộn dây của nam châm điện và nhiệt độ của sắt thép cần vận chuyển. Thực tế vận hành cho thấy khi nhiệt độ của sắt thép hoặc gang bằng hoặc lớn hơn 720°C , lực nâng giảm xuống bằng không vì khi đó các vật liệu nhiễm từ mất từ tính.

Bàn từ có điện cảm và từ dư rất lớn cho nên khi thiết kế mạch điều khiển cầu trực từ cần chú ý đến bảo vệ quá áp cho cuộn dây nam châm điện khi cắt điện và khử từ dư khi dỡ hàng.

3.2.5. Một số sơ đồ không chế cầu trực điển hình

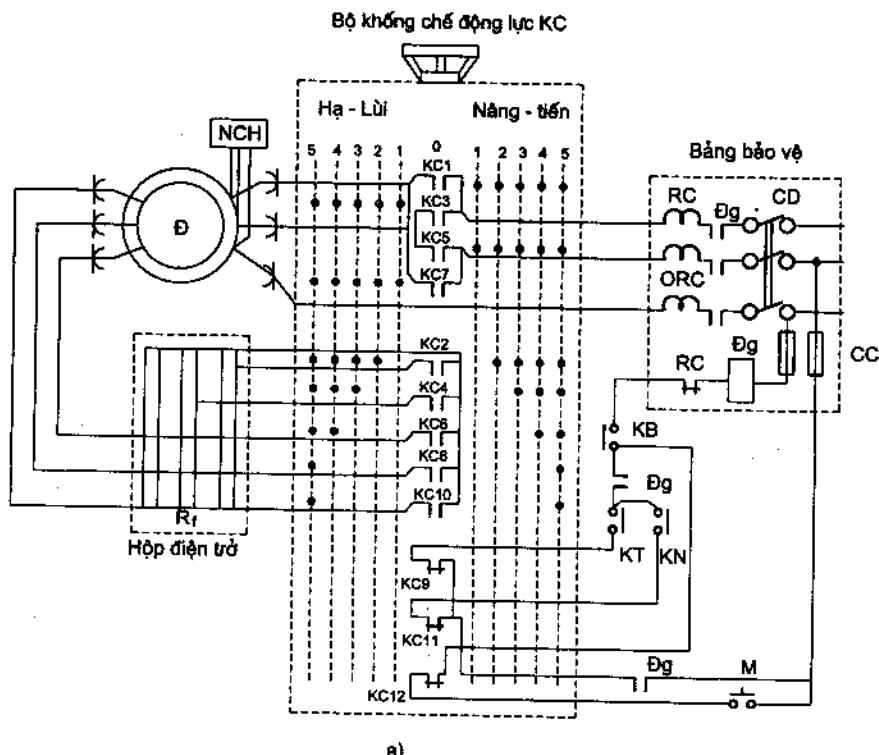
1. Điều khiển các cơ cấu của cầu trực bằng bộ không chế động lực kiểu H-51

Các bộ không chế động lực dùng để điều khiển các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trực có công suất nhỏ và trung bình với chế độ làm việc nhẹ nhàng. Bộ không chế động lực có cấu tạo đơn giản, dễ dàng trong công nghệ chế tạo, giá thành không cao, điều khiển các cơ cấu của cầu trực một cách linh hoạt, dứt khoát.

Trên hình 3.20a biểu diễn sơ đồ điều khiển động cơ không đồng bộ rôto dây quấn bằng bộ không chế động lực H-51, còn trên hình 3.20b là họ đặc tính cơ của động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ (hoặc các cơ cấu di chuyển).

Cuộn dây của nam châm điện 5 được lắp đặt trong vỏ thép 2 và khe hở của cuộn dây và vỏ thép để dày hợp chất cách điện. Phía dưới cuộn dây có tấm đệm bảo vệ 4, đầu nối cực 3 được định vị vào vỏ của bàn từ bằng bulông. Cấp điện cho cuộn dây của nam châm điện bằng đường cáp mềm 1. Cuộn dây của nam châm điện của bàn từ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại với hệ số tiếp điện $\text{TĐ\%} = 50\%$.

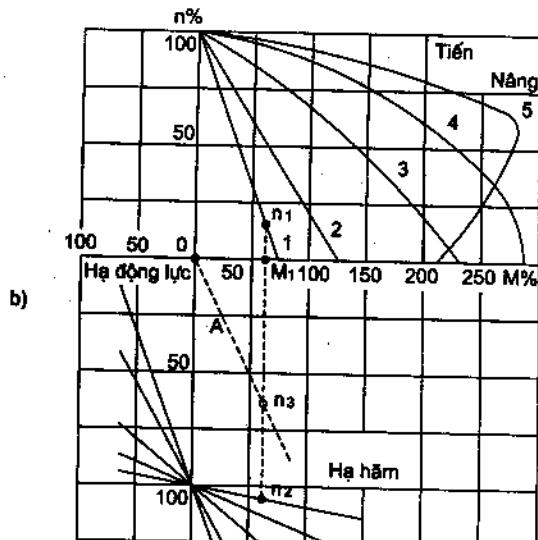
Lực nâng của bàn từ phụ thuộc vào tính chất của vật liệu của hàng cần vận chuyển, vào nhiệt độ của cuộn dây của nam châm điện và nhiệt độ của sắt thép cần vận chuyển. Thực tế vận hành cho thấy khi nhiệt độ của sắt thép hoặc gang bằng hoặc lớn hơn 720°C , lực nâng giảm xuống bằng không vì khi đó các vật liệu nhiễm từ mất từ tính.



a)

Bộ khống chế động lực H-51 là loại đối xứng có 5 vị trí bên phải (1-5) tương ứng với chế độ làm việc nâng hàng (đối với cơ cấu nâng - hạ) và chạy tiến (đối với cơ cấu di chuyển) còn 5 vị trí bên trái (1-5) tương ứng với chế độ hạ hàng (đối với cơ cấu nâng - hạ) và chạy lùi (đối với cơ cấu di chuyển).

Bộ khống chế động lực H-51 có 12 tiếp điểm: 4 tiếp điểm đầu (KC1, KC3, KC5 và KC7) dùng để đảo chiều quay của động cơ bằng cách thay đổi thứ tự hai trong ba pha điện áp nguồn cấp cho dây quấn stator động cơ, 5 tiếp điểm tiếp theo (KC2,



Hình 3.20. Sơ đồ điều khiển động cơ KDB rôto dây quấn băng bộ khống chế H-51.

- Sơ đồ nguyên lý điện;
- Hỗn hợp đặc tính cơ của động cơ.

KC4, KC6, KC8 và KC10) dùng để điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi trị số điện trở phụ R_f trong mạch rôto của động cơ. Còn ba tiếp điểm KC9, KC11, KC12 dùng cho mạch bảo vệ.

Khi mở máy và điều chỉnh tốc độ, người vận hành quay từ từ vô lăng của bộ khống chế động lực từ vị trí 1 sang vị trí 5 để tránh hiện tượng dòng điện và mômen quay của động cơ tăng một cách nhảy vượt quá giới hạn cho phép. Họ đặc tính cơ của động cơ tương ứng với các vị trí của bộ khống chế được biểu diễn trên hình 3.20b.

Đường đặc tính 1 với trị số mômen của động cơ rất bé (M_1 khi tốc độ của động cơ bằng 0), dùng để khắc phục khe hở giữa các bánh răng trong cơ cấu truyền lực (hộp tốc độ) kéo căng sơ bộ cáp khi khởi động (tránh cho cáp không bị đứt).

Khi khởi động hoặc trong trường hợp cần dừng chính xác (với mômen M_1 ta có tốc độ thấp là n_1).

Để hạ hàng ở tốc độ thấp khi không tải với bộ khống chế động lực thường không thực hiện được. Tốc độ hạ thấp nhất chỉ có thể thực hiện được ở chế độ hạ hãm (máy điện làm việc ở chế độ máy phát). Ví dụ, với phụ tải M_1 (hình 3.20b) tốc độ hạ thấp nhất là n_2 .

Nếu bộ khống chế động lực dùng loại không đối xứng, nếu đặt bộ khống chế ở vị trí 1 (hạ hàng) động cơ làm việc như động cơ một pha và ta nhận được đường đặc tính A (đường nét đứt trên hình 3.20b), khi đó ta nhận được tốc độ hạ thấp hơn n_3 (với phụ tải bằng M_1).

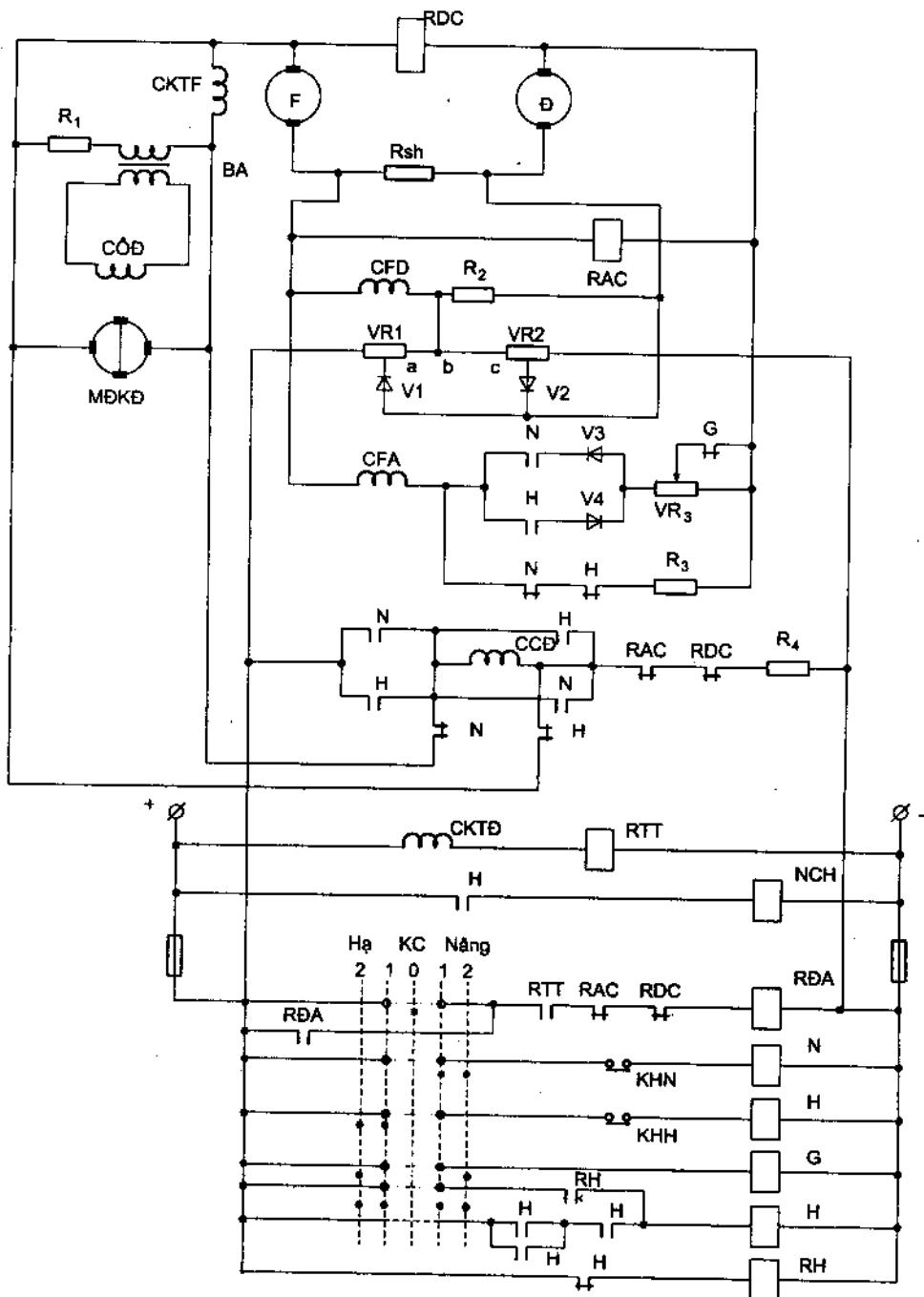
2. Hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ của cầu trục dùng hệ máy phát - động cơ điện một chiều (F-Đ)

Đối với những cầu trục có trọng tải lớn, chế độ làm việc nặng nề, yêu cầu về điều chỉnh tốc độ cao hơn, đáp ứng các yêu cầu ngặt nghèo do công nghệ đặt ra, nếu dùng hệ truyền động với động cơ KDB điều khiển bằng bộ khống chế động lực không đáp ứng thoả mãn các yêu cầu về truyền động và điều chỉnh tốc độ. Trong trường hợp này, thường dùng hệ truyền động F-Đ, T-Đ hoặc hệ truyền động với động cơ KDB cấp nguồn từ bộ biến tần.

Trên hình 3.21 biểu diễn hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ dùng hệ F-Đ.

Đây là hệ truyền động F-Đ có máy điện khuếch đại trung gian (MDKD), chức năng của nó là tổng hợp và khuếch đại tín hiệu điều khiển. Hệ truyền động này được sử dụng phổ biến cho các cầu trục trong các xí nghiệp luyện kim, trong các nhà máy lắp ráp và sửa chữa.

Động cơ truyền động cơ cầu nâng - hạ Đ được cấp nguồn từ máy phát F. Cuộn kích từ của máy phát CKTF được cấp nguồn từ máy điện khuếch đại từ trường ngang (MDKD). MDKD có bốn cuộn điều khiển : cuộn chủ đạo CCD, cuộn phản hồi âm điện áp CFA, cuộn ổn định CÔD (phản hồi điện áp máy điện khuếch đại) và cuộn phản hồi âm dòng có ngắt CFD. Điều khiển hệ truyền động bằng bộ khống chế chỉ huy kiểu cam KC, có hai vị trí nâng và hạ hàng.



Hình 3.21. Hệ F-Đ truyền động cơ cấu nâng - hạ.

Cuộn chủ đạo CCD được cấp nguồn từ máy phát kích từ (trong sơ đồ không thể hiện) qua các tiếp điểm của các công tắc tơ nâng N và hạ H với điện trở hạn chế dòng R_4 dùng để đảo chiều quay của động cơ.

Cuộn phản hồi âm điện áp CFA đấu song song với phần ứng của động cơ. Chức năng của nó gồm :

- Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi sức từ động sinh ra trong cuộn CFA bằng biến trở VR3 trong trường hợp cần làm việc ở tốc độ thấp, tiếp điểm công tắc tơ gia tốc G kín, sức từ động sinh ra trong cuộn CFA rất lớn làm giảm sức từ động tổng của máy điện khuếch đại, kết quả điện áp ra của máy phát F giảm dần đến tốc độ của động cơ giảm.

- Khi dừng máy, cuộn CFA được nối vào phần ứng của động cơ qua hai tiếp điểm thường đóng N, H và điện trở hạn chế R_3 . Do chiều dòng trong cuộn CFA ngược chiều với dòng trong cuộn CCD, sẽ thực hiện hẫm ngược để dừng nhanh động cơ truyền động.

Cuộn phản hồi âm dòng có ngắt CFD hạn chế dòng khi mở máy hoặc đảo chiều. Nguyên lý hoạt động của nó như sau : Khi động cơ chưa bị quá tải $I_u < I_{ng}$, dòng ngắt $I_{ng} = (2,25 + 2,5).I_{udm}$. Khi đó điện áp rơi trên điện trở sun nhỏ hơn điện áp so sánh.

$$U_{R_{Sh}} < U_{SS} \quad (3.13)$$

Trong đó : $U_{R_{Sh}} = I_u \cdot R_{Sh}$ (tỷ lệ với dòng điện phản ứng) ;

$$U_{SS} = U_{ab} \text{ (lấy trên chiết áp VR1)} ;$$

$$\text{Hoặc } U_{SS} = U_{bc} \text{ (lấy trên chiết áp VR2).}$$

Khi đó diốt V1 hoặc V2 không dẫn, dòng đi qua cuộn dây CFD rất bé. Ngược lại, khi dòng điện của động cơ $I_u > I_{ng}$, $U_{R_{Sh}} > U_{SS}$ dẫn đến một trong

- hai diốt V1 (hoặc V2) thông, dòng đi qua cuộn dây CFA khá lớn làm giảm sức từ động tổng của máy điện khuếch đại và hạn chế được mô men của động cơ.

Để nâng cao chất lượng của hệ truyền động có cuộn ổn định CÔĐ. Thực chất là cuộn phản hồi mềm điện áp của máy điện khuếch đại. Cuộn dây sơ cấp của biến áp ổn định BA được nối với đầu ra của MDKD qua điện trở hạn chế R_1 . Cuộn dây thứ cấp của biến áp BA được đấu vào cuộn dây CÔĐ. Nguyên lý hoạt động của nó như sau : Khi điện áp phát ra của MDKD ổn định ($U_{MDKD} = \text{const}$) dòng trong cuộn CÔĐ bằng không, còn nếu điện áp phát ra của máy điện khuếch đại thay đổi ($U_{MDKD} = \text{var}$), trong cuộn thứ cấp của biến áp BA sẽ xuất hiện một suất điện động cảm ứng, làm cho dòng trong cuộn CÔĐ khác 0, chiều của dòng trong cuộn CÔĐ cùng chiều với dòng trong cuộn CCD (nếu điện áp phát ra giảm) hoặc ngược chiều với cuộn CCD (nếu điện áp phát ra tăng), tác dụng của dòng chảy trong cuộn CÔĐ sẽ làm cho điện áp phát ra của MDKD se ổn định.

Trong sơ đồ điều khiển có các khâu bảo vệ sau :

- Bảo vệ quá dòng bằng role dòng điện cực đại RDC.
- Bảo vệ quá điện áp bằng role điện áp cao RAC.
- Bảo vệ quá điện áp "không" bằng role điện áp RDA.
- Bảo vệ mất từ thông bằng role dòng điện RTT.

Hỗn đặc tính cơ của hệ truyền động được biểu diễn trên hình 3.22.

Trong đó đường đặc tính 2 ứng với vị trí 2 của bộ khống chế KC (tốc độ cực đại) và đường đặc tính 1 tương ứng với vị trí 1 của bộ khống chế (tốc độ cực tiểu).

3. Hệ truyền động các cơ cấu của cầu trục dùng hệ : biến đổi tiristo - động cơ điện một chiều (hệ T - D)

Đối với cầu trục, khi động cơ truyền động có công suất lớn hơn 50kW, yêu cầu cao về chất lượng động cũng như chất lượng tĩnh cao thường dùng hệ T - D.

Đối với động cơ điện một chiều có công suất dưới 15kW và cuộn kinh từ độc lập của động cơ thường dùng bộ chỉnh lưu cầu một pha điều khiển hoàn toàn làm nguồn cấp. Còn đối với động cơ công suất lớn hơn 15kW thường dùng sơ đồ cầu 3 pha điều khiển hoàn toàn là nguồn cấp cho phần ứng của động cơ.

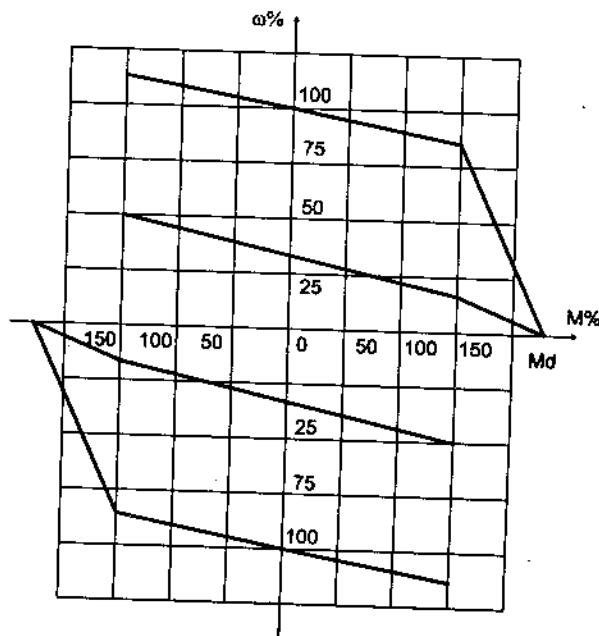
Bộ biến đổi cấp nguồn cho phần ứng của động cơ có thể là bộ đảo chiều hoặc không đảo chiều.

Đối với hệ truyền động các cơ cấu của cầu trục thường dùng bộ biến đổi đảo chiều, gồm hai bộ chỉnh lưu đấu song song ngược.

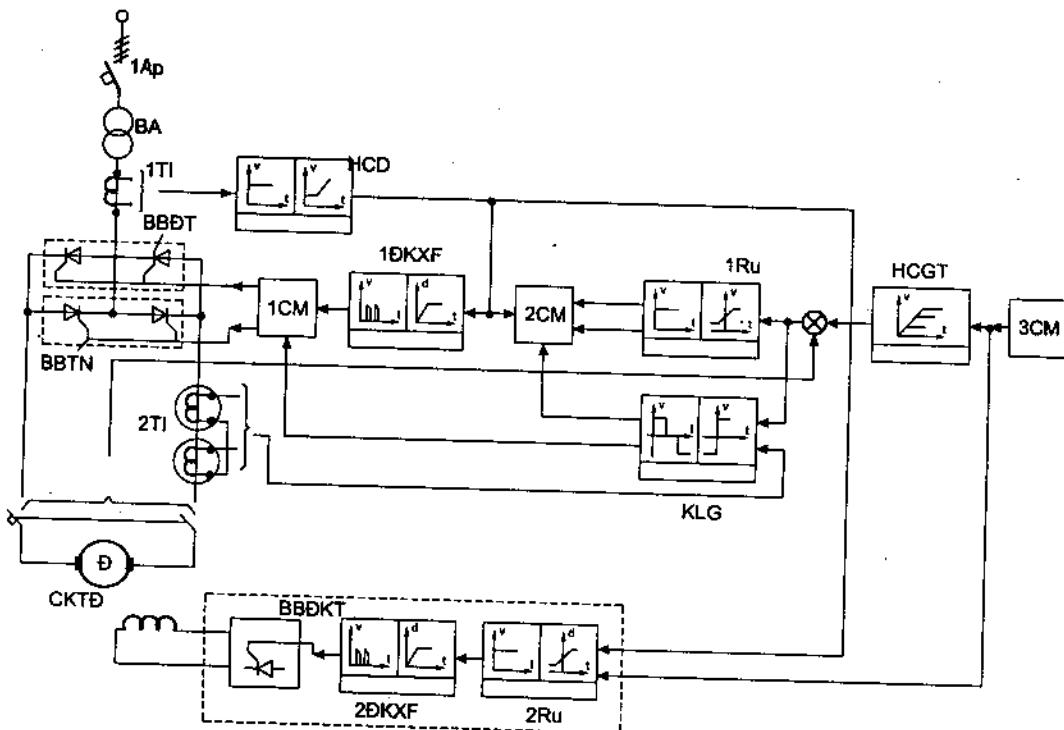
Để điều khiển bộ biến đổi đảo chiều dùng trong cầu trục thường dùng phương pháp điều khiển riêng.

Trên hình 3.23 là sơ đồ khái niệm của hệ truyền động cơ cấu nâng - hạ của cầu trục dùng hệ T - D.

Đây là hệ truyền động thực hiện điều chỉnh tốc độ cả hai vùng : vùng 1



Hình 3.22. Đặc tính cơ của hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ của cầu trục dùng hệ F - Đ có MĐKD trung gian.



Hình 3.23. Sơ đồ khái niệm của hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ của cầu trục dùng hệ T - D.

tốc độ động cơ thấp hơn tốc độ cơ bản (thực hiện bằng cách điều chỉnh điện áp cấp cho phần ứng động cơ) và vùng 2, tốc độ của động cơ cao hơn tốc độ cơ bản (điều chỉnh điện áp cấp cho cuộn kích từ độc lập của động cơ).

Điều chỉnh tốc độ động cơ hai vùng thực hiện độc lập không phụ thuộc lẫn nhau, thực hiện bằng chuyển mạch 3CM.

Khi điều chỉnh tốc độ ở vùng 1, từ thông kính từ của động cơ giữ không đổi và bằng trị số định mức ($\phi = \phi_{dm}$), còn điều chỉnh tốc độ ở vùng hai thực hiện khi điện áp đặt vào phần ứng của động cơ bằng $U \geq 0,85U_{dm}$.

a) Điều chỉnh tốc độ vùng 1 ($\omega < \omega_{cb}$)

Điều chỉnh tốc độ bằng cách thay đổi điện áp cấp cho phần ứng của động cơ từ bộ biến đổi đảo chiều gồm hai bộ chỉnh lưu cầu ba pha dùng tiristo đấu song song ngược : BBĐT - bộ biến đổi thuận và BBĐN - bộ biến đổi ngược. Nguồn xoay chiều từ lưới cấp cho bộ biến đổi qua biến áp động lực BA. Điện áp chỉnh lưu cực đại $U_d = 460V$.

Mạch điều khiển hai bộ chỉnh lưu trên là hệ điều khiển xung pha nhiều kênh, điều khiển theo phương pháp "thẳng đứng". Trong mạch điều khiển gồm có các khâu chính sau :

- HCGT - khâu hạn chế gia tốc, nhằm hạn chế dòng trong chế độ khởi động.

- 1RU - khâu điều chỉnh điện áp, có hàm truyền động là khâu tỷ lệ. Điện áp ra của 1RU bằng :

$$U = k_1(U_{cd} - \alpha U_u) \quad (3.14)$$

Trong đó : U_{cd} - là điện áp ra của khâu hạn HCGT ;

αU_u - điện áp phản hồi âm tỷ lệ với điện áp đặt vào phần ứng của động cơ ;

k_1 - là hệ số khuếch đại của $1R_U$.

- HCD - khâu hạn chế dòng, thực hiện chức năng như một khâu phản hồi âm dòng có ngắt để hạn chế dòng điện động cơ trong quá trình mở máy cũng như trong khi hâm dừng. Tín hiệu ra của bộ hạn chế dòng bằng :

$$U = \beta I_u \quad (3.15)$$

Trong đó : β - hệ số tỷ lệ.

- KLG là khối logic cho phép phát xung điều khiển cho bộ biến đổi thuận BBDT hoặc bộ biến đổi ngược BBĐN khi dòng của động cơ đã bằng không.

- 2CM là chuyển mạch chọn tín hiệu điều khiển.

- 1CM là chuyển mạch cấp tín hiệu điều khiển cho một trong hai bộ biến đổi chế độ làm việc của hệ truyền động chạy thuận hay chạy ngược.

- 1DKXF là khâu điều khiển xung pha, tạo ra góc mở α của hai bộ biến đổi BBDT và BBĐN. Tín hiệu vào là điện áp điều khiển U_{dk1} , tín hiệu ra là trị số góc mở α của các tiristo.

$$U_{dk1} = k_1(U_{cd1} - \alpha \cdot U_u) - \beta I_u \quad (3.16)$$

b) Điều chỉnh tốc độ vùng 2 ($\omega > \omega_{cb}$)

Điều chỉnh tốc độ ở vùng hai thực hiện bằng cách thay đổi từ thông kích từ của động cơ khi điện áp đặt lên phần ứng của động cơ bằng trị số định mức.

Việc giảm từ thông kích từ của động cơ thực hiện bằng cách giảm điện áp đặt vào cuộn kích từ CKTD của động cơ được cấp từ bộ biến đổi BBĐKT là sơ đồ chỉnh lưu cầu một pha dùng tiristo.

Trong mạch điều khiển bộ biến đổi BBĐKT gồm có hai khâu :

- 2DKXF là khâu điều khiển xung pha tín hiệu vào của điện áp điều khiển lấy từ đầu ra của bộ $2R_U$, tín hiệu ra của trị số góc mở α của các tiristo trong bộ biến đổi BBĐKT.

- $2R_U$ là bộ điều chỉnh điện áp. Điện áp ra của bộ $2R_U$ bằng :

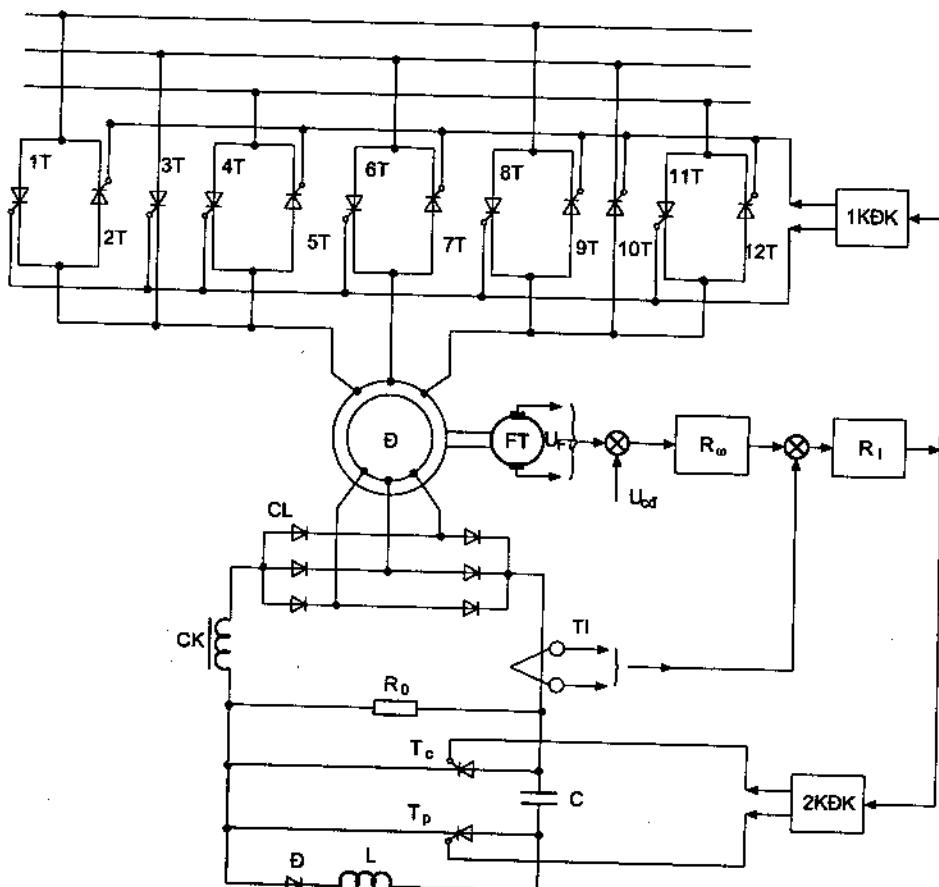
$$U_{dk2} = k_2(U_{cd} - \beta I_U) \quad (3.17)$$

Trong đó : U_{cd} - là điện áp chủ đạo (điện áp đặt) lấy từ đầu ra của bộ chuyển mạch 3CM ;

k_2 - hệ số khuếch đại của bộ $2R_U$.

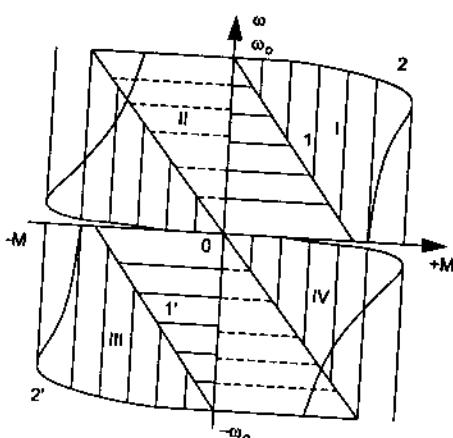
4. Hệ truyền động các cơ cấu của cầu trục dùng bộ điều áp xoay chiều (ĐAXC) và xung điện trở rôto

Sơ đồ nguyên lý của hệ truyền động được biểu diễn trên hình 3.24a.



Hình 3.24a. Sơ đồ nguyên lý của hệ truyền động các cơ cấu của cầu trục dùng bộ điều áp xoay chiều (ĐAXC) và xung điện trở rôto.

+ Chế độ làm việc của động cơ ở góc phần tư thứ I và góc phần tư thứ III (tương ứng với chế độ nâng hàng và hạ động lực), khi điều chỉnh tốc độ trong vùng giữa đường đặc tính cơ với điện trở phụ $R_{fmax} = R_0$ (đường 1 và 1' trên hình 2.24b) và trực tung (trong trường hợp này hai tiristor T_c và T_p đều khóa) được thực hiện bằng cách thay đổi trị số điện áp xoay chiều đặt vào dây quấn stator động cơ bằng bộ điều áp xoay chiều (ĐAXC) :



Hình 3.24b. Đặc tính cơ của hệ truyền động của cầu trục dùng bộ điều áp xoay chiều (DAXC) và xung điện trở rôto.

+ Điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục bằng xung điện trở rôto bằng hai tiristo T_C (tiristo chính) và T_P (tiristo phụ). Khi đó điện áp đặt vào dây quấn stato động cơ bằng trị số định mức (ứng với góc mở $\alpha = 0$ của các tiristo của bộ DAXC). Trong đó T_C thực hiện chức năng như một khoá điện tử : Khi T_C khoá, điện trở phụ $R_f = R_0$, còn khi T_C mở $R_f = 0$.

Như vậy, khi ta thay đổi thời gian mở t_m , thời gian khoá t_k của tiristo T_C ta có thể thay đổi được trị số điện trở phụ trong mạch rôto của động cơ. Trị số điện trở đó được tính theo biểu thức sau :

$$R_f = \frac{t_k R_0}{t_m + t_k} = \frac{t_k}{T_{CK}} \cdot R_0 \quad (3.18)$$

Trong đó : T_{CK} - chu kỳ làm việc của tiristo T_C . T_{CK} thường được chọn trong giới hạn $T_{CK} = (2 \div 2,5) \cdot 10^{-3}$ s.

Vùng điều chỉnh tốc độ bằng phương pháp xung điện trở rôto là vùng giữa đường đặc tính điện trở và đường đặc tính cơ tự nhiên 1-2, 1'-2' (ứng với vùng gạch theo chiều dọc trên hình 3.24b).

- Tiristo T_P , tụ điện C, diốt D và cuộn cảm L là mạch khoá tiristo T_C .
- + Trong mạch điều khiển của hệ truyền động gồm có các khâu :
- R_0 là bộ điều chỉnh tốc độ tổng hợp tín hiệu điện áp chủ đạo U_{cd} và

- Các cặp tiristo $T_1 - T_2$, $T_6 - T_7$ và $T_{11} - T_{12}$ mở, ứng với chiều quay thuận (chế độ nâng hàng).

- Còn các cặp tiristo $T_4 - T_5$, $T_6 - T_7$ và $T_8 - T_9$ mở, ứng với chiều quay ngược (chế độ hạ hàng).

+ Chế độ làm việc của động cơ ở góc phần tư thứ II và góc phần tư thứ IV, động cơ làm việc ở chế độ hâm động năng. Khi đó các tiristo T_1 , T_3 , T_4 , T_9 , T_{10} và T_{12} mở, trong đó tiristo T_1 , T_3 , T_{10} và T_{12} mở thực hiện chức năng chỉnh lưu cấp nguồn một chiều đưa vào dây quấn stato của động cơ.

Vùng làm việc của bộ điều áp xoay chiều ba pha (DAXC) được gạch ngang trên hình 3.24b.

tín hiệu phản hồi âm tốc độ U_{FT} (điện áp lấy từ máy phát tốc FT tỷ lệ với tốc độ của động cơ).

- R_1 là bộ điều chỉnh dòng điện tổng hợp các tín hiệu U_w (R_w) và U_1 điện áp tỷ lệ với dòng rôto của động cơ lấy từ biến dòng TI (biến dòng TI là biến áp một chiều làm việc theo nguyên lý của khuếch đại từ).

- 1KDK và 2KDK là khối điều khiển góc mở của bộ ĐAXC và T_C , T_P .

3.3. Trang bị điện thang máy và máy nâng

3.3.1. Khái niệm chung

Thang máy và máy nâng là thiết bị vận tải dùng để vận chuyển hàng hóa và người theo phương thẳng đứng. Hình dáng tổng thể của thang máy chở khách được giới thiệu trên hình 3.25.

Thang máy được lắp đặt trong các nhà ở cao tầng, trong các khách sạn, siêu thị, công sở, bệnh viện, v.v..., còn máy nâng thường lắp đặt trong các giếng khai thác mỏ hầm lò, trong các nhà máy sàng tuyển quặng.

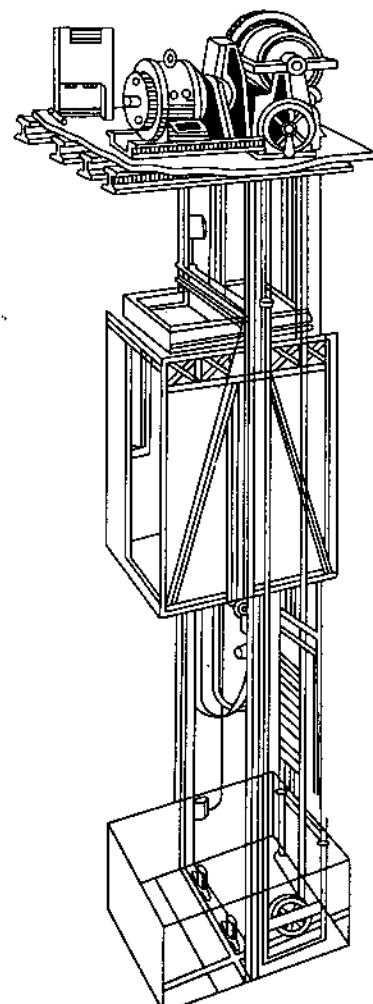
Phụ tải của thang máy thay đổi trong một phạm vi rất rộng, nó phụ thuộc vào lượng hành khách đi lại trong một ngày đêm và hướng vận chuyển hành khách. Ví dụ như thang máy lắp đặt trong nhà hành chính, buổi sáng đầu giờ làm việc, hành khách đi nhiều nhất theo chiều nâng, còn buổi chiều, cuối giờ làm việc sẽ là lượng hành khách nhiều nhất đi theo chiều xuống. Bởi vậy, khi thiết kế thang máy, phải tính cho phụ tải "xung" cực đại.

Lưu lượng khách đi thang máy trong thời điểm cao nhất được tính trong thời gian 5 phút, được tính theo biểu thức sau :

$$Q_5 = \frac{A(N-a)i}{N \cdot 100} \quad (3.19)$$

Trong đó :

A - tổng số người làm việc trong ngôi nhà ;



Hình 3.25. Dáng tổng thể của thang máy.

- N - số tầng của ngôi nhà ;
 a - số tầng mà người làm việc không sử dụng thang máy (thường lấy $a = 2$) ;
 $\frac{i}{100}$ - chỉ số cường độ vận chuyển hành khách, đặc trưng cho số lượng khách (biểu diễn dưới dạng %) khi đi lên hoặc xuống trong thời gian 5'.

Đại lượng Q_5 phụ thuộc vào tính chất của ngôi nhà mà thang máy phục vụ : đối với nhà chung cư $Q_5\% = (4 \div 6)\%$; khách sạn $Q_5\% = (7 \div 10)\%$; công sở $Q_5\% = (12 \div 20)\%$; của giảng đường các trường đại học $Q_5\% = (20 \div 35)\%$.

Năng suất của thang máy chính là số lượng hành khách mà thang máy vận chuyển theo một hướng trên một đơn vị thời gian và được tính theo biểu thức sau :

$$P = \frac{3600E}{\frac{2H}{v} + \Sigma t_n} \quad (3.20)$$

Trong đó : P - là năng suất của thang máy tính cho 1 giờ ;

E - trọng tải định mức của thang máy (số lượng người đi được cho 1 lần vận chuyển của thang máy) ;
 γ - hệ số lấp đầy phụ tải của thang máy ;

H - chiều cao nâng (hạ), m ;

v - tốc độ di chuyển của buồng thang, m/s ;

Σt_n - tổng thời gian khi thang máy dừng ở mỗi tầng (thời gian đóng, mở cửa buồng thang, cửa tầng, thời gian ra, vào của hành khách) và thời gian tăng, giảm tốc của buồng thang ;

$$\Sigma t_n = (t_1 + t_2 + t_3)(m_d + 1) + t_4 + t_5 + t_6 \quad (3.21)$$

Trong đó : t_1 - thời gian tăng tốc ;

t_2 - thời gian giảm tốc ;

t_3 - thời gian mở, đóng cửa ;

t_4 - thời gian đi vào của một hành khách ;

t_5 - thời gian đi ra của một hành khách ;

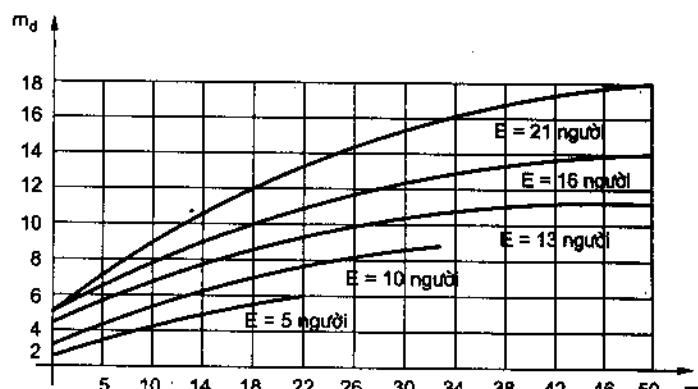
t_6 - thời gian khi buồng thang chờ khách đến chậm ;

m_d - số lần dừng của buồng thang (tính theo xác suất).

Số lần dừng m_d (tính theo xác suất có thể xác định dựa trên đồ thị hình 3.26).

Theo biểu thức (3.20) ta thấy rằng năng suất của thang máy tỷ lệ thuận với trọng tải của buồng thang E và tỷ lệ nghịch với Σt_n , đặc biệt là đối với thang máy có trọng tải lớn.

Còn hệ số lấp đầy γ phụ thuộc chủ yếu vào cường độ vận chuyển hành khách thường lấy bằng : $\gamma = (0,6 + 0,8)$.



Hình 3.26. Đồ thị xác định số lần dùng (tính theo xác suất) của buồng thang.

m_d - số lần dùng; m_t - số tầng ;
E - số người trong buồng thang.

3.3.2. Trang thiết bị của thang máy

Mặc dù thang máy và máy nâng có kết cấu đa dạng nhưng trang thiết bị chính của thang máy (hoặc máy nâng) gồm có : buồng thang, tời nâng, cáp treo buồng thang, đối trọng, động cơ truyền động, phanh hãm điện từ và các thiết bị điều khiển.

Tất cả các thiết bị của thang máy được bố trí trong giếng buồng thang (khoảng không gian từ trần của tầng cao nhất đến mức sâu của tầng 1), trong buồng máy (trên trần của tầng cao nhất) và hố buồng thang (dưới mức sàn tầng 1). Bố trí các thiết bị của một thang máy được biểu diễn trên hình 3.27.

Các thiết bị thang máy gồm : 1. Động cơ điện ; 2. Puli ; 3. Cáp treo ; 4. Bộ phận hạn chế tốc độ ; 5. Buồng thang ; 6. Thanh dẫn hướng ; 7. Hệ thống đối trọng ; 8. Trụ cố định ; 9. Puli dẫn hướng ; 10. Cáp liên động ; 11. Cáp cấp điện ; 12. Động cơ đóng, mở cửa buồng thang.

a) Thiết bị lắp trong buồng máy

+ Cơ cấu nâng

Trong buồng máy lắp hệ thống tời nâng - hạ buồng thang (cơ cấu nâng) 1 (trên hình 3.27) tạo ra lực kéo chuyển động buồng thang và đối trọng.

Cơ cấu nâng gồm có các bộ phận sau : bộ phận kéo cáp (puli hoặc tang quấn cáp), hộp giảm tốc, phanh hãm điện từ và động cơ truyền động. Tất cả các bộ phận trên được lắp trên tấm đế bằng thép. Trong thang máy thường dùng hai cơ cấu nâng (hình 3.28) :

- Cơ cấu nâng có hộp tốc độ (hình 3.28a).
- Cơ cấu nâng không dùng hộp tốc độ (3.28b).

Cơ cấu nâng không có hộp tốc độ thường được sử dụng trong các thang máy tốc độ cao.

+ Tủ điện : trong tủ điện lắp ráp cầu dao tổng, cầu chi các loại, công tắc tơ và các loại role trung gian.

+ Puli dẫn hướng 2 (hình 3.27).

+ Bộ phận hạn chế tốc độ 4 (hình 3.27) làm việc phối hợp với phanh bảo hiểm bằng cáp liên động 10 để hạn chế tốc độ di chuyển của buồng thang.

b) Thiết bị lắp trong giếng thang máy

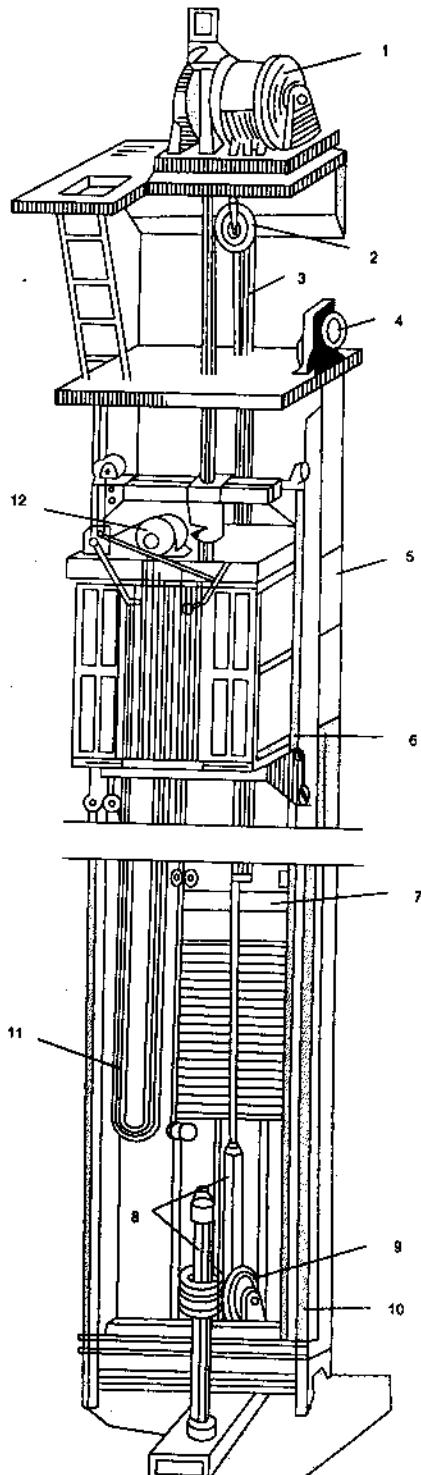
+ Buồng thang : Trong quá trình làm việc, buồng thang 5 (hình 3.27) di chuyển trong giếng thang máy dọc theo các thanh dẫn hướng 6 (hình 3.27). Trên nóc buồng thang có lắp đặt phanh bảo hiểm, động cơ truyền động đóng - mở cửa buồng thang 12 (hình 3.27). Trong buồng thang lắp đặt hệ thống nút bấm điều khiển, hệ thống đèn báo, đèn chiếu sáng buồng thang, công tắc liên động với sàn của buồng thang và điện thoại liên lạc với bên ngoài trong trường hợp thang máy mất điện. Cung cấp điện cho buồng thang bằng dây cáp mềm 11 (hình 3.27).

+ Hệ thống cáp treo 3 (hình 3.27) là hệ thống cáp hai nhánh một đầu nối với buồng thang và đầu còn lại nối với đối trọng 7 cùng với puli dẫn hướng 9.

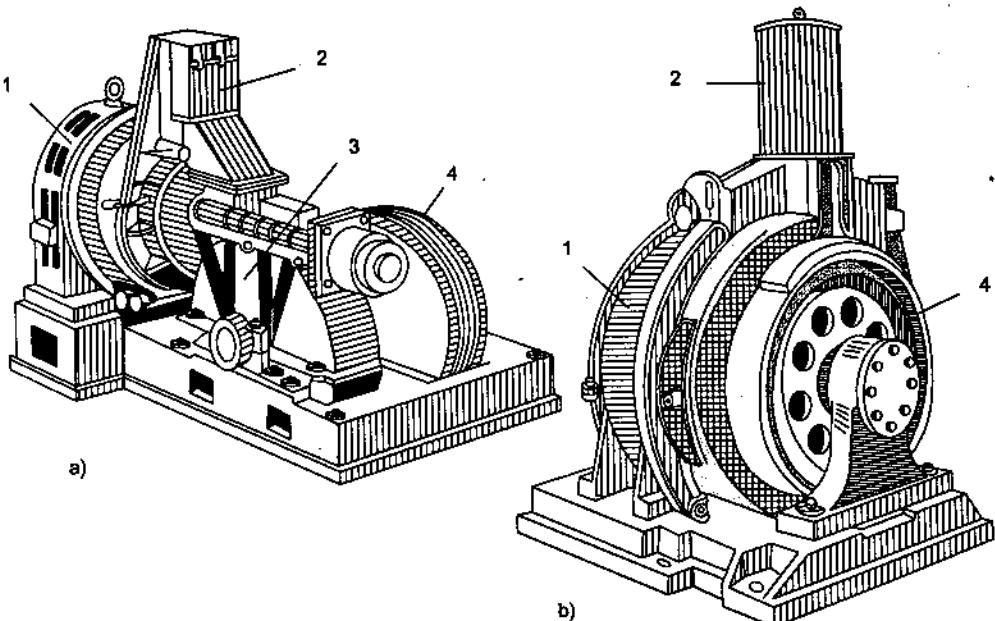
+ Trong giếng của thang máy còn lắp đặt các bộ cảm biến vị trí dùng để chuyển đổi tốc độ động cơ, dừng buồng thang ở mỗi tầng và hạn chế hành trình nâng - hạ của thang máy.

c) Thiết bị lắp đặt trong hố giếng thang máy

Trong hố giếng thang máy lắp đặt hệ thống giảm xóc 8 (hình 3.27) là hệ thống giảm xóc dùng lò xo và giảm xóc thủy lực tránh sự va đập của buồng thang và đối trọng xuống sàn của giếng thang máy trong trường hợp công tắc hành trình hạn chế hành trình di chuyển xuống bị sự cố (không hoạt động).



Hình 3.27. Sơ đồ bố trí các thiết bị của thang máy.



Hình 3.28. Cơ cấu nâng.

- a) Cơ cấu nâng có hộp tốc độ ; b) Cơ cấu nâng không có hộp tốc độ.
 1. Động cơ truyền động ; 2. Phanh hám điện từ ; 3. Hộp tốc độ ;
 4. Bộ phận kéo cáp (puli hoặc tang nâng).

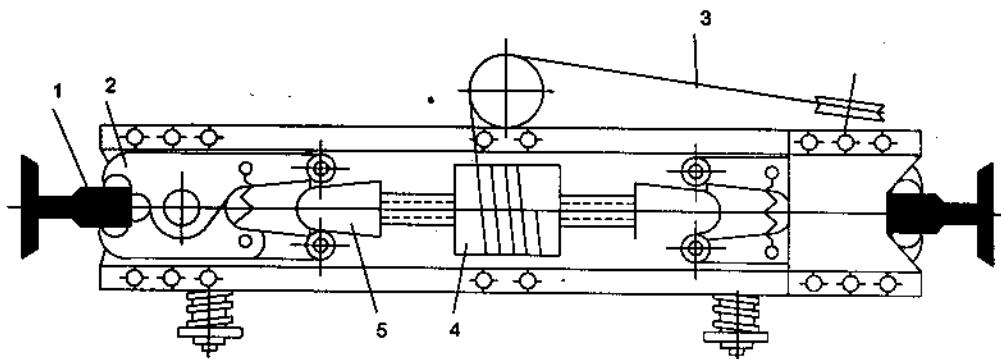
3.3.3. Các thiết bị chuyên dùng trong thang máy

a) *Phanh hám điện từ* : Về kết cấu, cấu tạo, nguyên lý hoạt động giống như phanh hám điện từ dùng trong các cơ cấu của cầu trục.

b) *Phanh bảo hiểm* (có một số tên gọi khác như : phanh dù hoặc cơ cấu tổ đớp). Chức năng của phanh bảo hiểm là hạn chế tốc độ di chuyển của buồng thang vượt quá giới hạn cho phép và giữ chặt buồng thang tại chỗ bằng cách ép vào hai thanh dẫn hướng trong trường hợp bị đứt cáp treo. Về kết cấu và cấu tạo, phanh bảo hiểm có ba loại :

- Phanh bảo hiểm kiểu nêm dùng để hám khẩn cấp.
- Phanh bảo hiểm kiểu kìm (hình 3.29) dùng để hám êm.
- Phanh bảo hiểm kiểu lệch tâm dùng để hám khẩn cấp.

Phanh bảo hiểm lắp đặt trên nóc của buồng thang, hai gọng kìm 2 trượt dọc theo hai thanh dẫn hướng 1. Nằm giữa hai cánh tay đầu của gọng kìm có nêm 5 gắn chặt với hệ truyền lực trực vít và tang - bánh vít 4. Hệ truyền lực bánh vít - trực vít có hai dạng ren : bên phải là ren phải, còn phần bên trái là ren trái. Khi tốc độ của buồng thang thấp hơn trị số giới hạn tối đa cho phép, nêm 5 ở hai đầu của trực vít ở vị trí xa nhất so với tang - bánh vít 4, làm cho hai gọng kìm 2 trượt bình thường dọc theo thanh dẫn hướng 1. Trong trường hợp tốc độ của buồng thang vượt quá giới hạn cho phép,



Hình 3.29. Phanh bảo hiểm kiểu kìm.

1. Thanh dẫn hướng ; 2. Gọng kìm ; 3. Dây cáp liên động cơ với bộ hạn chế tốc độ ;
4. Tang - bánh vít ; 5. Nêm.

tang - bánh vít 4 sẽ quay theo chiều để kéo dài hai đầu nêm 5 về phía mình, làm cho hai gọng kìm 2 ép chặt vào thanh dẫn hướng, kết quả sẽ hạn chế được tốc độ di chuyển của buồng thang và trong trường hợp bị đứt cáp treo, sẽ giữ chặt buồng thang vào hai thanh dẫn hướng.

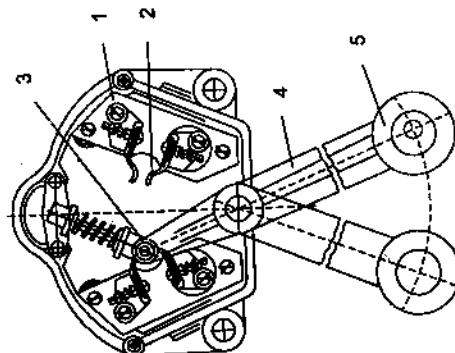
c) Cảm biến vị trí

Trong thang máy và máy nâng, các bộ cảm biến vị trí dùng để :

- Phát lệnh dừng buồng thang ở mỗi tầng.
- Chuyển đổi tốc độ động cơ truyền động từ tốc độ cao sang tốc độ thấp khi buồng thang đến gần tầng cần dừng, để nâng cao độ dừng chính xác của buồng thang.
- Xác định vị trí của buồng thang.

Hiện nay, trong sơ đồ không chế thang máy và máy nâng thường dùng ba loại cảm biến vị trí :

- + Cảm biến vị trí kiểu cơ khí (công tắc chuyển đổi tầng) (hình 3.30).



Hình 3.30. Cảm biến vị trí kiểu cơ khí.

1. Tấm cách điện ; 2. Tiếp điểm tĩnh ; 3. Tiếp điểm động ; 4. Càn gạt ; 5. Vòng đệm cao-su.

Cảm biến vị trí kiểu cơ khí là một loại công tắc ba vị trí. Khi buồng thang di chuyển đi lên, dưới tác dụng của van gạt (lắp ở mỗi tầng) sẽ gạt tay gạt sang bên phải, cắp tiếp điểm 2 bên trái kín, khi buồng thang di chuyển theo chiều đi xuống, vị trí tay gạt ở bên trái, cắp tiếp điểm 2 ở bên phải kín, còn khi buồng thang dừng đúng vị trí của mỗi tầng, tay gạt nằm ở vị trí giữa, cả hai cắp tiếp điểm 2 đều mở.

Ưu điểm : Có kết cấu đơn giản, thực hiện đủ ba chức năng của bộ cảm biến vị trí.

Nhược điểm :

- Tuổi thọ làm việc không cao, đặc biệt là đối với thang máy tốc độ cao.

- Gây tiếng ồn lớn, gây nhiễu cho các thiết bị vô tuyến.

- + Cảm biến vị trí kiểu cảm ứng (hình 3.31).

Đối với thang

máy tốc độ cao, nếu dùng bộ cảm biến kiểu cơ khí, làm giảm độ tin cậy trong quá trình làm việc. Bởi vậy trong các sơ đồ khống chế thang máy tốc độ cao thường dùng các bộ cảm biến không tiếp điểm : kiểu cảm ứng, kiểu điện dung và kiểu quang điện.

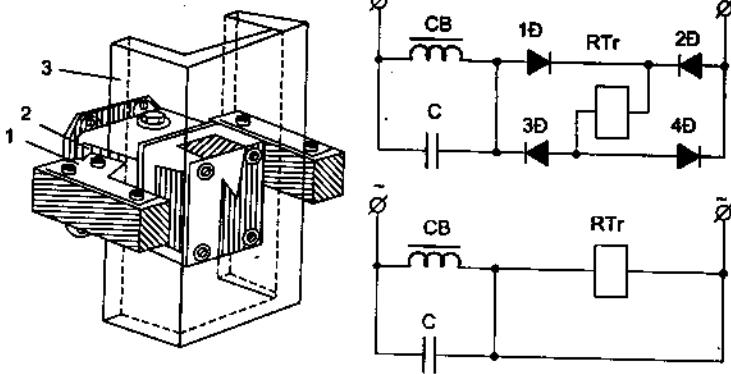
Nguyên lý làm việc của cảm biến kiểu cảm ứng vị trí dựa trên sự thay đổi trị số điện cảm (L) của cuộn dây có mạch từ khi mạch từ kín và mạch từ mở.

Cấu tạo của bộ cảm biến vị trí kiểu cảm ứng (hình 3.31a) gồm mạch từ 1, cuộn dây 2. Khi mạch từ mở, điện trở của bộ cảm biến bằng điện trở thuần của cuộn dây, còn khi mạch từ bị che kín bằng thanh thép chữ U(3), điện trở của cảm biến sẽ tăng đột biến do thành phần điện cảm (L) của cuộn dây tăng.

Sơ đồ nguyên lý của bộ cảm biến kiểu cảm ứng được giới thiệu trên hình 3.31a. Bộ cảm biến có thể đấu nối tiếp với role trung gian RTr một chiều hoặc role trung gian xoay chiều. Khi mạch từ mở, do điện trở của cảm biến rất nhỏ, role trung gian RTr tác động, còn khi mạch từ kín, do điện trở của cảm biến rất lớn, role trung gian RTr không tác động. Để nâng cao độ tin cậy làm việc của role trung gian, đấu tụ C song song với cuộn dây của bộ cảm biến. Trị số điện dung của tụ C được chọn sao cho khi thanh sắt 3 che kín mạch từ của bộ cảm biến sẽ tạo được chế độ cộng hưởng dòng. Thông thường bộ cảm biến CB được lắp ở thành giếng của thang máy, thanh sắt động lắp ở buồng thang.

- + Cảm biến vị trí kiểu quang điện (hình 3.32)

Bộ cảm biến vị trí dùng hai phần tử quang điện, cấu tạo của nó được giới thiệu trên hình 3.32a. Cấu tạo của nó gồm khung gá chữ U (thường làm bằng vật liệu không kim loại). Trên khung cách điện gá lắp hai phần tử quang điện 2 đối diện nhau : một phần tử phát quang (diot phát quang DF) và một phần tử thu quang (transito quang). Để nâng cao độ tin cậy của bộ



Hình 3.31. Cảm biến vị trí kiểu cảm ứng.

a) Cấu tạo của cảm biến ; b) Sơ đồ nguyên tố của bộ cảm biến.

1. Mạch từ ; 2. Cuộn dây ; 3. Tấm sắt chữ TS.

cảm biến không bị ảnh hưởng độ sáng của môi trường thường dùng phần tử phát quang và thu quang hồng ngoại. Thanh gạt 3 di chuyển giữa khe hở của khung gá các phần tử quang điện.

Sơ đồ nguyên lý của bộ cảm biến kiểu quang điện giới thiệu trên hình 3.32b.

Nguyên lý làm việc của bộ cảm biến kiểu quang điện như sau : Khi buồng thang chưa đến đúng tầng, ánh sáng chưa bị che khuất, transito quang TT thông, transito T1 khóa và transito T2 thông, role trung gian RTr tác động, còn khi buồng thang đến đúng tầng, ánh sáng bị che khuất, TT khóa, T1 thông, T2 khóa, role trung gian RTr không tác động.

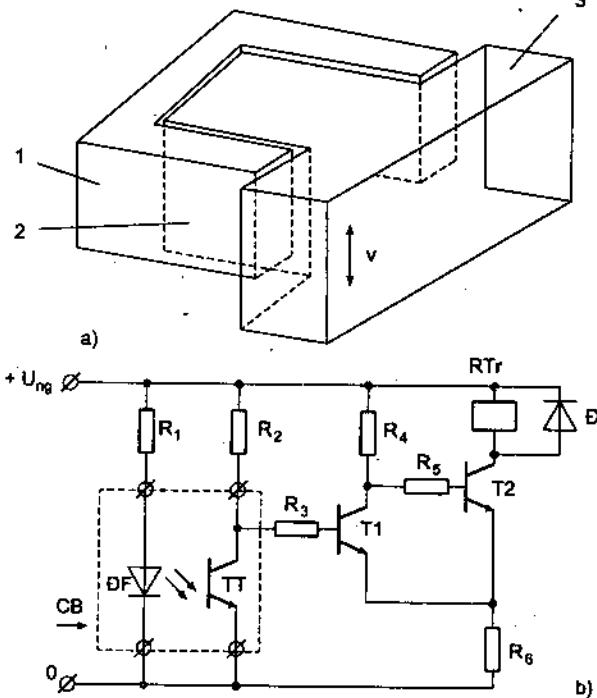
3.3.4. Đặc tính và thông số của thang máy và máy nâng

Tùy thuộc vào tính chất, chức năng của thang máy và máy nâng, có thể phân thành các nhóm chính sau :

- Thang máy chở khách kèm theo hành lý hoặc chuyên chở các vật gia dụng trong các nhà cao tầng, công sở, siêu thị và trong các trường học.
- Thang máy dùng trong bệnh viện, dùng chuyên chở bệnh nhân trên băng-ca có nhân viên y tế đi kèm.
- Máy nâng trọng tải bé (dưới 160kg) dùng trong thư viện, trong các nhà hàng ăn uống để vận chuyển sách, hoặc thực phẩm.
- Máy nâng trọng tải lớn dùng trong công nghiệp để chuyên chở thiết bị, máy móc, vật liệu, quặng, v.v...

+ Trọng tải của thang máy và máy nâng được thiết kế theo các trị số định mức sau :

- Máy nâng trọng tải bé : 100 và 160kg.
- Máy nâng trọng tải lớn : 500 ; 750 ; 1000 ; 1500 ; 2000 ; 3000 và 5000kg.
- Thang máy chở khách : 350 ; 500 và 1000kg.
- Thang máy dùng trong các bệnh viện : 500kg.



Hình 3.32. Cảm biến vị trí kiểu quang điện.

+ Tốc độ của thang máy và máy nâng tùy thuộc vào vị trí và mục đích sử dụng được thiết kế trong khoảng $v = (0,1 + 5)m/s$.

Trị số tốc độ di chuyển của buồng thang (của thang máy) tùy thuộc vào từng nhóm, được thiết kế theo các trị số định mức sau :

- Máy nâng trọng tải bé : 0,25 và 0,5m/s.
- Máy nâng trọng tải lớn : 0,1 ; 0,25 ; 0,5 ; 1,0 và 1,5m/s.
- Thang máy chở khách: 0,5 ; 0,75 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,5 ; 3,5 và 5m/s.
- Thang máy dùng trong các bệnh viện : 0,5m/s.

Thang máy và máy nâng tùy thuộc vào tốc độ di chuyển của buồng thang được phân ra các loại sau :

- Thang máy tốc độ thấp : $v \leq 0,5m/s$
- Thang máy tốc độ trung bình : $0,75 < v < 1,5m/s$ thường dùng cho các nhà có số tầng từ (6 + 12) tầng.
- Thang máy tốc độ cao : $2,5 < v < 3,5m/s$ thường dùng cho các nhà có số tầng $m_t > 16$.
- Thang máy tốc độ rất cao (siêu tốc) $v = 5m/s$ thường dùng cho các tòa tháp cao tầng.

3.3.5. Tính chọn công suất động cơ truyền động thang máy và máy nâng

Để xác định được công suất động cơ truyền động di chuyển buồng thang (của thang máy) cần phải có các điều kiện và thông số sau :

- Sơ đồ động học của cơ cấu nâng của thang máy.
- Trị số tốc độ và giới hạn cho phép.
- Trọng tải của thang máy
- Khối lượng của buồng thang và đối trọng (nếu có).
- Chế độ làm việc của thang máy

Tính chọn công suất động cơ thực hiện theo các bước sau :

- Chọn sơ bộ công suất động cơ dựa trên công suất cản tĩnh.
- Xây dựng biểu đồ phụ tải toàn phần có tính đến phụ tải trong chế độ quá độ.

- Kiểm tra công suất động cơ đã chọn theo điều kiện phát nhiệt (theo phương pháp dòng điện đẳng trị hoặc mômen đẳng trị).

Công suất cản tĩnh của động cơ khi nâng tải không dùng đối trọng được tính theo biểu thức sau :

$$P_c = \frac{(G + G_{bt}).v.g}{\eta} \cdot 10^{-3} \quad [kW] \quad (3.22)$$

Trong đó : G - khối lượng của hàng hóa, kg ;

G_{bt} - khối lượng của buồng thang, kg ;

v - tốc độ nâng hàng, m/s ;

η - hiệu suất của cơ cầu nâng (thường lấy bằng η = 0,5 + 0,8) ;

g - gia tốc trọng trường, m/s².

Khi có đối trọng, công suất cần tính khi nâng tải của động cơ được tính theo biểu thức :

$$P_{cn} = [(G + G_{bt}) \frac{1}{\eta} + G_{dt} \cdot \eta] \cdot v \cdot k \cdot g \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (3.23)$$

và khi hạ tải :

$$P_{ch} = [(G + G_{bt})\eta + G_{dt} \cdot \frac{1}{\eta}] \cdot v \cdot k \cdot g \cdot 10^{-3} \quad [\text{kW}] \quad (3.24)$$

Trong đó : P_{cn} - công suất cần tính của động cơ khi nâng có dùng đối trọng, kW ;

P_{ch} - công suất cần tính của động cơ khi hạ có dùng đối trọng, kW ;

k - hệ số có tính đến ma sát trong các thanh dẫn hướng của buồng thang và đối trọng (thường chọn k = 1,15÷1,3) ;

G_{dt} - khối lượng của đối trọng, kg.

Khi tính chọn khối lượng của đối trọng G_{dt}, làm sao cho khối lượng của nó cân bằng được với khối lượng của buồng thang G_{bt} và một phần khối lượng của hàng hóa G. Khối lượng của đối trọng được tính theo biểu thức sau :

$$G_{dt} = G_{bt} + \alpha G \quad [\text{kg}] \quad (3.25)$$

Trong đó : α - hệ số cân bằng, trị số của nó thường lấy bằng α = 0,3÷0,6.

Phần lớn các thang máy chở khách chỉ vận hành đầy tải trong những giờ cao điểm, thời gian còn lại luôn làm việc non tải nên α thường lấy bằng : α = 0,35 + 0,4.

Đối với thang máy chở hàng, khi nâng thường làm việc đầy tải, còn khi hạ thường không tải (G = 0) nên chọn α = 0,5.

Dựa trên hai biểu thức (3.23) và (3.24) có thể xây dựng biểu đồ phụ tải (đơn giản hóa) của động cơ truyền động và chọn sơ bộ công suất động cơ trong các sổ tay tra cứu.

Để xây dựng biểu đồ phụ tải toàn phần (biểu đồ phụ tải chính xác) cần phải tính đến thời gian tăng tốc, thời gian hâm của hệ truyền động, thời gian đóng, mở cửa buồng thang và cửa tầng, số lần dừng của buồng thang,

thời gian ra, vào buồng thang của hành khách trong thời gian cao điểm. Thời gian ra vào của hành khách thường lấy bằng 1s cho một hành khách. Số lần dừng của buồng thang (tính theo xác suất) m_d được tính chọn dựa trên các đường cong trên hình 3.26.

Mặt khác khi tiến hành xây dựng biểu đồ phụ tải toàn phần cũng cần phải tính đến một số yếu tố khác phụ thuộc vào chế độ vận hành và điều kiện khai thác thang máy như : thời gian chờ khách, thời gian thang máy làm việc với tốc độ thấp khi đến gần tầng càn dừng, v.v...

Khi tính chọn chính xác công suất động cơ truyền động thang máy cần phải phân biệt hai chế độ của tải trọng: tải trọng đồng đều (hầu như không đổi) và tải trọng biến đổi.

Phương pháp tính chọn công suất động cơ với chế độ tải trọng đồng đều thực hiện theo các bước sau :

1) Tính lực kéo của cáp đặt lên vành bánh ngoài của puli kéo cáp trong cơ cấu nâng, khi buồng thang chất đầy tải đứng ở tầng 1 và các lần dừng theo dự kiến.

$$F = (G + G_{bt} - G_{dt} \cdot k_1 \Delta G_1)g \quad [N] \quad (3.26)$$

Trong đó : k_1 - số lần dừng theo dự kiến của buồng thang ;

ΔG_1 - độ thay đổi của tải trọng sau mỗi lần dừng, kg

thường lấy bằng $\Delta G_1 = \frac{G}{k_d}$; trong đó k_d - số lần dừng buồng thang (theo dự kiến) được xác định trên các đường cong hình 3.26.

2) Tính mô men theo lực kéo

$$M = \begin{cases} \frac{F \cdot R}{i \eta} & [N.m] \quad \text{với } F > 0 \\ \frac{F \cdot R}{i} \eta & [N.m] \quad \text{với } F < 0 \end{cases} \quad (3.27)$$

Trong đó : R - bán kính của puli kéo cáp, m ;

i - tỷ số truyền của cơ cấu nâng ;

η - hiệu suất của cơ cấu nâng.

3) Tính tổng thời gian hành trình nâng và hạ của buồng thang bao gồm : Thời gian buồng thang di chuyển với tốc độ ổn định, thời gian tăng tốc, thời gian hãm và thời gian phụ khác (thời gian đóng, mở cửa, thời gian ra, vào buồng thang của hành khách).

4) Dựa trên kết quả của các bước tính toán trên, tính mômen đằng trị và tính chọn công suất của động cơ đảm bảo thỏa mãn điều kiện $M \geq M_{atr}$.

5) Xây dựng biểu đồ phụ tải toàn phần của hệ truyền động có tính đến quá trình quá độ, tiến hành kiểm nghiệm động cơ theo dòng điện đẳng trị.

Đối với chế độ phu tải không đồng đều (biến đổi), các bước tính chọn công suất động cơ truyền động tiến hành theo các bước nêu trên. Nhưng để tính lực kéo đặt lên puli kéo cáp phải có biểu đồ thay đổi của tải trọng theo từng tầng một khi buồng thang di chuyển lên và xuống.

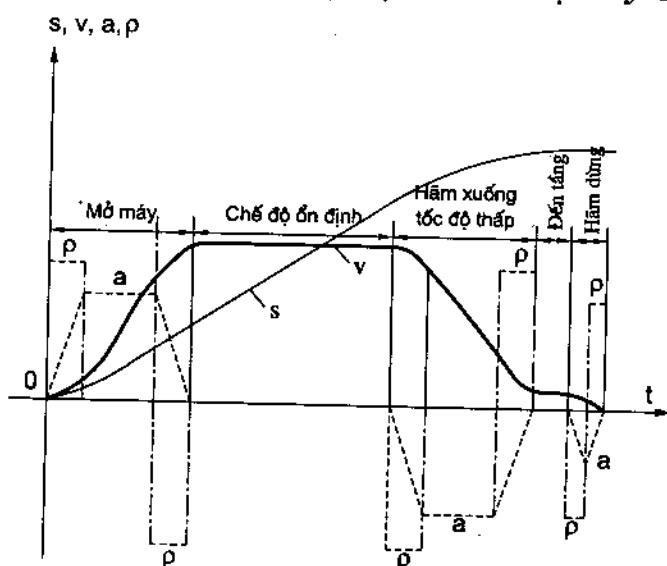
3.3.6. Ảnh hưởng của tốc độ, gia tốc và độ giật đối với hệ truyền động thang máy

Một trong những yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động thang máy là phải đảm bảo cho buồng thang di chuyển êm. Buồng thang di chuyển êm hay không, phụ thuộc chủ yếu vào trị số gia tốc của buồng thang khi mở máy và hâm dừng. Những tham số chính đặc trưng cho chế độ làm việc của thang máy là : tốc độ di chuyển buồng thang v [m/s], gia tốc a [m/s²] và độ giật ρ [m/s³].

Trên hình 3.33 biểu diễn các đường cong : quãng đường đi của thang máy S, tốc độ v, gia tốc a và độ giật theo hàm thời gian t.

Từ biểu thức (3.20) ta rút ra nhận xét rằng : trị số tốc độ di chuyển buồng thang quyết định năng suất của thang máy, trị số tốc độ di chuyển đặc biệt có ý nghĩa quan trọng đối với thang máy trong các nhà cao tầng. Những thang máy tốc độ cao ($v > 3,5\text{m/s}$) phù hợp với chiều cao nâng lớn, số lầu dừng (m_d) ít. Trong trường hợp này thời gian khi tăng tốc và giảm tốc rất nhỏ so với thời gian di chuyển của buồng thang với tốc độ cao, trị số tốc độ trung bình của thang máy gần đạt bằng tốc độ định mức của thang máy.

Mặt khác, cần phải nhớ rằng, trị số tốc độ di chuyển của buồng thang tỷ lệ thuận với giá thành của thang máy. Nếu tăng tốc độ của thang máy từ $v = 0,75\text{m/s}$ lên $v = 3,5\text{m/s}$, giá thành của thang máy tăng lên (4 + 5) lần. Bởi vậy tùy thuộc vào độ cao của nhà mà thang máy phục vụ để chọn trị số di chuyển của thang máy phù hợp với tốc độ tối ưu, đáp ứng đầy đủ các chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật.



Hình 3.33. Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của quãng đường S, tốc độ v, gia tốc a, và độ giật ρ theo thời gian.

Trị số tốc độ di chuyển trung bình của thang máy có thể tăng bằng cách giảm thời gian tăng tốc và giảm tốc của hệ truyền động thang máy, có nghĩa là tăng gia tốc. Nhưng khi buồng thang di chuyển với gia tốc quá lớn sẽ gây ra cảm giác khó chịu cho hành khách (chóng mặt, cảm giác sợ hãi và nghẹt thở v.v...). Bởi vậy, trị số gia tốc được chọn tối ưu là $a \leq 2\text{m/s}^2$.

Một đại lượng khác quyết định sự di chuyển êm của buồng thang là tốc độ tăng của gia tốc khi mở máy và tốc độ giảm của gia tốc khi hãm máy. Nói cách khác đó là độ giật ρ (đạo hàm bậc nhất của gia tốc $\rho = \frac{da}{dt} = \frac{d^2v}{dt^2} = \frac{d^3S}{dt^3}$). Khi gia tốc $a < 2\text{m/s}^2$, trị số độ giật tốc độ tối ưu là $\rho < 20\text{m/s}^3$.

Biểu đồ làm việc tối ưu của thang máy với tốc độ trung bình và tốc độ cao được biểu diễn trên hình 3.33. Biểu đồ này có thể phân thành 5 giai đoạn theo tính chất thay đổi tốc độ di chuyển buồng thang : tăng tốc, di chuyển với tốc độ ổn định, hãm xuống tốc độ thấp, buồng thang đến tầng và hãm dừng.

Biểu đồ tối ưu (hình 3.33) sẽ đạt được nếu dùng hệ truyền động một chiều hoặc dùng hệ biến tần - động cơ xoay chiều. Nếu dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hai cấp tốc độ, biểu đồ làm việc đạt gần với biểu đồ tối ưu như hình 3.33.

Đối với thang máy tốc độ chậm, biểu đồ làm việc chỉ có ba giai đoạn : thời gian tăng tốc (mở máy), di chuyển với tốc độ ổn định và hãm dừng.

3.3.7. Dùng chính xác buồng thang

Buồng thang của thang máy cần phải dùng chính xác so với mặt bằng của sàn tầng cần đến sau khi hãm dừng.

Nếu buồng thang dừng không chính xác sẽ gây ra các hiện tượng bất lợi sau :

- Đối với thang máy chở khách, làm cho hành khách ra vào buồng thang khó khăn hơn, tăng thời gian ra, vào dẫn đến giảm năng suất của thang máy.

- Đối với thang máy chở hàng gây khó khăn trong việc bốc xếp và dỡ hàng hóa. Trong một số trường hợp không thực hiện được việc bốc xếp, dỡ hàng hóa.

Để khắc phục hậu quả đó, có thể ấn nhấp các nút bấm đến tầng (DT) lắp trong buồng thang để đạt độ chính xác dừng buồng thang theo yêu cầu, nhưng nó sẽ dẫn đến các vấn đề không lợi sau :

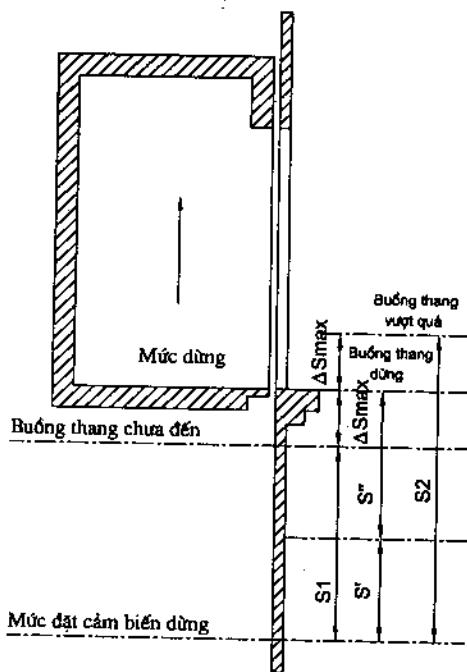
- Hỏng các thiết bị điều khiển.

- Gây tổn thất năng lượng trong hệ truyền động, nếu dùng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc truyền động thang máy sẽ dẫn đến gây ra sự phát nóng của động cơ quá giới hạn cho phép.

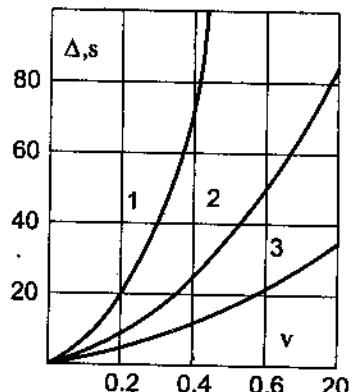
- Gây hỏng hóc các thiết bị cơ khí của thang máy.

- Tăng thời gian từ lúc phanh hãm tác động cho đến khi buồng thang dừng hẳn.

Dộ dừng chính xác của buồng thang được đánh giá bằng đại lượng ΔS (hình 3.34).



a).



b)

Hình 3.34. a) Sơ đồ xác định độ chính xác khi dừng buồng thang ; b) Sự phụ thuộc của độ dừng chính xác ΔS của buồng thang vào trị số tốc độ và gia tốc.

Đường 1 - $a_{\max} = 1 \text{ m/s}^2$; đường 2 - $a_{\max} = 2 \text{ m/s}^2$; đường 3 - $a_{\max} = 3 \text{ m/s}^2$.

ΔS là một nửa hiệu số của hai quãng đường của buồng thang trượt đi được từ khi phanh hãm điện từ tác động đến khi buồng thang dừng hẳn khi có tải và không có tải theo cùng một hướng di chuyển của buồng thang. Các yếu tố ảnh hưởng đến độ dừng chính xác của buồng thang gồm : mômen do cơ cấu phanh hãm điện từ sinh ra, mômen quán tính của buồng thang và tải trọng, trị số tốc độ di chuyển buồng thang khi bắt đầu hãm dừng và một số yếu tố phụ khác.

Quá trình hãm dừng buồng thang xảy ra như sau : Khi buồng thang di gần đến sàn tầng cần dừng, sẽ tác động vào cảm biến vị trí (công tắc chuyển đổi tầng) ra lệnh dừng buồng thang. Các thiết bị chấp hành trong sơ đồ điều khiển thang máy (role, công tắc tờ) có thời gian tác động là Δt (quán tính điện tử của các phần tử chấp hành), trong quãng thời gian đó, buồng thang

đi được quãng đường S' cho đến khi phanh hãm điện từ tác động là :

$$S' = v_o \cdot \Delta t \quad [m] \quad (3.28)$$

Trong đó : v_o - trị số tốc độ di chuyển của buồng thang khi bắt đầu hãm, m/s.

Sau khi phanh hãm điện từ tác động (má phanh của phanh hãm điện từ ép chặt vào trục động cơ truyền động) là quá trình hãm dừng buồng thang. Trong thời gian này buồng thang đi được một quãng đường là S'' .

$$S'' = \frac{mv_o^2}{2(F_{ph} \pm F_c)} \quad [m] \quad (3.29)$$

Trong đó : m - là khối lượng tất cả các khâu chuyển động của thang máy, kg ;

F_{ph} - lực ép do cơ cấu phanh hãm điện từ sinh ra (N) ;

F_c - lực cản tĩnh do tải trọng gây ra (N).

Dấu (+) hoặc dấu (-) trong biểu thức (3.29) tùy thuộc vào chế độ làm việc buồng thang : Khi hãm (+), khi chuyển động (-).

Biểu thức (3.29) có thể viết dưới dạng khác như sau :

$$S'' = \frac{J\omega_o^2 \frac{D}{2}}{2i(M_{ph} \pm M_c)} \quad [m] \quad (3.30)$$

Trong đó : J - mômen quán tính quy đổi về trục động cơ truyền động, kgm^2 ;

M_{ph}, M_c - mômen do cơ cấu phanh hãm điện từ sinh ra và mômen cản tĩnh do tải trọng gây ra, N.m ;

ω_o - tốc độ góc của động cơ khi bắt đầu hãm dừng, rad/s ;

D - đường kính của puli kéo cáp, m ;

i - tỷ số truyền.

Quãng đường buồng thang đi được từ khi cảm biến vị trí ra lệnh dừng đến khi buồng thang dừng tại sàn tầng bằng :

$$S = S' + S'' = v_o \Delta t + \frac{J\omega_o^2 \frac{D}{2}}{2i(M_{ph} \pm M_c)} \quad [m] \quad (3.31)$$

Bộ cảm biến vị trí được đặt cách sàn tầng ở một khoảng cách nào đó để hiệu số của hai quãng đường của buồng thang đi được khi đầy tải và khi không tải chia đôi thành hai phần bằng nhau so với mức của sàn

tầng. Sai số lớn nhất (độ dừng không chính xác lớn nhất) được tính theo biểu thức sau :

$$\Delta S_{\max} = \frac{S_2 - S_1}{2} \quad [m] \quad (3.32)$$

Trong đó : S_1 - quãng đường trượt nhỏ nhất của buồng thang ;

S_2 - quãng đường trượt lớn nhất của buồng thang.

Phân tích biểu thức (3.31) ta rút ra kết luận : các thông số ảnh hưởng đến độ chính xác khi dừng buồng thang gồm :

- J mômen quán tính của các phần chuyển động của buồng thang.
- Δt quán tính điện từ của các phần tử chấp hành trong sơ đồ điều khiển của thang máy.
- M_{ph}, M_c mômen do cơ cấu phanh hãm điện từ sinh ra và tải trọng của thang máy.

Đối với một thang máy, ba thông số trên có thể coi như không đổi.

Một thông số quan trọng nhất ảnh hưởng đến độ chính xác dừng buồng thang là đại lượng v_o (tốc độ di chuyển của buồng thang khi bắt đầu hãm dừng). Để nâng cao độ chính xác dừng của buồng thang đối với thang máy tốc độ cao thực hiện bằng cách : khi buồng thang đi đến gần sàn tầng cần dừng, giảm tốc độ di chuyển của buồng thang khi bộ cảm biến vị trí cho lệnh dừng buồng thang. Để đánh giá độ chính xác dừng buồng thang ΔS phụ thuộc vào tốc độ v_o và gia tốc của buồng thang, có thể khảo sát theo các đường cong trên hình 3.34b. Đối với thang máy, độ không chính xác khi dừng buồng thang cho phép là $\Delta S_{\max} \leq \pm 20mm$.

3.3.8. Các hệ truyền động dùng trong thang máy và máy nâng

Khi thiết kế, tính chọn hệ truyền động cho thang máy và máy nâng phải dựa trên các yêu cầu chính sau :

- Độ dừng chính xác của buồng thang.
 - Tốc độ di chuyển của buồng thang.
 - Trị số gia tốc lớn nhất cho phép.
 - Phạm vi điều chỉnh tốc độ yêu cầu.
- + Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ (rôto lồng sóc và rôto dây quấn) được sử dụng để truyền động các loại thang máy và máy nâng có tốc độ thấp và trung bình.
- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc thường dùng trong thang máy tốc độ thấp và máy nâng có trọng tải nhỏ.
- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto dây quấn thường dùng cho các loại máy nâng trọng tải lớn, cho phép nâng cao chất

lượng của hệ thống truyền động khi tăng tốc và giảm tốc, nâng cao độ chính xác khi dừng.

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hai cấp tốc độ (có hai bộ dây quấn stato độc lập nối theo sơ đồ hình sao) thường dùng trong các thang máy tốc độ trung bình. Số đổi cực của dây quấn stato động cơ thường chọn là : $2p = 6 \rightarrow 2p = 24$ hoặc $2p = 4 \rightarrow 2p = 20$, tương ứng với tốc độ đồng bộ của động cơ bằng : $n_o = 1000/250$ vòng/phút hoặc 1500/300 vòng/phút.

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc được cấp nguồn từ bộ biến tần thường dùng trong các thang máy tốc độ cao (khi $v > 1,5$ m/s), cho phép hạn chế được gia tốc và độ giật trong giới hạn cho phép và đạt độ chính xác khi dừng rất cao ($\Delta S \leq \pm 5$ mm).

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ đồng bộ thường dùng trong các máy nâng tải trọng lớn (công suất động cơ truyền động lớn $P > 300$ kW) trong ngành khai thác mỏ.

- Hệ truyền động một chiều thường dùng cho các thang máy tốc độ cao ($v \geq 1,5$ m/s). Thường dùng hai hệ truyền động sau :

+ Hệ F-Đ có khuếch đại trung gian làm nguồn cấp cho cuộn kích từ của máy phát. (Khuếch đại trung gian có thể là máy điện khuếch đại hoặc khuếch đại từ).

- Hệ T-Đ, máy phát một chiều được thay thế bằng bộ chỉnh lưu dùng tiristo.

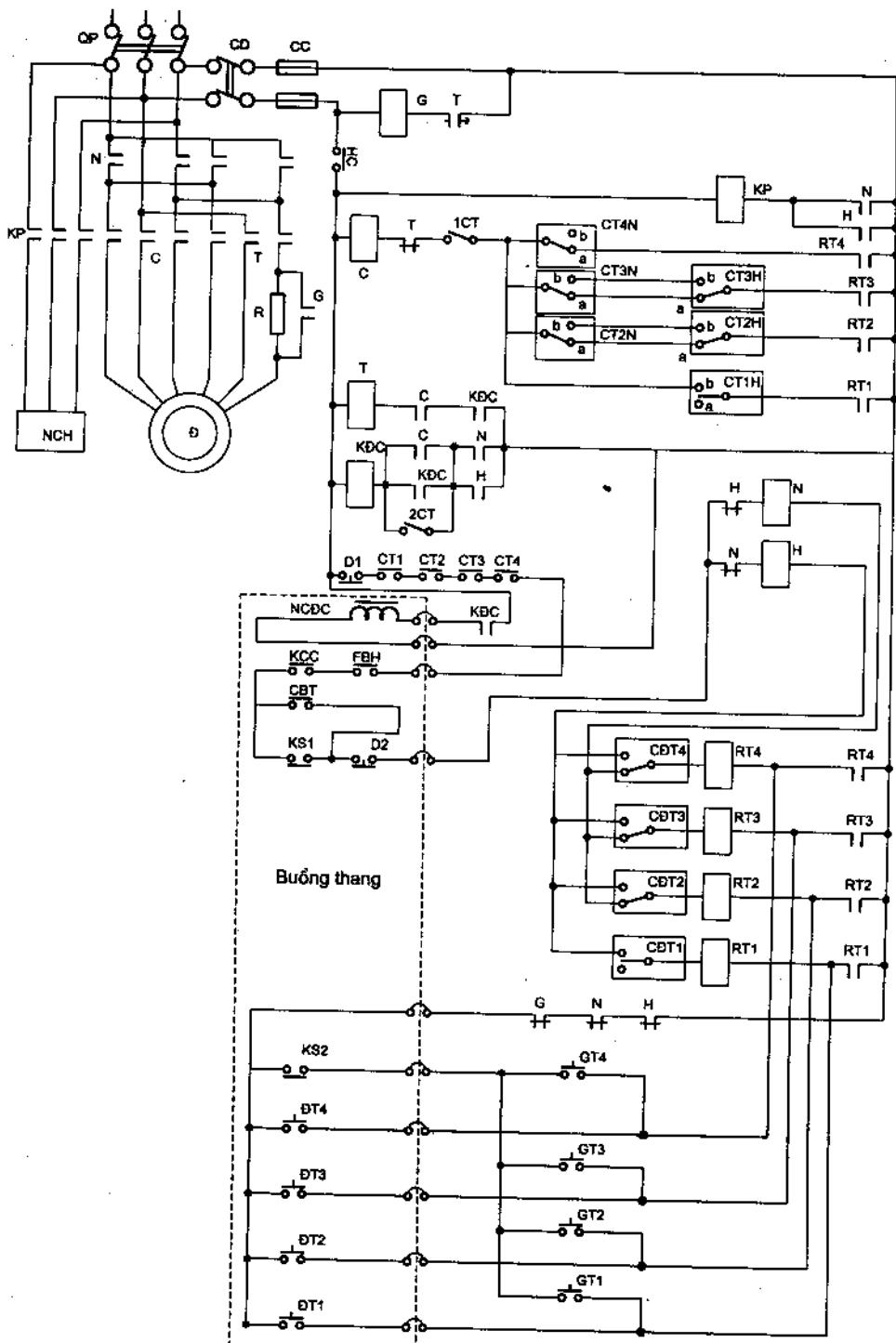
- Khi chọn động cơ truyền động thang máy và máy nâng phải dựa trên sơ đồ động học của cơ cấu nâng. Đối với thang máy và máy nâng khi dùng cơ cấu có hộp tốc độ, thường dùng loại động cơ xoay chiều kiểu A2, AO2 ; động cơ không đồng bộ có hệ số trượt cao kiểu AC, AOC ; động cơ hai cấp tốc độ và động cơ rôto dây quấn kiểu AK.

Đối với thang máy tốc độ cao ($v > 1,5$ m/s), khi dùng cơ cấu nâng không có hộp giảm tốc thường chọn loại động cơ tốc độ chậm. Các nhà máy chế tạo điện cơ đã chế tạo ra loại động cơ một chiều chuyên dụng cho thang máy với cấp công suất $P = (28 \div 40)$ kW và tốc độ quay định mức $n = 83$ vòng/phút.

3.3.9. Một số sơ đồ không chế thang máy điển hình

a) Sơ đồ không chế thang máy tốc độ trung bình dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hai cấp tốc độ (hình 3.35).

Đối với những thang máy có tốc độ di chuyển của buồng thang $v = (0,75 \div 1,0)$ m/s, thường dùng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hai cấp tốc độ có hai bộ dây quấn stato độc lập. Nâng cao độ chính xác khi dừng buồng thang bằng cách chuyển từ tốc độ cao sang tốc độ thấp khi buồng thang đi đến gần tầng cần dừng.



Hình 3.35. Sơ đồ khống chế thang máy dùng động cơ hai cấp tốc độ.

Hạn chế dòng trong quá trình chuyển đổi tốc độ động cơ (động cơ làm việc ở chế độ máy phát thực hiện hâm tái sinh) từ tốc độ cao sang tốc độ thấp được thực hiện bằng cách đưa thêm điện trở phụ R vào trong một pha của dây quấn stator động cơ. Khi động cơ làm việc ở tốc độ thấp (công tắc tơ T có điện), sau một thời gian từ $(2 \div 5)$ s, tiếp điểm thường mở đóng chậm T sẽ đóng lại, công tắc tơ G có điện, loại điện trở phụ R ra khỏi dây quấn stator động cơ.

Các thiết bị điều khiển đặc trưng ở đây gồm có :

+ Công tắc chuyển đổi tầng (cảm biến vị trí) CDT1 \div CDT4 là loại công tắc ba vị trí.

+ Role trung gian (ở đây được gọi là role tầng) RT1 \div RT4.

+ Công tắc chuyển đổi tốc độ (cảm biến vị trí) CT1H \div CT3H và CT2N

+ CT4N được lắp cao hơn và thấp hơn so với sàn của mỗi tầng ở khoảng cách từ $(600 \div 900)$ mm.

+ Để đóng, mở khóa mỗi cửa tầng, có cuộn nam châm NCDC, đóng cắt cuộn dây nam châm đó bằng công tắc tơ KDC.

+ Đóng cắt cuộn dây nam châm của phanh hâm điện từ NCH bằng công tắc tơ KP.

+ Công tắc hành trình HC dùng để hạn chế hành trình của buồng thang.

+ CT1 \div CT4, tiếp điểm liên động với các cửa tầng (các tiếp điểm đó kín các cửa tầng đã đóng).

+ KCC, tiếp điểm liên động với bộ kiểm tra sức căng của cáp treo (nó hở khi cáp treo bị chùng).

+ FBH, tiếp điểm liên động với cơ cấu phanh bảo hiểm và hạn chế tốc độ (tiếp điểm đó hở ra khi tốc độ di chuyển của buồng thang vượt quá giới hạn cho phép hoặc trong trường hợp đứt cáp treo).

+ CBT, tiếp điểm liên động với cửa của buồng thang.

+ KS1, KS2, tiếp điểm liên động với sàn của buồng thang. Khi có người ở trong buồng thang, các tiếp điểm đó hở ra, thực hiện các chức năng sau :

- Báo thang máy đang "bận" không cho phép điều khiển thang máy bằng các nút bấm gọi tầng (GT1 \div GT4).

- Đóng nguồn cấp cho đèn chiếu sáng buồng thang.

Điều khiển thang máy có thể thực hiện ở hai vị trí.

- Tại mỗi tầng : bằng các nút bấm gọi tầng GT₁ \div GT₄.

- Trong buồng thang : bằng các nút bấm đến tầng DT₁ \div DT₄.

Nguyên lý hoạt động của sơ đồ như sau :

Giả sử trong trường hợp này, (vị trí các cảm biến vị trí trên hình vẽ 3.35)

buồng thang đang ở tầng 1, sau khi hành khách đi vào buồng thang xong, muốn lên tầng 3, ấn nút ĐT3, công tắc tơ N và role tầng RT3 tác động (có điện) theo mạch sau : D1- (CT1 + CT4) - FBH - KCC - CBT - D2 - H (tiếp điểm thường đóng) - cuộn dây của công tắc tơ N - CDT3 - cuộn dây của role độ cao C có điện theo đường : cuộn dây công tắc tơ C - T (thường kín) - công tắc 1CT - CT3N - CT3H - RT3. Khi role tầng RT3 tác động, cuộn dây của công tắc tơ tốc độ cao C có điện theo đường : cuộn dây công tắc tơ C - T (thường kín) - công tắc 1CT - CT3N - CT3H - RT3. Động cơ truyền động sẽ được đóng điện chạy theo chiều nâng với tốc độ cao. Khi công tắc tơ tốc độ cao có điện, tiếp điểm của nó đóng cấp nguồn cho cuộn dây của công tắc tơ KDC và cuộn dây nam châm NCDC, không cho phép mở các cửa tầng.

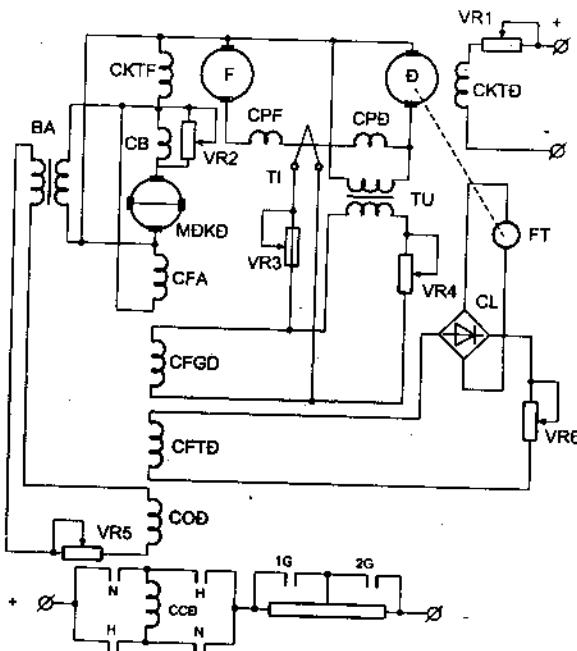
Khi buồng thang đi gần đến tầng 3, công tắc chuyển đổi tốc độ CT3N chuyển từ vị trí a sang vị trí b, công tắc tơ C mất điện, tiếp điểm thường kín của nó đóng lại cấp nguồn cho cuộn dây tốc độ thấp T, cuộn dây staton (tốc độ thấp) được đóng vào nguồn điện. Động cơ bắt đầu làm việc ở chế độ máy phát thực hiện hãm tái sinh và di chuyển với tốc độ thấp. Khi buồng thang đến đúng tầng 3, công tắc chuyển đổi tầng CDT3 chuyển sang vị trí giữa, cắt điện các cuộn dây của : role tầng RT3, công tắc tơ N, công tắc tơ KDC, cuộn dây nam châm NCDC, công tắc tơ tốc độ thấp T và công tắc tơ KP.

- KP mất điện, cắt cuộn dây NCH, phanh hãm điện từ hãm trực động cơ.
- Cuộn dây nam châm NCDC mất điện, cho phép hành khách mở cửa đi ra.

Hiện nay, trong các sơ đồ khống chế thang máy, các loại công tắc chuyển đổi tầng kiểu cơ khí được thay bằng các bộ cảm biến không tiếp điểm, cho phép nâng cao độ tin cậy làm việc của thang máy. Ngoài ra, việc đóng, mở cửa tầng và cửa buồng thang được thực hiện hoàn toàn tự động bằng một hệ truyền động riêng biệt.

b) Sơ đồ khống chế thang máy cao tốc bằng hệ truyền động một chiều ; hệ F-D có MDKD trung gian (hình 3.36)

Động cơ điện một chiều kích từ độc lập Đ - truyền động di chuyển buồng thang được cấp nguồn từ máy phát



Hình 3.36. Sơ đồ nguyên lý hệ truyền động thang máy dùng hệ F - Đ.

một chiều F. Trị số tốc độ và chiều quay của động cơ phụ thuộc vào trị số và cực tính điện áp phát ra của máy phát F. Cuộn kích từ của máy phát CKTF được cấp nguồn từ máy điện khuếch đại từ trường ngang MĐKD. Máy điện khuếch đại có các cuộn khống chế sau :

- + CCD - cuộn chủ đạo thực hiện hai chức năng ;

- Đảo chiều quay động cơ bằng hai công tắc tơ H và N.

- Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng các công tắc tơ gia tốc 1G và 2G.

- + CFA - cuộn phản hồi âm điện áp, thực hiện chức năng cưỡng bức kích từ cho máy điện khuếch đại giảm thời gian tăng tốc của động cơ. Sức từ động sinh ra trong cuộn CFA ngược chiều với sức từ động trong cuộn CCD.

- + CFTD - cuộn phản hồi âm tốc độ thực hiện chức năng ổn định tốc độ của động cơ trong chế độ xác lập. Sức từ động sinh ra trong cuộn CFTD ngược chiều với sức từ động trong cuộn CCD.

- + CFGD - cuộn phản hồi âm gia tốc (a) và độ giật, thực hiện chức năng hạn chế gia tốc và độ giật của động cơ trong quá trình quá độ. Cuộn CFGD được cấp từ hai biến áp.

- Biến điện áp TU. Nếu bỏ qua điện áp rơi trên phần ứng của động cơ thì điện áp ra của cuộn thứ cấp của TU tỷ lệ với đạo hàm bậc nhất của tốc độ động cơ - (gia tốc của động cơ).

$$U_{2(TU)} \equiv \frac{de_u}{dt} = \frac{dn}{dt} = a \quad (3.33)$$

- Biến dòng TI (biến dòng một chiều hoạt động như một khuếch đại từ). Điện áp ra của biến dòng TI bằng :

$$U_{TI} \equiv \frac{di_u}{dt} = \frac{dM}{dt} = \frac{d^2n}{dt^2} = \rho \quad (3.34)$$

Sức từ động sinh ra trong cuộn CFGD ngược chiều với sức từ động sinh ra trong cuộn CCD, bởi vậy có khả năng hạn chế được gia tốc và độ giật trong quá trình quá độ.

- + CÔĐ - cuộn ổn định là cuộn phản hồi âm mềm điện áp MĐKD, thực hiện chức năng ổn định điện áp phát ra của MĐKD.

Sức từ động tổng của MĐKD bằng :

$$F_{\Sigma MDKD} = F_{CCD} - F_{CFA} - F_{CFTD} - F_{CFGD} \pm F_{COĐ} \quad (3.35)$$

Sơ đồ khối của hệ truyền động được giới thiệu trên hình 3.37.

c) *Sơ đồ khống chế thang máy dùng các phần tử logic (hình 3.38)*

Để nâng cao độ tin cậy làm việc của thang máy, những năm gần đây trong sơ đồ khống chế thang máy, các phần tử điều khiển có tiếp điểm (role trung gian, role tầng, các bộ cảm biến vị trí, các nút bấm điều khiển) được

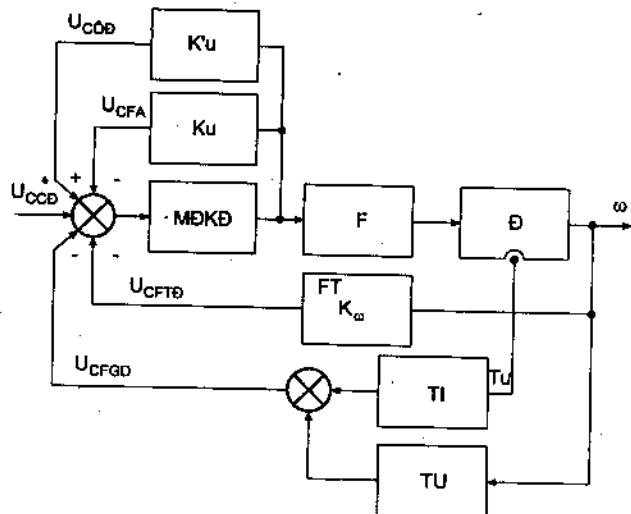
thay thế bằng các phần tử không tiếp điểm (phần tử logic). Nghiên cứu sơ đồ điều khiển thang máy dùng các phần tử logic được dựa trên cơ sở các định luật của đại số logic (đại số Boole), sẽ cho phép chúng ta xây dựng được sơ đồ nguyên lý điều khiển tối ưu với số lượng các phần tử tối thiểu nhất. Trên hình 3.38 giới thiệu sơ đồ điều khiển thang máy dùng các phần tử logic đơn giản nhất điều khiển buồng thang đi lên tầng (2 + 5) bằng các nút bấm đến tầng ĐT2 + ĐT5. Điều khiển buồng thang đi xuống (chỉ xuống được tầng 1) bằng nút bấm gọi tầng GT1.

- Cảm biến vị trí để dùng buồng thang tại mỗi tầng dùng loại cảm biến vị trí kiểu quang điện CB1 + CB5. Hạn chế hành trình di chuyển theo chiều lên và xuống bằng các bộ cảm biến vị trí kiểu quang điện HCN và HCH (các phần tử gạch chéo trên hình 3.38).

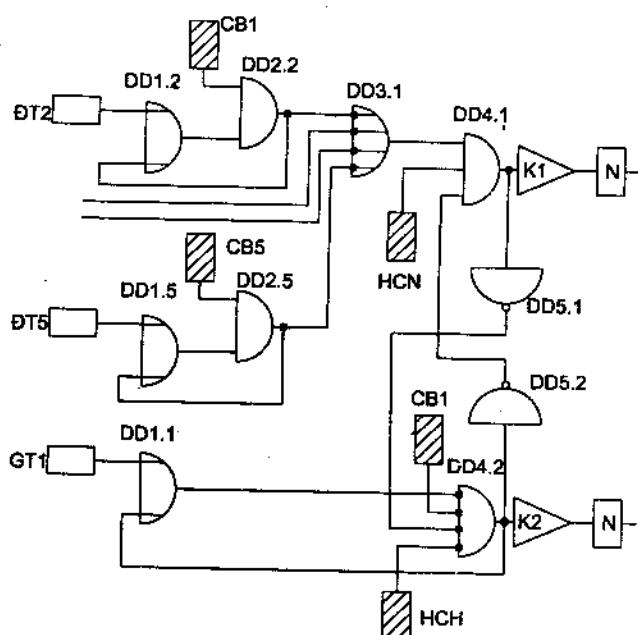
- Điều khiển thang máy bằng các nút bấm không tiếp điểm ĐT2 + ĐT5 lắp trong buồng thang và nút bấm gọi tầng GT1 ở cửa tầng 1.

Trước khi phân tích nguyên lý hoạt động của sơ đồ điều khiển thang máy ta quy ước như sau :

- Các loại cảm biến vị trí CB1 + CB5, HCN và HCH có mức logic "1" khi buồng



Hình 3.37. Sơ đồ khái niệm hệ truyền động thang máy dùng hệ F-D.



Hình 3.38.

thang chưa đi đến đúng vị trí của cảm biến (ánh sáng chưa bị che khuất), khi bị che khuất có mức logic "0".

- Nút bấm ĐT2 + ĐT5 và GT1 có mức logic "0" khi chưa ấn và có mức logic "1" bị ấn.

Phân tích nguyên lý hoạt động của sơ đồ điều khiển thang máy :

Giả sử buồng thang đang ở tầng 1, muốn lên đến tầng 5, ấn nút bấm ĐT5, đầu ra của phần tử HOẶC (OR) DD1.5 có mức logic "1", tín hiệu đó đưa vào một đầu vào của phần tử VÀ (AND) DD2.5, còn đầu vào thứ hai từ cảm biến vị trí CB5 cũng có mức logic "1" (vì buồng thang chưa đi đến mức của tầng 5). Đầu ra của DD2.5 xuất hiện mức logic "1", tín hiệu đó đưa về một đầu vào của phần tử DD1.5 (để duy trì trạng thái thay cho ĐT5), đồng thời đưa vào một đầu vào của phần tử HOẶC (OR) DD3.1. Đầu ra của phần tử DD3.1 xuất hiện mức logic "1" đưa vào đầu vào phần tử VÀ (AND) của DD4.1, đầu vào từ phần tử HCN có mức logic "1" (vì buồng thang chưa vượt quá giới hạn trên của giếng thang máy, còn đầu vào thứ ba từ phần tử ĐÀO (NO) DD5.2 cùng có mức logic là "1" (vì đầu ra của phần tử VÀ DD4.2 có mức logic "0"). Kết quả đầu ra của phần tử VÀ (AND) DD4.1 có mức logic "1" qua khâu khuếch đại K1, công tắc tơ N có điện, động cơ truyền động di chuyển buồng thang khởi động theo chiều nâng buồng thang đi lên. Khi buồng thang đến đúng tầng 5, cảm biến vị trí CB5 có mức logic "0" dàn đến đầu ra DD3.1 có mức logic "0", đầu ra của DD4.1 có mức logic "0", công tắc tơ N mất điện, buồng thang dừng lại.

Muốn hạ buồng thang xuống tầng 1, ấn nút bấm GT1, đầu ra của DD1.1 có mức logic "1", đầu ra của DD4.2 có mức logic "1", công tắc tơ H có điện, buồng thang di chuyển theo chiều đi xuống. Khi buồng thang xuống đến đúng tầng 1, CB1 có mức logic "0", DD4.2 có mức logic "0", công tắc tơ H mất điện, buồng thang dừng lại.

3.3.10. Những thiết bị đặc biệt dùng trong các thang máy hiện đại

a) Bộ tìm - chọn tầng

Trong các thang máy tốc độ thấp và tốc độ trung bình, bộ cảm biến vị trí dùng loại bộ cảm biến vị trí kiểu cơ khí (công tắc chuyển đổi tầng ba vị trí). Ngoài chức năng cảm biến vị trí để chuyển đổi tốc độ và dừng lại mỗi tầng còn có thể nhớ được vị trí buồng thang.

Trong sơ đồ không chế thang máy hiện đại thường dùng bộ cảm biến vị trí không tiếp điểm. Bản thân bộ cảm biến vị trí không tiếp điểm không nhớ được vị trí của buồng thang. Bởi vậy để chấp hành các lệnh điều khiển buồng thang phải có bộ tìm - chọn tầng.

Chức năng của bộ tìm - chọn tầng trong sơ đồ không chế thang máy hiện đại gồm :

- Chọn hướng di chuyển của buồng thang.

- Xử lý các lệnh gọi tầng và lệnh đến tầng.
 - Chuyển đổi tốc độ động cơ truyền động khi chuẩn bị dừng ở mỗi tầng.
 - Báo vị trí buồng thang và một số tín hiệu báo hiệu khác.
 - Nâng cao độ dừng chính xác của buồng thang.
- Bộ tìm - chọn tầng kiểu role được giới thiệu trên hình 3.39.
- + 1CB + 5CB, các bộ cảm biến vị trí kiểu cảm ứng.
 - + 1RTr + 5RTr, role trung gian.

Số lượng cảm biến vị trí CB và role trung gian bằng số tầng của ngôi nhà mà thang máy phục vụ.

Nguyên lý làm việc các sơ đồ : Giả sử buồng thang đang ở tầng 1, cuộn dây role chọn tầng 1RC được cấp nguồn qua tiếp điểm 1RTr (thường kín đã đóng lại) và 2RTr (đóng khi buồng thang chưa đến tầng 2). Khi buồng thang rời khỏi tầng 1, role trung gian 1RTr tác động dẫn đến 1RC mất điện. Khi buồng thang đến đúng tầng 2, role chọn tầng 2RC có điện. Cứ như vậy, khi buồng thang di chuyển theo chiều nâng, các role chọn tầng có điện theo thứ tự 1RC, 2RC, 3RC v.v... Role chọn tầng của tầng trước đó sẽ mất điện khi buồng thang đi tới tầng liền kề. Khi buồng thang di chuyển theo chiều đi xuống, thứ tự có điện của các role chọn tầng RC sẽ theo chiều ngược lại.

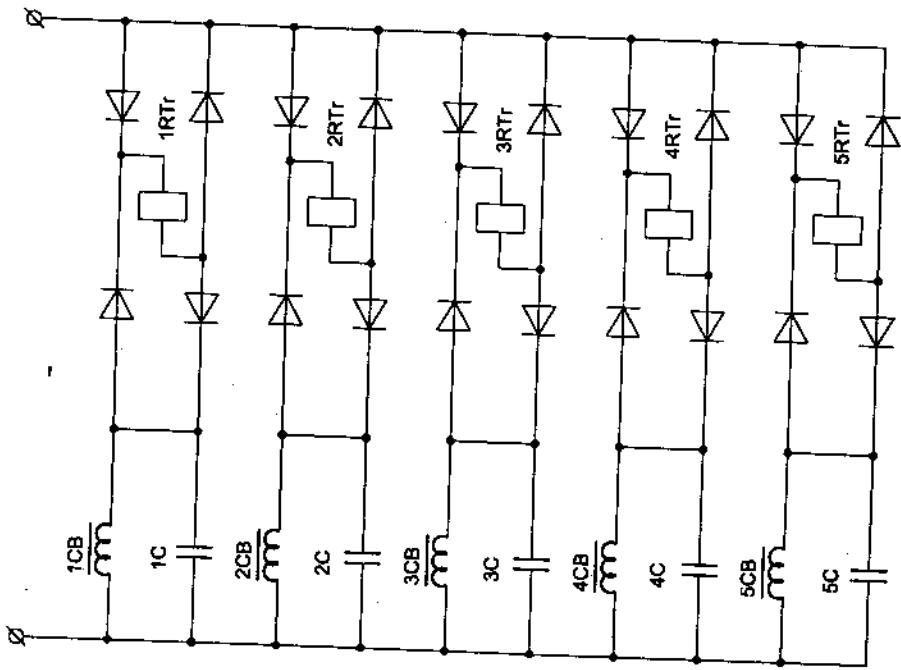
Hệ thống đèn báo, báo vị trí của buồng thang được lắp đặt ở hai nơi (hình 3.39c) : trong buồng thang và trên mỗi tầng.

b) Bộ dừng chính xác (hình 3.40)

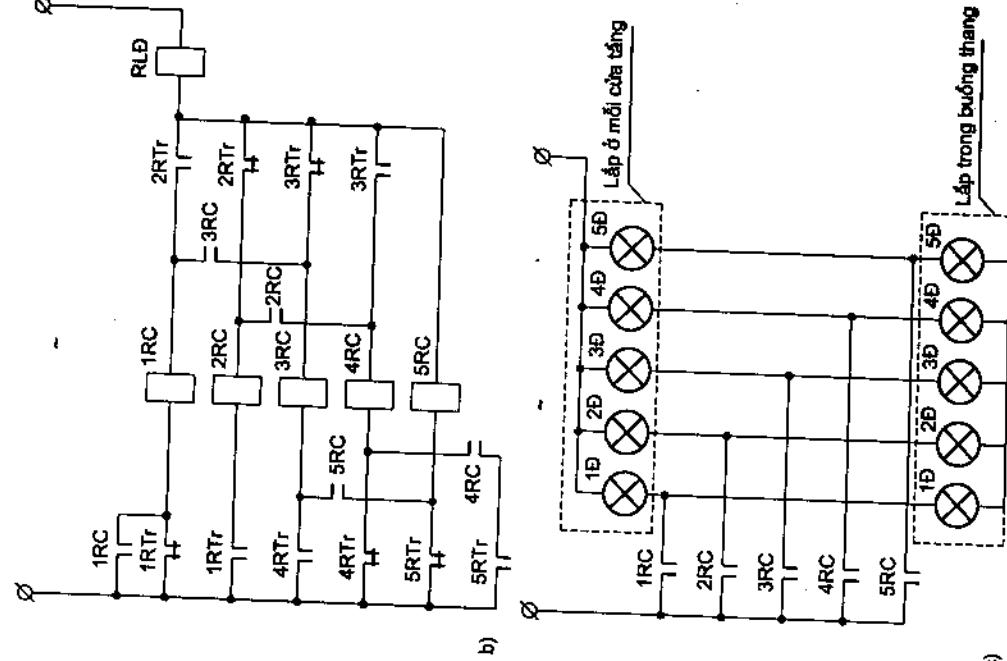
- Cuộn khống chế CVT là cuộn kiểm tra vị trí của buồng thang, có thể là cuộn khống chế của MĐKD (trong sơ đồ 3.36).

Bộ dừng chính xác có hai cảm biến dừng chính xác : CBN - di chuyển của buồng thang đi lên và CBH - di chuyển của buồng thang theo chiều xuống. Hai cảm biến CBN và CBH lắp ở buồng thang, còn thanh gạt lắp trong giếng buồng thang ngang với các sàn tầng. Khi vị trí buồng thang ở giữa hai tầng, hai role trung gian RTrN và RTrH có điện, role dừng chính xác có điện, tiếp điểm của nó sẽ cắt điện cấp cho cuộn khống chế CVT.

Khi buồng thang di chuyển gần đến sàn tầng nào đó với tốc độ thấp, thanh kim loại ở thành giếng sẽ làm kín mạch từ của 1 trong hai cảm biến dừng chính xác (CBN hoặc CBH) tùy thuộc vào chiều chuyển động của buồng thang, dẫn đến tiếp điểm của một trong hai role RTrN và RTrH sẽ cắt điện cuộn dây role dừng chính xác RDCX, kết quả tiếp của RDCX sẽ đóng cuộn dây CVT vào nguồn. Điện áp đặt lên cuộn khống chế CVT bằng :



a)

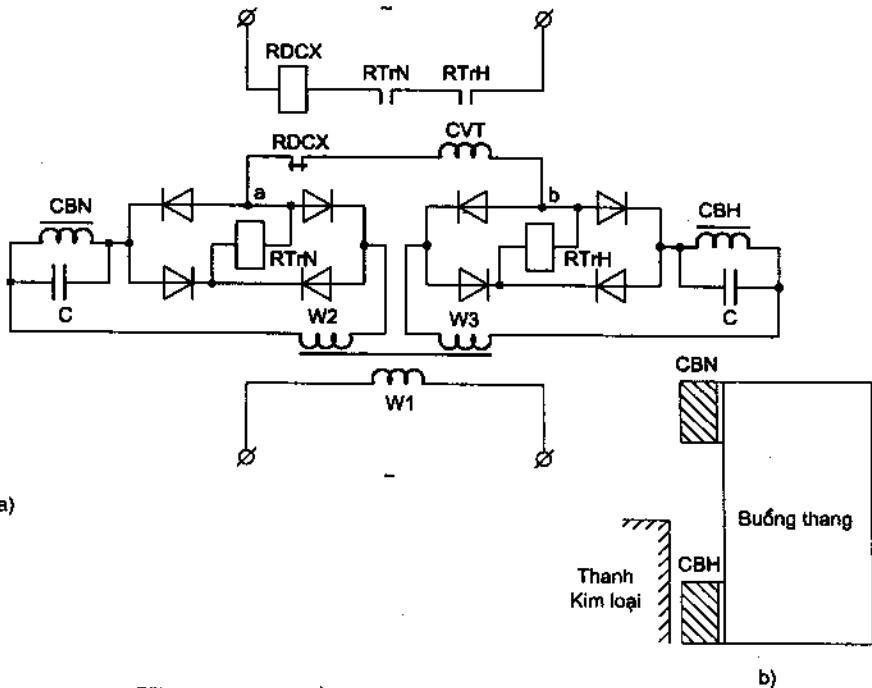


b)

c)

Hình 3.39. Bộ tìm - chọn tầng (sơ đồ nguyên lý).

- a) Bộ cảm biến vị trí ; b) Sơ đồ nguyên lý của các loại role trung gian ;
- c) Hệ thống đèn báo.



Hình 3.40. Sơ đồ nguyên lý bộ dừng chính xác

a) Sơ đồ nguyên lý; b) Sơ đồ bố trí cảm biến

$$U_{CVT} = U_{ab}$$

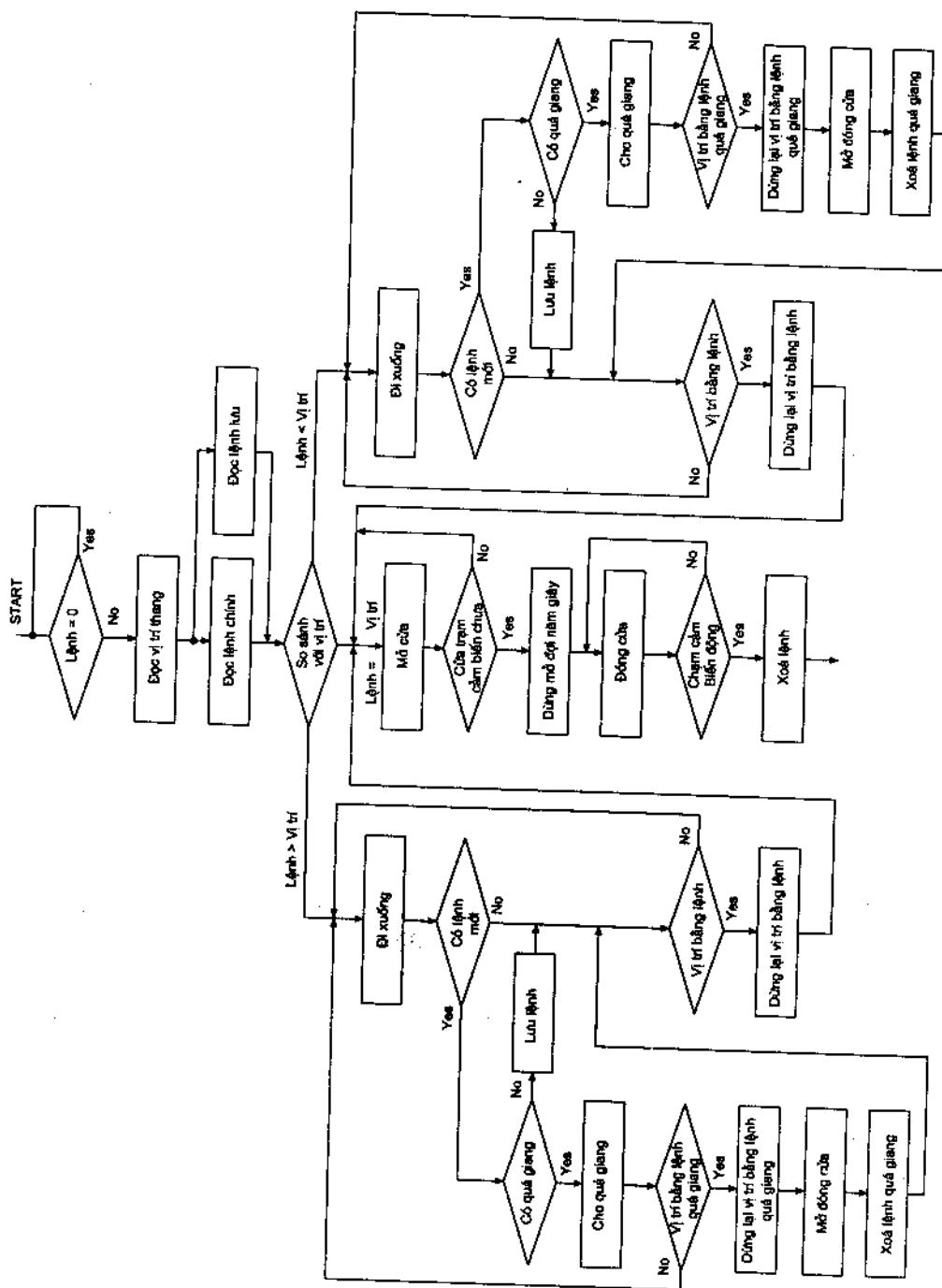
Trong đó : $U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$

Khi đó $\varphi_a \neq \varphi_b$, trong cuộn dây CVT xuất hiện dòng, chiều của dòng điện đó được chọn sao cho buồng thang di chuyển tiếp theo hướng cũ. Khi buồng thang di chuyển đến đúng sàn tầng $\varphi_a = \varphi_b$; điện áp ra của MDKD (hình 3.36) bằng không, động cơ ngừng quay, buồng thang dừng lại. Nếu do quán tính lớn, buồng thang di chuyển quá mức dừng của buồng thang, $\varphi_a \neq \varphi_b$, sẽ xuất hiện dòng điện chảy trong cuộn khống chế CVT theo chiều ngược lại, điện áp phát ra của MDKD có cực tính để buồng thang di chuyển lùi lại với tốc độ thấp cho đến khi buồng thang dừng lại đúng ở vị trí dừng tầng.

c) Bộ điều khiển logic khả trình (PLC)

Ngày nay sơ đồ điều khiển thang máy dùng các phần tử tiếp điểm (role, công tắc tơ) được thay thế bằng các phần tử không tiếp điểm dùng bộ điều khiển logic khả trình (PLC).

Một trong những nhiệm vụ quan trọng nhất khi sử dụng PLC để khống chế thang máy là lập lưu đồ điều khiển thang máy (hình 3.41).



Hình 3.41. Lưu đồ điều khiển thang máy.

+ Thuyết minh lưu đồ :

- Start - bắt đầu quá trình chuẩn bị khởi động, đọc vị trí của buồng thang, tức là buồng thang đang đứng ở một tầng nào đó được hiện thị trên mỗi tầng để khách có thể nhận biết buồng thang đang đi lên, hay đi xuống hoặc đang đứng tại một tầng nào đó.

Vị trí 1 tương ứng với buồng thang đang ở tầng 1.

Vị trí 2 tương ứng với buồng thang đang ở tầng 2.

⋮

Vị trí n tương ứng với buồng thang đang ở tầng thứ n.

- Đọc lệnh :

* Lệnh chính đó là các lệnh mà khách gọi buồng thang đi lên hoặc đi xuống.

* Lệnh lưu : Lưu tất cả các lệnh nằm ngoài không cho phép quá giang so với lệnh chính, đồng thời lưu tất cả các lệnh không cùng hành trình chính, sau khi thực hiện xong các lệnh chính, thang máy sẽ quay lại thực hiện các lệnh lưu.

* Bộ so sánh lệnh thực hiện so sánh lệnh đọc vị trí buồng thang hiện tại so với lệnh đọc vào, có khác với vị trí buồng thang để thực hiện ra lệnh cho buồng thang đi lên, hoặc đi xuống hoặc cho phép quá giang. Nếu không, sẽ lưu lệnh và thực hiện lệnh chính.

* Lệnh dừng buồng thang được dừng theo lệnh gọi hoặc dừng khi buồng thang đến đúng vị trí tầng cần đến. Đồng thời lệnh dừng được đọc vào khi các điều kiện an toàn không được thực hiện như : các cửa tầng chưa đóng, cửa buồng thang chưa đóng, tốc độ quá giới hạn cho phép hoặc đứt cáp treo v.v...

+ Nguyên lý hoạt động của lưu đồ :

Khi ấn nút Start, chương trình điều khiển thang máy tự động khởi động. Khi thang máy đã ở trạng thái sẵn sàng phục vụ thì chương trình tiến hành quét đầu vào xem có lệnh gọi hay không. Lúc này đèn báo sáng hiện thị vị trí, trạng thái của buồng thang đang chuyển động lên hay xuống hoặc đang đứng ở một vị trí nào đó. Tín hiệu của chương trình làm việc nếu có người ấn nút gọi tầng (GT). Bộ so sánh đưa chương trình vào làm việc. Nếu vị trí buồng thang trùng với lệnh gọi thì buồng thang không di chuyển, và tiếp tục chờ lệnh điều khiển di chuyển buồng thang bằng nút bấm đến tầng (ĐT). Trong trường hợp, nếu có lệnh gọi (GT) đưa vào chương trình, có sự thay đổi so với vị trí của buồng thang, lúc này bộ so sánh lệnh sẽ đưa ra tín hiệu di chuyển buồng thang đi lên hoặc đi xuống.

Giả sử buồng thang đang ở tầng 1, hành khách trong buồng có nhu cầu lên đến tầng 4, cần phải ấn nút ĐT4, buồng thang sẽ khởi động di chuyển

theo hướng đi lên. Trong quá trình buồng thang di chuyển, nếu có lệnh gọi tầng (GT2) đi lên tầng nào đó, ở tầng 3 có lệnh gọi tầng (GT3) đi xuống thì chương trình sẽ thực hiện lệnh 2GT cùng chiều với chiều chuyển động của buồng thang (lệnh quá giang), khi thực hiện hết hành trình đi lên, chương trình mới thực hiện lệnh GT3 (lệnh lưu).

3.4. Trang bị điện máy xúc

3.4.1. Khái niệm chung và phân loại

Máy xúc được sử dụng rộng rãi trong ngành khai thác mỏ lộ thiên, trên các công trường xây dựng công nghiệp và dân dụng, trên các công trình thuỷ lợi, xây dựng cầu đường và nhiều hạng mục công trình khác nhau, ở những nơi mà yêu cầu bốc xúc đất đá với khối lượng lớn.

Máy xúc có rất nhiều loại, nhưng có thể phân loại theo các chỉ tiêu sau :

1. Phân loại theo tính năng sử dụng

a) Máy xúc dùng trong ngành xây dựng chạy bằng bánh xích, bánh lốp có thể tích gầu xúc từ 0,25 đến $2m^3$.

b) Máy xúc dùng trong ngành khai thác mỏ lộ thiên có thể tích gầu xúc từ 4 đến $8m^3$.

c) Máy xúc dùng để bốc xúc đất đá có thể tích gầu xúc từ 4 đến $35m^3$.

d) Máy xúc bước gầu ngoặt có thể tích gầu xúc từ 4 đến $80m^3$.

2) Phân loại theo cơ cấu bốc xúc

a) Máy xúc có cơ cấu bốc xúc là gầu thuận, gầu xúc di chuyển vào đất đá theo hướng từ máy xúc đi ra phía trước dưới tác dụng của hai lực kết hợp : của cơ cấu nâng - hạ gầu và cơ cấu đẩy tay gầu (hình 3.42a).

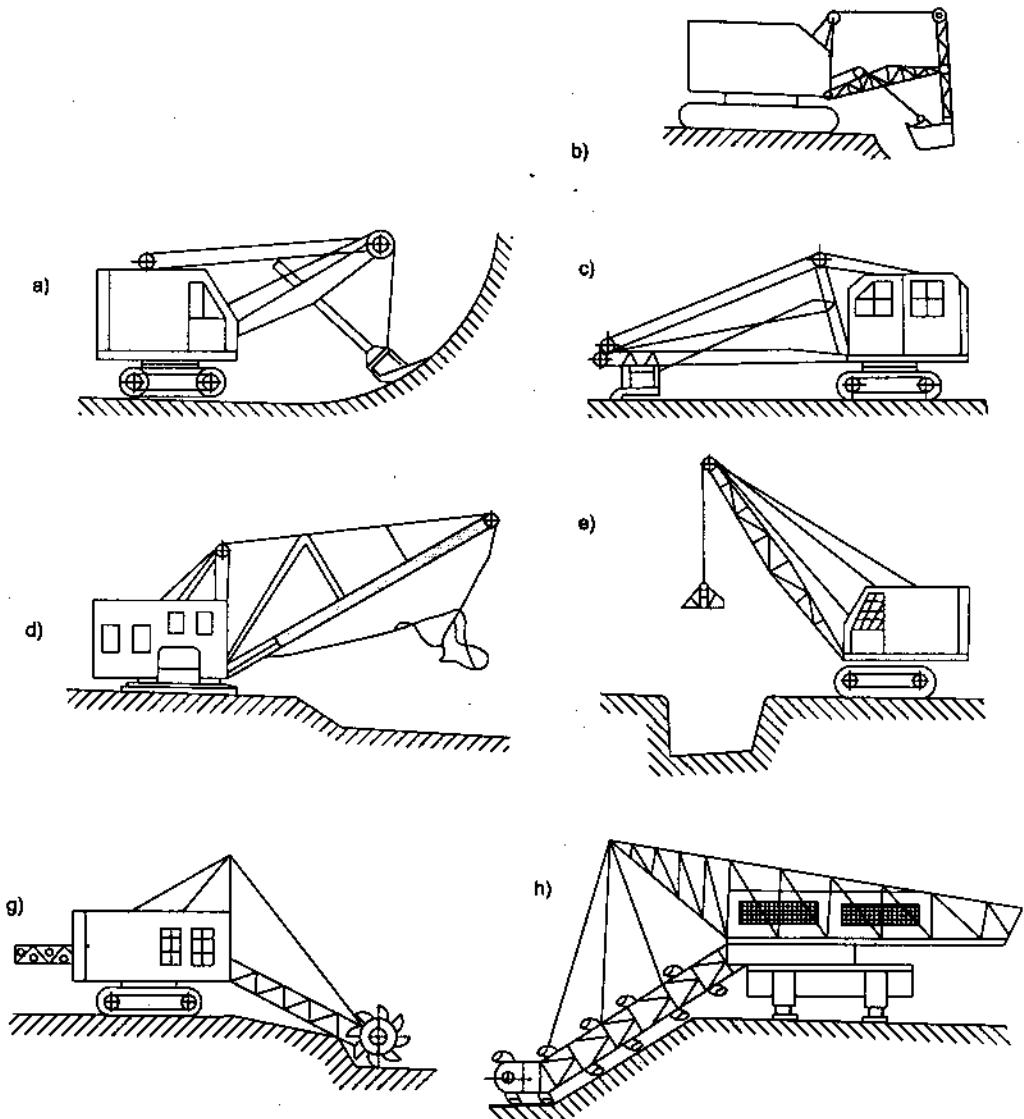
b) Máy xúc có cơ cấu bốc xúc là gầu ngược, gầu di chuyển vào đất đá theo hướng từ ngoài vào trong dưới tác dụng của hai lực kết hợp : của cơ cấu nâng - hạ gầu và cơ cấu đẩy tay gầu (hình 3.42b).

c) Máy xúc có cơ cấu bốc xúc kiểu gầu cào. Gầu cào di chuyển theo mặt phẳng ngang từ ngoài vào trong trên cần gầu dẫn hướng (hình 3.42c).

d) Máy xúc có cơ cấu bốc xúc là gầu treo trên dây, gầu di chuyển theo hướng từ ngoài vào trong máy xúc dưới tác dụng của hai lực kết hợp : cơ cấu kéo cáp và cơ cấu nâng cáp (hình 3.42d).

e) Máy xúc có cơ cấu bốc xúc kiểu gầu ngoặt, quá trình bốc xúc đất đá được thực hiện bằng cách kéo khép kín dần hai nửa thành gầu dưới tác dụng của cơ cấu kéo cáp (hình 3.42e). Cơ cấu bốc xúc kiểu gầu ngoặt có thể thay thế bằng cơ cấu móc (hình 3.42k), lúc này có tên gọi là máy xúc - cần cẩu.

g) Máy xúc rôto, có cơ cấu bốc xúc gầu quay. Gầu quay gồm một bánh xe, có nhiều gầu xúc nhỏ lắp trên bánh xe theo chu vi của bánh xe.



Hình 3.42. Các loại máy xúc.

- a) Máy xúc gầu thuận ; b) Máy xúc gầu ngược ; c) Máy xúc gầu cào ; d) Máy xúc gầu treo ; e) Máy xúc gầu ngoạm ; g) Máy xúc rôto ; h) Máy xúc nhiều gầu xúc.
- h) Máy xúc nhiều gầu xúc, gồm nhiều gầu xúc nhỏ nối tiếp theo băng xích di chuyển liên tục (giống như băng chuyền) (hình 3.42h).

Trong các loại máy xúc kể trên, máy xúc gầu thuận (hình 3.42a) có mức đứng thấp hơn so với mức của gương lò (mức đất đá cần bốc xúc). Máy xúc gầu cào có mức đứng của máy xúc ngang với mức của gương lò, còn tất cả

các máy xúc còn lại có mức đứng của máy xúc cao hơn mức của gường lò.

3. Phân loại theo thể tích gầu xúc (hoặc theo công suất)

a) Máy xúc công suất nhỏ dùng trong ngành xây dựng có thể tích gầu xúc từ 0,25 đến $2m^3$.

b) Máy xúc công suất trung bình dùng trong ngành khai thác mỏ lộ thiên có thể tích gầu xúc từ 2 đến $8m^3$.

c) Máy xúc công suất lớn có nhiều gầu xúc với tổng thể tích của các gầu xúc từ 6 đến $80 m^3$.

4. Phân loại theo cơ cấu động lực (cơ cấu sinh công)

a) Máy xúc có cơ cấu sinh công là động cơ điện.

b) Máy xúc có cơ cấu sinh công là động cơ đốt trong.

5. Phân loại theo cơ cấu di chuyển

a) Máy xúc chạy bằng bánh xích.

b) Máy xúc chạy bằng bánh lốp.

c) Máy xúc chạy theo đường ray.

d) Máy xúc chạy theo bước (hình 3.42h).

3.4.2. Kết cấu và cấu tạo của máy xúc

Kết cấu và cấu tạo của các loại máy xúc rất đa dạng. Ở đây ta chỉ đi sâu nghiên cứu hai loại máy xúc đặc trưng, đó là :

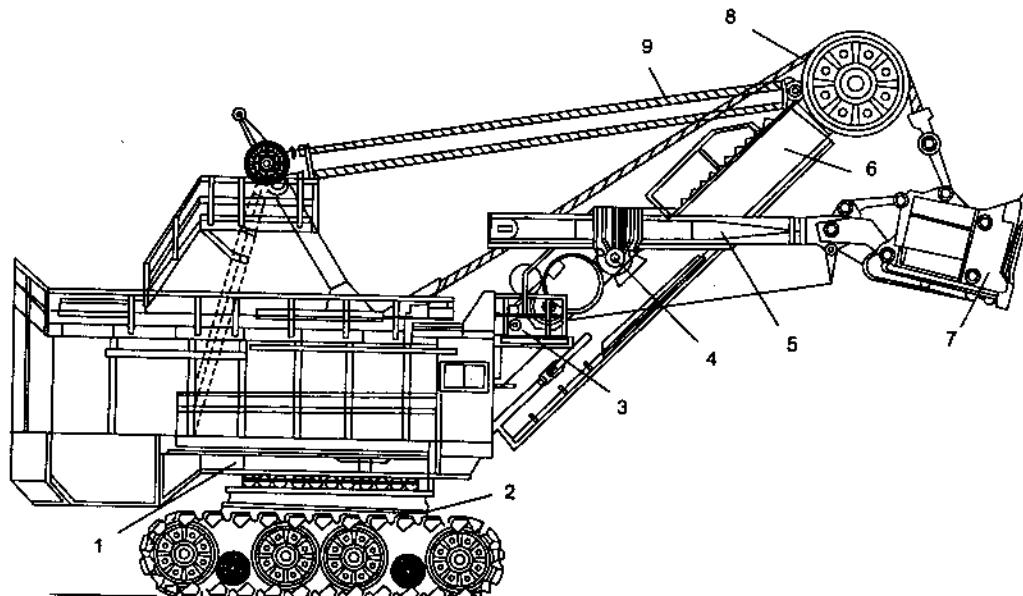
1. Máy xúc gầu thuận

Hình dáng tổng thể của máy xúc một gầu - gầu thuận được biểu diễn trên hình 3.43.

Cơ cấu quay (bàn quay) 1 được lắp trên cơ cấu di chuyển bằng bánh xích 2. Cầu gầu 6 và tay gầu 5 cùng được lắp trên bàn quay 1. Tay gầu 5 cùng với gầu xúc 7 di chuyển theo gường lò do cơ cấu đẩy tay gầu 4 và cáp kéo 9 của cơ cấu nâng - hạ gầu. Quá trình bốc xúc được thực hiện kết hợp giữa hai cơ cấu : cơ cấu đẩy tay gầu tạo ra bề dày lớp cắt, cơ cấu nâng - hạ gầu tạo ra lớp cắt là đường di chuyển của gầu theo gường lò. Để đổ tải từ gầu xúc sang các phương tiện vận tải khác (như ôtô, toa tàu, băng tải v.v...) được thực hiện nhờ cơ cấu mở đáy gầu 3 lắp trên thành thùng xe của máy xúc.

Máy xúc có ba chuyển động cơ bản : nâng - hạ gầu, ra - vào tay gầu và quay, ngoài ra còn có một số chuyển động phụ khác như : nâng càn gầu, di chuyển máy xúc, đóng - mở đáy gầu v.v...

Chu trình làm việc của máy xúc bao gồm các công đoạn sau : đào, nâng gầu đồng thời quay gầu về vị trí đổ tải, đổ tải, quay gầu về vị trí đào và đồng thời hạ gầu xuống gường lò. Thời gian của một chu trình làm việc khoảng từ 20 đến 60s.



Hình 3.43. Máy xúc một gầu - gầu thuận.

Cơ cấu nâng - hạ gầu và cơ cấu đẩy tay gầu của máy xúc thường xuyên làm việc quá tải (gọi là quá tải làm việc) do gầu bốc xúc phải đứt đất đá cứng hoặc lớp cắt quá sâu.

Các cơ cấu chính của máy xúc làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại với hệ số tiếp điện tương đối TĐ% = (25 + 75)%.

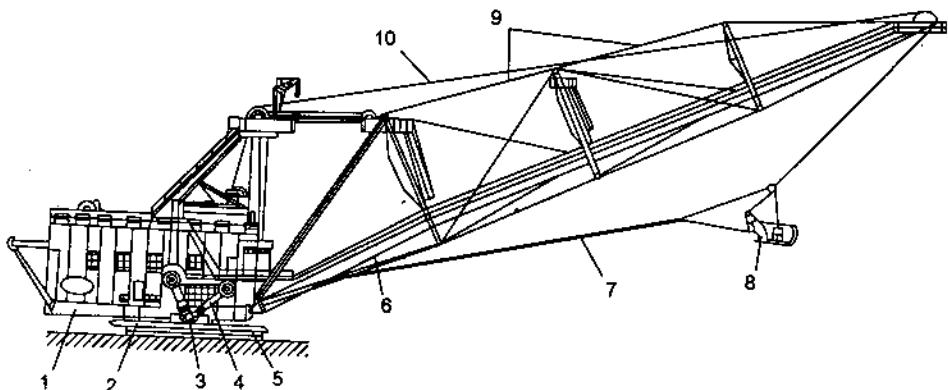
2. Máy xúc gầu treo trên dây (hình 3.44)

Tất cả thiết bị điện và thiết bị cơ khí của máy xúc được lắp đặt trên bàn quay 1. Có thể quay với góc quay tối hạn trên bệ 2. Di chuyển máy xúc thực hiện bằng cơ cấu tạo bước tiến 3 và hai kích thuỷ lực 4. Máy xúc di chuyển được nhờ tấm trượt 5 lắp ở hai bên thành của bàn quay 1. Cần gầu 6 lắp cố định trên bàn quay bằng hệ thống thanh giằng 9. Gầu xúc 8 được treo trên dây cáp nâng 10. Quá trình bốc xúc đất đá được thực hiện nhờ cáp kéo 7, kéo gầu theo hướng từ ngoài vào trong máy xúc.

Các cơ cấu của máy xúc làm việc trong điều kiện môi trường khắc nghiệt với chế độ làm việc nặng nề, chao lắc mạnh, nhiều bụi, nhiệt độ môi trường thay đổi trong phạm vi rộng. Một số yếu tố khác cũng gây ảnh hưởng đến chế độ làm việc của các cơ cấu của máy xúc như : độ nghiêng, độ chênh dọc trực của máy xúc, gia tốc lớn khi mở máy và hâm v.v... Do chế độ làm việc của máy xúc nặng nề như vậy, nên các thiết bị của máy xúc phải được chế tạo chắc chắn, độ bền cơ học cao và độ tin cậy làm việc cao.

3.4.3. Các yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động điện các cơ cấu của máy xúc

Chế độ làm việc của một máy xúc phụ thuộc vào cấu tạo, kết cấu của nó



Hình 3.44. Máy xúc gầu treo trên dây.

và các đặc điểm đặc trưng của quá trình đào hoặc bốc xúc đất đá. Bởi vậy các yêu cầu đối với hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc có một gầu xúc và máy xúc có nhiều gầu xúc có nhiều điểm khác biệt nhau.

1. Đối với máy xúc có một gầu xúc

Đối với máy xúc có một gầu xúc, các yêu cầu chính đối với hệ truyền động các cơ cấu bao gồm :

a) Đặc tính cơ của hệ truyền động điện truyền động các cơ cấu chính của máy xúc (cơ cấu nâng - hạ gầu, cơ cấu quay và cơ cấu đẩy tay gầu) phải bảo đảm hai yêu cầu chính sau :

- Trong phạm vi tải thay đổi từ 0 đến dòng nhỏ hơn dòng ngắt ($I_{ng} = 2,25 + 2,5I_{dm}$), độ sụt tốc độ không đáng kể để bảo đảm năng suất của máy xúc.

- Khi động cơ bị quá tải ($I \geq I_{ng}$), tốc độ của động cơ truyền động phải giảm nhanh về không để không gây hỏng hóc đối với động cơ.

Để đáp ứng hai yêu cầu trên, hệ truyền động phải tạo ra đường đặc tính cơ đặc trưng gọi là đặc tính "máy xúc" (đường đặc tính 1 hình 3.45a).

Trong thực tế không sử dụng đường đặc tính cơ lý tưởng như đường 1 ($\Delta\omega = 0; M_{ng} = M_d$ - mô men dừng); vì người vận hành máy xúc không cảm nhận được thời điểm quá tải của động cơ để giảm tốc độ hạn chế mô men của động cơ nhỏ hơn trị số lớn nhất cho phép dẫn đến làm cho động cơ dễ bị cháy, mà thường dùng đường đặc tính cơ mềm hơn (đường 2 trên hình 3.45a).

Năng suất của máy xúc được đánh giá bằng diện tích của tứ giác hợp thành giữa hệ trục toạ độ và đường đặc tính cơ của hệ truyền động (hình 3.45a) S_{ADCO} . Để đánh giá năng suất của máy xúc, ta có hệ số lấp đầy k. Hệ số lấp đầy k được tính theo biểu thức sau :

$$k = \frac{S_{ADCO}}{S_{ABCO}} = \frac{S.m}{\omega_0 \cdot M_d}$$

Trong đó :

S_{ADCO} - diện tích tứ giác hợp thành giữa hệ trục toạ độ và đường đặc tính cơ của hệ truyền động ;

S_{ABCO} - diện tích tứ giác hợp thành giữa hệ trục toạ độ và đường đặc tính cơ lý tưởng ;

ω_0 - tốc độ không tải của động cơ ;

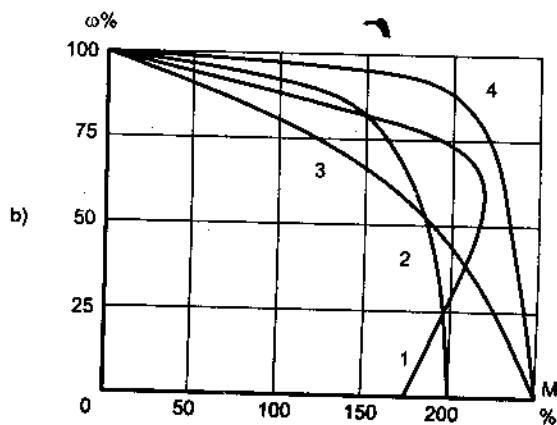
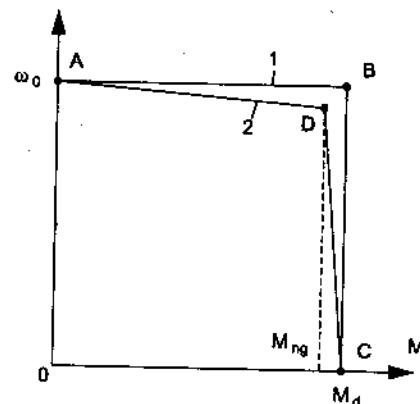
m - hệ số tỷ lệ.

Hệ số lấp đầy của các hệ truyền động hiện đại có thể đạt tối k = 0,8 + 0,9.

Trên hình 3.45b biểu diễn các đường đặc tính cơ của một số hệ truyền động điển hình truyền động các cơ cấu của máy xúc. Họ đặc tính cơ của các hệ đó cho phép đánh giá và tính chọn hệ truyền động một cách hợp lý đối với từng loại máy xúc cụ thể. Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ ba pha (đường 1) được sử dụng rộng rãi cho các loại máy xúc công suất bé với thể tích gầu xúc dưới 1m³. Đặc biệt là khi dùng động cơ truyền động là động cơ không đồng bộ có hệ số trượt lớn cho phép hạn chế dòng của động cơ trong giới hạn cho phép.

Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto dây quấn nếu có đấu thêm một điện trở phụ trong mạch rôto của động cơ $R_f = (0,1+0,15)R$ (R là điện trở của dây quấn rôto của động cơ) và có cuộn kháng bão hòa trong mạch stato của động cơ (đường 2 hình 3.45b) ta sẽ nhận được đường đặc tính cơ tối ưu đối với các cơ cấu của máy xúc công suất nhỏ.

Hệ truyền động máy phát một chiều có ba cuộn kích từ - động cơ điện một chiều (đường 3 hình 3.45b) thường dùng đối với các loại máy xúc công suất trung bình với thể tích gầu xúc từ 2 đến 5m³. Hệ này có đường đặc



Hình 3.45. Đặc tính cơ của các hệ truyền động các cơ cấu máy xúc.

a) Dùng để xác định hệ số lấp đầy ; b) Đặc tính cơ của một số hệ truyền động tiêu biểu.

a) Dùng để xác định hệ số lấp đầy ; b) Đặc tính cơ của một số hệ truyền động tiêu biểu.

tính cơ gần với đường đặc tính cơ tối ưu, cho phép điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động trong một phạm vi khá rộng.

Hệ truyền động máy phát - động cơ (hệ F-Đ) có khâu khuếch đại trung gian thực hiện chức năng khuếch đại và tổng hợp các tín hiệu điều khiển (khuếch đại trung gian có thể là máy điện khuếch đại - KĐMD, khuếch đại từ - KĐT hoặc khuếch đại bán dẫn KĐBD) sẽ tạo ra đường đặc tính cơ 4 trên hình 3.45b, đáp ứng hoàn toàn các yêu cầu về truyền động các cơ cấu của máy xúc. Hệ này được sử dụng rộng rãi trong các máy xúc công suất lớn có thể tích gầu xúc từ 10 đến 80m³.

b) Động cơ truyền động các cơ cấu của cùu trúc phải có độ chắc chắn về kết cấu và độ tin cậy làm việc cao, có khả năng chịu quá tải lớn. Độ bền chịu nhiệt và độ bền chống ẩm của các lớp cách điện trong động cơ cao, chịu được tần số đóng - cắt điện lớn ($400 + 600$) lần/h.

c) Động cơ truyền động các cơ cấu chính của máy xúc phải có mômen quán tính của rôto (hoặc phàn ứng) đủ nhỏ để giảm thời gian quá độ của hệ truyền động khi tăng tốc và hãm. Nên chọn loại động cơ có rôto (hoặc phàn ứng) dài, đường kính nhỏ.

d) Các thiết bị điều khiển dùng trong máy xúc phải bảo đảm làm việc tin cậy trong điều kiện nặng nề nhất (độ rung động, chao lắc lớn, phụ tải thay đổi đột biến và tần số đóng - cắt điện trở lớn).

e) Hệ thống điều khiển các hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc phải có sơ đồ cấu trúc đơn giản, độ tin cậy làm việc cao, tự động hóa quá trình điều khiển ở mức độ cao.

2. Máy xúc nhiều gầu xúc

Hệ truyền động dùng trong máy xúc nhiều gầu xúc phải đáp ứng các yêu cầu chính sau :

a) Hệ truyền động phải đảm bảo quá trình mở máy xảy ra êm, hạn chế gia tốc và mômen trong giới hạn cho phép để không ảnh hưởng đến kết cấu cơ khí của những gầu xúc con gá lắp trên băng xích.

b) Động cơ truyền động phải có mômen mở máy lớn để khắc phục mômen quán tính lớn của băng xích có gá các gầu xúc con, lực ma sát trong thanh dẫn hướng và trong các ổ đỡ.

c) Hệ thống điều khiển truyền động điện phải đảm bảo quá trình mở máy xảy ra êm và phạm vi điều chỉnh tốc độ động cơ khá rộng ($D = 10 : 1$).

d) Hệ truyền động phải tạo ra đường đặc tính cơ với độ cứng phù hợp để có thể giảm tốc độ quay của các gầu xúc khi phụ tải thay đổi, và bảo vệ quá tải cho băng xích có gá các gầu xúc con một cách chắc chắn.

3.4.4. Biểu đồ phụ tải của các cơ cấu chính của máy xúc

1. Biểu đồ phụ tải của máy xúc một gầu - gầu thuận

Muốn xây dựng được biểu đồ phụ tải chính xác của các hệ truyền động

chính của máy xúc cần có các thông số sau :

- Thông số kỹ thuật của động cơ truyền động.
- Các tham số của mạch điều khiển.
- Mômen quán tính của cơ cấu quy đổi về trực động cơ trong các chế độ làm việc khác nhau của hệ truyền động.
- Mômen cản tĩnh của các cơ cấu trong các chế độ làm việc khác nhau của hệ truyền động.

Để tính chọn sơ bộ công suất động cơ truyền động chỉ cần dựa trên biểu đồ phụ tải tối giản của hệ truyền động trong đó chỉ tính đến mômen cản tĩnh của cơ cấu, không tính đến mômen động của cơ cấu trong chế độ quá độ. Việc tính toán chính xác các yếu tố đặc trưng cho chế độ làm việc của các cơ cấu của máy xúc là một vấn đề phức tạp. Bởi vậy, để tiến hành tính chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu của máy xúc có thể sử dụng biểu đồ phụ tải gần giống với biểu đồ phụ tải thực của các cơ cấu chính của máy xúc biểu diễn trên hình 3.46.

Chu trình làm việc của cơ cấu nâng - hạ gàu của máy xúc (hình 3.46a) bao gồm giai đoạn chính sau : t_1 - thời gian tăng tốc cho quá trình bắt đầu đào - bốc xúc đất đá ; t_2 - thời gian nâng gàu và tay gàu trong giai đoạn bốc xúc đất đá ; t_3 - thời gian dừng đầu dày tải ngay sau khi gàu rời khỏi gương lò ; t_4 - thời gian giữ gàu dày tải cân bằng trên không khi quay gàu về vị trí đổ tài ; t_5 - thời gian đổ tài, mô men của động cơ giảm xuống trong quá trình đổ tài ; t_6 - thời gian tăng tốc khi hạ gàu không xuống gương lò ; t_7 - thời gian hạ gàu với tốc độ không đổi ; t_8 - thời gian hãm gàu trước khi gàu chạm vào thành gương lò.

Từ biểu đồ phụ tải, ta rút ra nhận xét sau :

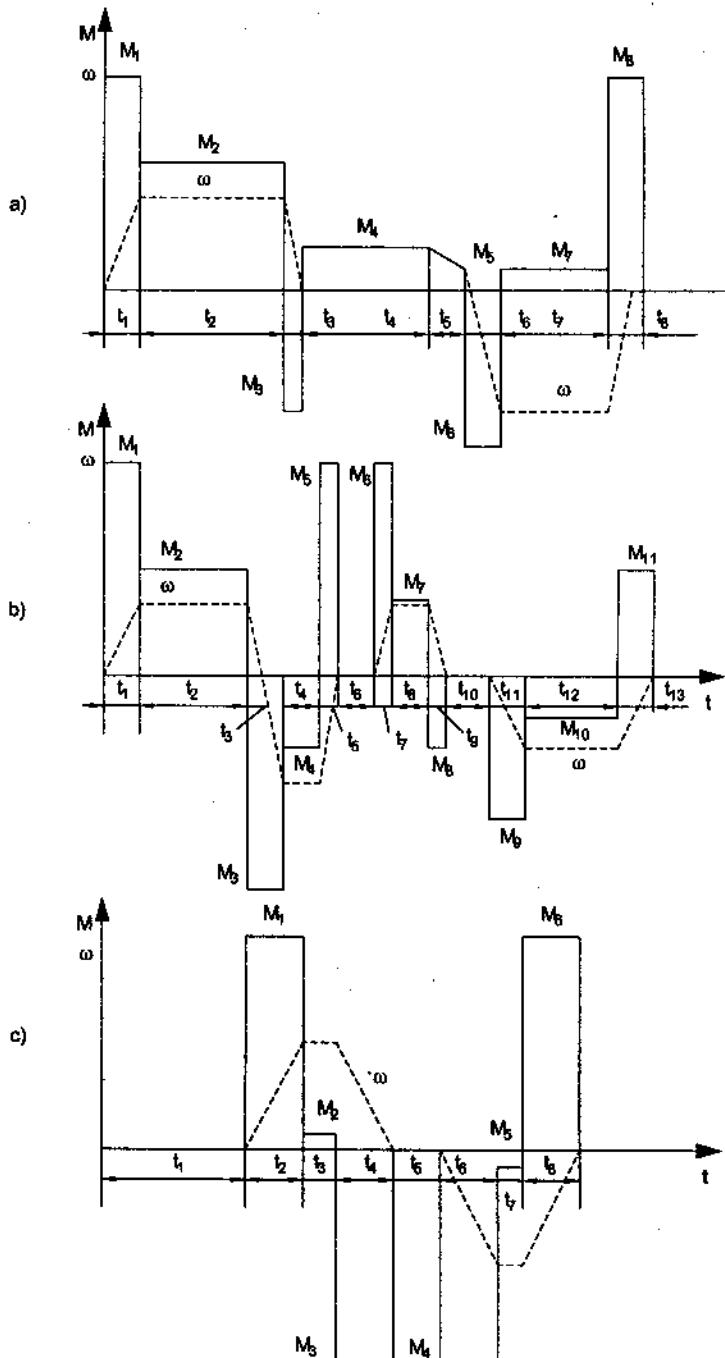
- Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gàu làm việc dài hạn với hệ số tiếp điện tương đối $TĐ\% = 100\%$.

- Trị số của mômen động cơ truyền động xác định bằng mômen cản tĩnh của phụ tải, mômen cản tĩnh của cơ cấu nâng - hạ gàu có tính thế năng.

Biểu đồ phụ tải của động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gàu được biểu diễn trên hình 4.46b. Chu trình làm việc của cơ cấu đẩy tay gàu bao gồm các giai đoạn sau : t_1 - thời gian tăng tốc để đưa gàu vào gương lò tác dụng kết hợp với cơ cấu nâng - hạ gàu ; t_2 - thời gian di chuyển tay gàu ra khỏi phía trước trong quá trình bốc xúc đất đá ; t_3 - thời gian đảo chiều của động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gàu khi lùi tay gàu để di chuyển gàu rời khỏi gương lò ; t_4 - thời gian di chuyển tay gàu với tốc độ không đổi rời khỏi gương lò ; t_5 - thời gian hãm tay gàu khi cân bằng với một phần trọng lượng của gàu dày tải ; t_6 - thời gian nghỉ, khi máy xúc quay tay gàu ; t_7 - thời gian tăng tốc của hệ truyền động đẩy tay gàu ra xa với bán kính lớn nhất

đến đúng vị trí cần đổ tải ; t_8 - thời gian di chuyển tay gầu với tốc độ không đổi ; t_9 - thời gian hãm của hệ truyền động đẩy tay gầu khi quay tay gầu ; t_{10} - thời gian nghỉ khi đổ tải ; t_{11} - thời gian tăng tốc để kéo tay gầu đi vào ; t_{12} - thời gian di chuyển tay gầu đi vào với tốc độ không đổi ; t_{13} - thời gian hãm của hệ truyền động cơ cấu đẩy tay gầu trước khi đưa gầu vào gương lò.

Biểu đồ phụ tải của động cơ truyền động cơ cấu quay biểu diễn trên hình 4.46c. Cơ cấu quay bắt đầu làm việc khi gầu đã rời khỏi gương lò khi đã thực hiện xong quá trình bốc - xúc. Chu trình làm việc của cơ cấu quay gồm các giai đoạn



Hình 3.46. Biểu đồ phụ tải của các cơ cấu chính của máy xúc một gầu - gầu thuận.

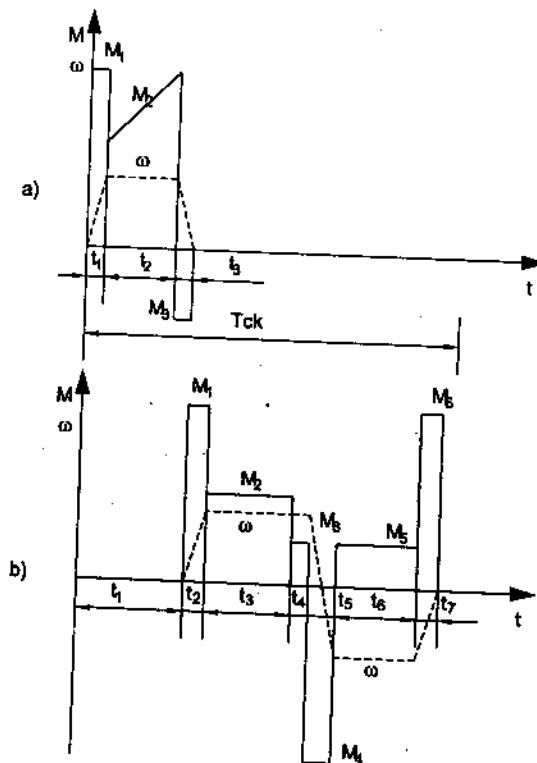
a) Cơ cấu nâng - hạ gầu ; b) Cơ cấu đóng tay gầu ; c) Cơ cấu quay.

sau : t_1 - thời gian nghỉ khi gàu di chuyển trong gương lò ; t_2 - thời gian tăng tốc của cơ cấu quay khi quay gàu đầy tải ; t_3 - thời gian quay gàu đầy tải với tốc độ không đổi ; t_5 - thời gian nghỉ khi đổ tải ; t_6 - thời gian khởi động của hệ truyền động cơ cấu quay, quay gàu không theo hướng ngược lại ; t_7 - thời gian quay gàu không về vị trí đổ tải với tốc độ không đổi; t_8 - thời gian hảm của cơ cấu quay.

Trong một số trường hợp, để đơn giản trong việc tính toán, biểu đồ phụ tải không tính đến chế độ động của hệ truyền động. Ví dụ như đối với cơ cấu dây tay gàu có thể giả thiết rằng : $M_1 = M_2$; $M_3 = M_4$; $M_4 = M_5$; $M_6 = M_7$; $M_8 = M_9$ và $M_{11} = M_{10}$. Cũng tương tự như vậy có thể xây dựng biểu đồ phụ tải tối giản cho động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gàu.

2. Biểu đồ phụ tải của máy xúc gàu treo trên dây (hình 3.47)

Biểu đồ phụ tải của cơ cấu kéo cáp (hình 3.47a) gồm các giai đoạn sau : t_1 - thời gian tăng tốc của động cơ truyền động để đưa gàu xúc xuống gương



Hình 3.47. Biểu đồ phụ tải của các cơ cấu chính của máy xúc gàu treo trên dây.

a) Cơ cấu kéo ; b) Cơ cấu nâng - hạ gàu.

t_1 ; t_2 - thời gian bốc xúc (khi giàu xúc càng dày, mômen của động cơ truyền động M_2 càng tăng) ; t_3 - thời gian kết thúc quá trình bốc - xúc.

Biểu đồ phụ tải của động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ giàu (hình 3.47b) gồm các công đoạn chính sau : t_1 - thời gian nghỉ, trong khi cơ cấu kéo giàu đi thực hiện quá trình bốc xúc ; t_2 - thời gian tăng tốc của cơ cấu nâng giàu khi giàu xúc bắt đầu rời khỏi gương lò ; t_3 - thời gian nâng giàu với tốc độ không đổi, đồng thời quay giàu về vị trí đỡ tải ; t_4 - thời gian đỡ tải ; t_5 - thời gian hãm của cơ cấu đồng thời động cơ truyền động cơ cấu đảo chiều để hạ giàu xuống gương lò ; t_6 - thời gian hạ giàu xuống gương lò với tốc độ không đổi, đồng thời quay giàu theo hướng ngược lại ; t_7 - thời gian hãm của cơ cấu để đưa giàu vào gương lò.

Biểu đồ phụ tải của cơ cấu quay của máy xúc giàu treo trên dây tự như của máy xúc một giàu - giàu thuận.

3.4.5. Tính chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu chính của máy xúc

Để tính chọn được công suất động cơ truyền động các cơ cấu của máy xúc cần phải có các dữ kiện ban đầu sau đây :

- Sơ đồ động học của cơ cấu.
- Chế độ làm việc của máy xúc.
- Tốc độ di chuyển của cơ cấu.
- Thời gian của một chu trình làm việc của cơ cấu.
- Loại đất đá hoặc quặng và một số dữ kiện khác v.v...

Tất cả các thông số trên có thể nhận được từ kích thước kết cấu của máy xúc với năng suất (thể tích giàu xúc) xác định. Chế độ động của cơ cấu trong quá trình làm việc như tăng tốc, hãm, thay đổi tốc độ ảnh hưởng rất đáng kể đến năng suất của máy xúc.

Mômen quán tính của cơ cấu truyền lực trung gian có thể tính toán được dựa trên sơ đồ động học của cơ cấu, còn mômen quán tính của động cơ chỉ tính được sau khi đã chọn sơ bộ công suất động cơ. Bởi vậy để tính chọn chính xác công suất động cơ, phải tiến hành theo các bước sau :

- Xây dựng biểu đồ phụ tải tối giản dựa trên các công thức (sê trình bày sau) và xác định công suất cản tĩnh của động cơ.
- Tiến hành chọn sơ bộ công suất động cơ truyền động (trong sổ tay tra cứu) và xây dựng đường đặc tính cơ tự nhiên của động cơ truyền động.
- Xây dựng biểu đồ phụ tải chính xác của động cơ truyền động cơ cấu cho một chu trình làm việc có tính đến chế độ động của hệ truyền động.
- Kiểm tra động cơ đã chọn theo điều kiện phát nóng bằng phương pháp dòng điện hoặc mômen đẳng trị.

- Kiểm tra động cơ theo khả năng quá tải.

Công suất của động cơ đã chọn phải quy đổi hệ số tiếp điện (TD%) phù hợp với hệ số tiếp điện quy chuẩn.

1. Động cơ truyền động cơ cầu nâng - hạ giàu của máy xúc giàu thuận

Để xây dựng biểu đồ phụ tải cơ cầu nâng - hạ giàu (hình 3.44a) cần phải tính mômen động cơ sinh ra khi thực hiện bốc xúc, nâng giàu đầy tải, đổ tải, hạ giàu v.v... Mômen của động cơ khi thực hiện bốc xúc đất đá được tính theo biểu thức sau :

$$M_2 = \frac{(G_g + G + 0,5G_{tg} + G_e)R_t g}{i\eta} \quad [\text{N.m}] \quad (3.36)$$

Trong đó : G_g - khối lượng của giàu, kg ;

G - khối lượng đất đá trong giàu, kg ;

G_{tg} - khối lượng của tay giàu, kg ;

R_t - bán kính của tay nâng, m ;

i - tỷ số truyền từ động cơ đến cơ cầu bốc xúc ;

η - hiệu xuất của cơ cầu truyền lực ;

g - gia tốc trọng trường, m/s^2 ;

G_e - khối lượng tương ứng với sự tác dụng của lực cắt F_c , kg.

$$G_e = \frac{F_c}{g} \quad [\text{kg}] \quad (3.37)$$

Khối lượng đất đá trong giàu tính theo biểu thức :

$$G = V_1 \cdot \gamma \quad [\text{kg}] \quad (3.38)$$

Trong đó : V_1 - thể tích đất đá chiếm chỗ trong giàu, m^3 ;

γ - khối lượng riêng của đất đá, kg/m^3 .

$$V_1 = S \cdot h \cdot b \quad [\text{m}^3]. \quad (3.39)$$

Trong đó : S - tiết diện cắt ngang của một lớp cắt, m^2 ;

h - chiều dài của một đường cắt, m ;

b - hệ số tối, xốp của đất đá ($0,6 + 0,8$).

Lực cắt được tính theo biểu thức sau :

$$F_c = f \cdot \frac{V_1 \cdot b}{h} \cdot 10^{-4} \quad [\text{N}] \quad (3.40)$$

Trong đó : f - suất lực cắt của đất đá, N/cm^2 .

Trị số của f phụ thuộc vào tính chất của đất đá, quặng và cơ cấu bốc xúc của từng loại máy xúc.

Tốc độ nâng của gàu được chọn theo kinh nghiệm và phụ thuộc vào năng suất của máy xúc. Đối với máy xúc có thể tích gàu xúc dưới $2m^3$, $v_g = (0,4 + 0,5)m/s$; thể tích gàu xúc $(2 + 3)m^3$, $v_g = (0,5 + 0,9)m/s$ và thể tích gàu xúc từ $(3 + 6)m^3$, $v_g = (0,9 + 1,6)m/s$.

Mômen của động cơ khi gàu rời khỏi gương lò hoặc khi giữ gàu đầy tải trên không được tính theo biểu thức :

$$M_4 = \frac{(G_g + G + 0,5G_{tg})R_t \cdot g}{i \cdot \eta} \quad [N.m] \quad (3.41)$$

Mômen động cơ khi hạ gàu không tải bằng :

$$M_7 = \frac{(G_g + 0,5G_{tg})R_t \cdot \eta \cdot g}{i} \quad [N.m] \quad (3.42)$$

Tất cả các trị số mômen động cơ khi xây dựng biểu đồ phụ tải tối giản có thể lấy bằng : tăng tốc khi đào $M_1 = 1,5M_2$; hâm sau khi gàu rời khỏi gương lò $M_3 = 0,8M_2$; tăng tốc khi hạ gàu $M_6 = M_2$; hâm trước khi bắt đầu quá trình đào, bốc xúc $M_8 = 1,5M_2$. Dựa trên biểu đồ phụ tải của hệ truyền động cơ cấu nâng - hạ gàu (hình 3.44a) có thể tính được mômen đằng trị của động cơ :

$$M_{dt} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + M_3^2 t_3 + M_4^2 t_4 + M_5^2 t_5 + M_6^2 t_6 + M_7^2 t_7 + M_8^2 t_8}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8}} \quad [N.m] \quad (3.43)$$

Để tính được thời gian quá độ (t_1, t_3, t_6 và t_8), trước hết phải tính thời gian làm việc của động cơ ở chế độ xác lập. Thời gian đào, bốc xúc t_2 phụ thuộc vào độ dài của đường cắt h (chiều cao của gương lò) và tốc độ nâng của gàu v_g . Thời gian giữ gàu trên không khi quay về hai hướng t_4 và t_7 phụ thuộc vào tốc độ quay của cơ cấu quay của máy xúc. Thời gian đổ tải t_5 phụ thuộc vào thể tích của gàu xúc.

Thời gian tổng của một chu trình làm việc của cơ cấu nâng - hạ gàu có thể được tính bằng :

$$t_{ek} = \Sigma t = (1,15 + 1,2)(t_2 + t_4 + t_5 + t_7) \quad [s] \quad (3.44)$$

Công suất của động cơ được chọn dựa trên hai đại lượng : mômen đằng trị M_{dt} và tốc độ nâng gàu v_g .

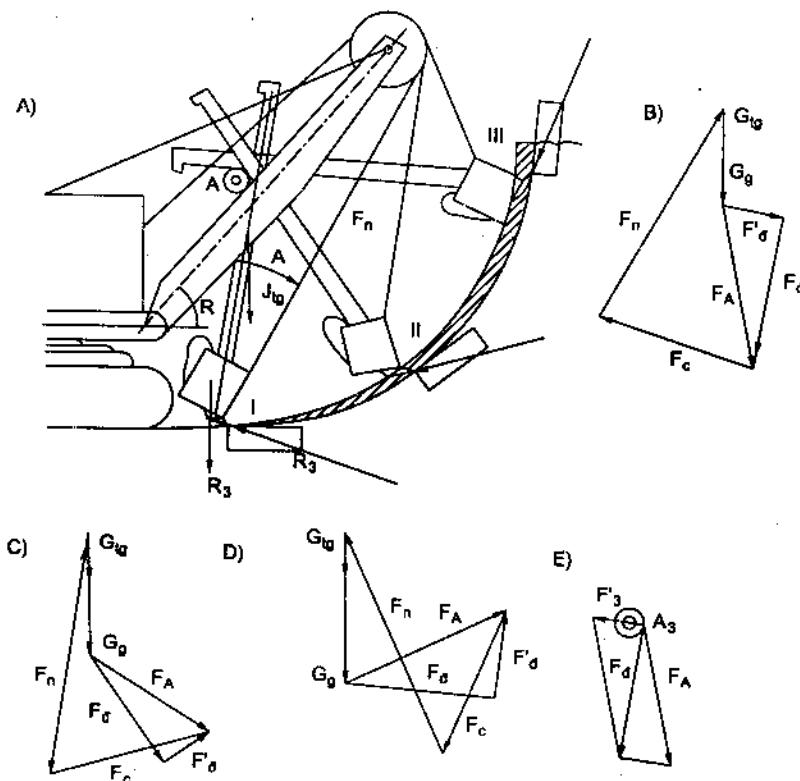
2. *Động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gàu của máy xúc một gàu - gàu thuận*

Công suất động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gàu của máy xúc gàu

thuận được xác định bởi các trị số ngoại lực tác dụng lên tay gầu của máy xúc. Các lực đó thay đổi phụ thuộc vào vị trí của tay gầu so với cầu gầu của máy xúc, phụ thuộc vào chế độ làm việc của cơ cấu đẩy tay gầu để tạo ra chuyển động tịnh tiến hoặc giữ tay gầu tại chỗ. Để tay gầu di chuyển tịnh tiến được ra phía trước, cơ cấu đẩy tay gầu phải tạo ra một lực đẩy song song với trục tay gầu theo hướng từ đầu tay gầu ra đến gầu xúc. Trong đó thành phần lực đẩy hữu ích tạo ra để khắc phục thành phần pháp tuyến của lực cản khi cắt đất đá và thành phần lực nâng F_n (hình 3.48) gầu có hướng song song với trục của tay gầu.

Các vị trí tính toán của tay gầu : b, c, d và e, các bản vẽ véc tơ lực tác dụng lên tay gầu.

Thành phần lực chủ đạo để đẩy tay gầu là lực nâng F_n , lực nâng F_n tỷ lệ nghịch với góc α được hợp thành giữa hai trục : trục của tay gầu và trục của dây cáp kéo của cơ cấu nâng. Giá trị của lực nâng F_n lớn hơn nhiều lần so với lực cản cắt của đất đá F_c . Khi giữ tay gầu trên không, cơ cấu đẩy tay gầu chịu một lực đẩy F_d do khối lượng của tay gầu, gầu với đất đá trong gầu và lực nâng tác dụng lên tay gầu.



Hình 3.48. Biểu đồ lực dùng để tính chọn công suất động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gầu của máy xúc gầu thuận.

Để tính chọn được công suất động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gầu, cần phải tính được thành phần pháp tuyến và tiếp tuyến của lực đẩy tay gầu tại điểm A (hình 3.48a). Để thực hiện được điều đó phải tiến hành tổng hợp các thành phần lực tác dụng lên tay gầu tại các vị trí khác nhau của tay gầu (hình 3.48 b, c và d), các thành phần lực tác dụng bao gồm: lực cắt F_c , lực nâng $F_n = G_n/g$, G_{tg} và G_g . Từ đó có thể xác định được trị số và hướng tác dụng của lực F_a tại điểm A. Thành phần lực cản cắt của đất đá có thể tính được theo biểu thức sau :

$$F_c = \frac{1}{r} (G_n r_1 + G_{tg} r_2 + G_g r_3) \cdot g \quad [N] \quad (3.45)$$

Trong đó : r , r_1 , r_2 , r_3 - cánh tay đòn của các lực tương ứng : lực cắt, lực nâng, khối lượng tay gầu và khối lượng gầu xúc so với trục của cần gầu.

Sau đó tiến hành phân tích lực F_A thành hai thành phần : lực F_d vuông góc với trục của tay gầu và lực F_s song song với trục của tay gầu (hình 3.48e) ứng với vị trí I của tay gầu (hình 3.48a). Lúc đó góc nghiêng của cầu gầu có trị số lớn nhất với $\gamma = 60^\circ$.

Để tính toán sự thay đổi của mômen phụ thuộc vào góc nâng của tay gầu (α) cần phải xây dựng biểu đồ lực tác dụng lên tay gầu ứng với $(8 + 10)$ vị trí của tay gầu. Sau đó xác định trị số mômen trung bình M_2 (hình 3.44b). Thời gian t_2 được tính bằng thời gian đào - bốc xúc (hình 3.44a).

Trị số mômen của động cơ cầu khi thu tay gầu vào cho một lần bốc xúc mới và vươn tay gầu ra xa nhất để đổ tải cũng được tiến hành theo các bước như trên.

Tốc độ di chuyển của cơ cấu đẩy tay gầu được chọn từ điều kiện khi đẩy tay gầu ra xa nhất trong quá trình đào - bốc xúc.

$$v_d = \frac{l_{tg,max}}{t_d} \quad [m/s] \quad (3.46)$$

Trong đó : $l_{tg,max}$ - hành trình di chuyển xa nhất của tay gầu, m ;

t_d - thời gian đào - bốc xúc ($t_d = t_2$).

Tốc độ lùi tay gầu để thực hiện một chu trình bốc xúc mới thường lấy bằng $(1,5 \div 2)v_d$. Tốc độ trung bình của cơ cấu đẩy tay gầu thường được chọn bằng :

$$v_{atb} = (0,45 \div 0,72)v_g \quad [m/s] \quad (3.47)$$

Trong đó : v_g - tốc độ nâng gầu, m/s.

Các trị số của mômen còn lại được tính theo kinh nghiệm : $M_4 = 0,8M_2$; $M_7 = 0,6M_2$; $M_{10} = 0,4M_2$; $M_1 = M_5 = m_6 = 1,5M_2$; $M_3 = 1,2M_2$; $M_8 = 0,9M_2$ và $M_{11} = M_2$.

Các bước tính toán tiếp theo được thực hiện theo 4 bước như tính chọn công suất động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gầu.

3. Động cơ truyền động cơ cấu quay của máy xúc một gầu - gầu thuận

Công suất động cơ truyền động cơ cấu quay của máy xúc một gầu - gầu thuận được tính toán dựa trên :

- Trị số mômen quán tính của các phần quay của máy xúc J.
- Mômen cản tĩnh M_c .
- Tốc độ quay cực đại ω_{max}
- Trị số góc quay β .

Theo kinh nghiệm vận hành và thiết kế hệ truyền động cơ cấu quay của máy xúc rút ra kết luận rằng trị số mômen cản tĩnh và mômen động của động cơ truyền động cơ cấu quay liên quan với nhau với một tỷ lệ nhất định. Bởi vậy, chỉ cần tiến hành tính toán trị số mômen cản tĩnh M_c , sau đó mômen động của động cơ (M_{dg}) có thể tính chọn theo trị số của M_c . Mômen cản tĩnh của động cơ truyền động M_c và tốc độ quay cực đại ω_{max} được tính toán theo các bước sau:

a) Chọn thời gian của một chu trình làm việc của máy xúc t_{ck} theo các đường cong trên hình 3.49.

Khi máy xúc bốc xúc đất đá rời không kết dính, thời gian của một chu trình làm việc của máy xúc tăng lên : (5 + 10)% đối với máy xúc gầu thuận và gầu treo trên dây, 10% đối với máy xúc gầu ngược, 15% đối với máy xúc gầu ngoặt. Khi máy xúc bốc xúc đất đá mềm, thời gian của một chu trình giảm đi hai lần.

b) Xác định thời gian đào - bốc xúc (t_d). Khi tính thời gian đào, giả thiết rằng tốc độ trung bình khi nâng gầu bằng tốc độ trung bình của động cơ khi làm việc với phụ tải định mức.

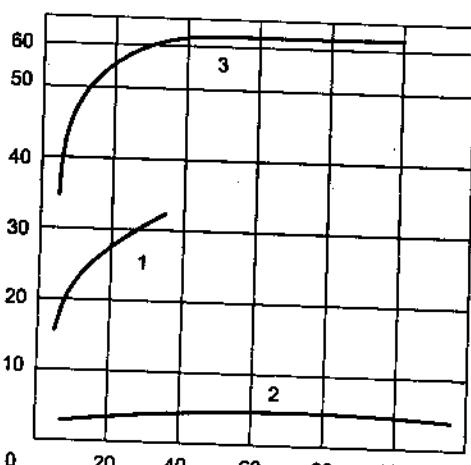
$$t_d = \frac{H}{v_g} \quad [s] \quad (3.48)$$

Trong đó :

H - chiều dài quỹ đạo khi đào đất đá (một cách gần đúng là chiều cao của gương lò h), m ;

v_g - tốc độ di chuyển của gầu, m/s.

Chiều dài quỹ đạo khi đào có thể tính được dựa trên các kích thước cơ bản của máy xúc. Tốc độ di chuyển



Hình 3.49. Sự phụ thuộc của thời gian chu trình làm việc của máy xúc vào thể tích gầu xúc.

1. Máy xúc xây dựng và máy xúc dùng trong ngành khai thác mỏ ; 2. Máy xúc bốc đất đá ; 3. Máy xúc gầu treo trên dây.

của gầu v_g phụ thuộc vào tính chất của đất đá có thể tính chọn từ 0,5 đến 3,5 m/s.

c) *Tính thời gian đổ tải (t_{dt})*. Thời gian đổ tải phụ thuộc vào các yếu tố sau :

- Đặc điểm, công nghệ khi đổ tải vào phương tiện vận chuyển (ôtô, toa tàu hoặc bãi thải).

- Loại đất đá.

- Chiều cao và tầm vươn xa của gầu khi đổ tải.

Thời gian đổ tải bao gồm : thời gian quay gầu về đúng vị trí đổ tải, thời gian khởi động cơ cấu đổ tải (cơ cấu đóng mở đáy gầu) và thời gian đổ tải.

Thời gian khởi động của hệ truyền động cơ cấu đổ tải thường được chọn trong phạm vi $(0,4 \div 3)$ s. Thời gian đổ tải trong phạm vi $(0,25 \div 2)$ s khi đổ tải ra bãi thải, $(0,5 \div 6)$ s khi đổ tải vào các phương tiện vận tải khác như tàu hỏa hoặc ôtô.

d) *Tính thời gian quay gầu (t_q)*

$$t_q = \frac{t_{ck} - t_d - t_{dt}}{1 + \sqrt[3]{\frac{J_o}{J}}} \quad [s] \quad (3.49)$$

Trong đó : J_o - mômen quán tính của các phần quay của máy xúc khi quay gầu không, kNm^2 ;

J - mômen quán tính của các phần quay của máy xúc khi quay gầu đầy tải, kNm^2 .

Trị số của mômen quán tính có thể tính một cách gần đúng theo công thức thực nghiệm. Thời gian quay có thể lấy bằng $t_q = (0,8 \div 0,85)t_{ck}$.

e) *Tính công suất cực đại của động cơ truyền động cơ cấu quay*

$$P_{max} = \frac{J(1,37 + \eta^2)\beta^2}{0,736at_q^3\eta} \quad [\text{kW}] \quad (3.50)$$

Trong đó : η - hiệu suất cơ cấu truyền lực của cơ cấu quay ;

β - góc quay của máy xúc, rad ;

a - hệ số có tính đến dạng của đường đặc tính cơ của hệ truyền động.

Khi tính toán có thể lấy $\eta = (0,85 \div 0,9)$, góc quay $\beta = (90 \div 110)^\circ$ đối với máy xúc gầu thuận, $\beta = (120 \div 150)^\circ$ đối với máy xúc gầu treo trên dây.

Hệ số a được tính chọn theo dạng đặc tính cơ trên hình 3.50.

Đường I, $a = 26,5$; đường II, $a = 41,5$; đường III, $a = 40,7$ và đường IV, $a = 65,5$.

Đ Tốc độ quay cực đại

$$\omega_{\max} = \sqrt{\frac{0,736cP_{\max}\eta}{J(1,37 + \eta^2)}} \quad [\text{rad}] \quad (3.51)$$

Trong đó : c - hệ số có tính đến dạng đặc tính cơ của hệ truyền động (hình 3.50). Đường I, $c = 87,5$; đường II, $c = 167$; đường III, $c = 137$ và đường IV, $c = 220,5$.

Theo kết quả P_{\max} , ω_{\max} để tính chọn công suất động cơ truyền động cơ cấu quay trong các số tay tra cứu.

3.4.6. Các hệ truyền động thường dùng trong máy xúc

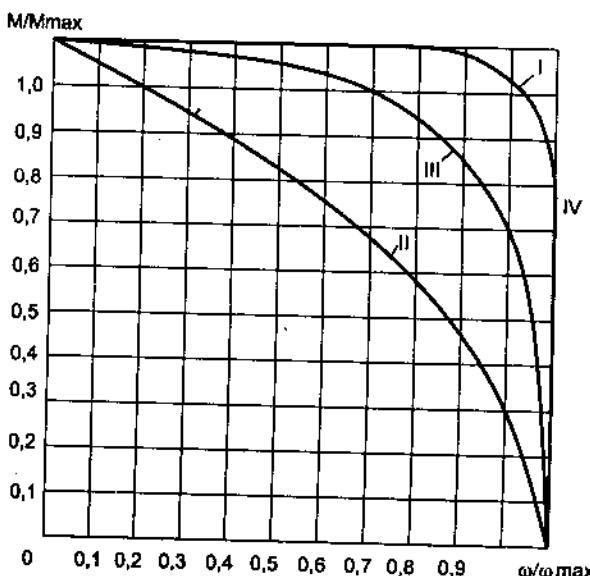
Hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc phải đáp ứng các yêu cầu công nghệ của máy xúc, như phạm vi điều chỉnh tốc độ, dạng đặc

tính cơ, chế độ động của cơ cấu, đảm bảo làm việc với độ tin cậy cao trong điều kiện làm việc khắc nghiệt và chế độ làm việc nặng nề. Bởi vậy việc chọn hệ truyền động để truyền động các cơ cấu của máy xúc chỉ giới hạn trong một số hệ truyền động chất lượng cao. Các hệ truyền động thông dụng dùng trong máy xúc bao gồm :

- Hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto dây quấn.
- Hệ truyền động F-Đ có khuếch đại trung gian là nguồn cấp cho cuộn kích từ của máy phát một chiều.
- Hệ truyền động với động cơ điện một chiều, được cấp nguồn từ bộ biến đổi tần (bộ chỉnh lưu có điều khiển dùng tiristo - hệ T-Đ).

Trong các máy xúc năng suất thấp (dưới $150 \text{ m}^3/\text{h}$), thường dùng hệ truyền động nhôm. Động cơ truyền lực có thể là động cơ đốt trong (động cơ diezen) hoặc động cơ không đồng bộ. Để truyền động các cơ cấu chính của máy xúc được thực hiện từ trục chính thông qua các cơ cấu truyền lực như trục cam, khớp ly hợp ma sát v.v...

Trong các máy xúc năng suất trung bình (dưới $400 \text{ m}^3/\text{h}$) thường dùng hệ



Hình 3.50. Dạng đặc tính cơ của hệ truyền động máy xúc để xác định các hệ số a và c .

truyền động riêng rẽ : hệ máy phát điện 1 chiều có ba cuộn kích từ - động cơ điện một chiều.

Trong các máy xúc nén suất lớn (dưới 1500 m³/h), thường dùng hệ F-D có khuếch đại trung gian làm nguồn cấp cho cuộn kích từ của máy phát như : máy điện khuếch đại, khuếch đại từ, hoặc khuếch đại bán dẫn. Hệ điều khiển tốc độ để nâng cao chất lượng tinh và chất lượng động của hệ truyền động.

Các hệ truyền động phụ khác của máy xúc (như đóng - mở đáy gàu, máy bơm, quạt gió, máy nén khí v.v...) thường dùng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc.

3.4.7. Một số sơ đồ khống chế máy xúc điển hình

1. Máy xúc EKG-4 (EKG-4)

Máy xúc EKG-4 là loại máy xúc một gàu - gàu thuận thường được sử dụng trên các công trường xây dựng công trình thuỷ điện, trên các công trường khai thác mỏ theo phương pháp lộ thiên.

a) Thông số kỹ thuật

+ Thể tích gàu xúc : 4m³.

Trên máy xúc được trang bị các loại máy điện sau :

+ Tổ hợp biến đổi bao gồm các máy điện (hình 3.51) :

- Động cơ sơ cấp kéo các máy phát điện một chiều dùng loại động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc cao áp 3 (hình 3.51) với điện áp định mức $U_{dm} = 6000V$; $P_{dm} = 259kW$.

- Máy phát điện một chiều 2 làm nguồn cấp cho động cơ truyền động cơ cầu nâng - hạ gàu với $U_{dm} = 451V$; $P_{dm} = 192kW$.

- Máy phát điện một chiều 4 làm nguồn cấp cho các động cơ truyền động cơ cầu quay với $U_{dm} = 395V$; $P_{dm} = 80kW$.

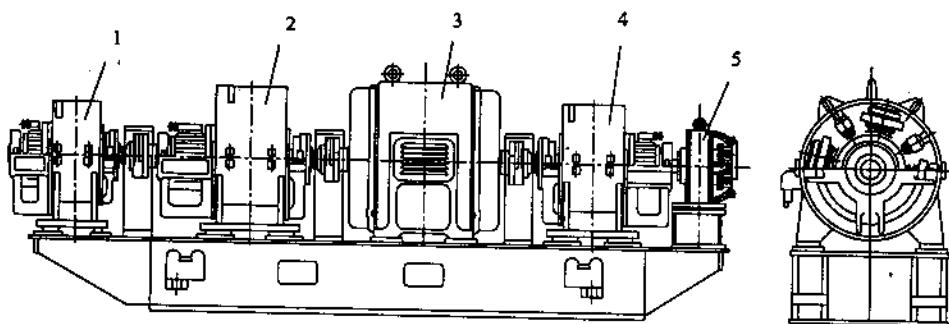
- Máy phát một chiều 1 làm nguồn cấp cho các động cơ truyền động cơ cầu đẩy tay gàu và cơ cầu di chuyển với $U_{dm} = 395V$; $P_{dm} = 54kW$.

- Máy phát điện một chiều 5, làm nguồn cấp cho các cuộn kích từ của tất cả các máy phát và động cơ điện một chiều truyền động các cơ cầu chính của máy xúc và động cơ đóng - mở đáy gàu với $U_{dm} = 115V$; $P_{dm} = 12kW$.

+ Các động cơ truyền động của cơ cầu chính

- Động cơ điện một chiều kích từ độc lập ĐN (hình 3.52) với $P_{dm} = 175kW$; $U_{dm} = 460V$; $n_{dm} = 755vg/ph$, truyền động cơ cầu nâng - hạ gàu.

- Động cơ điện một chiều kích từ độc lập ĐĐ với $P_{dm} = 40kW$; $U_{dm} = 360V$; $n_{dm} = 1110vg/ph$, truyền động cơ cầu đẩy tay gàu.



Hình 3.51. Tổ hợp biến đổi của máy xúc EKG-4.

- Hai động cơ điện một chiều ĐQ1, ĐQ2 với $P_{dm} = 50kW$; $U_{dm} = 306V$; $n_{dm} = 910vg/ph$, truyền động cơ cấu quay bàn (một động cơ quay theo chiều thuận, động cơ còn lại quay theo chiều ngược lại) với mục đích giảm mô men quán tính của hệ truyền động.

- Động cơ điện một chiều ĐDC, với $P_{dm} = 40kW$; $U_{dm} = 360V$; $n_{dm} = 1110vg/ph$, truyền động cơ cấu di chuyển máy xúc.
- Động cơ điện một chiều ĐG, với $P_{dm} = 1,1kW$; $U_{dm} = 110V$; $n_{dm} = 1450vg/ph$, truyền động cơ cấu đóng - mở đáy gầu.

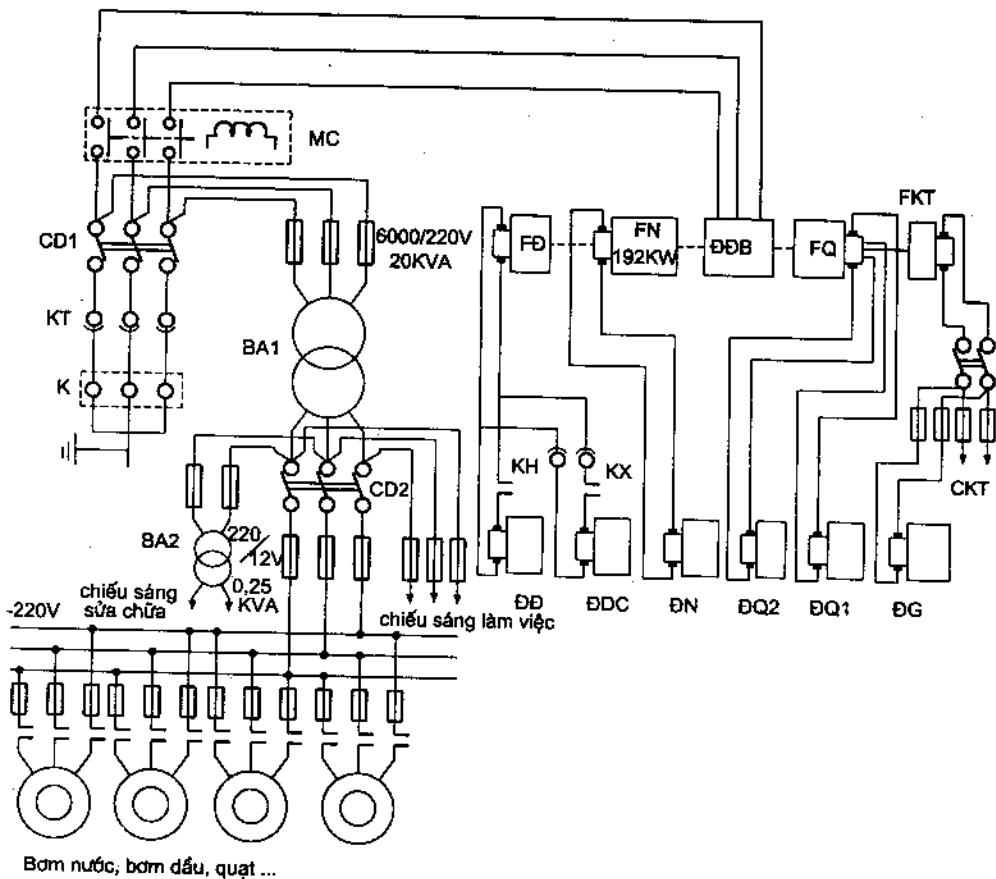
b) Sơ đồ cung cấp điện cho máy xúc EKG-4

Sơ đồ cung cấp điện từ lưới điện quốc gia đến máy xúc được thể hiện trên hình 3.53.

Nguồn điện cao áp (3 hoặc 6kV) được lấy từ lưới điện quốc gia cấp đến tủ phân phối 4 bằng đường cáp mềm ba pha cao áp 5. Nguồn từ tủ phân phối 4 cấp đến máy xúc bằng đường cáp mềm 5 đến máy xúc - đến hộp nối đầu vào trên ba giá đỡ sứ cao áp 7 và bộ tiếp điện 8 lắp đặt trên bệ của máy xúc. Nguồn từ bộ tiếp điện cấp vào tủ phân phối đặt trong máy xúc. Trong tủ phân phối gồm các thiết bị cao áp như: cầu dao cách ly CD1 (hình 3.52), máy cắt dầu MC, biến áp tự dùng BA1 với $S = 20kVA$, $U_1/U_2 = 6kV/0,22kV$ và một số thiết bị hạ áp khác.

Biến áp tự dùng BA1 (hình 3.52) dùng làm nguồn cấp cho các thiết bị điều khiển hạ áp, nguồn chiếu sáng làm việc và các động cơ truyền động phụ là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc (truyền động bơm nước, bơm dầu, quạt làm mát, v.v....).

Biến áp an toàn BA2 (hình 3.52) với $S = 0,25kVA$, $U_1/U_2 = 220V/12V$ làm nguồn chiếu sáng khi sửa chữa máy xúc.



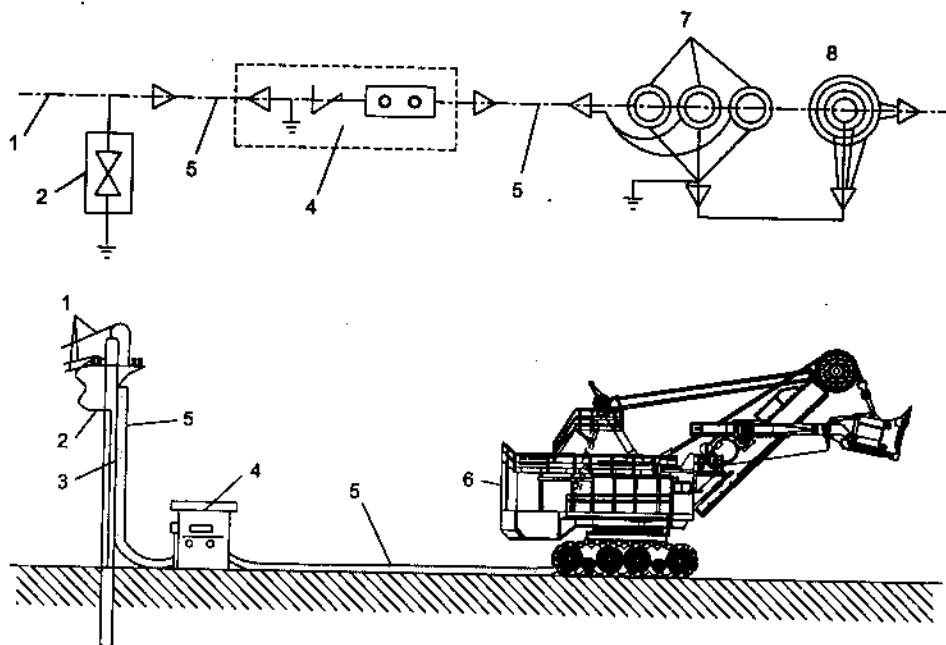
Hình 3.52. Sơ đồ nguyên lý mạch lực của máy xúc EKG-4.

c) Hệ truyền động các cơ cấu chính của máy xúc EKG-4 (hình 3.54)

Tất cả các cơ cấu chính của máy xúc EKG-4 : cơ cấu nâng - hạ gầu, cơ cấu đẩy tay gầu, cơ cấu quay và cơ cấu di chuyển được truyền động bằng hệ truyền động một chiều : máy phát ba cuộn kích từ - động cơ điện một chiều.

Mạch điều khiển hệ truyền động của các cơ cấu về cơ bản là như nhau. Sơ đồ nguyên lý mạch lực và mạch điều khiển hệ truyền động cơ cấu nâng - hạ gầu được giới thiệu trên hình 3.54a.

Điều khiển động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gầu thực hiện bằng bộ kháng chế từ KC có 5 vị trí về phía nâng và 5 vị trí về phía hạ gầu. Điều khiển quay và điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động thực hiện bằng cách thay đổi chiều và trị số dòng điện chảy trong cuộn kích từ độc lập CKF1. Cuộn kích từ song song CKF2 đấu song song với phần ứng của động cơ và



Hình 3.53. Sơ đồ cung cấp điện cho máy xúc EKG-4.

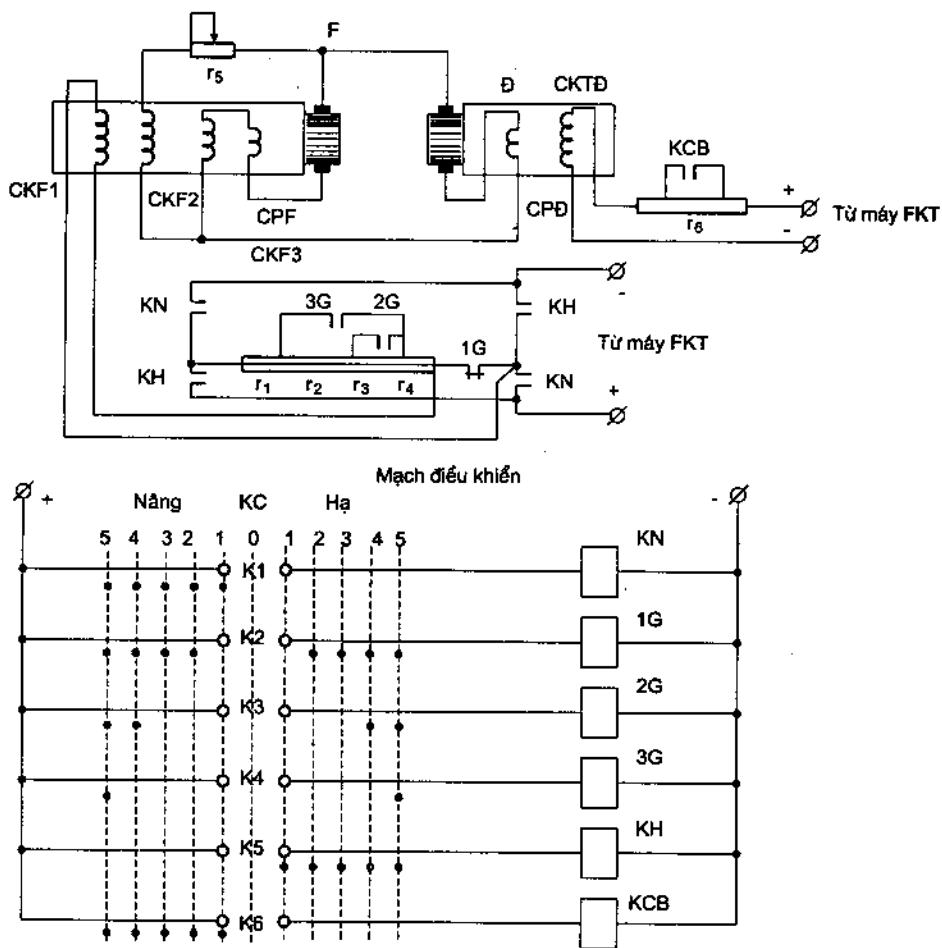
1. Dây điện cao thế ; 2. Van chống sét ; 3. Cột điện ; 4. Tủ phân phối ; 5. Đường cáp mềm ba pha cao áp ; 6. Máy xúc ; 7. Sứ đỡ cao áp đầu vào ; 8. Bộ tiếp điện.

máy phát qua biến trở hạn chế r_5 . Cuộn kích từ nối tiếp CKF3 đấu nối tiếp với phần ứng của động cơ và máy phát.

Cuộn kích từ độc lập của máy phát CKF1 được cấp nguồn từ máy phát kích từ FKT (hình 3.52). Sức từ động sinh ra trong cuộn CKF1 và CKF2 cùng chiều nhau, còn sức từ động sinh ra trong cuộn CKF3 ngược chiều với sức từ động sinh ra trong hai cuộn trên. Sức từ động tổng của máy phát bằng :

$$F_{\Sigma} = F_{CKF1} + F_{CKF2} - F_{CKF3} \quad (3.52)$$

Do tính chất khử từ của cuộn kích từ CKF3, khi phụ tải của động cơ truyền động nằm trong dải $0 < I_u < I_{ng}$ (dòng điện ngắn $I_{ng} = 2,25 \div 2,5 I_{dm}$) tính chất khử từ của cuộn kích từ nối tiếp không lớn lắm, độ sụt tốc độ không quá lớn đảm bảo năng suất của máy xúc đúng như khi thiết kế. Trong trường hợp động cơ truyền động bị quá tải ($I \geq I_{ng}$) tác dụng khử từ của cuộn CKF3 rất lớn làm cho điện áp phát ra của máy phải giảm nhanh về không, kết quả tốc độ của động cơ giảm nhanh về không. Tác dụng của cuộn kích từ nối tiếp CKF3 là hạn chế trị số mômen dừng trong giới hạn cho phép $M_d = (1,5 \div 2)M_{dm}$, tạo ra đường đặc tính cơ gây gục khi quá tải.



Hình 3.54. Hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ gầu máy xúc EKG-4.
a) Sơ đồ nguyên lý điện.

Đảo chiều quay động cơ truyền động bằng các công tắc tơ KN và KH, còn điều chỉnh tốc độ bằng các công tắc tơ gia tốc 1G + 3G.

Khi chuyển tay quay của bộ không chế từ KC từ vị trí 1 đến vị trí 5 sang bên trái hoặc sang bên phải sẽ nhận được họ đặc tính cơ của hệ truyền động 1, 2, 3 và 4 (hình 3.54b) hoặc 1c, 2c, 3c và 4c.

Ở vị trí "1" bên trái của bộ không chế từ KC, công tắc tơ KN tác động, dòng điện trong cuộn kích từ CKF1 nhỏ nhất (cuộn dây CKF1 được đấu nối tiếp với các điện trở r_1, r_2, r_3 và r_4), mômen của động cơ khi khởi hành bằng $0,5M_{dm}$, tốc độ động cơ thấp nhất (đường đặc tính 1 hình 3.54b) dùng để kéo căng sợi cáp kéo của cơ cầu nâng - hạ gầu, khắc phục khe hở trong

các khâu truyền lực và đưa gầu xúc ăn từ từ vào đất đá, bắt đầu quá trình đào - bốc xúc. Nếu chuyển dần bộ khống chế từ sang vị trí "2", "3", "4" và "5", tốc độ động cơ truyền động tăng dần ứng với các đường đặc tính cơ 2, 3 và 4 (hình 3.54b). Khi quay bộ khống chế từ về vị trí "0", các công tắc tơ giả tốc 1G, 2G và 3G lần lượt mất

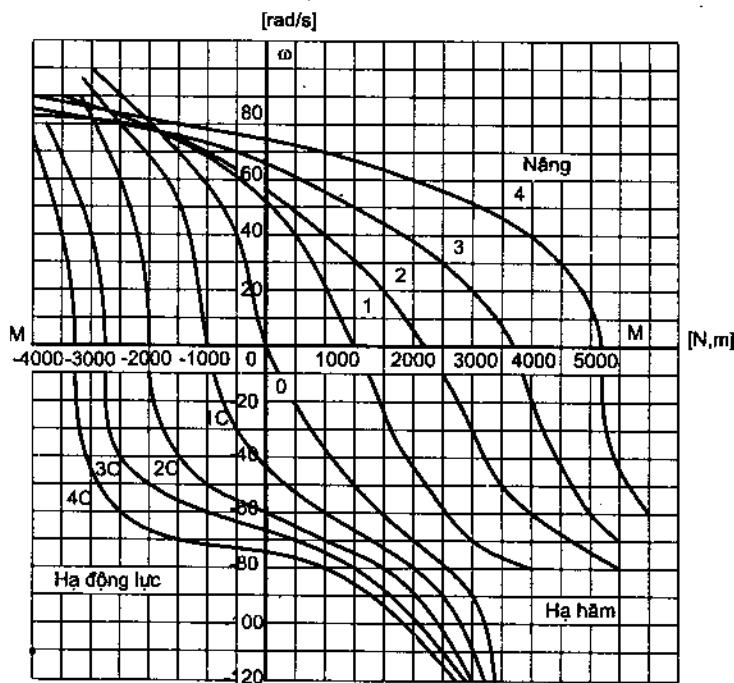
điện, động cơ chuyển sang làm việc ở chế độ hãm động năng (đường đặc tính 0 trên hình 3.54b).

Hạ gầu bằng cách quay bộ khống chế KC sang năm vị trí bên phải, công tắc tơ KH có điện, đóng cuộn kích từ CKF1 vào điện áp có cực tính ngược lại, động cơ đảo chiều quay và làm việc trên các đường đặc tính cơ 1c + 4c (hình 3.54b). Tại các vị trí này, công tắc tơ cưỡng bức kích từ KCB mất điện, điện trở r_7 được đấu nối tiếp với cuộn kích từ của động cơ CKTD, làm cho từ thông kích từ của động cơ giảm ($\phi_D < \phi_{D_{dm}}$), tăng tốc độ hạ gầu nhằm tăng năng suất của máy móc.

Trong chế độ quá độ, trị số mô men và tốc độ của động cơ phụ thuộc rất lớn đối với hai đại lượng : quán tính điện từ của các cuộn kích từ của máy phát và quán tính cơ của hệ truyền động. Do cuộn kích từ nối tiếp CKF3 có hằng số thời gian rất lớn nên trị số mômen cực đại được hạn chế tới trị số $M_{max} = 1,3M_{dm}$.

2. Máy xúc EKG-4,6

Máy xúc EKG-4,6 là máy xúc có năng suất trung bình với thể tích gầu xúc bằng $4,6\text{m}^3$. Máy xúc EKG-4,6 được cải tiến dựa trên cơ sở của máy xúc



Hình 3.54. Hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ gầu máy xúc EKG-4
b) Họ đặc tính cơ

EKG-4. Về hình dáng và kết cấu cơ khí không khác xa máy so với máy xúc EKG-4, nhưng hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc khác hẳn so với EKG-4. Hệ truyền động máy phát ba cuộn dây - động cơ điện một chiều được thay thế bằng hệ F-Đ có khuếch đại từ (KDT) trung gian.

Khuếch đại từ trung gian là nguồn cấp cho cuộn kích từ độc lập của máy phát CKF (hình 3.55) có chức năng tổng hợp và khuếch đại các tín hiệu điều khiển.

Cuộn kích từ độc lập của máy phát FN được chế tạo thành hai nửa cuộn dây CKF và hai điện trở cảm biến R_{cb} nối theo sơ đồ cầu.

Hai khuếch đại từ (được cấp nguồn độc lập) nối vào hai đường chéo của cầu đó là KDT1 và KDT2. Khi dòng điều khiển của hai KDT1 và KDT2 bằng không, $I_1 = I_2$, sức từ động sinh ra trong cuộn kích từ CKF bằng 0 và điện áp ra của máy phát FN (hình 3.56a) bằng không. Khi dòng điều khiển của KDT1 và KDT2 khác không, dòng $I_1 \neq I_2$, điện áp ra của máy phát FN khác không, cực tính của điện áp của máy phát FN phụ thuộc vào trị số của hai thành phần dòng I_1 và I_2 chảy trong cuộn kích từ độc lập CKF.

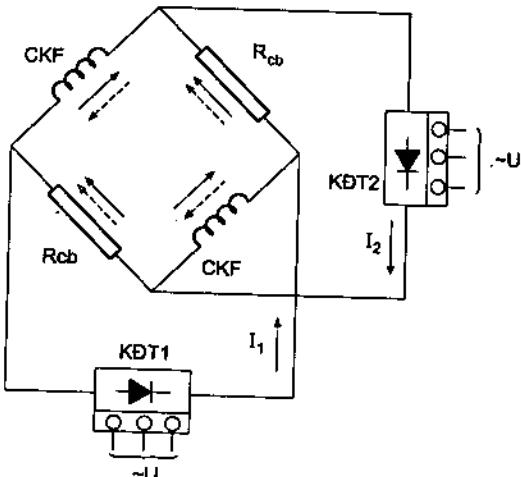
Sơ đồ nguyên lý của hệ truyền động cơ cấu nâng - hạ gầu của máy xúc EKG-4,6 được giới thiệu trên hình 3.56a.

Khuếch đại từ kép KDT1, KDT2 có các cuộn dây không chế sau :

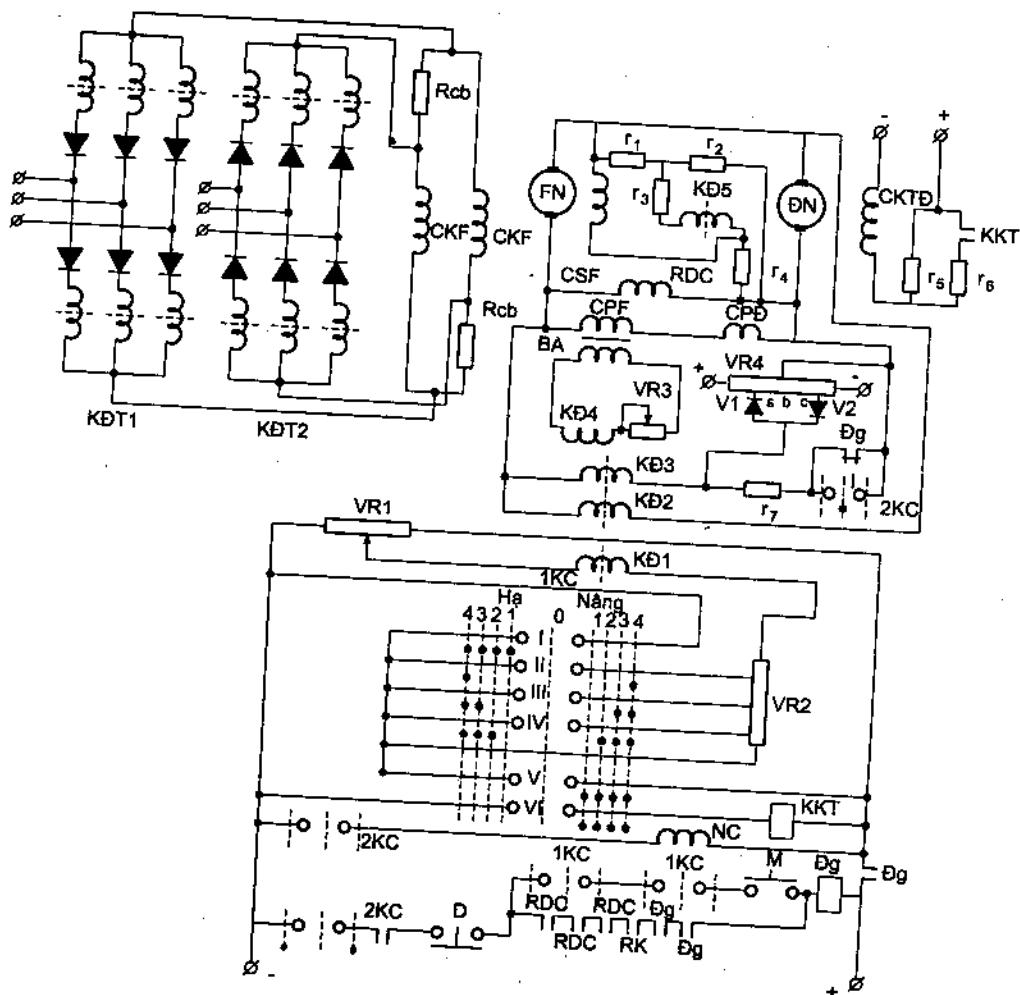
a) Cuộn chủ đạo KDT1 : Thực hiện chức năng đảo chiều quay và điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ gầu ĐN.

Điều khiển quá trình khởi động, điều chỉnh tốc độ, đảo chiều quay và hãm động cơ ĐN thực hiện bằng cách thay đổi chiều và trị số dòng điện chảy trong cuộn không chế KDT1 bằng bộ khống chế từ 1KC.

Cuộn không chế KDT1 được đấu vào phần ứng của máy phát kích từ FKT qua hai biến trở VR1 và VR2. Trị số và chiều của dòng điện trong cuộn KDT1 thay đổi nhờ bộ khống chế từ 1KC mà không cần đến các loại công tắc tơ. Bộ khống chế từ có 4 vị trí về phía nâng và 4 vị trí về phía hạ gầu. Tiếp điểm I, V của 1KC dùng để đảo chiều quay động cơ (thay đổi chiều dòng điện trong cuộn KDT1). Tiếp điểm II, III và IV của 1KC dùng để điều chỉnh tốc độ động cơ (thay đổi trị số điện trở VR2 đấu nối tiếp với cuộn không chế KDT1). Còn tiếp điểm VI của 1KC dùng để giảm từ thông kích từ của động cơ để tăng tốc động cơ khi hạ gầu không. Khi 1KC ở các vị trí (1 + 4) ở chế



Hình 3.55. Sơ đồ đấu của cuộn kích từ độc lập của máy phát.



Hình 3.56. Hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ giàu máy xúc EKG-4,6
 a) Sơ đồ nguyên lý điện

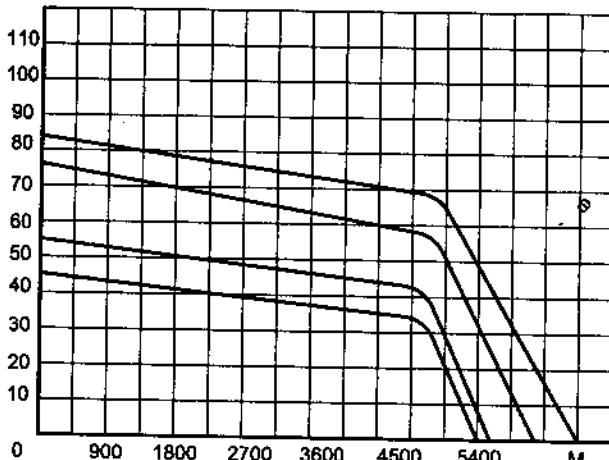
độ hạ giàu, công tắc tơ KKT mất điện, r_6 được loại khỏi mạch kích từ của động cơ CKTD. Đặc tính cơ của hệ truyền động cơ cầu nâng ở các vị trí 1 + 4 của bộ khống chế từ 1KC (ở chế độ nâng giàu) được thể hiện trên hình 3.56b.

b) Cuộn phản hồi âm điện áp máy phát - KD2 thực hiện chức năng sau :
 - Nâng cao độ tác động nhanh của hệ truyền động và nâng cao độ ổn định của hệ truyền động.

- Thực hiện hàm động cơ khi bộ khống chế 1KC chuyển về vị trí "0".

Sức từ động sinh ra trong cuộn KD2 ngược chiều với sức từ động sinh ra trong cuộn chủ đạo KD1.

c) Cuộn phản hồi âm dòng có ngắt KD3 thực hiện chức năng hạn chế tri



Hình 3.56. Hệ truyền động cơ cầu nâng - hạ gầu máy xúc EKG-4,6.

b) Họ đặc tính cơ.

số dòng điện và mômen khi động cơ truyền động bị quá tải. Sức từ động sinh ra trong cuộn KD3 ngược chiều với sức từ động sinh ra trong cuộn KD1. Khi dòng điện của động cơ $I_u < I_{ng}$.

$$\Delta U_I < U_{ss} \quad (3.53)$$

Trong đó : ΔU_I - điện áp rơi trên hai cuộn dây của cực từ phụ của động cơ và máy phát CPF và CPĐ tỷ lệ với dòng điện phản ứng của động cơ.

U_{ss} - điện áp so sánh
 $U_{ss} = U_{ab}$ (hoặc U_{bc}) lấy trên chiết áp VR4.

Khi đó dòng chảy trong cuộn KD3 bằng không. Ngược lại, khi $I_u \geq I_{ng}$; $\Delta U_I \geq U_{ss}$, dòng chảy trong cuộn KD3 khác không, tác dụng khử từ của cuộn KD3 rất lớn làm cho sức từ động tổng của máy phát giảm nhanh về 0, kết quả tốc độ của động cơ giảm nhanh về 0, hạn chế được trị số mômen của động cơ truyền động.

d) Cuộn phản hồi âm mềm dòng điện phản ứng của động cơ KD4 thực hiện chức năng đảm bảo hệ truyền động làm việc ổn định trong chế độ quá độ. Cuộn KD4 được đấu vào cuộn thứ cấp của biến áp vi phân BA qua điện trở hạn chế VR3, cuộn sơ cấp của biến áp vi phân BA là cuộn dây cực từ phụ của máy phát CPF. Khi dòng điện của động cơ ổn định, dòng trong cuộn KD4 bằng không. Ngược lại khi dòng của động cơ có xu thế tăng hoặc giảm, dòng trong cuộn KD4 khác không, chiều của dòng trong cuộn KD4 ngược chiều hoặc cùng chiều với dòng chảy trong cuộn KD1, kết quả tác dụng của dòng trong cuộn KD4 sẽ làm cho dòng động cơ ổn định.

e) Cuộn phản hồi âm mềm điện áp máy phát KD5 thực hiện chức năng ổn định điện áp phát ra của máy phát FN để nâng cao chất lượng động của hệ truyền động. Cuộn KD5 được nối vào đường chéo của cầu vi phân cầu thành từ 4 vai cầu : điện trở r_1, r_2, r_4 và cuộn kích từ song song của máy phát CSF.

Khi điện áp phát ra của máy phát FN ổn định, cầu cân bằng, dòng trong cuộn KD5 bằng không. Ngược lại, khi điện áp phát ra của máy phát có xu thế tăng hoặc giảm, do cuộn CSF có tính điện cảm dẫn đến cầu mất cân bằng, dòng trong cuộn KD5 khác không, chiều dòng trong cuộn KD5 khác hoặc cùng chiều với dòng trong cuộn chủ đạo KD1, kết quả điện áp phát ra

của máy phát FN sẽ ổn định, nâng cao chất lượng động của hệ truyền động trong chế độ quá tải.

f) Cuộn kích từ song song của máy phát CSF thực hiện các chức năng sau :

- Hạn chế phản ứng phần ứng của động cơ truyền động.
- Giảm công suất kích từ của cuộn kích từ độc lập của máy phát CKF tức là giảm được công suất của khuếch đại từ KDT và công suất của cầu chỉnh lưu.

Sức từ động tổng của khuếch đại từ KDT bằng :

$$F_{\Sigma KDT} = F_{KD1} - F_{KD2} - F_{KD3} \pm F_{KD4} \pm F_{KD5} \quad (3.54)$$

Trong biểu thức 3.54, thành phần $F_{KD3} = 0$ khi $I_u < I_{ng}$, dấu (-) tương ứng với trường hợp dòng điện phản ứng và điện áp phát ra của máy phát tăng, dấu (+) tương ứng với trường hợp ngược lại.

3.5. Trang bị điện các thiết bị vận tải liên tục

3.5.1. Khái niệm chung

Các thiết bị vận tải liên tục dùng để vận chuyển các vật liệu thể hạt, thể cục kích thước nhỏ, các chi tiết ở dạng thành phẩm và bán thành phẩm, hoặc vận chuyển hành khách theo một cung đường nhất định không có trạm dừng giữa đường để trả hàng và nhận hàng. Thiết bị vận tải liên tục bao gồm : băng chuyền, băng tải các loại, băng gầu, đường cáp treo và thang chuyền. Những thiết bị vận tải liên tục kể trên có năng suất rất cao so với các phương tiện vận tải khác, đặc biệt là ở những vùng núi non có địa hình phức tạp.

Nhìn chung, về nguyên lý hoạt động của các thiết bị vận tải liên tục tương tự nhau, chúng chỉ khác nhau ở các điểm sau : công năng, kết cấu cơ khí, cơ cấu chở hàng hoá, cơ cấu tạo lực kéo v.v...

1. *Băng tải* : Thường dùng để vận chuyển vật liệu thể bột mịn, thể hạt hoặc thể cục kích thước nhỏ theo phương nằm ngang hoặc theo phương mặt phẳng nghiêng với góc nghiêng không lớn (nhỏ hơn 30°), với các cơ cấu kéo (băng chở vật liệu) đa dạng như băng vải, băng cao su, băng bằng thép tấm v.v...

2. *Băng chuyền* : Thường dùng để vận chuyển các vật liệu thành phẩm và bán thành phẩm, thường được lắp đặt trong các phân xưởng, các nhà xưởng, xí nghiệp sản xuất theo dây chuyền. Với cơ cấu vận chuyển là móc treo, giá treo và thùng hàng.

3. *Băng gầu* : Là thiết bị dùng để vận chuyển các vật liệu thể bột mịn bằng các gầu xúc con nối tiếp nhau thành một vòng kín được lắp đặt theo phương thẳng đứng hoặc góc nghiêng lớn (lớn hơn 60°).

4. Đường cáp treo : Thường dùng hai loại : một đường cáp hoặc hai đường cáp dùng để chở khách và vận chuyển hàng hoá trong các thùng treo trên cáp.

5. Thang chuyển : Dùng để vận chuyển hành khách với bề rộng của các bậc thang từ $(0,5 \div 1,2)$ m, tốc độ di chuyển $v = (0,4 \div 1)$ m/s.

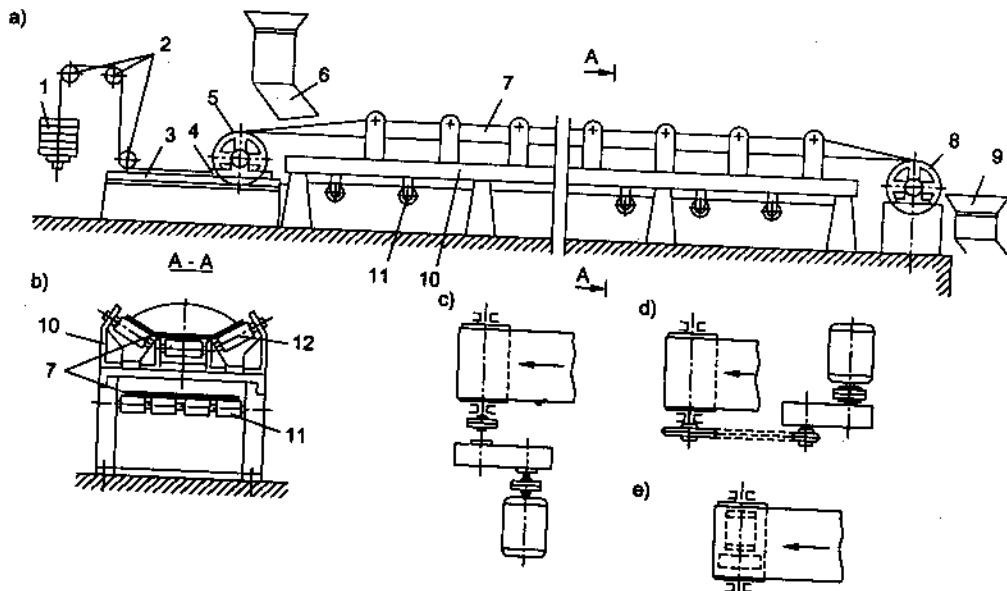
3.5.2. *Cấu tạo về thông số kỹ thuật của một số thiết bị vận tải liên tục*

1. *Băng tải*

Băng tải là thiết bị vận tải hoạt động liên tục dùng để vận chuyển vật liệu theo mặt phẳng nằm ngang hoặc theo mặt phẳng nghiêng với góc nghiêng không lớn hơn 30° . Kết cấu của băng tải lắp cố định được biểu diễn trên hình 3.57.

Kết cấu của băng tải gồm có giá đỡ 10 với các con lăn đỡ trên 12 và hệ thống con lăn đỡ phía dưới 11, băng tải chở vật liệu 7 di chuyển trên các hệ thống con lăn đó bằng hai tang truyền động : tang chủ động 8 và tang thụ động 5. Tang chủ động 8 được lắp trên một giá đỡ cố định và kết nối cơ khí với động cơ truyền động qua một cơ cấu truyền lực dùng dây cua-roa hoặc một hộp tốc độ (hình 3.57c). Cơ cấu tạo sức căng ban đầu cho băng tải gồm đồi trọng 1, hệ thống định vị và dẫn hướng 2, 3 và 4. Vật liệu cần vận chuyển từ phễu 6 đổ xuống băng tải và đổ tải vào phễu nhận hàng 9.

Băng tải được chế tạo từ bố vải có độ bền cao, ngoài bọc cao su với khổ



Hình 3.57. Băng tải cố định.

a, b) Kết cấu của băng tải ; c, d, e) Các dạng của cơ cấu truyền lực.

rộng ($900 + 1200$)mm. Khi vận chuyển vật liệu có nhiệt độ cao (tới 300°C) thường dùng băng tải bằng thép có độ dày ($0,8 + 1,2$)mm với khổ rộng ($350 + 800$)mm.

Cơ cấu truyền lực trong hệ truyền động băng tải thường dùng ba loại :

- Đối với băng tải cố định thường dùng hộp tốc độ và hộp tốc độ kết hợp với xích tải (hình 3.57c, 3.57d).

- Đối với băng tải lắp không cố định (có thể di dời) dùng tang quay lắp trực tiếp với trục động cơ (hình 3.57e) với kết cấu của hệ truyền động gọn hơn.

- Đối với một số băng tải di động cũng có thể dùng cơ cấu truyền lực dùng puli - đai truyền nối động cơ truyền động với tang chủ động.

Năng suất của băng tải được tính theo biểu thức sau :

$$Q = \delta \cdot v \quad [\text{kg/s}]$$

$$Q = \frac{3600 \cdot \delta \cdot v}{1000} = 3,6\delta v \quad [\text{tấn/h}] \quad (3.55)$$

Trong đó : δ - khối lượng tải trên một đơn vị chiều dài của băng tải, kg/m ;

v - tốc độ di chuyển của băng tải, m/s.

$$\delta = S \cdot \gamma \cdot 10^3 \quad [\text{kg/m}] \quad (3.56)$$

Trong đó : γ - khối lượng riêng của vật liệu, tấn/ m^3 ;

S - tiết diện cắt ngang của vật liệu trên băng, m^2 .

2. Băng gầu

Băng gầu dùng để vận chuyển vật liệu dạng hạt nhỏ theo phương thẳng đứng hoặc theo mặt phẳng nghiêng lớn (góc nghiêng lớn hơn 60°). Kết cấu của băng gầu được giới thiệu trên hình 3.58.

Cấu tạo của băng gầu : cơ cấu kéo tạo thành một mạch vòng khép kín 2, trên nó có gá lắp tất cả các gầu xúc 5, vắt qua bánh hoa cúc hoặc tang quay 1. Phần chuyển động của băng gầu được che kín bằng hộp che bên ngoài 3 và thành bên trong của hộp đây có cơ cấu dẫn hướng 4. Đối với băng gầu tốc độ cao với tốc độ di chuyển $v = (0,8 + 3,5)\text{m/s}$, năng suất tới $80\text{m}^3/\text{h}$ và chiều cao nâng tới 40m, băng gá các gầu xúc thường dùng băng cao su có bố vải bên trong. Đối với băng gầu năng suất cao tới $400\text{m}^3/\text{h}$, tốc độ di chuyển chậm dưới $1,5\text{m/s}$ thường dùng băng có độ cứng cao hơn để gá các gầu xúc. Tang chủ động (hoặc bánh xe hoa cúc) 1 được nối với động cơ truyền động 10 qua hộp tốc độ 9 (hình 3.58b). Hệ thống truyền động của băng gầu lắp ở vị trí trên cùng của băng gầu, trong một số trường hợp có dùng phanh hãm điện từ để hãm động cơ khi dừng.

Cơ cấu tạo sức căng cho băng kéo 7 thường lắp ở tang thụ động phía dưới

của băng gầu. Vật liệu cần vận chuyển được đổ vào các gầu từ ống nhận 6 và đổ tải ở ống 8.

Năng suất của băng gầu được tính theo biểu thức sau:

$$Q = \frac{i \cdot \psi \cdot \gamma}{l_g} v \cdot 3600 \text{ [m}^3/\text{h}] \quad (3.57)$$

Trong đó : i - thể tích của mỗi gầu xúc, m^3 ;

h - hệ số lấp đầy của gầu, có trị số từ 0,4 đến 0,8 tùy thuộc vào loại vật liệu cần vận chuyển ;

γ - khối lượng thể tích của vật liệu, $\text{tấn}/\text{m}^3$;

l_g - cự li giãn cách giữa các gầu, m ;

v - tốc độ di chuyển, m/s .

Hình 3.58. Băng gầu.

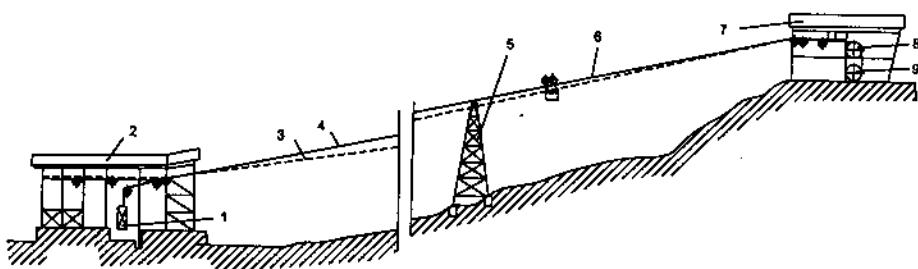
- a) Cấu tạo của băng gầu ;
b) Hệ thống truyền động của băng gầu.

cáp và đường cáp treo có hai đường cáp kéo nối thành một đường vòng kép kín (hình 3.59). Trong đó một đường là vận chuyển hàng trên các toa, còn đường thứ hai là đường hồi về của các toa hàng (có hàng hoặc không có hàng). Các bộ phận chính của đường cáp treo gồm có : Ga nhận hàng 7 và ga trả hàng 2, giữa hai ga đó là hai đường cáp nối lại với nhau đường cáp mang 4 và đường cáp kéo 3. Để tạo ra lực căng của cáp, tại nhà ga trả hàng 2 có lắp đặt cơ cấu kéo căng cáp 1. Ở khoảng giữa của hai nhà ga có các giá đỡ cáp mang trung gian 5. Cáp kéo 3 được thiết kế thành một mạch kín liên kết với cơ cấu truyền động 8. Động cơ truyền động cáp kéo 9 được lắp đặt tại nhà ga nhận hàng. Các toa hàng 6 di chuyển theo đường cáp mang 4.

Năng suất của đường cáp treo đạt tới 400 tấn/h, độ dài cung đường giữa hai nhà ga có thể đạt tới hàng trăm km.

Năng suất của đường cáp treo được tính theo biểu thức :

$$Q = \frac{3600 \cdot G}{t} \quad [\text{tấn}/\text{h}] \quad (3.58)$$



Hình 3.59. Đường cáp treo có hai đường cáp kéo.

Trong đó : t - là thời gian gián cách hai toa hàng, s ;

G - trọng tải hữu ích của một toa hàng, tấn.

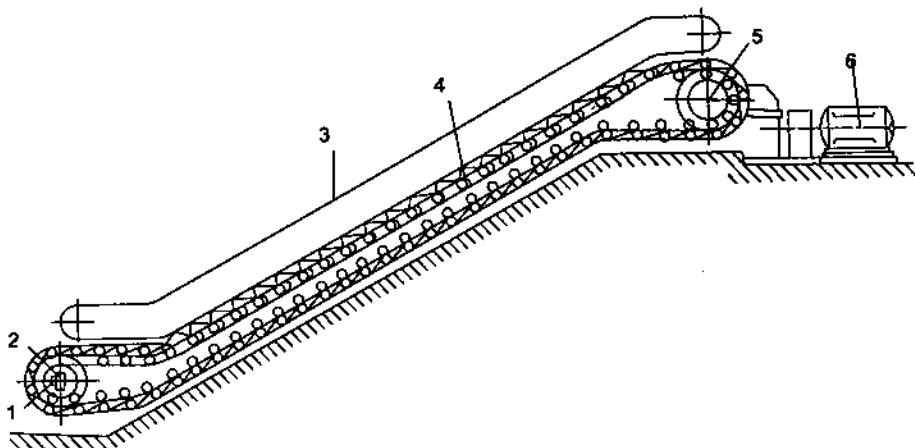
Số lượng toa hàng đi đến nhà ga có thể chọn từ 50 đến 150 toa trong thời gian một giờ, với thời gian gián cách giữa hai toa là $t = (24 \div 60)$ s.

4. Thang chuyền

Thang chuyền là một loại cầu thang với các bậc chuyển động dùng để vận chuyển hành khách trong các nhà ga của tàu điện ngầm, các toà thị chính, các siêu thị, với tốc độ di chuyển từ 0,4 đến 1m/s.

Kết cấu của một thang chuyền được giới thiệu trên hình 3.60.

Động cơ truyền động 6, lắp ở phần trên của thang chuyền truyền lực cho trục chủ động 5 qua cơ cấu truyền lực - hộp tốc độ. Trục chủ động 5 có hai



Hình 3.60. Kết cấu của thang chuyền.

bánh xe hoa cúc và dài băng vòng có các bậc thang 4 khép kín với bánh hoa cúc 2 lấp ở phần dưới của thang chuyền. Ở trục thu động 2 có lấp cơ cấu tạo lực căng cho dài băng vòng. Để đảm bảo an toàn cho hành khách, hai bên thành của thang chuyền có tay vịn 3 di chuyển đồng tốc với các bậc thang của thang chuyền.

Năng suất của thang chuyền được tính theo biểu thức :

$$Q = \frac{1}{m_b} m_k \cdot v \cdot \rho \cdot 3600 \quad [\text{người/h}] \quad (5.59)$$

Trong đó : $\frac{1}{m_b}$ - số bậc thang trên một đơn vị mét dài của thang chuyền ;

m_k - số lượng khách trên một bậc thang ;

ρ - hệ số lấp đầy khách của thang chuyền ;

v - tốc độ di chuyển của thang chuyền, m/s.

Hệ số lấp đầy ρ có thể tính theo công thức kinh nghiệm :

$$\rho = 1,2 - 0,6v = 0,6(2 - v)$$

3.5.3. Các yêu cầu chính đối với hệ truyền động các thiết bị vận tải liên tục

Chế độ làm việc của các thiết bị vận tải liên tục là chế độ dài hạn với phụ tải hầu như không đổi. Theo yêu cầu công nghệ của hầu hết các thiết bị vận tải liên tục không yêu cầu điều chỉnh tốc độ. Trong một số trường hợp, cần tăng nhịp độ làm việc trong các phân xưởng sản xuất theo dây chuyền, các băng chuyền phục vụ trong dây chuyền sản xuất yêu cầu phạm vi điều chỉnh tốc độ là $D = 2 : 1$. Động cơ truyền động và các thiết bị điều khiển hệ truyền động phải chọn loại làm việc ở chế độ dài hạn. Hệ truyền động các thiết bị vận tải liên tục là hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc và rôto dây quấn.

Phần lớn các thiết bị vận tải liên tục lắp đặt ngoài trời, nơi có môi trường làm việc khắc nghiệt, nên để đảm bảo khởi động được đầy tải, các động cơ truyền động phải có mômen mở máy lớn. Mômen khởi động các thiết bị vận tải liên tục yêu cầu tối trị số $M_{kd} = (1,6 + 1,8)M_{dm}$. Bởi vậy, thường chọn loại động cơ có hệ số trượt lớn, rãnh statos sâu để có mômen mở máy lớn.

Nguồn cấp cho động cơ truyền động phải có dung lượng đủ lớn, đặc biệt là đối với những động cơ truyền động có công suất $\geq 30 \text{ kW}$.

Đối với băng tải, băng gầu di động, khi cấp điện từ nguồn đến động cơ, cần kiểm tra tổn thất điện áp trên đường cáp cấp điện, để điện áp ở cuối đường dây không được thấp hơn $0,85U_{dm}$.

Khi tính chọn động cơ cần phải tiến hành kiểm tra trị số gia tốc của hệ truyền động khi tăng tốc và khi hãm dừng.

Đối với hệ truyền động đường cáp treo và thang chuyền, quá trình mở máy và hãm dừng phải xảy ra êm, trị số tốc độ không được vượt quá $0,7 \text{ m/s}^2$.

3.5.4. Tính chọn công suất động cơ truyền động các thiết bị vận tải liên tục

1. Băng tải

Khi tính chọn công suất động cơ truyền động băng tải cần tính đến các thành phần công suất sau :

a) Công suất cần để dịch chuyển vật liệu P_1 .

b) Công suất để khắc phục tổn hao do ma sát trong các ổ đỡ của các con lăn, ma sát khi băng di chuyển P_2 .

c) Công suất cần để nâng vật liệu P_3 (nếu băng tải di chuyển theo mặt phẳng nghiêng).

Đặt ký hiệu δ_b - khối lượng mét băng tải, kg/m ; δ - khối lượng vật liệu trên 1 m băng tải, kg/m.

Lực cần thiết để dịch chuyển vật liệu bằng :

$$F_1 = L\delta \cos \beta k_1 \cdot g = L'\delta k_1 g \quad [N] \quad (3.60)$$

Trong đó : L - chiều dài của băng tải, m ;

k_1 - hệ số có tính đến lực cản khi dịch chuyển vật liệu, thường lấy $k_1 = 0,05$;

β - góc nghiêng của băng tải ;

g - gia tốc trọng trường, m/s^2 .

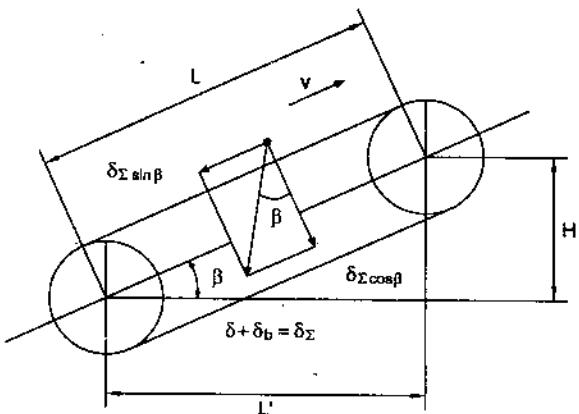
Công suất cần thiết để dịch chuyển vật liệu :

$$P_1 = F_1 \cdot v = L'\delta k_1 v \cdot g \quad (3.61)$$

Trong đó : v - tốc độ di chuyển của băng tải, m/s .

Khối lượng của vật liệu trên một mét dài của băng tải có thể tính theo năng suất của băng tải :

$$\delta = \frac{Q}{3,6} \cdot v$$



Hình 3.61. Sơ đồ tính toán để xác định công suất truyền động băng tải.

Khi đó công suất cần để dịch chuyển vật liệu bằng :

$$P_1 = \frac{QL \cdot 0,05 \cdot v \cdot g}{3,6v} = 0,0139 QL \cdot g \quad (3.62)$$

Lực cản trong các ô đỡ các con lăn và lực cản do ma sát khi băng chuyển động trên các con lăn được tính theo biểu thức :

$$F_2 = L2\delta_b \cos \beta k_2 g = 2L' \delta_b \cdot k_2 \cdot g \quad (3.63)$$

Trong đó : k_2 - hệ số có tính đến lực cản khi không tải.

Công suất cần thiết để khắc phục tổn hao công suất do lực cản ma sát bằng :

$$P_2 = F_2 \cdot v = 2L' \delta_b \cdot k_2 \cdot g \quad (3.64)$$

Lực cản thiết để nâng vật liệu được tính bằng :

$$F_3 = \pm L \delta \sin \beta g = \pm \delta \cdot H \cdot g \quad (3.65)$$

Trong đó : H - là chiều cao nâng của băng tải, m.

Dấu (+) trong biểu thức (3.65) tương ứng với khi băng tải vận chuyển vật liệu đi lên; dấu (-) khi vận chuyển đi xuống.

Công suất cần để nâng vật liệu bằng :

$$P_3 = \pm F_3 \cdot v = \pm \delta \cdot H \cdot g = \pm \frac{QHvg}{3,6v} = \pm 0,278 QHg \quad (3.66)$$

Công suất cản tĩnh của băng tải bằng :

$$\begin{aligned} P_c &= k(P_1 + P_2 + P_3) \\ &= kg(0,0139 QL' + 2L' \delta_b k_2 \pm 0,278 QH) \end{aligned} \quad (3.67)$$

Trong đó : k - hệ số có tính đến tổn thất phụ do lực ma sát trong các con lăn dẫn hướng $k = (1 \div 1,25)$.

Công suất của động cơ truyền động băng tải được tính theo biểu thức :

$$P_{d/c} = k \cdot \frac{P_c}{\eta} \quad (3.68)$$

Trong đó : k - hệ số dự trữ ($k = 1,2 \div 1,25$) ;

η - hiệu suất của hệ truyền động.

2. Băng gầu

Công suất động cơ truyền động băng gầu được tính dựa trên lực cản và lực căng của các nhánh băng kéo các gầu xúc (hình 3.62).

Lực kéo của nhánh kéo lên của băng là tổng lực kéo tại các điểm 1, 2, 3 và lực cản trên tang thụ động và lực cản khi di chuyển các gầu xúc.

$$F_{kl} = k_1 F_1 + k_2 \delta g + (\delta + \delta_o) H \cdot g \quad [N] \quad (3.69)$$

Trong đó :

F_1 - Lực kéo tại điểm 1 thường lấy bằng (1000- 2000)N ;

k_1 - hệ số có tính đến lực ma sát trên tang quay, $k_1 = 1,05 + 1,07$;

δ - khối lượng vật liệu trên một mét dài của băng, kg ;

k_2 - hệ số có tính đến lực cần vận chuyển 1 kg vật liệu, $k_2 = (4 + 5)\text{kgm/kg}$;

δ_0 - khối lượng 1 mét băng.

Lực kéo của nhánh kéo xuống của băng (tại điểm 4) được tính bằng :

$$F_{kx} = F_1 + \delta_0 H g \quad [\text{N}] \quad (3.70)$$

Trong đó : H - chiều cao của băng giàu.

Tổng lực kéo đặt lên tang chủ động của băng giàu băng :

$$F = \frac{(F_{kl} - F_{kx})}{0,95} \quad [\text{N}] \quad (3.71)$$

Công suất cản tĩnh của băng giàu băng :

$$P_c = F \cdot v \quad (3.72)$$

Công suất động cơ truyền động băng giàu băng :

$$P_{d/c} = k \frac{P_c}{\eta} \quad (3.73)$$

Trong đó : k - hệ số dự trữ, $k = (1,2 + 1,25)$.

3.5.5. Một số sơ đồ không chế diễn hình

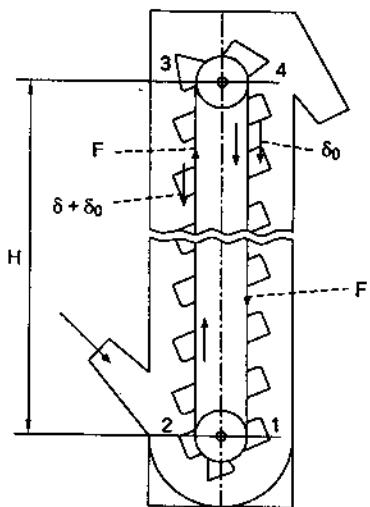
1. Sơ đồ không chế hệ thống băng tải

Điều khiển băng tải và băng giàu có cùng một nguyên lý chung khi thiết kế sơ đồ điều khiển, các mạch liên động và tín hiệu hoá.

Khi một băng tải hoặc băng giàu làm việc độc lập, không liên quan với các thiết bị khác, điều khiển hệ truyền động băng hệ thống nút bấm và công tắc tơ lắp trong tủ điện của băng tải.

Khi có nhiều tuyến vận tải vật liệu, trong đó có nhiều máy công tác, sự liên hệ giữa các máy công tác đó là hệ thống băng tải. Khi thiết kế hệ thống điều khiển hệ thống băng tải trên phải tuân thủ các nguyên tắc sau :

- Thứ tự khởi động các động cơ truyền động băng tải ngược chiều với



Hình 3.62. Sơ đồ tính toán để xác định công suất động cơ truyền động băng giàu.

dòng vận chuyển vật liệu.

- Dùng băng tải bất kỳ nào đó chỉ được phép khi băng tải trước nó đã dừng.

Sơ đồ điều khiển hệ thống băng tải được giới thiệu trên hình 3.63.

Hệ thống băng tải có ba tuyến vận chuyển vật liệu :

+ Tuyến 1 :
Băng tải BT1 → thùng phân phối TP1 → băng tải BT2 → băng tải BT3 và đổ vào thùng chứa T1.

+ Tuyến 2 : Băng tải BT1 → thùng phân phối TP1 → băng tải BT4 → thùng phân phối TP2 → băng tải BT6 và đổ vào thùng chứa T2.

+ Tuyến 3 : Băng tải BT1 → thùng phân phối TP1 → băng tải BT4 → thùng phân phối TP2 → băng tải BT5 và đổ vào thùng chứa T3.

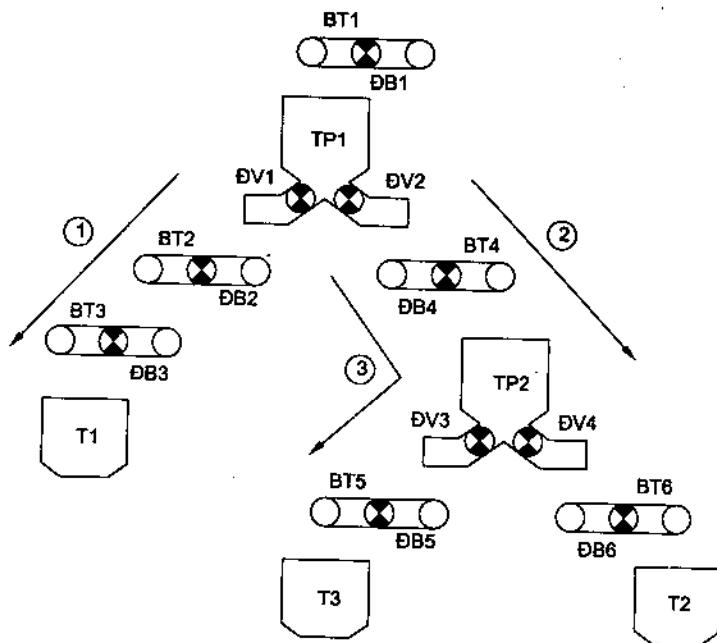
Chọn tuyến vận chuyển vật liệu bằng ba bộ chuyển mạch CM1, CM2, CM3.

Hệ thống đèn báo bao gồm :

+ Đèn báo DB1 + DB6 hiển thị trạng thái làm việc của sáu băng tải tương ứng.

+ Đèn báo DV1 + DV4 hiển thị trạng thái làm việc của các van, của hai thùng phân phối TP1 và TP2. Khi vận chuyển vật liệu theo tuyến 1, đèn báo DV1 sáng, còn khi vận chuyển vật liệu theo tuyến 2, đèn báo DV2, DV4 sáng, còn vận chuyển theo tuyến 3, đèn báo DV2 và DV3 sáng. Hệ thống đèn báo có hai chế độ hiện thị :

- Để kiểm tra tuyến vận chuyển đã chọn, các đèn báo được đấu vào nguồn Ng1 (hình 3.63c), đèn báo sáng nhấp nháy, còn khi các băng tải đã khởi động xong, các đèn báo được đấu vào nguồn Ng2 (hình 3.63c), các đèn báo sáng ổn định.



Hình 3.63. Sơ đồ điều khiển hệ thống băng tải.

a) Sơ đồ công nghệ của hệ thống băng tải.

+ Xét nguyên lý làm việc của hệ thống băng tải khi cần vận chuyển vật liệu theo tuyến 3.

- Đóng công tắc chuyển mạch CTO (sang vị trí bên phải hình 3.63b), role trung gian RDB có điện cấp nguồn cho hệ thống đèn chiếu sáng (hình 3.63c).

- Quay chuyển mạch CM3 sang bên phải, role hướng vận chuyển RHV3 có điện (1-8). Tiếp điểm của nó sẽ đóng để chuẩn bị cấp nguồn cho các role trung gian sau, và các cuộn nam châm sau :

* R HV3 (3-26) đóng, chuẩn bị cấp nguồn cho role RTr1.

* R HV3 (3-36) đóng, chuẩn bị cấp nguồn cho role RTr4.

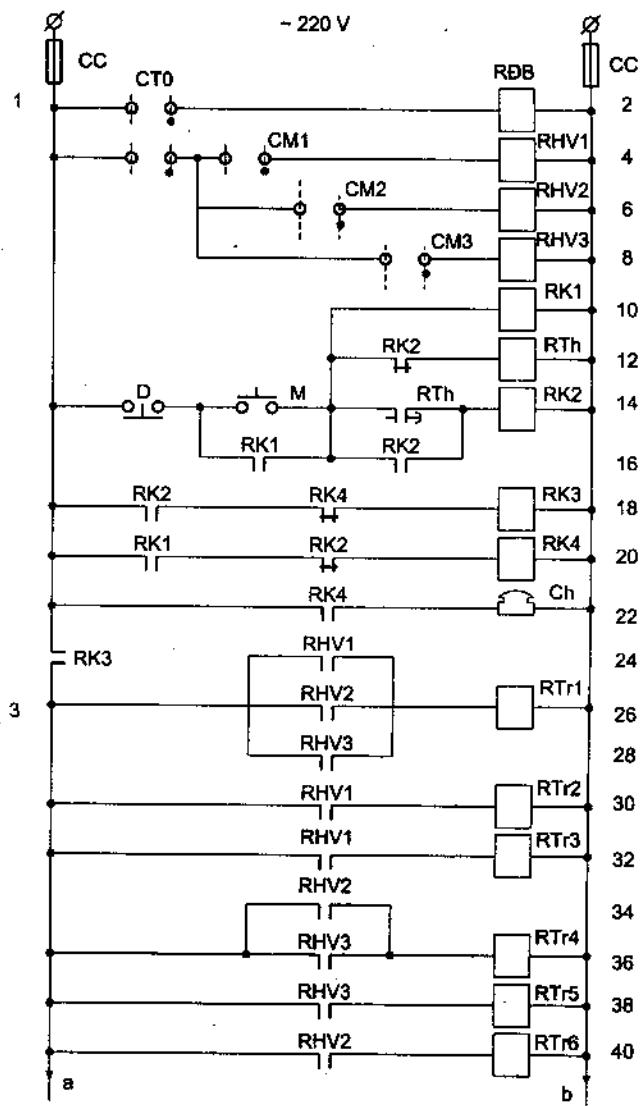
* R HV3 (3-38) đóng, chuẩn bị cấp nguồn cho role RTr5.

* R HV3 (3-62) đóng, chuẩn bị cấp nguồn cho cuộn dây NCV2.

* R HV3 (3-64) đóng, chuẩn bị cấp nguồn cho cuộn dây NCV3.

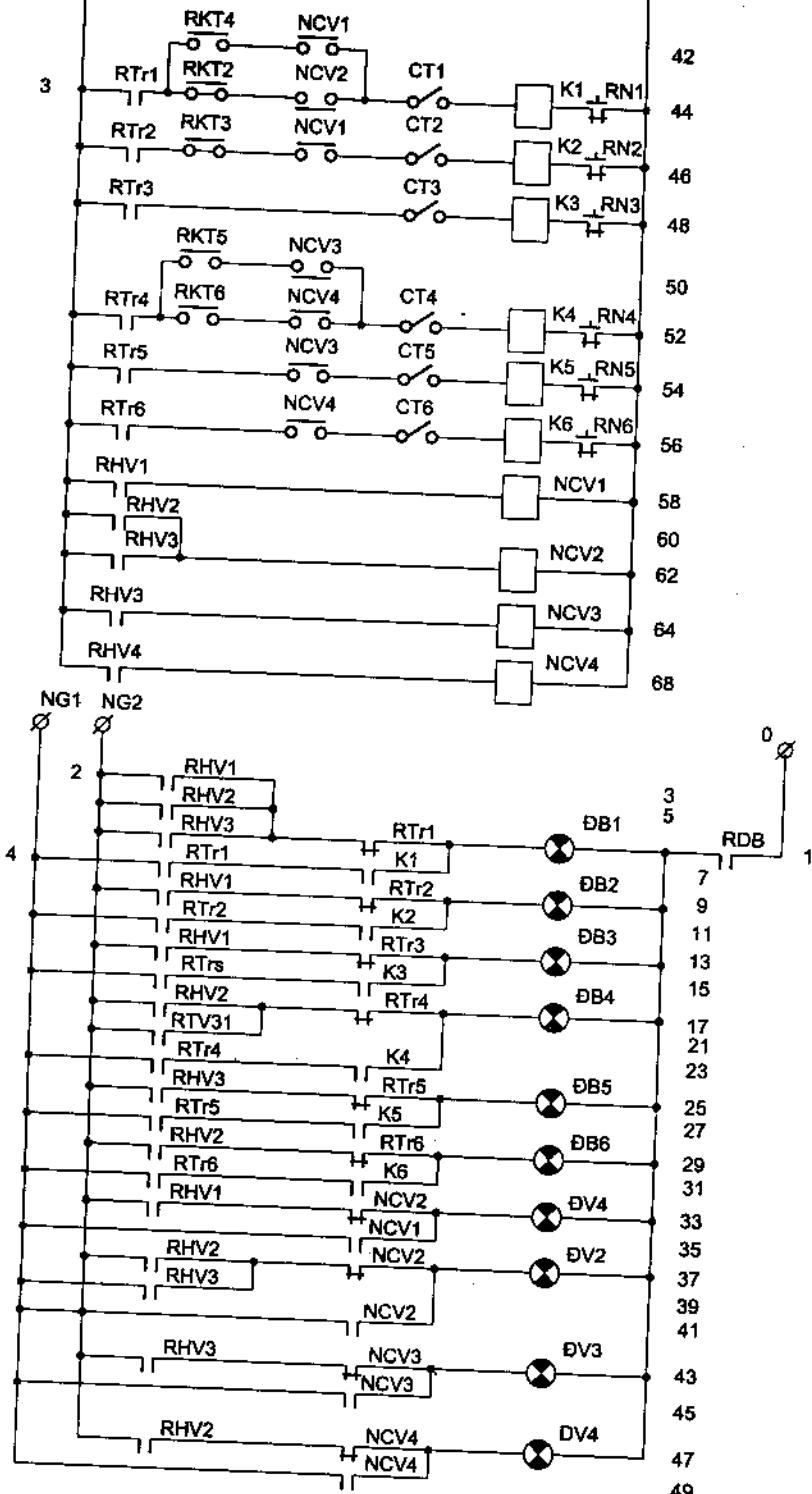
* R HV3 cấp nguồn cho các đèn báo DB1 (2-7 hình 3.63c), DB4 (2-17 hình 3.63c), DB5 (2-25 hình 3.63c), DV2 (2-39 hình 3.63c) và DV3 (2-43 hình 3.63c) vào nguồn Ng2. Các đèn báo sẽ sáng nhấp nháy cho phép chúng ta kiểm tra tính đúng đắn của tuyến đường vận chuyển vật liệu đã chọn.

Để khởi động các động cơ truyền băng tải ; ấn nút ấn mở máy "M", role



Hình 3.63. Sơ đồ điều khiển hệ thống băng tải.

b) Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển.



Hình 3.63. Sơ đồ điều khiển hệ thống băng tải.
c) Hệ thống đèn báo.

RK1 (1-10) có điện. Tiếp điểm có nó RK1 (1-16) đóng lại - tự duy trì nguồn cấp, tiếp điểm RK1 (1-20) đóng lại dẫn đến role RK4 có điện, nó sẽ đóng tiếp điểm của mình RK4 (1-22) cấp điện cho chuông điện Ch, báo hiệu hệ thống băng tải chuẩn bị làm việc. Sau một thời gian (5 + 10)s, tiếp điểm thường mở đóng chậm Rth (1-14) đóng lại, role RK2 có điện, nó sẽ đóng các tiếp điểm của mình RK2 (1-16) tự duy trì nguồn cấp, tiếp điểm RK2 (1-12) mở ra, cắt nguồn cấp cho cuộn dây role thời gian RTh, tiếp điểm RK2 (1-20) mở ra, cắt nguồn cấp RK4, cắt nguồn cấp cho chuông điện Ch (1-22), RK2 (1-18) đóng lại cấp nguồn cho role RK3, tiếp điểm RK3 (1-3) đóng nguồn cho các phần tử còn lại.

Khi RK3 đóng lại, cuộn dây công tắc K5 có điện (3-54), động cơ truyền động băng tải BT5 được khởi động. Khi băng tải BT5 đạt tốc độ định mức, tiếp điểm RKT5 (tiếp điểm liên động với role kiểm tra tốc độ) (3-50) đóng lại. Cuộn dây công tắc K4 có điện, động cơ truyền động băng tải BT4 được khởi động. Khi tốc độ của băng tải BT4 đạt tốc độ định mức, tiếp điểm RKT4 (3-42) đóng lại, cuộn dây công tắc K1 có điện, động cơ truyền động băng tải BT1 được khởi động, quá trình khởi động các động cơ truyền động các băng tải kết thúc. Khi muốn dừng hệ thống băng tải, ấn nút dừng máy "D".

Khi các băng tải đã khởi động xong, các tiếp điểm của các công tắc K1 + K6 (xem hình 3.61c) sẽ đóng lần lượt các đèn báo ĐB1 + ĐB6 vào nguồn cấp Ng1, đèn báo sáng ổn định báo hiệu quá trình khởi động các băng tải kết thúc.

Công tắc CT1 + CT6 dùng để cắt điện từng băng tải trong trường hợp cần sửa chữa.

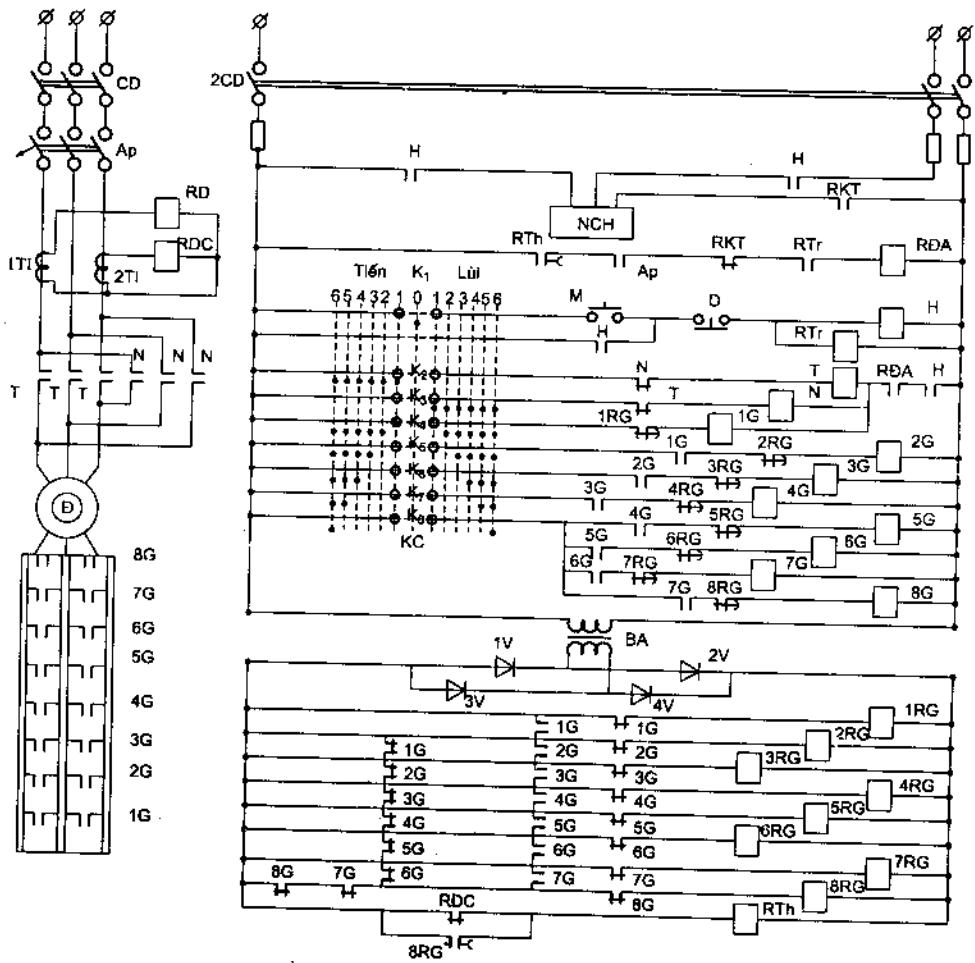
2. Sơ đồ khống chế đường cáp treo

Khi thiết kế và chọn sơ đồ điều khiển hệ truyền động đường cáp treo chủ yếu được dựa vào chế độ làm việc của nó. Chế độ làm việc của động cơ truyền động đường cáp treo thay đổi phụ thuộc vào độ nghiêng (độ dốc) của tuyến đường và phụ tải của các toa hàng.

Trong trường hợp chuyển động đi lên, hệ truyền động làm việc ở chế độ động cơ, còn khi chuyển động đi xuống làm việc ở chế độ máy phát, thực hiện h้า tái sinh có trả năng lượng về nguồn.

Sơ đồ khống chế hệ truyền động đường cáp treo được giới thiệu trên hình 3.64.

Động cơ truyền động Đ truyền động kéo đường cáp treo dùng động cơ không đồng bộ rôto dây quấn. Khởi động động cơ thực hiện bằng cách loại trừ dần điện trở phụ trong mạch rôto của động cơ theo hàm thời gian gồm tám cấp nhờ các role thời gian 1RG + 8RG. Điều khiển động cơ bằng bộ khống chế từ KC có tám tiếp điểm K1 + K8. Hạn chế dùng khởi động của động cơ bằng role dòng RD lắp trong mạch stato của động cơ.



Hình 3.64. Sơ đồ nguyên lý hệ truyền động đường cáp treo.

- Bảo vệ quá dòng bằng role dòng điện cực đại RDC và bảo vệ quá tốc độ bằng role kiểm tra tốc độ RKT.
 - H้าm dừng động cơ bằng cơ cấu phanh h้าm điện từ NCH.
 - Bảo vệ điện áp thấp bằng role điện áp RDA.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phân tích các chế độ làm việc của các động cơ truyền động cơ cầu nâng - hạ của cầu trục.
2. Trình bày các khâu bảo vệ trong cầu trục. Dùng role nhiệt để bảo vệ quá tải cho các động cơ truyền động các cơ cấu của cầu trục có được không ? Tại sao ?
3. Phân tích nguyên lý làm việc của cuộn phản hồi âm dòng có ngắt CFD trang bị truyền động cơ cầu nâng - hạ của cầu trục (hình 3.21a). Thay đổi trị số mômen ngắt (M_{ng}) thực hiện như thế nào ?
4. Trình bày các yêu cầu đối với hệ truyền động cơ cầu nâng của thang máy - máy nâng.
5. Trình bày nguyên lý hoạt động của các bộ cảm biến vị trí dùng trong thang máy, ưu khuyết điểm của từng loại.
6. Các thông số ảnh hưởng đến độ dừng chính xác của buồng thang. Giải pháp nâng cao độ dừng chính xác của buồng thang.
7. Trình bày các yêu cầu đối với hệ truyền động của cơ cấu của máy xúc.
8. Phân tích nguyên lý làm việc của khâu phản hồi mềm điện áp KĐ5 trang bị truyền động nâng - hạ gầu của máy xúc EKG - 4,6 (hình 3.54a).
9. Phân tích nguyên lý hoạt động của hệ thống khống chế hệ thống băng tải khi muốn vận chuyển theo tuyến 1, 2 và 3.

BÀI TẬP

Bài 1 : Tính trị số dòng tác động của các role dòng điện bảo vệ quá tải cho các động cơ truyền động cầu trục có các thông số kỹ thuật sau :

1. Động cơ truyền động cơ cầu nâng - hạ : $P_{dm} = 15\text{kW}$; $U_{dm} = 350\text{V}$; $\cos\varphi = 0,78$; $\eta_{dm} = 0,81$.
2. Động cơ truyền động cơ cầu di chuyển xe cầu : $P_{dm} = 7,5\text{kW}$; $U_{dm} = 380\text{V}$; $\cos\varphi = 0,7$; $\eta_{dm} = 0,74$.
3. Động cơ di chuyển xe con : $P_{dm} = 3,5\text{kW}$; $U_{dm} = 380\text{V}$; $\cos\varphi = 0,79$; $\eta_{dm} = 0,72$.

Bài 2 : Tính trị số dòng tác động của role dòng điện cực đại ORC1, ORC2 cho cùu trục được trang bị ba động cơ có các thông số kỹ thuật sau :

1. Động cơ của cơ cẩu nâng - hạ : $P_{dm} = 60\text{kW}$; $U_{dm} = 380\text{V}$; $\cos\varphi = 0,78$; $\eta_{dm} = 0,85$.

2. Động cơ của cơ cẩu di chuyển xe cùu : $P_{dm} = 30\text{kW}$; $U_{dm} = 380\text{V}$; $\cos\varphi = 0,71$; $\eta_{dm} = 0,85$.

3. Động cơ di chuyển xe con : $P_{dm} = 15\text{kW}$; $U_{dm} = 380\text{V}$; $\cos\varphi = 0,73$; $\eta_{dm} = 0,835$.

Chương 4

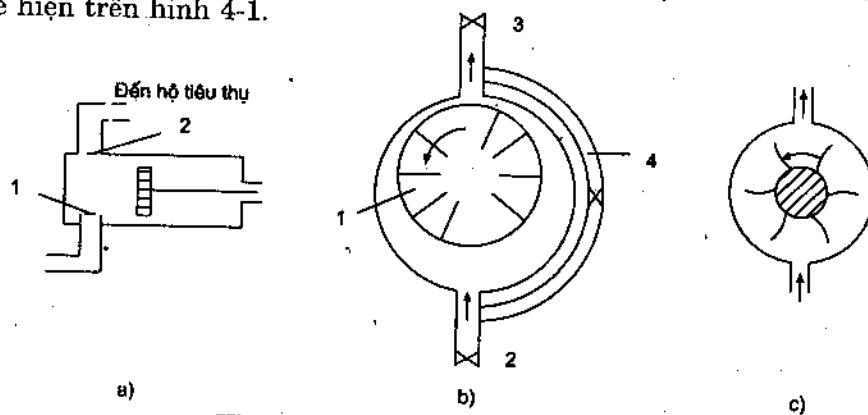
TRANG BỊ ĐIỆN MÁY NÉN KHÍ, MÁY BƠM VÀ QUẠT GIÓ

4.1. Trang bị điện máy nén khí

4.1.1. Khái niệm chung và phân loại

Máy nén khí là một thiết bị dùng để nén khí và cấp khí nén theo đường ống dẫn khí đến các hộ tiêu thụ khí nén. Khí nén được sử dụng rộng rãi trong ngành xây dựng, trong các xí nghiệp công nghiệp như máy khoan dùng khí nén, búa khí nén, thiết bị phun cát v.v...

Theo nguyên lý hoạt động, máy nén khí được phân thành ba loại : máy nén khí kiểu pittông, máy nén khí kiểu rôto và máy nén khí kiểu ly tâm (máy nén khí kiểu tua bin). Sơ đồ cấu tạo của các máy nén khí kể trên được thể hiện trên hình 4-1.



Hình 4.1. Sơ đồ cấu tạo của máy nén khí.

a) Kiểu pittông ; b) Kiểu rôto ; c) Kiểu ly tâm.

1. Máy nén khí kiểu pittông (hình 4.1a)

Nguyên lý làm việc của máy nén khí kiểu pittông như sau : Khi pittông di chuyển sang bên phải, van hút 1 mở, đóng van nén 2. Pittông di chuyển tịnh tiến qua lại bằng cơ cấu trục khuỷu - tay biên. Khi trục khuỷu quay một vòng, pittông thực hiện được hai hành trình, một hành trình thực hiện hút khí, một hành trình thực hiện nén khí và đẩy khí vào đường ống dẫn.

Loại máy nén khí này có tên gọi là máy nén khí một cấp (tác dụng đơn).

Nếu pittông chia xi lanh thành hai khoang, có tên gọi là máy nén khí tác dụng kép. Với một hành trình của pittông, trong một nửa khoang của xi lanh xảy ra quá trình hút khí, nửa khoang thứ hai xảy ra quá trình nén khí. Loại máy nén khí kiểu tác dụng kép thường chế tạo có hai xi lanh với năng suất $Q = (10 + 25)m^3/h$, áp suất $p = 8at$. Trong trường hợp cần khí nén áp suất cao thường dùng máy nén khí nhiều cấp gồm nhiều xi lanh, áp suất của khí nén có thể đạt tới 220 at.

2. Máy nén khí kiểu rôto (hình 4.1b)

Bộ phận công tác của máy nén khí là rôto 1 có các cánh phân bổ hướng tâm có thể trượt trong rãnh của rôto. Rôto lắp lệch tâm so với xi lanh và tạo thành khoảng không gian công tác hình lưỡi liềm. Khi rôto quay, dưới tác dụng của lực ly tâm, các cánh sẽ văng ra ép vào thành xi lanh tạo thành các khoang nhỏ riêng biệt có thể tích thay đổi khi rôto quay. Không khí từ khí quyển được hút vào các khoang nhỏ đó và sẽ được nén khi di chuyển từ vị trí 2 sang vị trí 3 đẩy vào đường ống cấp cho các bộ tiêu thụ. Khi không dùng khí nén (không tải) có đường hồi tiếp 4 cân bằng áp suất.

So với máy nén khí kiểu pittông, máy nén khí kiểu rôto có những ưu điểm sau :

- Động cơ truyền động có thể nối trực tiếp với trục rôto của máy nén sơ đồ động học đơn giản hơn, chiếm diện tích lắp đặt bé hơn.

- Phụ tải đặt lên trục động cơ và lượng khí cấp cho phụ tải đồng đều hơn.

Nhưng nó cũng có những nhược điểm sau so với máy nén khí kiểu pittông :

- Chế tạo phức tạp hơn.

- Hiệu suất thấp.

- Lượng dầu bôi trơn cần nhiều hơn.

Bởi vậy máy nén khí kiểu rôto ít được dùng trong công nghiệp.

3. Máy nén khí kiểu tuabin (hình 4.1c)

Thường dùng đối với những máy nén khí yêu cầu năng suất cao. Nguyên lý làm việc của máy nén khí kiểu tuabin cùng một nguyên lý như tất cả các máy ly tâm. Bộ phận chính trong máy nén khí kiểu tuabin gồm có một hoặc nhiều bánh xe với các cánh tuabin lắp trên cùng một trục. So với máy nén khí kiểu pittông, máy nén khí kiểu tuabin có kích thước và khối lượng bé hơn (với cùng một năng suất).

Công suất động cơ truyền động máy nén khí kiểu pittông được tính theo biểu thức sau :

$$P = \frac{k A Q}{1000 \eta_m \cdot \eta} \quad [kW] \quad (4.1)$$

Trong đó : A - công cần thiết để nén $1m^3$ khí từ áp suất p_1 lên áp suất p_2 (hình 4.2).

Đại lượng công A được tính theo biểu thức :

$$A = 2,3 \cdot 10^3 p_1 \lg\left(\frac{p_2}{p_1}\right) [J/m^3] \quad (4.2)$$

Trong đó :

Q - năng suất của máy nén khí, m^3 ;

η_m - hiệu suất của máy nén khí thường lấy bằng $(0,6 + 0,8)$;

η - hiệu suất của cơ cấu truyền lực thường lấy bằng $(0,9 + 0,95)$;

k - hệ số dự trữ ($k = 1,1 + 1,2$).

4.1.2. Điều chỉnh năng suất và áp suất máy nén khí

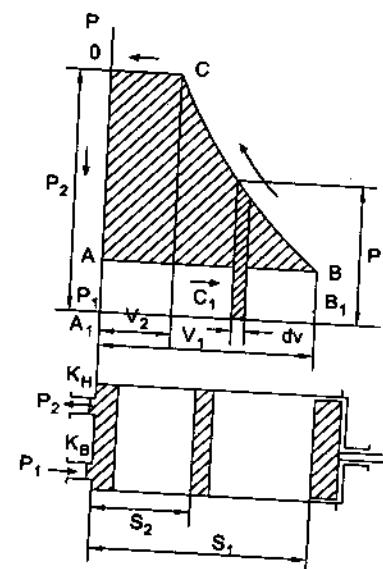
Biểu đồ tiêu thụ khí nén của một xí nghiệp thay đổi theo thời gian. Áp suất trong hệ thống cung cấp khí nén phụ thuộc vào hai đại lượng : lượng tiêu thụ khí nén của phụ tải và năng suất của máy nén khí. Khi lượng tiêu thụ khí nén bằng năng suất của máy, áp suất bằng trị số định mức. Khi lượng tiêu thụ khí nén lớn hơn năng suất của máy thì áp suất giảm và ngược lại.

Để đảm bảo chế độ làm việc cho các thiết bị tiêu thụ khí nén, cần phải không chế áp suất khí nén trong hệ thống cung cấp bằng hằng số, đó là một trong những yêu cầu chính đối với hệ thống tự động khống chế máy nén khí.

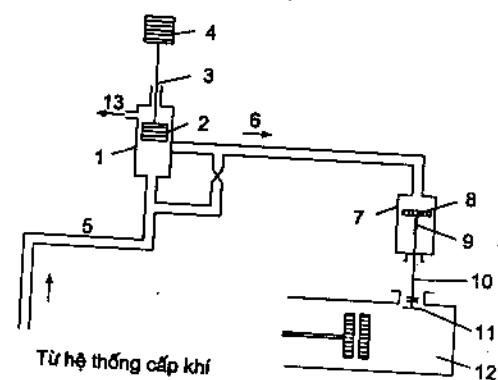
Hệ truyền động máy nén khí thường dùng động cơ đồng bộ hoặc động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc với tốc độ quay không đổi, cho nên điều chỉnh áp suất của máy nén khí thực hiện bằng cách đóng - mở van xả.

Trên hình 4.3 là sơ đồ điều chỉnh áp suất bằng cách đóng - mở van xả.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống tự động điều chỉnh áp suất như sau :



Hình 4.2. Biểu đồ chu trình làm việc của máy nén khí kiểu pittông.



Hình 4.3. Sơ đồ điều chỉnh áp suất của máy nén khí.

Bộ điều chỉnh áp suất gồm có : xi lanh 1, van trượt 2 nối với đối trọng 4 bằng thanh nối 3. Bộ điều chỉnh áp suất được nối với hệ thống cấp khí bằng đường ống 5, và nối với cơ cấu ép bằng đường ống 6. Cơ cấu ép (đóng - mở van) gồm có xi lanh 7, pittông 8, lò xo 9 và thanh nối 10.

Khi áp suất trong đường ống của hệ thống cấp khí nén bằng trị số định mức, van trượt 2 sẽ che kín đường ống 6, không cho khí nén từ hệ thống cấp đi vào cơ cấu ép. Khi lượng tiêu thụ khí nén giảm, áp suất trong hệ thống cấp khí tăng, van trượt 2 nâng lên, đường ống 5 được nối với đường ống 6, pittông 8 hạ xuống (áp suất của khí nén thắng lực cản của lò so 9), mở van xả 11, buồng xi lanh 12 của máy nén khí nối với khí quyển, máy nén khí làm việc không tải. Khi áp suất trong hệ thống máy nén khí giảm, van trượt 12 hạ xuống, không khí từ buồng xi lanh 7 của cơ cấu ép đi ra ngoài theo đường ống 6 và van 13, dưới tác dụng của lò xo 9, van 11 đóng lại, buồng xi lanh 12 kín, máy nén cấp nguồn vào hệ thống cấp khí.

Để thực hiện khởi động không tải máy nén khí, mở van 14, khí nén từ hệ thống cấp đi vào xi lanh 7 của cơ cấu ép theo đường ống 15, van 11 mở, động cơ truyền động máy nén khí sẽ được khởi động không tải.

4.1.3. Sơ đồ tự động khống chế máy nén khí

Trên sơ đồ hình 4.4 là sơ đồ nguyên lý điện khống chế máy nén khí.

Sơ đồ được thiết kế có ba chế độ làm việc : Làm việc tự động (TD), làm việc bằng tay (BT) và chế độ dự phòng (DP). Chọn chế độ làm việc bằng khoá chuyển mạch CM.

1. Mở máy nén khí (chế độ bằng tay)

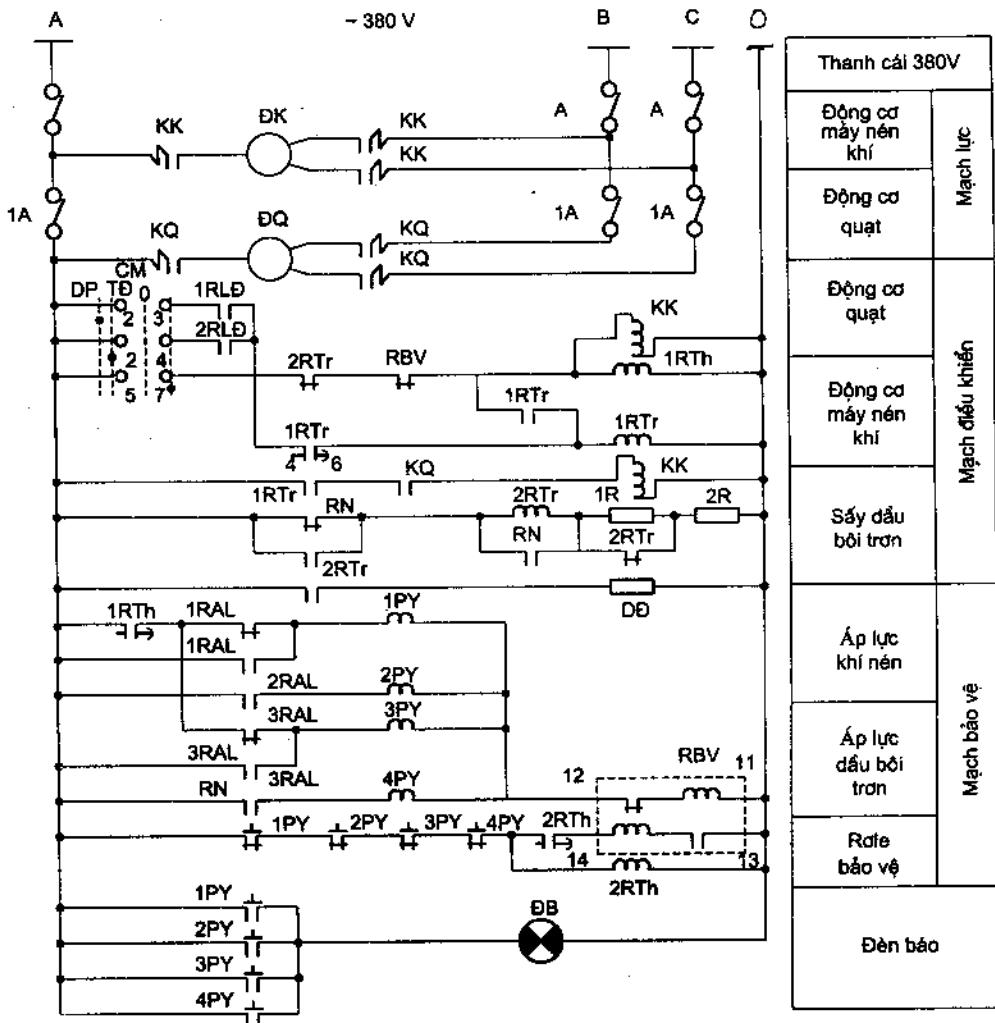
Chuyển mạch CM chuyển từ "0" sang vị trí BT, tiếp điểm (5-7) kín, cuộn dây công tắc tơ KQ có điện, đóng điện cấp nguồn cho động cơ ĐQ truyền động quạt gió làm mát máy nén khí. Đồng thời cuộn dây role thời gian RTh có điện. Sau một thời gian, tiếp điểm RTh (4-6) đóng lại, role trung gian 1RTr có điện nó sẽ đóng tiếp điểm cấp nguồn cho cuộn dây công tắc tơ KK, động cơ KK truyền động máy nén khí được cấp điện (ĐK).

2. Cắt máy nén khí (ở chế độ bằng tay)

Chuyển mạch CM từ vị trí BT sang vị trí "0". Tiếp điểm (5-7) hở, các nguồn cấp cho các cuộn dây KQ, role thời gian 1RTh và role trung gian 1RTr, các tiếp điểm của chúng cắt nguồn cấp cho động cơ ĐQ và ĐK.

3. Chế độ tự động

Điều khiển đóng - cắt máy nén khí tự động khi khoá chuyển mạch CM chuyển sang vị trí TD (2-4) kín hoặc vị trí dự phòng DP (2-3) kín. Việc đóng - cắt tự động máy nén khí tùy thuộc vào trạng thái làm việc của hai role liên động 1RLĐ và 2RLĐ. Thứ tự khởi động các động cơ ĐK và ĐQ tương tự như chế độ bằng tay.



Hình 4.4. Sơ đồ khống chế tự động máy nén khí.

4. Sấy dầu trong hệ thống bôi trơn máy nén khí

Khi nhiệt độ dầu bôi trơn trong hộp cao su của máy nén khí giảm, rơle nhiệt không tác động, (RN) đóng nguồn cấp cuộn dây rơle trung gian 2RTr, đóng nguồn cấp cho dây điện trở DD để sấy dầu. Đồng thời tiếp điểm thường đóng 2RTr mở ra cắt nguồn cấp cho cuộn dây RTh và KQ, cắt điện động cơ ĐQ và ĐK. Khi nhiệt độ của dầu bôi trơn lớn hơn 10°C, rơle nhiệt tác động, cắt nguồn cấp của 2RTr và cắt nguồn cấp của dây điện trở DD.

5. Mạch bảo vệ

Trong máy nén khí có ba khâu bảo vệ sau :

a) Bảo vệ áp suất trong hệ thống cấp khí cao hơn trị số định mức bằng cảm biến áp lực 3RAL.

b) Bảo vệ áp suất thấp khi khởi động máy nén khí bằng cảm biến áp lực thấp 1RAL.

c) Bảo vệ áp lực dầu bôi trơn thấp bằng cảm biến 2RAL.

Khi một trong ba khâu bảo vệ trên tác động sẽ cắt điện cuộn dây role bảo vệ RBV ; tiếp điểm của nó sẽ cắt điện các cuộn dây KQ, 1RTh.

4.2. Trang bị điện quạt gió

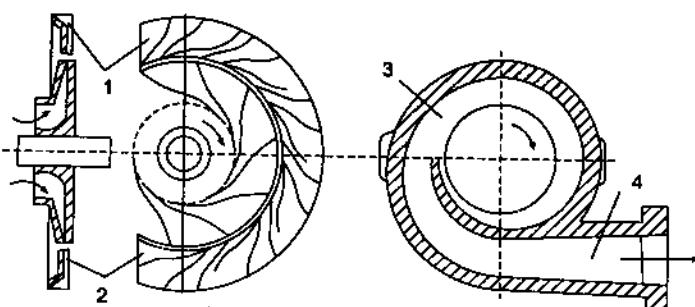
4.2.1. Khái niệm chung

Quạt gió là một thiết bị dùng để hút hoặc đẩy không khí hoặc các loại khí khác thường dùng để quạt mát, quạt thông gió trong các xí nghiệp công nghiệp, quạt thông gió trong ngành khai thác hầm lò, trong hệ thống đường tàu điện ngầm, hút khói trong hệ thống lò hơi....

Theo nguyên lý làm việc, quạt gió thường được chế tạo theo hai kiểu : quạt ly tâm và quạt hướng trục.

1. Quạt ly tâm

Cấu tạo của quạt ly tâm được biểu diễn trên hình 4.5.



Hình 4.5. Cấu tạo quạt ly tâm.

Bộ phận chính của quạt là bánh xe công tác 2. Khi ra khỏi bánh xe công tác sẽ đi vào thiết bị dẫn hướng 1 và chuyển vào ống đẩy hình tròn ốc 3 và thoát ra ngoài theo đường ống 4.

Quạt gió kiểu ly tâm thường được khởi động khi khoá van đầu ra, cho nên mômen khởi động $M_{kd} = (0,2 + 0,25)M_{dm}$. Trong quá trình khởi động, mômen tăng tỷ lệ bình phương với tốc độ của quạt. Mặc dù trong quá trình khởi động, van đầu ra khoá nhưng không tạo ra áp suất cao vì lúc đó động cơ làm việc không tải và công suất của động cơ bằng khoảng 40% công suất định mức.

Công suất của động cơ truyền động quạt gió được tính theo biểu thức sau :

$$P = \frac{k \cdot Qh}{1000 \eta_q \cdot \eta} \quad [\text{kW}] \quad (4.3)$$

Trong đó : h - áp suất, N/m^3 ;

Q - năng suất của quạt, m^3/s ;

k - hệ số dự trữ ($k = 1,2 + 1,5$) ;

η_q - hiệu suất của quạt (đối với quạt gió công suất nhỏ

$\eta_q = 0,2 + 0,5$, còn đối với quạt gió công suất lớn

$\eta_q = 0,4 + 0,75$) ;

η - hiệu suất của cơ cấu truyền lực.

2. Quạt hướng trục

Cấu tạo của quạt hướng trục được giới thiệu trên hình 4.6.

Quạt hướng trục gồm có các bộ phận chính sau : trục công tác với các cánh 1, vỏ định hướng 2, không khí được hút từ cửa hút 3, không

khí đi qua các cánh của quạt rồi đẩy ra cửa 4. Trục công tác được nối trực tiếp với động cơ truyền động 5.

Công suất động cơ truyền động quạt hướng trục được tính như biểu thức (4.3).

Đối với quạt gió áp suất thấp và trung bình, năng suất thấp, thường dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ rôto dây quấn, còn đối với quạt gió năng suất lớn, áp suất cao dùng hệ truyền động với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc cao áp hoặc động cơ đồng bộ.

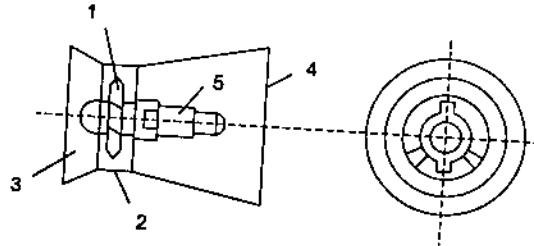
4.2.2. Sơ đồ không chế động cơ truyền động quạt gió

Sơ đồ truyền động quạt khói của nhà máy xi măng biểu diễn trên hình 4.7.

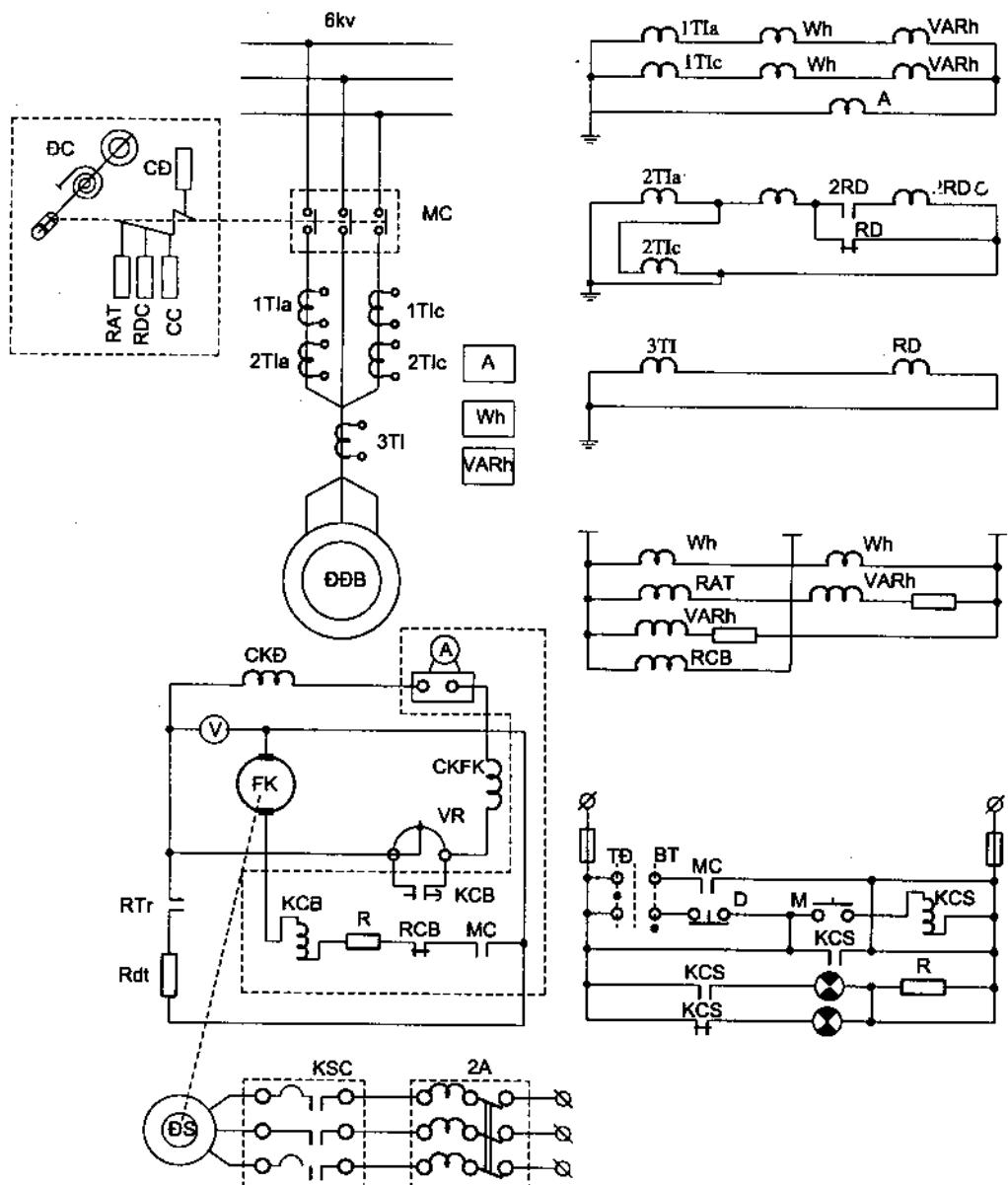
Động cơ truyền động dùng động cơ đồng bộ CDM3-2-22-41-60TB2, $P_{dm} = 1600\text{kW}$; $U_{dm} = 6\text{kV}$; $I_{dm} = 171\text{A}$; $U_{ktdm} = 126\text{V}$; $I_{ktdm} = 265\text{A}$.

Khởi động động cơ đồng bộ bằng phương pháp không đồng bộ. Quá trình khởi động thực hiện như sau :

Đóng máy cát MC; động cơ sẽ được khởi động và làm việc như động cơ không đồng bộ. Tốc độ động cơ tăng dần lên đến thời điểm hệ số trượt



Hình 4.6. Cấu tạo của quạt hướng trục



Hình 4.7. Sơ đồ truyền động quạt hướng trục.

$s = 0,03 + 0,05$, cấp nguồn kích từ cho cuộn kích từ CKĐ từ máy phát kich FK. Dưới tác dụng của từ trường quay stato và từ trường trong cuộn kích từ động cơ tự kéo vào đồng bộ.

Khi động cơ đang làm việc như động cơ không đồng bộ (chưa cấp nguồn kích từ khi $s > 0,05$) cuộn kích từ của động cơ được nối với điện trở giáp từ R_{dt} ($R_{dt} = 6 + 8$ lần điện trở của cuộn kích từ động cơ) tránh cho cuộn kích từ không bị hỏng cách điện do điện áp quá cao.

Trong trường hợp điện áp lưới thấp hơn $0,85U_{dm}$, động cơ sẽ mất đồng bộ, khi đó role cường hành RCB không tác động dẫn đến công tắc tơ cường hành KCB tác động, sau một thời gian ($2 + 5$)s, tiếp điểm của nó đóng lại ngắt mạch biến trở VR, dòng kích từ của động cơ được tăng cường bức; kết quả động cơ sẽ tự kéo vào đồng bộ.

Ngoài ra, trong mạch đo dòng điện của động cơ và mạch đo điện áp cấp nguồn cho các role dòng điện RD, 1RD, 2RD, RDC để bảo vệ quá dòng và role RAT bảo vệ điện áp thấp.

Điều khiển động cơ sơ cấp DS kéo máy phát kich có hai chế độ điều khiển :

- Ở chế độ tự động bằng tiếp điểm của máy cắt MC.
- Ở chế độ bằng tay bằng nút ấn "M".

4.3. Trang bị điện máy bơm

4.3.1. Khái niệm chung

Máy bơm là một thiết bị thuỷ lực dùng để hút và đẩy chất lỏng từ một vị trí này đến một vị trí khác. Để dịch chuyển chất lỏng đi theo đường ống đến một vị trí yêu cầu, máy bơm phải tăng áp suất của chất lỏng ở đầu đường ống để khắc phục lực cản trong đường ống và hiệu áp suất ở hai đầu đường ống.

Máy bơm được sử dụng rộng rãi trong các xí nghiệp, trong nông nghiệp. Hai loại máy bơm được sử dụng phổ biến là bơm ly tâm và bơm kiểu pittông.

1. Bơm ly tâm

Bơm ly tâm là loại bơm động học có cánh, loại bơm này được dùng phổ biến vì nó có thể bơm được nhiều loại chất lỏng khác nhau như nước, nước nóng, xít, kiềm, dầu các loại v.v...

Cấu tạo của bơm ly tâm được giới thiệu trên hình 4.8.

Bơm ly tâm gồm có các bộ phận chính sau : Vỏ bơm 1 có kiểu dạng hình tròn ốc, trục 4 và bánh xe công tác 3 gắn trên trục 4. Trên bánh xe công tác 3 có gắn các cánh bơm 7, miệng hút 8 và miệng đẩy 9. Trước khi cho máy bơm hoạt động cần phải mồi bơm bằng cách đổ đầy vào buồng tròn ốc qua phễu rót vào đường ống 10. Lúc này van 11 đóng lại do áp suất của cột nước trong đường ống hút 5. Khi động cơ truyền động bơm quay, bánh xe

công tác với các bánh cong sẽ tạo ra lực ly tâm, làm cho chất lỏng trong các rãnh bị nén và đẩy ra phía đầu cuối của các cánh bơm đưa chất lỏng vào buồng tròn ốc và thoát ra ở đường ống 9.

Bơm ly tâm là loại bơm tốc độ cao, cho nên động cơ truyền động có thể nối trực tiếp vào trục của bơm. Bơm ly tâm cho phép khởi động khi đóng van ở đầu ra của bơm, khi đó máy bơm làm việc ở chế độ không tải và trị số mômen khởi động bằng ($0,2 + 0,3$) mômen định mức của động cơ.

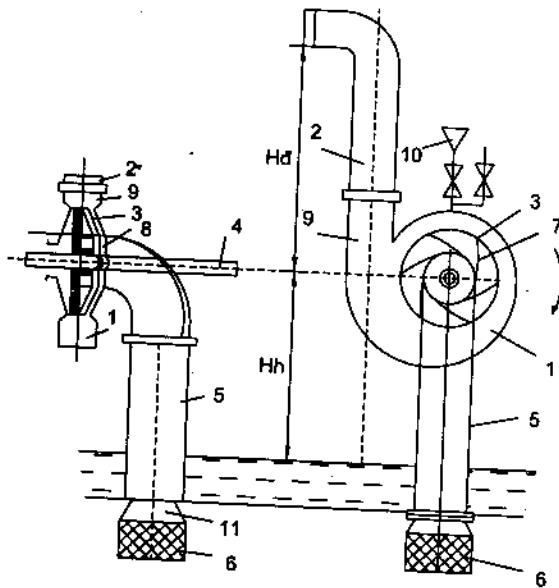
Đối với bơm ly tâm, tính chọn đúng công suất và tốc độ của động cơ truyền động đóng một vai trò quan trọng vì công suất P , năng suất Q và chiều cao cột áp H (áp suất) phụ thuộc vào tốc độ quay ω của động cơ truyền động.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}; \quad \frac{H_1}{H_2} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}; \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{\omega_1^3}{\omega_2^3} \quad (4.4)$$

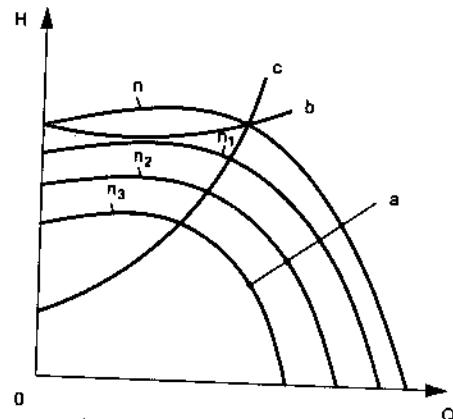
Từ biểu thức trên ta nhận thấy rằng khi tăng tốc độ động cơ, công suất tăng đột biến, nếu tốc độ quá lớn sẽ làm cho động cơ phát nóng quá giới hạn cho phép.

Dặc tính quan trọng đối với bơm ly tâm là sự phụ thuộc của năng suất bơm Q vào chiều cao cột H (hình 4.9).

Để xác định được hai tham số quan trọng của bơm là Q và H ; cần phải có thông số Q và H của hệ tiêu thụ. Giá trị của chiều cao cột áp trong hệ thống cấp nước gồm hai thành



Hình 4.8. Cấu tạo của bơm ly tâm.



Hình 4.9. Đặc tính của bơm ly tâm.

phần : chiều cao cột áp tĩnh H_c và chiều cao cột áp động H_d .

$$H = H_c + H_d \quad (4.5)$$

Cột áp tĩnh là hiệu số của hai mức nước : nước hút và nước đẩy, còn cột áp động xác định bằng lực của chuyển động trong hệ thống đường ống cấp nước, nó tỷ lệ với bình phương của tốc độ dịch chuyển của nước hoặc tỷ lệ bình phương với năng suất của bơm Q, và H cùng có thể tính theo biểu thức sau :

$$H = H_c + \lambda Q \quad (4.6)$$

Trong đó : λ - hệ số tỷ lệ.

Truyền động bơm công suất nhỏ dùng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc, còn bơm có công suất lớn dùng động cơ không đồng bộ cao áp hoặc động cơ đồng bộ.

Tùy theo đặc tính làm việc của bơm ly tâm ta thấy rằng : đối với hệ thống cấp nước có chiều cao cột áp tĩnh H_c lớn, khi tăng tốc độ quay của động cơ với một lượng không lớn từ n đến n_1 , đường đặc trưng của bơm đường a không cắt đường đặc tính của phụ tải - đường b (hình 4.9).

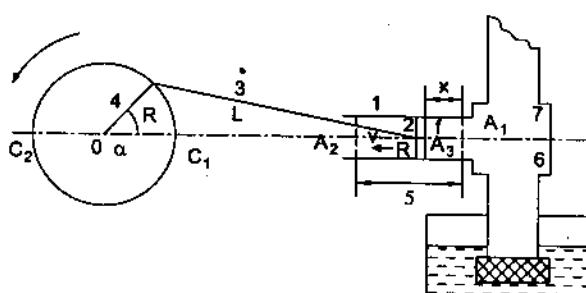
Điều này đáng quan tâm đối với động cơ truyền động bơm dùng loại không đồng bộ rôto lồng sóc ; sẽ dẫn đến hiện tượng bơm không cấp được nước vào hệ thống cấp nước và có thể dừng lại khi điện áp lưới giảm. Đối với động cơ đồng bộ, khi điện áp lưới giảm, tốc độ của động cơ không thay đổi, nước vẫn được cấp vào hệ thống cấp, chỉ khi động cơ bị quá tải, động cơ sẽ mất đồng bộ và dừng lại.

Nếu trong hệ thống cấp nước (phụ tải) có cột áp động lớn (đường c hình 4.9), khi điện áp lưới giảm không dẫn đến dừng động cơ không đồng bộ, nhưng năng suất của bơm giảm đáng kể, còn đối với động cơ đồng bộ, khi điện áp lưới giảm đáng kể ($U < 0,85 U_{dm}$) sẽ dẫn đến động cơ bị mất đồng bộ và dừng hẳn.

2. Bơm pittông

Bơm pittông là một loại bơm thể tích, cấu tạo của máy bơm pittông được biểu diễn trên hình 4.10.

Khi động cơ truyền động quay quanh trục O, kéo theo hệ thống trục khuỷu - tay biên 3 và 4 và chuyển động quay biến thành chuyển động tịnh tiến qua lại của pittông 2 trong xi lanh 1. Hai vị trí giới hạn hành trình di chuyển của pittông 2 là A_1 và A_2 ứng với hai



Hình 4.10. Cấu tạo của bơm pittông.

điểm chết là C_1 và C_2 . Khi pítông dịch chuyển sang bên trái, thể tích buồng công tác 5 tăng lên, áp suất tuyệt đối trong buồng của xi lanh giảm hơn so với áp suất trên mặt thoáng của bể hút, khi đó van nén 7 đóng lại, van hút 6 mở ra, và nước từ ống hút chảy vào buồng xi lanh. Khi pítông di chuyển sang bên phải, thể tích buồng xi lanh tăng, van 6 đóng lại, van nén 7 mở ra và nước từ buồng xi lanh sẽ chảy ra đường ống cấp nước. Đặc tính của bơm pítông giới thiệu trên hình 4.11.

Từ họ đặc tính bơm ta thấy rằng với cùng một trị số của chiều cao cột áp, năng suất bơm Q khác nhau, công suất của động cơ truyền động cũng khác nhau.

Đặc điểm khác biệt của bơm pítông là lưu lượng không đồng đều đều dẫn đến phụ tải của động cơ truyền động không đồng đều, nhưng áp suất cột áp đạt rất cao (trên 200 at).

Đối với bơm ly tâm, lưu lượng đồng đều nhưng áp suất cột áp không cao, nhưng có năng suất cao hơn so với bơm pítông, cho nên bơm ly tâm được dùng phổ biến hơn.

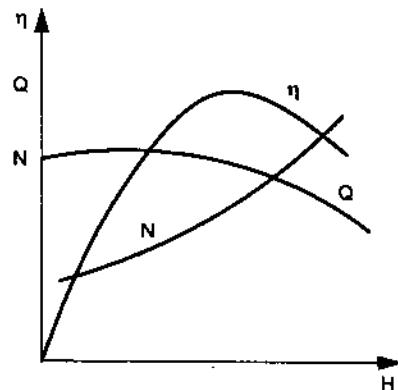
4.3.2. Điều chỉnh năng suất của máy bơm

Lượng tiêu thụ nước của các phụ tải thay đổi trong một phạm vi khá rộng trong một ngày đêm. Bởi vậy điều chỉnh lưu lượng đồng một vai trò quan trọng trong hệ thống cấp nước.

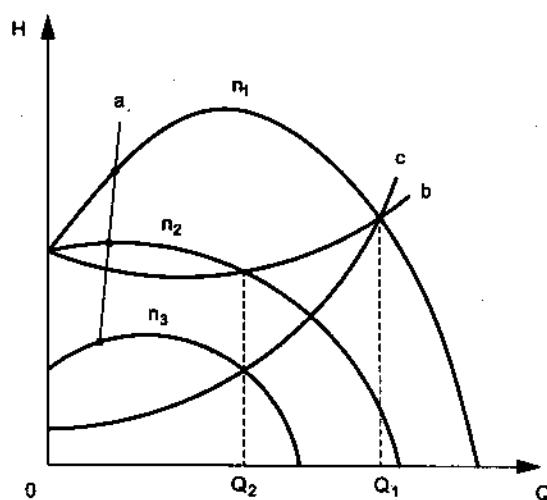
I. Điều chỉnh lưu lượng bơm bằng cách thay đổi tốc độ động cơ truyền động

Đối với hệ thống cấp nước có độ cao cột áp tĩnh lớn (đường b hình 4.12) khi thay đổi năng suất từ Q_1 đến Q_2 , tốc độ động cơ truyền động thay đổi không đáng kể (từ n_1 đến n_2).

Đối với hệ thống cấp nước, có độ cao cột áp động lớn (đường c hình 4.12), với cùng một lượng thay đổi năng suất (từ Q_1 đến



Hình 4.11. Các đường đặc tính của bơm pítông.



Hình 4.12. Đặc tính của bơm khi điều chỉnh lưu lượng.

Q₂) tốc độ động cơ thay đổi đáng kể (từ n₁ đến n₃). Từ đó rút ra kết luận :

Điều chỉnh lưu lượng của máy bơm bằng cách thay đổi tốc độ động cơ truyền động chỉ phù hợp với hệ thống cấp nước có độ cao cột áp tĩnh cao (H_c), còn đối với hệ thống cấp nước với độ cao cột áp động cao không phù hợp vì tổn thất trong rôto hoặc trong phần ứng của động cơ tỷ lệ thuận với tốc độ (hoặc hệ số trượt) của động cơ.

2. Điều chỉnh lưu lượng của máy bơm bằng van tiết lưu

Là phương pháp điều chỉnh lực cản trong đường ống bằng van tiết lưu, khi điều chỉnh bằng phương pháp này dẫn đến sự xuất hiện một áp suất động ΔH_d gây ra tổn thất công suất trong van tiết lưu bằng :

$$\Delta P = Q \Delta H_d \quad (4.7)$$

Trị số của ΔH trong hệ thống cấp nước có áp suất động cao lớn hơn so với hệ thống cấp nước có áp suất tĩnh cao.

4.3.3. Tính chọn công suất động cơ truyền động

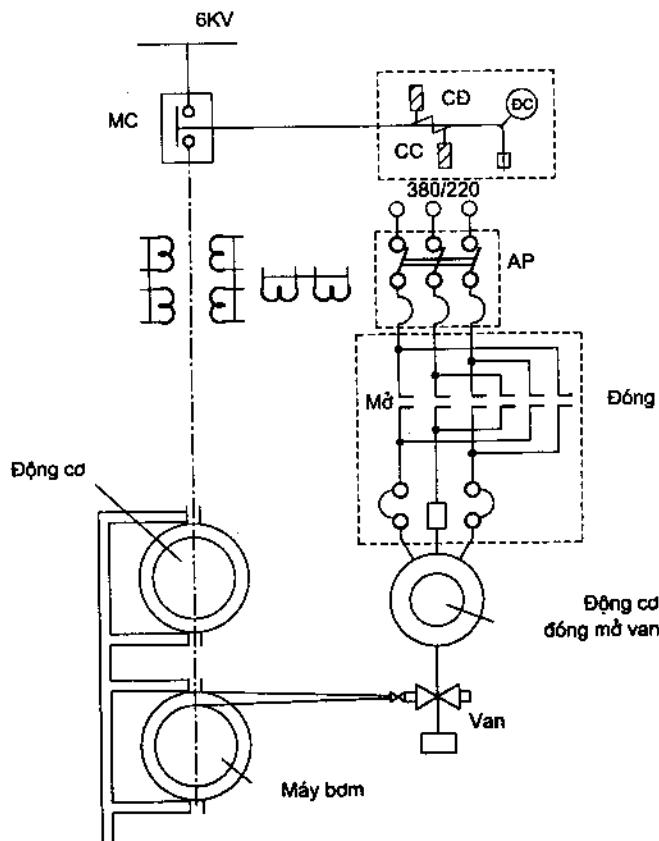
Trang bị điện của một trạm bơm tối thiểu phải có hai hệ truyền động (hình 4.13) :

1. *Truyền động chính* là truyền động quay bơm. Hệ truyền động này thường dùng động cơ không đồng bộ điện áp thấp (380V) và cao áp (3 hoặc 6kV), và động cơ đồng bộ.

Đối với động cơ có công suất ≥ 100kW, thường dùng động cơ cao áp.

2. *Hệ truyền động phụ* là động cơ truyền động đóng - mở van thường dùng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc điện áp thấp, có đảo chiều quay.

3. *Tính chọn công suất động cơ truyền động chính*



Hình 4.13. Sơ đồ điện - thuỷ động học của một trạm bơm.

Công suất động cơ truyền động bơm được tính theo biểu thức sau :

$$Q = \frac{k \cdot \gamma \cdot QH}{1000 \eta_b \eta} \quad [\text{kW}] \quad (4.8)$$

Trong đó : γ - khối lượng riêng của chất lỏng (của nước $g = 1000 \text{ kg/m}^3$ $= 9810 \text{ N/m}^3$) ;

Q - năng suất của bơm, m^3/s ;

H - chiều cao cột áp (áp suất), m ;

η_b - hiệu suất của bơm ($0,45 + 0,75$) ;

η - hiệu suất của cơ cấu truyền lực ($0,9 + 0,45$).

4.3.4. Sơ đồ khống chế máy bơm

Trong sơ đồ mạch điều khiển hệ truyền động trạm bơm phải đảm bảo các nhiệm vụ sau :

1. *Khởi động động cơ truyền động chính đảm bảo hạn chế dòng trong phạm vi cho phép*

a) Đối với động cơ truyền động công suất nhỏ và trung bình có thể khởi động trực tiếp, qua cuộn kháng hoặc đổi nối sơ đồ đấu dây dây quấn stator động cơ từ hình sao sang hình tam giác.

b) Đối với động cơ không đồng bộ công suất lớn, khởi động động cơ dùng bộ khởi động mềm (soft - start) thực chất là bộ điều áp xoay chiều ba pha, hạn chế dòng khởi động bằng cách giảm điện áp đặt vào dây quấn stator động cơ.

c) Đối với động cơ đồng bộ, khởi động phức tạp hơn ; phương pháp được sử dụng phổ biến nhất là phương pháp không đồng bộ. Để thực hiện khởi động theo phương pháp này, rôto của động cơ đồng bộ có hai bộ dây quấn : cuộn khởi động và cuộn kích từ.

2. Điều khiển đóng - mở van

3. Phải có các khâu bảo vệ sau :

- Bảo vệ quá tải.
- Bảo vệ thấp áp v.v...

4. Sơ đồ khống chế máy bơm dùng động cơ đồng bộ

Hệ truyền động bơm dùng động cơ đồng bộ thường dùng bộ nguồn cấp kích từ dùng máy phát kích từ như trên hình 4.7. Hiện nay, bộ nguồn kích từ dùng bộ biến đổi dùng tiristo (hình 4.14).

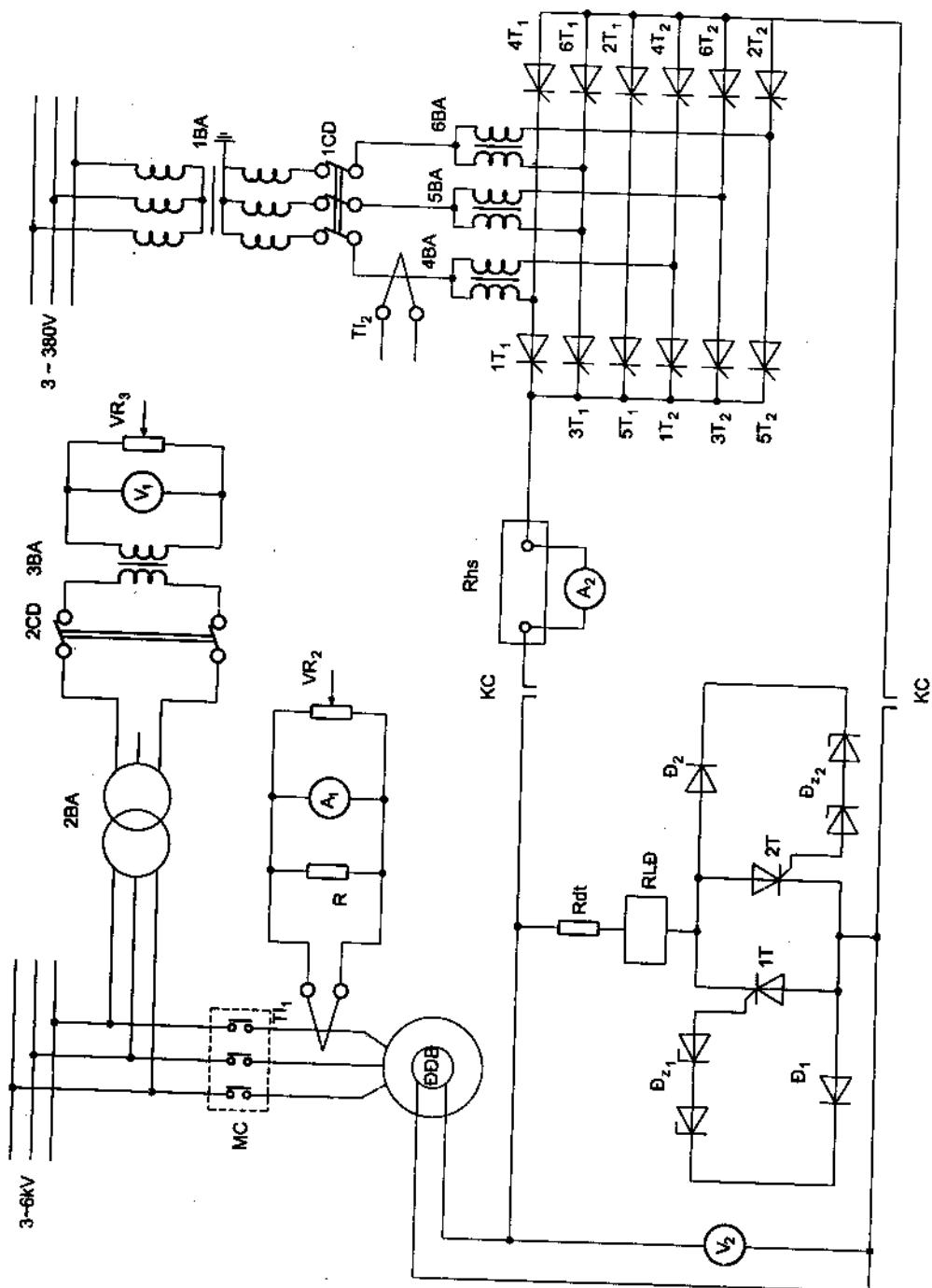
Bộ nguồn kích từ dùng bộ biến đổi ưu việt hơn so với máy phát kích từ gồm :

- Công suất lắp đặt bé hơn.
- Độ tác động nhanh, đặc biệt là các khâu bảo vệ.

Động cơ truyền động bơm dùng loại DCK-260-24/36, $P_{dm} = 625 \text{ kW}$, $n = 165 \text{ vg/ph.}$

a) Bộ nguồn kích từ gồm có các phần tử chính sau

- Biến áp động lực 1BA.



Hình 4.14. Hệ truyền động máy bơm dùng động cơ đồng bộ.

- Cầu chỉnh lưu gồm hai bộ chỉnh lưu cầu ba pha đấu song song cầu thành từ các tiristo $1T_1 + 6T_1$ và $1T_2 + 6T_2$.
- Biến áp 4BA, 5BA, 6BA có chức năng cân bằng dòng cho hai tiristo làm việc song song.

b) Thiết bị vào dòng bộ tự động gồm hai tiristo 1T và 2T ; D_{Z1} và D_{Z2} .

c) Mạch đo lường

- 2BA là biến điện áp để đo điện áp nguồn cấp và đưa tín hiệu về mạch điều khiển để tăng cường bức kính từ trong trường hợp điện áp lưới giảm sẽ dẫn đến động cơ bị mất đồng bộ.

- TI_1 - biến dòng đo dòng tiêu thụ của động cơ và đưa tín hiệu để bảo vệ phi đồng bộ.

- TI_2 - biến dòng kính từ của động cơ và đưa tín hiệu về mạch điều khiển bảo vệ ngắn mạch cho mạch kính từ.

d) Nguyên lý hoạt động

Một trong những nhiệm vụ quan trọng nhất trong hệ truyền động bơm dùng động cơ không đồng bộ là quá trình khởi động động cơ đồng bộ.

Quá trình khởi động động cơ đồng bộ bằng phương pháp không đồng bộ diễn ra như sau :

Đóng máy cắt MC, động cơ làm việc như một động cơ không đồng bộ rô-tơ lồng sóc. Khi tốc độ của động cơ còn thấp ($s \geq 0,05$) điện áp cảm ứng ra ở cuộn kính từ lớn, làm cho điện áp D_{Z1} và D_{Z2} thông, tiristo 1T và 2T thông, cuộn kính từ được nối song song với điện trở giáp từ R_{dt} và role liên động RLD tác động, tiếp điểm của nó gửi vào mạch điều khiển chưa cấp nguồn cho công tắc tơ KC. Trong quá trình khởi động, tốc độ của động cơ tăng dần lên khi tốc độ của động cơ đạt gần tốc độ đồng bộ ($s \leq 0,05$) 1T và 2T khoá, điện trở giáp từ R_{dt} cắt ra khỏi cuộn kính từ, role liên động không tác động, tiếp điểm của nó sẽ cấp nguồn cho cuộn dây công tắc tơ KC đóng nguồn một chiều và cuộn dây kính từ của động cơ. Dưới tác dụng giữa hai từ trường : từ trường xoay chiều ở dây quấn staton của động cơ và từ trường của dây quấn kính thích của động cơ do dòng điện một chiều sinh ra, kết quả động cơ tự kéo vào đồng bộ, quá trình mở máy động cơ đồng bộ kết thúc.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày ưu, nhược điểm của loại bơm máy nén khí kiểu pittông và kiểu ly tâm, phạm vi ứng dụng.
2. Trình bày nguyên tắc tự động vào đồng bộ của hệ khống chế máy bơm (hình 4.14). Đại lượng nào quyết định thời điểm đóng nguồn một chiều và cuộn kính từ.

BÀI TẬP

Bài 1 : Tính công suất động cơ truyền động máy nén khí kiểu pittông với các thông số kỹ thuật sau :

- Năng suất của máy nén khí : $Q = 20\text{m}^3/\text{phút}$.
- Áp suất ban đầu trước khi nén : $p_1 = 1,01\text{at}$.
- Áp suất khí nén sau khi nén : $p_2 = 8\text{at}$.

Bài 2 : Tính chọn công suất động cơ truyền động máy bơm với các thông số kỹ thuật sau :

- Năng suất của máy bơm : $Q = 50\text{m}^3/\text{h}$.
- Chiều cao cột áp : $H = 60\text{m}$.
- Chiều dài đường ống dẫn : $l = 1200\text{m}$.
- Đường kính ống dẫn : $d = 135\text{mm}$.
- Hiệu suất của máy bơm : $\eta_b = 0,81$.

Bài giải :

- Công suất động cơ truyền động bơm :

$$P = \frac{Q\gamma.(H + \Delta H)}{102 \cdot \eta} [\text{kW}] = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot (73)}{102 \cdot 3600 \cdot 0,81} = 12,3\text{kW}$$

Tốc độ di chuyển của nước :

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{50}{3600 \cdot 0,0143} = 0,97\text{m/s}$$

Trong đó : S - tiết diện ống dẫn nước

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,135^2}{4} = 0,0143\text{m}^2$$

Tổn thất cột áp (áp suất) trong đường ống:

$$\begin{aligned}\Delta H &= a \left(\frac{1,1 \cdot v^{1,75}}{d^{1,75}} \right) l \\ &= 0,00092 \left(\frac{1,1 \cdot 0,97^{1,75}}{0,135^{1,75}} \right) 1200 = 13\text{m}\end{aligned}$$

Trong đó : $a = 0,00074$ khi dùng ống gang ;

$a = 0,00092$ khi dùng ống thép ;

$$H_2 = H + \Delta H = 60 + 13 = 73\text{m}.$$

Chọn động cơ loại AO2-62-6 ; $P_{dm} = 13\text{kW}$; $n_{dm} = 950\text{vòng/phút}$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Mạnh Tiến - Vũ Quang Hồi.
Trang bị điện - Điện tử máy gia công kim loại. NXB Giáo dục 2003.
2. Vũ Quang Hồi - Nguyễn Văn Chất - Nguyễn Thị Liên Anh.
Trang bị điện - điện tử máy công nghiệp dùng chung". NXB Giáo dục 2003.
3. Nguyễn Đắc Lộc - Tăng Huy.
"Điều khiển số và công nghệ trên máy điều khiển số CNC". NXB KHTT - Hà Nội - 2000.
4. А. С. Сандлер
Электрооборудование промышленных установок и предприятий.
Изд - во "Высшая школа", 1979.
5. А. С. Сандлер
Электрооборудование металлоизделий станков.
Изд - во "Высшая школа". 1988.
6. А. ф. Комаров
Электрооборудование и наладка металлоизделий станков.
Изд-во Машиностроение 1980
7. Соколов М. М.
Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов. Изд-во "Энершя" 1979.
8. Борисов Ю. М., Соколов М. М.
Электрооборудование подъёмно - транспортных машин.
Изд-во "Машиностроенис", 1982.
9. Баринов Н. В.
Электрооборудование одноковшовых экскаваторов.
Изд-во "Энергия", 1990.
10. Рапутов Б. М.
Электрооборудование кранов металлургических предприятий.
Изд - во "Металлургия", 1990.
11. Ярцев Г. М.
Экскаваторы ЭКГ-4,6 и ЭКГ-8и. Изд-во "Машиностроение", 1990.

MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời giới thiệu</i>	3
<i>Mở đầu</i>	4
<i>Chương 1 : TRANG BỊ ĐIỆN CÁC MÁY CẮT GỌT KIM LOẠI</i>	5
1.1. Các yêu cầu chính và những đặc điểm đặc trưng của trang bị điện và tự động hóa các máy cắt gọt kim loại	5
1.2. Chọn hệ truyền động và tính chọn công suất động cơ truyền động của các máy cắt gọt kim loại	11
1.3. Điều chỉnh tốc độ trong các máy cắt gọt kim loại	19
1.4. Điều khiển chương trình số các máy cắt gọt kim loại	23
1.5. Trang bị điện và sơ đồ khống chế một số máy cắt gọt kim loại điển hình	29
1.6. Trang bị điện và sơ đồ khống chế một số máy gia công phôi điển hình	74
Câu hỏi ôn tập	79
<i>Chương 2 : TRANG BỊ ĐIỆN CÁC THIẾT BỊ GIA NHIỆT VÀ LUYỆN KIM</i>	82
2.1. Trang bị điện các loại lò điện	82
2.2. Trang bị điện các máy hàn điện	121
2.3. Trang bị điện máy cán thép	167
Câu hỏi ôn tập	186
<i>Chương 3 : TRANG BỊ CÁC MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN</i>	188
3.1. Khái niệm chung	188
3.2. Trang bị điện - điện tử cầu trục	194
3.3. Trang bị điện thang máy và máy nâng	218
3.4. Trang bị điện máy xúc	246
3.5. Trang bị điện các thiết bị vận tải liên tục	273
Câu hỏi ôn tập	287
<i>Chương 4 : TRANG BỊ ĐIỆN MÁY NÉN KHÍ, MÁY BƠM VÀ QUẠT GIÓ</i>	289
4.1. Trang bị điện máy nén khí	289
4.2. Trang bị điện quạt gió	294
4.3. Trang bị điện máy bơm	297
Câu hỏi ôn tập	304

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập VŨ DƯƠNG THỦY

Biên tập lần đầu :

TRẦN NHẬT TÂN

Biên tập tái bản :

TRẦN TRỌNG TIẾN

Trình bày bìa :

TAO HUYỀN

Sửa bản in :

BÌNH MINH

Chế bản :

HUỲNH MINH TUẤN

GIÁO TRÌNH TRANG BỊ ĐIỆN

Mã số: 6H149T5-DAI

In 2.000 bản khổ 16 x 24 cm, tại Công ty in Thái Nguyên. Số in:
1273. Số xuất bản: 21/237-05. In xong và nộp lưu chiểu tháng 2
năm 2005.



CÔNG TY CỔ PHẦN SÁCH ĐẠI HỌC - DẠY NGHỀ
HEVO BCO

Địa chỉ : 25 Hàn Thuyên, Hà Nội



**TÌM ĐỌC GIÁO TRÌNH DÙNG CHO CÁC TRƯỜNG
DÀO TẠO HỆ TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP - DẠY NGHỀ
CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC
(NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ)**

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. An toàn điện | TS. Nguyễn Đình Thắng |
| 2. Kĩ thuật điện | GS. TS. Đặng Văn Đào |
| 3. Máy điện | TS. Nguyễn Hồng Thành |
| 4. Kĩ thuật lắp đặt điện | TS. Phan Đăng Khải |
| 5. Điện dân dụng và công nghiệp | Vũ Văn Tẩm |
| 6. Cung cấp điện | TS. Ngô Hồng Quang |
| 7. Đo lường các đại lượng điện và không điện | GVC. Nguyễn Văn Hòa |
| 8. Lý thuyết mạch điện | PGS. TS. Lê Văn Bảng |
| 9. Vật liệu điện | TS. Nguyễn Đình Thắng |
| 10. Truyền động điện | PGS. TS. Bùi Đình Tiếu |
| 11. Trang bị điện | GVC. Nguyễn Văn Chất |
| 12. Sửa chữa điện dân dụng và công nghiệp | KS. Bùi Văn Yên - KS. Trần Nhật Tân |
| 13. Linh kiện điện tử và ứng dụng | TS. Nguyễn Viết Nguyên |
| 14. Điện tử dân dụng | ThS. Nguyễn Thanh Trà |
| 15. Điện tử công suất | Trần Trọng Minh |
| 16. Mạch điện tử | TS. Đặng Văn Chuyết |
| 17. Kĩ thuật số | TS. Nguyễn Viết Nguyên |
| 18. Kĩ thuật điều khiển động cơ điện | Vũ Quang Hồi |
| 19. Kỹ thuật xung - số | TS. Lương Ngọc Hải |
| 20. Điện tử công nghiệp | Vũ Quang Hồi |
| 21. Kinh tế và quản trị doanh nghiệp (kinh tế và TCQLSX) | TS. Ngô Xuân Bình - TS. Hoàng Văn Hải |

Bạn đọc có thể tìm mua tại các Công ty Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương
hoặc các Cửa hàng sách của Nhà xuất bản Giáo dục

trang bị điện

Tại Hà Nội : 25 Hàn Thuyên, 81 Trần Hưng Đạo, 187B G

Tại Đà Nẵng : 15 Nguyễn Chí Thanh

Tại Thành phố Hồ Chí Minh : 104 Mai Thị Lựu, Quận 1



89349801419977



Giá: 26.500đ