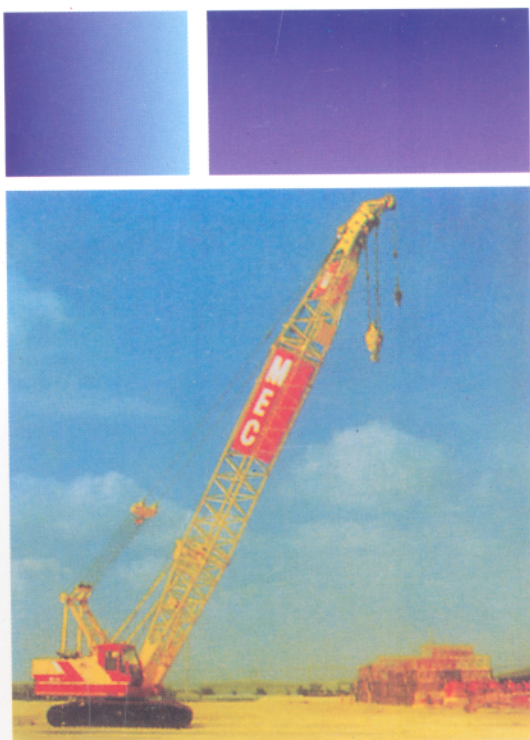


VŨ QUANG HÒI - NGUYỄN VĂN CHẤT - NGUYỄN THỊ LIÊN ANH

# TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

## MÁY CÔNG NGHIỆP DÙNG CHUNG



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

VŨ QUANG HỒI – NGUYỄN VĂN CHẤT – NGUYỄN THỊ LIÊN ANH

# **TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY CÔNG NGHIỆP DÙNG CHUNG**

*(Tái bản lần thứ năm)*

**NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC**

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong đà phát triển của khoa học kĩ thuật, nhiều thành tựu mới (kĩ thuật điện tử, kĩ thuật số...) đã được áp dụng vào lĩnh vực công nghiệp. Ở nước ta, đã và đang nhập khá nhiều loại máy móc, thiết bị rất hiện đại; do đó đòi hỏi quá trình đào tạo cần có những giáo trình mới, để trang bị những kiến thức tiên tiến cho sinh viên, nhằm bắt kịp với thực tế của xã hội trong hiện tại và những năm tới.

Do vậy, giáo trình "Trang bị điện - điện tử máy công nghiệp dùng chung" này được biên soạn, để làm tài liệu học tập cho sinh viên ngành Tự động hóa XNCN của trường ĐHBK Hà Nội. Giáo trình cũng hữu ích cho các cán bộ kĩ thuật làm việc trực tiếp hoặc gián tiếp với các máy đã được đề cập tới.

Giáo trình gồm năm phần. Bốn phần đầu đề cập tới trang bị điện - điện tử các máy nâng - vận chuyển, lò điện, máy hàn, máy bơm, quạt và máy nén khí. Phần năm đề cập tới các máy thuộc công nghiệp dệt (tuy phần này không thuộc các máy công nghiệp dùng chung, nhưng trong khi chờ đợi giáo trình trang bị điện - điện tử các máy công nghiệp nhẹ, chúng tôi vẫn xếp vào nội dung của giáo trình này).

Trong giáo trình, ở từng loại máy, đều được giới thiệu và phân tích quá trình công nghệ, đặc tính kĩ thuật, những ứng dụng cơ bản, cơ sở lí luận và tính chọn một số thiết bị điện dùng cho máy, sơ đồ nguyên lí điển hình.

Giáo trình được tổ chức biên soạn cụ thể như sau :

Chủ biên Vũ Quang Hồi và viết phần II, phần IV.

Nguyễn Văn Chát viết phần I, phần III.

Nguyễn Thị Liên Anh viết phần V.

Các tác giả xin thành thực cảm ơn các đồng nghiệp đã cho nhiều ý kiến đóng góp quý báu trong lúc biên soạn giáo trình này. Các tác giả cũng vô cùng biết ơn và trân trọng mọi góp ý khác của bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn. Thư góp ý xin gửi theo địa chỉ : Khoa Tự động hóa XNCN - Trường ĐHBK Hà Nội hoặc Nhà xuất bản Giáo dục 81 - Trần Hưng Đạo - Hà Nội.

CÁC TÁC GIẢ

# PHẦN I

## TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

## CÁC MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN

### Chương 1

### NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

#### §1.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Sự phát triển kinh tế của mỗi nước phụ thuộc rất nhiều vào mức độ cơ giới hóa và tự động hóa các quá trình sản xuất. Trong quá trình sản xuất, máy nâng - vận chuyển đóng vai trò khá quan trọng. 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 hóa cần vận chuyển tùy thuộc vào đặc thù của quá trình sản xuất.

Ví dụ : Một xí nghiệp luyện kim có lò cao năng suất 1.000 tấn gang/ngày đêm, cần phải vận chuyển lên lò cao 2.000 tấn quặng, 700 tấn phụ gia và 12.000 tấn than cốc.

Trong ngành khai thác mỏ, trên các công trình thủy lợi, trên các công trường xây dựng nhà máy thủy điện, xây dựng công nghiệp, xây dựng dân dụng v.v..., phần lớn các công việc nặng nề như bốc, xúc, đào, khai thác 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 sẽ làm giảm đáng kể thời gian xây dựng, giảm bớt số lượng công nhân (khoảng 10 lần).

Ví dụ : Nếu dùng một cần cẩu cỡ lớn có thể thay thế cho 500 công nhân, còn nếu dùng một máy xúc cỡ lớn để đào hào, kênh, mương hoặc trong công việc cải tạo diện địa thì có thể thay thế cho 10.000 công nhân.

Trong các nhà máy chế tạo cơ khí, máy nâng - vận chuyển dùng để vận chuyển phôi, bán thành phẩm và thành phẩm từ nhà máy này sang nhà máy khác, từ phân xưởng này sang phân xưởng khác.



## §1.2. PHÂN LOẠI MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN

Phụ thuộc vào đặc điểm của hàng hóa cần vận chuyển, kích thước, số lượng và phương vận chuyển mà các máy nâng - vận chuyển rất đa dạng. Việc phân loại một cách hoàn hảo các máy nâng - vận chuyển rất khó khăn.

Có thể phân loại các máy nâng - vận chuyển theo các đặc điểm chính sau : (hình 1-1)

### 1. Theo phương vận chuyển hàng hóa

- Theo phương thẳng đứng : thang máy, máy nâng
- Theo phương nằm ngang : băng chuyển, băng tải
- Theo mặt phẳng nghiêng : xe kíp, thang chuyển, băng tải.
- Theo các phương kết hợp : cầu trục, cần trục, cầu trục cảng, máy xúc v.v...

### 2. Theo cấu tạo của cơ cấu di chuyển

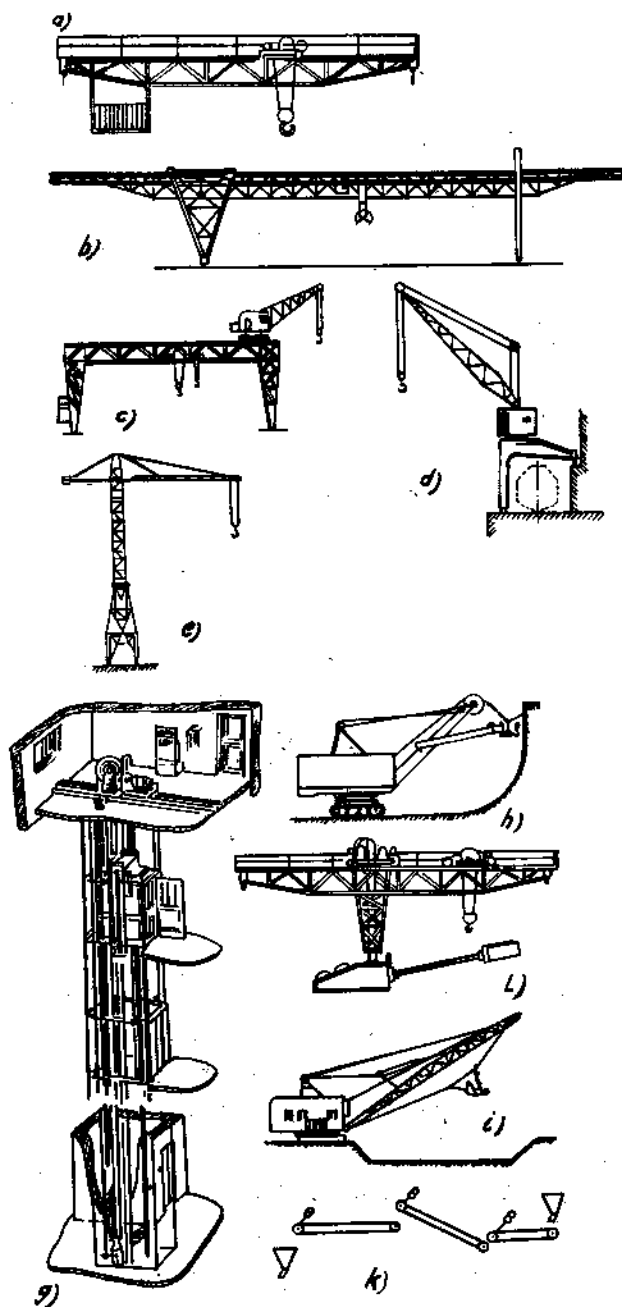
- Máy nâng - vận chuyển đặt cố định : thang máy, máy nâng, thang chuyển, băng tải, băng chuyển v.v...
- Di chuyển tịnh tiến : cầu trục cảng, cần cầu con dê, các loại cần trục, cầu trục v.v...
- Di chuyển quay với một góc quay tới hạn : cần cầu tháp, máy xúc v.v...

### 3. Theo cơ cấu bốc hàng

- Cơ cấu bốc hàng là thùng, cabin, gầu treo...
- Dùng móc, xích treo, băng.
- Cơ cấu bốc hàng bằng nam châm điện.

### 4. Theo chế độ làm việc

- Chế độ dài hạn : băng tải, băng chuyển, thang chuyển
- Chế độ ngắn hạn lặp lại : máy xúc, thang máy, cần trục v.v...



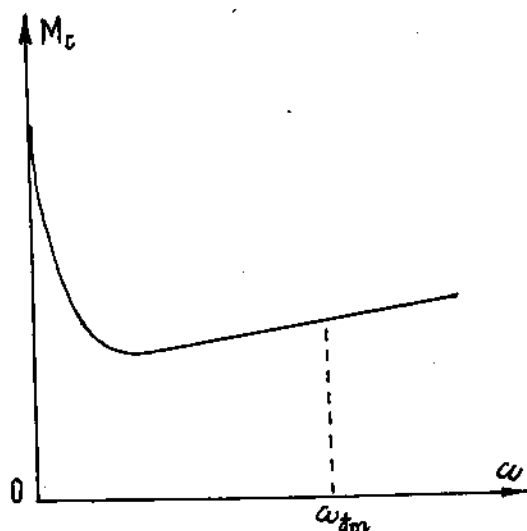
Hình 1-1. Các loại máy nâng-vận chuyển.

a- Cầu trục với móc cầu hàng; b- Cầu trục gầu ngoạm;  
c- Cần cầu con dê; d- Cần trục cảng; e- Cần cầu tháp;  
g- Thang máy; h- Máy xúc gầu thuận; i- Máy xúc gầu treo;  
k- Băng tải; l- Cầu trục trong xưởng luyện thép.

### §1.3. ĐẶC ĐIỂM ĐẶC TRƯNG CHO CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN

Máy nâng - vận chuyển thường được lắp đặt trong nhà xưởng hoặc để ở ngoài trời. Môi trường làm việc của các máy nâng - vận chuyển rất nặng nề, đặc biệt là ngoài hải cảng, các nhà máy hóa chất, các xí nghiệp luyện kim...

Các khí cụ, thiết bị điện trong hệ thống truyền động và trang bị điện của các máy nâng - vận chuyển phải làm việc tin cậy trong mọi điều kiện nghiệt ngã của môi trường, nhằm nâng cao năng suất, an toàn trong vận hành và khai thác.



Hình 1-2.

Quan hệ  $M_c = f(\omega)$  khi khởi động động cơ băng tải.

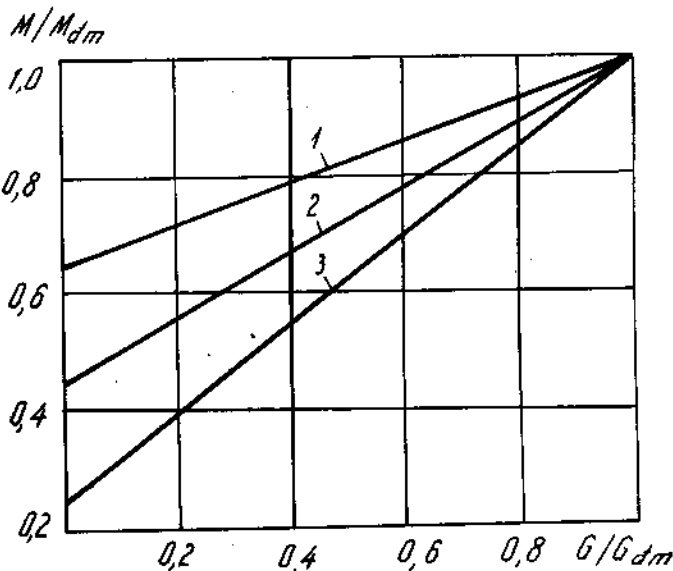
Động cơ truyền động cấu trúc, nhất là đối với cơ cấu nâng - hạ, mômen thay đổi theo tải trọng rất rõ rệt. Khi không có tải trọng (không tải), mômen của động cơ không vượt quá (15 ÷ 20)%.  $M_{dm}$  đối với cơ cấu nâng của cần trục gầu ngoạm đạt tới 50%  $M_{dm}$  đối với động cơ di chuyển xe con bằng (35 ÷ 50)%  $M_{dm}$  đối với động cơ di chuyển xe cầu bằng (50 ÷ 55)%  $M_{dm}$ .

Trong các hệ truyền động các cơ cấu của máy nâng - vận chuyển, yêu cầu quá trình tăng tốc và giảm tốc xảy ra phải êm, đặc biệt là đối với thang máy và thang chuyên chở khách. Bởi vậy, mômen động trong quá trình quá độ phải được hạn chế theo yêu cầu của kĩ thuật an toàn.

Đối với hệ truyền động điện cho băng chuyển và băng tải, phải đảm bảo khởi động động cơ truyền động khi đầy tải; đặc biệt là vào mùa đông, khi nhiệt độ môi trường giảm làm tăng mômen ma sát trong các ổ đỡ dẫn đến làm tăng đáng kể mômen cân tĩnh  $M_c$ . Trên hình 1-2 biểu diễn mối quan hệ phụ thuộc giữa mômen cân tĩnh và tốc độ động cơ:  $M_c = f(\omega)$ .

Trên đồ thị ta thấy: Khi  $\omega = 0$ ,  $M_c$  lớn hơn (2 ÷ 2,5 lần)  $M_c$  ứng với tốc độ định mức.

Đặc điểm trên cũng đúng với một số máy nâng - vận chuyển khác như thang chuyển, băng chuyển v.v...



Hình 1-3.

Mômen của động cơ phụ thuộc vào tải trọng.

1- Động cơ di chuyển xe cầu; 2- Động cơ di chuyển xe con; 3- Động cơ nâng - hạ

Năng suất của máy nâng - vận chuyển quyết định bởi hai yếu tố : tải trọng của thiết bị và số chu kì bốc, xúc trong một giờ. Số lượng hàng hóa bốc xúc trong mỗi một chu kì không như nhau và nhỏ hơn trọng tải định mức, cho nên phụ tải đối với động cơ chỉ đạt  $(60 + 70)\%$  công suất định mức của động cơ.

Do điều kiện làm việc của máy nâng - vận chuyển nặng nề, thường xuyên làm việc trong chế độ quá tải (đặc biệt là máy xúc) nên các máy nâng - vận chuyển được chế tạo có độ bền cơ khí cao, khả năng chịu quá tải lớn.

## **§1.4. HỆ TRUYỀN ĐỘNG DỪNG TRONG CÁC MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN**

Hiện nay, hệ truyền động điện trong các máy nâng - vận chuyển sử dụng phổ biến là hệ truyền động với động cơ xoay chiều và một chiều. Xu hướng chủ yếu khi thiết kế và chế tạo hệ truyền động điện cho máy nâng - vận chuyển là thường chọn hệ truyền động 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 điện các máy nâng - vận chuyển, nâng cao tuổi thọ của các khí cụ điều khiển, nên dùng các khí cụ phi tiếp điểm thay cho các khí cụ tiếp điểm (role - côngtactơ). Các khí cụ phi tiếp điểm đó có thể chế tạo, lắp ráp từ các phần tử điện tử, điện tử và bán dẫn.

Những năm gần đây, do sự phát triển nhanh của kĩ thuật bán dẫn, kĩ thuật biến đổi điện năng công suất lớn, các hệ truyền động điện cho máy nâng - vận chuyển đã dùng nhiều các bộ biến đổi thyristor thay thế cho các hệ cổ điển dùng máy điện khuếch đại cũng như khuếch đại từ.

Bộ biến đổi thyristor có nhiều ưu điểm hơn hẳn so với bộ biến đổi quay : quán tính nhỏ, độ nhạy cao, kích thước và trọng lượng bé hơn, cho phép chế tạo được những hệ truyền động có các chỉ tiêu kinh tế và kĩ thuật cao.

## Chương 2

# TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CẦU TRỤC

### §2.1. NHỮNG ĐẶC ĐIỂM CƠ BẢN CỦA HỆ TRUYỀN ĐỘNG VÀ TRANG BỊ ĐIỆN CẦU TRỤC

Chế độ làm việc của các cơ cấu cầu trục được xác định từ các yêu cầu của quá trình công nghệ, chức năng của cầu trục trong dây chuyền sản xuất. Cấu tạo và kết cấu của cầu trục rất đa dạng. Khi thiết kế và chế tạo hệ thống điều khiển và hệ truyền động điện phải phù hợp với từng loại cụ thể.

Cầu trục trong phân xưởng luyện thép lò Mactanh, trong các phân xưởng nhiệt luyện phải đảm bảo các chỉ tiêu kĩ thuật trong chế độ quá độ. Cầu trục trong các phân xưởng lắp ráp phải đảm bảo quá trình mở máy êm, dải điều chỉnh tốc độ rộng, dừng chính xác đúng nơi lấy hàng và hạ hàng v.v...

Các cơ cấu của cầu trục làm việc trong chế độ cực kì nặng nề : tần số đóng cắt lớn, chế độ quá độ xảy ra nhanh khi mở máy, hãm và đảo chiều.

Từ những đặc điểm trên, có thể đưa ra những yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động và trang bị điện cho các cơ cấu của cầu trục :

- 1- Sơ đồ cấu trúc của hệ điều khiển tự động đơn giản.
- 2- Các phần tử cấu thành có độ tin cậy cao, đơn giản về cấu tạo, thay thế dễ dàng.
- 3- Trong sơ đồ điều khiển phải có mạch bảo vệ điện áp "không", quá tải và ngắn mạch.
- 4- Quá trình mở máy diễn ra theo một luật được định sẵn.
- 5- Sơ đồ điều khiển cho từng động cơ riêng biệt, độc lập.
- 6- Có công tắc hành trình hạn chế hành trình tiến, lùi cho xe cầu, xe con ; hạn chế hành trình lên của cơ cấu nâng - hạ.
- 7- Đảm bảo hạ hàng ở tốc độ thấp.
- 8- Tự động cắt nguồn cấp khi có người làm việc trên xe cầu.

### §2.2. TÍNH CHỌN CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN VÀ TRANG BỊ ĐIỆN CẦU TRỤC

#### 1. Tính chọn công suất động cơ

##### a) Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ

Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ giữ vai trò quan trọng trong các máy nâng - vận chuyển nói chung và trong cầu trục nói riêng. Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại, nên khi chọn công suất động cơ phải tính đến cả phụ tải động.

\* *Tính toán phụ tải tĩnh.* Phụ tải tĩnh của cơ cấu nâng - hạ chủ yếu là do tải trọng quyết định. Để xác định phụ tải tĩnh, phải dựa vào sơ đồ động học của cơ cấu nâng - hạ cụ thể. Giả sử có sơ đồ động học như hình 2-1.

- Phụ tải tĩnh khi nâng có tải :

$$M_n = \frac{(G + G_o)R_t}{u i \eta_c}, \text{ [Nm]} \quad (2-1)$$

Trong đó :

$G$  - trọng lượng của tải trọng, [N].

$G_o$  - trọng lượng của bộ lấy tải [N].

$R_t$  - bán kính của tang nâng, [m].

$u$  - bội số của hệ thống ròng rọc.

$\eta_c$  - hiệu suất của cơ cấu.

$i$  - tỉ số truyền

$$i = \frac{2\pi R_t \cdot n}{v} \quad (2-2)$$

Trong đó :  $v$  - tốc độ nâng tải, [m/s]

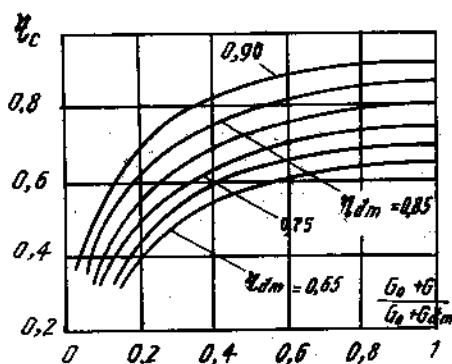
$n$  - tốc độ quay của động cơ, [vòng/s]

Trong các công thức tính trên, hiệu suất  $\eta_c$  lấy bằng định mức khi tải trọng bằng định mức.

Ứng với các tải trọng khác định mức, cần xác định  $\eta_c$  theo tải trọng như trên hình 2-2.

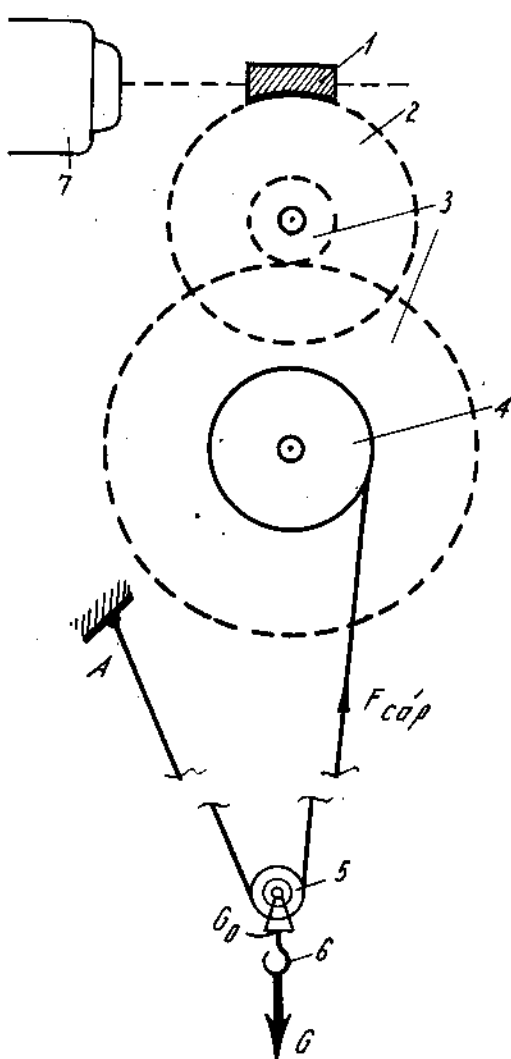
Xác định  $\eta_c$  dựa theo hệ số mang tải :

$$K = \frac{P_c}{P_{cđm}}$$



Hình 2-2

Quan hệ phụ thuộc  $\eta_c$  theo tải trọng.



Hình 2-1

Sơ đồ động học của cơ cấu nâng - hạ dùng móc.

1- Trục vít; 2- Bánh vít; 3- Truyền động bánh răng;  
4- Tang nâng; 5- Bộ phận móc hàng; 6- Móc; 7- Động cơ;  
A- Điểm cố định cáp.

- Phụ tải tĩnh khi nâng không tải :

$$M_{no} = \frac{G_o R_t}{u \cdot i \cdot \eta_c}, \text{ [Nm]} \quad (2-3)$$

- Phụ tải tĩnh khi hạ tải.

Có thể có hai chế độ hạ tải : hạ động lực và hạ hãm. Hạ động lực thực hiện khi tải trọng nhỏ. Khi đó mômen do tải trọng gây ra không đủ để thắng mômen ma sát trong cơ cấu. Máy điện làm việc ở chế độ động cơ.

Hạ hãm thực hiện khi hạ tải trọng lớn. Khi đó mômen do tải trọng gây ra rất lớn. Máy điện phải làm việc ở chế độ hãm để giữ cho tải trọng được hạ với tốc độ ổn định (chuyển động không có gia tốc).

Để xác định mômen trên trục của động cơ khi hạ tải, cần thực hiện vài phép biến đổi sau :

Gọi mômen trên trục động cơ do tải trọng gây ra không có tổn thất là  $M_t$  thì :

$$M_t = \frac{(G_o + G)R_t}{u \cdot i}, \text{ [Nm]} \quad (2-4)$$

Khi hạ tải, năng lượng được truyền từ phía tải trọng sang cơ cấu truyền động, nên :

$$M_h = M_t - \Delta M = M_t \cdot \eta_h, \text{ [Nm]} \quad (2-5)$$

Trong đó :  $M_h$  - mômen trên trục động cơ khi hạ tải, [Nm]

$\Delta M$  - tổn thất mômen trong cơ cấu truyền động, [Nm]

$\eta_h$  - hiệu suất của cơ cấu khi hạ tải.

Nếu  $M_t > \Delta M$  - hạ hãm,  $M_t < \Delta M$  - hạ động lực.

Coi tổn thất trong cơ cấu nâng - hạ khi nâng tải và khi hạ tải như nhau, thì :

$$\Delta M = \frac{M_t}{\eta_c} - M_t = M_t \left( \frac{1}{\eta_c} - 1 \right) \quad (2-6)$$

Do đó :

$$\begin{aligned} M_h &= M_t - M_t \left( \frac{1}{\eta_c} - 1 \right) = M_t \left( 2 - \frac{1}{\eta_c} \right) \\ &= \frac{(G_o + G) R_t}{u \cdot i} \left( 2 - \frac{1}{\eta_c} \right) \end{aligned} \quad (2-7)$$

So sánh hai biểu thức (2-5) và (2-7) ta có :

$$\eta_h = 2 - \frac{1}{\eta_c} \quad (2-8)$$

Đối với những tải trọng tương đối lớn ( $\eta_c > 0,5$ ) ta có  $\eta_h > 0$ ,  $M_h > 0$ . Điều đó có nghĩa là mômen động cơ ngược chiều với mômen phụ tải. Động cơ làm việc ở chế độ hạ hãm. Khi tải trọng tương đối nhỏ ( $\eta_c < 0,5$ ) thì  $\eta_h < 0$ ,  $M_h < 0$ , mômen động cơ cùng chiều với mômen phụ tải. Động cơ làm việc ở chế độ hạ động lực.

\*) *Tính toán hệ số tiếp diện tương đối TD%*. Chu kì làm việc của cơ cấu nâng - hạ bao gồm các giai đoạn sau : hạ không tải, nâng tải, hạ tải và nâng không tải (giữa các giai đoạn thường có thời gian nghỉ).

Khi tính toán hệ số tiếp diện tương đối, chúng ta bỏ qua thời gian hãm máy và mở máy.

Thời gian toàn bộ 1 chu kì làm việc của cơ cấu nâng - hạ có thể tính được theo năng suất Q và tải trọng định mức  $G_{dm}$ .

$$T_{ck} = \frac{3600G_{dm}}{Q}, \text{ [s]} \quad (2-9)$$

$$TD\% = \frac{T_{lv}}{T_{ck}} \cdot 100\% \quad (2-10)$$

Trong đó :  $T_{lv}$  - thời gian làm việc của một chu kì, xác định theo điều kiện làm việc cụ thể của cơ cấu.

\*) *Chọn sơ bộ công suất động cơ.* Chọn sơ bộ công suất động cơ có thể theo phụ tải trung bình  $M_{tb}$ , hoặc theo phụ tải đẳng trị  $M_{dt}$  kết hợp với hệ số tiếp điện tương đối  $TD\%$ .

Phụ tải trung bình, phụ tải đẳng trị tính theo các biểu thức sau :

$$M_{tb} = k \frac{\sum_{i=1}^n M_i t_i}{T_{ck}} \quad (2-11)$$

$$M_{dt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 t_i}{T_{ck}}} \quad (2-12)$$

Trong đó :  $M_i$  - trị số mômen ứng với khoảng thời gian  $t_i$  ;

$k = (1,2 \div 1,3)$  - hệ số, phụ thuộc vào độ nhấp nhô của đồ thị phụ tải, tần số mở máy, hãm máy.

Điều kiện để chọn công suất động cơ :

$$\begin{aligned} M_{dmDC} &\geq M_{tb} \\ M_{dmDC} &\geq M_{dt} \end{aligned} \quad (2-13)$$

#### \*) *Kiểm nghiệm*

Để kiểm nghiệm công suất động cơ đã chọn, cần phải xây dựng biểu đồ phụ tải chính xác. Sau khi đã xét đến thời gian mở máy, hãm máy và thời gian nghỉ của động cơ, tính lại thời gian tiếp điện tương đối thực.

$$TD\%_{th} = \frac{\sum t_i + \sum t_{ih} + \sum t_{imm}}{T_{ck}} \quad (2-14)$$

Trong đó :  $\sum t_i$  - tổng thời gian làm việc.

$\sum t_{ih}$  - tổng thời gian hãm.

$\sum t_{imm}$  - tổng thời gian mở máy.

và tính phụ tải chính xác theo đại lượng đẳng trị  $M_{dtcx}$ .

Động cơ đã chọn là đúng nếu thỏa mãn yêu cầu :

$$M_{tc} < M_{dmDC} \quad (2-15)$$

$$M_{tc} = M_{dtcx} \sqrt{\frac{TD_{th}\%}{TD_{tc}\%}} \quad (2-16)$$

Trong đó :  $M_{tc}$  - là mômen quy đổi về hệ số tiếp điện tiêu chuẩn.

$TD_{tc}\%$  - hệ số tiếp điện tiêu chuẩn : 15%, 25%, 40%, 60%.

**Chú ý :**

+) Đối với động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi không điều chỉnh từ thông, để kiểm nghiệm công suất động cơ, có thể sử dụng phương pháp tổn thất trung bình hay dòng điện, công suất hoặc mômen đẳng trị.



Đối với động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp, nên sử dụng phương pháp tổn thất trung bình và dòng điện đẳng trị.

Đối với động cơ không đồng bộ, phương pháp tổn thất trung bình và dòng điện đẳng trị cho kết quả chính xác hơn so với các phương pháp khác.

+) Kiểm tra trị số gia tốc của từng cơ cấu cụ thể của cầu trục.

Theo số liệu kĩ thuật và sơ đồ đầu dây của động cơ xác định mômen mở máy và mômen hãm máy của động cơ.

Đối với động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc, có thể lấy trị số trung bình không đổi của mômen trong thời gian hãm và mở máy theo biểu thức :

$$M_{tbmm} = \frac{1}{2} (M_t + M_{mm}) \quad (2-17)$$

Đối với động cơ điện một chiều mở máy bằng điện trở

$$M_{tbmm} = \frac{1}{2} (M_1 + M_2) \quad (2-18)$$

Trong đó :  $M_t$  - mômen tối hạn của động cơ.

$M_{mm}$  - mômen mở máy.

$M_1$  và  $M_2$  - mômen cực đại và mômen chuyển tiếp khi mở máy.

Gia tốc của động cơ tính theo biểu thức :

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_{tbmm} - M_c}{J} \quad (2-19)$$

Khi khởi động nâng tải và hạ tải  $M_c > 0$ , khi khởi động hạ động lực  $M_c < 0$ . Trong quá trình hãm của động cơ, dấu của  $M_c$  cũng được xác định tương tự như vậy theo tương quan về chiều giữa  $M_c$  và mômen động cơ. Nếu dùng hãm bằng cơ khí (động cơ cắt ra khỏi nguồn điện) thì trị số  $M_{tbmm}$  của động cơ thay thế bằng  $M_{hc}$  của bộ hãm cơ khí.

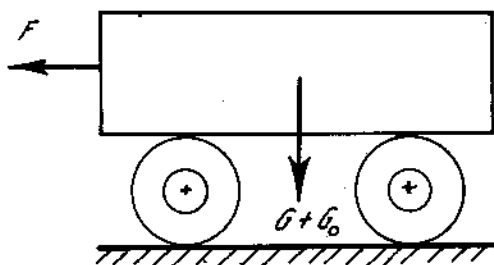
**b) Tính chọn công suất động cơ cho các cơ cấu di chuyển theo phương nằm ngang**

Ví dụ điển hình cho cơ cấu di chuyển theo phương nằm ngang là cơ cấu xe cầu và xe con của cầu trục. Sơ đồ lực được giới thiệu trên hình 2-3.

Phụ tải tính của cơ cấu là do lực cản chuyển động gây ra. Lực đó bao gồm hai thành phần chính : lực ma sát lăn trên đường đi  $F_1$  và lực ma sát trong cổ trục bánh xe  $F_{ct}$ .

Thành phần  $F_1$  được xác định theo biểu thức :

$$F_1 = \frac{(G_o + G) \cdot f}{R_b}, [N] \quad (2-20)$$



**Hình 2-3**

Sơ đồ lực của cơ cấu di chuyển theo phương nằm ngang.

Trong đó :  $G_o$  - trọng lượng bản thân cơ cấu, [N].  
 $G$  - trọng lượng tải trọng, [N].  
 $R_b$  - bán kính bánh xe, [cm].  
 $f$  - hệ số ma sát lăn, [cm].

Nếu bánh xe bằng thép lăn trên đường ray thì  $f = (0,05 \div 0,1)$  cm

Thành phần lực  $F_{ct}$  được xác định theo biểu thức :

$$F_{ct} = (G_o + G) \mu, [N] \quad (2-21)$$

Nếu dời điểm đặt của lực này về vành bánh xe thì tính theo biểu thức :

$$F'_{ct} = (G_o + G) \mu \frac{R_{ct}}{R_b}, [N] \quad (2-22)$$

Trong đó :  $\mu$  - là hệ số ma sát trượt : khi dùng ổ trượt  $\mu = 0,05 \div 0,08$  ; khi dùng ổ bi  $\mu = 0,01 \div 0,05$ .

$R_{ct}$  - bán kính cổ trục, [cm].

Toàn bộ lực đặt lên bánh xe là :

$$F_c = F_1 + F'_{ct} = \frac{G_o + G}{R_b} (\mu R_{ct} + f), [N] \quad (2-23)$$

Đối với các cơ cấu có bánh xe sắt lăn trên đường ray, phải tính đến lực cản ma sát giữa mép bánh xe và đường ray. Lực đó được tính thêm bằng hệ số dự trữ  $k$ , và toàn bộ lực cản trong trường hợp này sẽ là :

$$F'_c = k \cdot F_c = k \frac{G_o + G}{R_b} (\mu R_{ct} + f), [N] \quad (2-24)$$

Hệ số  $k$  được lấy từ thực tế và kinh nghiệm vận hành.

Ví dụ : - Đối với xe cầu khi dùng ổ bi :  $k = 1,5 \div 2$ , khi dùng ổ trượt :  $k = 2,5 \div 4$ .

- Đối với xe con, tương ứng là :  $k = 1,25 \div 1,6$  và  $k = 2,5 \div 3,2$ .

Nếu cơ cấu di chuyển trên đường dốc có góc nghiêng  $\alpha$ , toàn bộ lực cản  $F''_c$  được tính theo biểu thức :

$$F''_c = \frac{G_o + G}{R_b} (\mu R_{ct} + f) \cos \alpha \pm (G_o + G) \sin \alpha, [N] \quad (2-25)$$

Đối với các cơ cấu làm việc ngoài trời, cần phải tính thêm lực cản của gió :

$$F_g = C \frac{\gamma}{g} q \cdot v_{\Sigma}^2 + 0,1 q v_{\Sigma}^2, [N] \quad (2-26)$$

Trong đó :  $C$  - hệ số kinh nghiệm =  $(0,8 \div 0,9)$

$\gamma$  - trọng lượng riêng của không khí,  $(12 \text{ N/m}^3)$

$q$  - diện tích cản gió,  $[\text{m}^2]$

$g$  - gia tốc trọng trường,  $[9,8 \text{ m/s}^2]$ .

$v_{\Sigma}$  - tốc độ tổng của cơ cấu và gió,  $[\text{m/s}]$ .

Công suất và mômen trên trục của động cơ được tính theo biểu thức sau :

$$P_c = \frac{F_c \cdot v}{60 \cdot 1000 \eta}, [\text{kW}] \quad (2-27)$$

$$M_c = \frac{F_c \cdot R_b}{i \cdot \eta}, [\text{Nm}] \quad (2-28)$$

- Trong đó :
- $P_c$ ,  $M_c$  - công suất và mômen cần trên trục động cơ
  - $R_b$  - bán kính bánh xe, [m]
  - $i$  - tỉ số truyền
  - $\eta$  - hiệu suất của cơ cấu
  - $v$  - tốc độ di chuyển theo phương ngang của xe, [m/ph].

Chọn công suất động cơ, kiểm nghiệm công suất động cơ đã chọn tiến hành theo các bước như đã nêu trên.

### c) Thí dụ tính chọn công suất động cơ

*Thí dụ 1 :* Xác định phụ tải tĩnh khi nâng và hạ của cơ cấu nâng - hạ ở cầu trục, cho biết :  $G_{dm} = 20T$  ;  $\eta_c = 0,82$  ;  $G_o = 1T$  ;  $R_t = 0,4m$  ;  $i = 75$  ;  $u = 1$  ; (ứng với tải định mức,  $\frac{1}{2}$  định mức và không tải).

- Mômen trên trục động cơ khi nâng tải bằng định mức :

$$M_{n1} = \frac{(G_o + G)R_t}{iu \eta_c} = \frac{(20 + 1) \cdot 0,4 \cdot 1000}{75 \cdot 1 \cdot 0,82} = 136,5 \text{ kGm} \approx 1340 \text{ Nm.}$$

- Mômen trên trục động cơ khi hạ với tải bằng định mức :

$$M_{h1} = \frac{(G_o + G) \cdot R_t}{u \cdot i} \left( 2 - \frac{1}{\eta_c} \right) = \frac{(20 + 1) \cdot 0,4 \cdot 1000}{75 \cdot 1} \left( 2 - \frac{1}{0,82} \right) \\ = 87 \text{ kGm} \approx 850 \text{ Nm.}$$

- Khi nâng tải trọng bằng  $\frac{1}{2}$  định mức, hiệu suất tra theo biểu đồ ở hình 2-2 là  $\eta = 0,746$ .

$$M_{n2} = \frac{(10 + 1) \cdot 0,4 \cdot 1000}{75 \cdot 0,746 \cdot 1} = 78,64 \text{ kGm} \approx 771 \text{ Nm.}$$

- Khi hạ tải trọng bằng  $\frac{1}{2}$  định mức :

$$M_{h2} = \frac{(10 + 1) \cdot 0,4 \cdot 1000}{75} \left( 2 - \frac{1}{0,746} \right) = 38,6 \text{ kGm} \approx 379,4 \text{ Nm}$$

- Mômen nâng khi không tải, hiệu suất  $\eta = 0,258$ . Tra theo biểu đồ ở hình 2-2.

$$M_{n3} = \frac{G_o R_t}{i \eta u} = \frac{1 \cdot 0,4 \cdot 1000}{75 \cdot 0,258 \cdot 1} = 20,67 \text{ kGm} \approx 202 \text{ Nm}$$

- Mômen hạ không tải :

$$M_{h3} = \frac{G_o R_t}{i \cdot u} \left( 2 - \frac{1}{\eta} \right) = \frac{1 \cdot 0,4 \cdot 1000}{75 \cdot 1} \left( 2 - \frac{1}{0,258} \right) = -9,96 \text{ kGm} \approx -97,5 \text{ Nm}.$$

Mômen hạ không tải  $M_{h3} < 0$  có nghĩa là cơ cấu làm việc ở chế độ hạ động lực.

**Thí dụ 2 :** Tính chọn công suất động cơ truyền động xe cầu (động cơ không đồng bộ rôto dây quấn) cho biết : trọng lượng xe cầu  $G_o = 1T$  ; tải trọng định mức  $G_{dm} = 100T$  ; tốc độ di chuyển  $v = 55^m/ph$  ; lực cản chuyển động khi trọng tải định mức  $F_c = 6480N$ , và khi trọng tải  $F_{co} = 3240N$ , hiệu suất của cơ cấu  $\eta = 0,85$  ; tỉ số truyền  $i = 18$ , đường kính bánh xe  $D = 0,35m$  ; mômen quán tính của các bộ phận quay của cơ cấu quy đổi về trục động cơ  $J_1 = 0,15 \text{ kGm}^2$  ; thời gian xe dừng để tháo tải trọng  $t_{o1} = 100s$  ; thời gian lấy tải  $t_{o2} = 150s$ . Hãm động cơ bằng cơ cấu phanh cơ khí có mômen phanh  $M_{ph} = 78,5 \text{ Nm}$ . Cung đường dịch chuyển tải trọng  $l = 50m$ .

- Thời gian xe cầu chạy hết quãng đường :

$$t = \frac{l}{v} = \frac{50 \cdot 60}{55} = 55s$$

- Hệ số tiếp diện tương đối :

$$TD\% = \frac{2t \cdot 100\%}{2t + t_{o1} + t_{o2}} = \frac{2 \times 55 \times 100\%}{2 \times 55 + 100 + 150} = 30\%$$

- Công suất tính trên trục động cơ khi tải bằng định mức :

$$P_c = \frac{F_c \cdot v}{1000 \eta_{dm}} = \frac{6480 \cdot 55}{1000 \cdot 0,85 \cdot 60} = 6,98 \text{ kW}.$$

- Công suất cần tính khi xe cầu chạy không tải. Ta có hiệu suất  $\eta = 0,78$  cùng với tải bằng  $\frac{1}{2}$  theo đồ thị hình 2-2

$$P_{co} = \frac{F_{co} \cdot v}{1000 \eta} = \frac{3240 \cdot 55}{1000 \cdot 0,78 \cdot 60} = 3,8 \text{ kW}.$$

Nếu chọn công suất động cơ theo công suất trung bình thì :

$$P_{dm} = k \frac{P_c t + P_{co} t}{2t} = 1,25 \frac{6,98 + 3,8}{2} = 6,73 \text{ kW}.$$

Động cơ chế tạo không có hệ số tiếp diện quy chuẩn  $TD\% = 30\%$  nên phải quy đổi về động cơ có  $TD\% = 25\%$ .

Khi đó :

$$P'_{dm} = P_{dm} \sqrt{\frac{TD_{th}\%}{TD_{tc}\%}} = 6,73 \sqrt{\frac{30\%}{25\%}} = 7,73 \text{ kW}$$

- Tốc độ của động cơ được tính từ tốc độ của bánh xe :

$$n_{d/c} = n_b \cdot i = \frac{v \cdot i}{\pi D_b} = \frac{55 \cdot 18}{3,14 \cdot 0,35} = 900^{v/ph}$$

Trong đó :  $n_b$  - tốc độ của bánh xe [ $v/ph$ ].

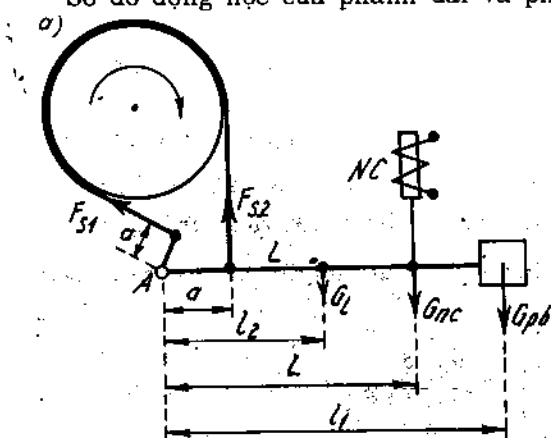
Theo sổ tay tra cứu ta chọn động cơ không đồng bộ rôto dây quấn kiểu MT-22-6 với các thông số kĩ thuật :  $U_{dm} = 380V$  ;  $TD\% = 25$  ;  $P_{dm} = 7,5 \text{ kW}$  ;  $n_{dm} = 945^{VE/ph}$  ;  $\lambda_M = 2,8$  ;  $J = 0,26 \text{ kGm}$ .

## 2. Tính toán và chọn cơ cấu phanh hãm

Phanh hãm là một bộ phận không thể thiếu trong các cơ cấu chính của cầu trục. Phanh dùng trong cầu trục thường có ba loại : phanh guốc, phanh đĩa và phanh đai. Nguyên lí hoạt động của các loại phanh nói trên về cơ bản giống nhau. Khi động cơ của cơ cấu đóng vào lưới điện thì đồng thời cuộn dây của nam châm phanh hãm cũng có điện. Lực hút của nam châm thắng lực cản của lò xo, giải phóng trục động cơ để động cơ làm việc. Khi cắt điện, cuộn dây nam châm cũng mất điện, lực căng của lò xo sẽ ép chặt má phanh vào trục động cơ, để hãm.

Phanh hãm điện từ thường chế tạo theo hai kiểu : hành trình phản ứng dài (hàng chục mm) và hành trình phản ứng ngắn (vài mm). Loại hành trình dài yêu cầu lực hút nhỏ, nhưng kết cấu cơ khí công kênh và phức tạp. Thực tế thường dùng phanh hãm hành trình ngắn.

Sơ đồ động học của phanh đai và phanh guốc giới thiệu trên hình 2-4.



Khi cuộn dây của nam châm có điện, lực hút của nam châm sẽ nâng cánh tay đòn L lên, làm cho đai phanh (hoặc guốc phanh) không ép chặt vào trục động cơ. Khi mất điện, do tự trọng của nam châm  $G_{nc}$  và đối trọng phanh  $G_{ph}$ , cánh tay đòn hạ xuống và đai phanh ghi chặt trục động cơ.

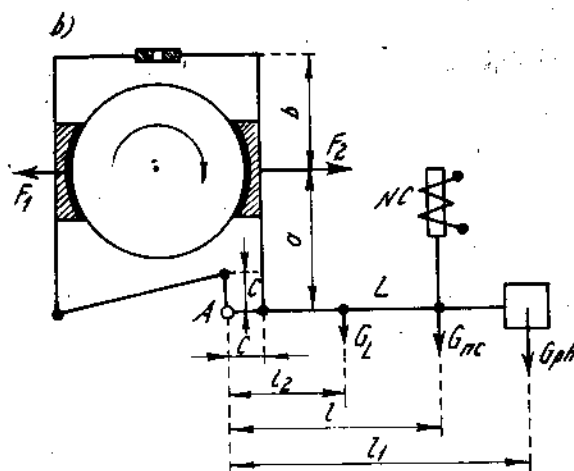
Đối với loại phanh hành trình ngắn, khi mất điện, dưới tác dụng của lực lò xo, đai phanh sẽ ép chặt lấy trục động cơ.

Khi chọn cơ cấu phanh cần chú ý đến 3 thông số cơ bản : điện áp làm việc, hệ số tiếp điện tương đối (TD%) và độ dài hành trình của phần ứng (hoặc trị số góc quay lớn nhất).

a) Tính toán và lựa chọn phanh cho cơ cấu nâng-hạ.

Lực tác dụng lên trục động cơ khi phanh phụ thuộc vào trị số mômen của cơ cấu phanh và chế độ làm việc của cơ cấu nâng-hạ.

Mômen cản tĩnh khi hạ tải với tải định mức :



### Hình 2-4

Sơ đồ động học của phản hành trình dài.

*a - Phanh dài; b - Phanh quốc.*

$$M_{ch} = \frac{(G_{dm} + G_o) \cdot R_t}{i \cdot u} \left( 2 - \frac{1}{\eta} \right), [Nm] \quad (2-29)$$

Trong đó :  $G_{dm}$  - tải trọng định mức, [N]

$G_o$  - trọng lượng của cơ cấu bốc hàng, [N]

$R_t$  - bán kính của tang, [m]

$i$  - tỉ số truyền

$u$  - số mạch nhánh của ròng rọc

$\eta$  - hiệu suất của cơ cấu.

Tùy chế độ làm việc, cần thêm hệ số dự trữ  $k$ . Hệ số dự trữ này phụ thuộc vào chế độ làm việc như trong bảng sau

Chế độ làm việc	Hệ số $k$
Nhẹ nhàng (Nh)	1,5
Trung bình (Tb)	1,75
Nặng nề (Ng)	2,0
Rất nặng nề (RNg)	2,5

Từ đó mômen của cơ cấu phanh :

$$M_{ph} = k.M_{ch} \quad (2-30)$$

#### b) Tính toán và lựa chọn phanh cho cơ cấu di chuyển xe cầu và xe con

Trong tính toán và chọn loại phanh cho cơ cấu này, cần chú ý là mômen do phanh tạo ra không được lớn hơn trị số mômen mà bánh xe có thể trượt theo đường ray.

Trị số gia tốc lớn nhất cho phép khi phanh lúc cơ cấu di chuyển thuận theo chiều gió :

$$a = \left\{ \left[ \delta \left( \frac{\gamma}{1,2} - \beta \cdot \frac{r_{ct}}{R_b} \right) + \frac{\beta r_{ct} + f}{R_b} \right] - \frac{F_g \cdot S}{G} \right\} g, [m/s^2]. \quad (2-31)$$

Trong đó :  $\delta$  - hệ số trọng lượng bám

$\gamma$  - hệ số nhám giữa bánh xe và đường ray

$\beta$  - hệ số ma sát trượt,  $(3+5) \cdot 10^{-4}$

$r_{ct}$  - bán kính cổ trục, [m]

$R_b$  - bán kính bánh xe, [m]

$f$  - hệ số ma sát lăn,  $(8+10) \cdot 10^{-4}$ , [m]

$F_g$  - lực cản của gió trên  $1m^2$ , [N/m<sup>2</sup>]

$S$  - diện tích cản gió của cơ cấu, [m<sup>2</sup>]

$G$  - trọng lượng của cơ cấu khi không mang tải, [N].

Với trị số gia tốc  $a$ , tốc độ di chuyển  $v$  xác định, có thể tính được thời gian phanh  $t_{ph}$  và mômen phanh :

$$M_{ph} = (1,1 - 1,2) \frac{J_{d/c} \omega_{d/c}}{t_{ph}} + \frac{J \omega \eta}{t_p \cdot i^2} - \frac{G \cdot R_b \eta}{i} \left( \frac{\beta \cdot r_{ct} + f}{R_b} \right), [Nm] \quad (2-32)$$

Trong đó :  $J_{d/c}$  - mômen quán tính của động cơ truyền động,  $[kgm^2]$

$\omega_{d/c}$  - tốc độ quay của động cơ,  $[rad/s]$

$J$  - mômen quán tính của toàn hệ tác dụng lên bánh xe,  $[kgm^2]$

$\omega$  - tốc độ quay của bánh xe,  $[rad/s]$

$i$  - tỉ số truyền của hộp giảm tốc.

### c) Tính chọn nam châm điện của cơ cấu phanh

Lực cần thiết đặt lên má phanh (lực hướng tâm) bằng :

$$F = \frac{1}{\mu} F_h$$

Trong đó :  $\mu$  - hệ số ma sát (nếu má phanh làm từ chất liệu amiăng và puli hãm bằng gang thì  $\mu = 0,35$ )

Lực hút của nam châm  $F_{nc}$ , hành trình của phần ứng yêu cầu  $h_u$ , được xác định theo biểu thức sau :

$$(F_{nc} \cdot h_u)_{yc} = F \cdot h \cdot \frac{1}{\eta k} \quad (2-33)$$

Trong đó :  $F_{nc}$  - lực hút của nam châm

$h_u$  - hành trình phần ứng

$h$  - hành trình khi hãm

$\eta$  - hiệu suất

$k$  - hệ số dự trữ ( $0,75 \div 0,85$ ).

Nam châm hãm phải có tích số  $(F_{nc} \cdot h_u) > (F_{nc} \cdot h_u)_{yc}$

### 3. Tính chọn nam châm điện lấy tải của cầu trục từ

Cầu trục từ khác với các loại cầu trục thông thường ở cơ cấu lấy tải : thay cho móc hoặc gầu là một nam châm điện. Hình dạng, kích thước của nam châm được chế tạo thành các loại như trên hình 2-5

a) **Nam châm lấy tải hình tròn**, dùng để vận chuyển các chi tiết bằng gang, sắt có kích thước không lớn, hình dạng khác nhau (sắt thép vụn, phoi, đinh v.v...)

b) **Nam châm tròn lõm mặt cầu**, dùng để vận chuyển các vật thể hình cầu lớn.

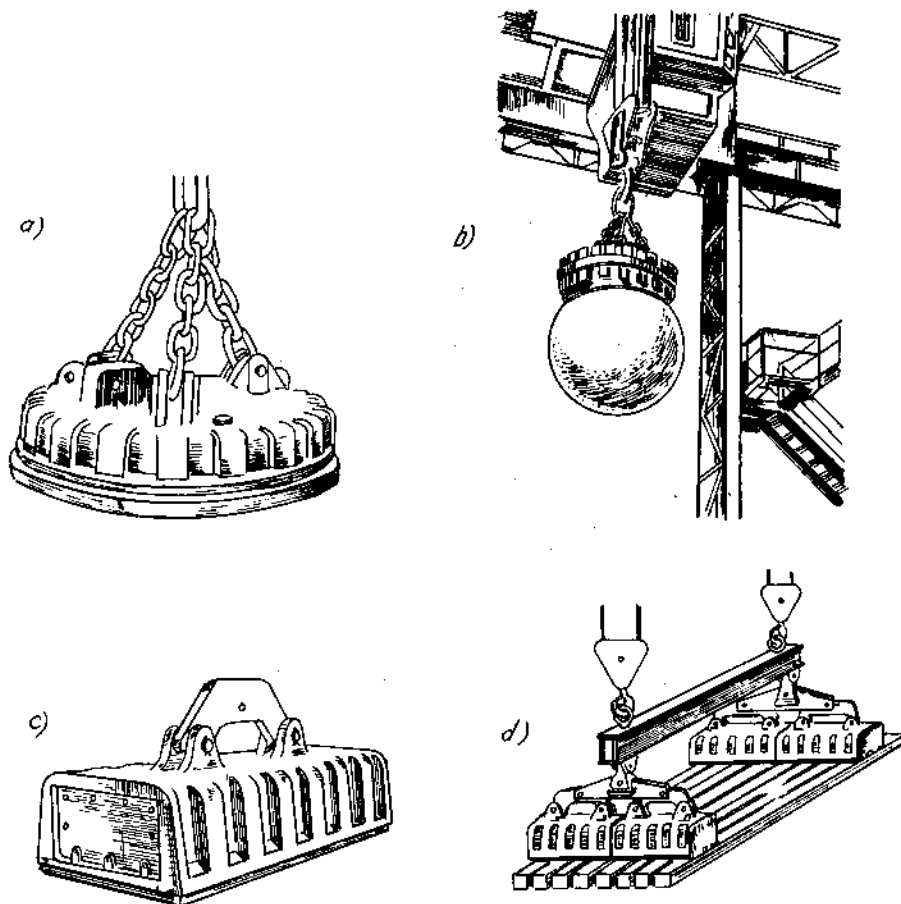
c) **Bàn tải hình chữ nhật**, dùng để vận chuyển các vật dài như : thép tấm, đường ray, ống thép dài v.v...

d) **Xà nam châm**, dùng để vận chuyển các vật siêu trường, siêu trọng.

Khi thiết kế cầu trục từ, cần chú ý hàng đầu là vấn đề cung cấp điện (hệ tiêu thụ loại 1) để loại trừ sự cố và những trường hợp không may do tải trọng rơi tự do.

Chế độ làm việc của nam châm lấy tải là chế độ ngắn hạn lặp lại, có hệ số tiếp điện tương đối bằng 50%, chu kì làm việc không lớn hơn 10 phút. Nếu cường độ làm việc của nam châm nặng nề và hệ số tiếp điện lớn hơn 50% thì cần giảm diện áp đặt lên cực nam châm.





Hình 2-5. Nam châm lấy tải

a - Hình tròn ; b - Hình tròn lõm mặt cầu ; c - Hình chữ nhật ; d - Xà nam châm.

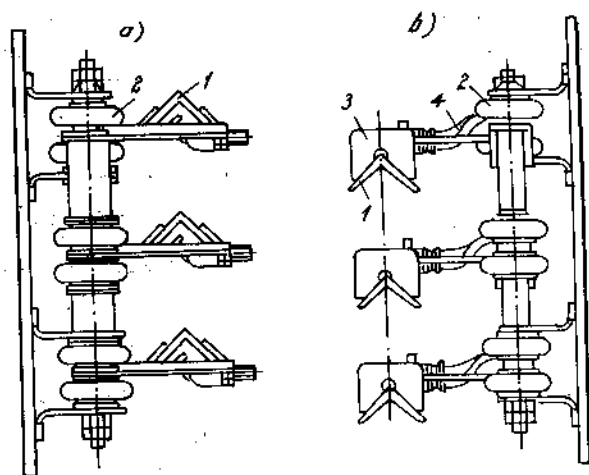
$$U_{cp} = 220 \sqrt{\frac{TD_{50\%}}{TD_{th\%}}} = \frac{155,5}{\sqrt{TD_{th\%}}} \quad (2-34)$$

Trong đó :  $U_{cp}$  - điện áp cho phép đặt lên cuộn nam châm khi  $TD_{50\%} = 50\%$ .

$TD_{th\%}$  - hệ số tiếp điện thực.

#### 4. Tính chọn đường dây tiếp điện cho cầu trục (đường trôlây)

Các cơ cấu của cầu trục là những thiết bị không cố định, cho nên việc cấp điện đến các động cơ truyền động, đến các thiết bị điều khiển dùng một hệ thống tiếp điện đặc biệt gọi là đường trôlây. Có thể dùng hai hệ tiếp điện : hệ tiếp điện cứng và hệ tiếp điện bằng dây mềm. Đường tiếp điện bằng dây mềm chỉ



Hình 2-6. Kết cấu của hệ tiếp điện cứng.

a - Kết cấu của giá đỡ đường tiếp điện ;

b - Kết cấu của bộ lấy điện.

được phép dùng khi cung đường đi chuyển của cơ cấu không quá lớn. Đường tiếp điện cũng thường dùng thép góc (50 × 50 × 5) và (75 × 75 × 10) mm.

Hình 2-6 mô tả kết cấu của hệ tiếp điện cứng.

Thép góc 1 được gá trên giá đỡ đường tiếp điện nằm dưới cấu trúc và cách điện bằng sứ đỡ 2.

Bộ lấy điện bao gồm thép góc 1 gá lên đầu nối cáp bằng gang 3. Cáp mềm 4 sẽ cấp điện đến các động cơ và thiết bị điều khiển của cấu trúc.

Các động cơ truyền động các cơ cấu của cấu trúc có hệ số tiếp điện khác nhau, nên quá trình tính chọn đường tiếp điện nên thực hiện theo các bước sau :

- Tính tổng dòng định mức của các động cơ.

$$I_{\Sigma dm} = \sum_{i=1}^n I_{dmi}$$

- Tính tổng dòng định mức của các động cơ cùng có hệ số tiếp điện như nhau.

$$I_{\Sigma dmi} = \sum_{i=1}^n I_{dmi} \text{ ứng với } TD_I\%$$

tương tự như vậy tính cho  $I_{\Sigma dmiI}$  ứng với  $TD_{II}\%$  v.v...

- Tính hệ số tiếp điện trung bình.

$$TD_{tb}\% = TD_I\% \frac{I_{\Sigma dmi}}{I_{\Sigma dm}} + TD_{II}\% \frac{I_{\Sigma dmiI}}{I_{\Sigma dm}} + \dots$$

- Tính dòng điện cực đại trong 30 ph theo hệ số hiệu dụng  $k_1$ .

$$I_{\max 30} = k_1 \cdot I_{\Sigma dm}$$

Theo trị số của  $I_{\max 30}$  ta có thể chọn được tiết diện của đường dây tiếp điện.

Kiểm tra độ sụt áp trên đường dây tiếp điện cho dây dẫn bằng đồng và nhôm theo công thức :

- Đối với dòng điện một chiều :

$$\Delta U\% = \frac{2I_{\max} L}{\sigma S U_{dm}} 100\%$$

- Đối với dòng điện xoay chiều

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{3} I_{\max} L \cos \varphi}{\sigma S U_{dm}} 100\%$$

Trong đó :  $I_{\max}$  - dòng điện cực đại [A]

$L$  - chiều dài đường tiếp điện [m]

$\sigma$  - suất điện dẫn của vật liệu làm đường tiếp điện (đồng  $\sigma = 57$ ,

nhôm  $\sigma = 35 \left[ \frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \right]$  )

$S$  - tiết diện đường tiếp điện [mm<sup>2</sup>]

$U_{dm}$  - điện áp định mức của lưới, [V].

Đối với đường tiếp điện làm bằng sắt, độ sụt áp cần tính đến cả hai thành phần : thuần trở và điện kháng.

$$\Delta u\% = \frac{\sqrt{3} (R \cos \varphi + X \sin \varphi) I_{\max}}{U_{dm}} 100\%.$$

Trong đó : R, X - điện trở thuần và điện kháng của đường tiếp điện trên độ dài 1m, [ $\Omega/m$ ].

Khi tính toán, thường chọn :  $\cos \varphi = 0,65 \div 0,7$  và  $\sin \varphi = 0,75 \div 0,7$ .

## 5. Bảng bảo vệ

Các khí cụ cấu trúc được bố trí trên một bảng riêng đặt trong buồng lái gọi là bảng bảo vệ. Chức năng của bảng bảo vệ :

- Bảo vệ ngắn mạch và quá tải,
- Bảo vệ điện áp "không",
- Và một số chức năng bảo vệ khác.

Có hai loại bảng bảo vệ : bảng bảo vệ xoay chiều (hình 2-7a) và bảng bảo vệ một chiều (hình 2-7b).

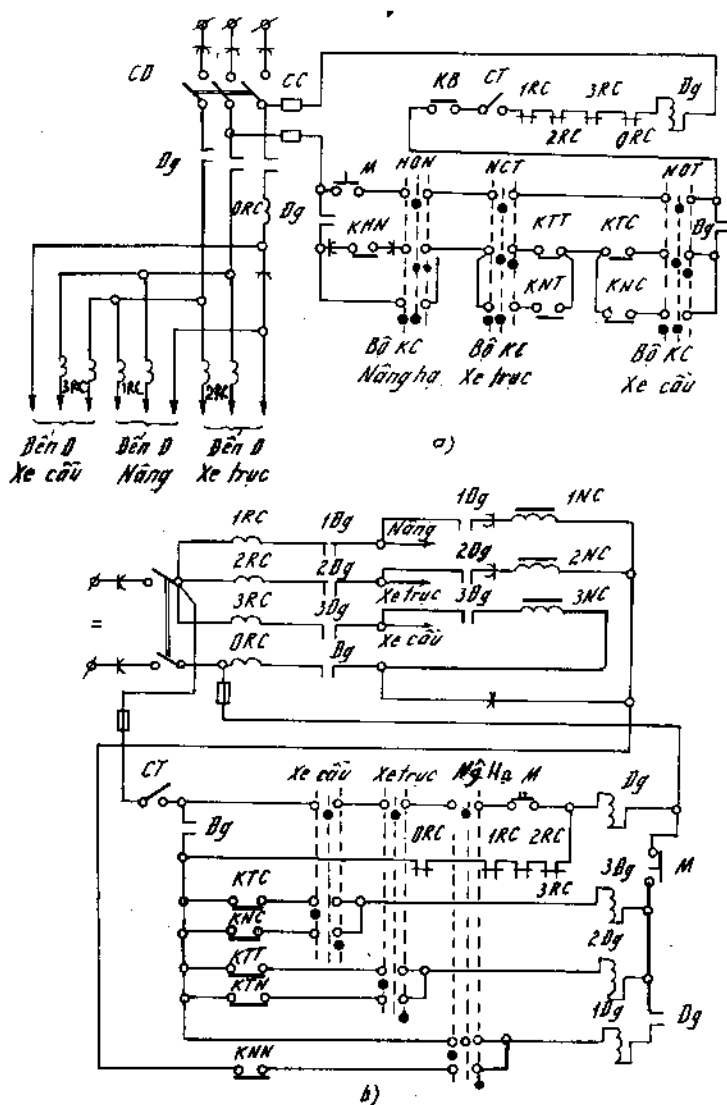
Các khí cụ trên bảng bảo vệ bao gồm : cầu dao CD, công tắc tơ đường dây Đg, role dòng điện cực đại ORC, 1RC, 2RC, 3RC, nút bấm mở máy M, công tắc ngừng sự cố CT, cầu chì CC, các công tắc hành trình KNN KTT, KTN, KTC, KNC.

Trị số chỉnh định của các role dòng điện cực đại 1RC, 2RC và 3RC là :

$$I_{td} = (2,25 \div 2,5) I_{dm}$$

Trong đó :  $I_{td}$  - dòng tác động của role

$I_{dm}$  - dòng điện định mức của động cơ.



Hình 2-7. Bảng bảo vệ.  
a - Xoay chiều ; b - Một chiều.

Trị số chỉnh định của role dòng điện cực đại ORC là :

$$I_{td} = 1,5 (I_{dm1} + I_{dm2} + I_{dm3})$$

Trong đó :  $I_{dm1}$  ;  $I_{dm2}$  ;  $I_{dm3}$  - dòng định mức của các động cơ lắp trên cầu trục.

## §2.3. MỘT SỐ SƠ ĐỒ KHỐNG CHẾ CẦU TRỤC ĐIỆN HÌNH

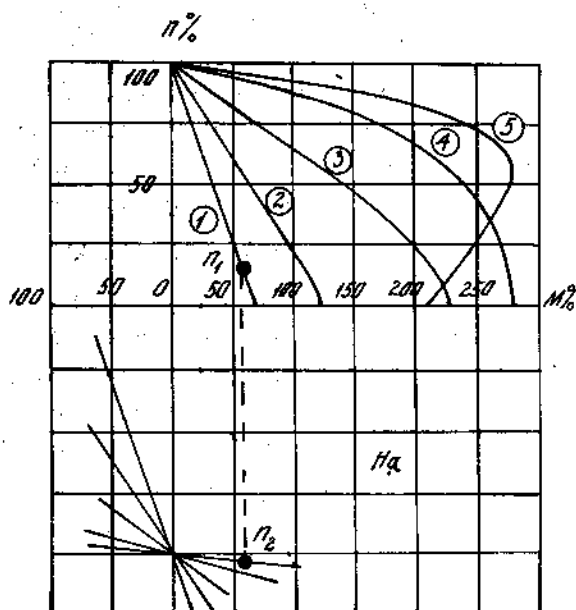
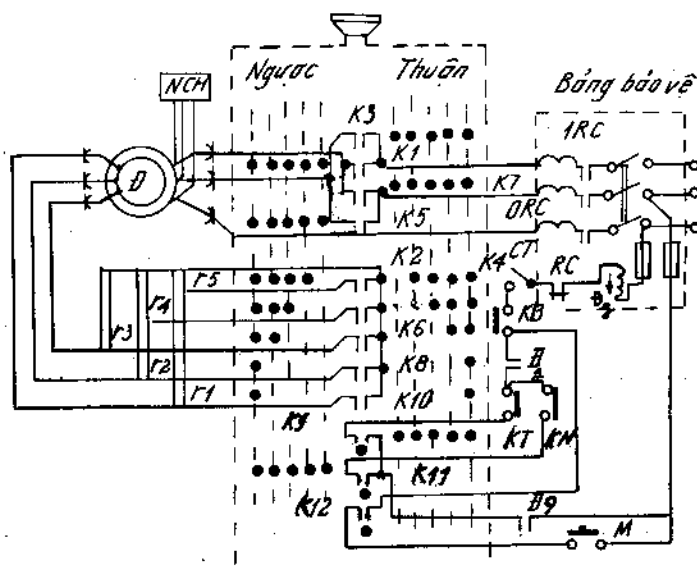
### 1. Điều khiển cầu trục bằng bộ khống chế động lực

Các bộ khống chế động lực dùng để điều khiển các loại cầu trục có công suất nhỏ và trung bình với chế độ làm việc nhẹ, trung bình và nặng. Bộ khống chế động lực có cấu tạo đơn giản, dễ dàng trong công nghệ chế tạo, giá thành không cao, dễ dàng trong sử dụng và điều khiển các cơ cấu của cầu trục một cách linh hoạt, dứt khoát. Thường dùng hai sơ đồ khống chế : đối xứng và không đối xứng. Ở sơ đồ khống chế đối xứng thì mạch nối động cơ, họ đặc tính cơ của động cơ hoàn toàn giống nhau khi quay bộ khống chế sang phải hoặc sang trái ở những vị trí cùng số thứ tự. Sơ đồ đối xứng này thường dùng cho cơ cấu di chuyển xe cầu, xe con và cơ cấu quay bàn ; vì đối với những cơ cấu này đặc tính cơ khi chạy tiến hoặc lùi (thuận hoặc ngược) có yêu cầu hoàn toàn như nhau.

Sơ đồ khống chế không đối xứng thường dùng cho cơ cấu nâng-hạ ; vì đối với cơ cấu này, đường đặc tính cơ khi nâng và khi hạ phải khác nhau.

Trên hình 2-8 là sơ đồ khống chế động cơ không đồng bộ rotor dây quấn dùng bộ khống chế động lực loại HT-51 (hoặc trục đứng, đối xứng).

Bộ khống chế động lực này có 11 vị trí : 5 vị trí sang bên phải (1 ÷ 5) ứng với chế độ làm việc (nâng - chạy thuận) và 5 vị trí sang bên trái (hạ - chạy ngược).



Hình 2-8. Khống chế cơ cấu nâng hạ bằng bộ khống chế động lực.

Bộ không chế có 12 tiếp điểm : 4 tiếp điểm đầu (K1, K3, K7 và K5) dùng cho mạch stator (đảo chiều quay của động cơ), 5 tiếp điểm tiếp theo (K2, K4, K6, K8, K10) dùng cho mạch rotor (đóng cắt điện trở phụ trong mạch rotor) và 3 tiếp điểm K9, K11, K12 dùng cho mạch bảo vệ. Bộ không chế động lực này có thể sử dụng để không chế cơ cấu nâng - hạ cũng như các cơ cấu di chuyển.

Quá trình mở máy, điều chỉnh tốc độ thực hiện bằng cách đóng cắt dẫn điện trở phụ trong mạch rotor của động cơ.

Khi mở máy, quay từ từ vô lăng của bộ không chế động lực từ vị trí này sang vị trí khác để tránh hiện tượng dòng điện và mômen tăng một cách nhảy vọt quá giới hạn cho phép. Các đường đặc tính cơ của động cơ được biểu diễn trên hình 2-8. Các chỉ số ghi trên đường đặc tính cơ ứng với các vị trí của bộ không chế. Đường đặc tính cơ 1 dùng để khởi động động cơ, và khắc phục các khe hở trong cơ cấu truyền lực hoặc độ chùng của cáp. Đường đặc tính cơ 2 để tạo ra tốc độ thấp khi cần thiết. Tuy nhiên, vì các đường đặc tính cơ này mềm nên động cơ làm việc kém ổn định, do đó không thể thực hiện hạ hãm ở tốc độ thấp được, mà chỉ có thể thực hiện được chế độ hạ hãm với tốc độ cao hơn tốc độ không tải lý tưởng.

## 2. Hệ truyền động các cơ cấu của cầu trục dùng hệ truyền động máy phát - động cơ (F-D)

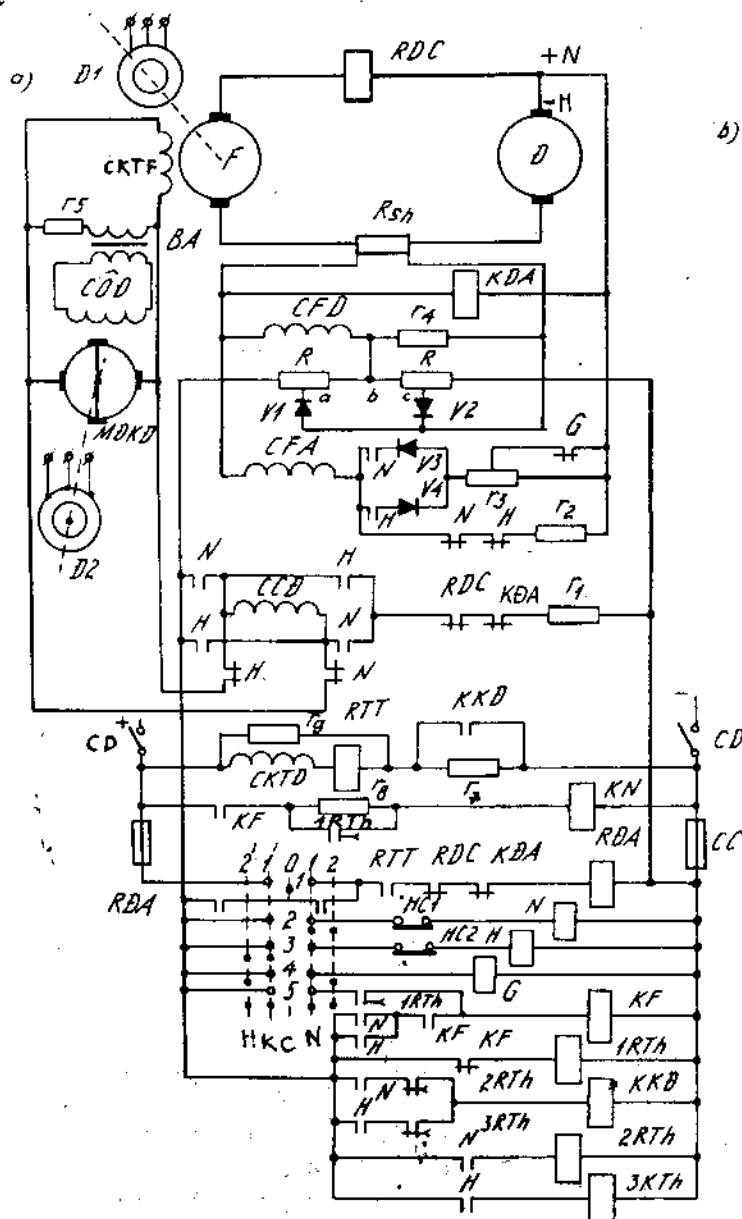
Đối với những cầu trục trọng tải lớn, chế độ làm việc nặng nề, cần đáp ứng các yêu cầu về điều chỉnh tốc độ cũng như các yêu cầu ngặt nghèo do công nghệ đặt ra, thì việc sử dụng động cơ không đồng bộ với bộ không chế động lực không thể thỏa mãn được mà thường dùng hệ truyền động F-D.

Hệ truyền động này được sử dụng cho các cầu trục ở phân xưởng luyện kim, lắp ráp v.v...

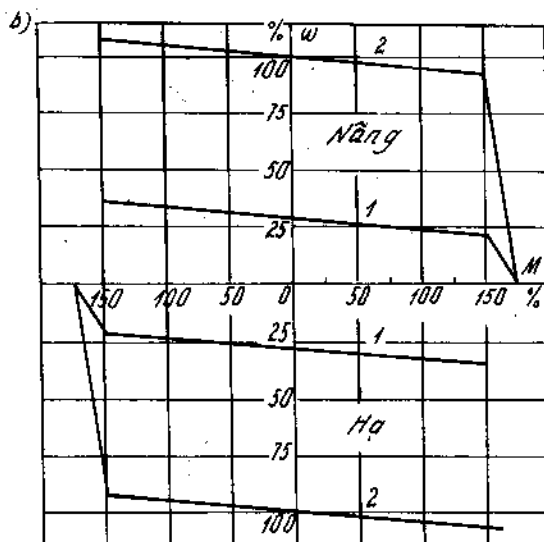
Động cơ truyền động D được cấp nguồn từ máy phát F. Cuộn kích từ của máy phát CKTF được nối với đầu ra của máy điện khuếch đại từ trường ngang MDKD. Máy điện khuếch đại từ trường ngang có 4 cuộn điều khiển : cuộn chủ đạo CCD, cuộn phản hồi âm điện áp CFA ; cuộn phản hồi âm dòng có ngắt CFD và cuộn ổn định CÔD.

Điều khiển hệ truyền động bằng bộ không chế chỉ huy KC có hai vị trí : nâng và hạ.

Cuộn chủ đạo CCD của máy điện khuếch đại được cấp điện từ máy phát kích từ qua các tiếp điểm của côngtác tơ nâng N và hạ H và điện trở  $r_1$ . Cuộn phản hồi âm điện áp CFA đảm bảo quá trình cưỡng bức kích từ cho máy điện khuếch đại để giảm thời gian mở máy của hệ. Khi dừng máy, cuộn CFA được cấp điện qua hai tiếp điểm thường kín của các côngtác tơ N và H qua điện trở  $r_2$ . Do phản ứng của CFA, sẽ làm giảm điện áp dư của máy phát và cũng chính là giảm dòng điện tĩnh của hệ F-D. Trong quá trình làm việc, cuộn CFA được nối vào phần ứng của máy phát F qua hai tiếp điểm N (hoặc H) và hai diốt V3 (hoặc V4) và điện trở  $r_3$ . Điều chỉnh tốc độ quay của động cơ, thực hiện bằng cách thay đổi sức từ động (s.t.d) sinh ra trong cuộn CFA. Ở tốc độ thấp, tiếp điểm của côngtác tơ gia tốc G kín, sức từ động sinh ra trong cuộn CFA lớn nhất. Sức từ động tổng của các cuộn điều khiển MDKD giảm và điện áp ra của máy phát F giảm.



Hình 2-9. Hệ F-D truyền động cơ cấu răng - hạ.  
a - Sơ đồ nguyên lý ; b - Đặc tính cơ của động cơ.



Tăng tốc độ động cơ bằng cách cấp điện cho cuộn dây của côngtactor G dẫn đến s.t.d của cuộn CFA giảm, sức từ động tổng của MDKD tăng lên, điện áp ra của máy phát F tăng lên.

Cuộn phản hồi âm dòng có ngắt CFD của máy điện khuếch đại dùng để hạn chế dòng khi mở máy và đảo chiều. Cuộn phản hồi âm dòng có ngắt được đấu vào điện áp rơi trên điện trở shunt  $R_{sh}$ . Điện áp này tỉ lệ với dòng của động cơ và được so sánh với điện áp độc lập qua hai điện trở phân áp R.

Do trong hệ có cuộn CFA, nên đặc tính cơ của hệ sẽ cứng, điều đó đối với hệ truyền động cần trục là không mong muốn. Khi làm việc, trong cuộn CFD luôn có dòng chạy qua (hạn chế dòng bằng điện trở  $r_4$ ) nên đặc tính cơ ở vùng làm việc có mềm bớt đi do tác dụng phản hồi âm của CFD. Khi dòng điện của động cơ quá lớn (lớn hơn dòng điện ngắt), điện áp rơi trên điện trở  $R_{sh}$  lớn hơn điện áp  $U_{ab}$  (hoặc  $U_{bc}$ ) của hai điện trở phân áp R, trong cuộn CFD sẽ có dòng phụ chạy qua làm giảm sức từ động tổng của MDKD và hạn chế được mômen của động cơ.

Để nâng cao tính ổn định của hệ thống, có cuộn ổn định CÔĐ. Cuộn dây đó đấu vào cuộn dây sơ cấp của biến áp ổn định BA. Cuộn sơ cấp của BA đấu vào cuộn kích từ của máy phát qua điện trở hạn chế dòng  $r_5$ .

Trong mạch của cuộn dây kích từ của động cơ có rơle bảo vệ mất kích từ RTT và điện trở phụ  $r_9$  và  $r_7$ . Ở chế độ làm việc ổn định, cuộn dây kích từ của động cơ đấu

nối tiếp với  $r_7$ . Trong thời gian mở máy, tiếp điểm của côngtactơ KKD sẽ ngắn mạch điện trở  $r_7$ . Kết quả là mômen động cơ sẽ tăng trong thời gian khởi động. Thời gian có điện của cuộn dây côngtactơ KKD được điều chỉnh bằng hai role thời gian 2Rth và 3Rth (ở chiều nâng hoặc chiều hạ).

### 3. Hệ truyền động các cơ cấu của cầu trục dùng bộ biến đổi thyristor - động cơ một chiều (T-D)

Những năm gần đây, truyền động cho cầu trục đã dùng bộ biến đổi thyristor thay cho bộ biến đổi quay (máy phát). Dùng bộ biến đổi thyristor (BT) có nhiều ưu điểm : giảm trọng lượng, kích thước và chất lượng điều chỉnh nâng cao.

Đối với cơ cấu nâng - hạ dùng bộ BT sẽ gặp 1 số điều phức tạp trong mạch điều khiển là chế độ hãm tái sinh.

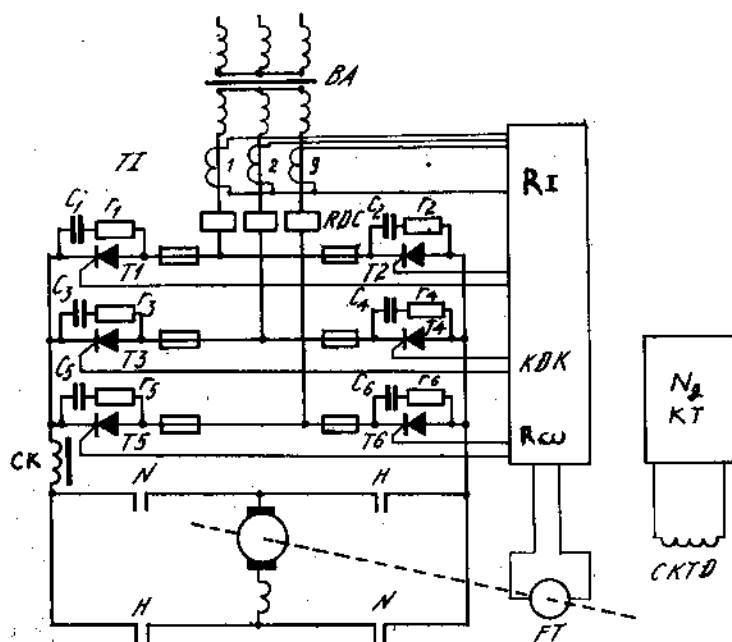
Đối với cơ cấu di chuyển, do có ảnh hưởng của mômen phản kháng, cho nên sơ đồ khống chế đảo chiều đơn giản dùng các côngtactơ đảo chiều trong mạch phản ứng của động cơ.

Một trong hệ truyền động cơ cấu nâng - hạ dùng T-D giới thiệu trên hình 2-10.

Động cơ truyền động cơ cấu nâng hạ là động cơ điện một chiều kích từ độc lập. Điện áp cung cấp cho phần ứng động cơ lấy từ bộ biến đổi thyristor qua hai côngtactơ đảo chiều nâng N (hoặc hạ H). Cuộn kháng CK lắp trong mạch phản ứng để lọc dòng phản ứng.

Trong hệ có các mạch bảo vệ sau : bảo vệ quá tải bằng role dòng điện cực đại RDC, mạch bảo vệ cho các thyristor  $T_1 \div T_6$  bằng các phần tử  $r_1 \div r_6$  và  $C_1 \div C_6$ .

Điều khiển bộ biến đổi là khối KDK. Trong mạch điều khiển có hai mạch vòng : mạch vòng dòng điện  $R_I$  và mạch vòng tốc độ  $R_\omega$ . Tín hiệu phản hồi dòng lấy từ ba biến dòng 1TI  $\div$  3TI, tín hiệu phản hồi tốc độ lấy từ máy phát tốc FT.

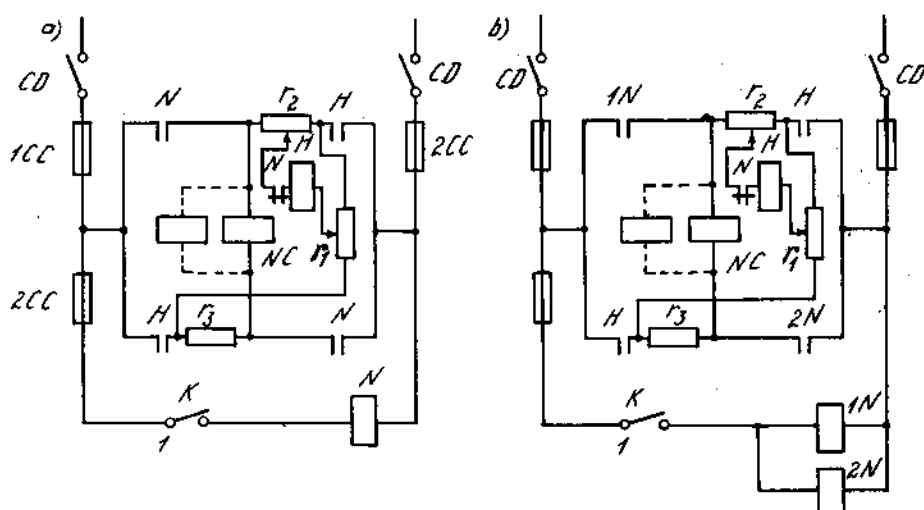


Hình 2-10. Hệ truyền động T-D.

### 4. Sơ đồ khống chế cầu trục từ

Ở đây chỉ giới hạn trong phần khống chế nam châm lấy tải. Trên hình 2-11 giới thiệu hai sơ đồ khống chế nam châm lấy tải điển hình.





Hình 2-11. Sơ đồ không chế nam châm lấy tải  
a - Loại PMC - 50 ; b - Loại PMC - 150.

Khi đóng khóa K, cuộn dòng của côngtác tơ N (hoặc các côngtác tơ 1N, 2N) có điện, hai tiếp điểm của nó đóng nguồn cấp cho cuộn dây của nam châm lấy tải, đồng thời ngắt nguồn cấp cho cuộn dây của côngtác tơ H. Khi đó sẽ có dòng chảy qua cuộn dây nam châm lấy tải NC và qua các điện trở phóng điện  $r_1$ ,  $r_2$  và  $r_3$ .

Thời gian đóng nguồn cho NC là thời gian cần thiết để thực hiện vận chuyển hàng.

Khi mở khóa K, các cuộn dây của côngtác tơ N (hoặc 1N và 2N) mất điện, bằng tiếp điểm của mình chúng sẽ cắt nguồn cấp cho NC và đóng mạch nguồn cấp cho cuộn dây của côngtác tơ H. Khi đó cuộn dây NC được khép kín mạch với  $r_1$ ,  $r_2$  và  $r_3$ . Năng lượng điện từ tích trong NC sẽ phóng qua các điện trở trên, tạo ra 1 hiệu điện thế ở hai đầu cuộn dây của côngtác tơ H, đủ làm cho nó tác động. Hai tiếp điểm của nó đóng NC vào nguồn với cực tính ngược lại, khử từ dư nhanh và thả tải trọng nhanh hơn. Khi dòng chảy qua  $r_1$  đảo chiều, điện áp rơi trên nó có cực tính ngược với điện áp rơi trên  $r_2$  - Hiệu điện thế trên cuộn dây H giảm, không đủ tác động nữa và NC tự động được cắt ra khỏi nguồn cấp.

## Chương 3

# TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ THANG MÁY VÀ MÁY NÂNG

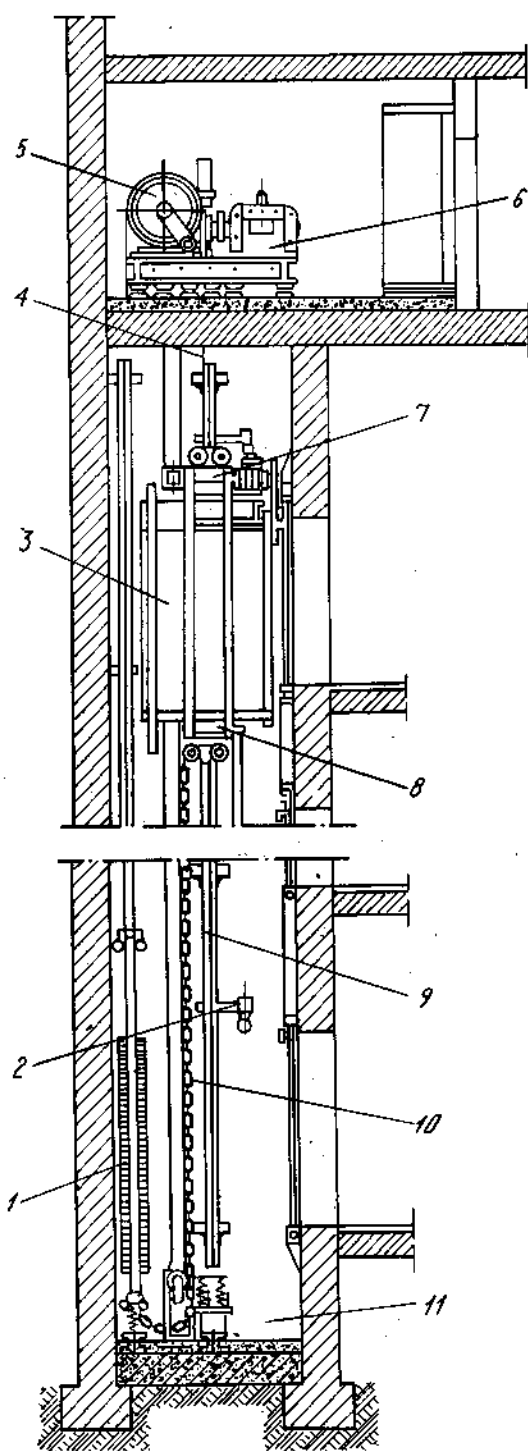
### §3.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Thang máy (máy nâng) là thiết bị vận tải dùng để chở hàng và người theo phương thẳng đứng. Những loại thang máy hiện đại có kết cấu cơ khí phức tạp, hệ truyền động, hệ thống khống chế phức tạp - nhằm nâng cao năng suất, vận hành tin cậy, an toàn. Tất cả các thiết bị điện được lắp đặt trong buồng thang và buồng máy. Buồng máy thường bố trí ở tầng trên cùng của giếng thang máy. Kết cấu, sơ đồ bố trí thiết bị của thang máy giới thiệu trên hình 3-1.

Hố giếng của thang máy 11 là khoảng không gian từ mặt bằng sàn tầng 1 cho đến đáy giếng. Nếu hố giếng có độ sâu hơn 2m thì phải làm thêm cửa ra vào. Để nâng - hạ buồng thang, người ta dùng động cơ 6. Động cơ 6 được nối trực tiếp với cơ cấu nâng hoặc qua hộp giảm tốc. Nếu nối trực tiếp, buồng thang được treo lên puli quấn cáp. Nếu nối gián tiếp thì giữa puli quấn cáp và động cơ có lắp hộp giảm tốc 5 với tỉ số truyền  $i = 18 + 120$ .

Khung của buồng thang 3 được treo lên puli quấn cáp bằng cáp kim loại 4 (thường dùng 1 đến 4 sợi cáp).

Buồng thang luôn luôn được giữ theo phương thẳng đứng nhờ có giá treo 7 và những con trượt dẫn hướng (con trượt là loại puli trượt có bọc cao su bên ngoài). Buồng thang và đối trọng di chuyển dọc



Hình 3-1. Kết cấu và bố trí thiết bị của thang máy.

theo chiều cao của thành giếng theo các thanh dẫn hướng 9.

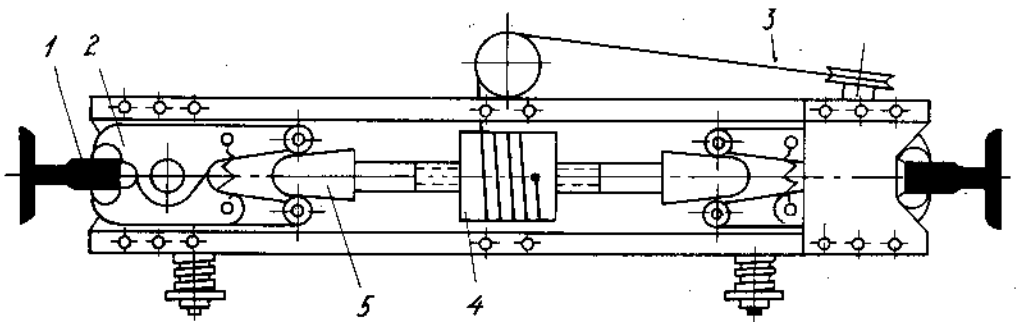
Buồng thang có trang bị bộ phanh bảo hiểm (phanh dù). Phanh bảo hiểm giữ buồng thang tại chỗ khi đứt cáp, mất điện và khi tốc độ di chuyển vượt quá  $(20+40)\%$  tốc độ định mức.

Phanh bảo hiểm thường được chế tạo theo 3 kiểu : phanh bảo hiểm kiểu nêm, phanh bảo hiểm kiểu lệch tâm và phanh bảo hiểm kiểu kim.

Trong các loại phanh trên, phanh bảo hiểm kiểu kim được sử dụng rộng rãi hơn, nó đảm bảo cho buồng thang dừng êm hơn. Kết cấu của phanh bảo hiểm kiểu kim được biểu diễn trên hình 3-2.

Phanh bảo hiểm thường được lắp phía dưới buồng thang, gong kim 2 trượt theo thanh dẫn hướng 1 khi tốc độ của buồng thang bình thường. Nằm giữa hai cánh tay đòn của kim có nêm 5 gắn với hệ truyền động bánh vít – trục vít 4. Hệ truyền động trục vít có hai loại ren : ren phải và ren trái.

Cùng với kết cấu của phanh bảo hiểm, buồng thang có trang bị thêm cơ cấu hạn chế tốc độ kiểu ly tâm. Khi buồng thang di chuyển sẽ làm cho cơ cấu hạn chế tốc độ kiểu ly tâm quay. Khi tốc độ di chuyển của buồng thang tăng, cơ cấu đai truyền 3 sẽ làm cho tang 4 quay và kim 5 sẽ ép chặt buồng thang vào thanh dẫn hướng và hạn chế tốc độ của buồng thang.



Hình 3-2. Phanh bảo hiểm kiểu kim.

1 – Thanh dẫn hướng; 2 – Gong kim trượt; 3 – Đai truyền; 4 – Hệ thống động bánh vít – trục vít; 5 – Nêm.

### §3.2. PHÂN LOẠI VÀ CÁC THÔNG SỐ KỸ THUẬT CƠ BẢN CỦA THANG MÁY

Tùy thuộc vào chức năng, thang máy có thể phân loại theo các nhóm sau :

- 1 – Thang máy chở người trong các nhà cao tầng.
- 2 – Thang máy dùng trong các bệnh viện.
- 3 – Thang máy chở hàng có người điều khiển.
- 4 – Thang máy dùng trong nhà ăn và thư viện.

Phân loại theo trọng tải :

- 1 - Thang máy loại nhỏ  $Q < 160\text{kG}$ .
- 2 - Thang máy trung bình  $Q = 500 \div 2000 \text{ kG}$ .
- 3 - Thang máy loại lớn  $Q > 2000\text{kG}$ .

Phân loại theo tốc độ di chuyển :

- 1 - Thang máy chạy chậm  $v = 0,5\text{m/s}$ .
- 2 - Thang máy tốc độ trung bình  $v = 0,75 \div 1,5\text{m/s}$ .
- 3 - Thang máy cao tốc  $v = 2,5 \div 5\text{m/s}$ .

### §3.3. TÍNH CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG THANG MÁY

Để tính chọn được công suất động cơ truyền động thang máy cần có các điều kiện và tham số sau :

- Sơ đồ động học của thang máy
- Tốc độ và gia tốc lớn nhất cho phép
- Trọng tải
- Trọng lượng buồng thang.

Công suất tính của động cơ khi nâng tải không dùng đối trọng được tính theo công thức sau :

$$P_c = \frac{k(G_{bt} + G)v \cdot g \cdot 10^{-3}}{\eta}, [\text{kW}] \quad (3-1)$$

Trong đó :  $G_{bt}$  - khối lượng buồng thang [kg]

$G$  - khối lượng hàng, [kg]

$v$  - tốc độ nâng, [m/s]

$g$  - gia tốc trọng trường, [m/s<sup>2</sup>]

$\eta$  - hiệu suất của cơ cấu nâng (0,5 + 0,8).

Khi có đối trọng, công suất tính của động cơ lúc nâng tải được tính theo biểu thức sau :

$$P_{cn} = \left\{ \left[ G + G_{bt} \right] \frac{1}{\eta} - G_{dt} \cdot \eta \right\} v \cdot g \cdot 10^{-3}, [\text{kW}]. \quad (3-2)$$

Và khi hạ tải

$$P_{ch} = \left\{ \left[ G + G_{bt} \right] \eta + G_{dt} \cdot \frac{1}{\eta} \right\} v \cdot g \cdot 10^{-3}, [\text{kW}]. \quad (3-3)$$

Trong đó :  $P_{cn}$  - công suất tính của động cơ khi nâng có dùng đối trọng

$P_{ch}$  - công suất tính của động cơ khi hạ có dùng đối trọng

$G_{dt}$  - khối lượng của đối trọng, [kg]

$k$  - hệ số tính đến ma sát giữa thanh dẫn hướng và đối trọng ( $k = 1,15 \div 1,3$ ).

Khối lượng của đối trọng được tính theo biểu thức sau đây :

$$G_{dt} = G_{bt} + \alpha G, [\text{kg}]. \quad (3-4)$$

Trong đó :  $\alpha$  - hệ số cân bằng ( $\alpha = 0,3 \div 0,6$ ).

Phần lớn các thang máy chở khách chỉ vận hành đầy tải trọng những giờ cao điểm, thời gian còn lại luôn làm việc non tải ; cho nên đối với thang máy chở khách nên chọn hệ số  $\alpha = 0,35 + 0,4$ .

Đối với thang máy chở hàng, khi nâng thường là đầy tải và khi hạ thường là không tải, nên chọn  $\alpha = 0,5$ .

Dựa trên hai biểu thức (3-2) và (3-3) có thể xây dựng được biểu đồ phụ tải và chọn sơ bộ công suất của động cơ theo số tầng tra cứu.

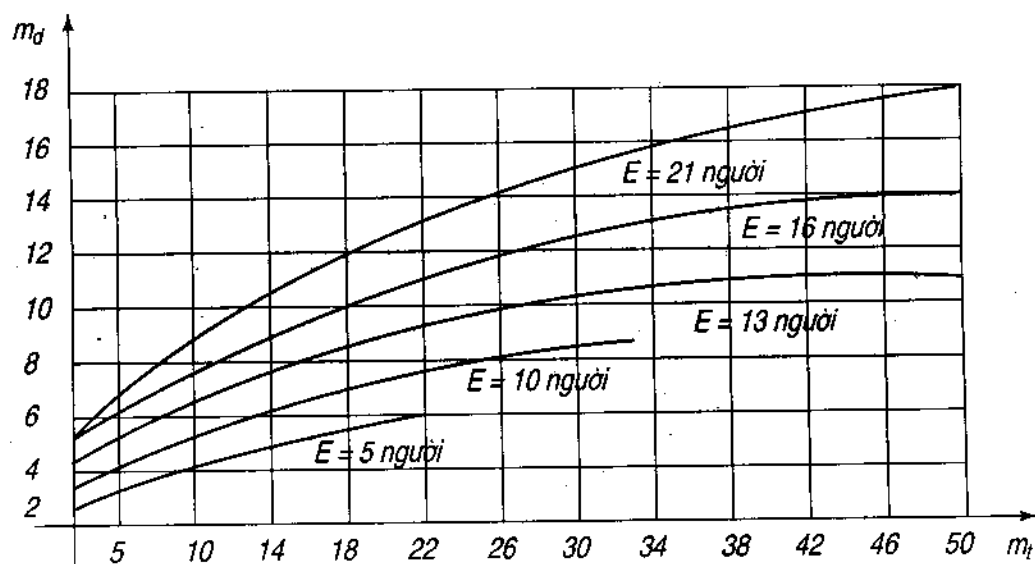
Muốn xây dựng biểu đồ phụ tải chính xác, cần phải tính đến thời gian mở máy, thời gian hãm, thời gian đóng, mở cửa và số lần dừng của buồng thang khi chuyển động.

Thông số tương đối để tính toán các thời gian trên được đưa ra trong bảng 3-1.

Thời gian ra, vào buồng thang được tính gần đúng 1s/1 người. Số lần dừng (tính theo xác suất) của buồng thang có thể tìm theo các đường cong trên hình 3-3.

**Bảng 3-1**

Tốc độ đi chuyển (m/s)	Thời gian mở máy và hãm máy với khoảng cách giữa các tầng (s)		Tổng thời gian còn lại (s)		
	3,6 mét	$\geq 7,2$ mét	Buồng thang có cửa rộng dưới 800mm (mở bằng tay)	Buồng thang có cửa rộng dưới 800mm (mở tự động)	Buồng thang có cửa rộng dưới 1000mm (mở tự động)
0,5	1,6	1,6	12,0	7,0	-
0,75	1,6	1,6	12,0	7,0	-
1,0	1,8	1,8	13,0	7,0	6,3
1,5	1,8	1,8	-	7,2	6,3
2,5	2,8	2,0	-	-	6,5
3,5	3,2	2,5	-	-	7,0



**Hình 3-3.** Đường cong để xác định số lần dừng (theo xác suất) của buồng thang.  
 $m_d$  - số lần dừng ;  $m_t$  - số tầng ; E - số người trong buồng thang.

Phương pháp tính chọn công suất động cơ truyền động thang máy tiến hành theo các bước sau đây :

1. Tính lực kéo đặt lên puli cáp kéo buồng thang ở tầng dưới cùng và các lần dừng tiếp theo :

$$F = (G + G_{bt} - k_1 \cdot \Delta G_1 - G_{dt}) \cdot g, [N] \quad (3-5)$$

Trong đó :

$k_1$  - số lần dừng của buồng thang.

$\Delta G_1$  - thay đổi (giảm) khối lượng tải sau mỗi lần dừng.

$g$  - gia tốc trọng trường,  $[m/s^2]$ .

2. Tính mômen tương ứng với lực kéo.

$$M = \frac{F.R}{i.\eta}, [Nm] \text{ nếu } F > 0 \quad (3-6)$$

và :

$$M = \frac{F.R}{i} \eta, [Nm], \text{ nếu } F < 0.$$

Trong đó  $R$  - bán kính của puli,  $[m]$ .

$i$  - tỷ số truyền của cơ cấu.

$\eta$  - hiệu suất của cơ cấu.

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 mở máy và hãm máy và tổng thời gian còn lại (thời gian đóng mở của buồng thang, thời gian ra vào buồng thang của hành khách) theo bảng 3-1.

4. Dựa trên kết quả của các bước tính toán trên, tính mô men đẳng trị và tính chọn công suất động cơ.

5. Xây dựng biểu đồ phụ tải chính xác của động cơ truyền động có tính đến các quá trình quá độ và tiến hành kiểm nghiệm công suất động cơ đã chọn theo điều kiện phát nóng, quá tải.

### **§3.4. ẢNH HƯỞNG CỦA TỐC ĐỘ, GIA TỐC VÀ ĐỘ DẬT (ĐẠO HÀM BẬC NHẤT CỦA GIA TỐC) 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 chuyển động êm. Buồng thang chuyển động êm hay không, phụ thuộc vào gia tốc khi mở máy và khi hãm máy. Các tham số chính đặc trưng cho chế độ làm việc của thang máy là : tốc độ di chuyển  $v[m/s]$ , gia tốc  $a[m/s^2]$  và độ dật  $\rho[m/s^3]$ .

Tốc độ di chuyển của buồng thang quyết định năng suất của thang máy, có ý nghĩa quan trọng, nhất là đối với các nhà cao tầng.

Đối với các nhà chọc trời, tối ưu nhất là dùng thang máy cao tốc ( $v = 3,5m/s$ ), giảm thời gian quá độ và tốc độ di chuyển trung bình của buồng thang đạt gần bằng tốc độ định mức. Nhưng việc tăng tốc độ lại dẫn đến tăng giá thành của thang máy. Nếu tăng

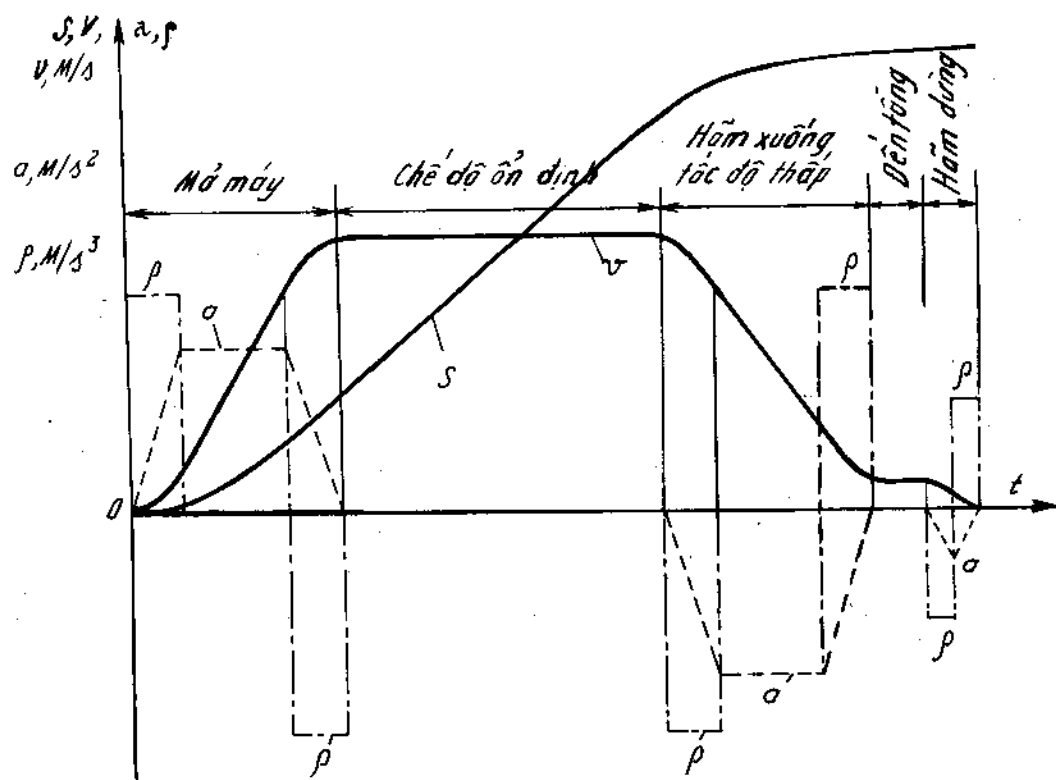
tốc độ của thang máy  $v = 0,75\text{m/s}$  lên  $v = 3,5\text{m/s}$ , giá thành tăng lên 4 ÷ 5 lần. Bởi vậy, tùy theo độ cao của nhà mà chọn thang máy có tốc độ phù hợp với tốc độ tối ưu.

Tốc độ di chuyển trung bình của thang máy có thể tăng bằng cách giảm thời gian mở máy và hãm máy, có nghĩa là tăng gia tốc. Nhưng khi gia tốc lớn sẽ gây ra cảm giác khó chịu cho hành khách (như chóng mặt, sợ hãi, nghẹt thở v.v...). Bởi vậy, gia tốc tối ưu là  $a \leq 2\text{m/s}^2$ .

Gia tốc tối ưu đảm bảo năng suất cao, không gây ra cảm giác khó chịu cho hành khách, được đưa ra trong bảng 3-2.

**Bảng 3-2**

Tham số	Hệ truyền động					
	Xoay chiều		Một chiều			
Tốc độ thang máy (m/s)	0,5	0,75	1	1,5	2,5	3,5
Gia tốc cực đại (m/s <sup>2</sup> )	1	1	1,5	1,5	2	2
Gia tốc tính toán trung bình (m/s <sup>2</sup> )	0,5	0,5	0,8	1	1	1,5



**Hình 3-4.** Các đường cong biểu diễn sự phụ thuộc của quãng đường  $S$ , tốc độ  $v$ , gia tốc  $a$  và độ dật  $P$  theo thời gian.



Một đại lượng nữa 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 một cách khác, đó là độ dật (đạo hàm bậc nhất của gia tốc  $\rho = \frac{da}{dt}$  hoặc đạo hàm bậc hai của tốc độ  $\rho = \frac{d^2v}{dt^2}$ ). Khi gia tốc  $a \leq 2m/s^2$  thì độ dật không được quá  $20m/s^3$ .

Biểu đồ làm việc tối ưu của thang máy tốc độ trung bình và tốc độ cao biểu diễn trên hình 3-4.

Biểu đồ này có thể chia ra làm 5 giai đoạn theo tính chất thay đổi tốc độ của buồng thang : mở máy, chế độ ổn định, hãm xuống tốc độ thấp, buồng thang đến tầng và hãm dừng.

Biểu đồ tối ưu hình 3.4 sẽ đạt được nếu dùng hệ truyền động một chiều (F-D). Nếu dùng hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ hai cấp tốc độ, biểu đồ chỉ đạt gần giống biểu đồ tối ưu.

Đối với thang máy chạy chậm, biểu đồ chỉ có ba giai đoạn : mở máy, chế độ ổn định và hãm dừng.

### §3.5. DỪNG CHÍNH XÁC BUỒNG THANG

Buồng thang của thang máy cần phải dừng chính xác so với mặt bằng của tầng cần dừng sau khi ấn nút dừng. Nếu buồng thang dừng không chính xác sẽ gây ra các hiện tượng sau :

- Đối với thang máy chở khách, làm cho hành khách ra, vào khó khăn, tăng thời gian ra, vào của hành khách, dẫn đến giảm năng suất.

- Đối với thang máy chở hàng, gây khó khăn trong việc xếp và bốc dỡ hàng. Trong một số trường hợp có thể không thực hiện được việc xếp và bốc dỡ hàng.

Để khắc phục hậu quả đó, có thể ấn nhấp nút bấm để đạt được độ chính xác khi dừng, nhưng sẽ dẫn đến các vấn đề không mong muốn sau :

- Hỏng thiết bị điều khiển
- Gây tổn thất năng lượng
- Gây hỏng hóc các thiết bị cơ khí
- Tăng thời gian từ lúc hãm đến dừng.

Để dừng chính xác buồng thang, cần tính đến một nửa hiệu số của hai quãng đường trượt khi phanh buồng thang đầy tải và phanh buồng thang không tải theo cùng một hướng di chuyển. Các yếu tố ảnh hưởng đến dừng chính xác buồng thang bao gồm : mômen của cơ cấu phanh, mômen quán tính của buồng thang, tốc độ khi bắt đầu hãm và một số yếu tố phụ khác.

Quá trình hãm buồng thang xảy ra như sau : khi buồng thang đi đến gần sàn tầng, công tác chuyển đổi tầng cấp lệnh lên hệ thống điều khiển động cơ để dừng buồng

thang. Trong quãng thời gian  $\Delta t$  (thời gian tác động của thiết bị điều khiển), buống thang đi được quãng đường là

$$S' = v_0 \Delta t, [\text{m}] \quad (3-7)$$

Trong đó :  $v_0$  - Tốc độ lúc bắt đầu hãm, [m/s].

Khi cơ cấu phanh tác động là quá trình hãm buống thang. Trong thời gian này, buống thang đi được một quãng đường  $S''$ .

$$S'' = \frac{mv_0^2}{2(F_{ph} \pm F_c)}, [\text{m}] \quad (3-8)$$

Trong đó :  $m$  - khối lượng các phần chuyển động của buống thang, [kg]

$F_{ph}$  - lực phanh, [N]

$F_c$  - lực cản tĩnh, [N]

Dấu (+) hoặc trừ (-) trong biểu thức (3-8) phụ thuộc vào chiều tác dụng của lực  $F_c$  : Khi buống thang đi lên (+) và khi buống thang đi xuống (-).

$S''$  cũng có thể viết dưới dạng sau :

$$S'' = \frac{J\omega_0^2 \cdot \frac{D}{2}}{2i(M_{ph} \pm M_c)}, [\text{m}] \quad (3-9)$$

Trong đó :  $J$  - mômen quán tính hệ quy đổi về chuyển động của buống thang, [ $\text{kgm}^2$ ]

$M_{ph}$  - mômen ma sát, [N]

$M_c$  - mômen cản tĩnh, [N]

$\omega_0$  - tốc độ quay của động cơ lúc bắt đầu phanh, [rad/s]

$D$  - đường kính puli kéo cáp, [m]

$i$  - tỉ số truyền.

Quãng đường buống thang đi được từ khi công tác chuyển đổi tầng cho lệnh dừng đến khi buống thang dừng tại sàn tầng là :

$$S = S' + S'' = v_0 \Delta t + \frac{J\omega_0^2 \frac{D}{2}}{2i(M_{ph} \pm M_c)} \quad (3-10)$$

Công tác chuyển đổi tầng đặt cách sàn tầng một khoảng cách nào đó làm sao cho buống thang nằm ở giữa hiệu hai quãng đường trượt khi phanh đầy tải và không tải.

Sai số lớn nhất (độ dừng không chính xác lớn nhất) là

$$\Delta S = \frac{S_2 - S_1}{2} \quad (3-11)$$

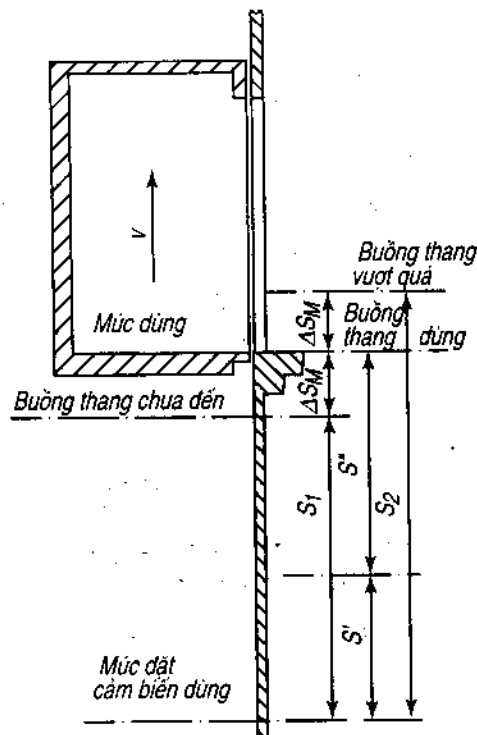
Trong đó :  $S_1$  - quãng đường trượt nhỏ nhất của buống thang khi phanh

$S_2$  - quãng đường trượt lớn nhất của buống thang khi phanh (hình 3-5).

Bảng 3 - 3 đưa ra các tham số của các hệ truyền động với độ không chính xác khi dừng  $\Delta s$ .

**Bảng 3 - 3**

Hệ truyền động điện	Phạm vi điều chỉnh tốc độ	Tốc độ di chuyển [m/s]	Gia tốc ( $m/s^2$ )	Độ không chính xác khi dừng (mm)
Động cơ KĐB rô to lồng sóc 1 cấp tốc độ	1 : 1	0,8	1,5	$\pm 120 \div 150$
Động cơ KĐB rô to lồng sóc hai cấp tốc độ	1 : 4	0,5	1,5	$\pm 10 \div 15$
Động cơ KĐB rô to lồng sóc hai cấp tốc độ	1 : 4	1	1,5	$\pm 25 \div 35$
Hệ máy phát - động cơ (F - Đ)	1 : 30	2,0	2,0	$\pm 10 \div 15$
Hệ máy phát - động cơ có khuyếch đại trung gian.	1 : 100	2,5	2	$\pm 5 \div 10$



**Hình 3-5. Dừng chính xác buồng thang.**

### §3.6. CÁC HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN DỪNG TRONG THANG MÁY VÀ MÁY NÂNG

Khi thiết kế hệ trang bị điện - điện tử cho thang máy, việc lựa chọn một hệ truyền động, chọn loại động cơ phải dựa trên các yêu cầu sau :

- Độ chính xác khi dừng
- Tốc độ di chuyển buồng thang
- Gia tốc lớn nhất cho phép
- Phạm vi điều chỉnh tốc độ.

Hệ truyền động điện xoay chiều dùng động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc và rotor dây quấn được dùng khá phổ biến trong trang bị điện - điện tử thang máy và máy nâng. Hệ truyền động động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc thường dùng cho thang máy chở hàng tốc độ chậm. Hệ truyền động động cơ không đồng bộ rotor dây quấn thường dùng cho các máy nâng có trọng tải lớn (công suất động cơ truyền động tới 200kW) nhằm hạn chế dòng khởi động để không làm ảnh hưởng đến nguồn điện cung cấp.

Hệ truyền động xoay chiều dùng động cơ không đồng bộ nhiều cấp tốc độ thường dùng cho các thang máy chở khách tốc độ trung bình.

Hệ truyền động một chiều máy phát - động cơ có khuếch đại trung gian thường dùng cho các thang máy cao tốc. Hệ này đảm bảo biểu đồ chuyển động hợp lý, nâng cao độ chính xác khi dừng tới  $\pm (5 \div 10)$  mm. Nhược điểm của hệ này là công suất đặt lớn gấp  $(3 \div 4)$  lần so với hệ xoay chiều, phức tạp trong vận hành và sửa chữa.

Những năm gần đây, do sự phát triển của kỹ thuật điện tử công suất lớn, các hệ truyền động một chiều dùng bộ biến đổi tĩnh đã được áp dụng khá rộng rãi trong các thang máy cao tốc với tốc độ tới 5 m/s.

#### 1. Hệ thống tự động khống chế thang máy tốc độ trung bình

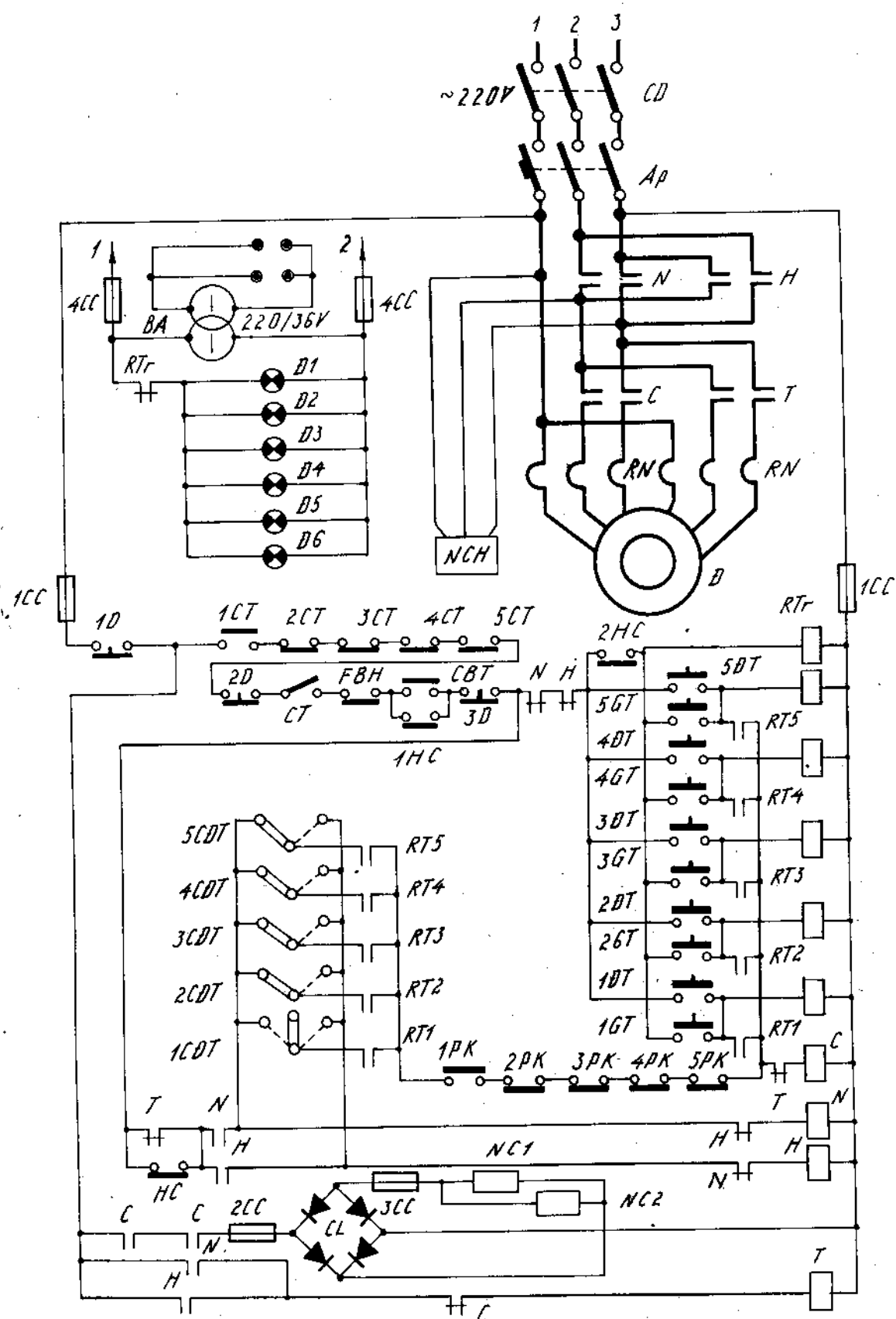
Hệ truyền động điện dùng cho thang máy tốc độ trung bình thường là hệ truyền động xoay chiều với động cơ không đồng bộ 2 cấp tốc độ. Hệ này đảm bảo dừng chính xác cao, thực hiện bằng cách chuyển tốc độ của động cơ xuống tốc độ thấp ( $v_0 = 2,5$  m/s) trước khi buồng thang sắp đến sàn tầng.

Hệ này thường dùng cho các thang máy chở khách trong các nhà cao tầng ( $7 \div 10$  tầng) với tốc độ di chuyển của buồng thang dưới 1 m/s.

Sơ đồ nguyên lý điện của thang máy được giới thiệu trên hình 3 - 6.

Cấp nguồn cung cấp cho hệ bằng cầu dao CD và aptomat Ap. Cuộn dây stator của động cơ được nối vào nguồn cấp qua các tiếp điểm của công tắc tơ nâng N hoặc công tắc tơ hạ H và các tiếp điểm của công tắc tơ tốc độ cao C hoặc công tắc tơ tốc độ thấp T.

Nguồn cấp cho mạch điều khiển lấy từ hai pha qua hai cầu chì 1 CC. Các cửa tầng được trang bị khóa liên động với các hãm cuối 1CT + 5CT. Then cài ngang cửa liên động với các hãm cuối 1PK + 5PK. Việc đóng - mở cửa tầng sẽ tác động lên khóa và then cài cửa tầng làm cho nam châm NC<sub>1</sub> tác động. Khi cắt nguồn nam châm NC<sub>1</sub> lúc



Hình 3-6. Sơ đồ nguyên lý điện của thang máy.

buồng thang đến sàn tầng, làm quay then cài, then cài tác động lên một trong các hãm cuối PK và mở khóa cửa tầng.

Để dừng buồng thang tại mỗi sàn tầng, trong sơ đồ dừng hãm cuối HC đặt trong buồng thang. Tác động lên tiếp điểm HC hoặc bằng nam châm dừng theo tầng  $NC_2$  hoặc bằng cần đóng - mở cửa tầng.

Công tác chuyển đổi tầng  $1CDT \div 5CDT$  có ba vị trí là cảm biến dừng buồng thang và xác định vị trí thực của buồng thang so với các tầng.

Điều khiển hoạt động của thang máy được thực hiện từ hai vị trí : tại cửa tầng bằng nút bấm gọi tầng  $1GT \div 5GT$  và trong buồng thang bằng các nút bấm đến tầng  $1DT \div 5DT$ .

Khởi động cho thang máy làm việc chỉ khi : 1D kín,  $1CT \div 5CT$  kín (các cửa tầng đã đóng), 2D, CT kín, FBH (liên động với phanh bảo hiểm) kín, cửa buồng thang đóng, CBT kín và 3D kín.

Hãm cuối 1HC và 2HC liên động với sàn buồng thang. Nếu trong buồng thang có người, tiếp điểm của chúng mở ra. 1HC đấu song song với CBT cho nên dù 1HC hở nhưng mạch vẫn nối liền qua CBT, còn 2HC mở ra loại trừ khả năng điều khiển thang máy bằng nút bấm gọi tầng GT.

Trong sơ đồ có 5 đèn báo  $D_1 \div D_5$  lắp ở trên mỗi cửa tầng và 1 đèn chiếu sáng buồng thang  $D_6$ . Khi có người trong buồng, tiếp điểm 2HC mở ra, cuộn dây role trung gian mất điện, tiếp điểm thường kín RTr đóng lại làm cho  $1D \div 6D$  sáng lên báo cho biết thang đang "bận" và chiếu sáng cho buồng thang.

Sơ đồ nguyên lý trên hình 3 - 6 là sơ đồ của thang lắp đặt trong nhà năm tầng và cho trường hợp buồng thang đang nằm ở tầng một. Xét nguyên lý làm việc của sơ đồ khi cần lên tầng 4.

Hành khách đi vào buồng thang, đóng cửa tầng và cửa buồng thang. Do trọng lượng của hành khách, 2 tiếp điểm thường đóng 1HC và 2 HC mở ra. Ấn nút bấm đến tầng 4 DT, role tầng RT4 có điện. Các tiếp điểm của RT4 đóng lại cấp nguồn cho cuộn dây của công tác tơ tốc độ cao C. Các tiếp điểm của côngtác tơ tốc độ cao đóng lại cấp nguồn cho cầu chỉnh lưu CL là nguồn 1 chiều cấp cho hai nam châm  $NC_1$  và  $NC_2$ . Nam châm  $NC_1$  sẽ đóng tiếp điểm 1 PK, cuộn dây côngtác tơ N có điện. Cuộn dây stator của động cơ được cấp nguồn qua các tiếp điểm C và N, buồng thang đi lên. Nam châm  $NC_2$  sẽ kéo con đội làm cho hãm cuối HC mở ra.

Khi nhà nút bấm 4 DT, cuộn dây của côngtác tơ N được duy trì nguồn cấp qua hai tiếp điểm T (thường kín) và N (đã đóng lại). Đồng thời cuộn dây của role 4RT vẫn được tiếp tục duy trì nguồn cấp qua công tác chuyển đổi tầng 4CDT và các tiếp điểm  $1PK \div 5PK$ . Khi buồng thang gần đến tầng 4, buồng thang tác động vào công tác chuyển đổi tầng 4 CDT, làm cho role tầng RT4 và côngtác tơ tốc độ cao mất điện. Cuộn dây côngtác tơ tốc độ thấp T có điện qua tiếp điểm thường hở N (đã đóng kín) và tiếp điểm thường kín C. Cuộn dây stator của động cơ được đấu vào nguồn cấp qua các tiếp điểm N và T. Buồng thang tiếp tục đi lên với tốc độ thấp hơn. Đồng thời cắt nguồn cấp cho cầu chỉnh lưu CL, hai nam châm  $NC_1$  và  $NC_2$  mất điện.  $NC_2$  mất điện làm cho hãm cuối HC kín lại, vẫn duy trì nguồn cấp cho cuộn dây côngtác tơ N. Khi buồng thang đến ngang với sàn tầng 4, cần đóng mở cửa đặt ở cửa tầng sẽ tác động làm

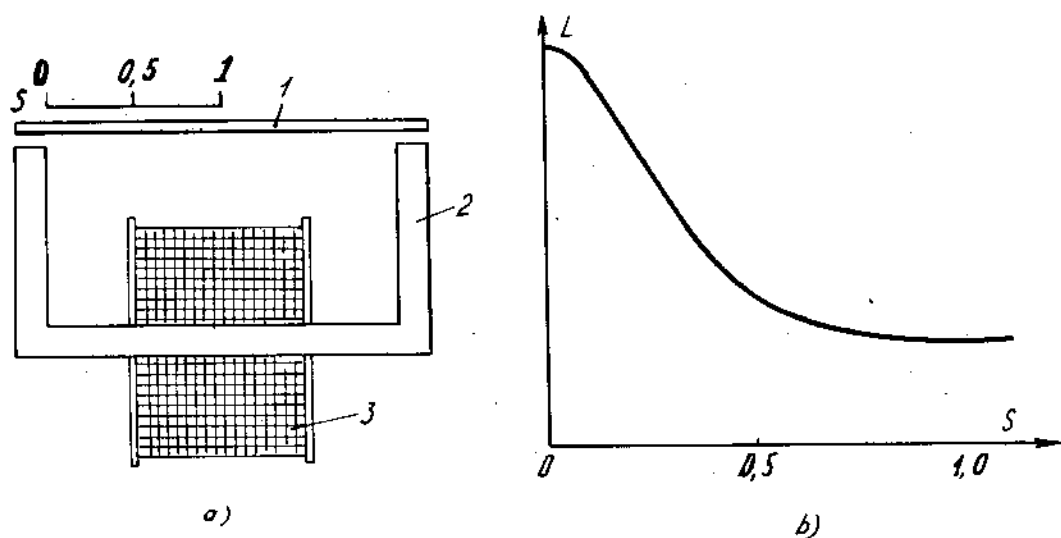
hãm cuối HC hở ra. Cuộn dây côngtacto N mất điện, động cơ truyền động dừng lại và phanh hãm điện từ NCH sẽ hãm dừng buồng thang.

Hệ thống tự động khống chế thang máy hoàn toàn tương tự như trên khi điều khiển bằng các nút bấm gọi tầng 1GT + 5GT. Điều khiển thang máy làm việc bằng các nút bấm gọi tầng chỉ thực hiện khi 2HC kín.

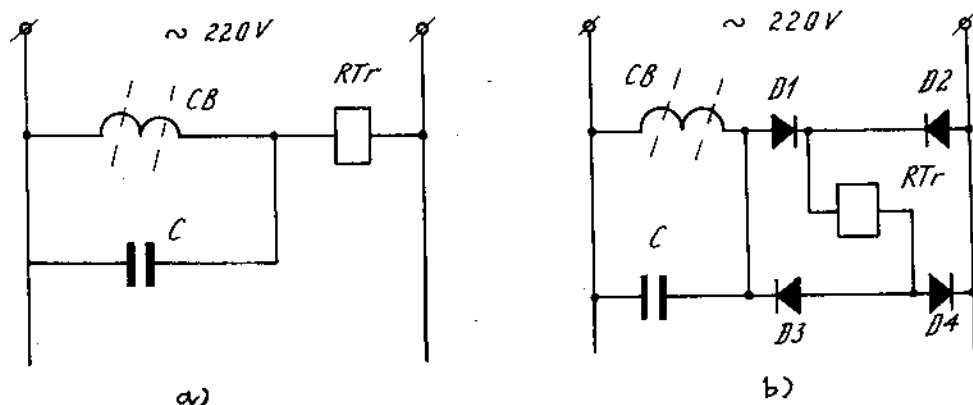
## 2. Hệ thống tự động khống chế thang máy cao tốc

Để truyền động thang máy có tốc độ di chuyển buồng thang  $v \geq 3$  m/s, thường dùng hệ truyền động một chiều. Buồng thang được treo lên puli kéo cáp nối trực tiếp với trục động cơ truyền động không qua hộp giảm tốc. Trong mạch điều khiển thang máy cao tốc, công tác chuyển đổi tầng có tay gạt cơ khí được thay thế bằng công tác chuyển đổi tầng phi tiếp điểm. Vì với tốc độ di chuyển buồng thang lớn, công tác chuyển đổi tầng phi tiếp điểm thường dùng là bộ cảm biến vị trí kiểu cảm ứng và bộ cảm biến vị trí dùng tế bào quang điện. Trên hình 3-7a giới thiệu cấu tạo và đặc tuyến của công tác chuyển đổi tầng dùng bộ cảm biến vị trí kiểu cảm ứng. Cấu tạo của nó bao gồm : mạch từ hở 2, cuộn dây 3. Khi mạch từ hở, do điện kháng của cuộn dây bé, dòng xoay chiều qua cuộn dây khá lớn. Khi thanh sắt động 1 làm kín mạch từ, từ thông sinh ra trong mạch từ tăng, làm tăng điện cảm L của cuộn dây và dòng đi qua cuộn dây sẽ giảm xuống. Sự phụ thuộc điện cảm cuộn dây L vào vị trí thanh động 1 được biểu diễn trên hình 3-7b.

Nếu đầu nối tiếp với cuộn dây của bộ cảm biến một role ta sẽ được một phần tử phi tiếp điểm để dùng trong hệ thống điều khiển. Tùy thuộc vào mục đích sử dụng, có thể dùng nó làm công tác chuyển đổi tầng, cảm biến để thực hiện dừng chính xác buồng thang hoặc cảm biến để chỉ thị vị trí buồng thang v.v...



Hình 3-7. Cảm biến vị trí kiểu cảm ứng.  
a- Cấu tạo ; b- Sự phụ thuộc  $L = f(s)$ .



Hình 3-8. Sơ đồ nguyên lý của cảm biến cảm ứng.

Sơ đồ nguyên lý của cảm biến cảm ứng trên hình 3-8.

Cuộn dây của rôle tăng RTr được đấu nối tiếp với cuộn dây của cảm biến kiểu cảm ứng CB. Để nâng cao độ tin cậy, song song với cuộn dây của bộ cảm biến có thêm một tụ C. Trị số điện dung của tụ điện được chọn sao cho khi thanh sắt động 1 che kín mạch từ sẽ tạo được dòng cộng hưởng. Khi mạch từ của cảm biến hở, dòng đi qua cuộn dây của rôle RTr đủ lớn làm cho nó tác động. Khi mạch từ kín, dòng điện đi qua cuộn dây giảm xuống gần bằng không, rôle không tác động. Thông thường bộ cảm biến CB được lắp ở thanh giếng thang, thanh sắt động lắp ở buồng thang.

Trên hình 3-9a giới thiệu mạch lực của hệ truyền động một chiều (Bộ biến đổi thyristor - động cơ) cho thang máy cao tốc với  $v = 2 \text{ m/s}$  và trọng tải  $Q = 1000 \text{ kG}$ .

Phản ứng của động cơ truyền động được cấp nguồn từ bộ biến đổi tĩnh dùng thyristor tạo bởi 2 mạch cầu chỉnh lưu ba pha 1T1 + 6T1 (bộ thuận) và 1T2 + 6T2 (bộ ngược). Hai bộ này đấu song song ngược với nhau. Bảo vệ quá áp cho mỗi thyristor dùng mạch R-C. Bảo vệ ngắn mạch bằng cầu chì tác động nhanh CC. Cuộn kháng 1CK và 2CK dùng để hạn chế dòng điện cân bằng. Mạch điều khiển bộ biến đổi đảo chiều dùng thyristor biểu diễn trên hình 3-9b.

Điều khiển hai cầu chỉnh lưu 1BTh và 2BTh bằng hai khối điều khiển KĐKN và KĐKH. Trong mỗi khối điều khiển bao gồm các khâu: khâu đồng pha, khâu tạo điện áp răng cưa, khâu so sánh và tạo xung và khâu khuếch đại xung.

Nguyên lý làm việc của sơ đồ khống chế thang máy cao tốc như sau:

Điện áp đặt được lấy ra từ đầu ra của khâu hạn chế gia tốc HCGT, độ lớn và cực tính của điện áp đặt do khâu điều hành DH quyết định.

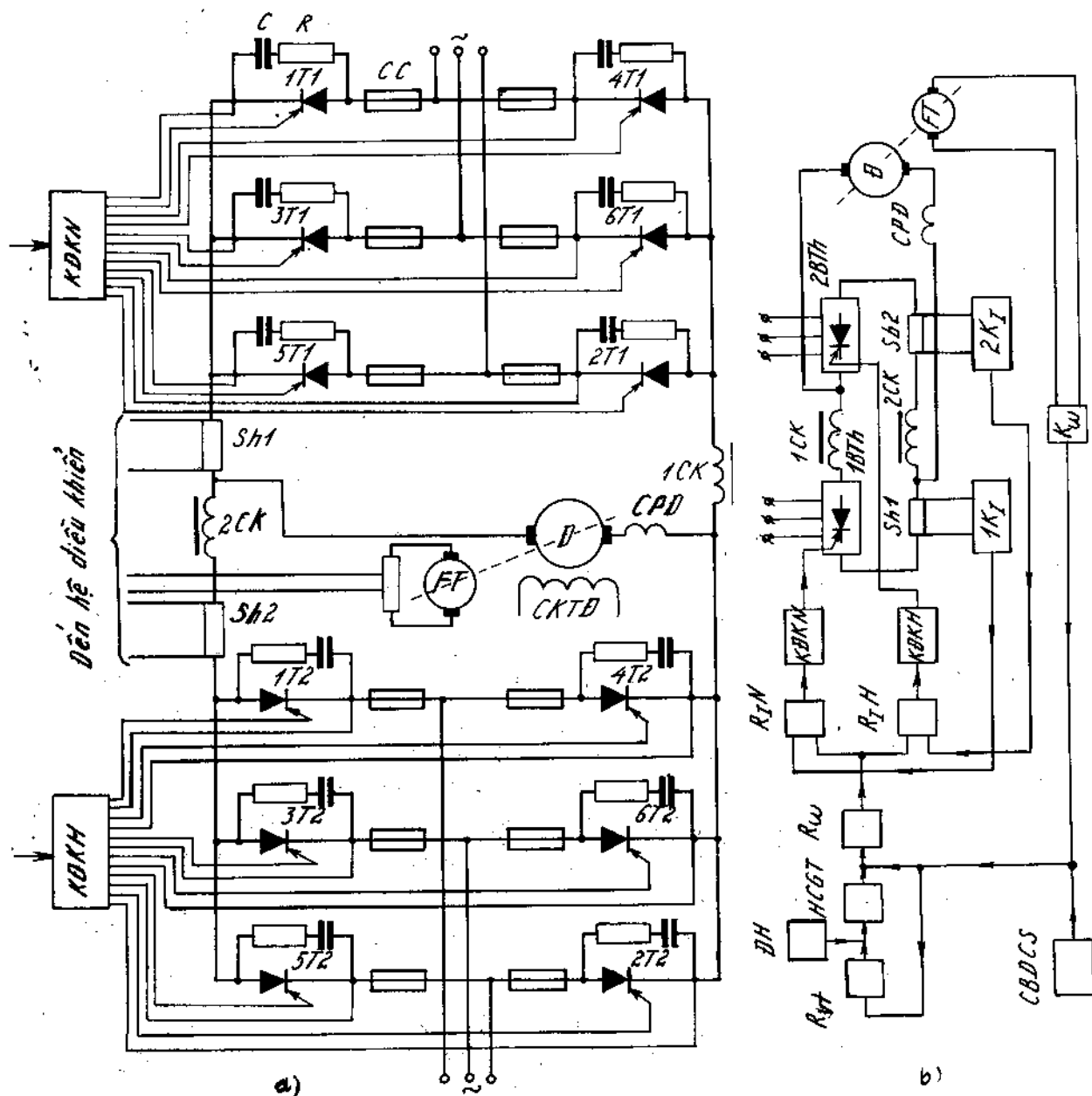
Điện áp ra của khâu hạn chế gia tốc HCGT tăng dần theo hàm tuyến tính bậc nhất khi thay đổi tín hiệu đầu vào.

Điều chỉnh tốc độ động cơ truyền động bằng bộ điều chỉnh tốc độ  $R_w$ . Tín hiệu đầu vào của bộ điều chỉnh tốc độ  $R_w$  là tổng đại số hai tín hiệu: tín hiệu chủ đạo (điện áp ra của khâu HCGT) và tín hiệu phản hồi âm tốc độ tỉ lệ với tốc độ quay của động cơ (điện áp ra của khâu  $K_w$ ). Khâu  $R_w$  dùng bộ khuếch đại một chiều (hàm tỉ lệ P). Tín hiệu ra của  $R_w$  là tín hiệu đầu vào  $R_1N$  (khi thang máy đi lên) và  $R_1H$  (khi thang máy đi xuống). Cả hai khâu  $R_1N$  và  $R_1H$  dùng bộ khuếch đại một chiều (hàm tỉ lệ, tích phân PI). Ngoài ra, tín hiệu phản hồi âm dòng lấy từ đầu ra của khâu 1  $K_1$  (tỉ lệ với



dòng của động cơ) đưa vào đầu vào của  $R_{1N}$  và từ khâu 2  $K_1$  đưa vào  $R_{1H}$ . Tín hiệu ra của khâu  $R_{1N}$  hoặc  $R_{1H}$  chính là tín hiệu điều khiển đưa vào khối điều khiển tương ứng KDKN hoặc KDKH.

Để thực hiện dừng chính xác buồng thang, hệ thống sẽ chuyển từ chế độ điều chỉnh tốc độ sang chế độ điều chỉnh vị trí. Tín hiệu ra từ khâu cảm biến dừng chính xác CBDCS đưa vào khâu điều chỉnh vị trí  $R_{v1}$ . Khi buồng thang nằm ngang với sàn tầng, tín hiệu ra của khâu CBDCS sẽ bằng không.



Hình 3-9. a- Truyền động ợ thang máy cao tốc dùng hệ Bth - D ;  
b- Sơ đồ khối của hệ Bth - D.

### §3.7. TỰ ĐỘNG KHÔNG CHẾ THANG MÁY DÙNG CÁC PHẦN TỬ LÓGIC

Để nâng cao độ tin cậy trong quá trình hoạt động của thang máy, hệ thống tự động khống chế hệ truyền động điện thang máy đã dùng các phần tử phi tiếp điểm (phần tử logic). Ứng dụng các phần tử logic trong mạch điều khiển cho phép xây dựng một hệ thống điều khiển với số lượng phần tử điều khiển là ít nhất.

Sơ đồ tự động khống chế thang máy dùng các phần tử logic giới thiệu trên hình 3 - 10. Đây là sơ đồ khống chế đơn giản nhất : buồng thang nâng lên đến một trong năm tầng, nhưng khi hạ, chỉ hạ xuống tầng một.

Công tác chuyển đổi tầng dùng bộ cảm biến vị trí bằng tế bào quang điện  $1F \div 5F$  đặt trên các tầng tương ứng.

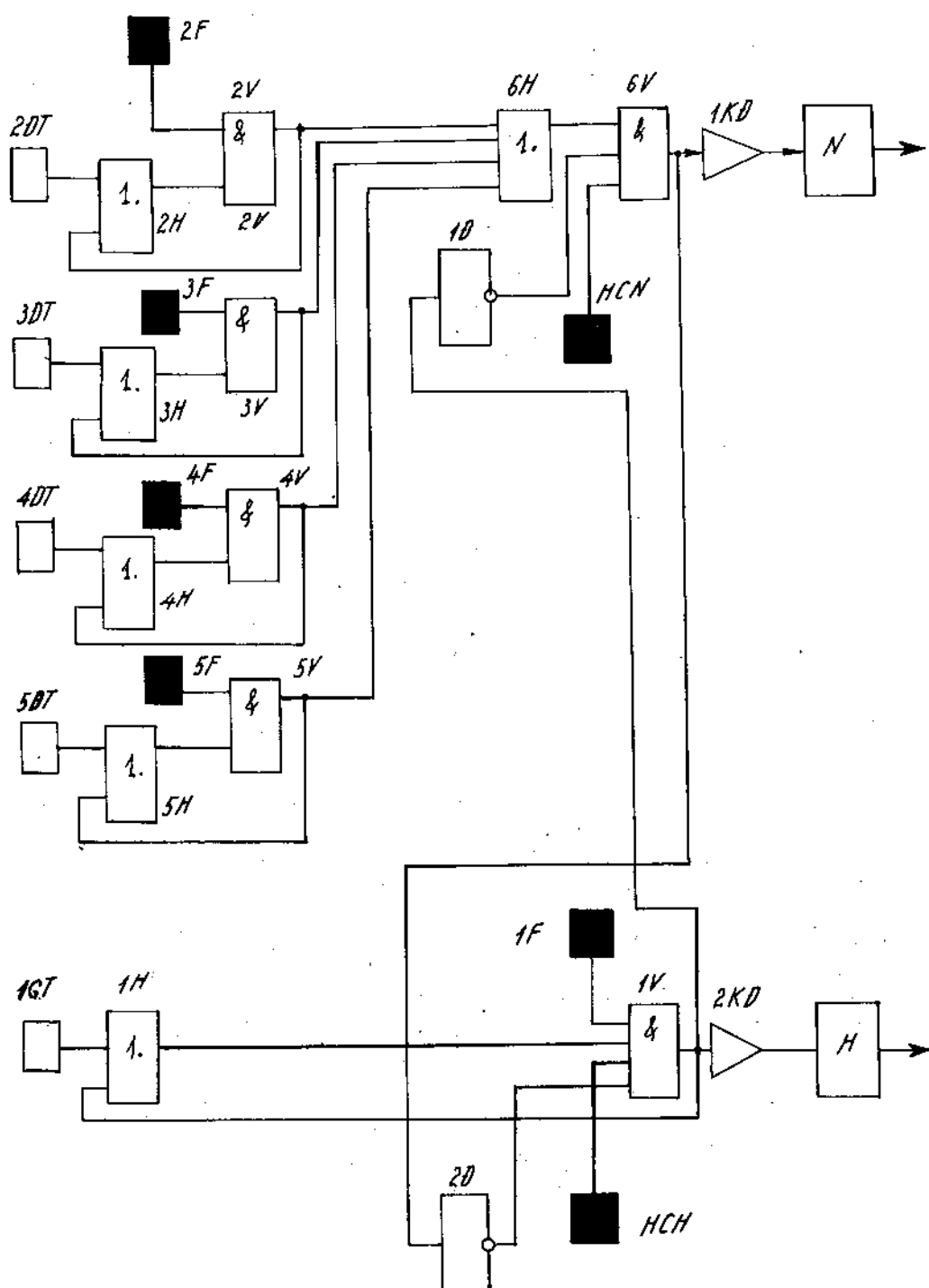
Hạn chế hành trình lên và hành trình đi xuống bằng hai công tác hành trình phi tiếp điểm HCN và HCH (hai công tác hành trình này cũng giống như công tác chuyển đổi tầng). Trên sơ đồ không biểu diễn mạch lực của động cơ truyền động thang máy, nhưng cần hiểu côngtácơ nâng N sẽ đóng mạch cho động cơ nâng buồng thang đi lên, côngtácơ hạ H đóng mạch cho động cơ hạ buồng thang. Điều khiển thang máy bằng các nút bấm phi tiếp điểm  $2DT \div 5DT$  lắp trong buồng thang và một nút bấm gọi tầng lắp ở cửa tầng một 1GT.

Trên sơ đồ, cảm biến  $1F \div 5F$ , HCN và HCH (ô vuông tô đậm) có mức logic "1" và khi có tác động từ bên ngoài là mức logic "0", cảm biến  $2DT \div 5DT$  và 1GT, có mức logic "0" và khi tác động lên nó sẽ có mức logic "1".

Xét nguyên lý làm việc của hệ thống : Nếu muốn lên tầng năm, ấn nút ấn 5DT, đầu ra của phần tử "HOẶC" 5H có mức logic "1" và mức đó đưa vào 1 đầu vào của phần tử "VÀ" 5V. Từ bộ cảm biến 5F đưa vào đầu vào thứ hai của phần tử 5V mức logic "1" (ứng với khi 5F chưa bị tác động bên ngoài). Tín hiệu đầu ra của phần tử 5V có mức logic "1". Tín hiệu ra vẫn có mức logic "1" kể cả khi ta không tác động lên nút bấm 5DT vì có mạch tự duy trì lấy từ đầu ra của 5V đưa vào đầu vào 5H, khống chế cho phép 5H chuyển trạng thái. Tín hiệu ra có mức logic "1" đưa vào một trong bốn đầu vào của phần tử "HOẶC" 6H. Tín hiệu ra của phần tử "HOẶC" 6H có mức logic "1" đưa vào một trong ba đầu vào của phần tử "VÀ" 6V. Tín hiệu thứ hai phần tử "VÀ - ĐẢO" 1Đ có mức logic "1" (do đầu ra của 1V có mức logic "0"). Tín hiệu từ đầu ra của công tác hành trình HCN có mức logic "1" đưa vào đầu vào thứ ba của phần tử 6V. Tín hiệu đầu ra của phần tử 6V có mức logic "1" qua khâu khuếch đại 1KD sẽ làm cho côngtácơ nâng N tác động. Động cơ sẽ được đóng vào nguồn cấp theo chiều nâng buồng thang đi lên. Khi buồng thang đi đến tầng năm, sẽ tác động lên cảm biến 5F, làm cho tín hiệu ra của 5F có mức logic "0". Tín hiệu đầu ra của phần tử 5V có mức logic "1" chuyển sang mức logic "0". Tín hiệu ra của 6H có mức logic "0", tín hiệu ra của 6V có mức logic "0", côngtácơ N mất điện, động cơ ngừng quay, buồng thang dừng đúng ở tầng năm.

Muốn hạ buồng thang xuống tầng một, ấn nút ấn 1GT, tín hiệu ra của phần tử "HOẶC" 1H có mức logic "1" đưa vào phần tử "VÀ" 1V. Ba đầu vào còn lại của 1V đều

có mức logic "1" nên đầu ra của 1V có mức logic "1", cuộn dây côngtactor H có điện đóng điện cho động cơ theo chiều quay hạ xuống thang.



Hình 3-10

Sơ đồ nguyên lý không chế thang máy dùng các phần tử logic.

## Chương 4

# TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ VÀ TỰ ĐỘNG HÓA MÁY XÚC

### §4.1. KHÁI NIỆM CHUNG VÀ PHÂN LOẠI

Máy xúc được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp khai thác mỏ lộ thiên, trên các công trường xây dựng, trên các công trường thủy lợi, các công trường xây dựng cầu đường để san gạt mặt bằng, bốc xúc đất đá, quặng...

Máy xúc có thể phân loại theo các chỉ tiêu sau :

#### 1. Phân loại theo tính năng sử dụng

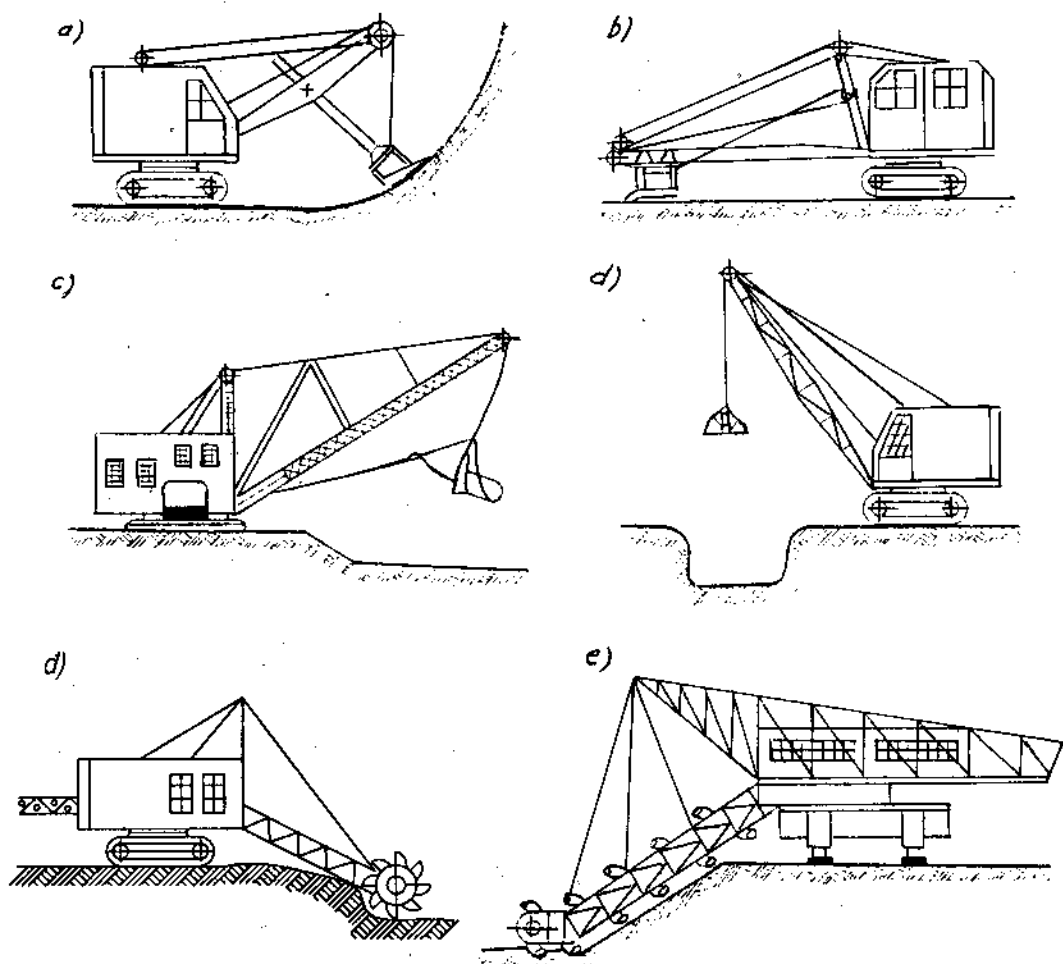
- Máy xúc xây dựng chạy bánh xích, bánh lốp có thể tích gầu xúc từ  $0,25 \div 2 \text{ m}^3$ .
- Máy xúc dùng trong công nghiệp khai thác mỏ lộ thiên có thể tích gầu xúc từ  $4,6 \div 8 \text{ m}^3$ .
- Máy xúc bốc đất đá có thể tích gầu xúc từ  $4 \div 35 \text{ m}^3$ .
- Máy xúc gầu ngoạm có thể tích gầu xúc từ  $4 \div 80 \text{ m}^3$ .

#### 2. Phân loại theo cơ cấu bốc xúc

- Máy xúc có cơ cấu bốc xúc là gầu xúc thuận : gầu xúc di chuyển vào đất đá theo hướng từ máy xúc ra phía trước dưới tác dụng của hai lực kết hợp của cơ cấu nâng và cơ cấu đẩy tay gầu (hình 4 - 1a).
- Máy xúc có cơ cấu bốc xúc kiểu gầu cào di chuyển theo hướng từ tay gầu vào máy xúc theo mặt phẳng nằm ngang (hình 4 - 1b).
- Máy xúc có cơ cấu bốc xúc kiểu gầu treo trên dây : gầu di chuyển theo hướng từ phía ngoài vào máy xúc dưới tác dụng của lực kết hợp của hai cơ cấu : cơ cấu kéo và cơ cấu nâng (hình 4-1c).
- Máy xúc có cơ cấu bốc xúc kiểu gầu ngoạm : quá trình bốc xúc đất đá thực hiện bằng cách khép kín dần hai nửa thành gầu ngoạm dưới tác dụng lực kéo của cơ cấu kéo. (xem hình 4 - 1d).
- Máy xúc có cơ cấu bốc xúc kiểu gầu quay. Gầu quay là một bánh xe, gầu xúc được gá lên bánh xe theo chu vi (hình 4 - 1d).
- Máy xúc có cơ cấu bốc xúc kiểu máng cào nhiều gầu xúc (xem hình 4 - 1e).

#### 3. Phân loại theo thể tích gầu xúc

- Máy xúc công suất nhỏ, có thể tích gầu xúc từ 0,25 đến  $2 \text{ m}^3$
- Máy xúc công suất trung bình, có thể tích gầu xúc từ 2 đến  $6 \text{ m}^3$
- Máy xúc công suất lớn có thể tích gầu xúc từ 6 đến  $80 \text{ m}^3$ .



Hình 4-1. Các dạng máy xúc.

#### 4. Phân loại theo cơ cấu truyền lực

- a) Máy xúc dùng cơ cấu truyền lực là động cơ đốt trong
- b) Máy xúc dùng cơ cấu truyền lực là động cơ điện.

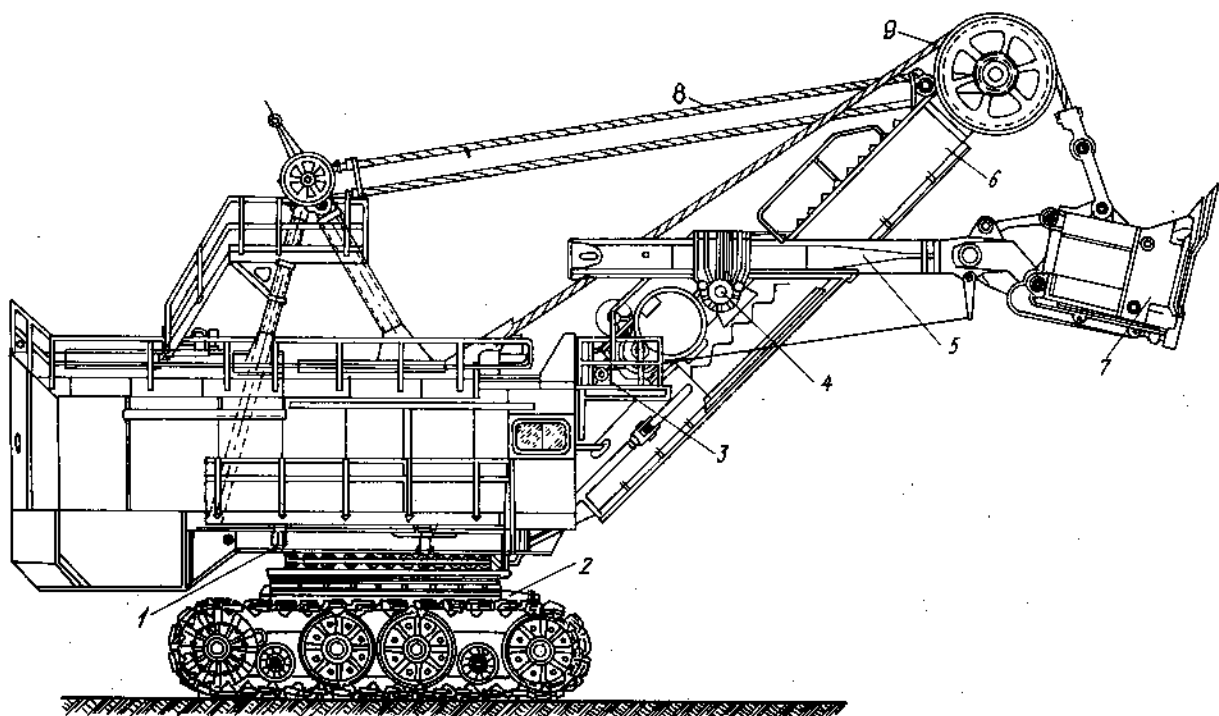
#### 5. Phân loại theo cấu tạo của cơ cấu di chuyển

- a) Máy xúc chạy bánh xích
- b) Máy xúc chạy bánh lốp.
- c) Máy xúc chạy trên đường ray.

### §4.2. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MÁY XÚC

Nghiên cứu chế độ làm việc của máy xúc là một vấn đề rất phức tạp. Nhưng trên những điểm chung nhất ta có thể đi sâu nghiên cứu cấu tạo và chế độ làm việc của máy xúc một gầu có cơ cấu bốc xúc là gầu xúc thuận. Hình dáng tổng thể của máy xúc một gầu - gầu thuận biểu diễn trên hình 4-2. Cơ cấu quay (bàn quay) 1 được lắp trên cơ cấu di chuyển bánh xích 2. Cánh gầu 6 và tay gầu 5 cũng được lắp trên bàn

quay 1. Tay gầu 5 với gầu xúc 7 di chuyển vào đất đá do cơ cấu đẩy tay gầu 4 và cáp kéo 9 của cơ cấu nâng - hạ. Quá trình bốc xúc được thực hiện kết hợp giữa hai cơ cấu : cơ cấu đẩy tay gầu tạo ra bề dày lớp cát và cơ cấu nâng hạ tạo ra lớp cát là đường di chuyển của gầu xúc trong đất đá. Đồ tải từ gầu xúc sang các phương tiện vận tải khác bằng cơ cấu mở đáy gầu 3.



Hình 4-2. Máy xúc gầu thuận.

Máy xúc có ba chuyển động cơ bản : đào, nâng - hạ, quay, ngoài ra còn có một số chuyển động phụ khác như : nâng cần, di chuyển, đóng mở đáy gầu v.v...

Chu kỳ làm việc của máy xúc bao gồm các giai đoạn sau : hạ gầu xuống mặt bằng làm việc - đào đồng thời nâng gầu - quay gầu về vị trí đổ tải - mở đáy gầu đổ tải - quay gầu về vị trí ban đầu. Thời gian một chu kỳ làm việc khoảng từ 20s đến 60s.

Cơ cấu nâng - hạ và cơ cấu đẩy tay gầu thường xuyên làm việc quá tải (gọi là quá tải làm việc) do gầu bốc xúc phải đất đá cứng, hoặc lớp cát 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  $TĐ \% = (25 + 100)\%$ . Các cơ cấu của máy xúc làm việc trong điều kiện môi trường nặng nề, chao lắc mạnh, nhiều bụi, nhiệt độ môi trường thay đổi trong phạm vi rộng. Các yếu tố khác cũng gây ảnh hưởng đến các cơ cấu của máy xúc như : độ nghiêng, độ chênh dọc trục máy xúc, gia tốc lớn khi mở máy và hãm. 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 cao.

### §4.3. CÁC YÊU CẦU CƠ BẢN ĐỐI VỚI HỆ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN CÁC CƠ CẤU CỦA MÁY XÚC

Từ những đặc điểm của máy xúc như đã nêu ở trên, các yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động điện truyền động các cơ cấu chính của máy xúc bao gồm :

1. **Đặc tính cơ** của hệ truyền động điện của các cơ cấu chính của máy xúc (cơ cấu nâng - hạ, đẩy tay gầu và cơ cấu quay) phải được bảo vệ một cách tin cậy khi quá tải. Có nghĩa là hệ truyền động phải tạo ra đặc tính "máy xúc".

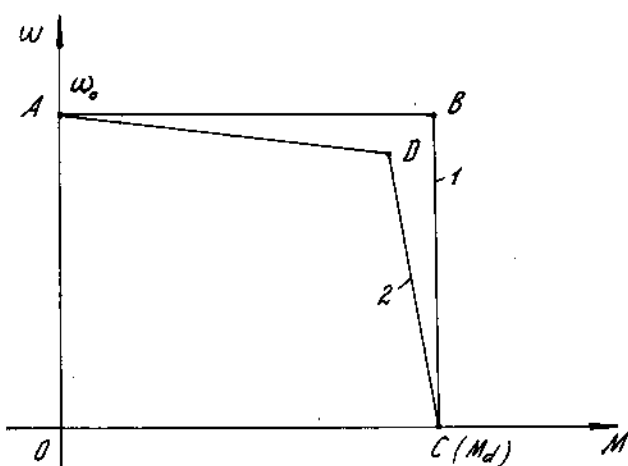
2. **Động cơ truyền động** các cơ cấu máy xúc phải chắc chắn. Khả năng chịu quá tải phải lớn. Độ cách điện của động cơ phải đảm bảo chịu quá nhiệt, độ ẩm cao. Động cơ phải chịu được tần số đóng cắt lớn ( $400 \div 600$ ) lần/h.

3. **Động cơ truyền động các cơ cấu chính** của máy xúc phải có mômen quán tính đủ nhỏ để giảm thời gian quá độ khi mở máy và hãm. Nên chọn loại động cơ có phần ứng dài, đường kính nhỏ.

4. **Các thiết bị điều khiển** dùng trong máy xúc phải đảm bảo làm việc tin cậy trong điều kiện nặng nề nhất (độ rung động, chao lắc lớn, phụ tải đột biến và tần số đóng cắt lớn).

5. **Hệ thống điều khiển hệ truyền động các cơ cấu của máy xúc** phải đơn giản, chắc chắn, mức độ tự động hóa cao.

Các cơ cấu truyền động máy xúc trong quá trình làm việc thường bị quá tải luôn, cho nên việc hạn chế mômen nhỏ hơn trị số cho phép ở chế độ tĩnh và động là yêu cầu quan trọng bậc nhất. Để máy xúc có năng suất cao nhất đồng thời bảo vệ được các thiết bị không bị hỏng hóc khi quá tải cần thực hiện hai yêu cầu : hạn chế mômen dưới trị số cho phép và đảm bảo độ cứng của đường đặc tính cơ trong phạm vi mômen phụ tải bằng mômen định mức của động cơ (đường đặc tính 1 trên hình 4 - 3).



Hình 4-3. Đặc tính "máy xúc"

Trong thực tế không sử dụng đường đặc tính cơ lý tưởng như đường 1 mà thường dùng đường đặc tính cơ mềm hơn (đường 2). Độ cứng của đường đặc tính cơ ở vùng phụ tải định mức giảm xuống từ  $85 \div 90\%$ . Nếu độ cứng của đặc tính cơ quá lớn, người vận hành máy xúc khó cảm nhận được khi cơ cấu bị quá tải, không kịp giảm lớp cát dẫn đến cơ cấu dùng làm giảm năng suất của máy xúc.

Năng suất của máy xúc đặc trưng bởi diện tích tạo thành giữa các trục

tọa độ và đường đặc tính cơ cấu của hệ truyền động (xem hình 4 - 3)  $S_{ADCO}$ . Để đánh giá năng suất của máy xúc ta đưa ra hệ số lấp đầy  $k = \frac{S_{ADCO}}{S_{ABCO}} = \frac{S \cdot m}{\omega_0 \cdot M_d}$  (4-1)

Trong đó :  $S = S_{ADCO}$  Diện tích hợp thành bởi hệ trục tọa độ và đường đặc tính cơ của hệ truyền động.

$S_{ABCO}$  là diện tích tạo bởi hệ trục tọa độ và đường đặc tính cơ lý tưởng.

$\omega_0$  - tốc độ không tải lý tưởng của động cơ.

$M_d$  - mô men dừng

$m$  - hệ số tỷ lệ.

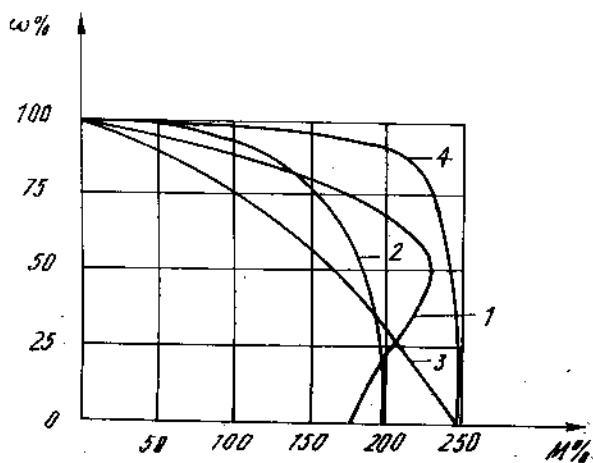
Đối với các hệ truyền động hệ này, hệ số lấp đầy của máy xúc có thể đạt tới  $0,8 \div 0,9$ .

Trên hình 4 - 4 biểu diễn các đường đặc tính cơ của các hệ truyền động khác nhau dùng trong 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 dùng động cơ không đồng bộ ba pha (đường 1) được sử dụng rộng rãi cho các loại máy xúc có thể tích gầu xúc tới  $1 \text{ m}^3$ . Nếu sử dụng động cơ truyền động là động cơ xoay chiều có hệ số trượt lớn cho phép hạn chế được dòng điện trong phạm vi cần thiết để giảm độ cứng của đường đặc tính cơ trong vùng mômen phụ tải bằng mômen định mức của động cơ, có thể thực hiện được bằng cách đấu thêm điện trở phụ vào mạch

rotor của động cơ:  $R_r = (10 \div 15)\%R$  ( $R$  điện trở của dây quấn rotor động cơ).

Nếu trong mạch rotor của động cơ có đấu cuộn kháng bão hòa hoặc khuyết đại từ, ta sẽ nhận được đường đặc tính cơ tối ưu đối với hệ truyền động xoay chiều.

Hệ truyền động máy phát - động cơ (máy phát 3 cuộn dây) với đường đặc tính cơ 3 được áp dụng rộng rãi cho các loại máy xúc từ  $2 \div 5 \text{ m}^3$ . Hệ này có đường đặc 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.



Hình 4-4. Đặc tính cơ của các hệ truyền động.

Hệ truyền động máy phát - động cơ có khuếch đại trung gian (khuếch đại máy điện KĐMD, khuếch đại từ KĐT hoặc khuếch đại bán dẫn KĐBD) sẽ tạo ra đường đặc tính cơ 4, đáp ứng hoàn toàn các yêu cầu đối với công nghệ của máy xúc. Hệ này được sử dụng rộng rãi trong các máy xúc công suất lớn có thể tích gầu xúc từ  $10 \div 80 \text{ m}^3$ .



## §4.4. TÍNH CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG CÁC CƠ CẤU CỦA MÁY XÚC

### 1. Biểu đồ phụ tải của các cơ cấu chính máy xúc

Muốn xây dựng biểu đồ phụ tải chính xác của hệ truyền động chính của máy xúc, cần có các điều kiện :

- Tham số kĩ thuật của động cơ truyền động
- Mômen quán tính của cơ cấu quy đổi về trục động cơ trong các chế độ làm việc khác nhau.
- Mômen cản tĩnh của cơ cấu quy đổi về trục động cơ trong các chế độ làm việc khác nhau.

Các thông số trên chỉ có thể có được sau khi đã tiến hành tính chọn sơ bộ công suất động cơ truyền động.

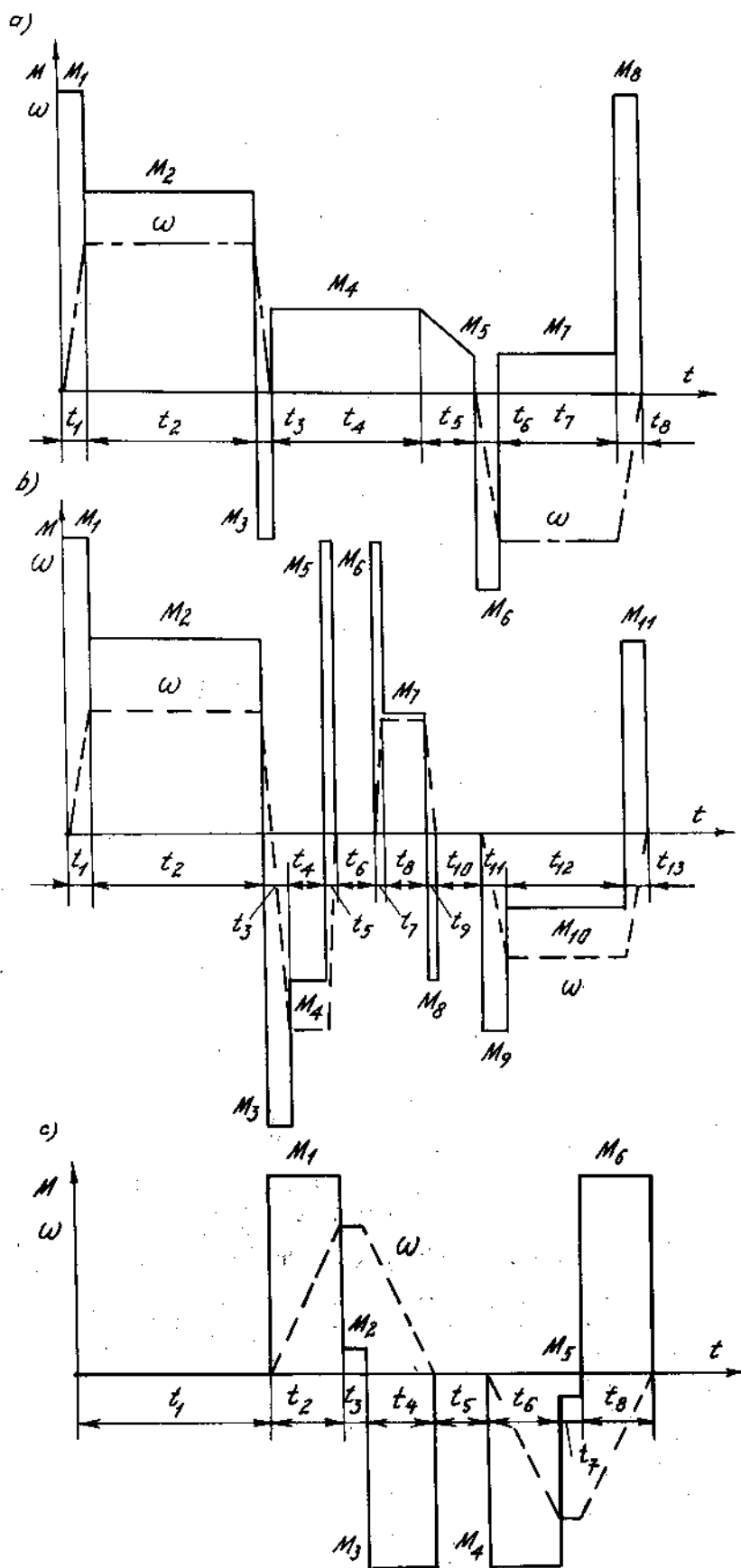
Dạng thực của biểu đồ phụ tải phụ thuộc vào các yếu tố sau :

- Chúng loại máy xúc, kết cấu cơ khí của máy xúc
- Chế độ công nghệ của máy xúc.

Để tiến hành chọn sơ bộ công suất động cơ truyền động, cần phải xây dựng biểu đồ phụ tải đơn giản, nghĩa là chỉ xét đến phụ tải tĩnh của cơ cấu. Việc tính toán chính xác các yếu tố đặc trưng cho chế độ làm việc của cơ cấu truyền động 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, sử dụng biểu đồ phụ tải gần giống với biểu đồ phụ tải thực của chúng được biểu diễn trên hình 4-5.

Chu kì làm việc của cơ cấu nâng - hạ máy xúc (hình 4-5a) bao gồm các giai đoạn sau :  $t_1$  - thời gian tăng tốc cho quá trình bắt đầu đào bốc ;  $t_2$  - thời gian nâng tay gầu trong giai đoạn bốc xúc ;  $t_3$  - thời gian dừng gầu sau lúc bốc xúc xong ;  $t_4$  - thời gian giữ tay gầu cân bằng khi quay gầu về vị trí đổ tải ;  $t_5$  - thời gian đổ tải ;  $t_6$  - thời gian tăng tốc khi hạ gầu ;  $t_7$  - thời gian hạ gầu với tốc độ không đổi ;  $t_8$  - thời gian hãm gầu trước khi hạ gầu xuống đất đá.

Biểu đồ phụ tải của cơ cấu đẩy tay gầu được biểu diễn trên hình 4-5b. Chu kì làm việc của cơ cấu này bao gồm các giai đoạn sau :  $t_1$  - thời gian tăng tốc đưa tay gầu xuống đất đá kết hợp với cơ cấu nâng - hạ ;  $t_2$  - thời gian hành trình gầu đi lên để xúc đất đá ;  $t_3$  - thời gian đảo chiều để lùi tay gầu ;  $t_4$  - thời gian tay gầu di chuyển với tốc độ không đổi theo hướng đi lên ;  $t_5$  - thời gian hãm tay gầu ;  $t_6$  - thời gian nghỉ khi máy xúc quay tay gầu về vị trí đổ tải ;  $t_7$  - thời gian tăng tốc để đẩy tay gầu ra khoảng cách xa nhất để đổ tải ;  $t_8$  - thời gian tăng tốc để đẩy tay gầu di chuyển với tốc độ không đổi ;  $t_9$  - thời gian hãm khi di chuyển tay gầu ;  $t_{10}$  - thời gian nghỉ khi đổ tải ;  $t_{11}$  - thời gian tăng tốc để kéo tay gầu vào ;  $t_{12}$  - thời gian kéo tay gầu vào với tốc độ không đổi ;  $t_{13}$  - thời gian hãm tay gầu trước lúc hạ tay gầu xuống để bốc xúc. Biểu đồ phụ tải của cơ cấu quay được biểu diễn trên hình 4-5c. Cơ cấu quay bắt đầu làm việc khi gầu xúc đã xúc xong. Chu kì làm việc của cơ cấu này bao gồm các giai đoạn sau :  $t_1$  - thời gian nghỉ khi gầu di chuyển vào đất đá ;  $t_2$  - thời gian



Hình 4-5. Biểu đồ phụ tải các cơ cấu chính của máy xúc gầu thuận.

tăng tốc khi quay gầu đầy tải ;  $t_3$  - thời gian quay tay gầu đầy tải với tốc độ không đổi ;  $t_4$  - thời gian hãm,  $t_5$  - thời gian nghỉ khi đổ tải ;  $t_6$  - thời gian tăng tốc để quay gầu không về vị trí bốc xúc ;  $t_7$  - thời gian quay tay gầu không với tốc độ không đổi ;  $t_8$  - thời gian hãm của cơ cấu quay.

## 2. Tính chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu của máy xúc

Để tính toán và chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu của máy xúc cần phải chú ý đến : sơ đồ động học của cơ cấu, chế độ làm việc theo yêu cầu công nghệ của máy xúc, tốc độ di chuyển của cơ cấu, thời gian của một chu kì làm việc, tính chất của đất đá và một số yếu tố phụ khác. Tất cả các tham số trên có thể nhận được từ kết cấu, kích thước và năng suất của máy xúc đã thiết kế. Ngoài ra, chế độ động của các cơ cấu, (tăng tốc, hãm, đảo chiều, thay đổi tốc độ) sẽ ảnh hưởng rất lớn đến năng suất của máy xúc. Mômen quán tính của các khâu trung gian trong cơ cấu có thể tính toán được, nhưng mômen quán tính của động cơ chỉ có thể tính được khi đã tiến hành chọn sơ bộ công suất động cơ. Bởi vậy để tính chọn công suất động cơ một cách chính xác cần tiến hành theo các bước sau :

+ Xây dựng biểu đồ phụ tải theo các công thức (sẽ trình bày sau) và tính công suất cần tính.

+ Tiến hành chọn sơ bộ công suất động cơ theo công suất cần tính và xây dựng đường đặc tính cơ của hệ truyền động.

+ Xây dựng biểu đồ phụ tải chính xác của cơ cấu có tính đến các chế độ quá độ (mở máy, hãm, đảo chiều quay và thay đổi tốc độ).

+ Kiểm tra điều kiện phát nóng của động cơ đã chọn theo phương pháp dòng điện hoặc mômen đẳng trị.

Công suất của động cơ đã chọn cần phải quy đổi phù hợp với hệ số tiếp điện  $TD\%$  tiêu chuẩn.

+ Kiểm tra điều kiện quá tải của động cơ đã chọn.

### a) Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ cho máy xúc gầu thuận

Để xây dựng biểu đồ phụ tải cho cơ cấu nâng - hạ (hình 4-5a) cần phải tính mômen động cơ sinh ra khi bốc xúc, nâng gầu đầy tải, đổ tải và hạ gầu v. v...

Mômen động cơ khi bốc xúc (hình 4-5a) được tính theo biểu thức sau :

$$M_2 = \frac{(G_g + G + 0,5G_{tg} + G_c)R_l \cdot g}{i\eta}, [Nm] \quad (4-2)$$

Trong đó :  $G_g$  - khối lượng của gầu, [kg]

$G$  - khối lượng đất đá trong gầu, [kg]

$G_{tg}$  - khối lượng tay gầu, [kg]

$G_c$  - khối lượng tương ứng với tác dụng của lực cắt, [kg]

$R_l$  - bán kính tang nâng, [m]

$i$  - tỉ số truyền

$\eta$  - hiệu suất của cơ cấu

$g$  - gia tốc trọng trường,  $[m/s^2]$ .

$$G_c = \frac{F_c}{g} \quad (4-3)$$

$F_c$  - lực cắt  $[N]$ .

Khối lượng đất đá trong gầu tính theo biểu thức :

$$G = V_1 \cdot \gamma \quad (4-4)$$

trong đó :  $V_1$  thể tích đất đá chiếm chỗ trong gầu,  $[m^3]$

$\gamma$  - khối lượng riêng của đất đá,  $[kg/m^3]$

$$V_1 = S.h.b, [m^3] \quad (4-5)$$

Trong đó :  $S$  - tiết diện ngang của lớp cát,  $[m^2]$

$b$  - hệ số tơi xộp của đất đá  $= (0,6 \div 0,8)$

$h$  - chiều dài của đường cát,  $[m]$

Lực cắt được tính theo biểu thức sau :

$$F_c = f \cdot \frac{V_1 b}{h} \cdot 10^4 [N] \quad (4-6)$$

trong đó :  $f$  - suất lực cản cát của đất đá,  $[N/cm^2]$ .

Lực cản cát của các loại đất đá giới thiệu trong bảng 4-1. Tốc độ nâng của gầu được chọn theo kinh nghiệm và phụ thuộc vào năng suất của máy xúc. Đối với máy xúc có thể tích gầu xúc từ  $(0,25 \div 2)m^3$ ,  $v_g = (0,4 \div 0,5) m/s$  ; thể tích gầu xúc từ  $(2 \div 3)m^3$ ,  $v_g = (0,5 \div 0,9)m/s$  ; thể tích gầu xúc từ  $(3,5 \div 6)m^3$ ,  $v_g = (0,9 \div 1,6) m/s$ .

**Bảng 4-1**

Nhóm đất đá	Loại đất đá	Lực cản cát $[N/cm^2]$	Lực cản cát $[N/cm^2]$			
			gầu thuận	gầu ngược	gầu treo	Nhiều gầu xúc
I.	Cát, cát pha	$1 \div 5,5$	$16 \div 8$	$3 \div 12$	$4 \div 13$	$4 \div 13$
I.	Đất sét	$11 \div 17$	$12 \div 25$	$16 \div 30$	$14 \div 20$	$21 \div 40$
III.	Than đá	$16 \div 24$	$22 \div 36$	$25 \div 42$	$27 \div 45$	$55 \div 80$
IV.	Đá phiến, thạch cao, quặng					
	phốt pho, măng gan	$23 \div 40$	$33 \div 55$	$40 \div 55$	$58 \div 85$	$80 \div 100$
V	Than cứng	$30 \div 55$	$43 \div 75$	-	$48 \div 52$	$100 \div 220$
VI.	Than rất cứng	$50 \div 110$	$70 \div 140$	-	$80 \div 150$	-
VII	Đá cứng, đá macma	$100 \div 350$	$120 \div 450$	-	$100 \div 450$	$200 \div 600$

Mômen động cơ giữ gầu có tải trên không

$$M_d = \frac{(G_g + G + 0,5G_{tg})R_t \cdot g}{i\eta}, [Nm] \quad (4-7)$$

Mômen hạ gầu không tải

$$M_7 = \frac{(G_g + 0,5G_{tg})R_i \cdot \eta \cdot g}{i}, [\text{Nm}] \quad (4-8)$$

Tất cả các trị số của mômen động khi xây dựng biểu đồ phụ tải tối giản có thể lấy bằng :  $M_1 = 1,5M_2$  ;  $M_3 = 0,8M_2$  ;  $M_5 = 0,85M_4$  ;  $M_6 = M_2$  và  $M_8 = 1,5M_2$ .

Dựa trên biểu đồ phụ tải trên hình 4.5a có thể tính được mômen đẳng trị

$$M_{dt} = \frac{\sqrt{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + M_3^2 t_3 + M_4^2 t_4 + M_5^2 t_5 + M_6^2 t_6 + M_7^2 t_7 + M_8^2 t_8}}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8} \quad (4-9)$$

Để tính được thời gian quá độ ( $t_1$ ,  $t_3$ ,  $t_6$  và  $t_8$ ) trước hết phải tính thời gian làm việc ở chế độ xác lập. Thời gian đào  $t_2$  phụ thuộc vào độ dài đường cát h và tốc độ nâng gầu  $V_g$ . Thời gian giữ gầu trên không khi quay đi và quay lại  $t_4$  và  $t_7$  phụ thuộc vào tốc độ quay của cơ cấu quay bàn. Thời gian đổ tải  $t_5$  phụ thuộc vào thể tích của gầu xúc. Thời gian tổng thể của một chu kì có thể tính bằng :

$$t_{ck} = \sum t = (1,15 + 1,2) (t_2 + t_4 + t_5 + t_7) \quad (4-10)$$

Dựa trên  $M_{dt}$  và  $v_g$  có thể chọn được công suất động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ các máy xúc.

#### b) Động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gầu của máy xúc gầu thuận

Công suất động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gầu của máy xúc gầu thuận được xác định bởi các ngoại lực tác dụng lên tay gầu. Các lực đó thay đổi phụ thuộc vào vị trí của tay gầu so với cần của máy xúc, phụ thuộc vào chế độ làm việc của cơ cấu để tạo ra chuyển động tiến hoặc giữ tay gầu tại chỗ. Để cho tay gầu di chuyển được ra phía trước, cơ cấu đẩy tay gầu phải tạo ra một lực đẩy song song với trục tay gầu theo hướng đầu tay gầu ra đến gầu xúc.

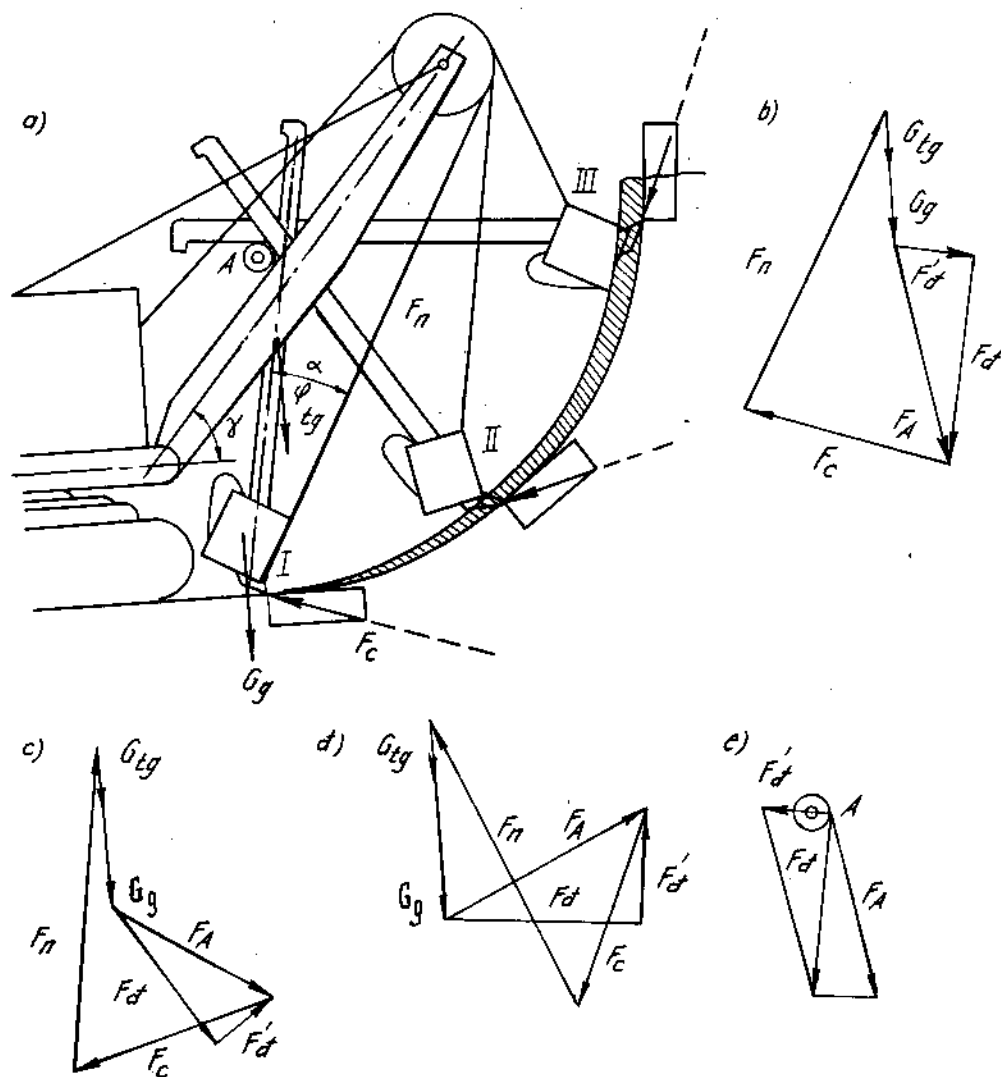
Thành phần lực chủ đạo để đẩy tay gầu là lực nâng  $F_n$ , tỉ lệ nghịch với góc  $\alpha$  (hình 4-6) và lớn hơn lực cản cát của đất đá  $F_c$ . Khi giữ gầu trên không, cơ cấu đẩy tay gầu chịu lực đẩy  $F_d$  do trọng lượng gầu, đất đá trong gầu, và lực nâng tác dụng lên tay gầu. Để tính chọn được công suất động cơ, cần phải tính được thành phần pháp tuyến và tiếp tuyến của  $F_d$  tại điểm A (hình 4-6a). Để thực hiện được điều đó phải tiến hành tổng hợp các thành phần lực ứng với các vị trí khác nhau của gầu xúc (hình 4-6b, c, d) :  $F_c$ ,  $G_n = F_n/g$ ,  $G_{tg}$  và  $G_g$ . Từ đó sẽ xác định được trị số và chiều dài của lực  $F_A$  tại điểm A. Thành phần lực cắt được tính theo biểu thức

$$F_c = \frac{1}{r} (G_n r_1 + G_{tg} \cdot r_2 + G_g \cdot r_3) g \quad (4-11)$$

Trong đó  $r$ ,  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  là cánh tay đòn của lực cát, lực nâng, trọng lượng tay gầu và gầu xúc so với trục của tay gầu.

Sau đó tiến hành phân tích lực  $F_A$  thành hai thành phần : lực  $F_d$  vuông góc với trục tay gầu và lực  $F_d$  song song với trục tay gầu (hình 4-6e). Ứng với trị trí I của tay gầu (hình 4-6a). Góc nghiêng của cần gầu lớn nhất  $\gamma = 60^\circ$ .

Để tính toán sự phụ thuộc giữa mômen và góc nâng  $\alpha$  của tay gầu cần phải xây dựng 8 ÷ 10 vị trí tay gầu. Sau đó xác định trị số của mômen  $M_2$  (xem hình 4-5b).



Hình 4-6. Phân tích lực của gầu khi xúc.

Thời gian làm việc  $t_2$  được tính bằng thời gian bốc xúc. Các trị số của mômen khác 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 chọn tiếp theo tương tự như tính chọn công suất động cơ cho cơ cấu nâng - hạ.

### c) Động cơ truyền động cơ cấu quay của máy xúc gầu thuận

Công suất động cơ truyền động cơ cấu quay của máy xúc gầu thuận phụ thuộc vào : mômen quán tính của các thành phần quay của máy xúc  $J$ , mômen cản tính  $M_c$ , tốc độ cực đại  $\omega_{\max}$  gia tốc khi tăng tốc và hãm, góc quay  $\beta$ . Qua kinh nghiệm vận hành và thiết kế hệ truyền động quay của máy xúc, trị số mômen cản tính  $M_c$  và mômen động của động cơ liên quan với nhau theo một tỉ lệ tương ứng. Bởi vậy chỉ cần tính  $M_c$ , sau đó có thể xác định được mômen động của động cơ. Mômen cản tính  $M_c$  tính theo các bước sau :

+ Chọn thời gian một chu kì làm việc  $t_{ck} = 10s$ .

$$+ \text{Thời gian quá trình bốc xúc } t_b = \frac{h}{v}$$

(h - chiều dài đường cát, v - tốc độ nâng gầu).

+ Tính thời gian đổ tải  $t_d$

+ Tính thời gian quay

$$t_q = \frac{t_{ck} - t_b - t_d}{1 + \sqrt[3]{J_o/J}} \quad (4-12)$$

Trong đó :  $J_o$  - mômen quán tính khi không tải,  $[kgm^2]$

$J$  - mômen quán tính khi có tải,  $[kgm^2]$

+ Tính công suất cực đại của động cơ truyền động

$$P_{max} = \frac{J(1,37 + \eta^2)\beta^2}{0,736 a^3 \eta} \quad (4-13)$$

Trong đó :  $\eta$  - hiệu suất của cơ cấu quay

$\beta$  - góc quay của máy xúc  $[rad]$

a - hệ số có tính đến dạng đặc tính cơ của các hệ truyền động (a = 26,5 hệ truyền động xoay chiều dùng động cơ KDB ; a = 40,7 - hệ truyền động F - Đ và a = 65,5 đối với hệ truyền động F - Đ có khuếch đại trung gian). Hiệu suất  $\eta = 0,85 \div 0,9$ . Góc quay  $\beta = 90 \div 110^\circ$ .

6. Tốc độ cực đại được tính theo biểu thức sau :

$$\omega_{max} = \frac{\sqrt{c P_{max} \cdot \eta \cdot \beta \cdot 0,736}}{J(1,37 + \eta^2)} \quad (4-14)$$

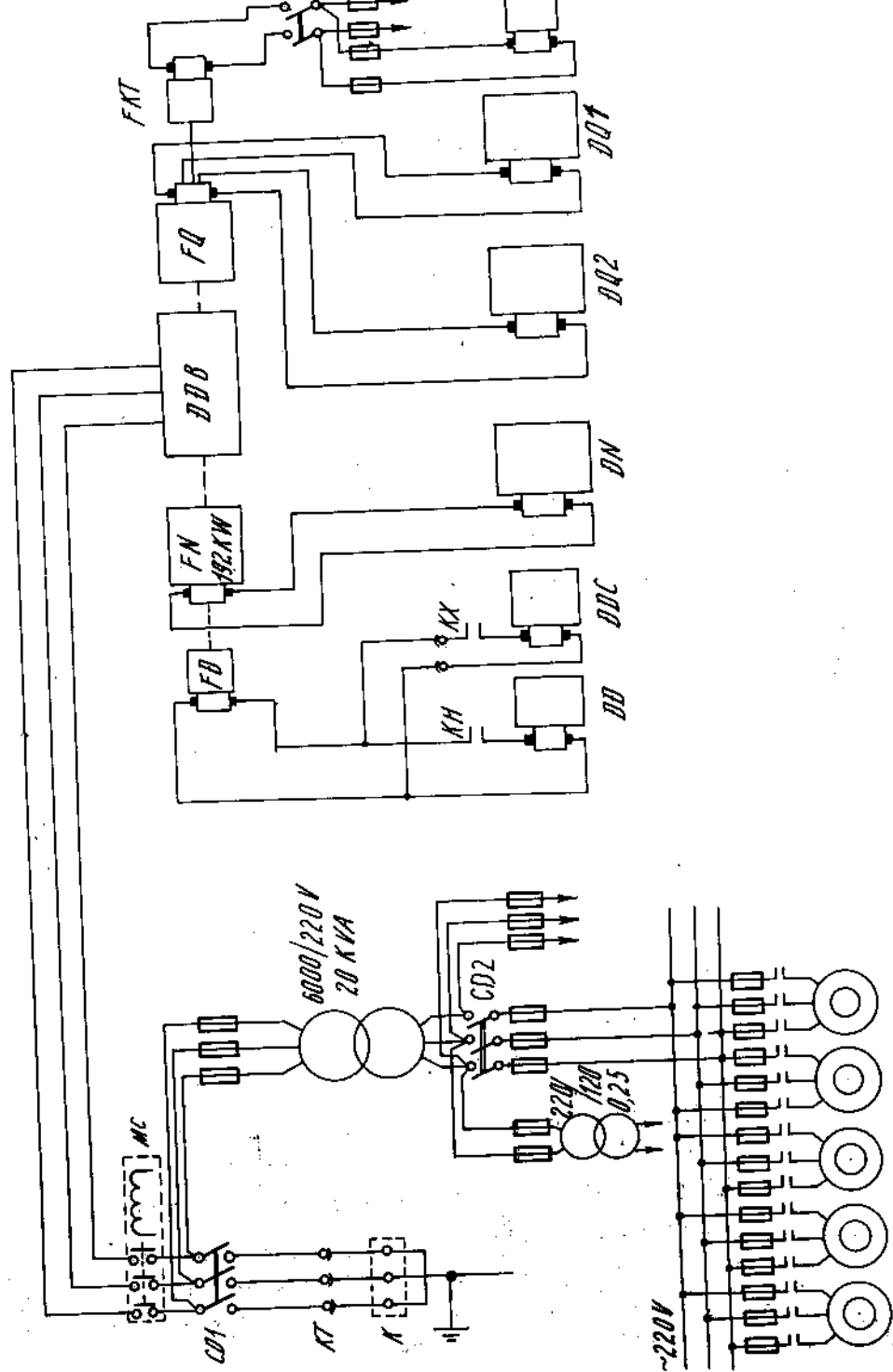
Trong đó hệ số c có tính đến dạng đặc tính cơ của hệ truyền động (c = 87,5 hệ truyền động xoay chiều dùng động cơ KDB ; c = 137 hệ truyền động F - Đ ; c = 220,5 hệ truyền động F - Đ có khuếch đại trung gian).

Theo kết quả  $P_{max}$  và  $\omega_{max}$  để chọn công suất động cơ truyền động cơ cấu quay bàn.

## §4.5. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY XÚC MỘT GÀU THUẬN ЭКГ - 4

Trên máy xúc ЭКГ - 4, để truyền động các cơ cấu chính của máy xúc dùng hệ truyền động một chiều : hệ máy phát ba cuộn dây - động cơ. Hệ thống mạch lực của máy xúc được giới thiệu trên hình 4-7. Nguồn cung cấp 6kV cấp cho máy xúc qua hệ thống tiếp điện KT. Máy cắt ít dầu MC đóng nguồn cấp cho động cơ kéo động cơ đồng bộ ĐDB có công suất  $P = 250kW$ . Cầu dao CD để đóng nguồn cấp cho mạch chiếu sáng và các động cơ phụ khác : bơm dầu, quạt gió v.v...

Động cơ đồng bộ ĐDB kéo ba máy phát của ba cơ cấu chính FN ( $P = 112kW$ ) ; FD ( $P = 40kW$ ) FQ ( $P = 80kW$ ) và một máy phát kích từ FKT ( $R = 12kW$ ) cấp nguồn kích từ cho các động cơ và động cơ đóng mở đáy gầu. Động cơ truyền động cơ cấu nâng - hạ ( $P = 125kW$ ) nhận nguồn cấp từ máy phát FN. Động cơ truyền động cơ cấu đẩy tay gầu DD và động cơ truyền động cơ cấu di chuyển ĐDC nhận nguồn cấp

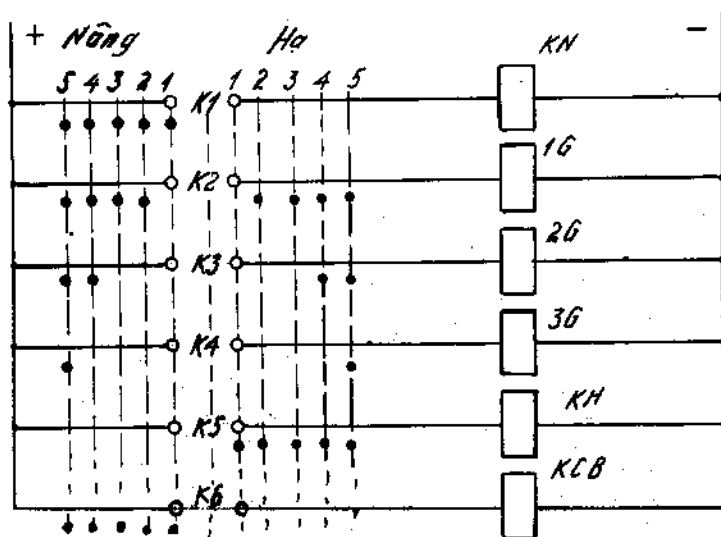
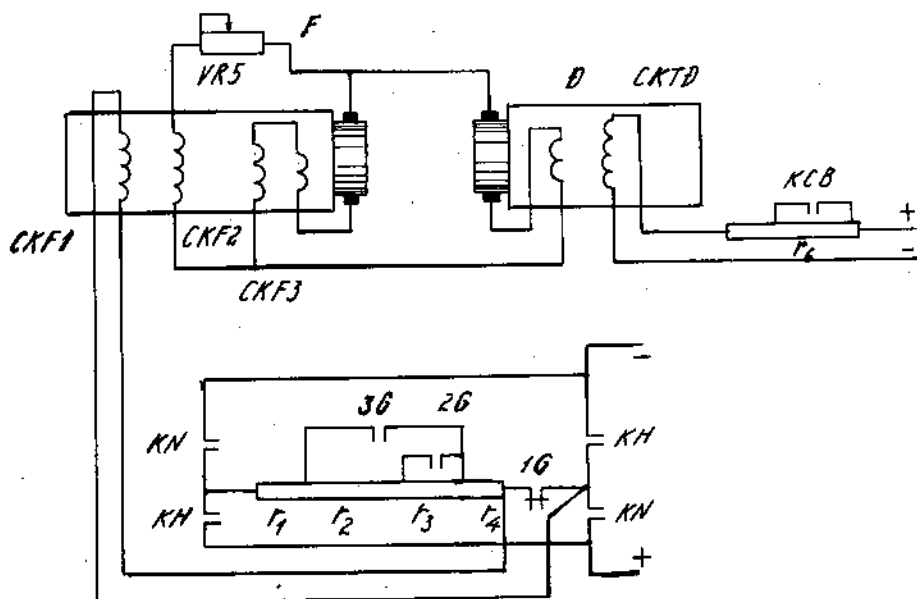


Hình 4-7. Sơ đồ mạch lực máy xúc ĐKT - 4.

từ máy phát FD. Hai động cơ truyền động cơ cấu quay bàn ĐQ1 và ĐQ2 nhận nguồn cấp từ máy phát FQ.

Mỗi động cơ truyền động có một sơ đồ khống chế riêng, khác nhau không đáng kể về nguyên lí. Trên hình 4-8 là sơ đồ khống chế hệ truyền động máy phát ba cuộn dây - động cơ điện một chiều truyền động cơ cấu nâng - hạ. Điều khiển động cơ bằng bộ khống chế chỉ huy có 5 vị trí nâng và 5 vị trí hạ. Điều chỉnh tốc độ động cơ và đảo





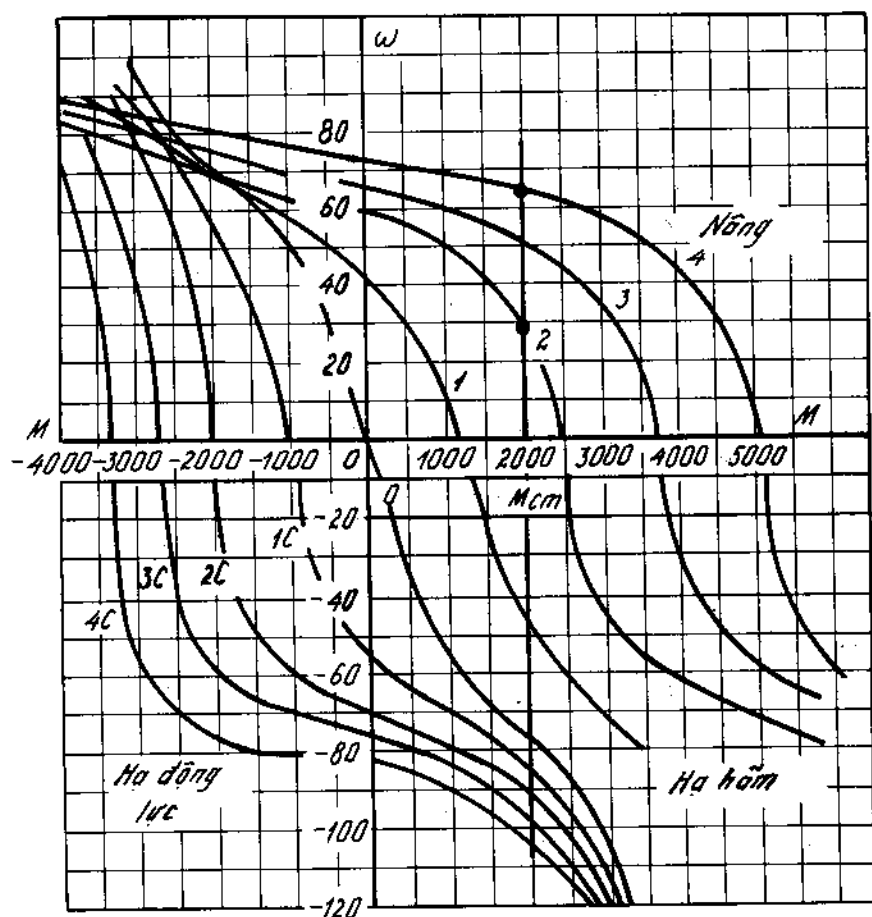
Hình 4-8. Sơ đồ mạch điều khiển cơ cấu nâng - hạ của máy xúc ĐKT - 4.

chiều quay thực hiện bằng cách thay đổi trị số và cực tính của dòng điện trong cuộn kích từ độc lập CKF1 của máy phát. Cuộn kích từ song song của máy phát CKF2 đấu vào phần ứng của động cơ truyền động qua biến trở VR5. Còn cuộn kích từ nối tiếp của máy phát CKF3 đấu nối tiếp với hệ thống mạch lực F - D.

Cuộn kích từ độc lập của máy phát CKF-1 được cấp nguồn độc lập từ máy phát kích từ FKT. Sức từ động trong cuộn CKF1 và CKF2 cùng chiều nhau, còn sức từ động trong cuộn CKF3 ngược chiều với hai cuộn trên. Sức từ động tổng của máy phát bằng :

$$F_{\Sigma} = F_{CKF1} + F_{CKF2} - F_{CKF3} \quad (4-15)$$

Đảo chiều quay động cơ bằng các công tắc tơ KN và KH ; điều chỉnh tốc độ bằng các công tắc tơ gia tốc  $G_1 + G_3$ .



Hình 4-9. Các đường đặc tính cơ của cơ cấu nâng - hạ gầu của máy xúc 3KT - 4.

Do tính chất khử từ của cuộn kích từ CKF3, tốc độ động cơ sẽ giảm khi tải của động cơ tăng. Tác dụng của CKF3 sẽ hạn chế được trị số mômen dừng ở trị số cho phép  $M_d = (1,5 \div 2) M_{dm}$ , tạo ra đường đặc tính cơ gãy gục khi quá tải.

Chuyển bộ không chế chỉ huy sang vị trí "1" bên trái, cuộn dây côngtắc tơ KN có điện. Dòng điện trong cuộn kích từ CKF1 nhỏ nhất. (cuộn dây đầu nối tiếp qua các điện trở  $r_1, r_2, r_3$  và  $r_4$ ). Mômen do động cơ sinh ra bằng  $0,5M_{dm}$ , tốc độ động cơ thấp nhất (đường đặc tính 1 trên hình 4-9) để kéo căng cáp, khắc phục khe hở trong các khâu truyền lực và đưa gầu xúc ăn từ từ vào đất đá, bắt đầu quá trình bốc xúc. Nếu chuyển dần bộ không chế chỉ huy sang vị trí "2", "3", "4", "5" tốc độ động cơ tăng dần ứng với các đường đặc tính 2, 3, 4 (hình 4-9). Khi chuyển bộ không chế chỉ huy về vị trí "0" các côngtắc tơ gia tốc 3G, 2G và 1G lần lượt mất điện, động cơ chuyển sang chế độ hãm động năng (đường đặc tính 0 trên hình 4-9). Hạ gầu bằng cách quay bộ không chế chỉ huy sang năm vị trí bên phải. Công tắc tơ KH có điện đóng cuộn kích từ CKF1 vào điện áp cực tính ngược lại (các đặc tính cơ 1C + 4C trên hình 4-9). Trong các vị trí này công tắc tơ KCB mất điện, điện trở  $r_7$  được đấu vào cuộn kích từ của động cơ CKTD làm cho từ thông kích từ giảm, tăng tốc độ hạ gầu.

## §4.6. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY XÚC ЭКГ - 4, 6

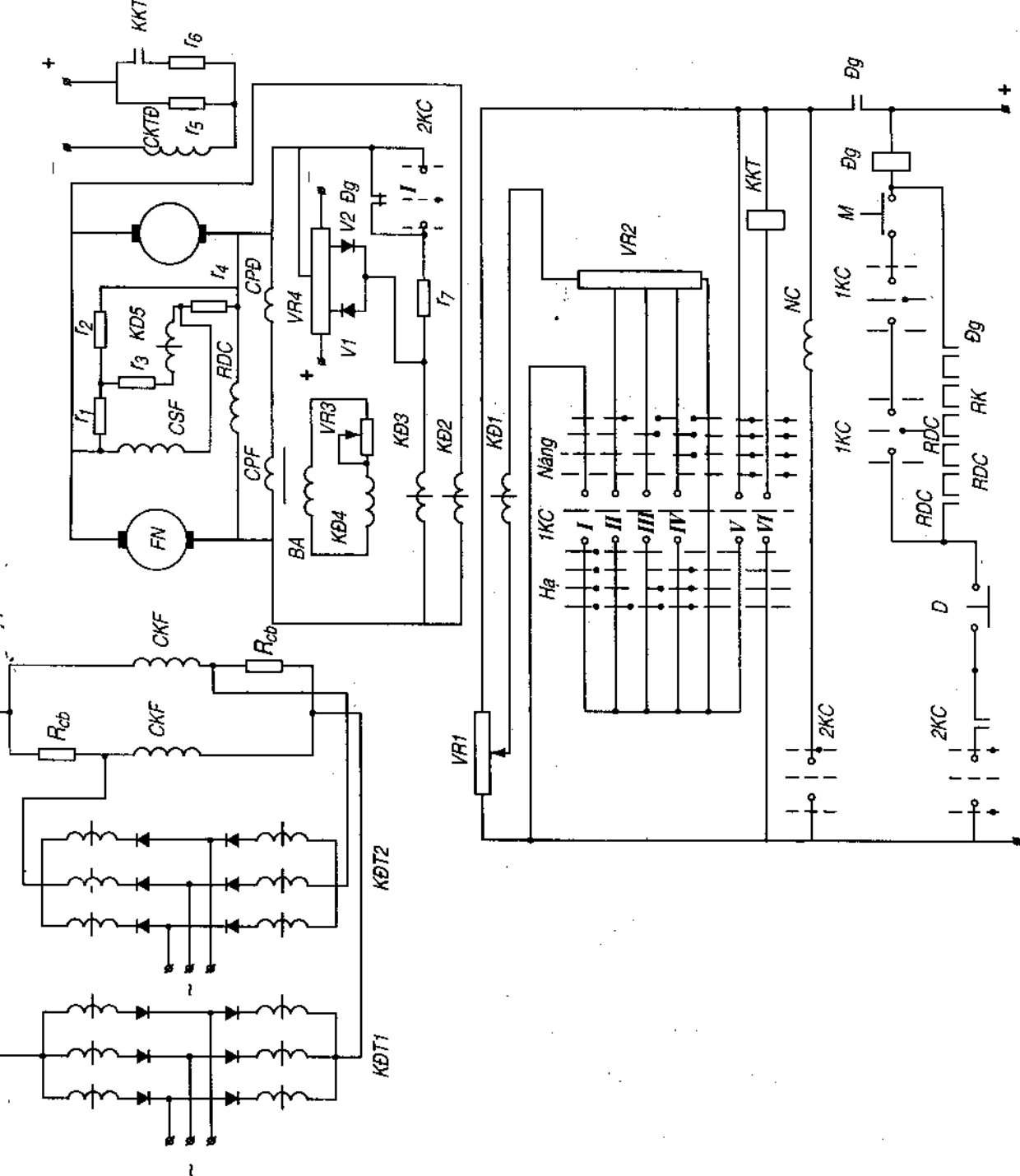
Máy xúc ЭКГ - 4, 6 là có máy xúc có công suất trung bình với thể tích gầu xúc  $4,6\text{m}^3$ . Mức độ trang bị điện - điện tử gần giống như máy xúc ЭКГ - 4. Các cơ cấu chính của máy xúc đều có một hệ truyền động riêng rẽ. Trong máy xúc này dùng hệ truyền động máy phát - động cơ có khuếch đại từ lực (KĐT).

Các cơ cấu chính của máy xúc đều dùng một hệ truyền động cơ sơ đồ nguyên lý giống nhau. Hệ truyền động cơ cấu nâng - hạ được biểu diễn trên hình 4-10.

Máy phát FN có hai cuộn kích từ : cuộn kích từ song song CSF làm nhiệm vụ tự kích, làm giảm công suất kích từ của cuộn kích từ độc lập và hạn chế gia tốc trong chế độ quá độ. Nếu không có kích từ CSF, sức điện động của máy phát tăng rất nhanh trong quá trình khởi động do tốc độ gia tăng của cuộn kích từ độc lập CKF. Cuộn tích từ độc lập của máy phát phân thành hai nửa và hai điện trở cân bằng  $R_{cb}$  đấu thành mạch cầu (điện trở  $R_{cb}$  bằng điện trở cuộn kích từ). Hai đường chéo của cầu đấu vào điện áp ra của hai khuếch đại từ KĐT1 và KĐT2. Khuếch đại từ có năm cuộn không chế KD1 ÷ KD5 (không kể cuộn chuyển dịch). Hệ truyền động làm việc ổn định và tạo ra họ đặc tính cơ phù hợp với yêu cầu công nghệ máy xúc nhờ tác dụng kết hợp của các cuộn không chế của khuếch đại từ.

Quá trình khởi động, điều chỉnh tốc độ, đảo chiều quay và hãm động cơ truyền động thực hiện bằng cách thay đổi trị số và chiều dòng điện trong cuộn chủ đạo KD1 bằng bộ không chế chỉ huy 1KC.

Cuộn chủ đạo KD1 được đấu vào phần ứng của máy phát kích FKT qua hai biến trở VR1 và VR2. Trị số và chiều dòng điện trong cuộn chủ đạo KD1 thay đổi nhờ bộ không chế chỉ huy 1KC mà không cần đến công tắc tơ đảo chiều. Bộ không chế chỉ huy 1KC có 4 vị trí về chiều nâng và 4 vị trí về chiều hạ : 1KCI, 1KCII, 1KCIII, 1KCIV, 1KCV, 1KCVI (trong đó 1KCI, 1KCV để đảo chiều quay, 1KCVI để giảm kích từ động cơ khi hạ gầu). Bốn tiếp điểm còn lại tương ứng với 4 cấp tốc độ của động cơ ĐN. Tăng tốc độ động cơ ĐN thực hiện bằng cách ngắn mạch dẫn chiết áp VR2 đấu nối tiếp trong cuộn không chế KD1 bằng các tiếp điểm 1KCII, 1KCIII và 1KCIV. Cuộn không chế KD5 là cuộn phản hồi điện áp máy phát. Cuộn đó được nối vào đường chéo cầu cân bằng tạo bởi các vai cầu : CSF, các điện trở  $r_1$ ,  $r_2$  và  $r_4$ . Ở chế độ làm việc ổn định, sức từ động trong cuộn CSF bằng không. Khi điện áp phát ra của máy phát dao động, điện cảm của cuộn CSF thay đổi làm cầu mất cân bằng và xuất hiện dòng điện trong cuộn KD5. Cuộn không chế KD5 thực hiện khâu phản hồi mềm điện áp máy phát. Cuộn không chế KD4 là cuộn phản hồi mềm dòng điện động cơ, được đấu vào cuộn thứ cấp của biến áp ổn định BA nối tiếp với biến trở VR3 để hiệu chỉnh gia tốc, tăng êm mômen. Cuộn sơ cấp của biến áp BA là cuộn phụ của máy phát CPF. Cuộn không chế KD3 là cuộn phản hồi âm dòng điện có ngắt hạn chế dòng điện dừng đến trị số cho phép  $I_d = (2,4 \div 2,7) I_{dm}$  và nâng cao độ cứng của đường đặc tính cơ khi trị số dòng điện của động cơ nằm trong phạm vi  $I = (1,7 \div 1,4) I_{dm}$ , đồng thời nó thực hiện chức năng giảm nhanh dòng điện dư trong mạch phần ứng khi phanh dừng. Lúc này cuộn không chế KD3 được đấu trực tiếp vào mạch phần ứng của động cơ qua tiếp điểm thường kín Đg hoặc 2KC không qua khâu ngắt (VR4, V1 và V2). Cuộn KD2 là cuộn phản hồi âm điện áp thực hiện chức năng dập điện áp dư của máy phát



Hình 4-10. Hệ truyền động cơ cấu nâng - hạ gầu của máy xúc ĐKT - 4, 6.

và tạo quá trình cường bức kích từ, giảm thời gian quá độ. Cuộn kích từ của động cơ CKTD đấu vào nguồn độc lập 110V qua hai điện trở  $r_5$  và  $r_6$ . Khi động cơ truyền động làm việc ở chế độ nâng, cuộn dây của công tắc tơ KKT có điện, cuộn dây kích từ động cơ đấu vào nguồn cấp nối tiếp với  $r_5$  và  $r_6$ . Từ thông kích từ động cơ bằng giá trị định mức. Khi động cơ làm việc ở chế độ hạ gầu, KKT mất điện, từ thông kích từ của động cơ giảm, tăng tốc độ hạ gầu.

## **Chương 5**

# **TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CÁC THIẾT BỊ VẬN TẢI LIÊN TỤC**

### **§5.1. KHÁI NIỆM CHUNG VÀ PHÂN LOẠI**

Các thiết bị vận tải liên tục thường dùng để vận chuyển thể hạt, cục kích thước nhỏ, chuyên chở các chi tiết ở dạng thành phẩm và bán thành phẩm, chở hành khách theo một cung đường nhất định không có trạm dừng giữa đường. Thiết bị vận tải liên tục bao gồm : băng tải, băng chuyển, băng gầu, đường goòng treo và thang chuyển. Các thiết bị vận tải liên tục có năng suất cao so với các phương tiện khác, nhất là ở các vùng núi non hay địa hình phức tạp.

Băng tải dùng để vận chuyển vật liệu dạng hạt và cục kích thước nhỏ.

Băng chuyển dùng để vận tải các vật thành phẩm và bán thành phẩm trong các phân xưởng, nhà máy sản xuất theo dây chuyền.

Băng gầu dùng để vận tải vật thể dạng hạt theo phương thẳng đứng. Bộ phận bốc hàng là những gầu nhỏ.

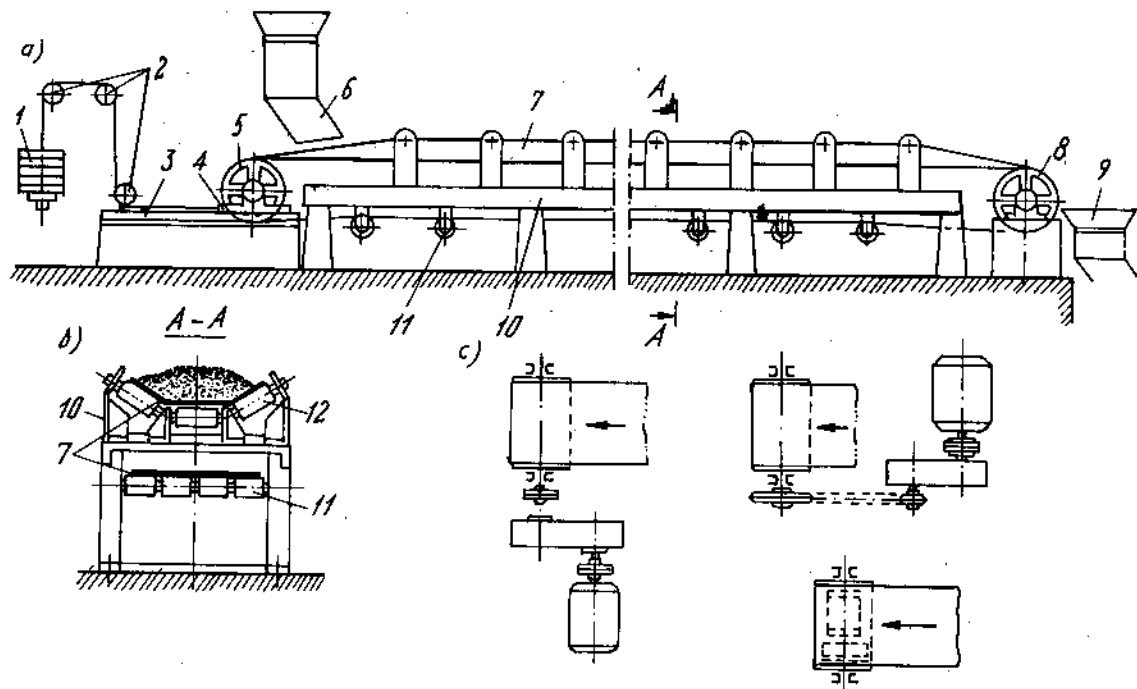
Đường goòng treo dùng để chở hàng và vận chuyển hành khách ở những địa hình phức tạp, núi non hiểm trở.

Thang chuyển dùng để chuyên chở hành khách trong các cửa hàng siêu thị, các tòa thị chính, nơi có lưu lượng hành khách lớn và trong các nhà ga tàu điện ngầm.

### **§5.2. CẤU TẠO VÀ THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA CÁC THIẾT BỊ VẬN TẢI LIÊN TỤC**

#### **1. Băng tải**

Băng tải là thiết bị vận tải liên tục dùng để chuyên chở hàng dạng hạt, cục theo phương nằm ngang, hoặc theo mặt phẳng nghiêng (góc nghiêng không lớn hơn  $30^\circ$ ). Kết cấu của một băng tải cố định được biểu diễn trên hình 5-1. Băng tải 7 chở hàng di chuyển trên các con lăn đỡ 12 và con lăn đỡ dưới 11. Các con lăn lắp trên một khung làm giá đỡ 10. Truyền động kéo băng tải nhờ hai tang : tang chủ động 8 và tang thụ động 5. Tang chủ động 8 gá chặt trên hai giá đỡ và nối với trục động cơ truyền động qua hộp giảm tốc. Tạo ra sức căng ban đầu của băng tải nhờ cơ cấu kéo căng gồm đối trọng 1, cơ cấu định vị và dẫn hướng 2, 3 và 4. Băng tải vận chuyển hạt từ phễu 6 đến đổ ở máng 9.



Hình 5-1. Kết cấu của băng tải cố định.

Năng suất của băng tải được tính theo biểu thức :

$$Q = \vartheta \cdot v, [\text{kg/s}] \text{ hay } Q = \frac{3600 \vartheta v}{1000} = 3,6 \vartheta \cdot v, [\text{tấn/h}] \quad (5.1)$$

Trong đó :  $\vartheta$  - Khối lượng tải theo chiều dài,  $[\text{kg/m}]$

$v$  - tốc độ di chuyển của băng,  $[\text{m/s}]$

Khối lượng tải theo chiều dài của băng được tính theo biểu thức :

$$\vartheta = S \cdot \gamma \cdot 10^3 \quad (5.2)$$

Trong đó :  $\gamma$  - Khối lượng riêng của vật liệu,  $[\text{tấn/m}^3]$ .

$S$  - tiết diện cắt ngang của vật liệu trên băng,  $[\text{m}^2]$

## 2. Băng gầu

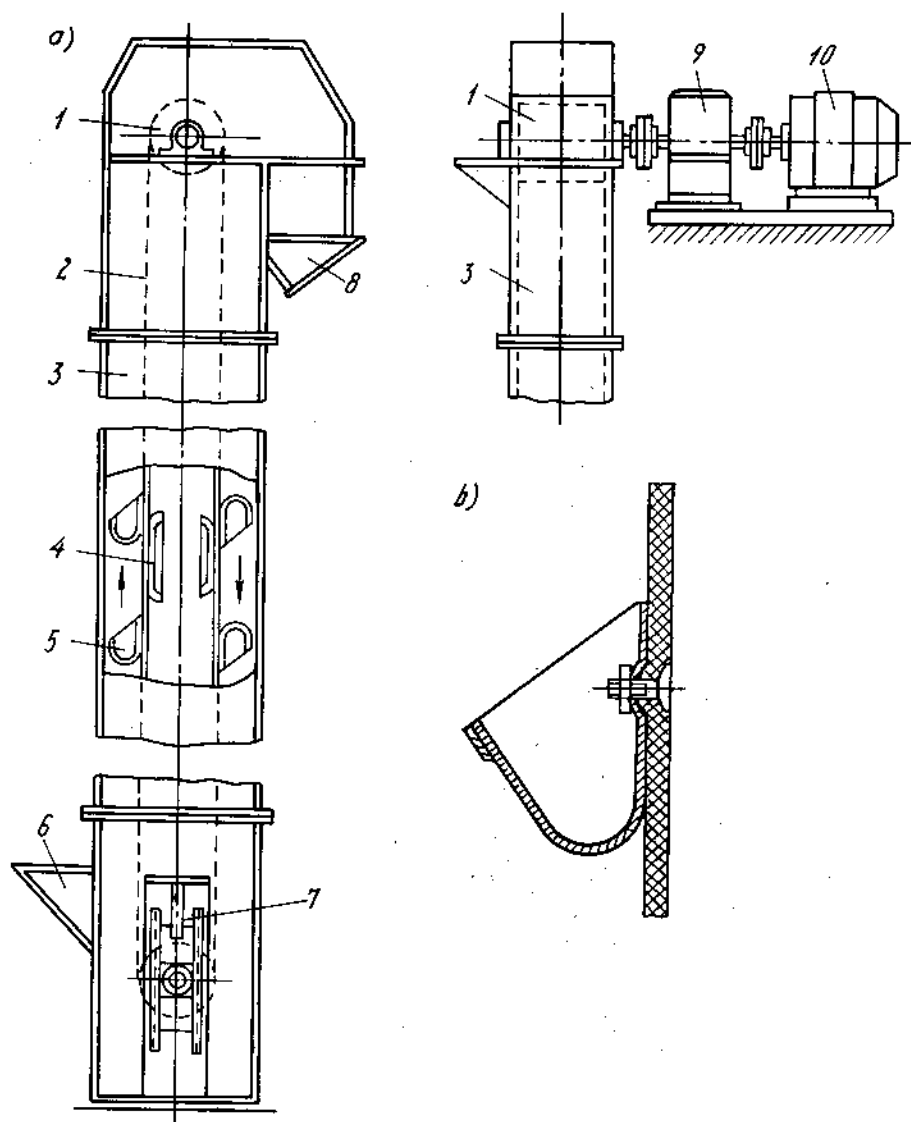
Băng gầu dùng để vận chuyển vật dạng hạt theo phương thẳng đứng hoặc theo mặt phẳng nghiêng lớn (góc nghiêng lớn hơn  $60^\circ$ ). Kết cấu của băng gầu biểu diễn trên hình 5-2. Nó bao gồm một xích kéo khép kín 2 và vắt qua hoa cúc của tang quay 1. Phần chuyển động băng gầu được bao che kín bằng hộp đáy 3 và cơ cấu dẫn hướng 4. Các gầu xúc 5 được gá cố định với cơ cấu kéo của băng gầu. Tang chủ động (hoặc hoa cúc) 1 được nối với động cơ truyền động 10 qua hộp giảm tốc 9. Vật được vận chuyển từ ống 6 và đổ vào ống 8. Tốc độ di chuyển của băng gầu có thể chọn từ  $0,85 \div 1,25 \text{ m/s}$

Năng suất của băng gầu xác định theo biểu thức sau :

$$Q = \frac{i \psi \gamma}{l_k} \cdot v \cdot 3600, [\text{tấn/h}] \quad (5.3)$$

Trong đó :  $i$  - thể tích của mỗi gầu,  $[\text{m}^3]$

$\psi$  - hệ số lấp đầy gầu, trị số khoảng  $(0,4 \div 0,8)$



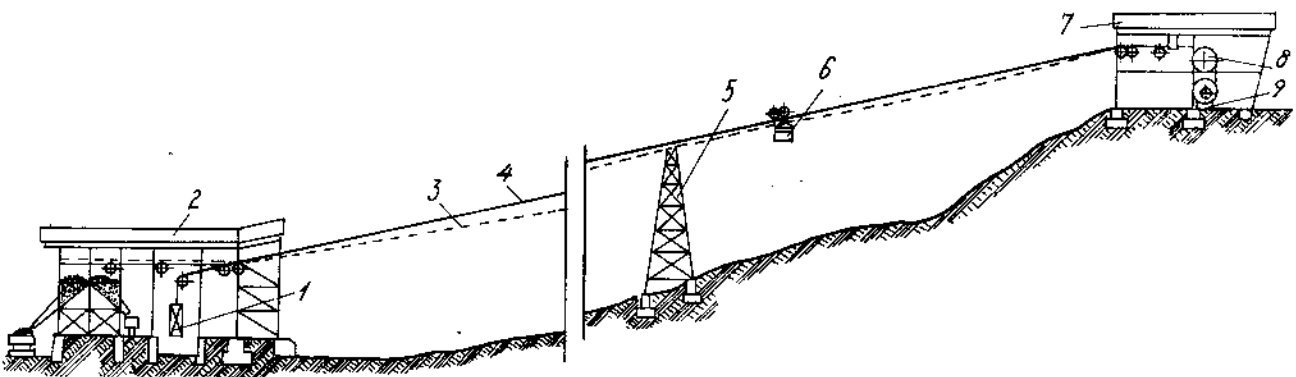
Hình 5-2. Kết cấu của băng gầu.

- $\gamma$  - Khối lượng riêng của vật dạng hạt, (tấn/m<sup>3</sup>)  
 $l_k$  - Cự li giữa các gầu, [m]  
 $v$  - Vận tốc di chuyển, [m/s].

### 3. Đường gòong treo

Đường gòong treo thường được chế tạo theo hai kiểu : đường gòong một cáp và đường gòong hai cáp kéo. Cấu tạo của đường gòong treo hai cáp được biểu diễn trên hình 5-3.

Đường gòong có hai ga : ga nhận hàng 7 và ga dỡ hàng 2, giữa hai ga đó căng hai đường cáp : cáp mang 4 và cáp kéo 3. Để tạo ra lực căng của cáp ở trạm 2 có cơ cấu kéo căng cáp 1. Ở giữa khoảng cách hai ga có các giá đỡ cáp trung gian 5. Cáp kéo 3 được thiết kế thành một mạch kín liên kết với cơ cấu truyền động 8 và động cơ truyền động 9. Các toa hàng 6 được gắn vào cáp kéo 3 và di chuyển theo cáp mang 4.



Hình 5-3. Cấu tạo đường goòng treo hai cấp.

Số lượng toa hàng đi đến ga có thể chọn  $(60 \div 150)$  toa/h với thời gian gián cách  $t = (20 \div 60)$  s. Năng suất của đường goòng treo được tính theo biểu thức

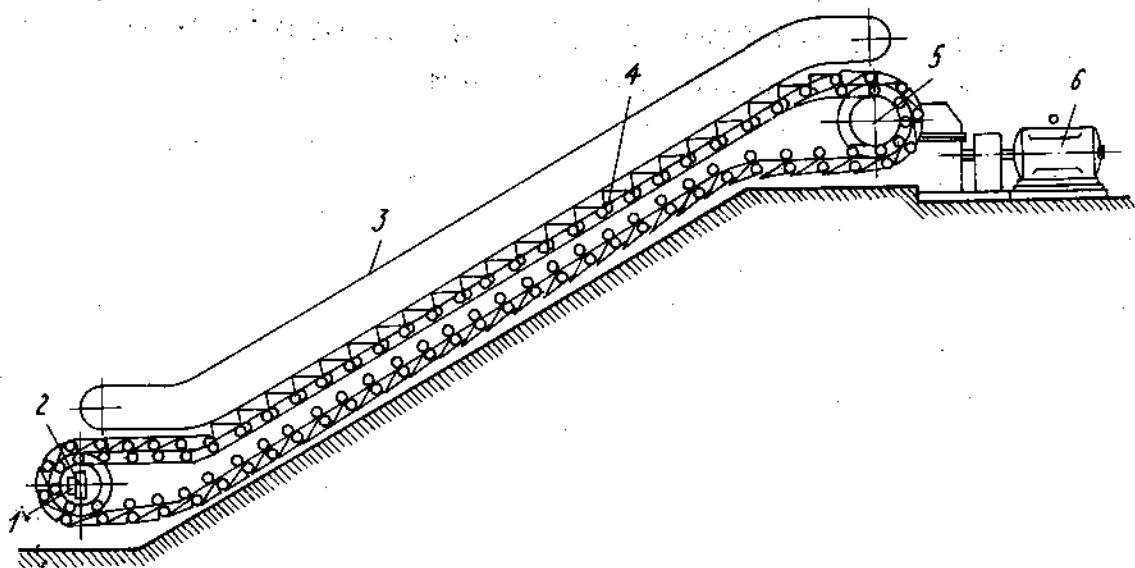
$$Q = \frac{3600}{t} G, [\text{tấn/h}] \quad (5.4)$$

Trong đó :  $t$  - Thời gian gián cách giữa hai toa hàng, [s]

$G$  - Khối lượng tải của một toa hàng, [tấn]

#### 4. Thang chuyển

Thang chuyển là một loại cầu thang di chuyển liên tục dùng để chuyên chở hành khách. Tốc độ di chuyển của thang chuyển  $v = (0,5 \div 1)\text{m/s}$ . Cấu tạo và kết cấu của thang chuyển giới thiệu trên hình 5-4. Động cơ truyền động 6 được lắp ở đầu trên của thang chuyển truyền lực cho trục chủ động 5. Các bậc thang của thang chuyển 4 liên kết thành một mạch xích khép kín từ trục chủ động 5 đến trục thụ động 2. Ở trục thụ động có cơ cấu tạo lực căng cho thang chuyển 1. Để đảm bảo an toàn cho hành khách, hai bên thang có tay vịn 3 di chuyển đồng thời với các bậc thang.



Hình 5-4. Kết cấu của thang chuyển.



Năng suất của thang chuyển được tính theo biểu thức sau :

$$Q = \frac{1}{m_b} \cdot m_k \cdot v \cdot \varphi \cdot 3600, [\text{người/h}] \quad (5-5)$$

Trong đó :  $\varphi$  - hệ số lấp đầy khách của thang chuyển

$v$  - tốc độ di chuyển, [m/s]

$1/m_b$  - số bậc thang của thang chuyển trên một đơn vị mét dài

$m_k$  - số khách trên một bậc thang.

### §5.3. NHỮNG YÊU CẦU 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 hầu hết các thiết bị vận tải liên tục không yêu cầu điều chỉnh tốc độ. Trong các phân xưởng sản xuất theo dây chuyền có nơi yêu cầu dải điều chỉnh tốc độ  $D = 2 : 1$  để tăng nhịp độ làm việc của toàn bộ dây chuyền khi cần thiết.

Hệ truyền động các thiết bị liên tục cần đảm bảo khởi động dể tải. Mômen khởi động của động cơ  $M_{kd} = (1,6 \div 1,8) M_{dm}$ . Bởi vậy, nên chọn động cơ truyền động thiết bị vận tải liên tục là động cơ có hệ số trượt lớn, rãnh stator sâu để có mômen mở máy lớn.

Nguồn cung cấp cho động cơ truyền động các thiết bị vận tải liên tục cần có dung lượng đủ lớn, đặc biệt là đối với công suất động cơ  $\geq 30$  kW, để khi mở máy không ảnh hưởng đến lưới điện và quá trình khởi động được thực hiện nhẹ nhàng và dễ dàng hơn.

### §5.4. TÍNH CHỌN CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG THIẾT BỊ VẬN TẢI LIÊN TỤC

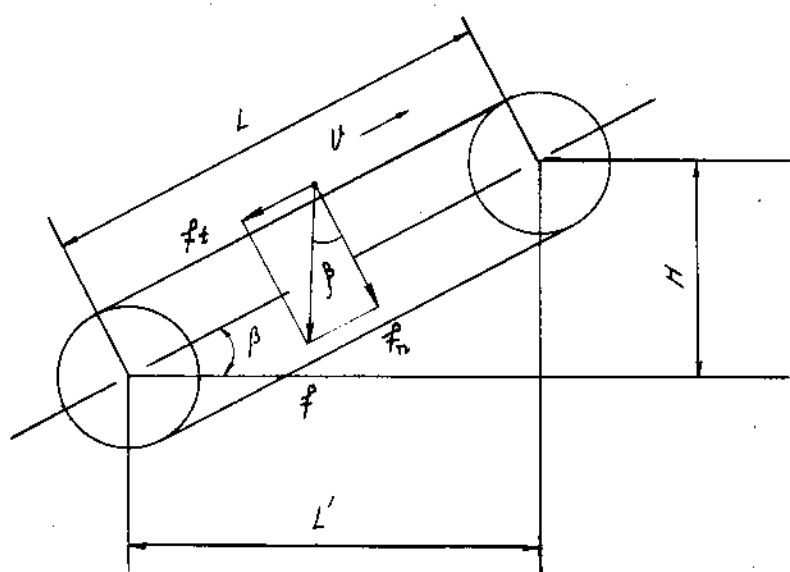
Tính chọn công suất động cơ truyền động thiết bị vận tải liên tục thường theo công suất cần tính. Chế độ quá độ không tính đến vì số lần đóng cắt ít, không ảnh hưởng đến chế độ tải của động cơ truyền động. Phụ tải của thiết bị vận tải liên tục thường ít thay đổi trong quá trình làm việc nên không cần thiết phải kiểm tra theo điều kiện phát nóng và quá tải. Trong điều kiện làm việc nặng nề của thiết bị, cần kiểm tra theo điều kiện mở máy.

Sau đây là phương pháp tính chọn công suất động cơ truyền động băng tải. Trên hình 5-5 cho thấy : Một lực bất kì  $\vec{f}$  theo phương thẳng đứng đặt trên mặt nghiêng, có thể phân thành 2 thành phần

$$\vec{f} = \vec{f}_n + \vec{f}_t \quad (5-6)$$

$\vec{f}_n$  vuông góc với mặt nghiêng,

$\vec{f}_t$  song song với mặt nghiêng.



Hình 5-5. Sơ đồ tính toán lực của băng tải.

$$F_1 = L \cdot \vartheta \cdot \cos \beta \cdot k_1 g = \vartheta L' k_1 g \quad (5-7)$$

vì thành phần pháp tuyến  $|\vec{F}_n| = L \cdot \vartheta \cdot \cos \beta \cdot g$  tạo ra lực cản (ma sát) trong các ổ đỡ và ma sát giữa băng tải và các con lăn.

Trong đó :  $\beta$  - góc nghiêng của băng tải

$L$  - chiều dài băng tải

$\vartheta$  - khối lượng vật liệu trên 1m băng tải

$k_1$  - hệ số tính đến lực cản khi dịch chuyển vật liệu  $k_1 = 0,05$

Công suất cần thiết để dịch chuyển vật liệu là :

$$P_1 = F_1 \cdot v = \vartheta \cdot L' \cdot k_1 \cdot v \cdot g \quad (5-8)$$

Lực cản do các loại ma sát sinh ra khi băng tải chuyển động không tải sẽ là :

$$F_2 = 2L\vartheta_b \cos \beta k_2 g = 2L' \cdot \vartheta_b \cdot k_2 \cdot g \quad (5-9)$$

$k_2$  - hệ số tính đến lực cản khi không tải.

$\vartheta_b$  - khối lượng băng tải trên 1 mét chiều dài băng. Công suất cần thiết để khắc phục các lực cản ma sát :

$$P_2 = F_2 v = 2L' \cdot \vartheta_b \cdot k_2 \cdot v \cdot g \quad (5-10)$$

Lực cần thiết nâng vật :

$$F_3 = \pm L \vartheta \cdot \sin \beta \cdot g \quad (5-11)$$

Trong biểu thức (5-11) lấy dấu cộng (+) khi tải đi lên và dấu trừ (-) tương ứng với tải đi xuống.

Công suất nâng băng :

$$P_3 = F_3 \cdot v = \pm \vartheta H v g \quad (5-12)$$

Khi tính chọn công suất động cơ truyền động băng tải, thường tính theo các thành phần sau :

a. Công suất  $P_1$  để dịch chuyển vật liệu.

b. Công suất  $P_2$  để khắc phục tổn thất do ma sát trong các ổ đỡ, ma sát giữa băng tải và các con lăn khi băng tải chạy không.

c. Công suất  $P_3$  để nâng tải (nếu là băng tải nghiêng)

Lực cần thiết để dịch chuyển vật liệu là :

Công suất tính của băng tải :

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = (\partial L'k_1 + 2L'\partial_b k_2 \pm \partial H)g \cdot v \quad (5-13)$$

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

$$P_{dc} = k_3 \cdot \frac{P}{\eta} \quad (5-14)$$

Trong đó  $k_3$  - hệ số dự trữ về công suất ( $k_3 = 1,2 \div 1,25$ )

$\eta$  - Hiệu suất truyền động.

## §5.5. TRẠNG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ BĂNG TẢI

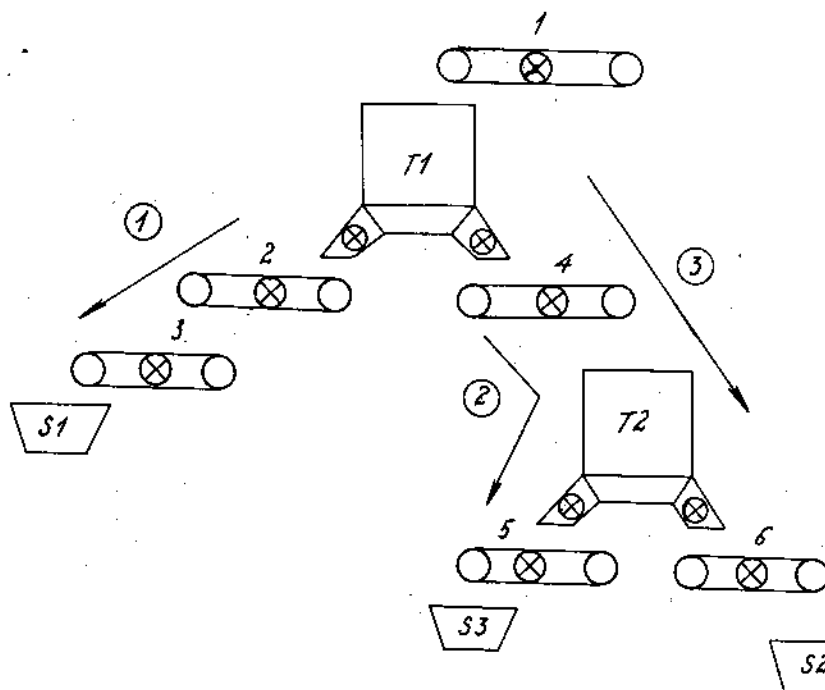
Khống chế tự động một hệ truyền động băng tải phải theo yêu cầu công nghệ của đối tượng mà băng tải phục vụ.

Các nguyên tắc chính khi thiết kế hệ thống khống chế băng tải là :

1. Thứ tự khởi động các băng tải ngược chiều với dòng chuyển dịch vật liệu.
2. Dừng băng tải bất kỳ nào đó chỉ được phép khi băng tải trước nó đã dừng.
3. Phải có cảm biến về tốc độ của mỗi băng tải và các cảm biến báo có tải trên băng hoặc trong các thùng chứa.

Sau đây sẽ nghiên cứu hệ thống tự động khống chế băng tải có ba dòng dịch chuyển vật liệu. Sơ đồ công nghệ ở hình 5-6 và sơ đồ nguyên lý ở hình 5-7. Vật liệu được vận tải từ băng tải 1 (hình 5-6) đổ vào thùng phân phối  $T_1$ . Sau đó vật liệu được phân phối theo hai đường chính ; đường thứ 1 theo hai băng tải 2 và 3 rồi đổ vào xilô  $S_1$ ,

đường thứ hai theo băng tải 4 đổ vào thùng phân phối  $T_2$ . Từ thùng phân phối  $T_2$  phân ra hai đường nhánh : nhánh một theo băng tải 6 đổ vào xilô  $S_2$ , nhánh thứ hai theo băng tải 5 đổ vào xilô  $S_3$ .



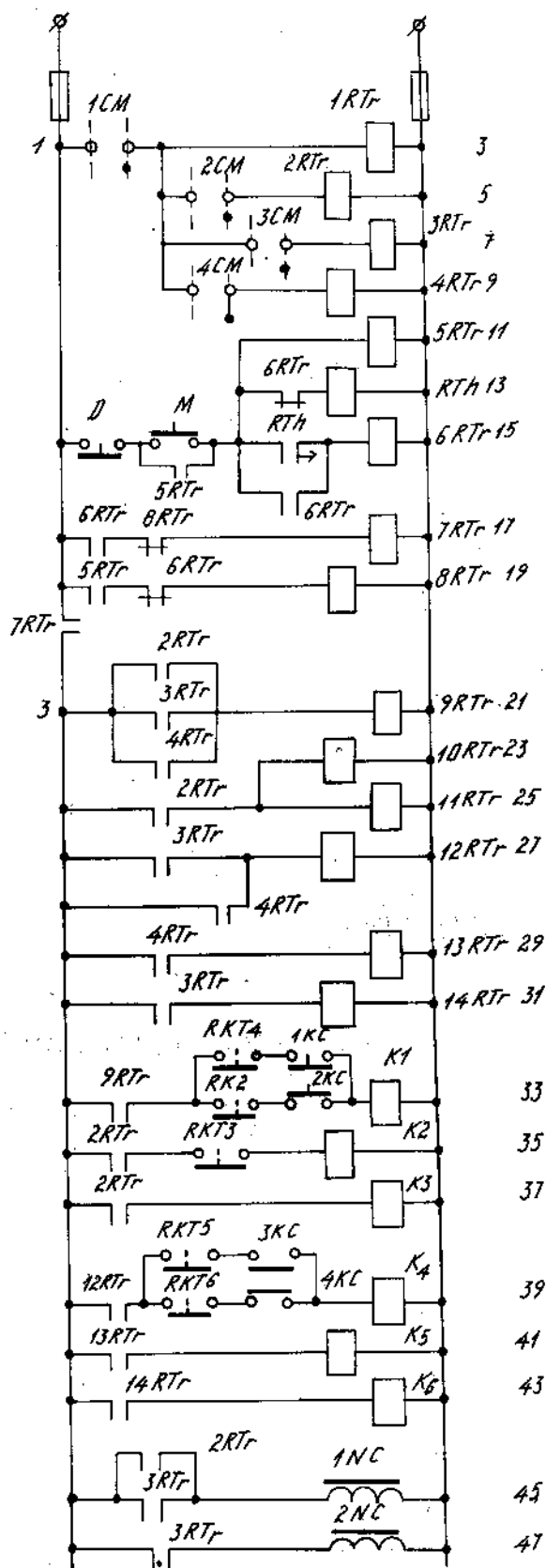
Hình 5-6. Sơ đồ công nghệ của băng tải.

Trong sơ đồ điều khiển (hình 5-7) có 4 chuyển mạch để chọn chế độ làm việc của các băng tải 1CM ÷ 4CM. Khống chế toàn bộ hệ thống làm việc bằng nút bấm mở máy "M".

Giả thử, muốn tải nguyên liệu vào xilô  $S_3$  Quay chuyển mạch để cho 1CM và 4CM kín.

Role trung gian 1RTr (1-3) có điện và role trung gian 4RTr (1-9) cũng có điện. Tiếp điểm 4RTr (3-21) đóng lại chuẩn bị cho 9RTr làm việc. Tiếp điểm 4 RTr (3-27) đóng lại chuẩn bị cho 12RTr làm việc. Tiếp điểm 4RTr (3-29) đóng lại chuẩn bị cho 13RTr làm việc.

Ấn nút mở máy "M", role trung gian 5RTr có điện, đóng tiếp điểm 5RTr (1-15) tự duy trì nguồn cấp, đóng tiếp điểm 5RTr (1-19) cho 8RTr có điện, đóng mạch cho còi kêu (không thể hiện trong sơ đồ), báo hệ thống chuẩn bị làm việc. Sau một thời gian duy trì, tiếp điểm thường mở đóng chậm của role thời gian RTh (1-15) đóng lại làm cho 6RTr có điện, đóng tiếp điểm 6RTr (1-17) chuẩn bị cho 7RTr (1-17) làm việc, mở tiếp điểm 6RT (1-19) cắt điện role 8Tr. Tiếp điểm 8RTr (127) đóng lại dẫn đến 7RTr có điện, tiếp điểm 7RTr (1-3) cấp nguồn cho toàn mạch làm việc. Khi 13RTr có điện, tiếp điểm 13RTr (3-41) cấp điện cho công tác tơ K5, công tác tơ K5 đóng điện cho động cơ truyền động băng tải 5. Khi băng tải 5 đạt tốc độ định mức, tiếp điểm của role kiểm tra tốc độ RKT5 (3-39) kín làm cho cuộn dây côngtactơ K4 có điện, đóng điện cho động cơ truyền động băng tải 4. Khi băng tải 4 đạt tốc độ định mức, tiếp điểm của role kiểm tra tốc độ RKT 4 (3-33) kín, côngtactơ K1 có điện, đóng động cơ truyền động băng tải 1.



Hình 5-7. Sơ đồ nguyên lý của băng tải.

## PHẦN II

# TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ LÒ ĐIỆN

Trong đời sống và sản xuất, yêu cầu về sử dụng nhiệt năng rất lớn. Trong các ngành công nghiệp khác nhau, nhiệt năng dùng để nung, sấy, nhiệt luyện, nấu chảy các chất... là một yêu cầu không thể thiếu. Nguồn nhiệt năng này được chuyển từ điện năng qua các lò điện là rất phổ biến, thuận tiện.

Từ điện năng, có thể thu được nhiệt năng bằng nhiều cách : nhờ hiệu ứng Joule (lò điện trở), nhờ phóng điện hồ quang (lò hồ quang), nhờ tác dụng nhiệt của dòng xoáy Foucault thông qua hiện tượng cảm ứng điện từ (lò cảm ứng), v.v...

## Chương 6

### LÒ ĐIỆN TRỞ

#### §6.1. KHÁI NIỆM CHUNG VÀ PHÂN LOẠI

Lò điện trở là thiết bị biến đổi điện năng thành nhiệt năng thông qua dây đốt (dây điện trở). Từ dây đốt, qua bức xạ, đối lưu và truyền nhiệt dẫn nhiệt, nhiệt năng được truyền tới vật cần gia nhiệt. Lò điện trở thường dùng để nung, nhiệt luyện, nấu chảy kim loại màu và hợp kim màu...

*Phân loại lò điện trở có nhiều cách :*

a) Theo nhiệt độ làm việc của lò, chia ra :

- Lò nhiệt độ thấp ( $t^{\circ} < 650^{\circ}\text{C}$ ),
- Lò nhiệt độ trung bình ( $t^{\circ} = 650^{\circ}\text{C} \div 1200^{\circ}\text{C}$ ),
- Lò nhiệt độ cao ( $t^{\circ} > 1200^{\circ}\text{C}$ ).

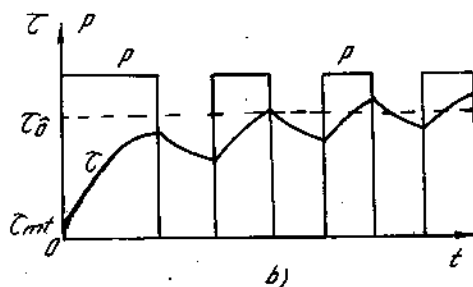
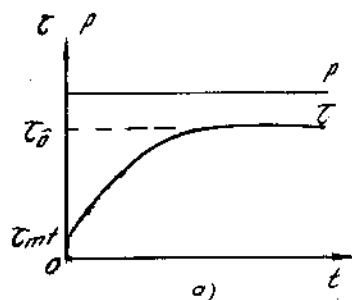
b) Theo nơi dùng, có :

- Lò dùng trong công nghiệp,
- Lò dùng trong phòng thí nghiệm,
- Lò dùng trong gia đình v.v...

c) Theo đặc tính làm việc, có :

- Lò làm việc liên tục,
- Lò làm việc gián đoạn.

Lò làm việc liên tục được cấp điện liên tục và nhiệt độ giữ ổn định ở một giá trị nào đó (hình 6-1a) sau quá trình khởi động lò.



Hình 6-1. Đồ thị nhiệt độ và công suất lò.

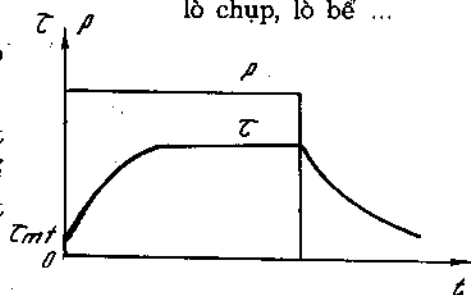
e) Theo mục đích sử dụng, có : lò tôi, lò ram, lò ủ, lò nung, lò nấu chảy v.v...

Ở Việt Nam thường dùng : lò kiểu buồng để nhiệt luyện (tôi, ủ, nung, thấm than) ; lò kiểu giếng để nung, nhiệt luyện ; lò muối để nhiệt luyện dao cắt qua muối nung...

Khi không chế nhiệt độ bằng cách đóng cắt nguồn thì nhiệt độ sẽ dao động quanh giá trị nhiệt độ cần ổn định (hình 6-1b).

Lò làm việc gián đoạn thì đồ thị và nhiệt độ và công suất như hình 6-2.

d) Theo kết cấu lò, có : lò buồng, lò giếng, lò chụp, lò bể ...



Hình 6-2. Đồ thị nhiệt độ và công suất lò làm việc gián đoạn.

## §6.2. YÊU CẦU ĐỐI VỚI VẬT LIỆU LÀM DÂY ĐỐT

Trong lò điện trở, dây đốt là phần tử chính biến đổi điện năng thành nhiệt năng thông qua hiệu ứng Joule. Dây đốt cần phải làm từ các vật liệu thỏa mãn các yêu cầu sau :

- chịu được nhiệt độ cao,
- độ bền cơ khí lớn,
- có điện trở suất lớn (vì điện trở suất nhỏ sẽ dẫn đến dây dài, khó bố trí trong lò hoặc tiết diện dây phải nhỏ, không bền),
- hệ số nhiệt điện trở nhỏ (vì điện trở sẽ ít thay đổi theo nhiệt độ, đảm bảo công suất lò),
- chậm hóa già (tức là dây đốt ít bị biến đổi theo thời gian, do đó đảm bảo tuổi thọ của lò).

Vật liệu làm dây đốt có thể là :

+ hợp kim : Cr-Ni, Cr-Al... với lò có nhiệt độ làm việc dưới 1200°C ;

- + hợp chất : SiC, MoSi<sub>2</sub>... với lò có nhiệt độ làm việc 1200°C ÷ 1600°C ;
- + Đơn chất : Mo, W, C (graphit)... với lò có nhiệt độ làm việc cao hơn 1600°C.

Bảng 6.1 cho một vài thông số cơ bản của vật liệu làm dây đốt lò điện trở.

**Bảng 6-1**

Vật liệu	Thành phần hóa học (%) (còn lại là Fe và các chất khác)					Nhiệt độ làm việc max (°C)	Hệ số nhiệt điện trở ( $\alpha \cdot 10^{-3}$ độ <sup>-1</sup> )	Điện trở suất $10^{-6} \Omega m$
	Cr	Ni	Al	SiC	SiO <sub>2</sub>			
Cr-Ni	20-23	75-78				1100	0,035	1,15
Cr-Ni	15-18	55-61				1000	0,1	1,10
Cr-Al	12-15		3-5			850		1,26
Cr-Al	23-27		4-6			1200		1,25
SiC				94,4	3,6	1500		1000-2000
Graphit						2800		8-13
Mo						2000	5,1	0,052
Ti						2500	4,0	0,15
W						2800	4,3	0,05

### §6.3. TÍNH TOÁN DÂY ĐỐT

Xuất phát từ năng suất lò, ta tính ra công suất lò tiêu thụ từ lưới điện. Năng suất lò :

$$A = \frac{M}{t}, \left[ \frac{kg}{s} \right] \quad (6-1)$$

trong đó : M - Khối lượng vật gia nhiệt (kg) ;

t - Thời gian gia nhiệt (s)

Nhiệt lượng hữu ích cần cấp cho vật gia nhiệt :

$$Q_{hi} = M \cdot c (t_2^o - t_1^o), [J] \quad (6-2)$$

trong đó : c - Nhiệt dung riêng trung bình của vật gia nhiệt trong khoảng nhiệt độ ( $t_1^o + t_2^o$ ), [J/kg. độ] ;

$t_1^o, t_2^o$  - Nhiệt độ lúc đầu và lúc gia nhiệt của vật gia nhiệt [°C].

Công suất hữu ích của lò :

$$P_{hi} = \frac{Q_{hi}}{t} = A \cdot c (t_2^o - t_1^o), [W] \quad (6-3)$$

Công suất lò :

$$P_{lò} = \frac{P_{hi}}{\eta}, [W] \quad (6-4)$$

trong đó :  $\eta$  - Hiệu suất của lò.

Thông thường lò điện trở có hiệu suất  $\eta = 0,7 \div 0,8$ .

Công suất đặt của thiết bị :

$$P = k P_{lò} , [W] \quad (6-5)$$

trong đó :  $k$  - Hệ số dự trữ, tính đến tình trạng điện áp lưới bị sụt thấp, do dây hóa già mà điện trở tăng lên.

$k = 1,2 \div 1,3$  đối với lò làm việc liên tục,

$k = 1,4 \div 1,5$  đối với lò làm việc theo chu kỳ.

Từ công suất  $P$ , có thể tính gần đúng mật độ công suất dây đốt một pha. Đó là khả năng cấp nhiệt của dây đốt trong một đơn vị thời gian trên một đơn vị diện tích bề mặt dây.

$$W_{dd} = \frac{P}{m F_{dd}} , \left[ \frac{W}{m^2} \right] \quad (6-6)$$

trong đó :  $m$  - Số pha .

$F_{dd}$  - Diện tích bề mặt (diện tích xung quanh) của dây đốt một pha  $[m^2]$ . Từ công suất lò, có thể tính được kích thước dây đốt cần trang bị cho lò. Với lò có số pha đối xứng, công suất một pha sẽ là :

$$P_{ph} = \frac{P}{m} , [W] \quad (6-7)$$

Trên quan hệ tỏa nhiệt, công suất dây đốt cấp nhiệt qua diện tích xung quanh  $F_{dd}$  nên :

$$P_{ph} = W_{dd} F_{dd} = W_{dd} L C$$

Suy ra :

$$L = \frac{P_{ph}}{W_{dd} C} \quad (6-8)$$

trong đó :  $L$  - Chiều dài dây đốt  $[m]$  ;

$C$  - Chu vi tiết diện dây đốt  $[m]$ .

Trên quan hệ giữa các thông số điện thì :

$$P_{ph} = \frac{U_{ph}^2}{R_{ph}} = \frac{U_{ph}^2}{\rho \frac{L}{S}}$$

Suy ra :

$$L = \frac{U_{ph}^2 S}{P_{ph} \rho} \quad (6-9)$$

trong đó :  $S$  - Diện tích tiết diện dây đốt,  $[m^2]$ .

Cân bằng (6-8) và (6-9), có :

$$CS = \frac{P_{ph}^2 \rho}{U_{ph}^2} \cdot \frac{1}{W_{dd}} \quad (6-10)$$

Vế trái (6-10) là các thông số về kích thước dây đốt. Thừa số đầu của vế phải là các thông số về điện. Thừa số sau của vế phải nói lên quan hệ nhiệt của dây.



Dây đốt dùng trong lò điện trở có thể có tiết diện tròn hay chữ nhật và kích cỡ như bảng 6-2.

**Bảng 6-2**

Nhiệt độ làm việc trong lò (°C)	Kích thước dây đốt (m.m)	
	Dây tròn (đường kính d)	Dây chữ nhật (kích thước a × b), ( $\frac{a}{b} = m$ )
<300	1	8 × 1
300 - 600	2	10 × 1
600 - 800	3 - 4	15 × 1,5
800 - 1000	4 - 5	20 × 2
1000 - 1100	6 - 7	25 × 2
1100 - 1200	7 - 8	25 × 3

Với dây tròn :  $C = \pi d$

$$S = \frac{1}{4} \pi d^2$$

Thay vào (6-10) và tìm d, có :

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \rho P_{ph}^2}{\pi^2 W_{dd} U_{ph}^2}}, [m] \quad (6-11)$$

Với dây chữ nhật :  $C = 2(a + b) = 2a(m + 1)$

$$S = ab = ma^2$$

Thay vào (6-10) và tìm b, có :

$$a = \sqrt[3]{\frac{\rho P_{ph}^3}{2m(m + 1) W_{dd} U_{ph}^2}}, [m] \quad (6-12)$$

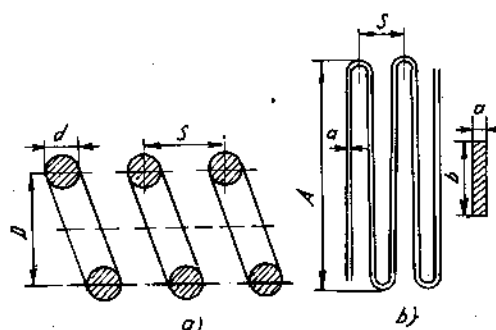
và  $b = ma$  ; thường  $m = 5 \div 15$ .

Chiều dài dây sẽ tìm tiếp theo (6-9).

Khi bố trí dây trong lò, dây có thể uốn xoắn tròn (hình 6-3a) đối với dây tròn hoặc uốn dích dắc (hình 6-3b) đối với dây chữ nhật hay tròn.

Khi uốn xoắn tròn, đường kính uốn là tùy theo độ bền cơ của dây đốt. Thường  $D = (4 \div 10)d$ . Bước xoắn  $S \geq 2d$ .

Khi uốn dích dắc, kích thước cũng tùy thuộc độ bền cơ của dây đốt. Thường  $A \geq 100a$ ,  $S \geq 2b$ . Đối với dây tròn  $S \geq 5d$ .



**Hình 6-3.** Kích thước uốn dây tròn và dây chữ nhật.

Trong các lò có nhiệt độ làm việc dưới 700°C, việc truyền nhiệt từ dây đốt đến vật gia nhiệt chủ yếu là do hiện tượng dẫn nhiệt và đối lưu. Trong các lò có nhiệt độ cao hơn 700°C thì việc truyền nhiệt chủ yếu do bức xạ.

Để dễ dàng nghiên cứu phân tích, ta giả thiết rằng, tổn thất nhiệt qua vỏ lò bằng 0 và dây đốt

Dây đốt dùng trong lò điện trở có thể có tiết diện tròn hay chữ nhật và kích cỡ như bảng 6-2.

**Bảng 6-2**

Nhiệt độ làm việc trong lò (°C)	Kích thước dây đốt (m.m)	
	Dây tròn (đường kính d)	Dây chữ nhật (kích thước a × b), ( $\frac{a}{b} = m$ )
<300	1	8 × 1
300 - 600	2	10 × 1
600 - 800	3 - 4	15 × 1,5
800 - 1000	4 - 5	20 × 2
100 - 1100	6 - 7	25 × 2
1100 - 1200	7 - 8	25 × 3

Với dây tròn :  $C = \pi d$

$$S = \frac{1}{4} \pi d^2$$

Thay vào (6-10) và tìm d, có :

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \rho P_{ph}^2}{\pi^2 W_{dd} U_{ph}^2}}, \text{ [m]} \quad (6-11)$$

Với dây chữ nhật :  $C = 2(a + b) = 2a(m + 1)$   
 $S = ab = ma^2$

Thay vào (6-10) và tìm b, có :

$$a = \sqrt[3]{\frac{\rho P_{ph}^3}{2m(m + 1) W_{dd} U_{ph}^2}}, \text{ [m]} \quad (6-12)$$

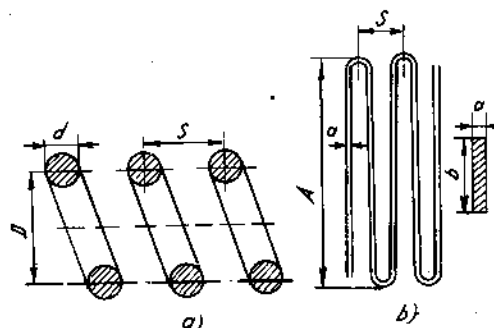
và  $b = ma$  ; thường  $m = 5 + 15$ .

Chiều dài dây sẽ tìm tiếp theo (6-9).

Khi bố trí dây trong lò, dây có thể uốn xoắn tròn (hình 6-3a) đối với dây tròn hoặc uốn dích dắc (hình 6-3b) đối với dây chữ nhật hay tròn.

Khi uốn xoắn tròn, đường kính uốn là tùy theo độ bền cơ của dây đốt. Thường  $D = (4 + 10)d$ .  
 d. Bước xoắn  $S \geq 2d$ .

Khi uốn dích dắc, kích thước cũng tùy thuộc độ bền cơ của dây đốt. Thường  $A \geq 100a$ ,  $S \geq 2b$ .  
 Đối với dây tròn  $S \geq 5d$ .



**Hình 6-3.** Kích thước uốn dây tròn và dây chữ nhật.

Để dễ dàng nghiên cứu phân tích, ta giả thiết rằng, tổn thất nhiệt qua vỏ lò bằng 0 và dây đốt

là một lá mỏng bao kín vật gia nhiệt, nghĩa là coi diện tích tỏa nhiệt của dây bằng diện tích xung quanh vật gia nhiệt. Trong điều kiện đó, phương trình trao đổi nhiệt bức xạ giữa dây đốt (lì tường) và vật gia nhiệt sẽ là :

$$P = C_s \varepsilon_{qd} \left[ \left( \frac{T_{dd}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_v}{100} \right)^4 \right] F_{dd}, [W] \quad (6-13)$$

trong đó :  $P$  - Công suất lò, [W] ;

$C_s$  - Khả năng bức xạ của vật đen tuyệt đối ;

$C_s = 5,7 \text{ W/m}^2, (K)^4$  ;

$T_{dd}$  - Nhiệt độ dây đốt, [K] ;

$T_v$  - Nhiệt độ vật gia nhiệt, [K] ;

$\varepsilon_{qd}$  - Hệ số bức xạ nhiệt quy đổi ;

$$\varepsilon_{qd} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_{dd}} + \frac{1}{\varepsilon_v} - 1}$$

trong đó :  $\varepsilon_{dd}$  và  $\varepsilon_v$  - các hệ số bức xạ nhiệt (độ đen) của vật liệu làm dây đốt và vật liệu làm vật gia nhiệt.

Từ (6-13) có thể xác định mật độ công suất dây đốt :

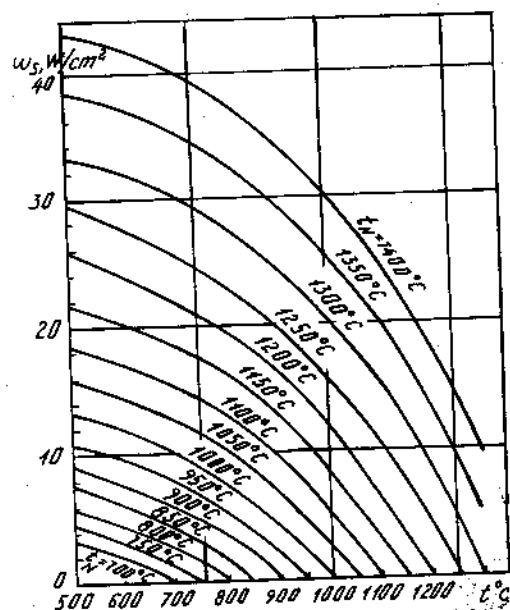
$$W_{dd} = \frac{P}{F_{dd}} = C_s \varepsilon_{qd} \left[ \left( \frac{T_{dd}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_v}{100} \right)^4 \right], \left[ \frac{W}{m^2} \right] \quad (6-14)$$

hay

$$W_{dd} = \varepsilon_{qd} W_s$$

với  $W_s = C_s \left[ \left( \frac{T_{dd}}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_v}{100} \right)^4 \right], \left[ \frac{W}{m^2} \right] \quad (6-15)$

$W_s$  gọi là mật độ công suất trao đổi nhiệt giữa 2 vật đen tuyệt đối. Giá trị  $W_s$  cho theo đồ thị (hình 6-4) và phụ thuộc vào nhiệt độ dây đốt và vật gia nhiệt.



Hình 6-4. Đồ thị mật độ công suất của dây đốt có độ đen tuyệt đối.

Trong các điều kiện làm việc thực của lò thì bức tranh mô tả quá trình phức tạp hơn. Dây không bao kín vật gia nhiệt, nhiệt tổn thất qua vách lò, thành trong lò cũng trao đổi nhiệt với vật gia nhiệt v.v... Các yếu tố đó được đề cập đến qua hệ số bức xạ có hiệu lực của dây đốt  $\alpha$  và mật độ công suất cho phép là :

$$W_{ep} = \varepsilon_{qd} W_s \alpha, \left[ \frac{W}{m^2} \right] \quad (6-16)$$

Sau đây là một số trị số  $\alpha$  để tham khảo :

Dây xoắn tròn đặt trong rãnh nửa kín ở vách lò  $\alpha = 0,16 \div 0,24$

Dây xoắn tròn đặt trong ống trên sàn lò  $\alpha = 0,3 \div 0,36$

Dây dích dắc hay thanh  $\alpha = 0,6 \div 0,72$

Dây chữ nhật uốn dích dắc  $\alpha = 0,38 \div 0,44$

Khi tính kích thước dây đốt một pha, có thể tính nhanh qua điện trở dây  $R_{dd} = \frac{U_{ph}^2}{P_{ph}}$

rồi lựa chọn dây có tiết diện chế tạo sẵn  $S_{dd}$  và xác định độ dài

$$L_{dd} = \frac{R_{dd} S_{dd}}{\rho_{dd}} = \frac{U_{ph}^2 \cdot S_{dd}}{P_{ph} \rho_{dd}}$$

Sau đó, kiểm tra mật độ công suất dây đốt

$$W_{dd} = \frac{P_{ph}}{F_{dd}} \leq W_{cp}$$

Nếu  $W_{dd} > W_{cp}$  thì cần tăng tiết diện và độ dài dây. Khi tính chọn dây đốt cho lò có nhiệt độ làm việc trên  $700^\circ\text{C}$  không nên dùng dây tròn có đường kính dưới 3mm hoặc dây chữ nhật dày dưới 1,5mm.

## §6.4. SƠ ĐỒ KHỐNG CHẾ NHIỆT ĐỘ Lò ĐIỆN TRỞ

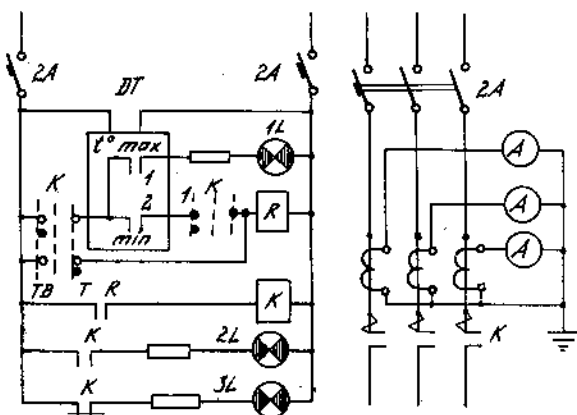
Khống chế nhiệt độ lò điện trở có thể là duy trì ổn định nhiệt độ làm việc của lò hoặc thay đổi nhiệt độ theo yêu cầu và duy trì ổn định nhiệt độ đó. Việc khống chế nhiệt độ lò thường được thực hiện qua khống chế công suất lò bằng cách đóng cắt nguồn cấp hoặc hạn chế nguồn cấp.

### 1. Sơ đồ khống chế nhiệt độ có tiếp điểm

Hình 6-5 là sơ đồ khống chế nhiệt độ có tiếp điểm. Mạch lực cấp từ lưới 220/380V hay qua biến áp hạ áp. Dòng điện cấp cho lò được đo qua các ampe kế với biến dòng.

Khóa K dùng chuyển đổi chế độ điều khiển : tay T hay tự động TĐ.

Ở chế độ khống chế nhiệt độ TĐ, dụng cụ kiểm tra nhiệt DT được nối mạch. Lúc nhiệt độ thấp dưới mức quy định (hoặc lúc mới khởi động lò) thì tiếp điểm 2 đóng (tiếp điểm 1 mở), role R tác động, đóng côngtátơ K để cấp điện cho lò. Đèn 2L báo sự hoạt động bình thường của lò khi được nối điện. Lúc nhiệt độ cao hơn mức quy định thì tiếp điểm 1 đóng (tiếp điểm 2 mở). Đèn 1L báo quá nhiệt độ và role R mất điện. Côngtátơ K cắt nguồn cấp cho lò. Đèn 3L báo lò không được cấp điện.



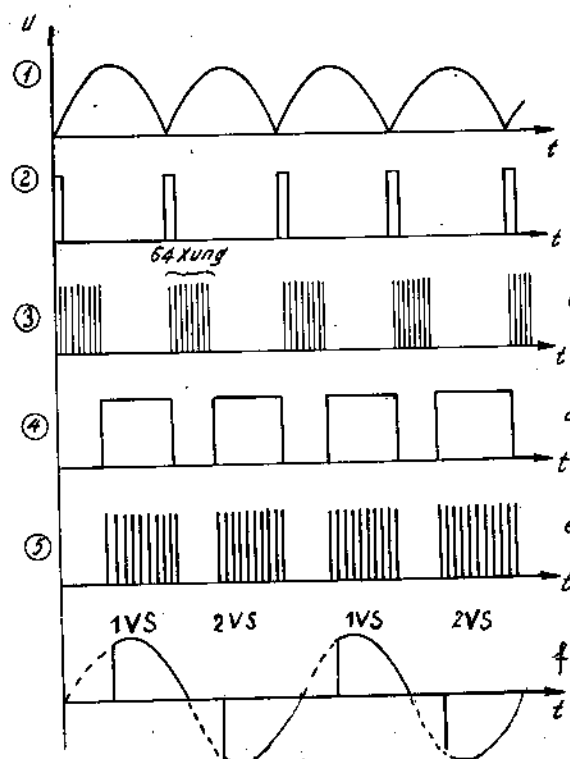
Hình 6-5. Sơ đồ khống chế nhiệt độ có tiếp điểm.

### 2. Sơ đồ khống chế nhiệt độ không tiếp điểm

Sơ đồ ở hình 6-6 là hệ điều khiển sơ dùng thyristor khống chế nhiệt độ lò điện trở 3 pha, dòng tiêu thụ tới vài trăm ampe (công suất vài chục kW).

Bộ phát xung cao tần XCT dùng chung cho cả 3 pha được tạo trên các phần tử logic NAND của vi mạch DD4. Tần số phát thay đổi nhờ biến trở 12R.





Hình 6-7. Đồ thị xung.

Đồng thời, khi đầu vào R của DD1 có xung thì đầu vào DD2.1 của bộ nhớ cũng có xung và đầu vào DD3.1 có mức logic 0.

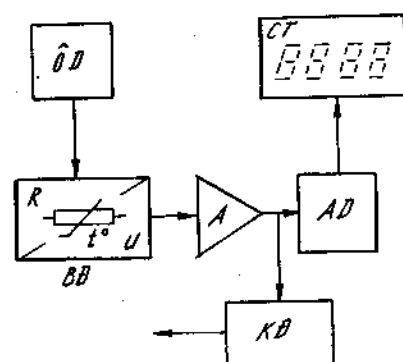
Sau khi đếm 64 xung (hình 6-7c), DD1 cho mức logic 1 ở đầu ra và tới DD2.2. Từ đó bộ nhớ chuyển mức logic đầu ra từ 0 → 1 (hình 6-7d), cho phép bộ phát xung trên các phân tử DD3.1 ÷ DD3.3 làm việc (hình 6-7d). Sự làm việc của bộ phát xung không phụ thuộc vào trạng thái tiếp theo của máy đếm và nó ngừng phát xung cao tần khi có tín hiệu logic 1 trên collector 1VT. Xung ra khỏi máy phát có tần số 6kHz và được cải thiện dạng xung (sườn trước đứng, sườn sau thoải) qua mạch vi phân 4C-6R và được khuếch đại qua transistor 2VT tới biến áp xung BAX. Xung dương tới bazơ 2VT chỉ được khuếch đại khi vắng xung âm khóa từ 2VD (hay 3VD cho khối 2FX<sub>A</sub>) tới. Do vậy các thyristor 1V2, 2VS chỉ mở trong nửa chu kỳ khi điện áp trên anốt dương hơn catot.

Dòng điện trung bình qua dây đốt mỗi pha phụ thuộc góc mở  $\alpha$ , tức là phụ thuộc thời gian của 64 xung, đặt bởi 12R (cũng là đặt nhiệt độ làm việc của lò). Điện áp phản hồi duy trì ổn định nhiệt độ lấy từ cảm biến nhiệt độ qua bộ khuếch đại tín hiệu KD. Sơ đồ khối của hệ thống tín hiệu và phản hồi như hình 6-8.

Bộ nguồn ổn dòng ÔĐ cấp cho bộ biến đổi BD trong đó nhiệt độ lò làm thay đổi trị số điện trở của cảm biến nhiệt điện trở. Tín hiệu ra qua bộ khuếch đại A, một mặt sẽ tới bộ khuếch đại phản hồi KD để đưa tới transistor trường FET (hình 6-6) và mặt khác tới bộ biến đổi tương tự - số A/D và qua đó tới bộ chỉ thị số CT.

Sơ đồ phản hồi theo tín hiệu nhiệt độ.

Hoạt động của sơ đồ như sau : Tại bazơ transistor 1VT, trong mỗi nửa chu kỳ lưới, có một xung áp từ cuộn thứ cấp 1BA tới. Tần số xung áp gấp đôi tần số lưới (hình 6-7a). Transistor 1VT thông khi có xung áp dương tới bazơ. Khi xung áp gần về 0 thì transistor 1VT khóa và trên collector 1VT xuất hiện một xung hẹp chữ nhật (hình 6-7b), xấp xỉ +a. Xung này tới đầu vào R của máy đếm  $2^6$  và máy đếm DD1 bắt đầu đếm xung. Đầu vào C được cấp xung đếm từ bộ phát xung cao tần XCT. Tần số xung đếm xác định bởi 12R. Tần số này quyết định góc mở các thyristor sau 64 xung (góc mở  $\alpha$  tương ứng với thời gian 64 xung). Khi không có phản hồi, dịch con chạy 12 từ phải qua trái, tần số phát trên DD4 sẽ thay đổi từ 5kHz đến 1MHz, tức là tăng 200 lần. Khi đó, góc mở  $\alpha$  của thyristor sẽ thay đổi thực tế  $\approx 0^\circ$  đến  $\approx 180^\circ$ . Tần số đó cũng tương ứng với điện áp phản hồi  $U_{ph}$  từ 6V xuống 0V (con chạy ở phía trái).



Hình 6-8. Sơ đồ khối hệ tín hiệu và phản hồi.

Khóa chuyển đổi S để lựa chọn hoặc cảm biến nhiệt 1RS hoặc 2RS. Cảm biến nhiệt là một vai cầu đo một chiều. Các vai cầu khác là 17R, 18R và 14R-15R-16R. Cung cấp dòng cho cầu đo là bộ ổn định dòng điện cấu tạo trên khuếch đại toán tử DA1-2. Điện trở tinh chỉnh 21R dùng để thay đổi dòng ra trong giới hạn nhỏ và đảm bảo thiết lập giới hạn trên của nhiệt độ cần đo. Giới hạn dưới của nhiệt độ cần đo thiết lập qua điện trở tinh chỉnh 14R.

Điện áp ra từ đường chéo của cầu đo tỉ lệ với điện trở được khuếch đại bởi bộ khuếch đại vi phân thực hiện trên DA1.1, sẽ truyền tới bộ biến đổi AD chỉ thị số và tới khuếch đại phản hồi KD. Các tụ điện 8C, 9C, 10C để lọc nhiễu.

Để ổn định điện áp cấp 2 cực tính, sơ đồ dùng bộ ổn áp thông số 11VD - 27R và 12VD - 28R. Sau bộ chia áp 25R - 26R có tụ lọc phụ thêm 14C.

Ở mạch biến áp xung, 5VD - 7R để bảo vệ 2VT khỏi s.d.đ tự cảm cuộn sơ cấp BAX khi 2VT khóa. Mạch 7VD - 8R để bảo kênh điều khiển sai cực tính. Diốt 6VD và tụ 5C để tạo ra từ chùm xung cao tần một xung có thành phần tần số cao để đảm bảo mở tin cậy thyristor khi tải có thành phần cảm kháng (do dây đốt xoắn nhiều vòng).

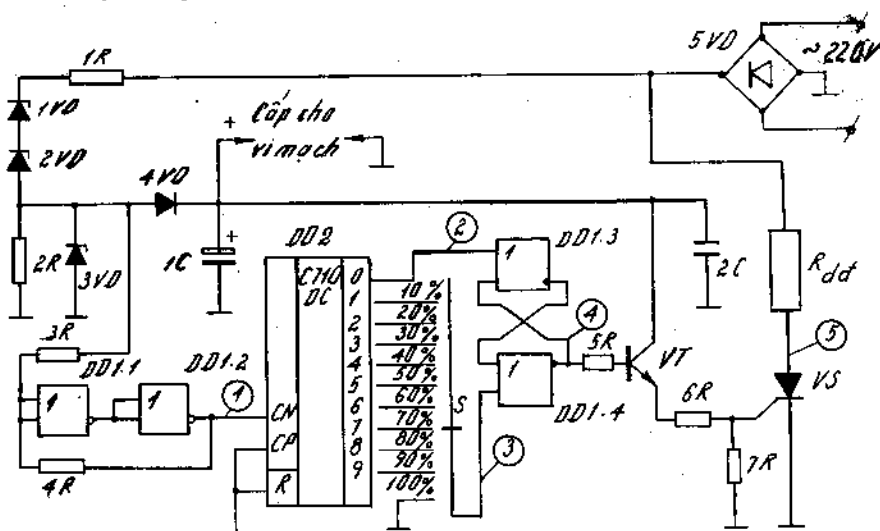
Do 3 kênh điều khiển sử dụng chung một máy phát xung XGT và trong mỗi kênh, 2 khối 1FX, 2FX đều sử dụng chung một khâu dịch pha và phát xung nên góc mở ở các thyristor như nhau và trên phụ tải sẽ không có dòng cân bằng.

Bảo vệ quá tải cho thyristor nhờ role dòng RD. Tiếp điểm thường mở RD khi quá tải sẽ đóng và khâu nhớ DD2.3, DD2.4 sẽ cho ra tín hiệu logic 1 làm sáng LED báo quá tải 9VD đồng thời đầu vào trên của DD4.4 có mức logic 0 sẽ không cho xung cao tần qua để tới máy đếm DD1. Sau khi xử lý sự cố, ấn nút M để qua khâu vi phân 6C-10R và diốt 8VD cho xung dương chuyển đầu ra khâu nhớ về mức logic 0 và cho đầu vào trên của DD4.4 mức logic 1. Từ đó DD4.4 cho xung cao tần từ máy phát qua, tới máy đếm DD1.

Hệ dùng để điều khiển các thyristor có dòng từ 50A đến 800A.

### 3. Sơ đồ không chế từng cấp công suất lò điện trở

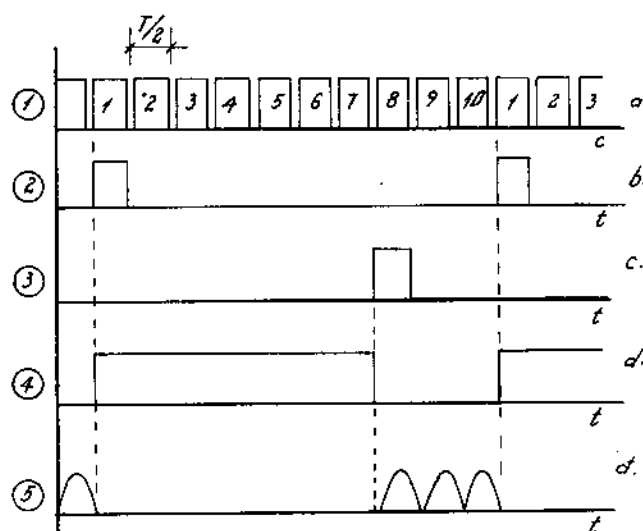
Sơ đồ hình 6-9 dùng cho lò công suất nhỏ, tối đa 6 ÷ 10 kW, theo 10 cấp khác nhau, từ 10 đến 100% công suất định mức. Sơ đồ dùng các vi mạch CMOS. Mạch 1R, 1VD, 2VD, 2R, 3VD tạo ra các xung sau cầu nắn 5VD khi điện áp lưới chuyển qua 0. Trigon Smit tạo bởi 2 phần tử



Hình 6-9. Sơ đồ không chế từng cấp công suất lò điện trở công suất nhỏ.

NOR là DD1.1 và DD1.2 sẽ hoàn thiện dạng các xung nhịp trên và đưa vào cửa vào CN của bộ đếm 2-10 có giải mã DD2. Các ổn áp 1VD, 2VD làm nhiệm vụ chống nhiễu cho bộ điều chỉnh tránh chuyển đổi sai của bộ đếm DD2.

Mạch 4VD, 1C và 2C tạo điện áp một chiều làm nguồn nuôi các vi mạch.



Hình 6-10. Đồ thị xung.

Các xung nhịp dương tới bộ đếm, có độ dài xung (thời gian xung)  $T/2$  bằng một nửa chu kỳ điện áp lưới và lệch nhau về thời gian bằng  $T/2$ . (hình 6-10a). Khi đầu ra 0 của bộ đếm có mức logic 1 thì đầu ra của trigơ RS tạo bởi 2 phần tử NOR DD1.3 và DD1.4 có mức logic 1 và transistor VT thông, dẫn tới thyristor VS thông. Tải dây đốt  $R_{dd}$  có dòng chạy qua. Thyristor sẽ thông cho tới khi đầu ra nối với con trượt chuyển đổi S (hình vẽ là đầu ra 7) có mức logic 1. Lúc đó trigơ RS chuyển trạng thái và thyristor khóa.

Như vậy, công suất cấp cho tải ứng với 70% (tỉ lệ nghịch với độ rộng các xung ở đầu ra trigơ RS (hình 6-10d). Độ rộng này thay đổi nhờ con trượt chuyển đổi S. Biên độ xung ở hình 1-10d (điểm 5 trên sơ đồ hình 6-9) có độ lớn  $200\sqrt{2}V$ .

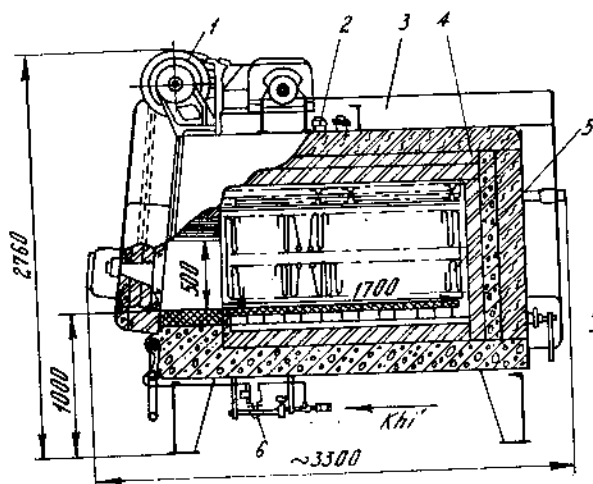
Nếu con trượt chuyển đổi S thiết lập ở vị trí 100% thì trigơ RS không đổi trạng thái, giữ nguyên trạng thái đầu ra có mức logic 1 và thyristor luôn thông, dẫn đến tải  $R_{dd}$  được cấp đầy đủ công suất.

Ở sơ đồ này, thyristor đóng vai trò một khóa mạch (góc mở luôn bằng 0).

## §6.5. SƠ BỘ VỀ KẾT CẤU Lò ĐIỆN TRỞ

Các lò điện trở hiện dùng ở Việt Nam có nhiều kiểu loại và nguồn gốc khác nhau. Đa phần là lò Liên Xô (cũ), một số khác của Đức, Tiệp, Hung v.v... và một số lò thí nghiệm hoặc lò công suất nhỏ dùng sấy, nung, nhiệt luyện của Mĩ, Pháp, Ý, Nhật, Đài Loan v.v... Một số lò do Việt Nam thiết kế, chế tạo dựa theo tiêu chuẩn Liên Xô. Nói chung các loại lò đều có kết cấu tương tự nhau với dải công suất từ vài kW đến hàng trăm kW và dải nhiệt độ dưới  $2000^{\circ}C$ .

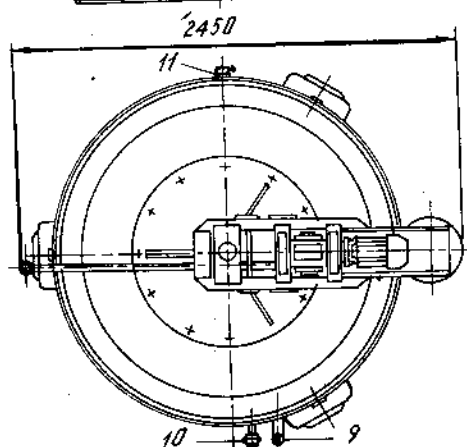
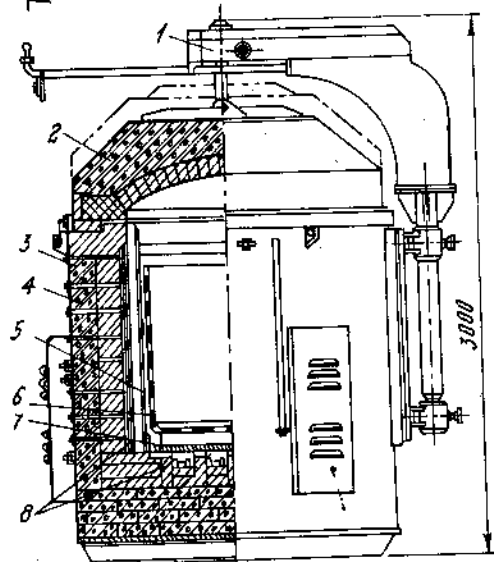
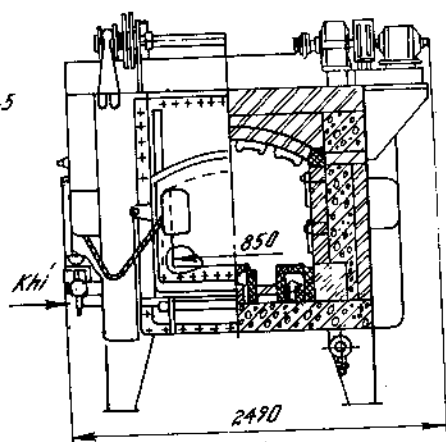




Hình 6-11. Lò buống.

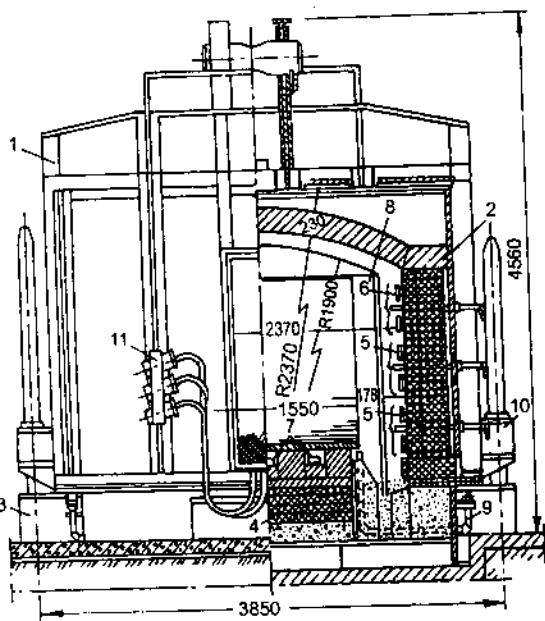
Lò buống là loại lò vạn năng nhất (hình 6-11). Lò gồm buồng nung hình hộp chữ nhật với kích thước tùy công suất lò. Buồng nung được lót cách nhiệt và tạo thành áo lò 4. Áo lò xây bằng gạch chịu lửa có nhiều lớp. Lớp ngoài cùng bằng gạch samôt hay bột samôt có độ cách nhiệt cao. Bọc ngoài là vỏ tôn 3 dày  $5 + 10$  mm. Đáy lò bằng thép chịu nhiệt, đúc liền hoặc ghép lại từ những miếng nhỏ hoặc đáy lò xây bằng gạch chịu lửa. Thành trong của buồng lò có đặt dây đốt 5. Dây đốt có thể bố trí cả phía đáy và đỉnh. Cửa lò tùy kiểu và công suất lò, có thể mở bằng tay (kiểu đòn bẩy hay có đối trọng) hoặc bằng cơ cấu cơ khí 1 truyền động bằng động cơ điện. Cửa lò, có thể có lỗ thăm để quan sát phía trong lò. Ngoài ra, lò còn có đầu ra của dây đốt 2, cửa khí 6 để dẫn khí bảo vệ vào lò (do không khí dễ thâm nhập vào buồng lò qua cửa lò, gây hiện tượng oxy hóa, thoát cacbon của vật gia nhiệt), đầu đo nhiệt ở đỉnh lò hay bên hông v.v...

Hình 6-12, hình 6-13 và hình 6-14 là kết cấu của các loại lò điện trở.



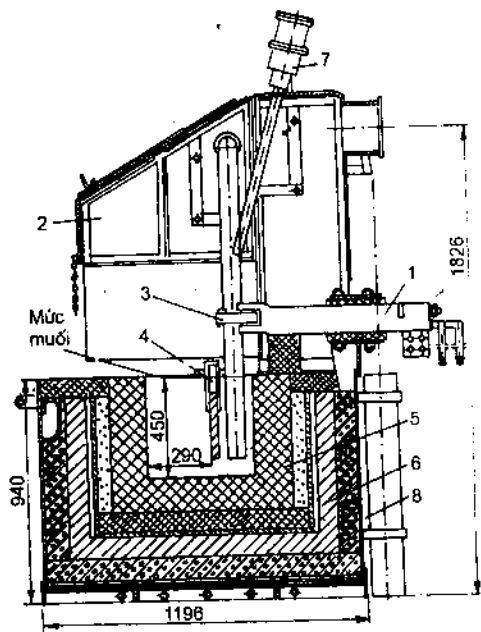
Hình 6-12. Lò giềng.

- 1 - Cơ cấu nâng nắp quay; 2 - Nắp quay;
- 3 - Vỏ lò; 4 - Lớp lót;
- 5 - Các đầu dẫn hướng (khí); 6 - Giỏ lò (có lỗ);
- 7 - Tấm đáy (lò); 8 - Dây đốt;
- 9 - Đầu kiểm tra khí; 10 - Cửa khí;
- 11 - Đầu đo nhiệt



Hình 6-13. Lò chup.

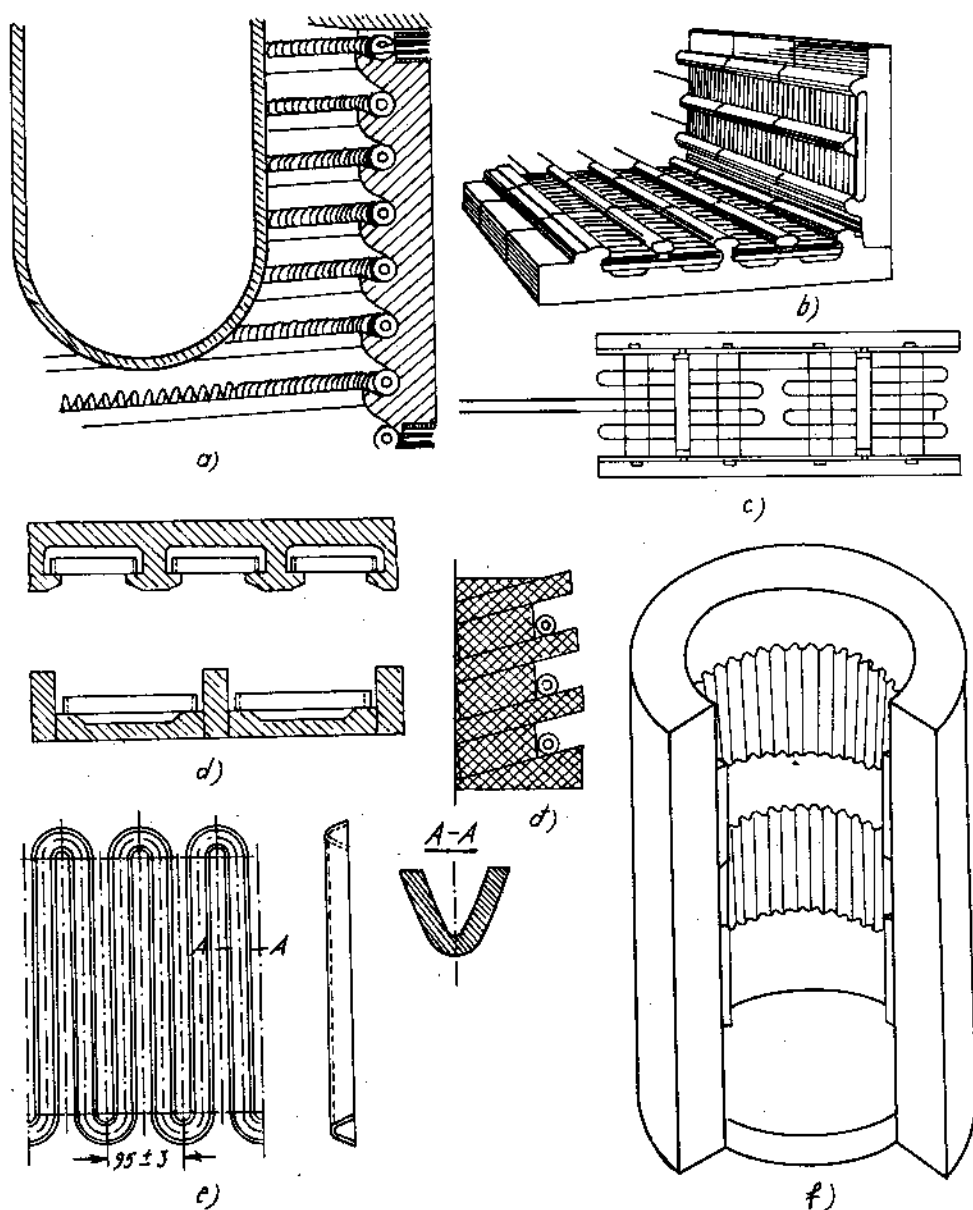
- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1 - Khung chụp ;            | 2 - Lớp lót chụp ;    |
| 3 - Khung bể ;              | 4 - Lớp lót bể ;      |
| 5-6 - Dây đốt ở chụp        | 7 - Dây đốt trên bể ; |
| 8 - Múp lò (muffler) ;      | 9 - Cửa khí .         |
| 10 - Nhiệt kế (nhiệt động). |                       |



Hình 6-14. Lò muối.

- |                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| 1 - Đầu dây cấp điện ;         | 2 - Chụp lò ;      |
| 3 - Điện cực ;                 | 4 - Vách ngăn ;    |
| 5 - Lớp lót ;                  | 6 - Vỏ bên trong ; |
| 7 - Hóa kế (đo nhiệt độ cao) ; |                    |
| 8 - Vỏ bên ngoài.              |                    |

Việc bố trí dây đốt trong lò điện trở có thể theo một số cách như ở hình 6-15.



**Hình 6-15.** Các cách bố trí dây đốt trong lò điện trở.

*a - Dây xoắn tròn đặt trong rãnh sâu ở lớp lót ; b - Dây đặt trong rãnh ở đáy và thành lò ; c - Phân bố dây đốt đặt ở đáy và thành lò ; d - Phân bố dây đốt đặt ở đỉnh và đáy lò ; đ - Dây đốt giữ trên khung ; e - Dây đốt đúc ; f - Dây đốt là tấm mỏng nicrôm trong lò giếng.*

## Chương 7

# LÒ HỒ QUANG

### §7.1. KHÁI NIỆM CHUNG VÀ PHÂN LOẠI

Lò hồ quang (HQ) là lò lợi dụng nhiệt của ngọn lửa HQ giữa các điện cực hoặc giữa điện cực và kim loại để nấu chảy kim loại. Lò điện HQ dùng để nấu thép hợp kim chất lượng cao.

Theo dòng điện sử dụng, lò HQ được chia thành :

- Lò HQ một chiều ;
- Lò HQ xoay chiều.

Theo cách cháy của ngọn lửa HQ, lò HQ chia ra :

- Lò nung nóng gián tiếp : nhiệt của ngọn lửa xảy ra giữa 2 điện cực (graphit, than) được dùng để nấu chảy kim loại. (hình 7-1a).

- Lò nung nóng trực tiếp : nhiệt của ngọn lửa HQ xảy ra giữa điện cực và kim loại dùng để nấu chảy kim loại (hình 7-1b).

Theo đặc điểm chất liệu vào lò, lò HQ được phân thành :

- Lò chất liệu (liệu rắn, kim loại vụn) bên sườn bằng phương pháp thủ công hay máy móc (máy chất liệu, máy trục có máng) qua cửa lò.

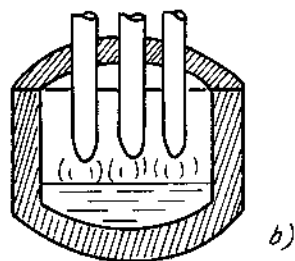
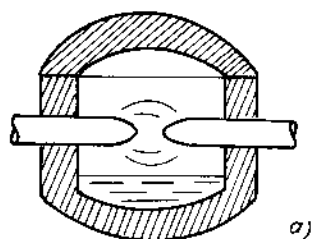
- Lò chất liệu trên đỉnh lò xuống nhờ gầu chất liệu. Loại lò này có cơ cấu nâng vòm nóc.

Về kết cấu, một lò HQ bất kì có các bộ phận chính :

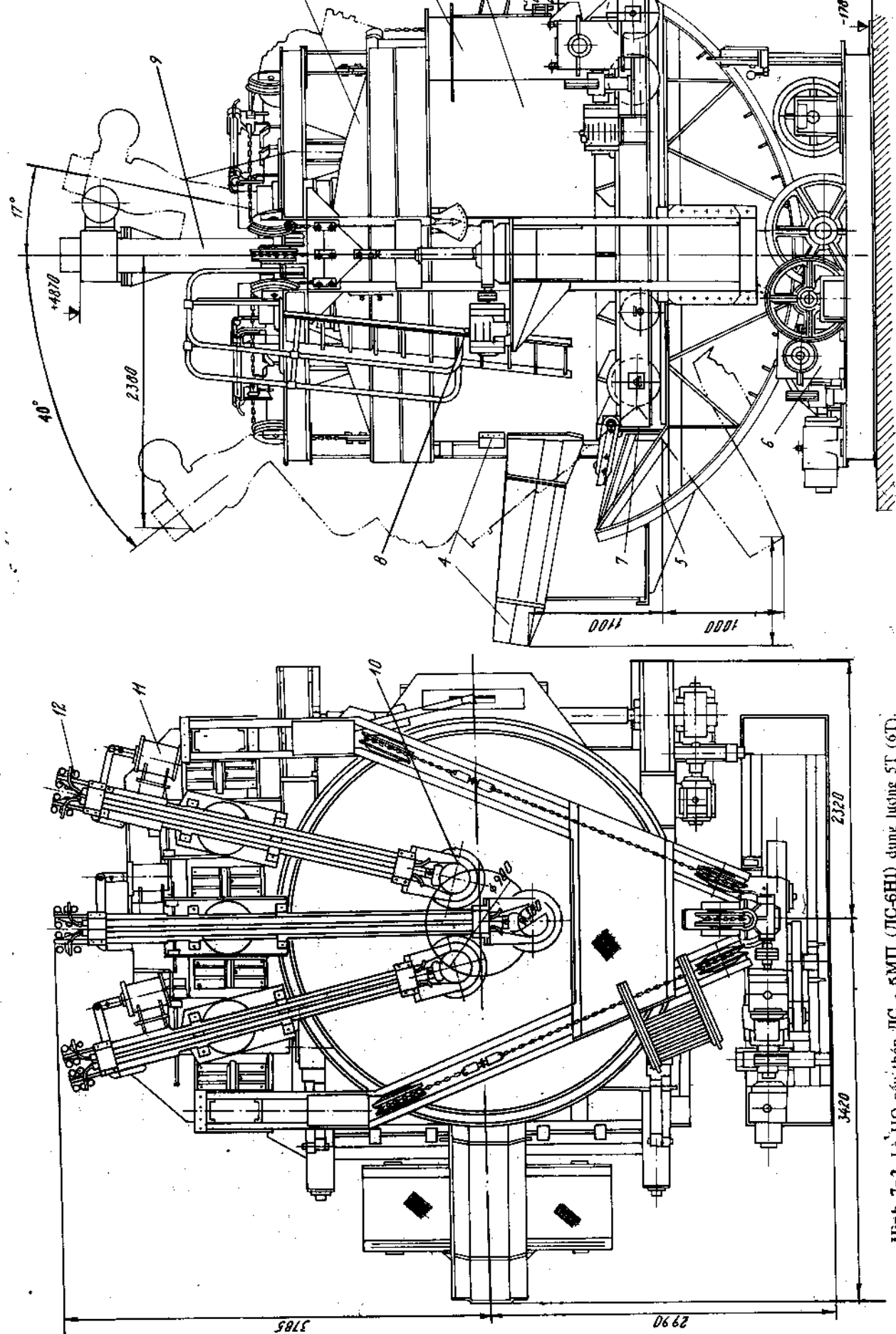
1. Nối lò có lớp vỏ cách nhiệt và có cửa lò và miệng rót.
2. Vòm nóc lò có vỏ cách nhiệt
3. Cơ cấu giữ và dịch chuyển điện cực, truyền động bằng điện hay thủy lực.
4. Cơ cấu nghiêng lò, truyền động bằng điện hay thủy lực.
5. Phần dẫn điện từ biến áp lò tới lò.

Ngoài ra, đối với lò HQ nạp liệu từ trên cao, còn có cơ cấu nâng, quay vòm lò, cơ cấu rót kim loại cũng như gầu nạp liệu.

Trong các lò HQ có nối lò sâu, kim loại lỏng ở trạng thái tĩnh có chênh lệch nhiệt độ theo độ cao (khoảng  $100^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ). Trong điều kiện đó, để tăng cường phản ứng của kim loại (với xỉ) và để đảm bảo khả năng nung nóng kim loại trước khi rót, cần phải khuấy trộn kim loại lỏng. Ở các lò dung lượng nhỏ (dưới 6T) thì việc khuấy trộn thực



Hình 7-1. Lò HQ nung nóng gián tiếp (a) và trực tiếp (b).



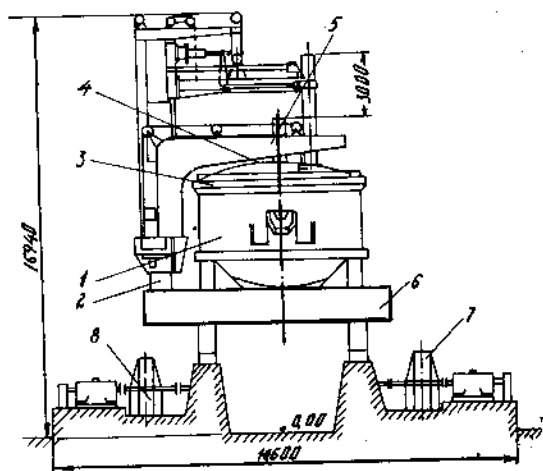
Hình 7-2. Lò HQ nấu thép LC - 6МП (LC-6H1) dung lượng 5T (6T).

hiện bằng tay qua cơ cấu cơ khí. Với lò dung lượng trung bình ( $12 + 50T$ ) và đặc biệt lớn ( $100T$  và hơn) thì thực hiện bằng thiết bị khuấy trộn để không những giảm lao động vất vả của thợ nấu mà còn nâng cao được chất lượng của kim loại nấu.

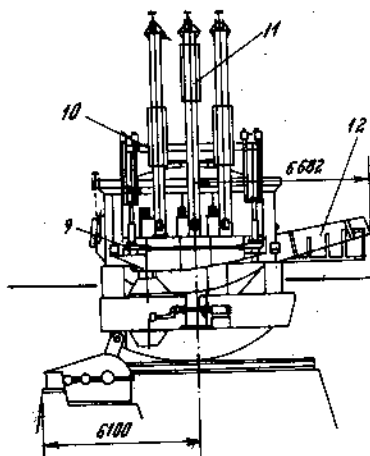
Thiết bị khuấy trộn kim loại lỏng thường là thiết bị điện từ có nguyên lý làm việc tương tự động cơ không đồng bộ rotor ngắn mạch. Từ trường chạy tạo ra ở lò có đáy phi kim loại nhờ hai cuộn dây (stator) dòng xoay chiều tần số  $0,5 + 1,0Hz$  lệch pha nhau  $90^\circ$ . Do từ trường này mà kim loại có lực điện từ dọc trục lò. Khi đổi nối dòng trong các cuộn dây, có thể thay đổi hướng chuyển động của kim loại trong nồi theo hướng ngược lại.

Các thông số quan trọng của lò HQ là :

- Dung lượng định mức của lò : số tấn kim loại lỏng trong một mẻ nấu.
- Công suất định mức của biến áp lò : ảnh hưởng quyết định tới thời gian nấu luyện nghĩa là tới năng suất lò.



Hình 7-3 Lò HQ dung lượng lớn 100T.



Theo mức độ công suất tác dụng của biến áp trong giai đoạn nấu chảy đối với 1T kim loại lỏng, lò HQ còn chia ra : lò có công suất bình thường, cao và siêu cao.

Cuối cùng, về cấu trúc, lò HQ công suất cao và siêu cao còn có hệ làm mát bằng nước qua vỏ lò.

Hình 7-2

giúp chúng ta hình dung về cấu tạo và kích thước lò HQ nấu thép loại ДС-5МП (ДС-6Н1) của Liên Xô (cũ) với dung lượng 5T (6T). Trong đó : 1 - Vỏ lò ; 2 - Vòm lò ; 3 - Cửa lò ; 4 - Miệng rót ; 5 - Giá nghiêng lò ; 6 - Cơ cấu nghiêng lò ; 7 - Cơ cấu vận chuyển lò ; 8 - Cơ cấu nâng vòm ; 9 - Điện cực ; 10 - Giá giữ điện cực ; 11 - Cơ cấu dịch chuyển điện cực ; 12 - Đầu nối điện vào. Hình 7-3 là lò HQ dung lượng lớn, trong đó : 1 - Vỏ lò ; 2 - Đế giữ điện cực ; 3 - Vành vòm ; 4 - Vòm có vỏ lót cách nhiệt ; 5 - Giá đỡ trục ; 6 - Giá nghiêng lò ; 7, 8 - Bộ truyền động nghiêng lò ; 9 - Cơ cấu nâng vòm ; 10, 11 Cơ cấu dịch chuyển điện cực ; 12 - Miệng rót.

Chu trình làm việc của lò HQ gồm 3 giai đoạn với các đặc điểm công nghệ sau :

1. Giai đoạn nung nóng 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 toàn mẻ nấu và thời gian của nó chiếm  $50 + 60\%$  toàn bộ thời gian một chu trình.

Để đảm bảo công suất nấu chảy, ngọn lửa HQ cần phải cháy ổn định. Khi cháy, điện cực bị ăn mòn dần, khoảng cách giữa điện cực và kim loại tăng lên. Để duy trì HQ, điện cực phải được điều chỉnh gần vào kim loại. Lúc đó, dễ xảy ra hiện tượng điện cực bị chạm vào kim loại - gọi là quá điều chỉnh - và gây ra ngắn mạch làm việc. Ngắn

mạch làm việc tuy xảy ra trong thời gian ngắn nhưng lại hay xảy ra nên các thiết bị điện trong mạch động lực thường phải làm việc ở điều kiện nặng nề. Đây là đặc điểm nổi bật cần lưu ý khi tính toán và chọn thiết bị cho lò HQ.

Ngắn mạch làm việc cũng có thể gây ra do sụt lờ các thành của hồ bao quanh đầu điện cực tạo ra ở trọng liệu. Rồi sự nóng chảy của các mẫu liệu cũng có thể phá hủy ngọn lửa HQ do tăng chiều dài ngọn lửa. Lúc đó phải tiến hành mới lại bằng cách hạ điện cực xuống cho chạm kim loại rồi nâng lên, tạo HQ.

Trong giai đoạn này, số lần ngắn mạch làm việc có thể tới 100 hoặc hơn. Mỗi lần xảy ra ngắn mạch làm việc, công suất hữu ích giảm mạnh và có khi bằng 0 với tổn hao cực đại. Thời gian cho phép của một lần ngắn mạch làm việc là  $2 \div 3s$ .

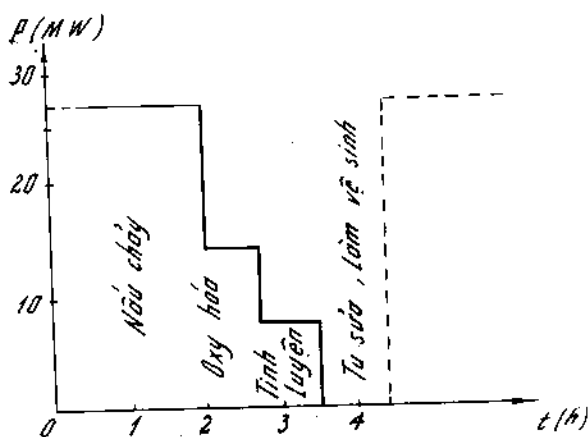
Tóm lại, giai đoạn nẩy chày là giai đoạn HQ cháy kém ổn định nhất, công suất nhiệt của HQ dao động mạnh và ngọn lửa HQ rất ngắn, thường từ vài mm đến  $10 \div 15mm$ . Do vậy, trong giai đoạn này, điện áp cấp và công suất ra của biến áp lò là lớn nhất.

2. Giai đoạn oxy hóa và hoàn nguyên. Đây là giai đoạn khử C của kim loại đến một giới hạn nhất định tùy theo yêu cầu công nghệ, khử P và S, khử khí trong gang rồi tinh luyện. Sự cháy hoàn toàn các bon gây sôi mạnh kim loại. Ở giai đoạn này, công suất nhiệt yêu cầu về cơ bản là để bù lại các tổn hao nhiệt và nó bằng khoảng 60% công suất nhiệt của giai đoạn 1. Hồ quang cũng cần duy trì ổn định.

Trước khi thép ra lò phải qua giai đoạn hoàn nguyên là giai đoạn khử oxy, khử sunfua và hợp kim hóa kim loại. Công suất yêu cầu lúc này chỉ cỡ 30% so với giai đoạn 1. Chế độ năng lượng tương đối ổn định và chiều dài ngọn lửa HQ khoảng vài chục milimét.

3. Giai đoạn phụ. Đây là giai đoạn lấy sản phẩm đã nấu luyện, tu sửa, làm vệ sinh và chất liệu vào lò.

Hình 7-4 là một ví dụ về tiêu thụ công suất hữu công của một lò HQ nấu thép dung lượng 100T trong các giai đoạn nấu luyện,

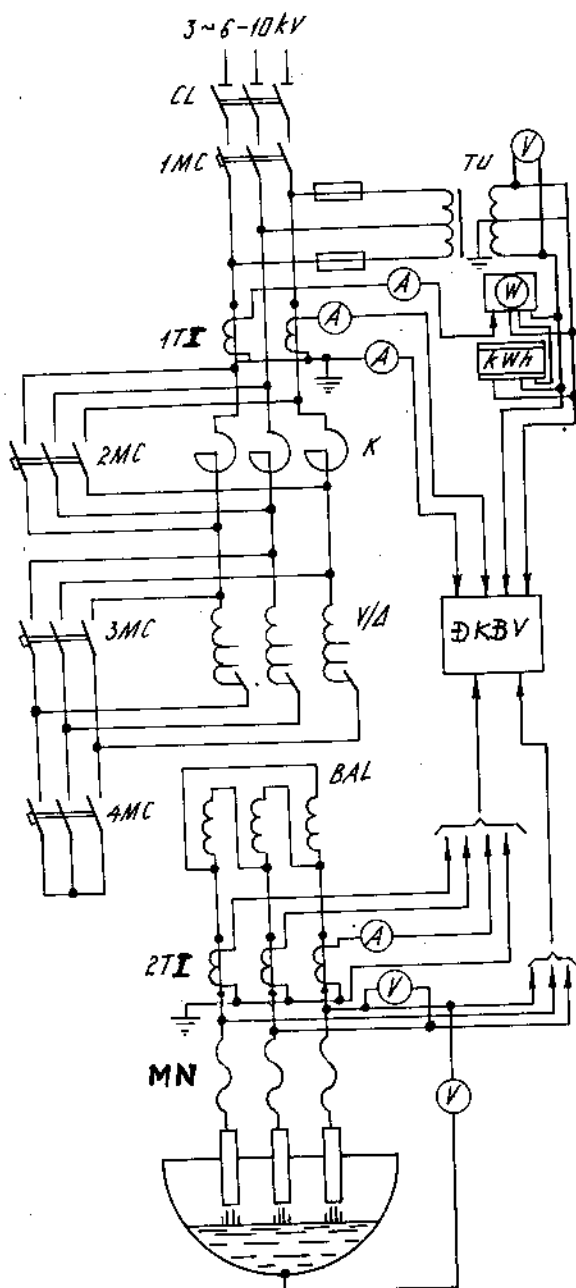


Hình 7-4. Đồ thị công suất hữu công tiêu thụ ở lò HQ 100T.

## §7.2. SƠ ĐỒ ĐIỆN (THIẾT BỊ CHÍNH MẠCH LỰC) LÒ HQ

Điện cấp cho lò là HQ lấy từ trạm biến áp lò. Điện áp vào là 6, 10, 35 hay 110 kV là tùy theo công suất lò (hình 7-5)

Sơ đồ có các thiết bị chính sau: Cầu dao cách li CL dùng phân cách mạch động lực của lò với lưới khi cần thiết, chẳng hạn lúc sửa chữa. Máy cắt 1MC dùng để bảo vệ lò HQ khỏi ngắn mạch sự cố. Nó được chỉnh định để không tác động khi ngắn mạch làm việc. Máy cắt 1MC cũng dùng để đóng và cắt mạch lực dưới tải. Cuộn kháng K dùng hạn chế dòng điện khi ngắn mạch làm việc và ổn định sự cháy của HQ. Khi bắt đầu nấu luyện hay xảy ra ngắn mạch làm việc. Lúc ngắn mạch làm việc, máy cắt 2MC mở ra để cuộn kháng K tham gia vào mạch, hạn chế dòng ngắn mạch. Khi liệu chảy hết, lò cần công suất nhiệt lớn để nấu luyện, 2MC đóng lại để ngắn mạch cuộn kháng



Hình 7-5. Sơ đồ điện  
lò hồ quang dung lượng dưới 20T.

K. Ở giai đoạn hoàn nguyên, công suất lò yêu cầu ít hơn thì 2MC lại mở ra để đưa cuộn kháng K vào mạch, làm giảm công suất cấp cho lò. Với những lò HQ công suất lớn hơn nhiều thì không có cuộn kháng K. Việc ổn định HQ và hạn chế dòng ngắn mạch làm việc do các phần tử cảm kháng của sơ đồ lò đảm nhiệm.

Biến áp lò BAL dùng để hạ áp và điều chỉnh điện áp. Việc nối nối cuộn sơ cấp thành hình  $\Delta$  hay hình  $\Lambda$  thực hiện nhờ các máy cắt 3MC, 4MC. Cuộn thứ cấp của BAL nối với các điện cực của lò qua một mạch ngắn "MN" không phân nhánh, không có mối hàn.

Phía sơ cấp BAL có đặt role dòng điện cực đại để tác động lên cuộn ngắt máy cắt 1MC. Role này có duy trì thời gian. Thời gian duy trì này giảm khi bội số quá tải dòng tăng. Nhờ vậy, 1MC ngắt mạch lực của lò HQ chỉ khi có ngắn mạch sự cố và khi ngắn mạch làm việc kéo dài mà không xử lý được. Với ngắn mạch làm việc trong một thời gian tương đối ngắn, 1MC không cắt mạch mà chỉ có tín hiệu đèn và chuông. Phía sơ cấp BAL còn có các dụng cụ đo lường, kiểm tra như: vonkế, ampe kế, công tơ điện, pha kế v.v... Phía thứ cấp cũng có các máy biến dòng 2TI nối với các ampe kế đo dòng hồ quang, cuộn dòng điện của bộ điều chỉnh tự động và role dòng điện cực đại. Dòng tác động và thời gian duy trì của role dòng được chọn sao cho khi có ngắn mạch thời gian ngắn, bộ điều chỉnh làm giảm dòng điện của lò chỉ sau thời gian duy trì của role. Nhiều khi cụ điều khiển, kiểm tra và bảo vệ khác (trong khối ĐKBV) cũng được nối với máy biến điện áp TU và các máy biến dòng 1TI, 2TI.

#### Máy biến áp lò BAL

Máy BAL dùng cho lò HQ phải làm việc trong các điều kiện đặc biệt nặng nề nên có các đặc điểm sau:

- Công suất thường rất lớn (có thể tới

hàng chục MW) và dòng điện thứ cấp rất lớn (tới hàng trăm kA),

- Điện áp ngắn mạch lớn để hạ chế dòng ngắn mạch dưới  $(2,5 + 4) I_{dm}$ ,
- Có độ bền cơ học cao để chịu được các lực điện từ phát sinh trong các cuộn dây, thanh dẫn khi có ngắn mạch.
- Có khả năng điều chỉnh điện áp sơ cấp dưới tải trong một giới hạn rộng,
- Phải làm mát tốt vì dòng lớn, hay có ngắn mạch và vì biến áp đặt ở nơi kín lại gần lò.



Công suất BAL có thể xác định gần đúng từ điều kiện nhiệt trong giai đoạn nấu chảy vì ở các giai đoạn khác, lò đòi hỏi công suất tiêu thụ ít hơn.

Nếu coi rằng, trong giai đoạn nấu chảy, tổn thất năng lượng trong lò HQ, trong BAL và cuộn kháng L được bù trừ bởi năng lượng của phản ứng tỏa nhiệt thì công suất BAL có thể xác định bởi biểu thức

$$S_{BAL} = \frac{W}{t_{nc} \cdot k_{sd} \cdot \cos \varphi}, \quad [kVA] \quad (7-1)$$

Trong đó :  $t_{nc}$  - thời gian nấu chảy (trừ lúc dừng lò) (h) ;

$k_{sd}$  - Hệ số sử dụng công suất BAL trong giai đoạn nấu chảy ;

$\cos \varphi$  - Hệ số công suất của thiết bị lò HQ ;

W - năng lượng hữu ích và tổn hao nhiệt trong thời gian nấu chảy và dừng lò giữa hai mẻ nấu (kW-h).

$$W = w \cdot G \quad (7-2)$$

Trong đó : G - khối lượng kim loại nấu, (T) ;

w - suất chi phí điện năng để nấu chảy, (kWh/T).

Suất chi phí điện năng giảm đối với lò có dung lượng lớn.

Thông thường  $W = (400 \div 600)$ , kW h/T.

Thời gian nấu chảy được tính từ lúc cho lò làm việc sau khi chất liệu đến khi kết thúc việc nấu chảy. Thông thường thì thời gian này từ  $(1 \div 3h)$  tùy dung lượng lò.

Hệ số sử dụng công suất BAL thường là  $0,8 \div 0,9$ , gây ra do sử dụng không đầy đủ công suất BAL, do biến động các thông số của lò, do hệ tự động điều chỉnh không hoàn hảo, do không đối xứng giữa 3 pha v.v...

Hiện nay, công suất BAL ngày càng có xu hướng tăng vì nó cho phép giảm thời gian nấu chảy, giảm suất chi phí năng lượng do hạ tổn hao nhiệt.

Cuộn thứ cấp BAL thường nối  $\Delta$  vì dòng ngắn mạch được phân ra 2 pha và như vậy điều kiện làm việc của các cuộn dây sẽ nhẹ hơn. Máy BAL thường phải làm việc trong tình trạng ngắn mạch và phải có khả năng quá tải nên thường chế tạo to, nặng hơn các máy biến áp động lực cùng công suất.

Bảng 7-1 cho một số thông số kĩ thuật chính của biến áp lò HQ loại lò ДСП do LX (củ) chế tạo.

**Bảng 7-1**

Thông số	ДСП-0,5ИЗ	ДСП-1,5ИЗ	ДСП-3ИЗ	ДСП-6ИЗ	ДСП-12ИЗ	ДСП-25ИЗ	ДСП-50ИЗ	ДСП-100ИЗ	ДСП-100ИЗ	ДСП-200ИЗ
- Dung lượng định mức (T)	0,5	1,5	3	6	12	25	50	100	100	200
- Công suất BAL (MW)	0,63	1,25	2,0	4,0*	8,0	12,5	20	32	80	60
- 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-R/T)	560	535	515	480	445	435	425	420	420	400
- Đường kính điện cực graphit (mm)	150	200	200	300	350	400	500	555	610	610

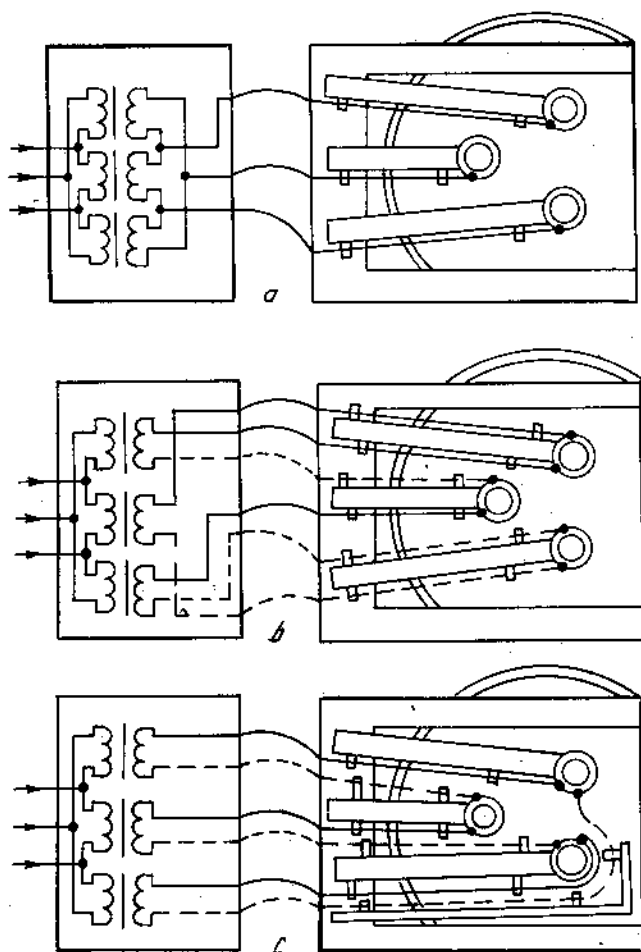
## Mạch ngắn (MN)

Mạch ngắn hay dây dẫn dòng thứ cấp có dòng điện làm việc rất lớn, tới hàng chục và ngay cả hàng trăm nghìn Ampe. Tổn hao công suất ở mạch ngắn

$$\Delta P_{mn} = I_{mn}^2 r_{mn}$$

đạt tới 70% toàn bộ tổn hao trong toàn bộ thiết bị lò HQ. Do vậy, yêu cầu cơ bản của mạch ngắn là phải ngắn nhất trong điều kiện có thể (biến áp lò phải đặt rất gần lò) để giảm bớt tổn hao, đồng thời được ghép từ các tấm đồng lá thành các thanh mềm để có thể uốn dẻo lên xuống theo các điện cực. Ngoài ra, mạch ngắn còn phải đảm bảo sự cân bằng  $r_{mn}$  và  $x_{mn}$  giữa các pha để có các thông số điện (công suất, điện áp, dòng) như nhau của các HQ. Khi 3 pha mạch ngắn phân bố đối xứng thì hồ cảm giữa 2 pha bất kì sẽ bằng nhau và s.d.d hồ cảm bằng 0. Trường hợp nếu khoảng cách giữa các pha không như nhau, hồ cảm giữa các pha sẽ khác nhau. Trong một pha nào đó sẽ xuất hiện s.d.d phụ ngược chiều dòng điện trong pha đó và tạo ra một sụt áp phụ

trên điện trở thuần pha đó. Kết quả là pha này như thể tăng điện trở tác dụng, gây ra một tổn hao công suất phụ và công suất HQ của pha này sẽ giảm so với pha khác. Đồng thời, ở một pha khác, s.d.d. phụ lại cùng chiều với dòng điện của pha, điện trở tác dụng như bị giảm và công suất HQ pha này tăng lên. Hiện tượng trên gây ra sự mất đối xứng về điện áp giữa các HQ, sự phân bố công suất không đồng đều giữa các pha, giảm hiệu suất lò và với lò công suất càng lớn thì sự mất đối xứng điện từ ở mạch ngắn sẽ càng lớn.



Hình 7-6. Sơ đồ mạch ngắn lò điện HQ.

Chống hiện tượng trên bằng cách phân bố đối xứng về mặt hình học và về mặt điện từ của mạch ngắn và các điện cực đặt ở 3 đỉnh một tam giác đều. Với lò dung lượng dưới  $10^7$  thì mạch ngắn thường được nối theo sơ đồ  $\Delta$  (hình 7-6a). Thiếu sót của cách này là sự không đối xứng của các dây dẫn chuyển dòng tới các điện cực không được bù trừ. Với các lò dung lượng lớn, mạch ngắn thường được nối  $\Delta$  ở các điện cực (hình. 7-6b).

Hai bên mỗi cần giữ điện cực có đặt 2 dây dẫn dòng pha cách điện nhau. Ở sơ đồ này thì 2 pha có các dây dẫn dòng từ đầu đầu và đầu cuối tới 2 điện cực kề sát nhau, tạo ra hệ 2 dây, còn pha thứ 3 dẫn dòng tới 2 cần giữ ngoài cùng sẽ không có tính chất của hệ 2 dây. Tính không đối xứng của mạch ngắn đã giảm nhiều nhưng chưa hoàn toàn. Sơ đồ ở hình 7-6c thực hiện dẫn dòng hệ 2 dây cho cả 3 pha nhờ thêm cần phụ, mang dây đầu cuối pha 3 tới điện cực 1 vòng qua điện cực 3. Cần đỡ phụ và cần đỡ điện cực 1 được dịch chuyển đồng bộ với nhau qua liên kết cơ học. Sơ đồ này giảm tính không đối xứng của mạch ngắn xuống đến mức tối thiểu.

### §7.3. YÊU CẦU VỚI CÁC SƠ ĐỒ ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN CỰC Lò HQ

Các lò HQ nấu luyện kim loại đều có các bộ điều chỉnh tự động việc dịch điện cực vì nó cho phép giảm thời gian nấu luyện, nâng cao năng suất lò, giảm suất chi phí năng lượng, giảm thấm các bon cho kim loại, nâng cao chất lượng thép, giảm dao động công suất khi nấu chảy, cải thiện điều kiện lao động v.v...

Chất lượng thép nấu luyện phụ thuộc vào công suất cấp và sự phân bố nhiệt hay nhiệt độ trong nôi lò.

Điều chỉnh công suất lò HQ có thể thực hiện bằng cách thay đổi điện áp ra của BAL hoặc bằng sự dịch chuyển điện cực để thay đổi chiều dài ngọn lửa HQ và như vậy sẽ thay đổi được điện áp HQ, dòng điện HQ và công suất tác dụng của HQ.

Về nguyên tắc, việc duy trì công suất lò HQ có thể thông qua việc duy trì một trong các thông số sau : dòng điện hồ quang  $I_{hq}$ , điện áp hồ quang  $U_{hq}$ , tỉ số giữa điện áp và dòng điện hồ quang, tức là tổng trở  $Z_{hq} = \frac{U_{hq}}{I_{hq}}$ .

Bộ điều chỉnh duy trì dòng HQ không đổi ( $I_{hq} = \text{const}$ ) sẽ không mới HQ tự động được. Ngoài ra, khi dòng điện trong một pha nào đó thay đổi sẽ kéo theo dòng điện trong 2 pha còn lại thay đổi. Ví dụ, khi HQ trong một pha bị đứt thì lò HQ làm việc như phụ tải một pha với 2 pha còn lại nối tiếp vào điện áp dây. Lúc đó các bộ điều chỉnh 2 pha còn lại sẽ tiến hành hạ điện cực mặc dù không cần việc đó. Các bộ điều chỉnh loại này chỉ dùng cho lò HQ một pha và chủ yếu dùng trong lò HQ chân không.

Bộ điều chỉnh duy trì điện áp HQ không đổi ( $U_{hq} = \text{const}$ ) có khó khăn trong việc đo thông số này. Thực tế, cuộn dây đo được nối giữa thân kim loại của lò và thanh cái thứ cấp BAL. Do vậy, điện áp đo phụ thuộc dòng tải và sự thay đổi dòng của một pha sẽ ảnh hưởng tới 2 pha còn lại như đã trình bày đối với bộ điều chỉnh giữ  $I_{hq} = \text{const}$ .

Phương pháp tốt nhất là dùng bộ điều chỉnh duy trì  $\frac{U_{hq}}{I_{hq}} = Z_{hq} = \text{const}$ , thông qua hiệu số các tín hiệu dòng và áp :

$$aI_{hq} - bU_{hq} = bI_{hq}(Z_{ohq} - Z_{hq}) \quad (7-3)$$

trong đó : a, b - Hệ số phụ thuộc hệ số các biến áp đo lường (biến dòng, biến điện áp) và điện trở điều chỉnh trên mạch (thay đổi bằng tay khi chỉnh định)

$Z_{ohq}, Z_{hq}$  - giá trị đặt và giá trị thực của tổng trở HQ.

Từ (7-3) suy ra :

$$\frac{aI_{hq} - bU_{hq}}{bI_{hq}} = Z_{ohq} - Z_{hq} = \Delta Z_{hq} \quad (7-4)$$

Như vậy, việc điều chỉnh thực hiện theo độ lệch của tổng trở HQ so với giá trị đặt (điều chỉnh vi sai). Phương pháp này dễ mỗi HQ, duy trì được công suất, ít chịu ảnh hưởng của dao động điện áp nguồn cũng như ảnh hưởng lẫn nhau giữa các pha.

Mỗi giai đoạn làm việc của lò HQ (nấu chảy, oxy hóa, hoàn nguyên) đòi hỏi một công suất nhất định, mà công suất này lại phụ thuộc chiều dài ngọn lửa HQ. Như vậy, điều chỉnh dịch điện cực tức là điều chỉnh chiều dài ngọn lửa HQ do đó điều chỉnh được công suất lò HQ. Đó là nhiệm vụ cơ bản của các bộ điều chỉnh tự động các lò HQ.

Các yêu cầu chính để ra cho một bộ điều chỉnh công suất lò HQ là :

1. Dù nhảy để đảm bảo chế độ làm việc đã cho của lò. Duy trì dòng điện hồ quang không tụt quá  $(4 \div 5)\%$  trị số dòng điện làm việc. Vùng không nhảy của bộ điều chỉnh không quá  $\pm (3 \div 6)\%$  trong giai đoạn nấu chảy và  $\pm (2 \div 4)\%$  trong các giai đoạn khác.

2. Tác động nhanh, đảm bảo khử ngắn mạch hay dứt HQ trong thời gian  $1,5 \div 3,0s$ . Điều đó sẽ làm giảm số lần ngắt máy cắt chính, giảm sự thấm C của kim loại v.v... Các lò HQ hiện đại không cho phép ngắt máy cắt chính quá 2 lần trong giai đoạn nấu chảy. Đảm bảo yêu cầu này nhờ tốc độ dịch cực nhanh, tới  $2,5 \div 3m/ph$  trong giai đoạn nấu chảy (khi dùng truyền động điện cơ) và  $5 \div 6m/ph$  (khi truyền động thủy lực). Dòng điện HQ càng lệch xa trị số đặt thì tốc độ dịch cực càng phải nhanh.

3. Thời gian điều chỉnh ngắn.

4. Hạn chế tối thiểu sự dịch cực không cần thiết như khi chế độ làm việc bị phá vỡ trong thời gian rất ngắn (vài phần giây) hay trong chế độ thay đổi tính đối xứng. Yêu cầu này càng cần đối với lò 3 pha không có dây trung tính. Chế độ HQ của một pha nào đó bị phá hủy sẽ dẫn theo phá hủy chế độ HQ của các pha còn lại. Điện cực các pha còn lại đang ở vị trí chuẩn cũng có thể bị dịch chuyển. Do vậy mỗi pha cần có hệ điều chỉnh độc lập để sự làm việc của nó không ảnh hưởng tới chế độ làm việc của các pha khác.

5. Thay đổi công suất lò bằng phẳng trong giới hạn  $20 \div 125\%$  trị số định mức với sai số không quá  $5\%$ .

6. Có thể chuyển đổi nhanh từ chế độ điều khiển tự động sang chế độ điều khiển bằng tay do phải thực hiện thao tác phụ nào đó (chẳng hạn, nâng điện cực trước khi chất liệu vào lò) và ngược lại, chuyển nhanh về chế độ điều khiển tự động.

7. Tự động châm lửa HQ khi bắt đầu làm việc và sau khi HQ bị đứt. Khi ngắn mạch thì việc nâng điện cực lên không làm đứt HQ.

8. Dừng mọi điện cực khi mất điện lưới.

Cơ cấu chấp hành (cơ cấu dịch cực) có thể truyền động bằng điện - cơ hay thủy lực. Trong cơ cấu điện - cơ, động cơ được dùng phổ biến là động cơ một chiều kích từ độc lập vì nó có mômen khởi động lớn, giải điều chỉnh rộng, bằng phẳng, dễ điều chỉnh và có thể dễ mở máy, đảo chiều, hãm. Đôi khi cũng dùng động cơ không đồng bộ có mômen quán tính của rotor nhỏ.

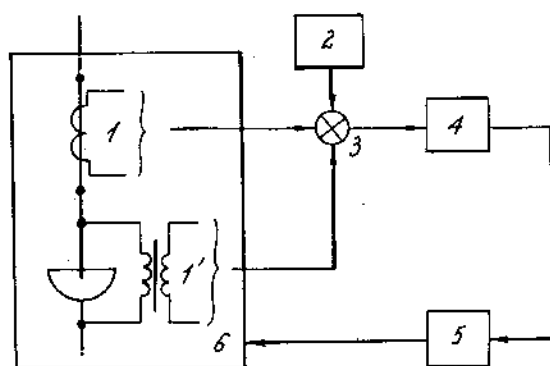
## §7.4. MỘT SỐ SƠ ĐỒ KHỐNG CHẾ DỊCH CỰC Lò HQ

### 1. Sơ đồ chức năng một pha không chế dịch cực lò HQ

Một hệ điều chỉnh công suất tự động lò HQ có sơ đồ chức năng đơn giản như hình 7-7

Hệ gồm đối tượng điều chỉnh 6 (lò HQ) và bộ điều chỉnh vi sai. Bộ điều chỉnh gồm các phần tử cảm biến dòng 1 và áp 1', phần tử so sánh 3, bộ khuếch đại 4, cơ cấu chấp hành 5 và thiết bị đặt 2. Trên phần tử so sánh có 2 tín hiệu từ đối tượng điều chỉnh tới (tương ứng tỉ lệ với dòng và áp HQ) và một tín hiệu từ thiết bị đặt tới. Tín hiệu sai lệch từ phần tử so sánh được khuếch đại qua bộ khuếch đại 4 rồi tới cơ cấu chấp hành 5 để dịch cực theo hướng giảm sai lệch. Để hoàn thiện đặc tính động của hệ, nâng cao chất lượng điều chỉnh, thường sơ đồ còn có các phản hồi về tốc độ dịch cực, về tốc độ thay đổi dòng, áp HQ v.v... Trong sơ đồ cũng có thể có các phần tử chương trình hóa, máy tính v.v...

Hệ điều chỉnh có thể dùng khuếch đại máy điện, khuếch đại từ, thyristor, thủy lực, ly hợp điện từ...



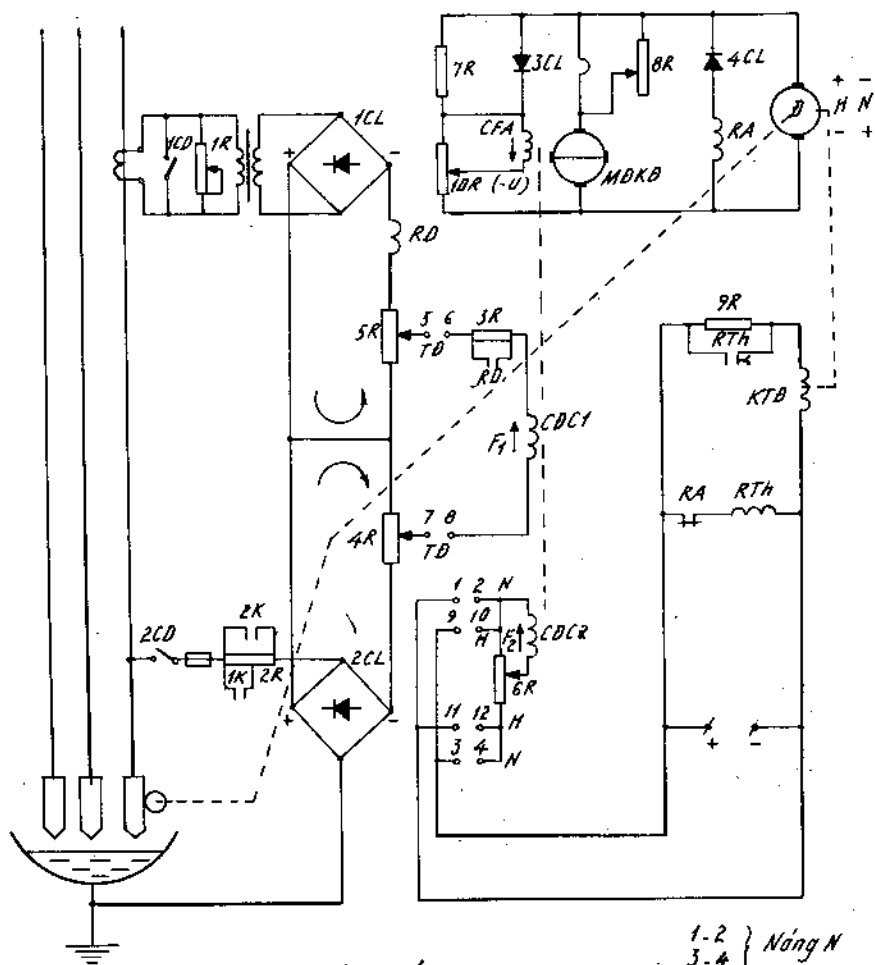
Hình 7-7. Sơ đồ chức năng hệ điều chỉnh công suất lò HQ.

### 2. Sơ đồ 1 pha không chế dịch cực lò HQ dùng hệ MDKD-Đ

Hình 7-8 biểu thị sơ đồ dịch cực cho 1 pha lò HQ. Mỗi pha có một bộ điều chỉnh như vậy.

Máy điện khuếch đại MDKD cấp điện cho động cơ Đ để dịch cực và có 3 cuộn kích từ :

- cuộn điều chỉnh CDC1 để khống chế tự động
- cuộn CDC2 để khống chế bằng tay
- cuộn phản hồi âm áp CFA. Cuộn này có s.t.d ngược chiều với cuộn trên.



Sơ đồ 1 pha không chế  
điện cực lò hồ quang

TAY DẠT :  
1-2 } Nóng N  
3-4 }  
5-6 } Tự động  
7-8 }  
9-10 } Hạ H  
11-12 }

Hình 7-8. Sơ đồ 1 pha không chế dịch cực lò HQ.

chưa tác động nên 3R tham gia vào mạch CDC1 và s.t.d của CDC1 nhỏ. Mặt khác, như sơ đồ vẽ, khi hạ cực động cơ được cấp điện với cực tính (+) ở trên nên diot 3CL nối tắt 7R làm tăng dòng cuộn phản hồi âm áp CFA, hạn chế bớt s.t.d của CDC1 (cỡ 50%). Do vậy điện cực hạ xuống chậm.

Khi điện cực chạm kim loại, dòng lớn nhất và điện áp bằng 0 (ngắn mạch làm việc). Role dòng RD tác động, nối tắt 3R trong mạch cuộn CDC1. S.t.d cuộn này đối chiều và có giá trị lớn, MDKD phát điện áp cấp cho động cơ Đ kéo điện cực lên nhanh (cực tính (-) điện áp cấp ở trên). Mặt khác, lúc này diot 4CL thông mạch role áp RA với điện áp lớn của MDKD nên role thời gian  $R_{th}$  mất điện. Sau thời gian duy trì, tiếp điểm thường mở mở chậm  $R_{th}$  sẽ đưa điện trở 9R vào mạch kích từ KTD của động cơ Đ để giảm từ thông và tốc độ động cơ nâng cực tăng lên. Cũng lúc này, do cực tính điện áp (-) ở trên nên 3CL không thông mạch và điện trở 7R tham gia vào mạch cuộn phản hồi CFA, làm giảm dòng qua CFA, sự hạn chế s.t.d cuộn CDC1 giảm bớt (còn hạn chế cỡ 30%). Do vậy điện áp phát ra của MDKD cũng tăng lên.

Ở chế độ tự động TD, các tiếp điểm 5-6 và 7-8 kín. Mở 1CD và đóng 2CD. Điện áp ra trên chỉnh lưu 1CL tỉ lệ với dòng điện HQ và rơi trên điện trở 5R. Điện áp ra trên chỉnh lưu 2CL tỉ lệ với điện áp HQ và rơi trên điện trở 4R. Cuộn dây điều chỉnh CDC1 của MDKD nối vào hiệu số điện áp lấy trên một phần của 5R và 4R, nghĩa là thực hiện quy luật điều chỉnh như (7-3) Khi chưa có HQ, dòng bằng 0 và điện áp lớn nhất. s.t.d cuộn CDC1 có chiều để MDKD phát điện áp cho động cơ Đ hạ điện cực xuống chậm. Lúc này role dòng RD



Bộ điều chỉnh thyristor có thể làm việc với lò dung lượng 200T. Động cơ dịch cực có công suất 11kW. Tốc độ dịch cực lớn nhất  $(4,5 + 5)$  m/ph khi dùng thanh răng và 1,5 m/ph khi dùng từ.

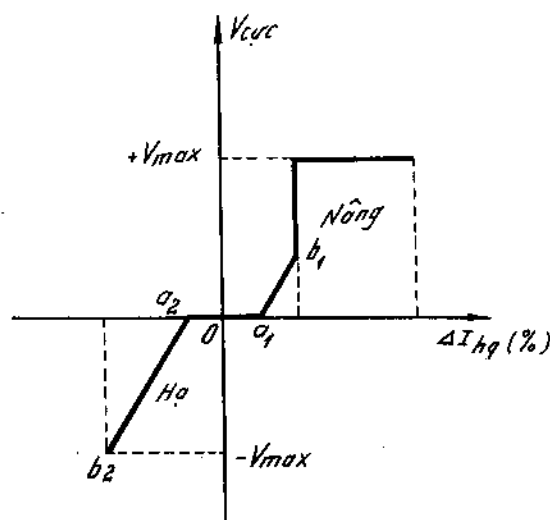
Sơ đồ cấu trúc 1 pha như hình 7-9. Tín hiệu tỉ lệ với dòng  $I_{hq}$  và áp  $U_{hq}$  của một pha từ các biến dòng TI và biến điện áp TU tới các bộ chỉnh lưu 1VD, 2VD. Sự mất cân bằng giữa các tín hiệu đầu vào sẽ được đưa tới khâu vùng không nhảy KN. Từ đó tới khâu khuếch đại bán dẫn KĐ. Tới khâu KĐ còn có tín hiệu phản hồi âm tốc độ của động cơ dịch cực M. Từ khâu khuếch đại, tín hiệu sai lệch sẽ tới khâu nguồn điều khiển NDK và qua đó tới các khâu xung pha XP1, XP2 để điều chỉnh góc mở thyristor cấp điện cho phản ứng động cơ M.

Cấp điện cho khối KĐ là khối nguồn Ng.

Nếu chế độ điện của lò HQ tương ứng như chế độ đặt thì khối KĐ không có tín hiệu ra, động cơ M không chạy và không dịch cực.

Nếu chế độ làm việc sai lệch khỏi chế độ đặt (như  $I_{hq}$  tăng do ngắn mạch,  $U_{hq}$  tăng do chưa mỗi hay do đứt HQ v.v...) mà độ lớn tín hiệu sai lệch vượt quá vùng không nhảy của bộ điều chỉnh ( $Oa_1$ ,  $Oa_2$  trên hình. 7-10) thì đầu ra khối KN có tín hiệu, qua KĐ, NDK, XP1, CP2 sẽ điều khiển mở thyristor, cấp điện cho động cơ M quay dịch cực.

Khi  $U_{hq}$  tăng thì động cơ hạ điện cực xuống. Tốc độ động cơ xác định bởi hiệu số tín hiệu ra của khối KN và tín hiệu phản hồi âm áp. Qui luật điều chỉnh hạ điện cực là tỉ lệ trên toàn dải tín hiệu vào (kể cả khi đứt HQ) (đoạn  $a_2b_2$ ).



Hình 7-10. Đặc tính của bộ điều chỉnh dịch cực lò HQ dùng thyristor.

Khi  $I_{hq}$  tăng thì động cơ nâng điện cực lên. Ở vùng thay đổi nhỏ của  $I_{hq}$  thì tốc độ nâng tỉ lệ với số gia  $\Delta I_{hq}$  (đoạn  $a_1b_1$ ). Ở vùng thay đổi lớn của  $I_{hq}$  thì tốc độ nâng nhảy vọt. Chế độ role đạt được nhờ ổn áp 4VD trong mạch phản hồi âm điện áp.

Đặc tính tính như hình. 7-10 cho khả năng loại trừ nhanh chế độ sai lệch (ngắn mạch, đứt HQ) và trong giai đoạn hoàn nguyên, các sai lệch nhỏ không có tác động hoặc tác động ở vùng tốc độ nhỏ, do đó loại trừ hiện tượng quá điều chỉnh.

Sau khi sai lệch bị trừ khử, tín hiệu sai lệch nhỏ hơn vùng không nhảy và dưới tác động của phản hồi sẽ xảy ra hãm điện. Hai nhóm thyristor sẽ thực hiện lần lượt chế độ chỉnh lưu và nghịch lưu tùy hướng chuyển động.

Trong sơ đồ, khối NKT là nguồn chỉnh lưu cấp cho kích từ động cơ M.

Hướng hoàn thiện trang bị điện lò HQ nấu thép là :

- Sử dụng lò HQ có 6 điện cực cấp điện từ 3 biến áp một pha có dùng 2 dây dẫn dòng ở mạch ngắn để giảm cảm kháng.
- Dùng nguồn cấp tần số thấp cho lò qua các bộ biến đổi tĩnh để giảm cảm kháng, để đơn giản hóa bộ điều chỉnh công suất.
- Dùng nguồn 1 chiều cấp cho lò HQ qua các bộ biến đổi bán dẫn.



## §7.5. LÒ HQ CHÂN KHÔNG

Nấu luyện kim loại trong lò HQ chân không sẽ loại trừ được tương tác của kim loại nóng chảy với khí quyển, thực hiện khử khí trong kim loại triệt để hơn, loại trừ tương tác của kim loại nóng chảy với các điện cực v.v... Do vậy, lò HQ chân không được ứng dụng trong :

- sản xuất các vật liệu chịu nhiệt và có hoạt tính hóa học mạnh : ziriconi Zr, titan Ti, mólípden Mo, vonfram W v.v...
- sản xuất kim loại hiếm.
- sản xuất các thép chất lượng cao, có lí tính tốt dùng trong các ổ đỡ cao tốc...
- sản xuất các vật liệu đặc biệt dùng trong các ngành kĩ thuật như : nguyên tử, vũ trụ...

*Lò HQ chân không có 2 loại :*

1. Lò có điện cực không tiêu tốn bằng graphit hay bằng đồng với đầu cực vonfram (có làm mát bằng nước). Loại lò này khó đảm bảo chất lượng cao của kim loại nấu luyện vì thành phẩm bị làm bẩn bởi các điện cực khi nấu luyện.

2. Lò có điện cực tiêu tốn là chính kim loại nấu luyện. Loại này thường được sử dụng nhiều.

Về kết cấu, lò HQ chân không thường bao gồm các bộ phận chính :

- Khuôn kết tinh ở dạng ống đồng (tròn, ôvan hay chữ nhật) có vỏ làm mát bằng nước. Thường lớp ngoài bằng vật liệu không từ tính có đặt cuộn dây để tập trung hồ quang dọc trục ống và khuấy trộn kim loại trong bể lỏng.

- cơ cấu treo và dịch điện cực. Hệ treo có thể là mềm (tời, xích) hay cứng (vít, thanh răng) và với tốc độ dịch cực  $20 + 300$  mm/ph.

- buồng làm việc có ống nạp liệu hay phễu.

- hệ thống bơm chân không, dụng cụ đo

- hệ thống làm mát lò

- nguồn cấp và hệ điều khiển

- nếu nấu luyện trong khí trơ thì có hệ thống truyền khí trơ.

Hình 7-11 là kết cấu lò HQ chân không.

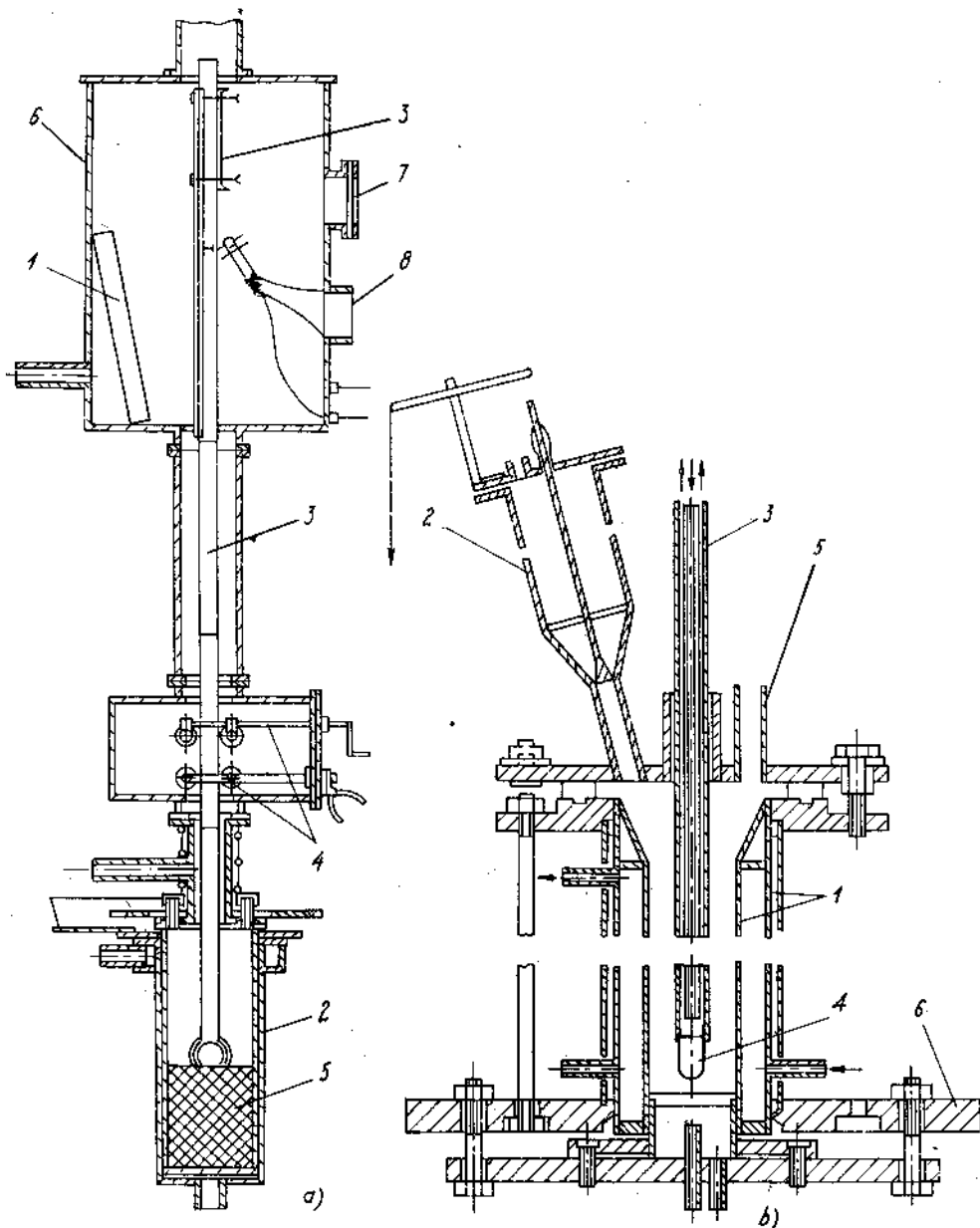
Hình 7-11a là lò có điện cực tiêu tốn, trong đó :

1 - Thỏi kim loại nấu luyện ; 2 - Buồng chân không có khuôn ; 3 - Điện cực tiêu tốn ; 4 - Cơ cấu dịch cực ; 5 - Thỏi kim loại ; 6 - Vỏ kín ; 7 - Cửa (mát) quan sát ; 8 - thiết bị hàn điện cực.

Hình 7-11b là lò có điện cực không tiêu tốn, trong đó :

1 - Nồi lò có làm mát bằng nước ; 2 - Phễu liệu bột kim loại ; 3 - Điện cực đồng có làm mát bằng nước ; 4 - Đầu vonfram của điện cực ; 5 - Cửa quan sát.

HQ dùng trong lò chân không phổ biến là HQ một chiều do tính chất cháy ổn định cao của nó. Đặc điểm của đặc tính von-ampe của HQ trong chân không là điện áp tương đối thấp. Do vậy, để đảm bảo công suất cần thiết thì dòng cấp phải lớn (có thể



Hình 7-11. Lò HQ chân không.

tới 50kA). Từ đó, lò cần nguồn có dòng lớn và dây dẫn lớn. Để đảm bảo ổn định HQ trong chân không và quá trình công nghệ, đặc tính ngoài của nguồn cấp cần dốc đứng. Nguồn dòng có đặc tính đó và dòng không bị phụ thuộc vào điện áp lưới, điện trở HQ và các yếu tố khác. Sự ổn định dòng điện được thực hiện nhờ phản hồi.

Nguồn cấp cho lò HQ chân không có thể là bộ biến đổi quay, bộ biến đổi bán dẫn hay nguồn dòng thông số với các phần tử phản kháng (cuộn kháng và tụ điện).

Phần mạch lực lò HQ chân không như hình 7-12. Sơ đồ sử dụng các chỉnh lưu tới 200A gồm nhiều diot mắc song song. Do thời gian rút kim loại lỏng và chuẩn bị nấu tiếp theo là bằng hoặc lớn hơn thời gian nấu nên thường một mạch lực cấp điện cho 2 lò làm việc luân phiên.

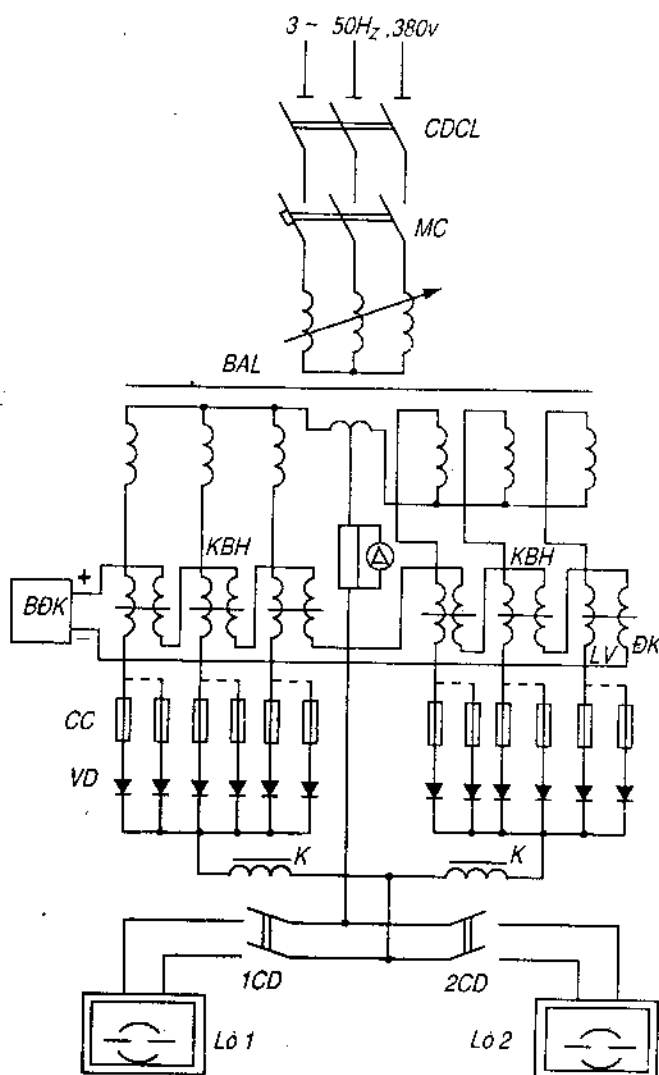
Cuộn sơ cấp biến áp lò BAL điều chỉnh được điện áp dưới tải và được cấp điện từ lưới qua cầu dao cách li CDCL và máy cắt dầu MC.

Hai bộ chỉnh lưu cấp điện từ 2 cuộn thứ cấp 3 pha qua cuộn kháng bảo hòa KBH có các cuộn làm việc LV xoay chiều và điều khiển ĐK một chiều cấp từ bộ điều khiển BDK. Sơ đồ chỉnh lưu là hình tia và cấp cho lò HQ chân không qua cuộn kháng sau bằng K. Các cuộn thứ cấp 3 pha có điểm nối chung ngược cực tính để giảm hệ số đập mạch sau khi chỉnh lưu.

Trong lò HQ chân không có diện cực tiêu tốn (hình 7-11a), việc dịch chuyển điện cực cần đảm bảo theo tốc độ làm việc tương ứng (cỡ 5 + 10mm/ph) cũng như đảm bảo trừ khử nhanh ngắn mạch và lắp ráp nhanh (cỡ 2000 + 4000mm/ph). Như vậy, giải điều chỉnh tốc độ cần tới 200 : 1 và hơn. Trong truyền động dịch chuyển điện cực bằng điện - cơ, người ta dùng hộp giảm tốc độ có li hợp điện từ tác động nhanh.

Hệ tự động lò HQ chân không cần đảm bảo các thao tác sau :

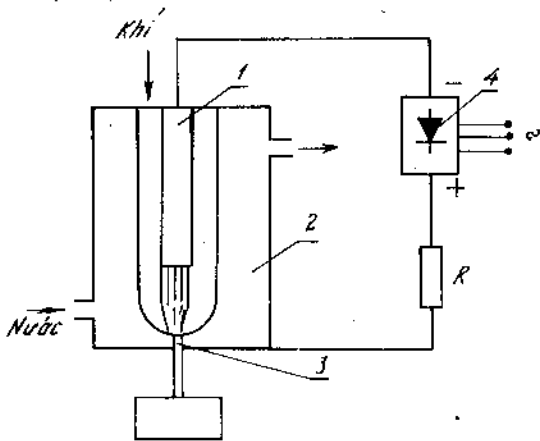
- Châm lửa HQ không tạo ngắn mạch ;
- Ổn định độ dài cung lửa HQ đã cho ;
- Dịch chuyển điện cực tiêu tốn theo tốc độ chảy ;
- Ổn định công suất HQ ;
- Nhanh chóng trừ khử ngắn mạch ;
- Nhanh chóng hạ điện cực khi HQ phóng về thành lò.



**Hình 7-12. Sơ đồ mạch lực lò điện HQ chân không.**

## §7.6. Lò HQ Plasma

Lò HQ plasma là lò HQ sử dụng plasma lạnh. Đó là khí ion hóa có mức ion hóa khoảng 1% (tỉ số giữa số ion trên tổng số phân tử). Plasma nhiệt độ thấp được ứng dụng rộng rãi trong các quá trình như : nấu luyện quặng, hợp kim, tinh luyện thép và hợp kim chất lượng cao, chịu nhiệt và tổng hợp các chất khác nhau...



Hình 7-13. Sơ đồ nguyên lý của plasmatron.

*Phân loại plasmatron* theo nguyên lý biến đổi điện năng thành nhiệt năng có : plasmatron HQ, cảm ứng và điện từ.

Theo loại dòng điện có plasmatron dòng một chiều, dòng xoay chiều tần số công nghiệp và cao tần. Loại plasmatron một chiều được dùng phổ biến hơn do tính ổn định của HQ. Trong plasmatron HQ thì loại tác dụng trực tiếp được dùng là chính. Đó là các lò có anốt là kim loại nóng chảy.

*Plasmatron HQ* (hình 7-13) gồm điện cực 1 có dạng thanh và bình 2 làm mát bằng nước đặt đồng trục với điện cực. Trong plasmatron một chiều thì điện cực thường là catốt và nối với cực (-) của nguồn cấp 4. Catốt làm bằng kim loại chịu nhiệt (W, Ti) có thêm chất phát xạ như oxyt thori, ittri v.v... Bình làm mát bảo vệ catốt khỏi kim loại bắn tóe vào và tạo hướng chuyển động cho khí.

Hỗ quang 3 cháy giữa catốt và bình 2. Nếu để HQ hở thì mật độ dòng tương đối không lớn, khoảng  $1 + 30 \text{ A/mm}^2$  và nhiệt độ không quá  $10^4 \text{ }^\circ\text{K}$ . Để nâng cao độ tập trung năng lượng trong một đơn vị thể tích và nhiệt độ của plasma, người ta dùng nhiều cách khác nhau để nén HQ. Người ta có thể làm lạnh cường bức đồng thời nén cột HQ bằng luồng khí (ổn định dòng plasma bằng khí). Cũng có thể nén HQ bằng từ trường ngoài (ổn định dòng plasma bằng từ trường) hay bằng điện trường ngoài (ổn định dòng plasma bằng điện trường) v.v...

Khí tạo plasma đã nén được thổi dọc điện cực và ra qua một lỗ nhỏ dưới bình 2. Luồng khí sẽ thổi HQ xuống phần dưới và trong điều kiện lỗ ra nhỏ sẽ tăng mật độ dòng điện và nhiệt độ plasma HQ. Sau khi ra khỏi bình với tốc độ lớn, khí nén tức thời giãn nở tạo thành dòng plasma sáng chói. Mật độ dòng HQ trong plasmatron cao hơn nhiều mật độ dòng HQ tự do. Nhiệt độ dòng đạt tới  $(1,0 + 1,5) 10^4 \text{ }^\circ\text{K}$  và hơn. Nếu thổi khí tạo plasma đã được nén theo tiếp tuyến đối với trục plasmatron thì khí sẽ ôm cột HQ và chuyển động xoáy, tạo thành dòng plasma xoáy.

Lò HQ plasma xoay chiều đơn giản nhất chính là lò HQ xoay chiều thông thường mà các plasmatron đặt thay vào vị trí các điện cực. Để nâng cao sự cháy ổn định của HQ chính xoay chiều, người ta dùng dòng plasma (hay HQ) một chiều phụ thêm. Plasma phụ một chiều sẽ ion hóa đều không gian giữa các điện cực, tạo điều kiện môi HQ xoay chiều trong mỗi nửa chu kỳ và giữ HQ được ổn định.

*Ưu việt của lò HQ plasma* là tập trung một năng lượng nhiệt lớn trong một vùng thể tích nhỏ nên đảm bảo nhiệt độ quá trình rất cao. Do vậy, tăng được khả năng phản ứng và tốc độ phản ứng. Trạng thái kích thích của nguyên tử ở nhiệt độ cao còn cho phép gây phản ứng để tạo các mối liên kết mà không thể thực hiện được ở các điều kiện thông thường.

*Phần tử cơ bản của lò HQ plasma* là plasmatron, ở đó điện năng của nguồn cấp được biến đổi thành nhiệt năng của dòng plasma nhiệt độ thấp. Ta có thể coi plasmatron như một nguồn phát plasma nhiệt độ thấp.

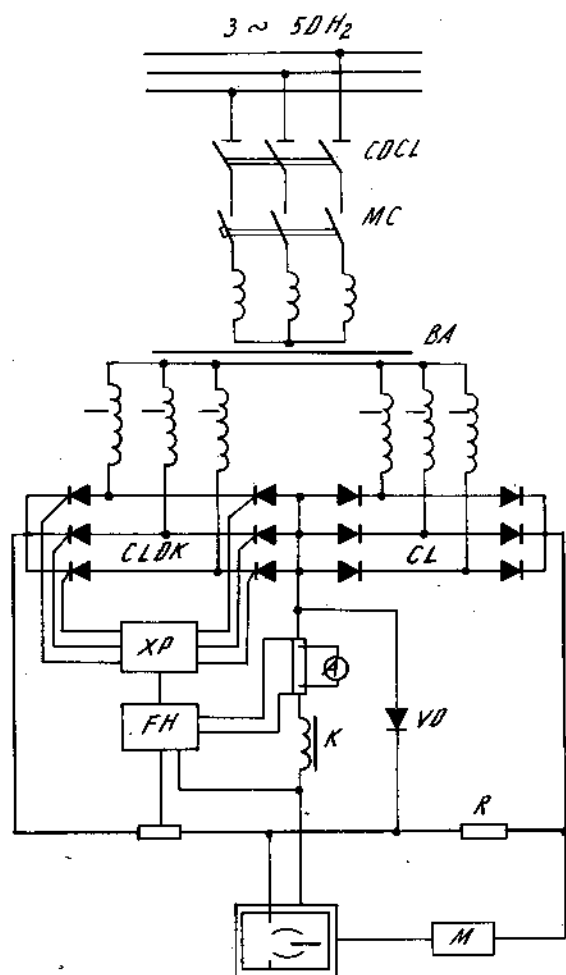
*Môi trường tạo ra plasma* là các hỗn hợp đa thành phần như N và H, Ar và H, Ar và He.

Lò HQ plasma, ngoài plasmatron còn có khối nguồn cấp, hệ thống mới HQ, hệ thống làm lạnh, hệ thống cấp khí, hệ thống điều khiển, kiểm tra, bảo vệ v. v...

Phương pháp mới HQ trong plasmatron dùng phổ biến trong thực tế là phóng điện cao áp, phóng điện cao tần và phun plasma.

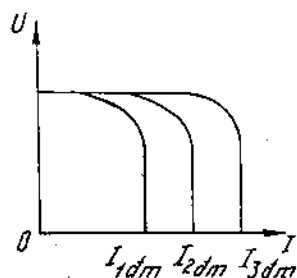
Khi xung cao áp truyền tới các điện cực của plasmatron sẽ xuyên qua khoảng không gian giữa các điện cực và tạo phóng điện HQ.

Nguồn cấp cho lò có thể là các bộ biến đổi chỉnh lưu không điều khiển hay có điều khiển.



Hình 7-15. Sơ đồ nguồn dòng lò hồ quang plasma.

tiếp dòng HQ nhờ thay đổi đều góc mở các thyristor. Sự tăng đều dòng HQ sẽ tránh được hiện tượng tạo ra HQ kép. Khâu FH để tạo dạng dốc đứng của đặc tính ngoài. Các tín hiệu vào khâu FH tỉ lệ với dòng điện và điện áp HQ.



Hình 7-14. Đặc tính ngoài của nguồn dòng.

Yêu cầu cơ bản đối với khối nguồn là có đặc tính ngoài dốc đứng hay thẳng đứng (nguồn dòng) (hình 7-14). Đặc tính dốc đứng hay thẳng đứng sẽ loại trừ khả năng dòng bị dao động khi điện áp HQ thay đổi, tức là ổn định tốt dòng HQ.

Hằng số thời gian điện từ của mạch lực cần phải lớn để tránh sự nhảy vọt của dòng điện mà từ đó có thể tạo ra HQ kép trong plasmatron. Đặc tính ngoài dốc đứng tạo ra nhờ các phản hồi: dương về điện áp và âm về dòng điện HQ.

Hình 7-15 biểu thị sơ đồ nguồn dòng bằng thyristor và đặc tính ngoài của nó cho ở hình 7-14 với các dòng hồ quang định mức khác nhau.

Biến áp BA điều chỉnh điện áp phía thứ cấp được cấp điện từ lưới qua cầu dao cách ly CDCL và máy cắt MC. Nguồn cấp gồm bộ chỉnh lưu chỉnh có điều khiển CLDK và bộ chỉnh lưu phụ không điều khiển CL. Bộ nguồn có cuộn kháng san bằng K, diot nối song song VD, hệ điều khiển xung pha XP, khâu phản hồi dòng và áp HQ là FH, khối dao động mới M cấp từ nguồn chỉnh lưu phụ CL. Cuộn thứ cấp biến áp BA có thể chuyển đổi nối sao hay tam giác để thay đổi điện áp ra.

Dòng HQ 200 + 300A bị hạn chế bởi điện trở R có làm mát bằng nước và để đảm bảo tạo HQ plasma ban đầu. Tăng

Sau khi mỗi xong HQ và dòng HQ tăng đều đến giá trị đặt thì khâu FH thực hiện ổn định HQ.

Bảo vệ trong các sơ đồ plasma có : bảo vệ ngắn mạch và quá tải cũng như bảo vệ khỏi các chế độ làm việc sai lệch khác như áp suất nước làm mát bị giảm, áp suất khí bị giảm, HQ kép tạo ra...

Các lò HQ plasma công suất lớn thường dùng nguồn dòng thông số như hình 7-16. Sơ đồ gồm mạch vòng cộng hưởng 3 pha đảm bảo dòng điện trong cuộn sơ cấp  $W_1$  của biến áp BA không bị phụ thuộc vào tải. Từ đó dòng thứ cấp sẽ được ổn định nghĩa là HQ được ổn định.

Để tăng hệ số tải về công suất, sơ đồ có 2 cuộn thứ cấp 3 pha  $1W_2$ ,  $2W_2$  cấp cho 2 cầu chỉnh lưu. Hai cầu chỉnh lưu này có thể nối song song hay nối tiếp nhờ các cầu dao cách ly 1, 2 và 3. Lúc đầu quá trình, nhiệt độ lò thấp, 2 cầu chỉnh lưu được mắc nối tiếp để tăng điện áp (cầu dao 1 đóng, 2 và 3 mở). Sau đó, khi nhiệt độ

Hình 7-16. Sơ đồ nguồn dòng thông số.

tăng cao thì 2 cầu chỉnh lưu được mắc song song để giảm điện áp (cầu dao 1 mở, 2 và 3 đóng).

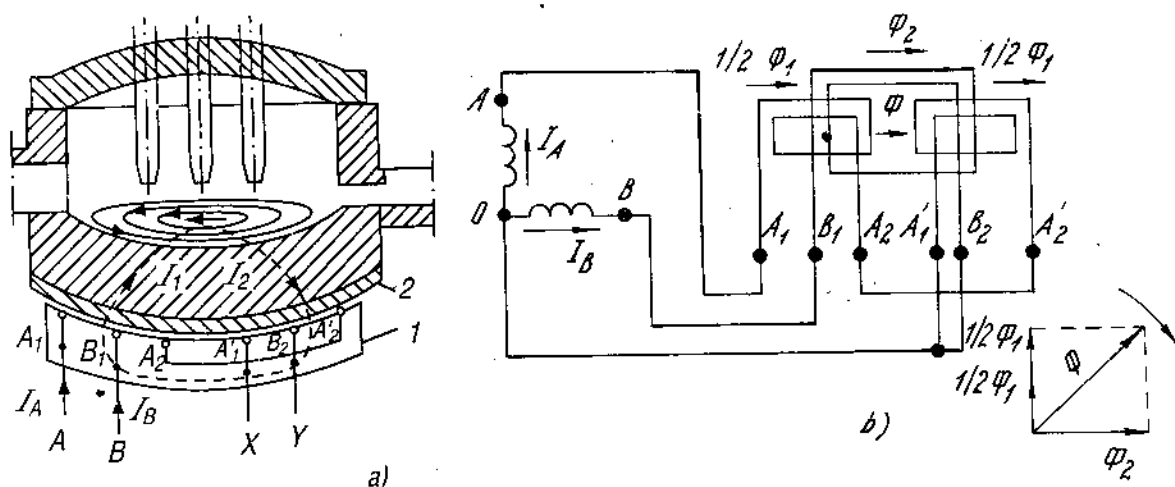
Dung lượng lò HQ plasma hiện tại tới vài chục tấn.

## §7.7. THIẾT BỊ KHUẤY TRỘN KIM LOẠI LỎNG

Nhiệm vụ của thiết bị khuấy trộn kim loại lỏng trong lò HQ, như đã trình bày ở §7-1, là chống sự chênh lệch nhiệt độ kim loại theo độ sâu của lò. Kim loại lỏng trong nồi lò được khuấy trộn nhờ thiết bị điện từ nhiều loại khác nhau, sử dụng dòng xoay chiều cũng như một chiều. Nhưng trên thực tế, phổ biến là dùng thiết bị dòng xoay chiều, khuấy trộn bằng từ trường.

Nguyên lý làm việc của thiết bị tương tự như của động cơ không đồng bộ. Cuộn dây hay stator 1 (hình 7-17) đặt dưới đáy từ tính của lò 2. Stator có dạng để khe hở giữa stator và kim loại (lồng) đều nhau theo mọi hướng. Stator có 2 cuộn dây A, B. Dòng xoay chiều qua 2 cuộn dây lệch nhau về pha  $90^\circ$  sẽ tạo ra từ trường "chạy". Thường cuộn pha A chia thành 2 phần ( $A_1 - A_2$ ) và ( $A'_1 - A'_2$ ), còn cuộn pha B phân bố giữa 2 phần đó (hình 7-17b). Chuyển đổi các cuộn dây có thể thay đổi hướng chuyển động của trường "chạy" (đối hướng từ phía này ra phía khác và ngược lại, xoáy vào, xoáy ra

v.v...). Từ trường "chạy" cảm ứng trong kim loại lồng các dòng xoáy. Tương tác giữa dòng xoáy và trường stator tạo ra chuyển động của lớp kim loại phía dưới nổi. Lớp này chuyển động tới thành nghiêng của lò sẽ gây ra chuyển động của lớp trên (theo hướng ngược lại). Tốc độ chuyển động của kim loại thường khoảng  $0,3 \div 0,6$  m/s.



Hình 7-17. Thiết bị khuấy trộn điện từ.

Khe không khí giữa stator và kim loại lỏng (đối với các lò khác nhau là từ 200 + 900mm) sẽ làm yếu từ trường và độ lớn mômen điện từ. Ví dụ, khi tăng khe hở từ 600 lên 940mm (tức là 1,57 lần) thì mômen điện từ giảm tới 3 lần.

Dòng xoáy chiều dưng trong thiết bị khuấy trộn có điện áp 100 + 300V với tần số rất thấp  $0,3 \div 1,1$  Hz. Tần số thấp được dùng vì từ trường cần phải xuyên qua lớp vỏ kim loại dày của lò. Lớp vỏ này sẽ là màn chắn hầu như hoàn toàn trường từ ở tần số công nghiệp. Dòng điện tần số thấp tạo ra từ trường có độ xuyên sâu lớn trong kim loại do đó tạo được lực lớn đặt vào kim loại lỏng.

Stator của thiết bị khuấy trộn có thể là 3 pha hay 2 pha. Nguồn cấp cho stator là bộ biến đổi máy điện hay thyristor tần số thấp.

Bảng 7-2 giới thiệu một vài thông số chính của thiết bị khuấy trộn do LX cũ chế tạo.

Bảng 7-2

Loại stator	CЭП1 - 25	CЭП1 - 50	CЭП1-100	CЭП1-200
Dung lượng lò, T	25	50	100	200
Tần số định mức, Hz	0,9	0,65	0,5	0,4
Giới hạn điều chỉnh tần số, Hz	0,8 - 1	0,5 - 1,5	0,5 - 1	0,3 - 0,6
Công suất pha, kVA	575	550	860	930
Điện áp pha, V	115	115	180	180
Hệ số công suất	0,50	0,59	0,58	0,66

Sử dụng thiết bị khuấy trộn có ưu điểm :

- Tăng cường được quá trình khử oxy và lưu huỳnh trong kim loại cũng như việc hòa tan các phụ gia tạo hợp kim ; làm đồng đều các thành phần hóa học và nhiệt độ thép ở các lớp khác nhau và rút ngắn thời gian giai đoạn hoàn nguyên xuống ( $25 \div 40$ ) phút.
- Suất tiêu hao năng lượng khi nấu luyện giảm xuống còn ( $12 \div 20$ ) kW-h/T.
- Giảm lao động cực nhọc cho thợ, nâng cao chất lượng thép, nâng cao năng suất lò (cỡ 10%).

## Chương 8

# LÒ CẢM ỨNG

### §8.1. KHÁI NIỆM CHUNG VÀ PHÂN LOẠI

1. Nguyên lý làm việc của lò cảm ứng (hay lò tần số) là dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ. Khi đặt một khối kim loại vào trong một từ trường biến thiên thì trong khối kim loại sẽ xuất hiện (cảm ứng) các dòng điện xoáy (dòng Foucault). Nhiệt năng của dòng điện xoáy sẽ đốt nóng khối kim loại.

2. Nhiệt năng truyền vào kim loại phụ thuộc nhiều yếu tố :

- Điện trở suất  $\rho$  và hệ số từ thẩm  $\mu$  của kim loại
- Cường độ từ trường  $H$ .

$$W_{\text{nhiệt}} \approx H^2 \approx I^2$$

Thực tế không thể tăng mãi dòng điện để tăng cường độ từ trường vì dây phải rất lớn và quá nóng, có thể nóng chảy (dù có nước làm mát).

- Tần số dòng cảm ứng

$$W_{\text{nhiệt}} \approx \sqrt{f}$$

Thực tế, thường dùng phương pháp này. Do vậy lò cảm ứng còn gọi là lò tần số và nguồn cấp cho lò là nguồn điện tần số cao.

3. Nguồn điện cao tần có thể tạo ra bằng nhiều cách :

- Dùng máy phát điện tần số cao : do hạn chế về kích thước và số vòng quay nên giải tần số của các máy phát điện quay không quá 10kHz. Hiệu suất của các máy này có thể đạt cỡ  $\eta = 70 + 80\%$ . Do máy phát này được chế tạo với tần số, công suất, điện áp nhất định nên khi cần gia nhiệt với điện áp khác thấp hơn, thường cần có biến áp để phối hợp các tham số giữa nguồn và phụ tải.

- Dùng đèn phát điện tử : khi cần tần số lớn hơn 10kHz. Hiệu suất của đèn phát điện tử chỉ đạt khoảng  $\eta \sim 60\%$  vì qua nhiều khâu biến đổi và tổn hao nhiệt lớn.

- Dùng thyristor : còn bị hạn chế ở giải tần số cao và công suất lớn. Sử dụng tốt ở các lò trung tần công suất nhỏ và vừa.

4. Ưu điểm của thiết bị gia nhiệt tần số

- Có thể truyền năng lượng nhiệt cho vật cần gia công một cách nhanh chóng và trực tiếp, không phải qua khâu trung gian nên có thể tự động hóa ở mức độ cao và có thể tiến hành gia nhiệt ở môi trường trung tính, chân không.



- Có thể tôi bề mặt chi tiết (vỏ ngoài cứng, trong ruột mềm) một cách đơn giản nhờ hiệu ứng mặt ngoài của dòng cao tần. Vật tôi có thể có hình dạng bất kì.
- Tăng được năng suất lao động, giảm được lao động mệt nhọc.

## 5. Ứng dụng của thiết bị gia nhiệt tần số rất rộng rãi, phổ biến là :

- Nấu chảy kim loại trong không khí, khí trơ, chân không.
- Nung phôi để rèn, dập, ép.
- Tôi, ram, ủ các chi tiết cơ khí.
- Hàn.
- Gia công hóa nhiệt
- Sấy, nung, hàn chất điện môi, bán dẫn (như : sấy gỗ, dán gỗ, sấy khuôn đúc, sứ, sấy bột, thóc giống, gạo, khử trùng đồ hộp, lưu hóa cao su, hàn dán nhựa, ni lông...)

Việc gia nhiệt chất điện môi (sấy, nung...) thực hiện nhờ điện trường  $\vec{E}$  biến thiên (một thành phần của trường điện từ). Trong điện trường biến thiên, các phân tử điện môi bị phân cực. Sự thay đổi hướng phân cực thường chậm sau theo sự thay đổi hướng của điện trường và cần một năng lượng. Năng lượng này làm nóng điện môi hoặc chất bán dẫn lên. Tần số gia nhiệt điện môi tới 1MHz.

## 6. Phân loại thiết bị gia nhiệt tần số có thể theo tần số làm việc hay phạm vi sử dụng.

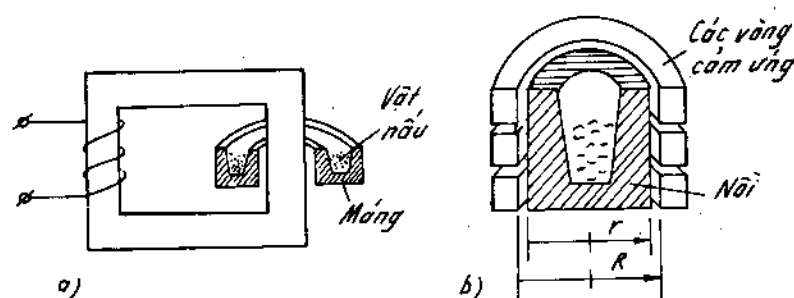
### a) Theo tần số làm việc có :

- Thiết bị tần số công nghiệp lấy điện từ lưới hoặc qua máy biến áp.
- Thiết bị trung tần với tần số làm việc 500 + 10.000 Hz. Thiết bị này thường dùng máy phát điện quay tần số cao hay dùng thyristor khi công suất nhỏ và vừa.
- Thiết bị cao tần với tần số làm việc trên 10.000Hz, thường dùng đèn phát hoặc thyristor.

### b) Theo phạm vi sử dụng có :

- + Thiết bị tần số để nấu chảy kim loại và hợp kim

Lò cảm ứng loại này phân ra 2 loại (hình 8-1) là lò có lõi thép (lò máng) (hình 8-1a) và lò không có lõi thép (lò nổi) (hình 8-1b).



Hình 8-1. Lò nấu chảy cảm ứng.

Lò máng dung lượng nhỏ và nhiệt độ thấp nên hay dùng nấu chảy kim loại màu. Lò nổi có dung lượng nổi càng lớn thì tần số càng giảm (để nóng đều giữa nổi). Dung lượng nổi có thể tới 10T, làm việc ở tần số 50Hz, công suất 1500kW.

- + Thiết bị nung phơi cho rèn, dập, cán. Phôi càng lớn thì tần số làm việc càng nhỏ.
- + Thiết bị tôi bề mặt thường làm việc ở tần số cao. Lớp tôi càng mỏng thì tần số làm việc càng cao.
- + Thiết bị nung, sấy chất điện môi và bán dẫn.

## §8.2. SỰ TRUYỀN NĂNG LƯỢNG TRONG THIẾT BỊ GIA NHIỆT BẰNG TẦN SỐ

Năng lượng điện truyền từ nguồn điện (tần số), qua vòng cảm ứng, biến đổi thành năng lượng trường điện từ. Trong vật gia nhiệt, điện năng dòng (xoáy) cảm ứng được chuyển thành nhiệt năng.

Khi truyền vào sâu trong kim loại, độ lớn của các vectơ  $\vec{E}$  và  $\vec{H}$  (2 thành phần của trường điện từ) bị giảm dần và năng lượng trường điện từ cũng giảm dần (theo độ sâu truyền  $Z$ ). Hình 8-2 cho biết sự suy giảm của  $E, H$  theo  $Z$ .

Độ sâu (theo chiều  $Z$  vuông góc với bề mặt vật gia nhiệt), tính theo công thức :

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_a \gamma}} = 503 \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}}, [\text{m}] \quad (8-1)$$

gọi là độ sâu thẩm thấu.

Trong công thức (8-1) thì :

$\omega$  - tần số góc,  $\omega = 2\pi f$ .

$\mu_a$  - hệ số từ thẩm tuyệt đối của kim loại

$\mu_a = \mu_0 \mu$ .

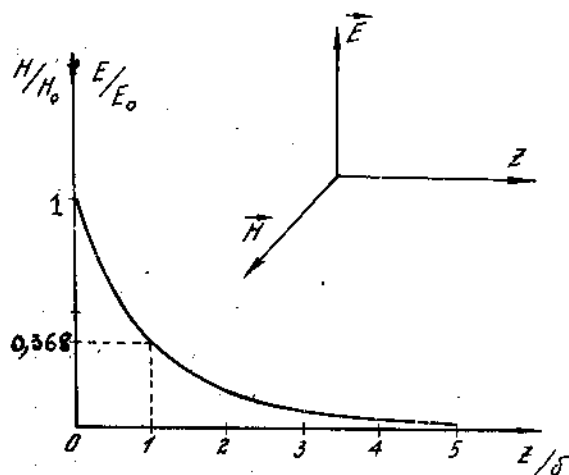
$\mu$  - hệ số từ thẩm tương đối của kim loại

$\mu_0$  - hệ số từ thẩm chân không

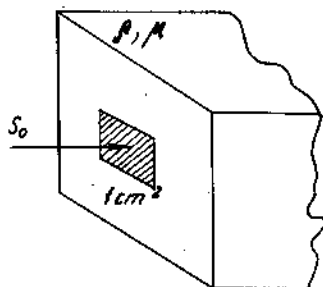
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$

$\gamma$  - điện dẫn suất của kim loại

$\gamma = \frac{1}{\rho}, [\rho] = \Omega\text{m}, [\gamma] = 1/\Omega\text{m}$



Hình 8-2 Sự suy giảm của  $E, H$  theo độ sâu  $Z$ .



Hình 8-3. Vectơ Poynting.

Ở độ sâu  $Z = \delta$  thì biên độ  $E, H$  chỉ còn 36,8% so với ở bề mặt ngoài của kim loại.

Nếu biểu thị dòng năng lượng ( $W$ ) chảy qua 1 đơn vị diện tích ( $\text{cm}^2$ ) vuông góc với phương truyền sóng điện từ bằng 1 vectơ gọi là vectơ Poynting (hình 8-3) thì độ dài (môđun) vectơ này sẽ giảm khi vào sâu trong kim loại.

Tính toán và thực tế cho thấy : khi  $Z = \delta$  thì 0,864 phần năng lượng điện từ có ở bề mặt kim loại bị tiêu tán để đốt nóng lớp kim loại dày  $\delta$ , còn 0,136 phần năng lượng điện từ tiếp tục truyền sâu vào lớp trong. Nếu  $Z = 2\delta$  thì năng lượng điện từ mất thêm 0,117 $S_0$  để đốt nóng kim loại tiếp theo (dày  $\delta$ ), nghĩa là mất tổng cộng 0,981 $S_0$  để đốt nóng lớp kim loại bề mặt dày  $2\delta$ , còn lại 0,019 $S_0$  tiếp tục truyền vào lớp trong.

Rõ ràng, tần số càng lớn (8-1) thì  $\delta$  càng nhỏ và năng lượng điện từ càng tập trung đốt nóng ở lớp mặt ngoài của kim loại.

Để tiện tính toán, người ta hay dùng công thức tính theo số ampe-vòng. Mật độ năng lượng tại mặt ngoài (mặt phẳng) sẽ là :

$$S_0 = 2 \cdot 10^{-4} [IW_0]^2 \sqrt{\rho \mu f}, [W/cm^2] \quad (8-2)$$

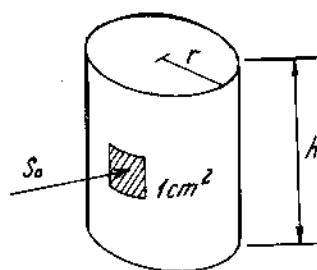
trong đó :  $I$  - dòng điện của cuộn cảm ứng, [A]

$W_0$  - Số vòng/cm chiều cao cuộn cảm ứng.

Khi mặt ngoài là hình trụ (hình 8-4) thì phải thêm hệ số hình dáng  $\varphi$  vào công thức (8-2)

$$S_0 = 2 \cdot 10^{-4} [IW_0]^2 \varphi \sqrt{\rho \mu f}, [W/cm^2] \quad (8.3)$$

Hệ số hình dáng  $\varphi$  là một hàm số của  $\delta$  và bán kính vật gia công



Hình 8-4. Mật độ năng lượng trên mặt hình trụ.

$$\varphi = \varphi \left( \frac{r\sqrt{2}}{\delta} \right)$$

và được biểu thị qua đồ thị ở hình 8-5.

Khi  $\frac{r\sqrt{2}}{\delta} > 10$  thì  $\varphi \approx 1$  và  $S_0$  tính cho mặt trụ giống như cho mặt phẳng.

Thực tế, các chi tiết gia công có hình dạng phức tạp như bánh răng, trục khuỷu, cam v.v... nhưng đều có thể quy tụ về 2 trường hợp điển hình (mặt phẳng và mặt trụ) đã xét.

\*) Công suất thẩm vào vật gia nhiệt sẽ là :

$$P = S_0 F, [W] \quad (8-4)$$

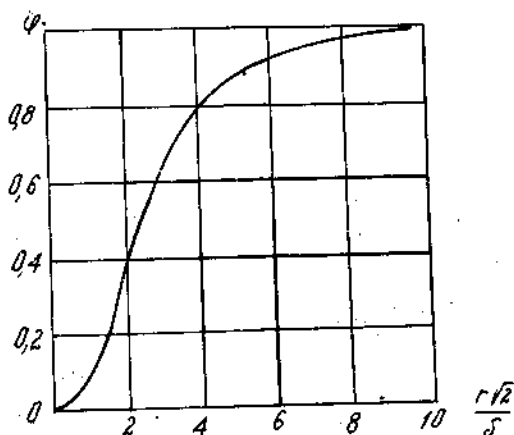
trong đó,  $F$  - diện tích bề mặt, [cm<sup>2</sup>].

\*) Hệ số  $\cos \varphi$  trong lò cảm ứng phụ thuộc khe hở giữa vật gia công và cuộn cảm ứng.

Từ hình 8-1b :

$$\text{Khi } \frac{R}{r} \approx 1 \text{ thì} \\ \cos \varphi \approx 0,707$$

$$\text{Khi } \frac{R}{r} > 1 \text{ thì} \\ \cos \varphi < 0,707.$$



Hình 8-5. Quan hệ phụ thuộc của  $\varphi$  theo  $\frac{r\sqrt{2}}{\delta}$ .

\*) *Hiệu suất điện* của lò cảm ứng cũng phụ thuộc nhiều yếu tố. Ở tần số cao và khi  $\frac{r\sqrt{2}}{\delta} \geq 1$  thì hiệu suất giới hạn có thể tính theo công thức sau :

$$\eta_{g.hạn} = \frac{1}{1 + \frac{R}{r} \sqrt{\frac{\rho_{vòng.c.u}}{\rho_{kl}}}} \quad (8-5)$$

Rõ ràng, hiệu suất giới hạn giảm khi  $\frac{R}{r}$  tăng (khe hở giữa vòng cảm ứng và vật gia nhiệt tăng) và khi điện trở suất  $\rho_{vòng.c.u}$  của vật liệu làm vòng cảm ứng tăng.

Nếu vòng cảm ứng và kim loại gia công cùng chất thì  $\eta_{g.h}$  chỉ còn phụ thuộc vào các bán kính  $r, R$ . Khi  $\frac{R}{r} \approx 1$  thì  $\eta_{g.h} \approx 0,5$ . Vậy hiệu suất của lò cảm ứng nói chung không cao ( $\leq 0,5$ ).

Để giảm các tổn thất từ khối nguồn tới vòng cảm ứng, có thể dùng hệ thyristor.

\*) *Tần số dòng gia nhiệt* phù hợp được chọn theo bề dày thấm tới. Nói chung, khi  $\delta$  tăng (lớp thấm tới dày) thì tần số giảm.

Với lớp thấm tới  $< 10$  mm, tần số gia nhiệt tối ưu là

$$f_{tối\ ưu} = \frac{63000}{\delta^2}, [Hz] \quad (8-6)$$

trong đó :  $[\delta]$  - cm.

Với lớp thấm tới  $> 10$ mm thì ta coi như ở chế độ nung và  $f_{tối\ ưu}$  tùy thuộc  $r, h$  (hình 8-4) của chi tiết gia công.

Bảng 8-1. Cho các trị số  $f_{tối\ ưu}$  theo  $r, h$

**Bảng 8-1**

$r$ (mm)	$> 80$	$35 \div 80$	$25 \div 60$	$15 \div 40$	$8 \div 20$
$h$ (mm)	$> 160$	$65 \div 160$	$45 \div 80$	$25 \div 60$	$15 \div 40$
$f_{tối\ ưu}$ (Hz)	50	500	1000	2500	8000

Khi chi tiết gia công nhỏ và tần số làm việc thấp thì việc truyền năng lượng sẽ khó khăn và hiệu suất thiết bị thấp. Do đó cần quy định một tần số làm việc tối thiểu.

$$f_{min} = \frac{7500}{r^2} [Hz] \quad (8-7)$$

trong đó :  $[r]$ -cm

Ở các công thức trên, từ (8-1) đến (8-7) là chưa kể đến ảnh hưởng của các thông số khác trong quá trình gia công. Chẳng hạn, nhiệt độ thay đổi dẫn đến thay đổi các trị số  $\rho, \mu$  và từ đó cả  $\delta$ . Bảng 8-2 giới thiệu các trị số  $\delta$  (mm) phụ thuộc  $f$  và  $t^0$  của vài vật liệu thông thường hay gặp.

**Bảng 8-2.** Trị số  $\delta$  (mm)

Vật liệu	Thép		Đồng		Nhôm	
Nhiệt độ (°C)	20	100	20	1000	20	600
$\rho$ ( $10^{-6}\Omega\text{cm}$ )	10	130	2	10	2,9	11,3
$\mu$	60	1	1	1	1	1
f (Hz) 50	2,8	85,5	9,5	18,7	12,8	24,0
1000	0,64	19,0	2,1	4,2	2,7	5,4
2500	0,4	12,0	1,34	2,57	1,7	3,4
8000	0,22	6,70	0,75	1,48	0,85	1,7
70.000	0,07	2,21	0,35	0,45	0,31	0,60
150.000	0,05	1,55	0,16	0,32	0,21	0,42
250.000	0,04	1,20	0,13	0,26	0,17	0,34
500.000	0,03	0,85	0,095	0,270	0,12	0,24

### §8.3. CÁC PHẦN TỬ CHÍNH TRONG THIẾT BỊ GIA NHIỆT BẰNG TẦN SỐ

#### 1. Các bộ biến tần

Hiện nay, trong các thiết bị gia nhiệt bằng dòng điện cao tần, nguồn cao tần (các bộ biến tần) có thể là máy phát điện quay, đèn phát điện tử hay biến tần dùng thyristor

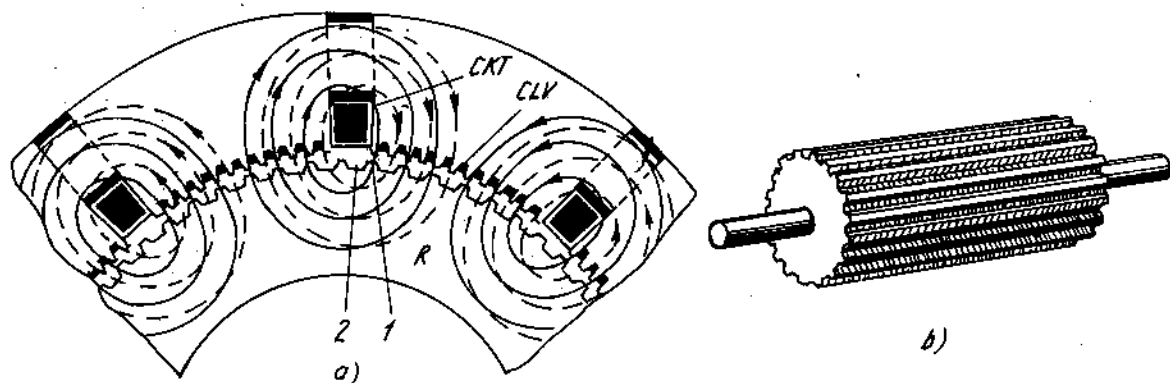
\*) *Máy phát điện tần số cao* đã được chế tạo ở dải công suất  $0,5 \div 1500$  kW và ở dải tần số  $500 \div 8000$  Hz.

Đối với tần số dưới 500Hz, người ta dùng máy phát đồng bộ cực lõi có số cặp cực lớn và số vòng quay cao vì :

$$f = \frac{np}{60}, [\text{Hz}] \quad (8-8)$$

Trong đó : p - số cặp cực ;

n - tốc độ quay rotor, vg/ph.



**Hình 8-6.** Mạch từ (a) và rotor (b) của máy phát cảm ứng có từ trường đập mạch.

Đối với tần số cao hơn, chế tạo các máy phát như trên sẽ gặp nhiều khó khăn vì số cặp cực tăng làm tăng kích thước máy và việc tăng tốc độ quay cũng bị hạn chế do độ bền cơ khí v.v... Vì vậy, ở tần số trên 500Hz người ta dùng máy phát cảm ứng có từ trường đập mạch theo thời gian (máy phát sóng điều hòa răng).

Hình 8-6 biểu thị hệ từ của máy này. Cuộn kích từ CKT phân bố trên stator. Cuộn làm việc CLV (cuộn ứng) cũng phân bố trên stator. (hình 8-6a). Rotor không có cuộn dây và có dạng bánh răng (hình 8-6b). Khi rotor quay, các đỉnh răng 1 và rãnh răng 2 lần lượt qua trước các rãnh stator có đặt cuộn kích từ CKT. Kết quả là từ thông do CKT tạo ra có đặc tính đập mạch, lúc mạnh, lúc yếu. Từ thông này cắt các vòng dây CLV làm xuất hiện trong CLV s.d.d. cảm ứng. Một chu kì thay đổi s.d.d. trong bối dây phần ứng (CLV) ứng với rotor quay qua một bước răng, nên số cặp cực p tương ứng với số răng  $z_2$  của rotor. Từ đó tần số dòng của máy phát sẽ là

$$f = \frac{nZ_2}{60} = \frac{\omega Z_2}{6,28} ; [\text{Hz}] \quad (8-9)$$

trong đó :  $\omega$  - tần số góc, (rad/s).

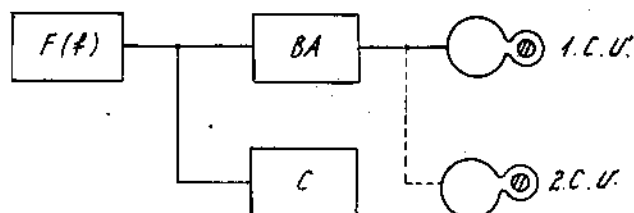
Từ thông trong các răng rotor không bị thay đổi theo thời gian nên hầu như không có dòng xoáy Foucault trong rotor. Do vậy, rotor có thể đúc liền hoặc ghép từ các lá thép mỏng ghép lại. Còn ở hai rãnh stator, từ thông là đập mạch và gây ra tổn thất trong thép nên stator được ghép lại từ các lá thép mỏng.

Việc làm mát máy phát có thể bằng quạt khí qua các rãnh gần vùng răng hoặc làm mát bằng nước khi máy có công suất lớn.

Kéo máy phát công suất lớn (trên 100kW) dùng động cơ đồng bộ. Máy phát công suất nhỏ hơn dùng động cơ không đồng bộ. Động cơ kéo và máy phát có thể được ghép chung tạo thành một thể thống nhất biến đổi tần số. Các bộ biến tần công suất trên 100kW thường có trục đặt thẳng đứng để giảm diện tích lắp đặt.

Để tối ưu hóa quá trình công nghệ gia nhiệt, việc điều chỉnh tự động dòng kích từ máy phát là rất quan trọng, nhằm ổn định điện áp phát ra cấp cho lò cảm ứng hoặc nhằm điều chỉnh điện áp theo trị số mong muốn (không dùng biến áp lò). Hoàn thiện nhất hiện nay trong việc này là dùng bộ biến đổi kích từ bằng thyristor, đảm bảo độ chính xác ổn áp  $\pm 1\%$  với dải điện áp kích từ (0 ÷ 180)V. Sơ đồ lực của bộ kích từ là cầu (3 pha) không đối xứng. Tạo xung điều khiển bằng các phần tử logic.

Ưu điểm chính của các bộ biến tần máy phát là đơn giản về cấu trúc, độ tin cậy cao, dễ sử dụng, có thể làm việc song song các máy phát, vốn thấp nhất là khi công suất lớn.



Hình 8-7. Sơ đồ khối của thiết bị gia nhiệt dùng máy phát.

Thiếu sót của các bộ biến tần loại này là có phần tử quay, khó sửa chữa, diện tích lắp đặt lớn, làm việc ồn, hiệu suất thấp khi tải nhỏ, bôi trơn và làm lạnh phức tạp, không thay đổi được tần số.

Hướng hoàn thiện các bộ biến tần máy điện là sử dụng các vật liệu tốt để nâng cao hiệu suất đến 85%.

Sơ đồ khối của thiết bị gia nhiệt bằng tần số dùng máy phát điện quay ở hình 8-7, trong đó máy phát dòng điện cao tần  $F(f)$  cấp cho vòng cảm ứng qua máy biến áp phối hợp BA (để thay đổi điện áp phù hợp với vòng cảm ứng). Bộ tụ C để bù  $\cos\varphi$ . Máy cấp cho 2 vòng cảm ứng 1C.U và 2 C.U làm việc luân phiên để tận dụng công suất. (Một vòng nấu luyện thì vòng kia lấy sản phẩm, chuẩn bị mẻ sau...)

\*) Đèn phát tần số dùng trong thiết bị gia nhiệt bằng tần số thường là đèn 3 cực chân không. Tần số phát từ vài chục kHz đến hàng trăm MHz.

Đèn được làm mát bằng không khí (công suất vài kW) hay bằng nước (công suất lớn hơn, tới ngoài một trăm kW)

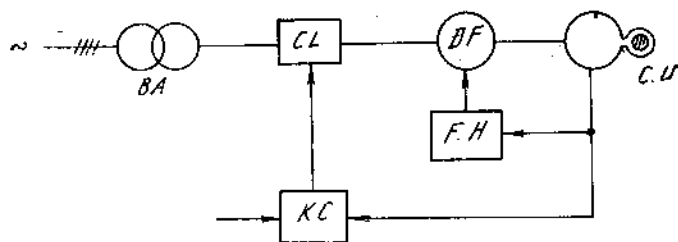
Khi làm việc, nhiệt độ catốt tăng từ nhiệt độ môi trường tới hơn  $2000^{\circ}\text{C}$  và điện trở của nó tăng tới 10 lần. Do đó, khi bắt đầu làm việc, không được cấp ngay điện áp định mức vì dòng catốt sẽ quá lớn gây hỏng đèn mà phải qua nhiều nấc tăng dần. Lúc làm việc cũng cần ổn định điện áp sợi đốt vì tăng điện áp 1% sẽ làm tuổi thọ đèn giảm hơn 10%.

Khuyết điểm quan trọng của đèn phát là hiệu suất thấp và tuổi thọ nhỏ. Sợi đốt của đèn tiêu thụ từ  $8 + 30\%$  công suất đèn.

Các đèn công suất dưới 200kW thường kín và hút chân không khi chế tạo. Các đèn công suất lớn hơn, đến 500kW thường hở. Có thể thay thế các bộ phận bên trong đèn lúc hư hỏng. Khi đèn làm việc, đèn mới được hút chân không.

Mạch điện của đèn phát phức tạp. Năng lượng từ lưới phải qua nhiều khâu mới tới vật gia nhiệt. Do vậy hiệu suất thiết bị thấp.

Sơ đồ khối của thiết bị gia nhiệt dùng đèn phát như hình 8-8. Điện áp lưới qua máy tăng áp BA đưa lên 6 hay 10kV rồi được nắn thành dòng một chiều nhờ chỉnh lưu cao áp CL để cấp cho đèn phát DF. Đèn phát dòng cao tần cấp cho vòng cảm ứng C.U. Mạch khống chế KC để đóng cắt và điều chỉnh điện áp chỉnh lưu. Mạch phản hồi FH về lưới đèn phát nhằm ổn định tần số phát và điều chỉnh chế độ gia nhiệt khi các thông số tải thay đổi cũng như đảm bảo hiệu suất đèn cao.



Hình 8-8. Sơ đồ khối thiết bị gia nhiệt dùng đèn phát.

\*) *Biến tần thyristor* phổ biến nhất gồm 2 khâu cơ bản: chỉnh lưu có điều khiển CL và nghịch lưu độc lập NL (hình 8-9). (autonom inverter)

Khi thyristor 1T thông, tụ C được nạp đến điện áp 2U. Như sơ đồ thì bản cực bên trái có cực tính (+). Lúc thyristor 2T thông thì tụ C phóng điện

qua cả 2 thyristor. Dòng qua 1T ngược chiều với dòng phóng của tụ C sẽ nhanh chóng giảm về 0 và 1T khóa. Dòng qua 2T cùng chiều với dòng phóng của tụ C sẽ nhanh chóng tăng tới trị số định mức, nạp điện cho tụ C với cực tính ngược lại. Khối phát xung FX cấp các xung điều khiển 1T, 2T lệch pha nhau  $180^{\circ}$ . Khi đó cuộn sơ cấp biến áp 2BA có dòng xoay chiều có tần số của các xung mở các thyristor. Cuộn thứ cấp sẽ cảm ứng dòng cùng tần số, cấp cho vòng C.U.

Tóm lại, với sơ đồ này, dòng điện tần số công nghiệp được chỉnh lưu và được biến đổi thành dòng cao tần.

Công suất các bộ nghịch lưu thyristor có thể tới 12.000kW, hiệu suất 0,9 ÷ 0,95, điện áp hơn 1000V, tần số tới 10kHz.

Vì việc khóa thyristor cần thời gian  $12 \div 25\mu s$  nên tần số giới hạn của các bộ nghịch lưu thyristor là  $10 \div 12$  kHz.

## 2. Vòng cảm ứng

Vì dòng qua vòng cảm ứng cỡ hàng ngàn Ampe nên tổn hao điện chiếm tới  $25 \div 30\%$  công suất hữu ích của thiết bị. Do vậy cần làm mát vòng C.Ư.

Làm mát bằng không khí cho phép mật độ dòng điện  $2 \div 5$  A/mm<sup>2</sup>. Làm mát bằng nước chảy trong vòng cảm ứng rỗng tiết diện tròn, ô van hay chữ nhật cho phép mật độ dòng điện tới  $50 \div 70$  A/mm<sup>2</sup>. Dây dẫn làm vòng C.Ư. có thể rỗng vì dòng cao tần chỉ phân bố phía ngoài dây. Trong giải tần số radio, thường dùng ống dây  $1 \div 0,5$ mm.

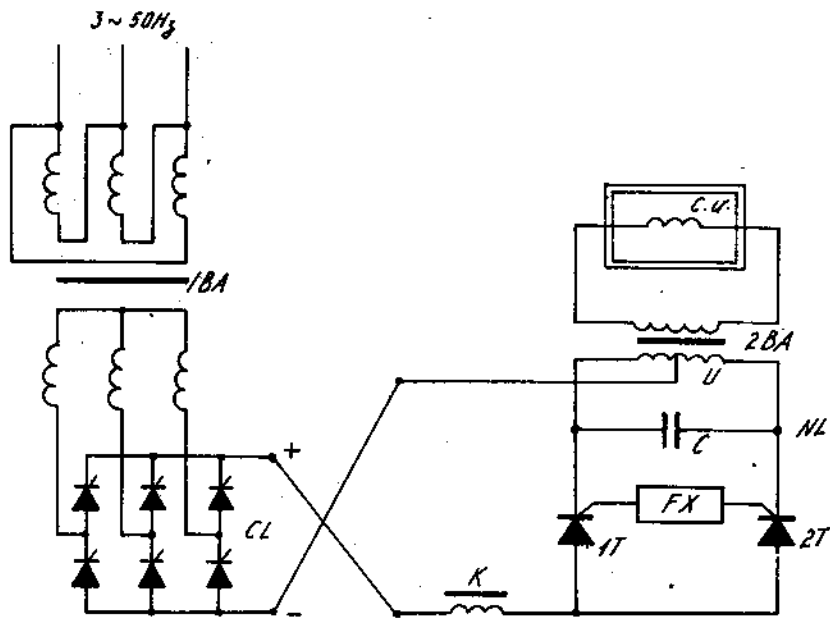
## 3. Tụ điện

Tụ điện dùng trong các sơ đồ của thiết bị gia nhiệt tần số nhằm làm chức năng phân li dòng điện 1 chiều hoặc bù  $\cos\varphi$ .

Các tụ này phải là các tụ chịu điện áp cao (tới 1000V) và chịu tần số cao (tới 10kHz) tùy theo thiết bị gia nhiệt.

## 4. Các côngtắcto

Trong thiết bị gia nhiệt cao tần, các côngtắcto được dùng là côngtắcto cao tần 2 cực chịu điện áp 1600V và tần số từ  $500 \div 10000$ Hz. Ở mỗi cực có 2 tiếp điểm : tiếp điểm chính (tiếp điểm làm việc) và tiếp điểm dập hồ quang. Tiếp điểm dập hồ quang đặt trong buồng dập hồ quang và có lưới, có cuộn dây phụ để thổi từ trường. Mỗi cặp tiếp điểm được nối song song nhau. Khi đóng mạch, tiếp điểm dập hồ quang đóng trước rồi đến tiếp điểm chính. Khi ngắt mạch thì ngược lại : tiếp điểm chính mở trước rồi đến tiếp điểm dập hồ quang.



Hình 8 - 9. Sơ đồ bộ biến tần thyristor.



## 5. Dây dẫn cao tần

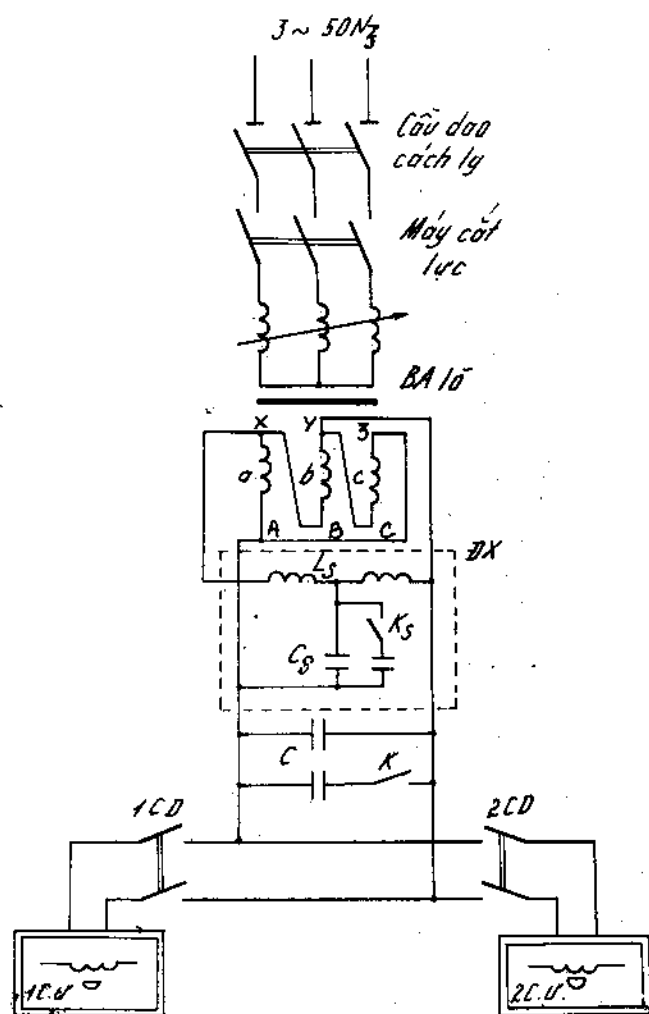
Đặc trưng của dây dẫn cao tần là có cảm kháng đặc biệt lớn do hiệu ứng bề mặt, hồ cảm và chúng phụ thuộc vào tần số. Dây dẫn cao tần trong thiết bị gia nhiệt bằng tần số thường là thanh cái phẳng, ống rỗng có nước làm mát, cáp đồng trục cao tần hay cáp một ruột, nhiều ruột thông thường.

Cáp đồng trục có trở kháng và cảm kháng nhỏ so với các loại dây dẫn khác nhưng nó có cấu tạo phức tạp và tốn vật liệu hơn.

Hiện nay, đã có những cáp lực cao tần đặc biệt chịu dòng tới 500A, tần số 10kHz và điện áp tới 2kV.

## §8.4. MỘT SỐ SƠ ĐỒ KHÔNG CHẾ THIẾT BỊ GIA NHIỆT BẰNG TẦN SỐ

### 1. Lò nấu chảy cảm ứng tần số công nghiệp



Lò cảm ứng tần số công nghiệp có thể là 1 pha (khi công suất nhỏ) hay 3 pha. Loại sau đảm bảo công suất lớn và phân tải đều 3 pha trong nhà máy.

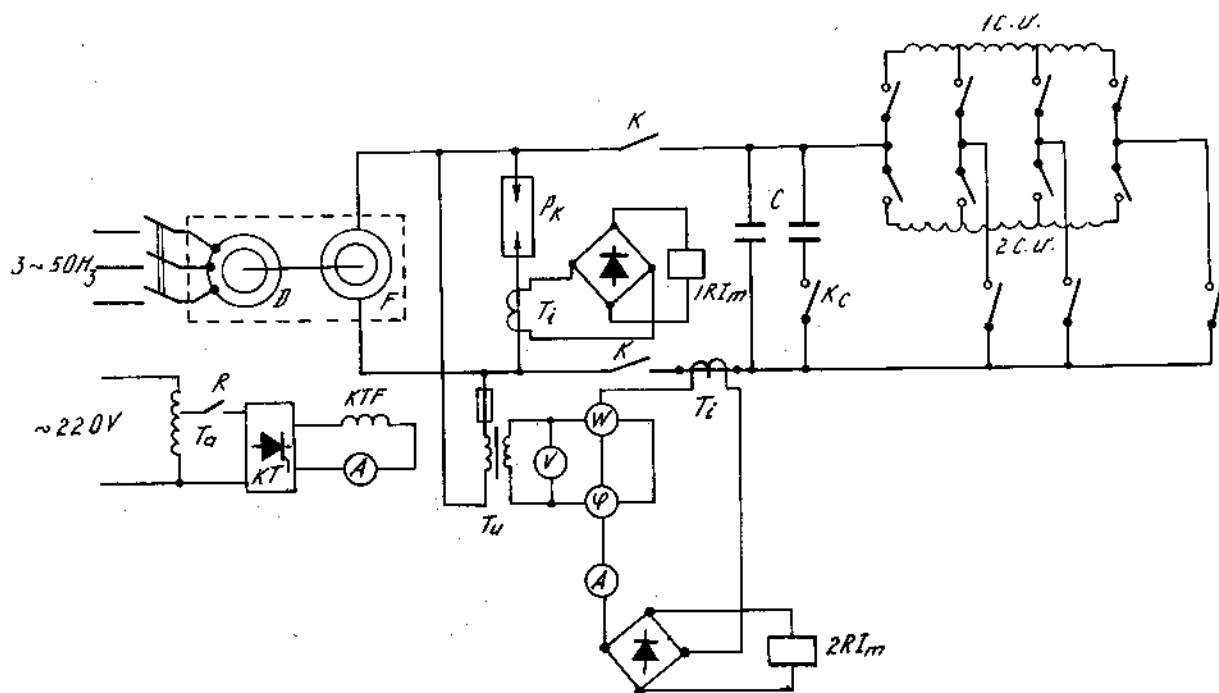
Hình 8-10 cho sơ đồ nguyên lý mạch lực của lò cảm ứng tần số công nghiệp. Lưới 3 pha tần số 50Hz đưa vào biến áp lò BA qua cầu dao cách ly và máy cắt lực. Điều chỉnh công suất trong quá trình nấu luyện thực hiện bởi sự thay đổi điện áp dưới tải của cuộn sơ cấp BA. Bộ tụ C để bù  $\cos\varphi$  và có thể thay đổi cấp hệ số bù nhờ công tắc K.

Vì ở sơ đồ, lò một pha công suất lớn được nối vào 1 pha (C) nên để tạo cân bằng pha, có khối đối xứng ĐX gồm cuộn kháng  $L_s$  nối theo sơ đồ có điểm giữa và bộ tụ  $C_s$  có thể thay đổi điện dung nhờ công tắc  $K_s$ . Điều chỉnh điện dung  $C_s$  có thể bằng tay hay tự động. Để tận dụng thiết bị, người ta dùng 2 lò 1C.U. và 2C.U. làm việc luân phiên nhau nhờ cầu dao 1CD và 2CD. Để sấy lò hay tăng dần nhiệt độ khi bắt đầu nấu luyện, lò thường có biến áp nhiều cấp hay biến áp tự ngẫu mở máy với công suất 30 ÷ 50% công suất định mức của lò. Khi làm việc bình thường thì máy biến áp mở máy được ngắt ra.

Hình 8-10. Sơ đồ lò cảm ứng tần số công nghiệp.

## 2. Lò cảm ứng cao tần dùng máy phát

Như hình 8-11, tập hợp thiết bị bao gồm : bộ biến tần máy điện quay (Đ-F), bộ kích từ thyristor cho máy phát KT, bộ tụ bù  $\cos\varphi$  có điều chỉnh hệ số bù (C và  $K_C$ ), các cuộn cảm ứng 1C.U và 2C.U có thể điều chỉnh số vòng bằng tay, hệ thống đo lường và thiết bị bảo vệ.



Hình 8-11. Sơ đồ lò cảm ứng cao tần dùng máy phát.

Để tránh quá áp sự cố do đứt mạch C.U, bộ phóng điện  $P_k$  sẽ phóng điện. Dòng phóng qua biến dòng  $T_i$  sẽ làm role dòng cực đại  $1RI_m$  tác động, cấp điện cho role R ngắt mạch kích từ máy phát. Role R cũng tác động khi role  $2RI_m$  tác động để bảo vệ quá tải.

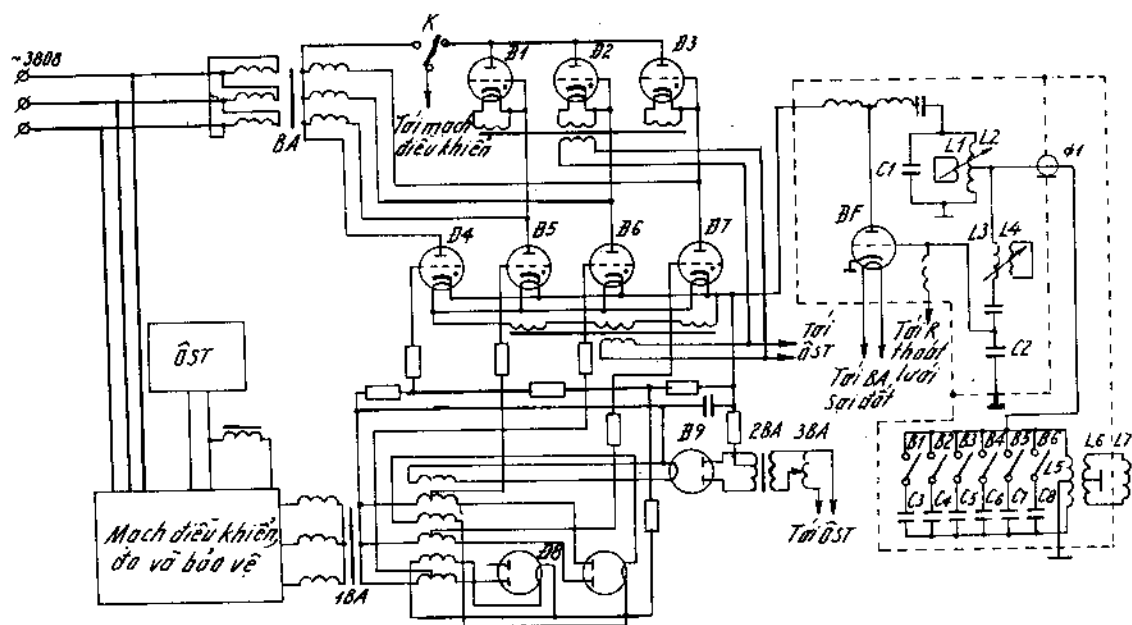
Trong trường hợp riêng, thiết bị có thể có bộ biến tần phụ công suất bằng 25% công suất bộ chính. Bộ biến tần phụ dùng duy trì nhiệt độ lò nấu chảy kim-loại trong thời gian rớt hay khi sấy lò. Trong thời gian này thì bộ biến tần chính làm việc với lò thứ hai.

## 3. Lò tôi cao tần dùng đèn phát

Hình 8-12 là sơ đồ lò tôi cao tần với tần số  $440\text{kHz} \pm 2,5\%$

Mạch vòng anốt tạo bởi cuộn dây L2 và tụ điện C1 với cuộn ngắn mạch điều chỉnh công suất L1. Cuộn L1 có thể điều chỉnh trơn công suất mà không thay đổi tần số dòng ở 440kHz và có kích thước rất nhỏ. Điều chỉnh công suất nhờ thay đổi vị trí tương đối của L1 đối với L2.

Mạch vòng tải có biến áp hạ áp với các cuộn L5 ÷ L7 và các tụ điện C3 ÷ C8 có thể thay đổi trị số điện dung nhờ các cầu dao B1 ÷ B6 để đảm bảo tần số dòng điện trong giới hạn  $440\text{kHz} \pm 2,5\%$  ( $\pm 11\text{kHz}$ ). Với các thông số khác nhau của vòng cảm



Hình 8-12. Sơ đồ lò tối cao tần  $P = 63\text{kW}$  tần số  $440\text{kHz}$ .

ứng  $L7$ , giá trị bộ tụ  $C3 + C8$  cần thay đổi để các thông số mạch vòng tải phù hợp với các thông số mạch vòng anốt và phù hợp với chế độ làm việc của đèn phát.

Điện áp phản hồi rơi trên tụ  $C2$  và có thể điều chỉnh trơn trị số nhờ dịch chuyển vòng ngắn mạch  $L4$  đặt trong cuộn  $L3$ .

Chế độ nung của lò được điều khiển không phải từ lưới đèn phát DF mà bằng thay đổi điện áp anốt cấp từ chỉnh lưu cầu 3 pha có đèn nắn O bằng các đèn tiratron D1 + D7. Điều chỉnh điện áp chỉnh lưu từ O đến giá trị định mức nhờ thay đổi góc điều khiển các tiratron có điều khiển D4 + D7.

Sơ đồ đảm bảo ổn định điện áp anốt trong phạm vi  $0,75 + 0,85$  giá trị định mức với sai số  $\pm (1 + 2)\%$  khi điện áp lưới dao động  $\pm (10 + 15)\%$ . Trên lưới các đèn D4 + D7 đồng thời đặt 2 điện áp.

Điện áp dương một chiều đặt trước lấy từ chỉnh lưu diốt kép D9. Nguồn chỉnh lưu được cấp từ bộ ổn áp sắt từ qua các biến áp tự ngẫu 3BA và biến áp 2BA. Điện áp này không phụ thuộc vào dao động của điện áp lưới và khi thay đổi điện áp này sẽ điều chỉnh được điện áp ra cấp cho anốt đèn DF.

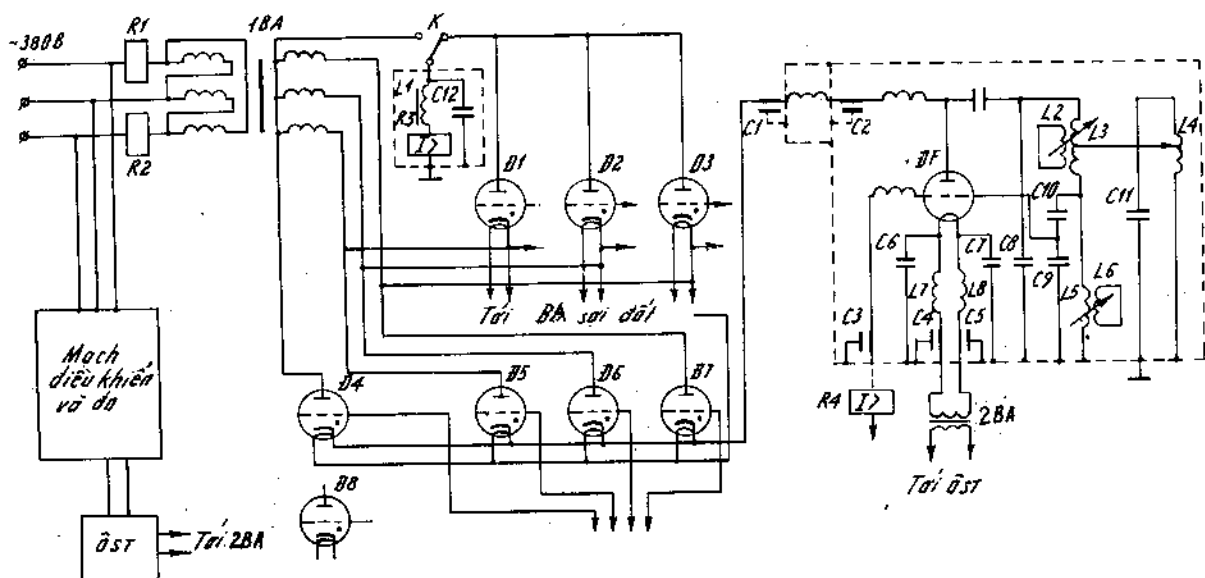
Điện áp âm một chiều lấy từ 2 đèn chỉnh lưu D8 không ổn áp và điện áp xoay chiều lấy từ biến áp 1BA. Hai thành phần này thay đổi tỉ lệ thuận với điện áp lưới. Khi điện áp lưới giảm sẽ làm giảm điện áp điều khiển và góc điều khiển  $\alpha$  bị giảm, dẫn tới điện áp ra của các tiratron tăng lên, giữ trị số ổn định. Khi điện áp lưới tăng thì diễn biến ngược lại. Vậy, thành phần này chống lại ảnh hưởng của sự thăng giáng điện áp lưới.

Khóa chuyển đổi K cho phép đóng chỉnh lưu anốt theo sơ đồ 3 pha hình tia (nắn nửa chu kì) trong giai đoạn điều chỉnh lò hay theo sơ đồ cầu 3 pha (nắn 2 nửa chu kì) trong giai đoạn làm việc bình thường.

#### 4. Thiết bị cao tần để ion hóa khí

Hình 8-13 cho sơ đồ của thiết bị này.

Mạch vòng tải tạo bởi cuộn cảm ứng L4 và tụ điện chân không C11. Khí cần ion hóa, khí thổi qua L4 sẽ được đốt nóng bởi trường điện từ, bị ion hóa. Phương pháp này để tạo khí ion hóa trong một số công nghiệp và dùng mỗi hồ quang trong lò hồ quang plasma



Hình 8-13. Thiết bị cao tần để ion hóa khí.

Mạch vòng anốt tạo bởi cuộn L3 có cuộn điều chỉnh công suất L2 và tụ điện C8. Các phần tử khác là cuộn phản hồi L5 có thể thay đổi trị số phản hồi nhờ cuộn ngắn mạch L6 và các tụ điện phản hồi C9, C10.

Các tụ C1 ÷ C5 là tụ xuyên, ngắn mạch trực tiếp dao động cao tần với đất.

Đèn phát DF được cấp nguồn đốt catốt từ ổn áp sắt từ ÔST qua biến áp 2BA. Các cuộn L7, L8 và tụ C6, C7 trong mạch sợi đốt dùng để chống sự thâm nhập các dao động cao tần 5,8MHz và các sóng điều hòa bậc cao vào lưới.

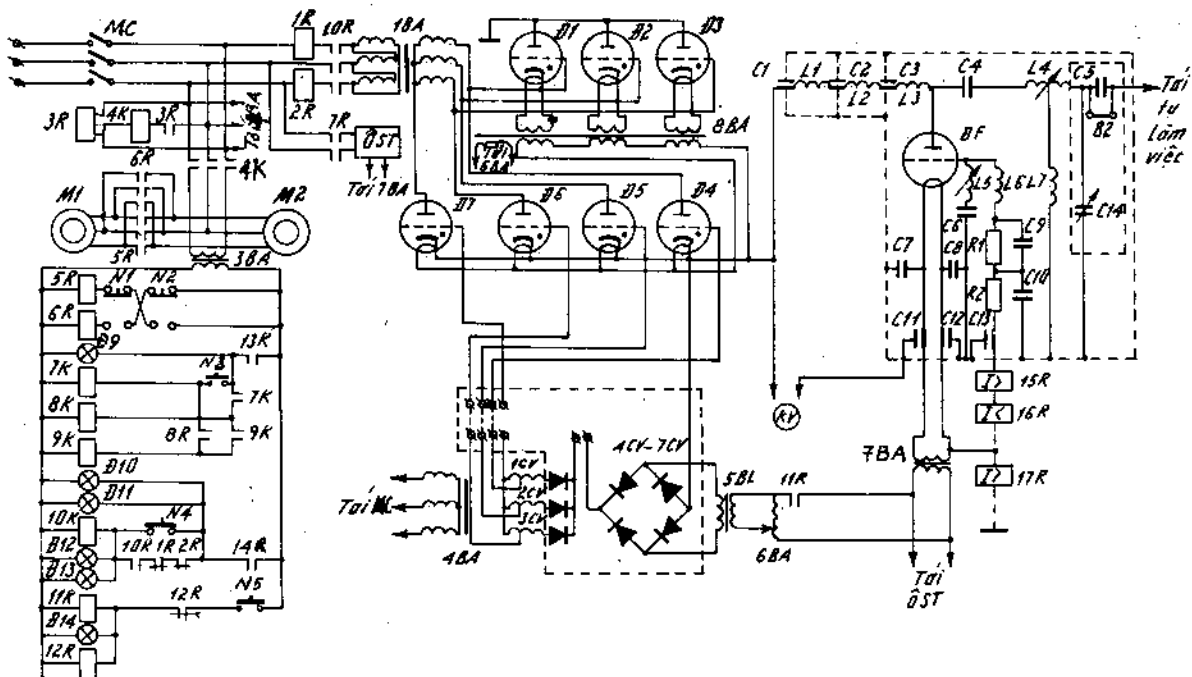
Chỉnh lưu anốt tạo bởi cầu 3 pha có đèn nắn O bằng các đèn tiratron D1 ÷ D7 và đèn dự trữ D8. Bộ lọc L11 - C12 dùng san bằng dòng chỉnh lưu đập mạch.

Khóa chuyển đổi K có tác dụng như sơ đồ ở hình 8-12.

Các role dòng cực đại R1, R2 ở mạch sơ cấp biến áp 1BA để bảo vệ khi có sự cố (quá tải, ngắn mạch) ở sơ đồ cầu. Các role R3 ở mạch anốt và R4 ở mạch lưới đèn DF để bảo vệ đèn khi chế độ làm việc sai lệch.

## 5. Thiết bị cao tần gia nhiệt chất điện môi

Đèn phát DF (Hình 8-14) làm việc ở chế độ tự kích mắc theo sơ đồ hình T có phản hồi điện dung giữa anốt và lưới (sơ đồ catốt chung). Điện áp anốt được cấp qua bộ lọc tạo bởi các tụ C1, C2, C3 và 2 cuộn L1, L2, đảm bảo giảm các thành phần cao tần của điện áp anốt đến mức cho phép. Tần số phát trong giới hạn  $(13,56 \pm 1\%)$  MHz



Hình 8-14. Thiết bị gia nhiệt điện môi bằng dòng cao tần.

Mạch vòng dao động gồm tụ C14 có điện dung thay đổi được, cuộn dây anốt L4, tụ C5 mà khi cần thiết có thể ngắn mạch bằng thanh nối, phedơ (feeder) đồng trục và tụ làm việc (không vẽ trên sơ đồ).

Sự phù hợp đèn phát với tải thực hiện bằng sự thay đổi điện dung tụ C14, cuộn anốt L4 và khi cần thiết, bằng cảm kháng ở mạch vòng tải (không vẽ trên sơ đồ).

Điện áp "môi" dao động tự kích tạo bởi cuộn L5 có điều chỉnh trong mạch lưới - catốt.

Phân chia các thành phần dòng 1 chiều và xoay chiều trong mạch lưới và mạch anốt được đảm bảo bởi các cuộn chặn L3 và L6 và tụ phân li C4, C6 tương ứng. Các tụ C7 và C8 để thoát các thành phần cao tần của điện áp anốt xuống đất. Cuộn L7 để bảo vệ tụ làm việc khỏi điện áp cao vốn một chiều trong trường hợp tụ phân li anốt C4 bị đánh thủng. Các tụ C9 và C10 để "khóa" các điện trở chống (dao động) kí sinh R1 và R2.

Điện áp cấp cho sợi đốt ĐF lấy từ biến áp 7BA qua ổn áp sắt từ ÔST.

Chính lưu cao áp bằng các đèn tiratron mắc theo sơ đồ cầu có đèn nán không Đ7 và cũng là đèn điều khiển ổn áp. Trong sơ đồ, các đèn Đ4, Đ5, Đ6 là có điều khiển, còn các đèn Đ1, Đ2, Đ3 là không điều khiển.

Sơ đồ đảm bảo điện áp chính lưu với sai lệch  $\pm 2\%$  khi điện áp lưới dao động trong giới hạn  $\pm 10\%$ . Ổn áp không duy trì được khi không có dòng tải. Quá trình điều khiển và ổn định điện áp chính lưu tương tự như sơ đồ hình 3-12. Sơ đồ cho phép điều chỉnh bằng phẳng điện áp chính lưu từ 0 đến 10,5kV. Đóng, ngắt dao động cao tần bằng cách điều khiển điện áp chính lưu cao áp qua việc đóng, ngắt điện áp dương đặt vào lưới các đèn có điều khiển Đ4 ÷ Đ7.

Nguồn cấp cho các biến áp sợi đốt đèn ĐF và Đ1 ÷ Đ7 (7BA và 8BA) là ổn áp sắt từ ÔST.

Sau khi đóng máy cắt MC, role 3R có điện sẽ đóng mạch cho khởi động từ 4K để chạy động cơ bơm nước làm mát đèn ĐF và cấp điện cho 3BA. Khi nước làm mát đã có role dòng nước 13R tác động, đóng mạch đèn báo Đ9 và cho phép thiết bị vào làm việc.

Sơ đồ cấp điện áp đốt sợi đốt theo 2 cấp. Khi ấn N3, côngtác tơ 7K tác động, cấp dòng cho ÔST để cấp điện áp mức đầu cho sợi đốt. Mức sau tự động đóng sau 30s do role nhiệt băng kép 8R tác động, cấp điện cho côngtác tơ 9K. Sau khi biến áp anôt đã có nước làm mát và đủ áp suất thì role áp suất 14R tác động. Đèn báo Đ10 và Đ11 sáng.

Ấn N4, côngtác tơ 10K sẽ tác động, đóng mạch cấp cao áp cho chỉnh lưu khóa. Đèn báo Đ12 và Đ13 sáng. Ấn tiếp N5, biến áp tự ngẫu 6BA có điện qua tiếp điểm thường mở của role 11R. Đèn báo Đ14 sáng báo đã đóng dao động cao tần. Role 12R cũng có điện và sau một thời gian sẽ ngắt mạch role 11R. Khi đó mạch cấp cho biến áp 6BA bị cắt và dao động cao tần bị cắt. Thời gian duy trì của 12R tương ứng thời gian gia công.

Điều khiển tụ C14 nhờ các nút N1 và N2 để chạy động cơ M1 quay tụ.

Dừng thiết bị thì tiến hành theo thao tác ngược lại.

1R và 2R là các role dòng cực đại bảo vệ ngắn mạch. Các tiếp điểm thường đóng của chúng sẽ cắt mạch côngtác tơ 10K.

Bảo vệ quá tải mạch anôt đèn ĐF bằng role dòng cực đại 17R. Bảo vệ chế độ tĩnh của mạch lưới đèn ĐF bằng role dòng điện cực đại 15R và dòng lưới cực tiểu 16R.

# PHẦN III

## TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY HÀN ĐIỆN

### Chương 9

#### KHÁI NIỆM CHUNG

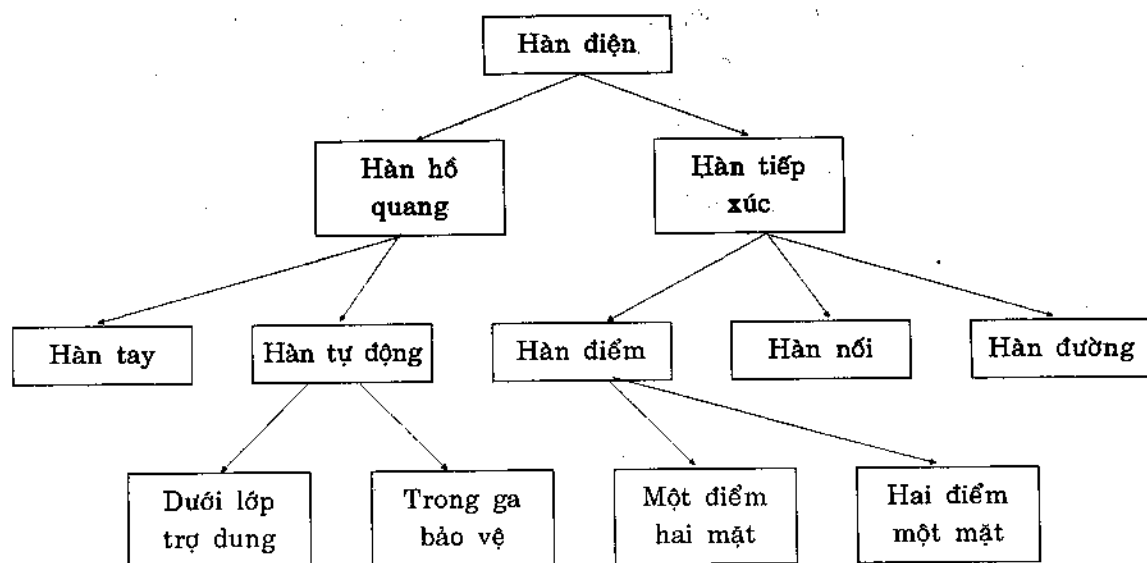
Hiện nay hàn điện là một công nghệ được dùng rộng rãi trong công nghiệp, trong xây dựng và trong công nghiệp chế tạo máy.

Ưu điểm của hàn điện :

1. Tiết kiệm được nguyên vật liệu so với các phương pháp gia công khác (so với tán đinh  $5 + 10\%$  ; so với phương pháp đúc đến  $40\%$ ).
2. Có độ bền cơ học cao, chất lượng mối hàn tốt.
3. Giá thành hạ, năng suất cao.
4. Công nghệ đơn giản.
5. Cải thiện được điều kiện làm việc cho công nhân và dễ tự động hóa.

#### §9.1. PHÂN LOẠI CÁC PHƯƠNG PHÁP HÀN ĐIỆN

Phân loại một cách tổng thể các phương pháp hàn điện như trên hình 9-1.



Hình 9-1. Phân loại các phương pháp hàn điện.

## §9.2. CÁC YÊU CẦU CHUNG ĐỐI VỚI NGUỒN HÀN HỒ QUANG

1. Điện áp không tải đủ lớn để mỗi được hồ quang.

Khi nguồn hàn là một chiều với điện cực là :

- kim loại :  $U_{omin} = (30 \div 40)V$

- điện cực than  $U_{omin} = (45 \div 55)V$ .

Khi nguồn hàn là xoay chiều :

$$U_{omin} = (50 \div 60)V$$

2. Đảm bảo an toàn lúc làm việc ở chế độ làm việc cũng như ở chế độ ngắn mạch làm việc. Bội số dòng điện ngắn mạch không được quá lớn.

$$\lambda_I = \frac{I_{nm}}{I_{dm}} = 1,2 \div 1,4 \quad (9-1)$$

trong đó :  $\lambda_I$  - bội số dòng điện ngắn mạch

$I_{nm}$  - dòng điện ngắn mạch [A]

$I_{dm}$  - dòng điện hàn định mức [A].

3. Nguồn hàn phải có công suất đủ lớn.

4. Nguồn hàn phải có khả năng điều chỉnh được dòng hàn ; vì như ta đã biết dòng điện hàn phụ thuộc vào đường kính que hàn. Dòng điện hàn được tính theo biểu thức sau :

$$I_h = (40 \div 60)d \quad (9-2)$$

trong đó :  $I_h$  - dòng điện hàn [A].

$d$  - đường kính que hàn [mm].

5. Đường đặc tính ngoài (hay còn gọi là đặc tính Vôn-Ampe) của nguồn hàn phải đáp ứng theo từng loại phương pháp hàn.

a. Nguồn hàn dùng cho phương pháp hàn hồ quang bằng tay phải có đường đặc tính ngoài dốc.

b. Nguồn hàn dùng cho phương pháp hàn hồ quang tự động phải có đường đặc tính ngoài cứng.

## §9.3. 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 ( $\zeta_1$ ). Thời gian nghỉ ngắn nhất là thời gian đủ để thay que hàn và mỗi được hồ quang ( $\zeta_2$ ).



Đối với nguồn hàn dùng cho máy hàn hồ quang tự động, thời gian làm việc dài nhất là thời gian hàn hết một lô điện cực hàn trên máy ; còn thời gian nghỉ ngắn nhất là thời gian đủ để thay lô điện cực hàn và mới được hồ quang.

Nguồn hàn hồ quang có tuổi thọ làm việc cao khi thỏa mãn điều kiện :

$$Q_1 = Q_2 \quad (9-3)$$

trong đó :  $Q_1 = 0,24I^2R\tau_1$  - nhiệt lượng tỏa ra khi hàn với thời gian là  $\tau_1$ .

$Q_2 = k(\tau_1 + \tau_2)$  - nhiệt lượng tỏa ra môi trường xung quanh trong một chu kì làm việc  $T_{ck} = \tau_1 + \tau_2$ .

$k$  - hệ số đặc trưng cho chế độ tỏa nhiệt của nguồn hàn.

Tính một cách gần đúng có thể coi hệ số  $k$  hầu như không đổi  $k = \text{const}$ . Từ biểu thức (9-3) ta có :

$$0,24I^2R\tau_1 = k(\tau_1 + \tau_2) \quad (9-4)$$

$$I^2 \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} = \frac{k}{0,24R} = \text{const} \quad (9-5)$$

trong đó : tỉ số  $\frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2}$  được biểu diễn bằng hệ số TD% là hệ số tiếp điện tương đối của nguồn hàn hồ quang.

$$TD\% = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} \cdot 100\% \quad (9-6)$$

Vậy (9-5) trở thành :

$$I^2 TD\% = \text{const} \quad (9-7)$$

Do đó, khi làm việc ở chế độ khác với chế độ ghi trên nhãn của nguồn hàn thì phải tính lại dòng điện hàn ứng với hệ số tiếp điện của nguồn hàn. Ví dụ : Trên nhãn nguồn hàn ghi các chỉ số sau :

$$I_{dm} = 300A ; TD\%_{dm} = 70\%.$$

Nếu cần dùng với  $I = 450A$  thì TD% là :

$$I^2 \cdot TD\% = I_{dm}^2 \cdot TD\%_{dm}.$$

Vậy

$$TD\% = 70\% \left( \frac{300}{450} \right)^2 = 31\%.$$

## Chương 10

# CÁC NGUỒN HÀN HỒ QUANG

### §10.1. CÁC NGUỒN HÀN HỒ QUANG XOAY CHIỀU

Nguồn hàn hồ quang xoay chiều thường dùng biến áp hàn vì có những ưu điểm nổi bật sau :

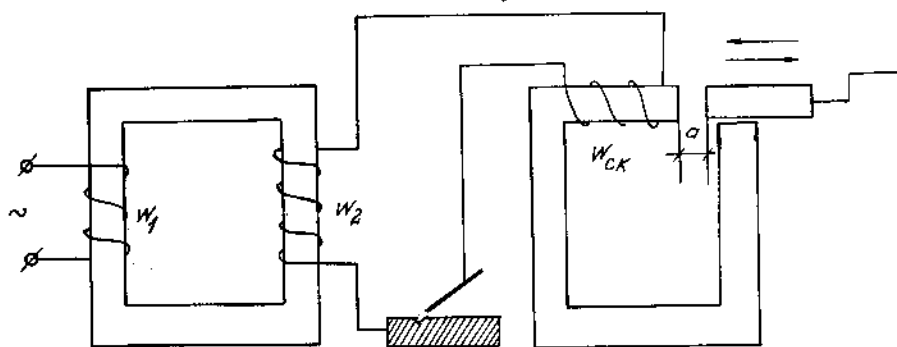
- Dễ chế tạo, giá thành hạ
- Có thể tạo ra dòng điện lớn.

Biến áp hàn phổ biến nhất là biến áp hàn một pha, có khi là ba pha. Thông thường máy biến áp hàn ba pha dùng cho nhiều đầu hàn. Về cấu tạo, máy biến áp hàn thường chế tạo theo hai kiểu :

- + Máy biến áp hàn với từ thông tản bình thường : nó được chế tạo như hai thiết bị riêng lẻ, lắp ráp trong một vỏ hộp chung, gồm một biến áp hàn và một cuộn kháng.
- + Máy biến áp hàn với từ thông tản tăng cường, được chế tạo theo các kiểu sau :
  - có cuộn thứ cấp di động
  - có sơn từ
  - điều chỉnh theo cấp

#### 1. Biến áp hàn có cuộn kháng ngoài

Biến áp hàn loại này, ngoài lõi thép chính của máy biến áp, còn có một cơ cấu phụ gọi là cuộn kháng ngoài. (hình 10.1). Thay đổi khe hở trong mạch từ của cuộn kháng ngoài, có thể nhận được họ đặc tính ngoài của máy biến áp hàn (hình 10.2)



Hình 10-1. Sơ đồ nguyên lý biến áp hàn có cuộn kháng ngoài.

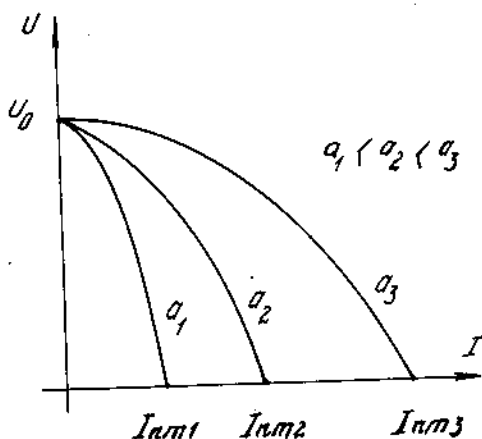
- Khi không tải

$$U_0 = U_2$$

(10-1)

trong đó :  $U_0$  - điện áp không tải [V]

$U_2$  - điện áp thứ cấp của máy biến áp V.



Hình 10-2. Họ đặc tính ngoài của máy biến áp hàn có cuộn kháng ngoài.

lệ nghịch với điện cảm L. Do vậy khi tăng khe hở mạch từ a, từ trở mạch từ  $R_m$  tăng, điện cảm L giảm và dòng điện ngắn mạch  $I_{n.m}$  tăng lên. Với cách lập luận trên ta có được họ đặc tính ngoài trên hình 10-2:

## 2. Máy biến áp hàn kiểu hỗn hợp

Loại máy biến áp hàn này, mạch từ của cuộn kháng có quan hệ trực tiếp với mạch từ chính (hình 10-3).

Điều chỉnh khe hở mạch từ a, ta nhận được họ đặc tính ngoài như trên hình 10-4.

- Khi không tải

$$U_0 = U_2 + U_{ck} \quad (10-5)$$

Khi thay đổi khe hở mạch từ a,  $U_{ck}$  thay đổi nên  $U_0$  cũng thay đổi ( $U_0 = \text{var}$ )

- Khi có tải, điện áp rơi trên cuộn kháng và cuộn thứ cấp của biến áp hàn bằng :

$$U_r = I_2(x_2 + x_{ck}) \quad (10-6)$$

Điện áp hồ quang bằng :

$$U_{hq} = U_2 + U_{ck} - U_r = U_2 + U_{ck} - I_2(x_2 + x_{ck}) \quad (10-7)$$

Khi dòng điện  $I_2$  tăng đến trị số  $I_2 = I_{n.m}$  thì điện áp hồ quang bằng không ( $U_{hq} = 0$ ). Lúc này dòng điện ngắn mạch bằng :

$$I_{n.m} = \frac{U_2 + U_{ck}}{x_2 + x_{ck}} \quad (10-8)$$

- Khi có tải :

$$U_2 = U_{hq} + U_{ck} \quad (10-2)$$

trong đó :  $U_{hq}$  - điện áp hồ quang

$U_{ck}$  - điện áp rơi trên cuộn kháng

$$U_{ck} = I_2 \cdot r_{ck} + jI_2 x_{ck} \approx \omega L I_2 \quad (10-3)$$

Vì  $r_{ck}$  rất nhỏ có thể bỏ qua

trong đó :  $r_{ck}$  - điện trở thuần của cuộn kháng  $x_{ck}$  - điện kháng của cuộn kháng.

Trong quá trình làm việc,  $I_2$  tăng làm cho  $U_{ck}$  cũng tăng, điện áp hồ quang  $U_{hq}$  giảm.

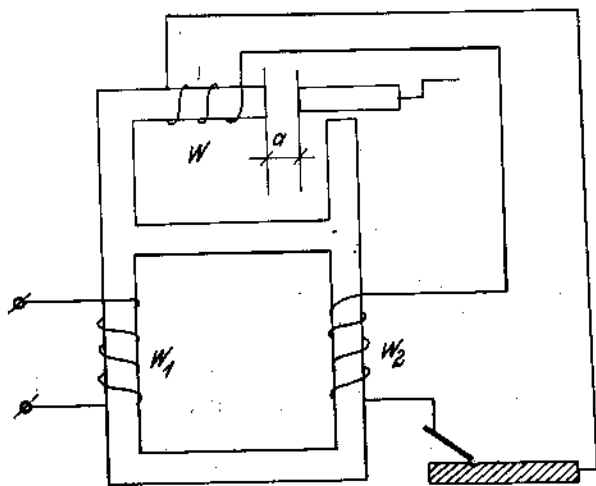
Khi dòng  $I_2$  tăng đến trị số  $I_2 = I_{n.m}$  ( $I_{n.m}$  - dòng điện ngắn mạch) thì điện áp hồ quang bằng không ( $U_{hq} = 0$ )

$$\text{Khi đó : } I_2 = I_{n.m} = \frac{U_2}{\omega L} \quad (10-4)$$

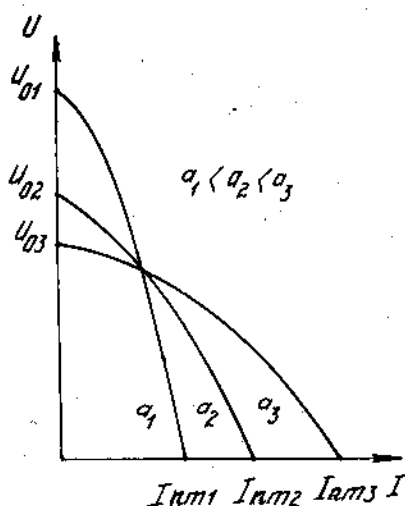
Như ta đã biết, từ trở mạch từ  $R_m$  tỉ

thuỷ với khe hở mạch từ a, từ trở mạch từ  $R_m$  tăng,

điện cảm L giảm và dòng điện ngắn mạch  $I_{n.m}$  tăng lên. Với cách lập luận trên ta có được họ đặc tính ngoài trên hình 10-2:



Hình 10-3. Sơ đồ nguyên lý máy biến áp hàn kiểu hỗn hợp.



Hình 10-4. Họ đặc tính ngoài của máy biến áp hàn kiểu hỗn hợp.

Tương ứng với các trị số khác nhau của khe hở mạch từ  $a$ , ta nhận được họ đặc tính ngoài của máy biến áp hàn như trên hình 10.4.

Khi khe hở mạch từ  $x$  tăng, từ trở mạch từ  $R_M$  tăng, điện cảm  $L$  giảm, dòng điện ngắn mạch  $I_{nm}$  tăng lên.

### 3. Máy biến áp hàn có shunt từ

Máy biến áp hàn có shunt từ được giới thiệu trên hình 10-5

Shunt từ 4 được lắp giữa cuộn dây sơ cấp và thứ cấp của máy biến áp hàn. Shunt từ có thể di chuyển sâu vào hoặc kéo ra khỏi hai cuộn dây. Bằng cách di chuyển shunt từ ta có thể tạo ra họ đặc tính ngoài của máy biến áp hàn.

## §10.2. CÁC NGUỒN HÀN HỒ QUANG MỘT CHIỀU

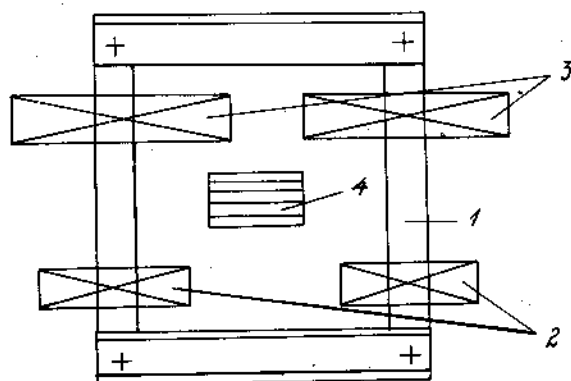
Nguồn hàn hồ quang một chiều được dùng làm nguồn hàn cho máy hàn hồ quang tự động, bán tự động và hàn hồ quang bằng tay. Nguồn hàn hồ quang một chiều có hai loại :

- Bộ biến đổi quay (máy phát hàn một chiều),

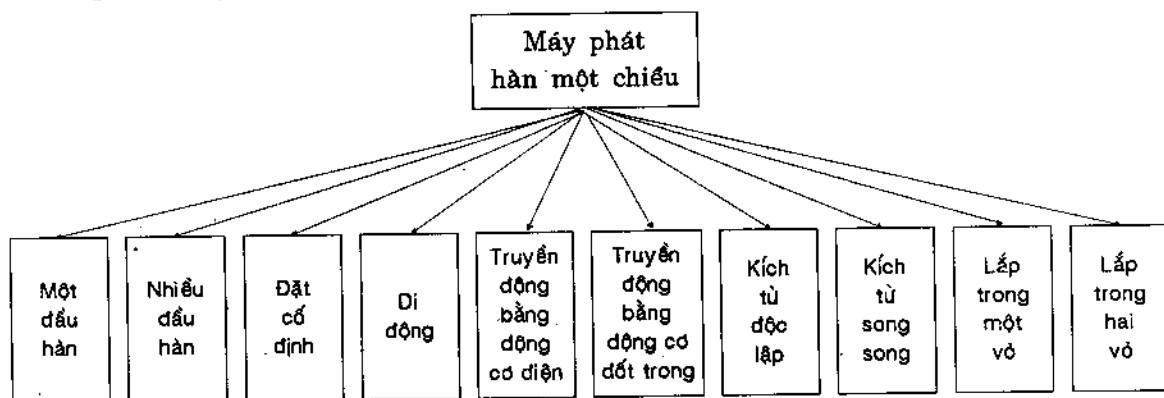
- Bộ biến đổi tĩnh (bộ chỉnh lưu).

Máy phát hàn một chiều được chia ra các loại như trên sơ đồ hình 10-6.

Tùy thuộc vào kết cấu, cấu tạo của máy phát hàn một chiều sẽ có họ đặc tính ngoài dốc, cứng hoặc hỗn hợp.



Hình 10-5. Máy biến áp hàn có shunt từ  
1- Mạch từ ; 2- Cuộn sơ cấp ; 3 - Cuộn thứ cấp ; 4 - Shunt từ.



Hình 10-6. Phân loại máy phát hàn điện một chiều.

Máy phát hàn một chiều được sử dụng rộng rãi nhất là loại máy phát hàn một chiều có đường đặc tính ngoài dốc được chế tạo theo ba kiểu chính sau :

- 1) Máy phát hàn một chiều kích từ độc lập có cuộn khử từ nối tiếp.
- 2) Máy phát hàn một chiều kích từ song song có cuộn khử từ nối tiếp.
- 3) Máy phát hàn một chiều có cực từ rẽ.

## 1. Máy phát hàn một chiều

a. Máy phát hàn một chiều kích từ độc lập có cuộn khử từ nối tiếp (hình 10-7)

Máy phát hàn loại này có hai cuộn kích từ : cuộn kích từ độc lập  $W_1$  được cấp điện từ nguồn một chiều độc lập có điều chỉnh dòng điện kích từ bằng chiết áp VR và cuộn khử từ nối tiếp  $W_2$  đấu nối tiếp với phần ứng của máy phát. Từ thông  $\phi_1$  sinh ra trong cuộn  $W_1$  ngược chiều với từ thông  $\phi_2$  sinh ra trong cuộn  $W_2$ . Từ thông  $\phi_2$  tỉ lệ với dòng điện hàn.

Như vậy khi không tải, từ thông  $\phi_2 = 0$  và sức điện động của máy phát bằng :

$$E_0 = K_e \phi \omega \quad (10-9)$$

Trong đó :  $K_e$  - hệ số cấu tạo của máy phát

$\phi_1$  - từ thông sinh ra trong cuộn  $W_1$

$\omega$  - tốc độ quay của phần ứng.

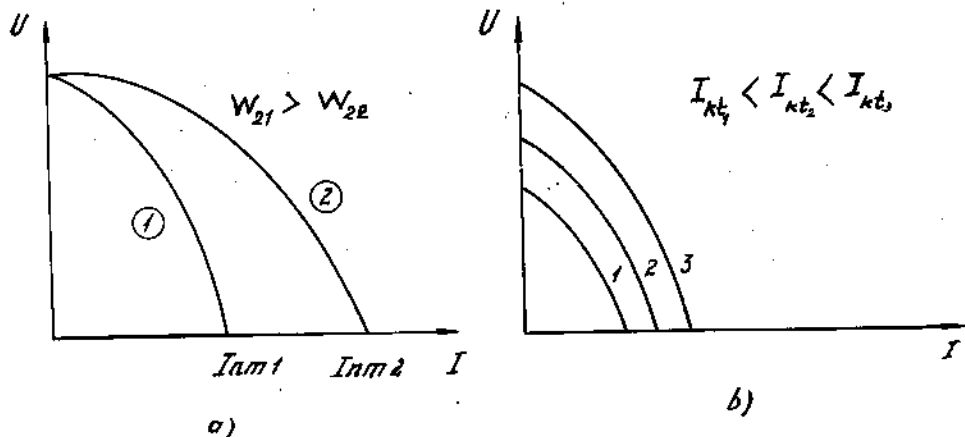
Khi có tải :

$$U_{hq} = E - IR_F = K_e(\phi_1 - \phi_2)\omega - IR_F \quad (10-10)$$

Trong đó :  $R_F$  - điện trở trong của máy phát

Để điều chỉnh dòng hàn và tạo ra họ đặc tính ngoài có hai cách :

- Điều chỉnh thô bằng chuyển mạch CM để thay đổi số vòng dây của cuộn  $W_2$  (hình 10-8a)
- Điều chỉnh tinh bằng chiết áp VR để thay đổi dòng kích từ  $I_{kt}$  của máy phát (hình 10-8b)



Hình 10-8. Họ đặc tính ngoài và đặc tính điều chỉnh của máy hàn 1 chiều.

b. Máy phát hàn một chiều kích từ song song có cuộn khử từ nối tiếp

Sơ đồ nguyên lý của máy phát hàn loại này được biểu diễn trên hình 10-9.

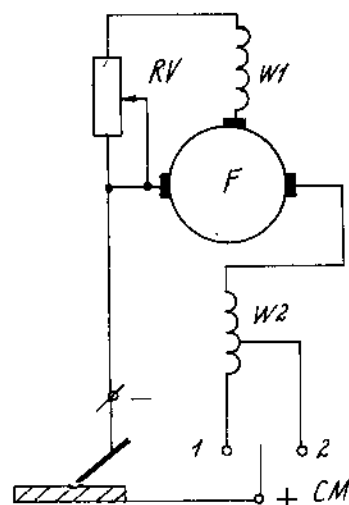
Máy phát hàn có hai cuộn dây : cuộn kích từ song song  $W_1$  và cuộn khử từ nối tiếp  $W_2$ . Họ đặc tính ngoài và điều chỉnh dòng điện hàn tương tự như mục a.

c. Máy phát hàn một chiều có cực từ rẽ

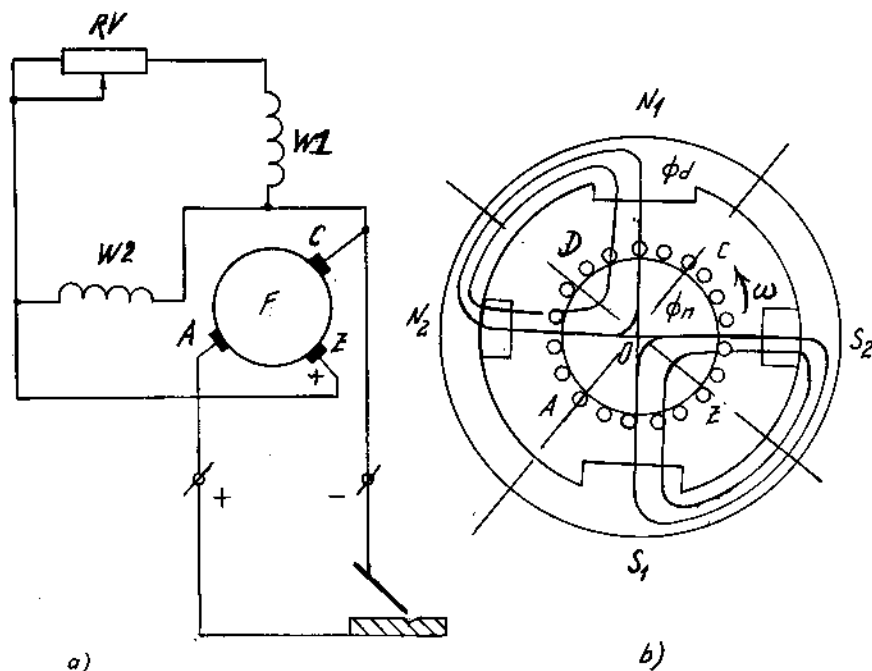
Sơ đồ nguyên lý của máy phát hàn một chiều có cực từ rẽ được biểu diễn trên hình 10-10.

Máy phát hàn một chiều có cực từ rẽ tạo ra đặc tính ngoài dốc do tác dụng khử từ của từ thông sinh ra trong cuộn dây phản ứng của máy phát (phản ứng phần ứng). Máy phát có hai cuộn kích từ ; cuộn kích từ chính  $W_1$  và cuộn phụ  $W_2$ . Máy phát có 4 cực từ  $N_1, N_2, S_1, S_2$ , và ba nhóm chổi than A, C, Z. Loại máy phát kiểu này khác với hai máy phát kể trên là cực từ cùng cực tính sắp xếp về một phía. Trên đường trung tính AC lấy điện áp ra :

$$U_{AC} = U_{hq} \quad (10-11)$$



Hình 10-9. Sơ đồ nguyên lý máy phát hàn một chiều kích từ song song có cuộn khử từ nối tiếp



Hình 10-10. Máy phát hàn một chiều có cực từ rẽ.

Điện áp  $U_{CZ}$  lấy ra trên hai chổi than C và Z là hai chổi than phụ. Mỗi đôi cặp cực cùng cực tính được coi như một cực từ.

- Khi không tải : do tác dụng tương hỗ của từ thông dọc  $\phi_d$  và từ thông ngang  $\phi_n$ , trên các chổi than xuất hiện điện áp

$$U_{AZ} = C_d \phi_d \text{ và } U_{CZ} = C_n \phi_n \quad (10-12)$$

Sức điện động tổng của máy phát bằng

$$E_{AC} = U_{AZ} + U_{cz} = C_d \phi_d + C_n \phi_n \quad (10-13)$$

- Khi có tải : có dòng điện phụ chảy trong phần ứng của máy phát. Từ thông do dòng điện phụ chảy trong phần ứng sinh ra có chiều cùng chiều với từ thông ngang  $\phi_n$  và ngược chiều với từ thông dọc  $\phi_d$ . Các thanh dẫn của phần ứng trong các góc phần tư AOZ và DOC, tạo ra từ thông bù thêm cho từ thông trong cuộn kích từ chính  $W_1$ . Các thanh dẫn của phần ứng nằm trong các góc phần tư ZOC và AOD tạo ra từ thông ngược chiều với từ thông trong cuộn kích từ phụ  $W_2$ .

Khi có tải, do tác dụng khử từ của từ thông dọc  $\phi_d$  và do phản ứng phần ứng nên điện áp  $U_{AZ}$  sẽ giảm xuống.

$$U_{AZ} = C_d(\phi_d - \phi_{pu}) \quad (10-14)$$

Trong đó :  $\phi_{pu}$  - từ thông do phản ứng phần ứng sinh ra.

Điện áp  $U_{zc}$  hầu như không tăng vì mạch từ đã bão hòa  $U_{zc} = C_n \phi_n \approx \text{const}$ . Như vậy điện áp kích từ lấy trên hai chổi than C, Z không phụ thuộc vào sự biến động của phụ tải, còn điện áp lấy trên hai chổi than A, C thay đổi theo phụ tải.

$$U_{AC} = U_{AZ} + U_{ZC} = C_d(\phi_d - \phi_{pu}) + U_{ZC} - IR_u \quad (10-15)$$

Khi dòng hàn tăng, phản ứng phần ứng tăng làm cho điện áp  $U_{AC}$  giảm xuống. Khi ngắn mạch, từ thông  $\phi_{pu}$  tăng nhanh và lớn hơn từ thông dọc  $\phi_d$ , điện áp  $U_{AZ}$  ngược chiều với điện áp  $U_{ZC}$  và điện áp  $U_{AC} = 0$

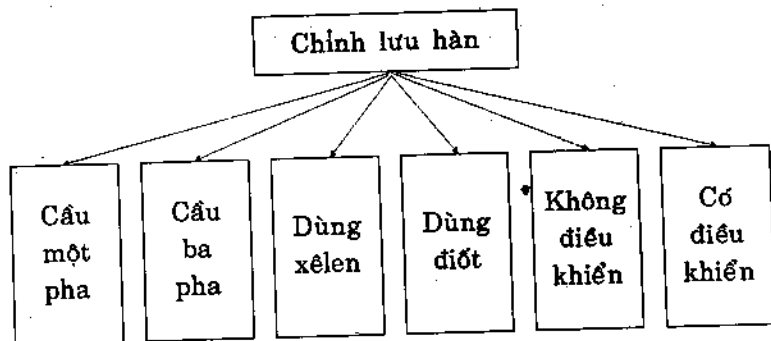
$$U_{AC} = C_n(\phi_n - \phi_{pu}) = C_d \phi_d - IR_u = 0 \quad (10-16)$$

## 2. Nguồn hàn một chiều dùng bộ chỉnh lưu

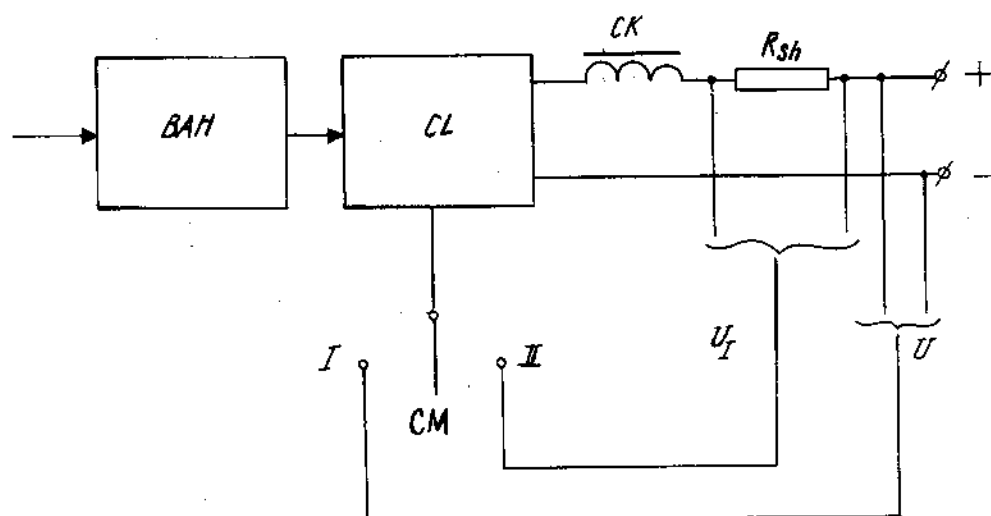
Sự phát triển của kĩ thuật bán dẫn công suất lớn đã đưa ra nhiều ứng dụng của nó trong nguồn hàn một chiều. Nguồn hàn một chiều dùng bộ chỉnh lưu có những ưu việt sau đây so với máy phát hàn một chiều :

- Chỉ tiêu năng lượng cao
- Không có phần quay
- Hiệu suất cao, chi phí vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa thấp.

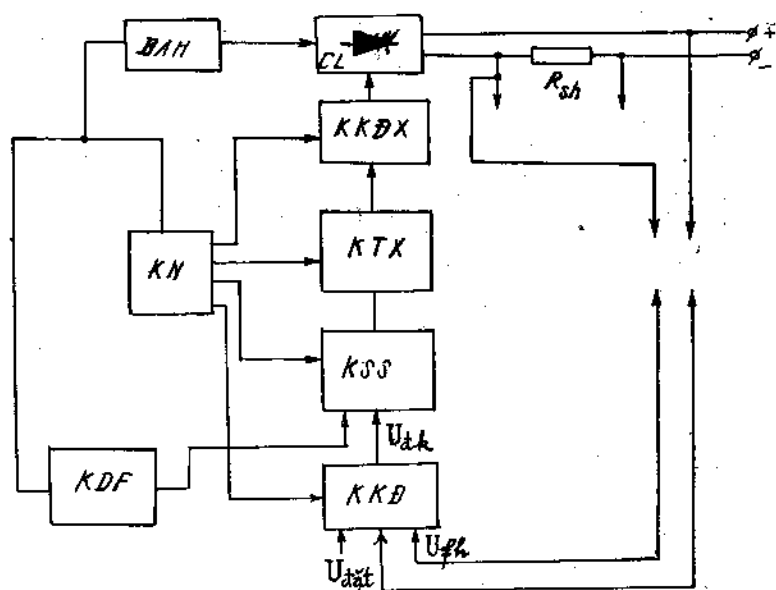
Nguồn hàn một chiều dùng bộ chỉnh lưu gồm hai bộ phận chính : máy biến áp hàn và bộ chỉnh lưu. Nguồn hàn một chiều dùng bộ chỉnh lưu được chế tạo thành các loại như trên sơ đồ phân loại ở hình 10-11.



Hình 10-11. Các loại nguồn hàn điện một chiều dùng bộ chỉnh lưu.



Hình 10-12. Sơ đồ khối bộ chỉnh lưu hàn có điều khiển BLY - 500.  
BAH - Biến áp hàn ba pha ; CL - Khối chỉnh lưu hình tia 6 pha có điều khiển ;  
CK - Cuộn kháng lọc.



Hình 10-13 Sơ đồ khối mạch điều khiển của BLY - 500.

Mấy năm gần đây, nhiều nước thường chế tạo nguồn hàn hồ quang một chiều vạn năng. Đó là nguồn hàn một chiều dùng bộ chỉnh lưu có điều khiển để tạo ra họ đặc tính ngoài phù hợp với cả ba chế độ hàn hồ quang: bằng tay, tự động và bán tự động. Sơ đồ khối của nguồn hàn một chiều dùng bộ chỉnh lưu có điều khiển BLY - 500 được biểu diễn trên hình 10-12.

Để tạo ra họ đặc tính ngoài dốc dùng cho chế độ hàn hồ quang bằng

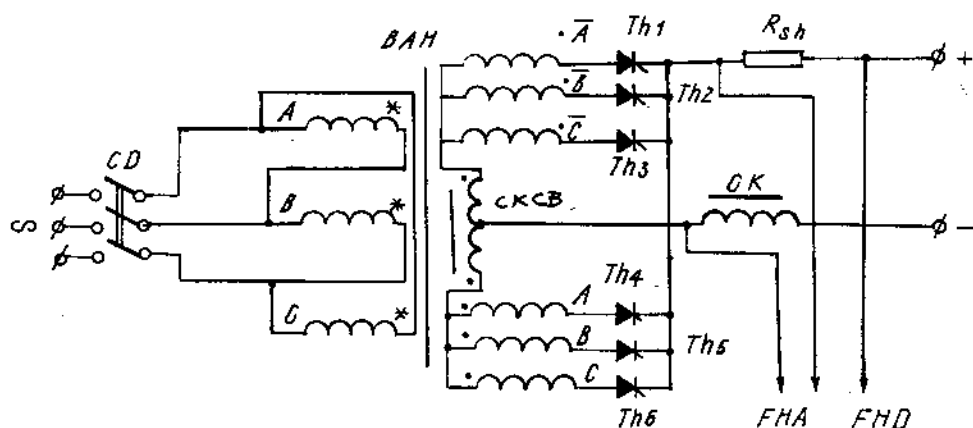
tay, trong mạch điều khiển khối chỉnh lưu có mạch phản hồi âm dòng điện còn dùng cho chế độ hàn hồ quang tự động có mạch phản hồi âm điện áp.

Sơ đồ khối của mạch điều khiển chỉnh lưu được biểu diễn trên hình 10-13.

Trong mạch điều khiển có các khâu : khối nguồn cấp KN cho mạch điều khiển, khâu đồng pha KDF, khâu khuếch đại tín hiệu đầu vào KKD, khâu so sánh và tạo thời điểm phát xung KSS, khâu tạo xung điều khiển KTX và khâu khuếch đại xung KKDX.

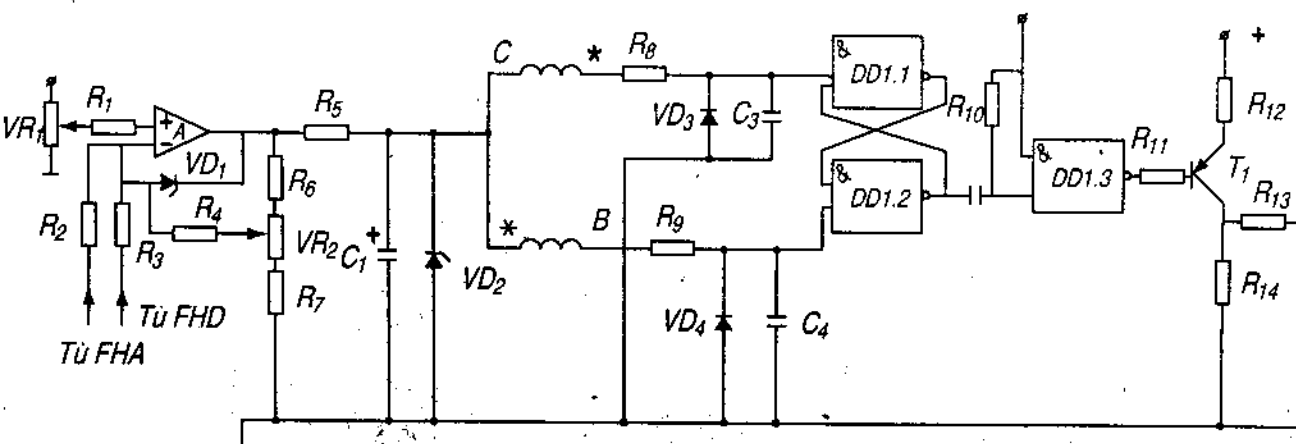


Sơ đồ nguyên lý mạch lực của bộ chỉnh lưu BĐY - 500 được biểu diễn trên hình 10-14.



Hình 10-14. Sơ đồ nguyên lý mạch lực BĐY - 500.

Mạch lực bao gồm một máy biến áp hàn BAH, cuộn kháng cân bằng CKCB, bộ chỉnh lưu gồm 6 thyristor Th1 ÷ Th6, cuộn kháng lọc CK, và shunt  $R_{sh}$ . Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển của BĐY - 500 được biểu diễn trên hình 10-15. (vẽ cho pha A)



Hình 10-15. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển BĐY - 500.

Khâu đồng pha là một biến áp đồng pha mà phía thứ cấp có 6 cuộn dây. Để điều khiển cho mỗi pha, tín hiệu đồng pha lấy ở hai pha như sau :

Điện áp pha	A	B	C	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{C}$
Điện áp đồng pha	c $\bar{b}$	a $\bar{c}$	b $\bar{a}$	$\bar{c}b$	$\bar{a}c$	$\bar{b}a$

Khâu tổng hợp tín hiệu và khuếch đại tín hiệu đầu vào dùng khuếch đại thuật toán K553YД 1A. Khâu so sánh và tạo thời điểm phát xung dùng trigger R-S được cấu thành từ hai phần tử VА - ĐАО dùng vi mạch DD1.1 và DD1.2.

Khâu sửa xung dùng vi mạch DD1.3, còn khâu khuếch đại xung là transistor T1.

### §10.3. MÁY HÀN HỒ QUANG TỰ ĐỘNG

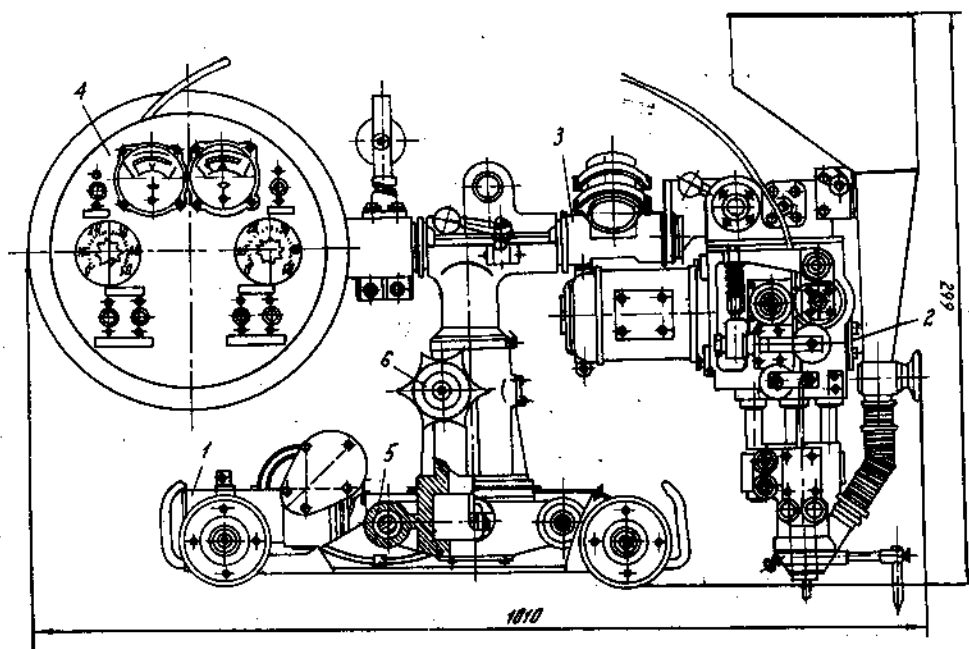
Với sự phát triển của kĩ nghệ, gia công sắt thép bằng phương pháp hàn, đặc biệt là trong ngành công nghiệp chế tạo tàu biển, máy bay, máy kéo v.v... với công nghệ hàn tay có nhiều nhược điểm :

- Năng suất thấp, giá thành cao,
- Chất lượng mối hàn không ổn định, phụ thuộc vào tay nghề và điều kiện làm việc của công nhân.
- Tổn hao que hàn lớn.

Với công nghệ hàn hồ quang tự động, những nhược điểm trên sẽ được khắc phục. Tuy nhiên, đảm bảo cho ngọn lửa hồ quang cháy ổn định, bảo vệ mối hàn không bị không khí xâm thực là vấn đề không đơn giản. Để giải quyết vấn đề đó, hiện nay thường dùng hai phương pháp :

- hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung
- hàn hồ quang tự động trong khí bảo vệ.

Hình dáng tổng thể của máy hàn hồ quang tự động AJC - 1000T được biểu diễn trên hình 10-16.



Hình 10-16. Máy hàn hồ quang tự động AJC- 1000T.

1- Xe tự hành ; 2 - Đầu hàn tự động ; 3 - Xà ngang ; 4 - Bảng điều khiển ; 5 - Cơ cấu quay.

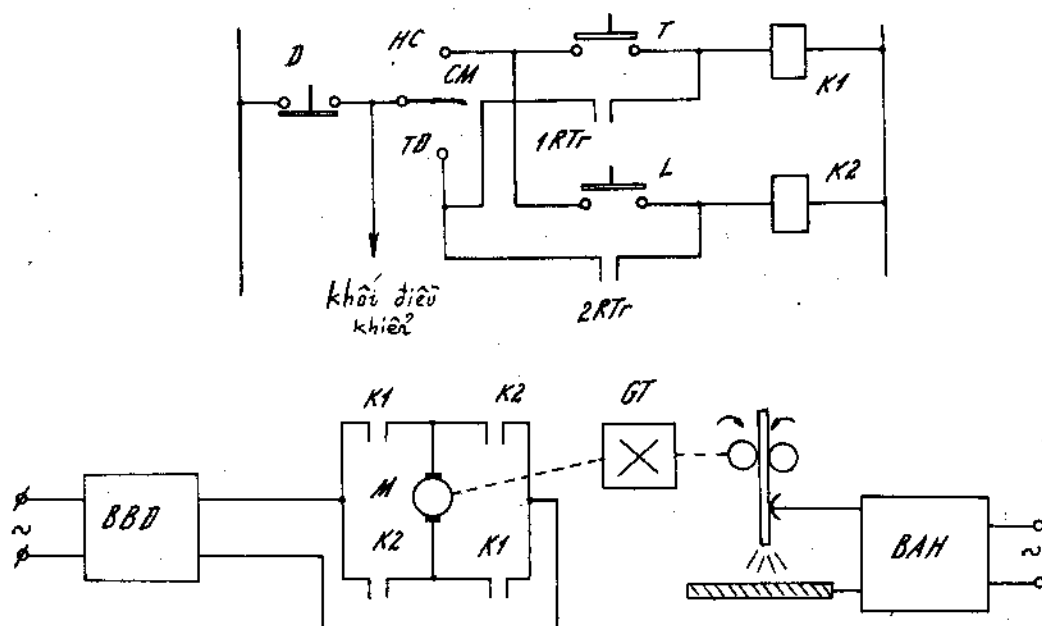
Trên máy hàn có hai hệ truyền động riêng biệt :

- Hệ truyền động tự động đẩy điện cực vào vùng hàn.
- Hệ truyền động di chuyển xe hàn

Trong quá trình làm việc, máy hàn đảm bảo các thao tác hàn : mỗi hồ quang, duy trì ngọn lửa hồ quang cháy ổn định trong quá trình hàn, đẩy điện cực vào vùng hàn, di chuyển xe hàn, quay đầu hàn, cấp chất trợ dung vào vùng hàn v.v...

Hệ truyền động trên máy hàn hồ quang tự động yêu cầu điều chỉnh tốc độ êm, phạm vi điều chỉnh tốc độ tới  $D = 10 : 1$ .

Sơ đồ khối của hệ truyền động tự động đẩy điện cực vào vùng hàn được biểu diễn trên hình 10-17.



Hình 10-17. Sơ đồ khối hệ truyền động đẩy điện cực vào vùng hàn.

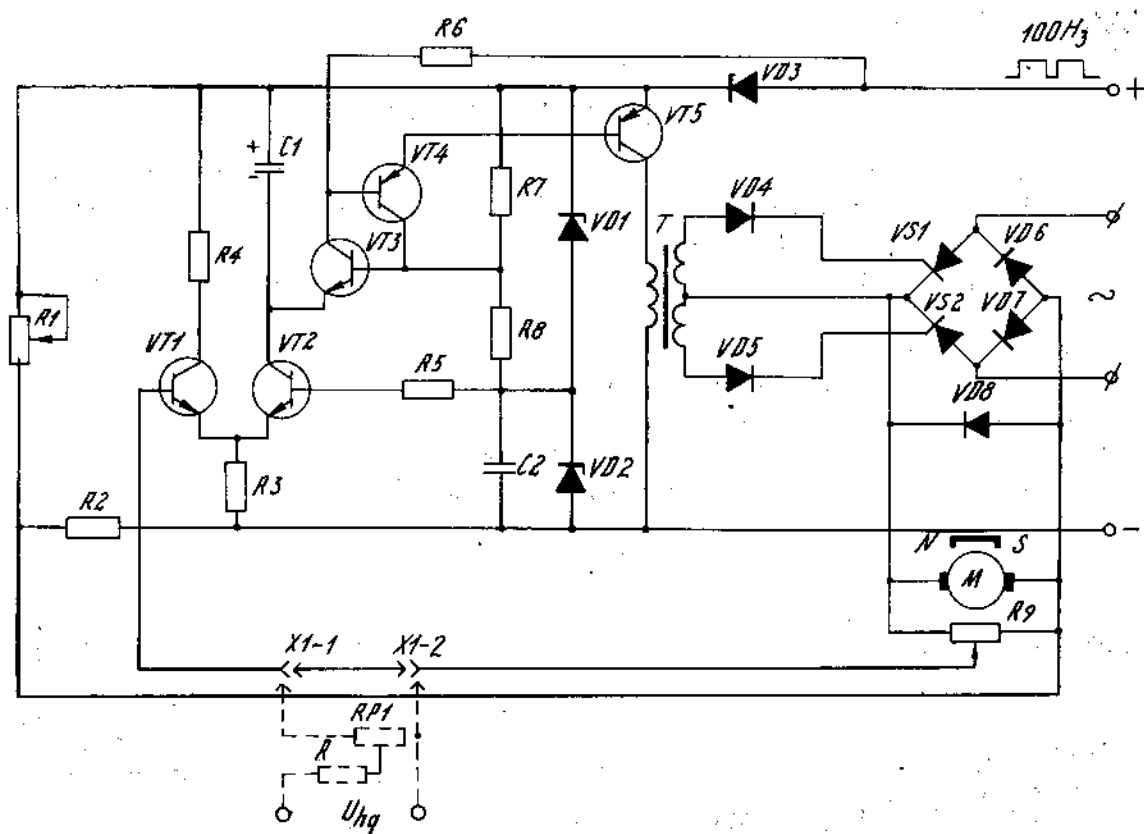
Điều chỉnh tốc độ đẩy điện cực vào vùng hàn nhờ bộ biến đổi dùng thyristor. Thay đổi chiều quay của động cơ M bằng hai côngtactơ  $K_1$  và  $K_2$ . Hệ thống có hai chế độ làm việc : chế độ làm việc tự động TB và hiệu chỉnh HC. Thay đổi hai chế độ bằng chuyển mạch CM.

### 1. Hệ truyền động dịch điện cực dùng máy phát - động cơ (F-D)

Trên hình 10-18 là hệ truyền động đẩy điện cực vào vùng hàn của máy hàn hồ quang tự động dùng hệ F-D. Động cơ D1 truyền động quay cặp con lăn đẩy điện cực vào vùng hàn được cấp nguồn từ máy phát một chiều đặc biệt F.

Máy phát một chiều có hai cuộn kích từ KTF1 và KTF2. Sức từ động sinh ra trong hai cuộn kích từ ngược chiều nhau. Sơ đồ được thiết kế sao cho trong chế độ làm việc ổn định sức từ động trong cuộn KTF2 lớn hơn sức từ động sinh ra trong cuộn KTF1. Khi chưa mồi hồ quang, từ thông sinh ra trong cuộn KTF2 lớn nhất động cơ quay nhanh theo chiều đưa điện cực xuống để mồi hồ quang. Điều chỉnh tốc độ dịch điện cực bằng chiết áp R. Khi bắt đầu hàn, bấm nút mở máy "M", côngtactơ động lực KC đóng nguồn cấp cho máy biến áp hàn. Nếu trước khi bấm nút "M", điện cực đã chạm vào chi tiết, động cơ D sẽ quay theo chiều nâng điện cực, ngọn lửa hồ quang phát sinh. Do sự khử từ của cuộn KTF2, động cơ đổi chiều quay đẩy điện cực vào vùng hàn. Khi muốn dừng máy, ấn nút bấm dừng D1 rồi D2.





Hình 10-19. Sơ đồ điều chỉnh tốc độ động cơ dịch điện cực dùng thyristor.

Điện áp điều khiển bằng :

$$U_{dk} = U_d - U_{FH}$$

$U_d$  - điện áp đặt điều chỉnh bằng R1.

$U_{FH}$  - điện áp phản hồi âm điện áp của động cơ lấy từ R9.

Trong sơ đồ cũng có tính đến mạch phản hồi âm điện áp hồ quang qua điện trở R và RP1.

§11.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Hàn tiếp xúc là phương pháp hàn lợi dụng hiệu ứng nhiệt của dòng điện chảy qua điểm tiếp xúc giữa hai tấm kim loại để tạo ra nhiệt lượng dính hai tấm kim loại với nhau :

Có ba loại hàn tiếp xúc điển hình :

1. Hàn điểm : Để hàn các tấm mỏng, dùng nhiều trong công nghiệp đóng tàu, chế tạo máy bay v.v...

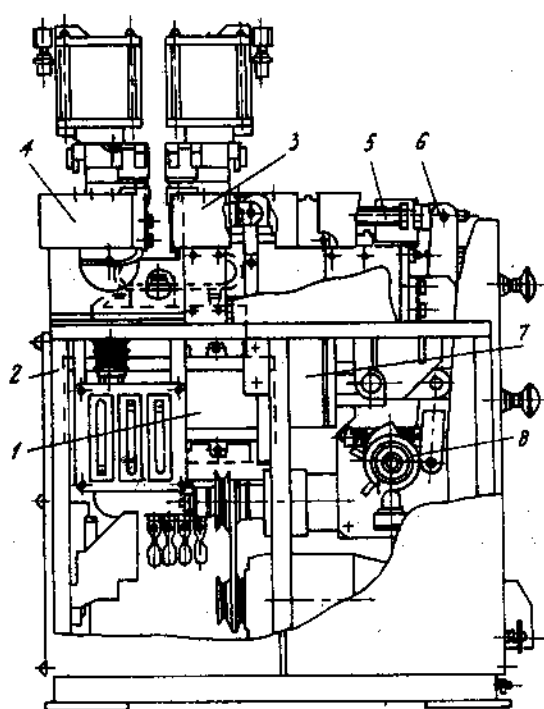
2. Hàn nối : Để nối các ống và các thanh kim loại.

3. Hàn đường : Để hàn các loại thùng chứa.

Trên hình 11-1 giới thiệu kết cấu của một máy hàn nối.

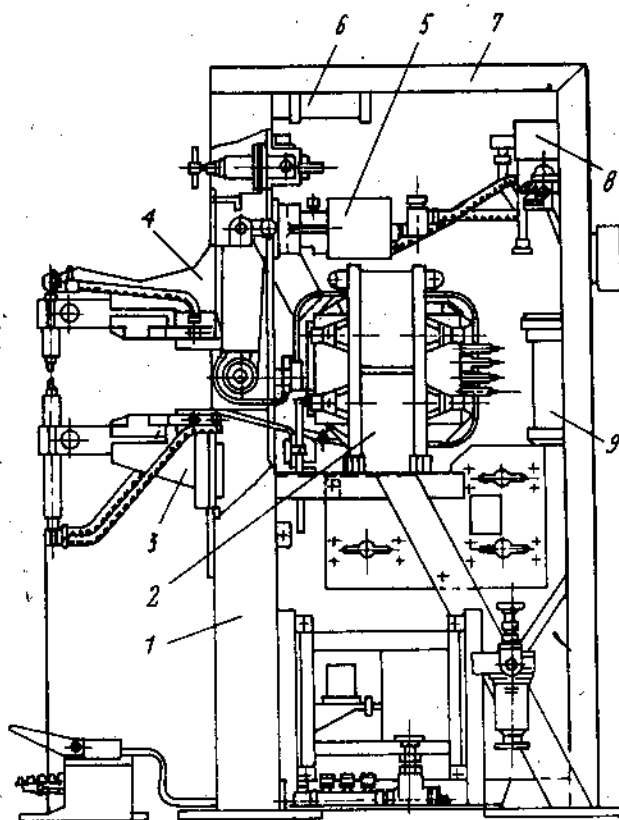
Trên hình 11-2 giới thiệu kết cấu của một máy hàn điểm.

Trên hình 11-3 giới thiệu kết cấu của một máy hàn đường.



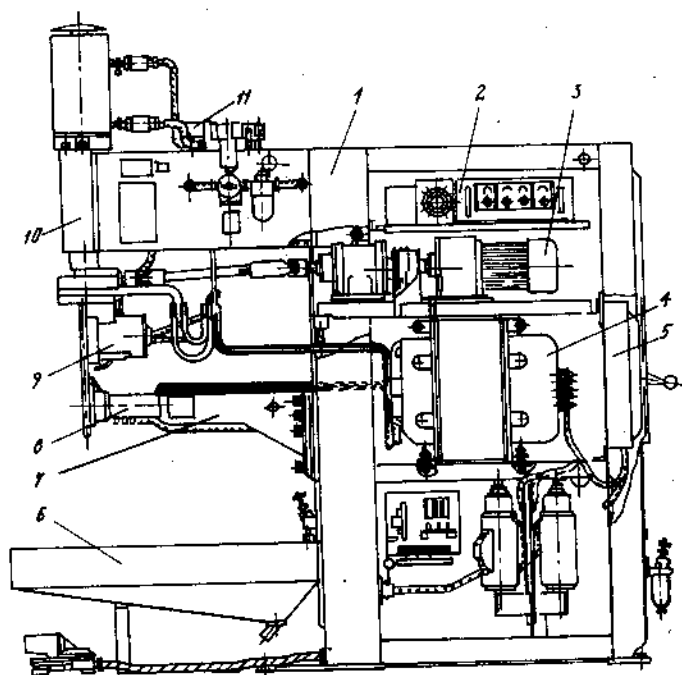
Hình 11-1. Kết cấu của máy hàn nối

1 - Biện áp hàn; 2 - Thân máy; 3 - Bàn trượt tạo lúc ép; 4 - Giá đỡ cố định; 5, 6 - Cơ cấu ép; 7 - Bộ tạo lực ép khí nén; 8 - Cơ cấu tạo bước các điểm hàn.



Hình 11-2. Kết cấu của máy hàn điểm

1 - Thân máy; 2 - Biện áp hàn; 3 - Giá đỡ điện cực dưới; 4 - Giá đỡ điện cực trên; 5 - Máy nén khí; 6 - Bộ điều chỉnh thời gian 1 chu kỳ hàn; 7 - Khung máy; 8 - Van điện khí; 9 - Áp tômát.



Hình 11-3. Kết cấu của một máy hàn đường

1 - Thân máy; 2 - Bộ điều chỉnh chu kỳ hàn; 3 - Động cơ; 4 - Biến áp hàn; 5 - Áp tô mét; 6 - Phễu chứa nước; 7 - Giá đỡ điện cực dưới; 8 - Cực dưới; 9 - Điện cực trên; 10 - Hệ thống khí nén tạo lực ép; 11 - Hệ thống điều khiển lực ép.

Các yêu cầu kỹ thuật đối với nguồn hàn tiếp xúc :

- Nguồn điện cấp : 380V ; 50Hz.
- Điện áp thứ cấp không tải lớn nhất cho phép 36V ; điện áp thấp nhất không bé hơn 1,8V.
- Có khả năng điều chỉnh được dòng hàn.

## §11.2. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN MÁY HÀN TIẾP XÚC

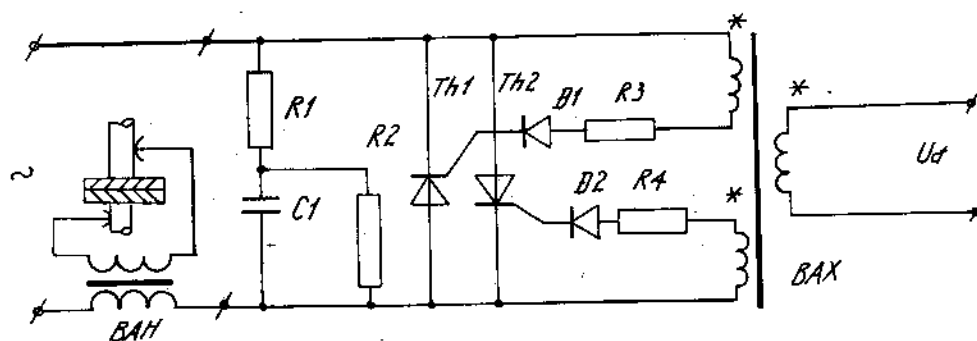
Chu kỳ hàn của máy hàn tiếp xúc rất ngắn. Chất lượng của mối hàn phụ thuộc vào việc chọn đúng chế độ hàn. Điều đó phải yêu cầu đến các thiết bị điều khiển máy hàn :

- Đảm bảo mức tự động hóa cao nhất
- Quán tính nhỏ
- Độ nhạy cao
- Độ tin cậy cao.

Hệ thống điều khiển các quá trình đóng nguồn hàn, điều chỉnh dòng điện hàn, cắt dòng điện hàn, điều chỉnh tự tự và thời gian từng thao tác của một chu kỳ hàn, điều chỉnh thời gian cho dòng điện hàn chạy qua hai chi tiết, điều chỉnh tốc độ quay của

cam khi thực hiện hàn đường nhiều điểm, di chuyển bàn gá ống trong máy hàn nối, điều chỉnh lực ép các điện cực v.v...

Trong các máy hàn điểm thường dùng các thiết bị điều khiển 1 pha : Bộ điều chỉnh thời gian 1 chu kì hàn, bộ đóng cắt nguồn, công tắc tơ dùng thyristor (hình 11-4).



Hình 11-4. Công tắc tơ dùng thyristor của máy hàn.

Xung điều khiển từ BAX với tần số  $f = 100\text{Hz}$  đưa vào cực điều khiển của hai thyristor Th1 và Th2... Một trong hai thyristor sẽ mở khi thế của anốt dương hơn thế của catốt.

$R1$ ,  $C1$ ,  $R2$  là mạch bảo vệ cho các thyristor.



## PHẦN IV

# TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CÁC MÁY NÉN, BƠM, QUẠT

Máy nén, bơm, quạt là những máy rất phổ biến, được sử dụng rất rộng rãi trong mọi ngành công nghiệp cũng như trong đời sống hàng ngày.

Trong đời sống hàng ngày, chúng phục vụ làm mát, thông thoáng, cấp nước, chạy tủ lạnh, máy điều hòa nhiệt độ...

Trong công nghiệp, chúng phục vụ cho thông gió, thoát khói, thải khí thải, cấp nước và thải nước thải... để bảo vệ môi trường. Hoạt động của bơm, quạt, máy nén trong công nghiệp ảnh hưởng lớn đến cả dây chuyền sản xuất, đến quá trình điều khiển, đến năng suất máy và giá thành sản phẩm.

## Chương 12

### MÁY BƠM

#### §12.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Bơm là máy thủy lực dùng để hút và đẩy chất lỏng từ nơi này đến nơi khác. Chất lỏng dịch chuyển trong đường ống nên bơm phải tăng áp suất chất lỏng ở đầu đường ống để thắng trở lực trên đường ống và thắng hiệu áp suất ở 2 đầu đường ống. Năng lượng bơm cấp cho chất lỏng lấy từ động cơ điện hoặc từ các nguồn động lực khác (máy nổ, máy hơi nước...)

- Điều kiện làm việc của bơm rất khác nhau (trong nhà, ngoài trời, độ ẩm, nhiệt độ v.v...) và bơm phải chịu được tính chất lý, hóa của chất lỏng cần vận chuyển.

#### 1. Phân loại

Phân loại bơm có nhiều cách.

a) Theo nguyên lý làm việc hay cách cấp năng lượng, có 2 loại bơm :

- Bơm thể tích : bơm loại này khi làm việc thì thể tích không gian làm việc thay đổi nhờ chuyển động tịnh tiến của pittông (bơm pittông) hay nhờ chuyển động quay

của rotor (bơm rotor). Kết quả, thế năng và áp suất chất lỏng tăng lên nghĩa là bơm cung cấp áp năng cho chất lỏng.

- Bơm động học : Trong bơm loại này, chất lỏng được cung cấp động năng từ bơm và áp suất tăng lên. Chất lỏng qua bơm, thu được động lượng nhờ va đập của các cánh quạt (bơm ly tâm, bơm hướng trục) hoặc nhờ ma sát của tác nhân làm việc (bơm xoáy ốc, bơm tia, bơm chân động, bơm vít xoắn, bơm sức khí), hoặc nhờ tác dụng của trường điện từ (bơm điện từ) hay các trường lực khác.

b) Phân loại theo cấu tạo.

- Bơm cánh quạt. Trong loại này, bơm ly tâm chiếm đa số và thường gặp nhất. (bơm nước)

- Bơm pittông (bơm nước, bơm dầu)

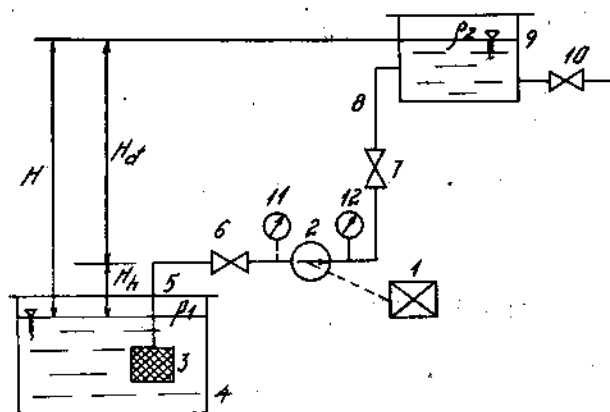
- Bơm rotor (bơm dầu, hóa chất, bùn...)

Thuộc loại này có bơm bánh răng, bơm cánh trượt (lá gạt)...

Ngoài ra, còn có các loại đặc biệt như bơm màng cách (bơm xăng trong ô tô), bơm phun tia (tạo chân không trong các bơm lớn nhà máy nhiệt điện)...

## 2. Sơ đồ các phần tử của một hệ thống bơm

Các phần tử cơ bản của một hệ thống bơm như hình 12-1.



Hình 12-1. Sơ đồ một hệ thống bơm.

1 - Động cơ kéo bơm (động cơ điện, máy nổ...); 2 - Bơm;  
3 - Lưới chắn rác lắp ở đầu ống hút. Bên trong lưới chắn rác thường có van một chiều để chất lỏng chỉ có thể từ ngoài bể hút vào ống hút; 4 - Bể hút; 5 - Ống hút; 6 - Van ống hút;  
7 - Van ống đẩy; 8 - Ống đẩy; 9 - Bể chứa; 10 - Van và đường ống phân phối tới nơi tiêu dùng; 11 - Chân không kế lắp ở đầu vào bơm, đo áp suất chân không do bơm tạo ra trong chất lỏng;  
12 - Áp kế lắp ở đầu ra của bơm, đo áp suất dư của chất lỏng ra khỏi bơm.

Bơm hút chất lỏng từ bể hút 4 qua ống hút 5 và đẩy chất lỏng qua ống đẩy 8 vào bể chứa 9.

## 3. Các thông số cơ bản của bơm

a) Cột áp  $H$  (hay áp suất bơm). Đó là lượng tăng năng lượng riêng cho một đơn vị trọng lượng của chất lỏng chảy qua bơm (từ miệng hút đến miệng đẩy của bơm).

Cột áp  $H$  thường được tính bằng mét cột chất lỏng (hay mét cột nước) hoặc tính đổi ra áp suất của bơm

$$p = \gamma H = \rho g H \quad (12-1)$$

trong đó  $\gamma$  - là trọng lượng riêng của chất lỏng được bơm ( $N/m^3$ )

$\rho$  - Khối lượng riêng chất lỏng ( $kg/m^3$ )

$g$  - gia tốc trọng trường ( $9,81 m/s^2$ )

Cột áp  $H$  của bơm dùng để khắc phục :

- độ chênh mực chất lỏng giữa bể chứa và bể hút

$$H_h + H_d, [m]$$

- độ lệch áp suất tại 2 mặt thoáng ở bể hút ( $p_1$ ) và bể chứa ( $p_2$ )

$$\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = \frac{p_2 - p_1}{\rho g}, \quad [m]$$

- trở lực thủy lực (tổn thất năng lượng đơn vị) trong ống hút ( $\sum h_h$ ) và ống đẩy ( $\sum h_d$ )

- độ chênh áp suất động học (động năng) giữa 2 mặt thoáng  $\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$

$$H = (H_h + H_d) + \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \sum h_h + \sum h_d + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \quad (12-2)$$

Trở lực thủy lực trong ống hút và ống đẩy tính theo các công thức

$$\sum h_h = \frac{v_h^2}{2g} \left( \frac{\lambda_h l_h}{d_h} + \sum \xi_h \right) \quad (12-3)$$

$$\sum h_d = \frac{v_d^2}{2g} \left( \frac{\lambda_d l_d}{d_d} + \sum \xi_d \right) \quad (12-4)$$

trong đó :  $v_h, v_d$  - vận tốc chất lỏng trong ống hút và ống đẩy (m/s) ;

$\lambda_h, \lambda_d$  - hệ số trở lực ma sát trong ống hút và ống đẩy.

$l_h, l_d, d_h, d_d$  - các chiều dài và đường kính ống hút và ống đẩy (m).

$\sum \xi_h, \sum \xi_d$  - tổng hệ số trở lực cục bộ trong ống hút và ống đẩy.

b) *Lưu lượng (năng suất) bơm*. Đó là thể tích chất lỏng do bơm cung cấp vào ống đẩy trong một đơn vị thời gian.

Lưu lượng  $Q$  đo bằng  $m^3/s, l/s, m^3/h \dots$

c) *Công suất bơm (P hay N)*

Trong một tổ máy bơm, cần phân biệt 3 loại công suất.

- Công suất làm việc  $N_l$  (công suất hữu ích) là công để đưa một lượng  $Q$  chất lỏng lên độ cao  $H$  trong một đơn vị thời gian (s)

$$N_l = \gamma Q H \cdot 10^{-3}, \quad [kW] \quad (12-5)$$

trong đó :  $\gamma$  [ $N/m^3$ ],  $Q$  [ $m^3/s$ ],  $H$  [m].

- Công suất tại trục bơm  $N$  (thường ghi trên nhãn bơm). Công suất này thường lớn hơn  $N_l$  vì có tổn hao ma sát.

- Công suất động cơ kéo bơm ( $N_{dc}$ ). Công suất này thường lớn hơn  $N$  để bù hiệu suất truyền động giữa động cơ và bơm, ngoài ra còn dự phòng quá tải bất thường.

$$N_{dc} = k \frac{N}{\eta_{td}} = \frac{k \gamma Q H}{\eta_b \eta_{td}} \cdot 10^{-3}, \quad [kW] \quad (12-6)$$

trong đó :  $k$  - hệ số dự phòng

công suất bơm dưới 2kW, lấy  $k = 1,50$

2 ÷ 5kW, lấy  $k = 1,50 \div 1,25$

5 ÷ 50kW, lấy  $k = 1,25 \div 1,15$

50 ÷ 100kW, lấy  $k = 1,15 \div 1,08$

Công suất bơm trên 100kW lấy  $k = 1,05$

cũng có thể lấy hệ số dự phòng

khí  $Q < 100 \text{ m}^3/\text{h}$  thì  $k = 1,2 \div 1,3$

$Q > 100 \text{ m}^3/\text{h}$  thì  $k = 1,1 \div 1,15$

$\eta_{td}$  - hiệu suất bộ truyền. Với bộ truyền đai (cu-roa) thì  $\eta_{td} < 1$ . Còn khi động cơ nối trực tiếp với bơm thì  $\eta_{td} \approx 1$

Chú ý : Ở công thức (12-5), nếu  $\gamma$  tính bằng  $\text{kg}/\text{m}^3$  thì :

$$N_i = \frac{\gamma QH}{102} , \text{ [kW]} \quad (12-7)$$

hoặc 
$$N_i = \frac{\gamma QH}{75} , \text{ [CV, HP, mã lực]} \quad (12-8)$$

d) Hiệu suất bơm ( $\eta_b$ ) là tỉ số giữa công suất hữu ích  $N_i$  và công suất tại trục bơm  $N$ .

$$\eta_b = \frac{N_i}{N} \quad (12-9)$$

Hiệu suất bơm gồm 3 thành phần

$$\eta_b = \eta_Q \eta_H \eta_m \quad (12-10)$$

trong đó :  $\eta_Q$  - hiệu suất lưu lượng (hay hiệu suất thể tích) do tổn thất lưu lượng vì rò rỉ.

$\eta_H$  - hiệu suất thủy lực (hay hiệu suất cột áp) do tổn thất cột áp vì ma sát trong nội bộ bơm

$\eta_m$  - hiệu suất cơ khí do tổn thất vì ma sát giữa các bộ phận cơ khí (ổ bi, gối trục...) và bề mặt ngoài của guồng động (bánh xe công tác) với chất lỏng (bơm ly tâm).

#### 4. Đặc tính của bơm

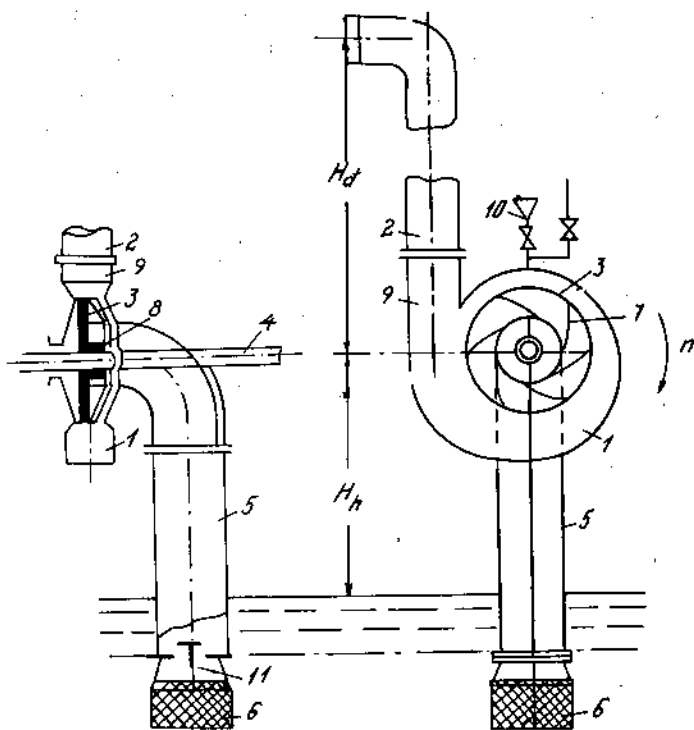
Ở mục này ta xem xét đặc tính bơm như một đối tượng mà động cơ điện phải truyền động. Qua đó, thấy những đáp ứng mà động cơ phải có khi kéo bơm. Bơm có rất nhiều kiểu, loại nên ta chỉ khảo sát những loại điển hình, phổ biến nhất.

##### a) Bơm li tâm

Bơm li tâm là loại bơm động học, có cánh quạt. Nó được sử dụng rất rộng rãi và được kéo bằng động cơ điện. Bơm li tâm phổ biến vì nó bơm được nhiều loại chất lỏng khác nhau (nước lạnh, nước nóng, axit, kiềm, dầu, bùn. ...), giải lưu lượng rộng (từ vài l/ph đến vài  $\text{m}^3/\text{s}$ ), cột áp kém hơn pittông nhưng đủ đáp ứng trong rất nhiều lĩnh vực sản xuất (từ dưới 1m đến cỡ 1000  $\text{mH}_2\text{O}$ , tương ứng áp suất 100 at), cấu tạo đơn giản, gọn, chắc chắn và rẻ.

Bơm li tâm (hình 12-2) gồm vỏ bơm 1 có biên dạng tròn ốc, trục 4, guồng động (bánh xe công tác) 3 có gắn các cánh cong 7, miệng hút 8 và miệng đẩy 9.

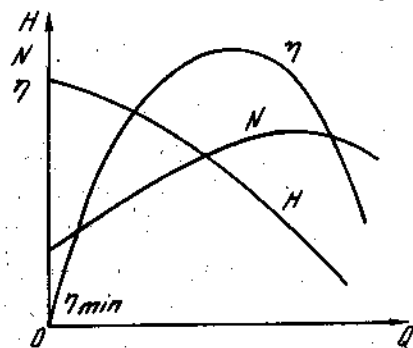
Trước khi chạy bơm li tâm, phải mồi nước qua ống 10 để buong tròn ốc, ống hút 5 chứa đầy nước (lúc này xu páp 11 phía trên lưới chắn 6 đóng lại do áp suất cột nước trong ống hút 5). Khi động cơ kéo bơm quay, guồng động có các cánh cong gây ra lực



Hình 12-2. Sơ đồ cấu tạo bơm li tâm.

làm việc của bơm nên còn gọi là đặc tính làm việc của bơm. Hình 12-3 cho các dạng đường đặc tính bơm li tâm.

Nhận xét đặc tính  $N(Q)$  ta thấy : công suất  $N$  có trị số cực tiểu khi lưu lượng bằng 0. Lúc này động cơ truyền động mở máy dễ dàng. Do vậy, động tác hợp lí khi mở máy là khóa van 7 trên ống đẩy (hình 12-1) để cho  $Q = 0$ . Sau một hay hai phút thì mở van ngay để tránh bơm và chất lỏng bị quá nóng do công suất động cơ chuyển hoàn toàn thành

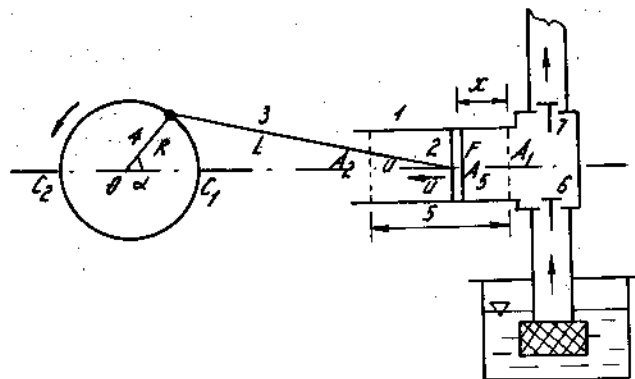


Hình 12-3. Đường đặc tính bơm li tâm.

nhiệt năng. Hơn nữa, lúc mở máy, dòng động cơ lại lớn nên  $Q \neq 0$  sẽ làm dòng khởi động quá lớn có thể gây nguy hiểm cho động cơ điện.

#### b) Bơm pittông

Bơm pittông là loại bơm thể tích với nguyên lí làm việc đơn giản (hình 12-4).



Hình 12-4. Sơ đồ bơm pittông.

Khi động cơ quay quanh trục O, kéo theo hệ thống biên - maniven 3, 4 và chuyển động quay biến thành chuyển động tịnh tiến qua lại của pittông 2 trong xi lanh 1 với hành trình  $S = 2R$  (R là chiều dài maniven). Hai vị trí giới hạn hành trình của pittông  $A_1$  và  $A_2$  tương ứng với 2 điểm chết  $C_1$  và  $C_2$ . Khi pittông dịch sang trái thì thể tích buồng làm việc 5 tăng lên, áp suất tuyệt đối chất lỏng trong xi lanh giảm nhỏ hơn áp suất trên mặt thoáng bể hút. Lúc đó van đẩy 7 đóng lại, van hút 6 bị đẩy mở ra và chất lỏng qua ống hút vào xi lanh. Đó là giai đoạn hút. Khi pittông dịch sang phải thì thể tích buồng làm việc giảm đi, áp suất chất lỏng trong xi lanh tăng cao. Lúc này van hút 6 bị đóng lại, van đẩy 7 bị đẩy mở ra và chất lỏng từ xi lanh dồn vào ống đẩy. Đó là giai đoạn đẩy.

Hai giai đoạn hút và đẩy tạo thành một chu kì làm việc của bơm. Các chu kì liên tục nối tiếp nhau.

Qua cách làm việc của bơm pittông, ta thấy :

- ống hút luôn ngăn cách với ống đẩy
- chuyển động của chất lỏng không đều, lưu lượng bị dao động và hầu như không phụ thuộc vào áp suất bơm).

- Áp suất bơm (cột áp H) có thể rất cao (tương ứng với độ bền bơm và công suất động cơ kéo bơm).

Với cùng lưu lượng như nhau thì bơm pittông công kênh và khó chế tạo (kín, khít) hơn so với bơm ly tâm. Do vậy, ở vùng áp suất thấp và trung bình người ta ít dùng bơm pittông, nhưng ở vùng áp suất cao và rất cao (trên 200 at) thì hiện tại, bơm pittông chiếm ưu thế tuyệt đối. (như trong hệ truyền động bằng dầu, trong vòi phun nhiên liệu động cơ diesel, trong hệ thủy lực điều khiển trên máy bay...)

Các đặc tính của bơm pittông có dạng như hình 12-5. Từ đây, ta thấy rằng, với cùng một cột áp H, lưu lượng bơm khác nhau thì công suất bơm, do đó công suất động cơ cũng khác nhau. Đặc điểm nổi bật của bơm pittông là lưu lượng bị dao động.

Xét sự biến thiên dao động này. Nếu pittông có diện tích F, trục O (kéo bởi động cơ) có tốc độ  $n$ (vòng/ph) (hình 12-4) thì lưu lượng lý thuyết trung bình là

$$Q_{LT} = FS \frac{n}{60} \quad (12-11)$$

Thực tế, lưu lượng thực nhỏ hơn vì nhiều nguyên nhân : xi lanh và pittông không khít, các van đóng mở chậm, lọt khí vào xi lanh... Do vậy lưu lượng thực tế trung bình sẽ là :

$$Q_b = \eta_b Q_{LT} \quad (12-12)$$

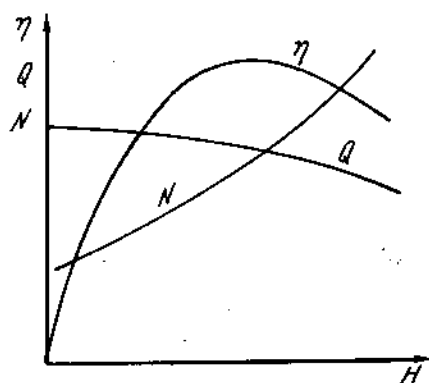
với  $\eta_b$  là hiệu suất lưu lượng bơm

Thường  $\eta_b = 0,94 \div 0,99$  đối với bơm lớn có  $\phi_{\text{pittông}} > 150 \text{ mm}$

$\eta_b = 0,85 \div 0,90$  nhỏ  $\phi_{\text{pittông}} < 150 \text{ mm}$

Nếu vận tốc tức thời của pittông là u (hình 12-4) thì lưu lượng tức thời của bơm là

$$Q_{it} = Fu \quad (12-13)$$



Hình 12-5. Đường đặc tính bơm pittông.

Tính góc từ điểm giới hạn  $A_1$ , sau thời gian  $t$ , maniven quay góc  $\alpha = \omega t$  ( $\omega$  là tốc độ góc động cơ) tương ứng với biên quay góc  $\beta$ . Ta có :

$$\begin{aligned} x &= OA_1 - OA = (R + L) - (R \cos \alpha + L \cos \beta) \\ &= R (1 - \cos \alpha) + L (1 - \cos \beta) \end{aligned} \quad (12-14)$$

trong đó :  $L$  - chiều dài của biên.

Trong tam giác tạo bởi biên và maniven, theo định lý hàm số sin có :

$$R \sin \alpha = L \sin \beta$$

suy ra :

$$\sin \beta = \frac{R}{L} \sin \alpha$$

hay :  $\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \alpha}$  với  $\left(k = \frac{R}{L}\right)$

Khai triển Fourier và bỏ qua các số hạng bậc cao, còn lại :

$$\cos \beta = 1 - \frac{1}{2} k^2 \sin^2 \alpha \quad (12-15)$$

thay (12-15) vào (12-14) có :

$$x = R(1 - \cos \alpha) + \frac{1}{2} k \sin^2 \alpha \text{ với } \alpha = \omega t.$$

Từ đó :

$$u = \frac{dx}{dt} = R \omega (\sin \alpha + \frac{1}{2} k \sin 2 \alpha) \quad (12-16)$$

Lưu lượng tức thời của bơm :

$$Q_{tt} = FR \omega (\sin \alpha + \frac{1}{2} k \sin 2 \alpha) \quad (12-17)$$

Khi biên dài hơn nhiều maniven,  $k = \frac{R}{L} \approx 0,1$ , ta có thể viết :

$$Q_{tt} = FR \omega \sin \alpha \quad (12-18)$$

nghĩa là tốc độ pittông và lưu lượng tức thời của bơm có giá trị cực đại khi  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ .

Mức độ không đều của lưu lượng đánh giá qua hệ số dao động lưu lượng  $\sigma$

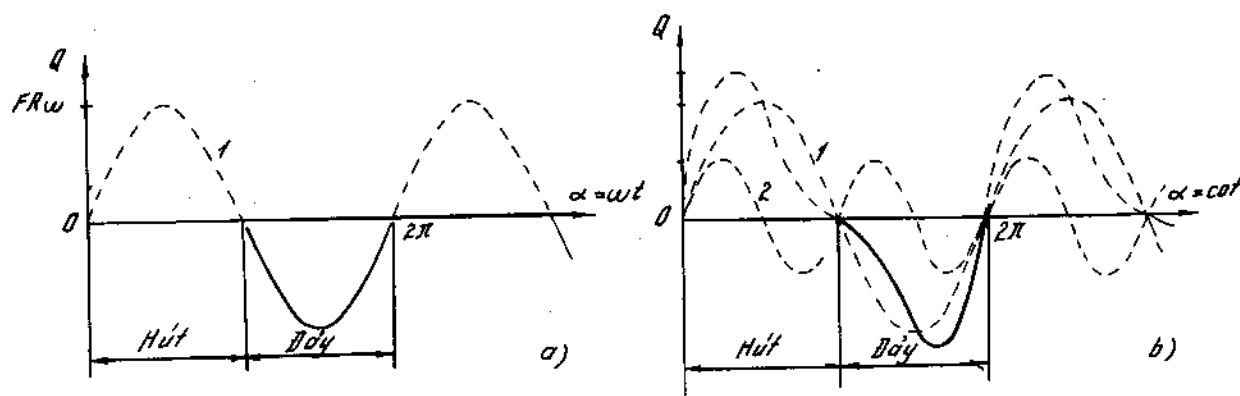
$$\sigma = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{tb}} \quad (12-19)$$

với

$$Q_{tb} = \frac{1}{2} (Q_{\max} + Q_{\min}) \quad (12-20)$$

Biểu đồ lưu lượng bơm pittông tác dụng đơn ở hình 12-4 cho trên hình 12-6. Hình 12-6, a vẽ theo (12-18) và hình 12-6, b vẽ theo (12-17). Đường lưu lượng tổng  $\Sigma$  là tổng của 2 đường 1 và 2.

Qua đó, ta thấy sự không ổn định của chuyển động chất lỏng trong bơm pittông. Sự dao động của lưu lượng gây ra nhiều bất lợi vì áp suất chất lỏng cũng bị dao động



Hình 12-6. Biểu đồ lưu lượng bơm pittông tác dụng đơn.

với biên độ lớn hơn biên độ dao động lưu lượng. Điều này liên quan tới động cơ kéo bơm vì mômen tải luôn biến động.

Khắc phục hiện tượng này, về bơm, người ta có thể hoặc dùng bình khí điều hòa (bơm nước) hoặc dùng bơm tác dụng kép hoặc dùng bơm nhiều xi lanh. Đối với động cơ, mômen sẽ đều hơn trong trường hợp bơm pittông dùng nhiều xi lanh.

## §12.2 YÊU CẦU VỀ TRANG BỊ ĐIỆN CHO BƠM

Như đã nêu, bơm có rất nhiều kiểu loại, đa dạng và giải công suất cũng rất rộng. Truyền động cho bơm phổ biến là truyền động điện. Tùy theo tốc độ bơm, nối giữa động cơ và bơm có thể là trực tiếp (đồng trục) hoặc gián tiếp qua hộp tốc, đai truyền, ly hợp thay đổi tốc độ, hệ thống biến maniven, trục khuỷu... Do vậy, khi chọn công suất động cơ, cần lưu ý tới hiệu suất của các khâu truyền lực trung gian.

Các bơm hầu như không đòi hỏi thay đổi tốc độ nên phổ biến kéo bơm là dùng động cơ không đồng bộ xoay chiều 3 pha rotor lồng sóc, mở máy trực tiếp (nếu công suất nhỏ) hay gián tiếp qua điện trở, cuộn kháng ở mạch stator (nếu công suất trung bình). Với bơm có công suất trung bình và lớn, cũng thường dùng động cơ không đồng bộ xoay chiều 3 pha rotor dây quấn, mở máy bằng điện trở hạn chế ở mạch rotor để giảm dòng mở máy hoặc kết hợp thêm với các phần tử hạn chế ở mạch stator. Trường hợp công suất lớn và rất lớn, dùng động cơ đồng bộ để cải thiện  $\cos \varphi$ .

Với những bơm chuyên dùng, có thể dùng động cơ một chiều kích từ song song hoặc nối tiếp, nhất là khi có yêu cầu thay đổi tốc độ bơm.

Chọn động cơ kéo bơm pittông, phải theo loại bơm cụ thể và lưu ý sự biến thiên của lưu lượng, cột áp của bơm, do đó momen động cơ cần đáp ứng.

Trường hợp truyền động bơm ly tâm, do bơm không tự động mỗi nước được, mạch điều khiển cần phải đảm bảo mỗi nước trước khi chạy bơm (qua bơm mỗi, các van v.v...) và tuân thủ các thứ tự thao tác chạy bơm.





điểm 1RTr (d. 28) đóng mạch cho cuộn dây CM của van sắt điện từ lắp ở đường ống nước kỹ thuật để mở van. Trước đó role thời gian 1RTh (d.33) đã có điện nên tiếp điểm 1RTh (d.29) đã đóng để đảm bảo mở van chắc chắn. Tiếp điểm 1RTr (d.34) mở ra, cắt điện cuộn 4RTh, không cho tiếp điểm 4RTh (d.32) đóng mạch cuộn đóng van CD (d.31). Tiếp điểm 1RTr khác (không vẽ trong sơ đồ) đóng để đóng mạch côngtắcto chạy bơm nước kỹ thuật.

Khi áp lực nước trong đường ống làm mát cút xinê ở bơm đạt 2,5 at, role dòng nước 1D, 2D tác động, đóng tiếp điểm của nó (d.19) nên cuộn đóng máy cắt CDMC (d.19) có điện và máy cắt MC được đóng. Cuộn stato động cơ được cấp điện để mở máy không đồng bộ động cơ ĐDB.

Khi máy cắt đóng, tiếp điểm phụ thường đóng MC (d.19) mở ra cắt mạch cuộn đóng. Tiếp điểm phụ MC (d.10) đóng lại chuẩn bị cho việc cắt máy cắt. Hai tiếp điểm phụ MC<sub>p</sub> (d.23) đóng để chạy động cơ lên cốt ĐC. Sau khi lên căng cốt thì 2 tiếp điểm MC<sub>p</sub> mở ra để dừng động cơ lên cốt. Tiếp điểm phụ MC (d. 56) đóng, cấp điện cho côngtắcto K để chạy động cơ ĐK kéo máy phát kích thích FK. Tiếp điểm phụ MC (d.54) đóng để nếu trong quá trình mở máy điện áp nguồn tụt thấp làm role điện áp thấp R $\phi$  (không vẽ trong sơ đồ) tác động thì côngtắcto  $\phi$  có điện, đóng tiếp điểm của nó ở mạch kích từ máy FK để cường bức kích thích.

Khi động cơ đồng bộ ĐDB mở máy không đồng bộ, dòng mở máy lớn làm role RD (d.2) tác động và đóng mạch cho role thời gian 2RTh (d.64). Từ đó 3RTh (d. 65) có điện và đóng mạch cho côngtắcto M (d.60). Tuy vậy, côngtắcto M không có điện vì tiếp điểm 2RTh (d.60) đã mở trước đó.

Khi động cơ đạt gần tới tốc độ đồng bộ, dòng mở máy giảm xuống nhỏ hơn trị số chỉnh định của role RD thì role RD nhả, dẫn tới 2RTh (d.64) mất điện. Tiếp điểm 2RTh (d.65) sau 1-2s sẽ mở ra, cắt điện 3RTh. Lúc này, ở mạch côngtắcto M (d.60), tiếp điểm 2RTh đóng, còn tiếp điểm 3RTh chưa mở nên cuộn đóng M có điện và côngtắcto M có điện. Tiếp điểm M ở mạch kích từ ĐDB đóng lại, nối tắt điện trở dập từ DT và ĐDB được kích thích, được kéo vào đồng bộ. Quá trình mở máy kết thúc. Tiếp điểm M (d.2) đóng để nối tắt role RD, không cho nó tác động trước thăng giáng của dòng stator khi động cơ chạy đồng bộ.

Các công tắc tơ K và M (d.57 và d.60) làm việc có tự khóa bằng cơ khí. Tháo khóa bằng các cuộn cắt K<sub>c</sub> và M<sub>c</sub> (dòng 59 và d.61). Khi K tác động, các tiếp điểm K tự cắt điện cho cuộn K và đóng sẵn mạch cho cuộn cắt K<sub>c</sub>. Làm việc của công tắc tơ M tương tự.

### **b) Dừng máy**

Muốn dừng máy, ấn nút ND (d.10) hay vận khóa 1K (d.13) để cấp điện cho cuộn cắt máy cắt CMMC (d.10), dẫn tới cắt máy cắt MC.

Khi máy cắt đã cắt, tiếp điểm MC (d.24) mở, cắt điện 1R, 2R. Tiếp điểm 1R (d.34) đóng làm role 4RTh có điện, đóng (sau một thời gian) tiếp điểm của nó (d.32) cấp điện cho cuộn đóng CD (d.31) để đóng van sắt điện từ. Tiếp điểm CM đóng mạch đèn 5L (d.37) báo đã đóng van. Tiếp điểm MC (d.59) đóng, cấp điện cho cuộn M<sub>c</sub> (d.61) để mở côngtắcto M. Và khi ấn nút 2NC (d.58) thì cuộn K<sub>c</sub> có điện để mở công tắc tơ K, dừng động cơ kéo máy FK.

### c) Bảo vệ động cơ đang vận hành

- Bảo vệ không cho chạy không đồng bộ : khi động cơ đang vận hành mà vì lý do nào đó động cơ mất đồng bộ hoặc điện áp lưới bị giảm thấp thì dòng điện stator tăng quá giá trị định mức, role dòng RI (d.1) tác động nhưng chưa cắt máy ngay. Sau thời gian 6s nếu vẫn mất đồng bộ thì tiếp điểm RI (d.7) đóng lại, cấp điện cho role thời gian 5RTh. Sau 9s nữa, nếu động cơ ĐDB vẫn mất đồng bộ thì tiếp điểm 5RTh (d.8) đóng lại để cấp điện cho cuộn cắt CMMC (d.10) tiến hành cắt máy cắt MC. Đồng thời role tín hiệu 1RT (d.8) cũng tác động, làm rơi cờ và còi kêu, báo sự cố.

- Bảo vệ ngắn mạch : Khi bị ngắn mạch (trong động cơ ĐDB hoặc ở đoạn cáp từ động cơ đến máy cắt) thì dòng điện ngắn mạch làm role tác động trực tiếp 1RD<sub>m</sub>, 2RD<sub>m</sub> tác động cắt thẳng máy cắt. Tiếp điểm sự cố SC (d.20) đóng, đèn 3L sáng, báo cắt máy bằng role tác động trực tiếp. Đồng thời role trung gian 2RTr tác động, tự duy trì (d.22) và kéo còi.

- Bảo vệ điện áp thấp : Khi điện áp lưới bị tụt quá mức quy định thì role điện áp thấp tác động trực tiếp RU<sub>thấp</sub> (mạch lực) tác động (nhả ra) dẫn đến đèn 3L sáng, báo sự cố và còi kêu.

- Bảo vệ nhiệt, mức dầu : Khi động cơ đang vận hành mà nhiệt độ dầu trong giá chữ thập nóng tới 50°C hoặc mức dầu hạ thấp dưới mức quy định thì các tiếp điểm 1Da, 2Da hoặc 3Da, 4Da (d.39, 40, 42, 43) đóng làm role 3RTr tác động, tiếp theo 6R (d.52) tác động, chuông kêu báo tình trạng nhiệt độ hoặc mức dầu thấp cần phải xử lý. Nếu xử lý không đạt kết quả và nhiệt độ dầu tiếp tục tăng tới 60°C thì tiếp điểm 5Da, 6Da sẽ đóng (d.38, 41). Role 4RTr (d.38) tác động, dẫn tới 5RTr (d.5) tác động. Tiếp điểm 5RTr (d.9) đóng để cấp điện cho CMMC (d.10) cắt máy cắt. Role tín hiệu 2RT (d.9) làm rơi cờ, kéo còi báo sự cố.

- Bảo vệ không mất nước kỹ thuật và tắc rác : Khi bơm đang vận hành mà mất nước kỹ thuật làm mất hoặc lưới chắn rác bị tắc không đảm bảo được lượng nước bơm thì tiếp điểm 1D, 2D (d.44, 45) đóng trở lại hoặc 3D (d.46) đóng làm role 7RTh (d.44) tác động và sau một thời gian nhất định tiếp điểm 7RTh (d.6) đóng, cấp điện cho 5RT<sub>r</sub> (d.5). Từ đó (d.9,10) cuộn CMMC có điện để cắt máy cắt. Role 2RT làm rơi cờ, kéo còi báo sự cố

Nếu tắc rác chưa đến mức cắt máy mà có thể tiến hành vớt rác thì tiếp điểm 4D (d.47) đóng. Role 6RTh tác động và sau một thời gian mới đóng điện cho 7R (d.53). Từ đó cờ rơi, chuông kêu cho tín hiệu báo trước.

## Chương 13

### QUẠT

#### §13.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Quạt là máy khí dùng để hút hoặc đẩy không khí hoặc các khí khác.

Tỷ số nén khí trong quạt không lớn nên ta có thể coi khí thổi (hút) không bị nén, nghĩa là coi khí như chất lỏng và tính toán cho quạt cũng tương tự như cho bơm.

#### 1. Phân loại

Phân loại quạt có nhiều cách :

a) Theo nguyên lý làm việc, có 2 loại :

- quạt ly tâm : dịch chuyển dòng khí trong mặt phẳng vuông góc với trục quay của quạt.

- quạt hướng trục : dịch chuyển dòng khí song song với trục quay của quạt.

b) Theo áp suất, chia ra :

- quạt áp lực thấp,  $p < 100 \text{ mm H}_2\text{O}$

- quạt áp lực vừa,  $p = 100 \div 400 \text{ mm H}_2\text{O}$

- quạt áp lực cao,  $p > 400 \text{ mm H}_2\text{O}$

c) Theo mục đích sử dụng, chia ra :

- quạt không khí

- quạt khói v.v...

d) Theo tốc độ chạy quạt, có quạt cao tốc (hơn 1500 vg/ph) tốc độ trung bình, (800 ÷ 1400 vg/ph), tốc độ chậm (500 ÷ 700 vg/ph), rất chậm (dưới 500 vg/ph) v.v...

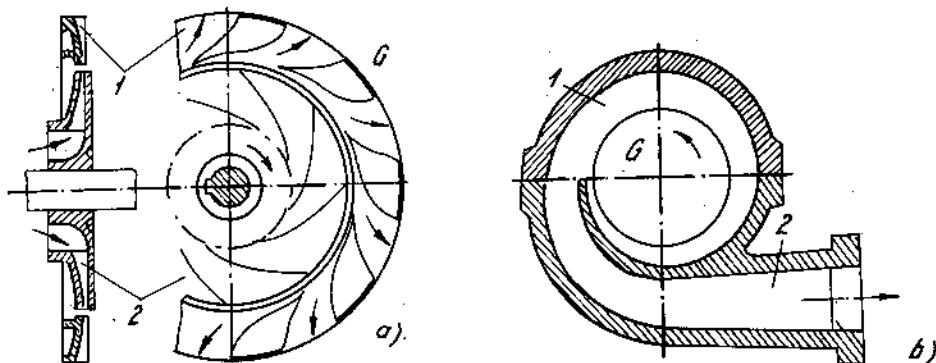
#### 2. Đặc tính của quạt

a) Quạt ly tâm. Quạt ly tâm làm việc theo nguyên lý như bơm ly tâm.

Guồng động hay bánh xe công tác 2 (hình 13-1a) là bộ phận chính của quạt. Cánh có thể cong về phía trước, thẳng hay cong về phía sau tùy theo áp suất cần nhưng khi đó hiệu suất khí sẽ thay đổi. Khí ra khỏi guồng động G sẽ vào thiết bị hướng 1 và chuyển vào ống dẫn 1 hình tròn ốc (hình 13-1b) và ra ngoài theo ống 2.

Nếu bỏ qua sự biến đổi khối lượng riêng của khí (do độ nén nhỏ) thì công suất quạt là

$$N_q = \frac{Q \rho_g H_k}{\eta} 10^{-3} = \frac{QH}{\eta} 10^{-3}, [\text{kW}] \quad (13-1)$$



Hình 13-1. Sơ đồ cấu tạo quạt ly tâm.

Trong đó :  $Q$  - năng suất quạt [ $m^3/s$ ] ;

$H_k$  - chiều cao áp lực [m cột khí] ;

$\rho$  - khối lượng riêng của khí [ $kg/m^3$ ] ;

$H$  - áp lực [mm  $H_2O$  hay  $N/m^2$ ] ;

$g = 9,81m/s^2$

$\eta$  - hiệu suất chung, thường  $\eta = 0,4 \div 0,6$

Hiệu suất chung bao gồm :

$$\eta = \eta_q \eta_o \eta_{td} \quad (13-2)$$

trong đó :  $\eta_q$  - hiệu suất quạt không kể tổn hao cơ khí

$\eta_o$  - hiệu suất ổ đỡ, tùy loại mà  $\eta_o = 0,95 \div 0,97$

$\eta_{td}$  - hiệu suất hệ truyền động. Khi nối trực tiếp với động cơ,  $\eta \approx 1$   
còn khi nối qua đai,  $\eta = 0,9 \div 0,95$ .

Công suất động cơ kéo quạt :

$$N_{dc} = kN = \frac{kQH}{\eta} 10^{-3}, [kW] \quad (13-3)$$

Hệ số dự trữ  $k$  có thể tham khảo ở bảng 13-1.

Bảng 13-1

Công suất N(kW)	k	
	Quạt ly tâm	Quạt hướng trục
< 0,5	1,5	1,2
0,5 ÷ 1	1,3	1,15
1,01 ÷ 2	1,2	1,1
2,00 ÷ 5	1,15	1,05
> 5	1,1	1,05

Các đặc tính của quạt có dạng tương tự như ở bơm ly tâm ở hình 12-3.

b) Quạt hướng trục

Quạt hướng trục có cấu tạo đơn giản hơn quạt ly tâm, gồm 2 phần chính :

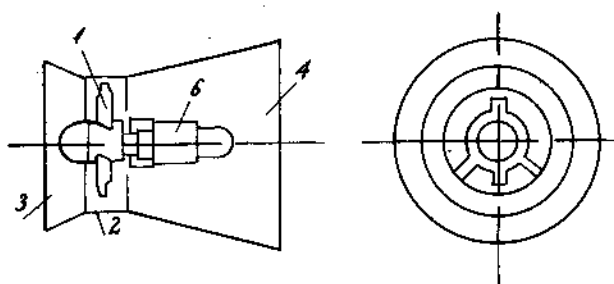
- Guồng 1 gồm trục bạc đường kính tương đối lớn có gắn các cánh.

- Vỏ 2, định hướng khí vào cửa hút 3, qua giữa các cánh theo dọc trục quay rồi ra cửa 4. Đa số guồng nối trực tiếp với trục động cơ 6.

Quạt hướng trục là loại quạt đẩy chạy nhanh (tốc độ  $n > 1000$  vg/ph) dùng khi cần lưu lượng lớn, áp suất nhỏ, như thông gió nhà, xưởng, hầm lò...

Công suất động cơ kéo xác định như (13-3)

Hiệu suất quạt hướng trục lớn hơn quạt ly tâm. Các đặc tuyến cũng tương tự như hình 12-3.

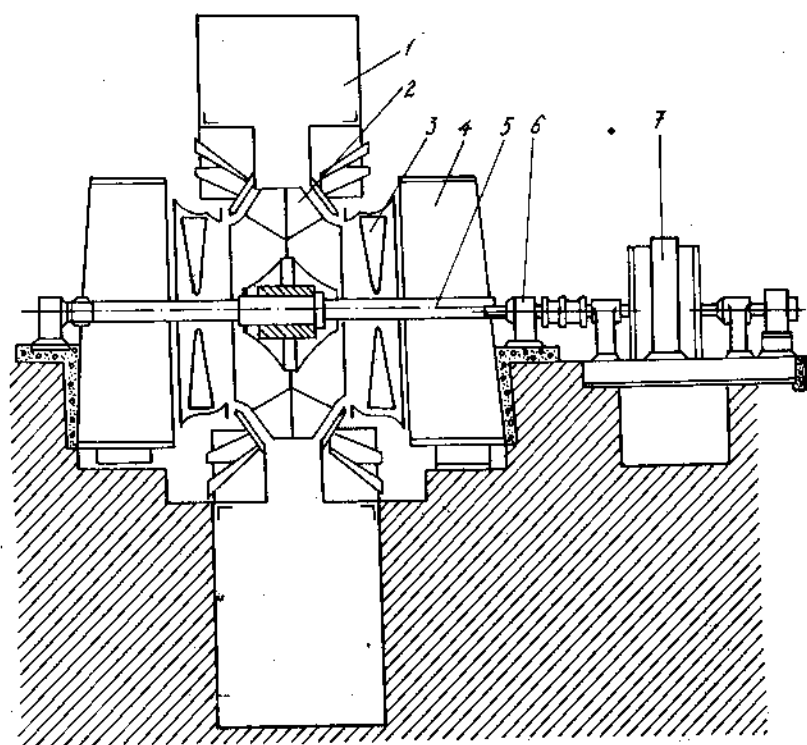


Hình 13-2. Sơ đồ cấu tạo quạt hướng trục.

Trong các hầm mỏ, các loại quạt thông gió thường có công suất lớn và kết cấu đặc biệt để đạt hiệu suất cao.

Hình 13-3 là quạt ly tâm BИД 32 của Nga, có đường kính bánh công tác 3200 mm tốc độ quay 600 vg/ph, năng suất  $50 \div 175 \text{ m}^3/\text{s}$ , áp suất tĩnh  $1760 \div 5000 \text{ N/m}^2$ , công suất tiêu thụ cực đại 720 kW. Năng suất quạt thay đổi nhờ điều chỉnh các cánh của thiết bị hướng trục hoặc thay đổi tốc độ quay các động cơ điện.

Quạt gồm vỏ 1, bánh công tác 2, thiết bị hướng 3, hai hộp vào 2 phía 4, trục 5, gối trục 6 và động cơ 7.

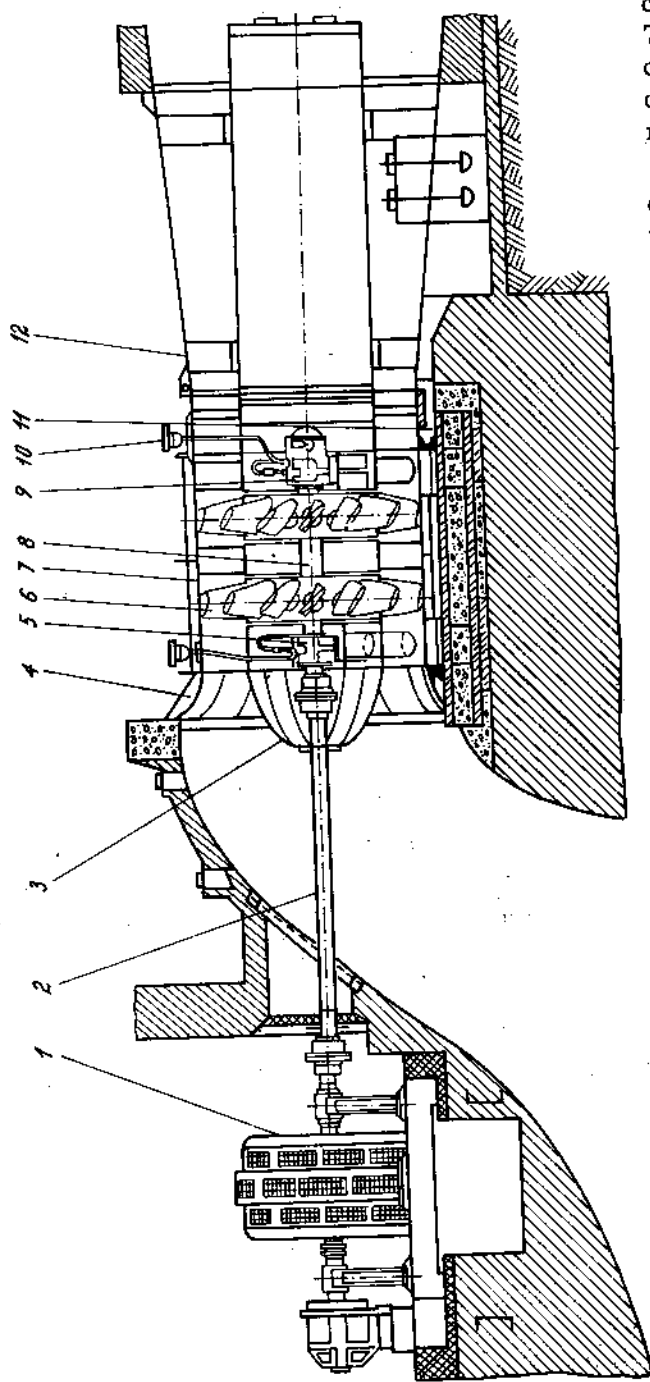


Hình 13-3. Quạt ly tâm BИД dùng ở mỏ.

Hình 13-4 là quạt hướng trục БОКД của Nga, có đường kính bánh công tác 3600mm và 2 tầng cánh, tốc độ quay 375 vg/ph và 500 vg/ph tương ứng với công suất 865kW và 2050kW, năng suất và áp suất tĩnh như bảng 13-2.

**Bảng 13-2**

Tốc độ quay (vg/ph)	Năng suất ( $\text{m}^3/\text{s}$ )		Áp suất tĩnh ( $\text{N/m}^2$ )	
	min	max	min	max
375	560	2850	74,5	248
500	750	3800	133	442



Hình 13-4. Quạt hướng trục BOKD dùng ở hầm lò.

lúc này cuộn kích từ hở mạch thì do số vòng lớn, trong nó sẽ xuất hiện điện áp cảm ứng rất lớn có thể phá hỏng cách điện cuộn dây. Do vậy, khi mở máy, (hình 13-5) cuộn kích từ được nối với một điện trở dập từ  $r = (5 \div 12)r_{kt}$  (K đóng).

Động cơ 1 kéo quạt qua trục 2. Quạt có chụp rẽ dòng khí 3, dầu vào 4, vỏ 7, ống khuếch tán 12, bộ 11. Chụp rẽ dòng khí giúp khí vào bánh công tác đều hơn và bảo vệ khớp nối trục cũng như gối trục khỏi bụi bẩn.

Rotor quạt gồm trục chính 8, hai bánh công tác 6, khớp nối bánh răng và 2 gối trục 5, 9. Ống khuếch tán biến đổi áp suất động thành tĩnh. 10 là lỗ dầu

### §13.2. YÊU CẦU VỀ TRANG BỊ ĐIỆN CHO QUẠT

Các quạt công suất dưới 200 kW thường dùng động cơ không đồng bộ rotor ngắn mạch mở máy trực tiếp hay gián tiếp qua các phân tử hạn chế ở mạch stator. Đôi khi dùng động cơ rotor dây quấn nếu cần thay đổi tốc độ trong phạm vi hẹp hoặc động cơ đồng bộ hạ áp.

Với quạt có công suất trên 200kW thường dùng động cơ đồng bộ cao áp.

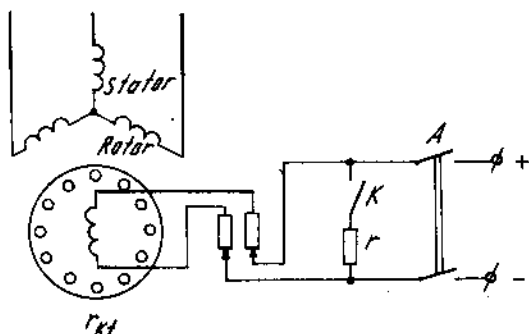
Thường động cơ đồng bộ kéo quạt được mở máy trực tiếp từ toàn bộ điện áp lưới. Trường hợp do các thông số lưới hạn chế hay cần giới hạn tốc độ góc của quạt mà không được phép mở máy trực tiếp thì phải hạn chế điện áp mở máy qua cuộn kháng hoặc biến áp tự ngẫu đối với động cơ cao áp và qua điện trở tác dụng ở mạch stator đối với động cơ hạ áp.

Sơ đồ mở máy bất kì của động cơ đồng bộ đều phải tăng tốc động cơ tới gần tốc độ đồng bộ qua giai đoạn mở máy không đồng bộ. Cuộn ngắn mạch ở rotor động cơ đồng bộ (loại rotor cực lõi) dùng cho mở máy được tính ở chế độ làm việc ngắn hạn nên động cơ đồng bộ không được phép làm việc lâu ở chế độ không đồng bộ.

Sự có mặt của cuộn kích từ ở rotor khi mở máy không đồng bộ đã ảnh hưởng tới đặc tính cơ của động cơ. Nếu

Tới gần tốc độ đồng bộ ( $s \sim 0,05$ ) thì K mở và rotor được cấp dòng kích từ để kéo động cơ vào tốc độ đồng bộ.

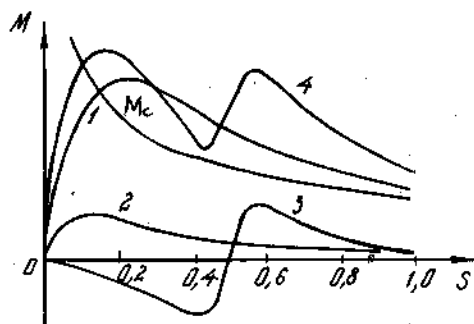
Khi mở máy không đồng bộ, cuộn kích từ khép kín mạch qua  $r$ , như cuộn dây 1 pha, cảm ứng một s.d.đ, xoay chiều tần số  $f_2 = f_1 s$  và dòng xoay chiều 1 pha chạy trong nó sinh ra một từ trường đập mạch. Có thể phân từ trường đập mạch thành 2 thành phần quay thuận và ngược đối với rotor với tốc độ



Hình 13-5. Sơ đồ cấp kích từ lúc mở máy động cơ đồng bộ.

$$n_r = \pm \frac{60f_2}{p} = \pm \frac{60f_1 s}{p} = \pm n_1 s$$

Đối với stator, thành phần thuận quay với tốc độ :



Hình 13-6. Sự phụ thuộc của mômen điện từ theo độ trượt khi mở máy không đồng bộ động cơ đồng bộ.

$$n_{th} = n_2 + n_r = n_1(1 - s) + n_1 s = n_1 \quad (13-4)$$

nghĩa là quay đồng bộ với từ trường stator và mômen điện từ do thành phần này tạo ra với dòng stator phụ thuộc độ trượt  $s$  như trong động cơ không đồng bộ 3 pha (đường 2 ở hình 13-6).

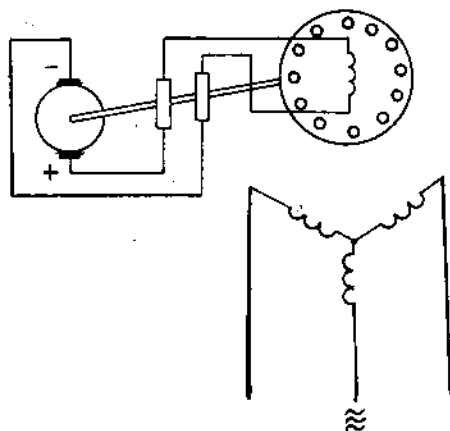
Còn thành phần ngược quay đối với stator :

$$\begin{aligned} n_{ng} &= n_2 - n_r = \\ &= n_1(1 - s) - n_1 s = n_1(1 - 2s); \end{aligned} \quad (13-5)$$

Mômen điện từ của thành phần này có dạng đường 3 ở hình 13-6. Thành phần này có tác dụng hãm bớt chuyển động khi độ trượt  $< 0,5$ .

Do có cuộn ngắn mạch ở rotor (cực lõi), tạo mômen điện từ đường 1 mà khi mở máy không đồng bộ, mômen tổng có dạng đường 4 với phần lờm a. Nếu mômen cản lớn hơn mômen ở phần lờm thì động cơ không thể tăng tốc tới gần tốc độ đồng bộ được. Điều này cần lưu ý và tính chọn điện trở đập từ  $r$  sao cho phần lờm nằm ở phía trên đường mômen cản  $M_c$  vì phần lờm này càng lớn khi  $r$  càng nhỏ (dòng qua cuộn kích từ càng lớn).

Động cơ đồng bộ kéo quạt cũng có thể mở máy như sơ đồ hình 13-7 nghĩa là máy phát kích từ nối cứng với rotor. Vì điện trở trong của phần ứng máy phát kích từ rất nhỏ nên có thể coi cuộn kích từ động cơ là ngắn mạch khi mở máy không đồng bộ và dòng qua cuộn kích từ



Hình 13-7. Sơ đồ cấp kích từ.

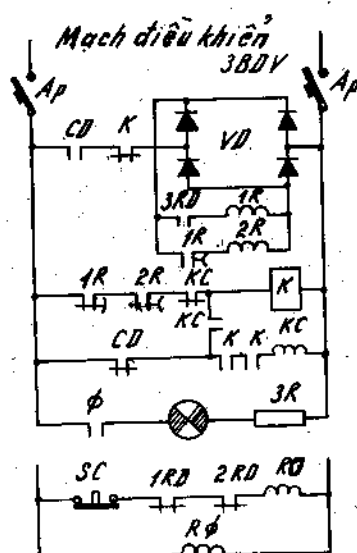
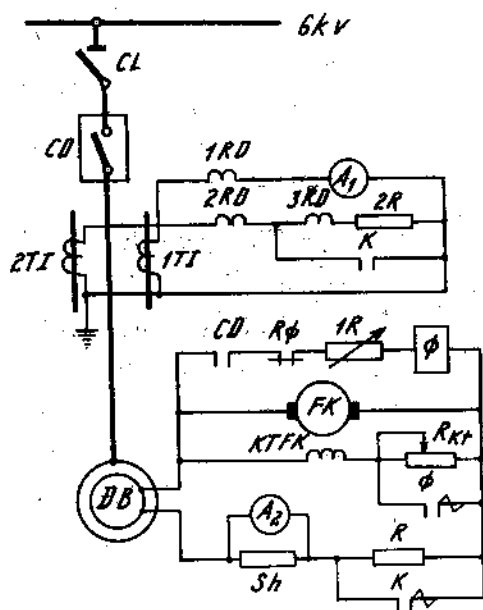


sẽ lớn, dẫn đến phân võng lớn. Ngoài ra, trong quá trình mở máy, dòng cảm ứng xoay chiều ở cuộn kích từ động cơ qua cả phần ứng máy kích thích và gây ra tia lửa ở chổi than. Do vậy, sơ đồ này chỉ dùng cho động cơ kéo bơm không quá 50% mômen định mức với hệ số dự trữ lớn và khi công suất động cơ đồng bộ không lớn lắm. Ở sơ đồ này, khi độ trượt giảm cỡ  $0,3 \div 0,4$  thì máy phát kích được kích thích để cấp dòng một chiều cho cuộn kích từ động cơ nhằm đảm bảo khi độ trượt  $\sim 0,05$  thì động cơ được kéo vào đồng bộ.

### §13.3. SƠ ĐỒ KHÔNG CHẾ QUẠT

**1. Sơ đồ điều khiển động cơ quạt qua bảng IIH - 7304 của Liên Xô (cũ)**

Sơ đồ này thường dùng cho quạt hãm, lò (hình 13-8). Mở máy động cơ trên sơ đồ như sau : Cầu dao cách ly CL đã đóng. Đóng máy cắt dầu CD để cấp áp cho cuộn stator động cơ và động cơ tăng tốc ở chế độ không đồng bộ. Mạch rotor nối qua máy phát kích FK và điện trở dập từ R. Dòng mở máy lớn làm role dòng 3RD tác động và tiếp điểm 3RD đóng mạch role 1R. Role 1R đóng mạch cho role 2R và ngắt mạch côngtác K.



Tôi gắn tốc độ đồng bộ, dòng stator giảm và role dòng 3RD thời tác động, do đó 1R thời tác động. Sau một thời gian  $1 + 1,5s$  thì tiếp điểm 1R đóng ngay mở chậm sẽ ngắt mạch role 2R và đóng mạch công tắc cơ kích từ K, nối tắt điện trở dập từ R. Động cơ DB được kích từ và kéo vào đồng bộ.

Sau một thời  
gian  $2 \div 3s$ .

tiếp điểm 2R đóng ngay mở chậm ở mạch côngtactơ K mở ra nhưng nó không mất điện vì có chốt điện cơ tự giữ. Các tiếp điểm côngtactơ K còn đóng chuẩn bị mạch cho cuộn nhà chốt điện cơ KC.

Khi ngắt máy cắt dầu CD, cuộn KC được cấp điện qua tiếp điểm CD đóng lại và các tiếp điểm K đã đóng. Nó đóng tiếp điểm KC, cấp điện cho công tắc K. Chốt được tháo và K mất điện.

Hình 13-8. Sơ đồ bảng điều khiển ITH - 7304.

Để bảo vệ động cơ khỏi ngắn mạch, quá tải cũng như mất đồng bộ, sơ đồ dùng các role dòng 1RD và 2RD. Dòng stator trong các trường hợp này tăng và làm các role 1RD, 2RD tác động, ngắt điện cuộn bảo vệ điện áp 0 để từ đó ngắt máy cắt dầu CD.

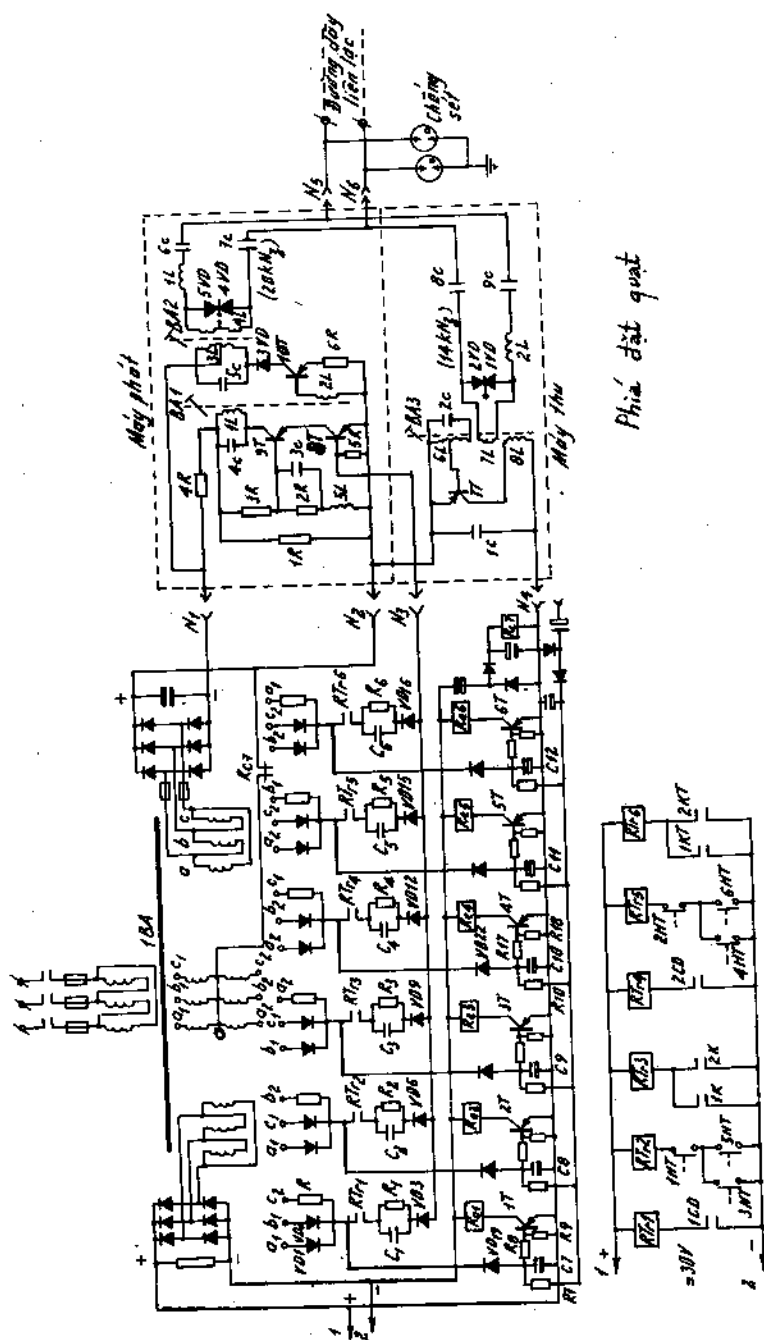
Khi mất điện áp lưới hay điện áp tụt mạnh thì cuộn RO cũng tác động, cắt máy cắt dầu CD.

Trường hợp điện áp lưới tụt mất  $15 \div 20\%$  thì cần tăng dòng kích từ động cơ để duy trì chế độ đồng bộ. Lúc này role R  $\phi$  thời tác động và côngtactơ  $\phi$  được cấp điện sẽ nối tắt điện trở kích từ  $R_{kt}$  của máy phát kích FK để tăng dòng kích từ máy phát, tăng điện áp phát ra, tăng dòng kích từ động cơ đồng bộ. Lúc điện áp lưới khôi phục bình thường thì hệ cường bức dòng kích từ trở về trạng thái ban đầu do role R  $\phi$  tác động, ngắt côngtactơ  $\phi$ .

Điều chỉnh sơ đồ. Cần đảm bảo :

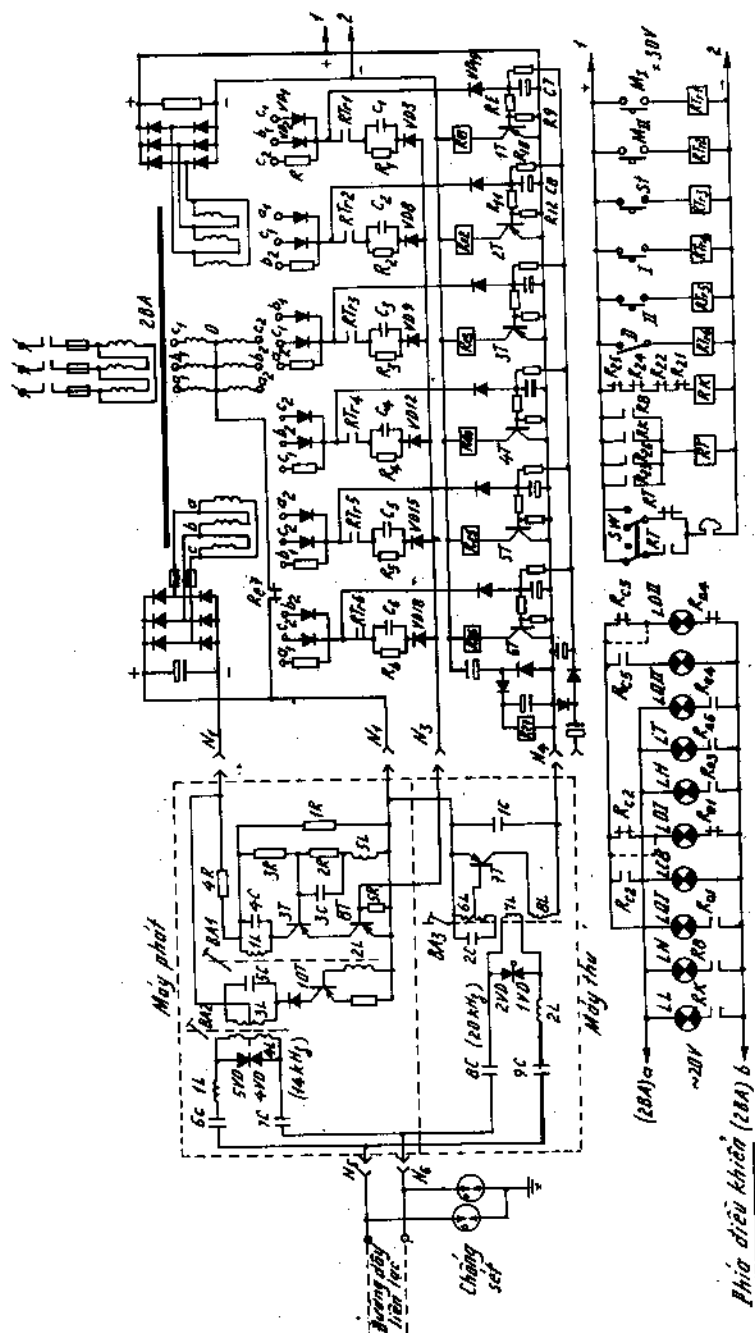
- Thời gian duy trì của role 1R là  $1 \div 1,5s$
- Thời gian duy trì của role 2R là  $2 \div 3s$
- Điện áp hút của role R $\phi$  là 95% giá trị định mức và điện áp nhả là  $80 \div 85\%$ .
- Role 3RD được điều chỉnh để thời tác động khi tốc độ động cơ khoảng  $0,97 \div 0,98$  tốc độ đồng bộ. Điều chỉnh nhờ điện trở nối tiếp 2R, điều chỉnh tinh nhờ cơ cấu ở role.

- Bảo vệ dòng điện cực đại ở giới hạn  $5 \div 7$  lần dòng định mức stator. Bảo vệ quá tải và chống làm



Hình 13-9. Sơ đồ phía chấp hành hệ điều khiển xa quạt hướng trục.

việc lâu ở chế độ không đồng bộ lựa chọn trong giới hạn  $1,15 + 1,25$  giá trị định mức của dòng stator. Thời gian duy trì thiết lập ở giới hạn tối thiểu có thể đối với thiết bị bảo vệ. Đối với động cơ kéo quạt thường từ  $10 + 30s$ .



Hình 13-10. Sơ đồ phía điều khiển hệ điều khiển xa quạt hướng trục.

- Điện trở R nối với mạch kích từ lúc mở máy chọn trong giới hạn  $5 + 10$  lần giá trị điện trở cuộn kích từ của động cơ. Điện trở R nhỏ sẽ khó kéo động cơ vào đồng bộ, còn R lớn sẽ gây nguy hiểm cho cách điện cuộn kích từ.

- Vị trí con trượt của biến trở  $R_{k1}$  xác định nhờ thực nghiệm để đảm bảo dòng định mức ở cuộn kích từ động cơ.

## 2. Sơ đồ điều khiển xa quạt hướng trục công suất lớn

Sơ đồ dùng để điều khiển từ xa 2 quạt hướng trục 2 tầng công suất lớn có đảo chiều dòng khí. Động cơ kéo quạt có thể là hạ áp hay cao áp. Quạt dùng trong hệ thống gió chính của một nhà máy lớn hay trong các hầm, lò. Nơi đặt quạt cách trung tâm điều khiển từ  $500 + 5000m$  với độ suy giảm trên đường dây liên lạc không quá 2,5 nêpe.

Lưới điện áp cấp cho thiết bị là 3 pha 380/660V với độ lệch điện áp cho phép là  $\pm 10\%$ .

Sơ đồ làm việc trên nguyên lý tổ hợp tần số theo thời gian. Phân chia

thời gian các tín hiệu thực hiện nhờ bộ chia 6 pha. Phía điều khiển trung tâm có bộ phát làm việc ở tần số mang 14kHz và bộ thu ở tần số 20kHz. Phía chấp hành (động cơ - quạt) có bộ phát làm việc ở tần số mang 20kHz và bộ thu ở tần số 14kHz.

Hệ 3 pha đối xứng (lưới) được biến áp 1BA (phía chấp hành - hình 13-9) hay 2BA (phía điều khiển - hình 13-10) biến đổi thành 6 pha đối xứng nhờ các cuộn dây thứ cấp có điểm giữa nối chung. Các cuộn sơ cấp có thể nối sao hay tam giác. Hệ 6 pha nhận được (hình 13-11) có 3 vectơ chính  $Oa_1, Ob_1, Oc_1$  và 3 vectơ cực tính ngược  $Oa_2, Ob_2, Oc_2$ . Nếu từ hệ 6 pha này, lấy 2 vectơ cực tính thuận và 1 vectơ cực tính ngược của pha thứ 3 hoặc lấy 2 vectơ cực tính ngược và 1 vectơ cực tính thuận của pha thứ 3 thì có thể tạo được sơ đồ tạo xung trong 1/6 chu kì điện áp xoay chiều.

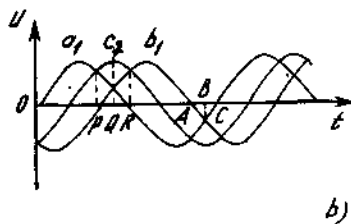
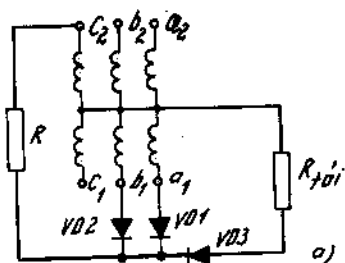
Chẳng hạn, lấy 2 pha thuận  $a_1, b_1$  và 1 pha ngược  $c_2$  (hình 13-12). Sơ đồ được tạo ra với 3 diot và điện trở R (hình 13-12a).

Trong hình 13-12b, ở nửa chu kì dương (đoạn OP) pha  $a_1$  dương hơn pha  $b_1$  nhưng không có dòng qua pha  $b_1$  vì có diot VD2. Sau đó, (đoạn PQ) pha  $c_2$  dương hơn pha  $b_1$  nhưng không có dòng qua pha  $b_1$  vì có diot VD2. Cuối cùng, (đoạn QR) pha  $c_2$  dương hơn pha  $a_1$  nhưng cũng không có dòng qua pha  $a_1$  vì có diot VD1.

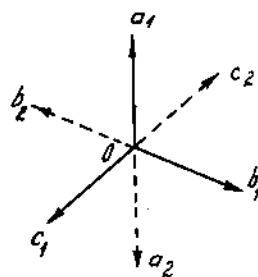
Ở nửa chu kì âm (đoạn AB), pha  $b_1$  dương hơn pha  $c_2$  và sau đó (đoạn BC), pha  $a_1$  dương hơn pha  $c_2$  dẫn tới có dòng từ các pha  $b_1$  rồi  $a_1$  qua pha  $c_2$  theo đường  $R_{tải} - VD3 - R$ .

Như vậy, qua tải  $R_{tải}$  có dòng xung dạng tam giác trong 1/6 chu kì điện áp xoay chiều.

Tương tự, các xung cũng được tạo ra trong các tổ hợp pha khác. Có 6 tổ hợp các pha như thế (xem hình 13-9 và hình 13-10). Khi đó trong mỗi 1/6 chu kì của lưới, trên điện trở tải  $R_{tải}$  có một xung tam giác (hình 13-13).



Hình 13-12. Sơ đồ nguyên lí tạo xung.

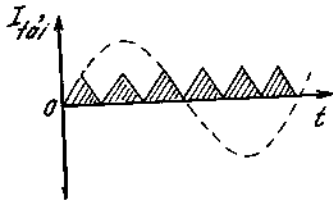


Hình 13-11. Sơ đồ vectơ 6 pha.

Ở hình 13-9, điện trở tải, chẳng hạn đối với khâu tạo xung thứ nhất là các phần tử :

- mạch máy phát qua  $N_2$ , điện trở  $5R$  mắc song song với điện trở E-B của transistor 8T, qua  $N_3$ , diot VD3, mạch  $C_1 - R_1$

- mạch máy thu : qua  $N_2$ , điện trở E-C của transistor 7T, cuộn 8L, qua  $N_4$ , tụ C7, diot VD19...



Hình 13-13. Đồ thị xung hệ 6 pha.

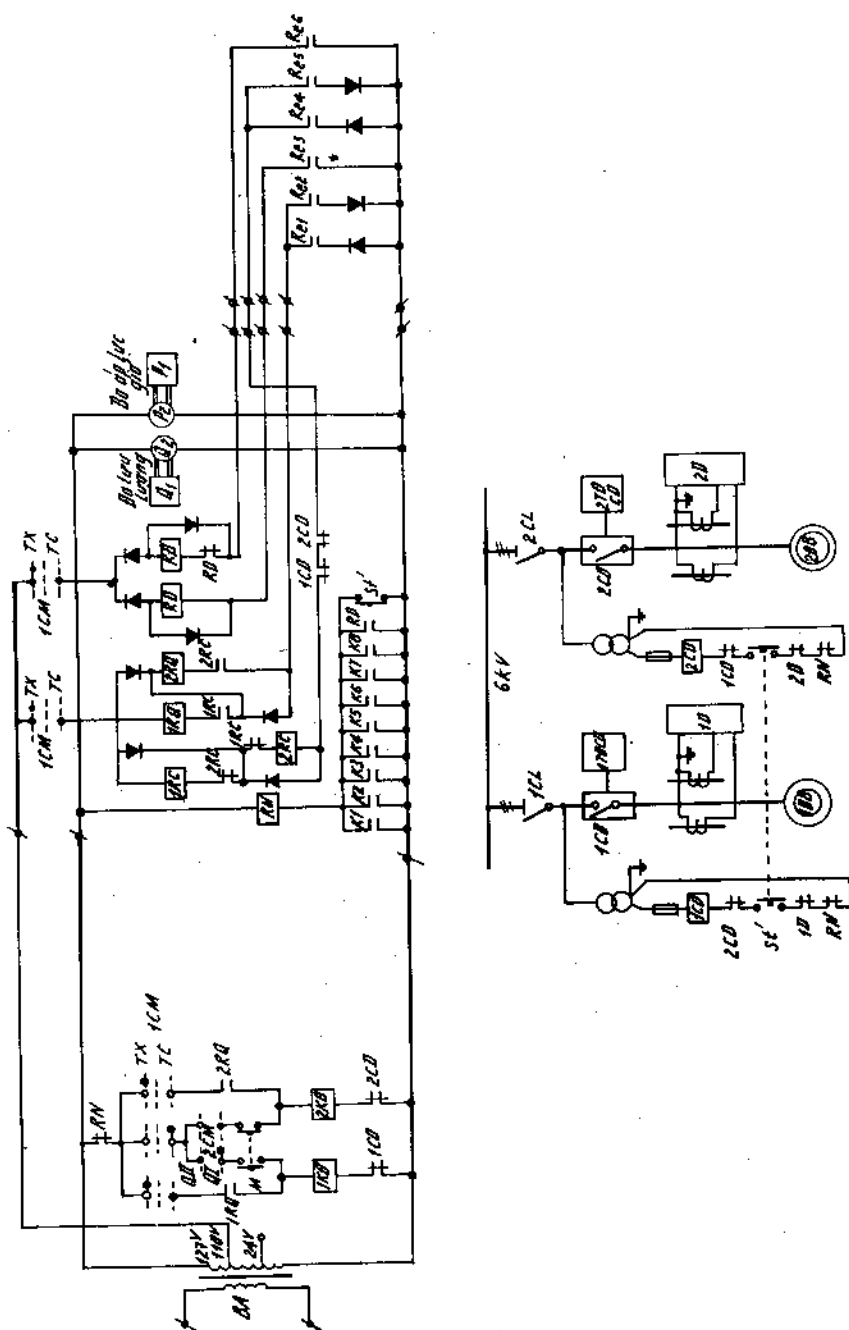
Các xung tạo ra ở 6 khâu tạo xung dùng để điều khiển máy phát tần số chủ đạo cũng như để nhận xung đến qua các sơ đồ lặp của các transistor 1T ÷ 6T.

Máy phát (hình 13-9) làm việc như sau.

Khi xung tam giác truyền từ bộ phân bố 6 pha tới (các tiếp điểm RTr1 ÷ RTr6 đóng) thì transistor 8T thông dẫn tới transistor 9T thông và mạch dao động 1L-4C bắt đầu làm việc (dao động). Dao động được transistor 10T khuếch đại và truyền lên đường dây liên lạc với tần số 20kHz. Tương tự máy phát phía trung tâm điều khiển có tần số phát 14kHz.

Máy thu làm việc như sau. Khi có tín hiệu cao tần (14kHz) từ đường dây liên lạc tới mạch cộng hưởng (8C-9C-2L-BA3) thì transistor 7T thông và cho xung tạo ra từ khâu tạo xung tới sơ đồ lặp theo mạch : điểm O của 1BA - tiếp điểm  $R_{c7}$  thường đóng - đầu nối  $N_2$  - transistor 7T - cuộn phân hồi 8L - đầu nối  $N_4$  - rồi tiếp tục, chẳng hạn khâu tạo xung thứ nhất, tụ C7 - diot VD19 - pha  $C_2$ . Tụ C7 nạp điện và sau đó phóng qua lớp E-B của transistor 1T, duy trì transistor này mở trong một thời gian. Transistor 1T mở sẽ làm role chấp hành Re 1 hút. Điện trở R8 và tụ C7 được tính chọn để C7 phóng điện kéo dài không dưới 5/6 chu kì, nghĩa là để 1T mở cho tới lúc xuất hiện xung tiếp theo của khâu tạo xung thứ nhất.

Điều hành quạt như sau. Để mở máy, chẳng hạn, quạt I ở chế độ làm việc bình thường, đưa khóa chế độ làm việc về vị trí LVBT và ấn nút I (hình 13-10) Role RTr4 tác động. Tiếp điểm thường mở RTr4 đóng lại. Xung từ khâu tạo xung thứ tư sẽ làm transistor 8T thông trong thời gian 1/6 chu kì lưới. Máy phát phát xung 14kHz, theo đường dây liên lạc tới máy thu phía chấp hành (phía động cơ - quạt) (hình 13-9) và transistor 7T bị thông. Như đã trình bày ở phần máy thu, tín hiệu tương ứng từ khâu tạo xung thứ tư sẽ từ O (1BA) qua 7T rồi C10, VD22... Tụ C10 nạp điện rồi phóng qua lớp E-B của 4T duy trì 4T thông trong thời gian 5/6 chu kì. Role Re4 tác động và đóng tiếp điểm thường mở của nó (hình 13-14) cấp điện cho role chọn quạt I là 1RC. Role này có cơ cấu tự giữ. Role này đóng mạch tới mở cửa gió quạt I và chuẩn bị chạy quạt I, đóng sẵn mạch role 1RQ, ngắt mạch 2RC. Sau khi cửa gió quạt I mở xong, công tắc hành trình cuối đóng mạch cho role RTr2 (hình 13-9), nối khâu tạo xung thứ 2 vào gốc transistor 8T để máy phát làm việc. Tín hiệu 20kHz trong 1/6T được gửi tới máy thu hình 13-10 để mở transistor 7T. Tương ứng với khâu tạo xung thứ 2 (hình 13-9), khi transistor 7T thông thì khâu tạo xung thứ 2 (hình 13-10) cho xung qua 7T nạp tụ C8 và mở transistor 2T. Role Re 2 tác động, bật đèn LCB báo đã mở cửa gió và chuẩn bị xong việc chạy quạt I.



Hình 13-14. Mạch động cơ quạt.

Ấn nút MI cho chạy quạt I, role RTr1 tác động và đóng khâu tạo xung thứ nhất (hình 13-10), cấp xung cho mạch bazơ 8T để máy phát làm việc. Tín hiệu 14kHz truyền tới máy thu (hình 13-9) và mở 7T. Tương ứng khâu tạo xung thứ nhất cho xung qua 7T để nạp tụ C7 và mở 1T. Role Re 1 tác động cấp điện cho 1RQ (H.13-14) để từ đó đóng mạch khởi động từ 1KD. Cuối cùng là 1KD đóng mạch truyền động 1TDCD để đóng máy cắt dầu 1CD chạy động cơ 1DB. Lúc này, các tiếp điểm thường đóng 1CD mở ra cắt mạch 1KD (vì máy cắt dầu có cơ cấu tự chốt) và cắt mạch 1RC (2RC) tránh

đóng mở cửa gió khi quạt đang làm việc, tiếp điểm thường mở 1CD khác (hình 13-9) đóng lại làm role RTr 1 tác động. Khối phát xung thứ nhất được nối với máy phát 14kHz và tương ứng ở phía trung tâm điều khiển (hình 13-10), máy thu mở transistor 7T để xung từ khối phát xung thứ nhất đóng mạch role Re1, báo chạy quạt I qua đèn LQI và ngắt đèn báo ngắt quạt I (LDI)

*Dừng quạt* thì ấn nút stop St (hình 13-10). Role RTr 3 tác động. Từ đó, qua máy phát 14kHz và máy thu (hình 13-9), tương ứng role Re 3 tác động và mạch role dừng RD (hình 13-14) thông. Role RD tác động sẽ đóng mạch role RN để role này cắt mạch cuộn điện áp không 1CO ở máy cắt dầu 1CD dẫn tới cắt máy cắt dầu 1CD, ngắt điện động cơ 1DB. Đèn LQI tắt và đèn LDI sáng.

*Khi đảo chiều dòng khí*, khóa đảo chiều Đ đóng (hình 13-10), role RTr 6 tác động. Xung từ khâu phát xung thứ 6 tới mở máy phát 14kHz làm việc và tín hiệu truyền tới máy thu (hình 13-9) phía chấp hành. Tương ứng Re 6 tác động, đóng mạch role đảo chiều RD (hình 13-14). Các tiếp điểm thường mở của RD và tiếp điểm thường mở role chọn quạt (hoặc 1RC, hoặc 2RC tùy theo quạt định đảo chiều) sẽ đóng mạch khởi động từ máy thổi để thay đổi cửa gió tương ứng.

*Tín hiệu sự cố*. Khi gói trực quạt quá nóng, thiết bị kiểm tra nhiệt độ đóng tiếp điểm thường mở 1KT (quạt I) hay 2KT (quạt II) làm role RTr 6 tác động (hình 13-9). Từ đó, ở trung tâm điều khiển, role Re 6 tương ứng tác động (hình 13-10), bật đèn LT báo quá nhiệt độ gói trực, đóng mạch role RT báo chuông. Ngắt tín hiệu chuông nhờ công tắc SW.

Khi khí thông gió bị phá hủy, tiếp điểm 1K (thay đổi năng suất) hoặc 2K (giảm áp) đóng. Role RTr 3 tác động (hình 13-9). Từ đó role Re 3 (hình 13-10) tác động, bật đèn báo LH và đóng mạch role chuông.

Qua các tiếp điểm thường đóng Re1, Re2, Re4, Re5 (khi quạt làm việc) có thể dùng kiểm tra đường liên lạc vì role RK tác động, đóng mạch đèn báo LL (hình 13-10) và báo chuông.

Đèn LN tắt sẽ báo mất nguồn cấp cho sơ đồ.

*Điều khiển tại chỗ*. Chuyển khóa chuyển mạch 1CM từ vị trí điều khiển từ xa TX về vị trí điều khiển tại chỗ TC (hình 13-14).

Để chạy động cơ quạt I, chuyển 2 CM về vị trí QI rồi ấn nút M để đóng mạch khởi động từ 1KD v.v... Quá trình mở máy như đã nêu.

Dừng quạt nhờ ấn nút St.

## Chương 14

# MÁY NÉN

### §14.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Khí nén có nhiều công dụng : là nguyên liệu sản xuất (trong công nghiệp hóa học), là tác nhân mang năng lượng (khuấy trộn tạo phản ứng), là tác nhân mang tín hiệu điều khiển (trong kỹ thuật tự động bằng khí nén), là nguồn động lực, cấp hơi khí cho kích, tua bin...

Nguồn cấp khí nén là máy nén khí.

#### 1. Phân loại

a) Theo nguyên lý làm việc chia ra :

- Máy nén thể tích : Trong máy này, áp khí tăng do nén cưỡng bức nhờ giảm thể tích không gian làm việc. Loại này có máy nén pitton, máy nén rotor (cánh trượt, bánh răng...)

- Máy nén động học : Trong máy này, áp khí tăng do được cấp động năng cưỡng bức nhờ các cơ cấu làm việc. Loại này có máy nén ly tâm, hướng trục.

b) Máy nén cũng được phân loại theo nhiều cách khác nữa, như :

- Theo áp suất : áp suất cao, trung bình, thấp, chân không.

- Theo năng suất : lớn, vừa, nhỏ.

- Theo làm lạnh : làm lạnh trong quá trình nén, không làm lạnh...

- Theo số cấp : một cấp, nhiều cấp v.v...

Tất cả máy nén đều làm việc với chu trình ngược với động cơ pittông hoặc tuabin.

Phạm vi áp suất và năng suất của một số loại máy nén cho ở bảng 14-1

**Bảng 14-1**

Loại máy nén	Áp suất làm việc (at)	Năng suất (m <sup>3</sup> /h)
Máy nén pittông	0-3000-100000	0-30000
Máy nén cánh gạt	0-12	0-6000
Máy nén trục vít	0-10	0-30000
Máy nén ly tâm	0-50	6000-300000
Máy nén tua bin	0-20	6000-900000
Máy nén hướng trục	0-10	Rất lớn.



## 2. Các thông số cơ bản của máy nén

Có 3 thông số cơ bản :

- Tỷ số nén  $\varepsilon$  : là tỷ số giữa áp suất khí ra và áp suất khí vào của máy nén

$$\varepsilon = \frac{P_{ra}}{P_{vào}} \quad (14-1)$$

- Năng suất  $Q$  : là khối lượng (kg/s) hay thể tích ( $m^3/h$ ) khí mà máy nén cung cấp trong một đơn vị thời gian.

- Công suất  $N$  : là công suất tiêu hao để nén và truyền khí.

Ngoài ra còn có các thông số về hiệu suất máy nén, về khí nén (nhiệt độ, áp suất khí vào, ra ; lý tính và hóa tính của khí với các thông số khí đặc trưng).

## 3. Đặc tính của máy nén

a) *Máy nén pittông* : là loại máy nén thể tích. Tùy theo áp suất làm việc chia ra : máy hút chân không, máy nén áp suất thấp ( $< 10$  at), áp suất trung bình ( $10 - 100$  at) và áp suất cao ( $> 100$  at).

Một chu kì làm việc của máy nén gồm các giai đoạn : hút, nén và đẩy khí (hình 14-1) và đường biểu diễn một chu trình nén về lý thuyết gồm : đường hút 1-2 với áp suất vào  $p_v$  không đổi, đường nén 2-3 tăng áp suất cường bức từ  $p_v$  lên  $p_r$  và đường đẩy 3-4 với áp suất ra  $p_r$  không đổi.

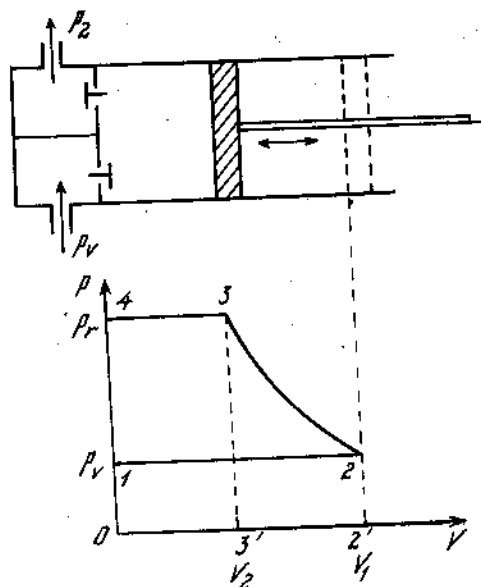
Hoạt động của máy nén pittông tương tự bơm pittông.

Công tiêu hao cho một chu trình lý thuyết biểu thị bởi diện tích 1-2-3-4-1 bao gồm :

- công hút khí (âm) biểu thị bởi diện tích 0-2'-2-1-0

$$W_{\text{hút}} = p_v V_1$$

- công nén khí (dương) biểu thị bởi diện tích 2-3-3'-2'-2



Hình 14-1. Sơ đồ của máy nén pittông và đồ thị chu trình nén lý thuyết.

$$W_{\text{nén}} = - \int_2^3 p dV$$

dấu (-) là do thể tích giảm khi nén

- công đẩy khí (dương) biểu thị bởi diện tích 3-4-0-3'-3

$$W_{\text{đẩy}} = p_r V_2$$

$$\text{Do đó } W_{\text{chí}} = -p_v V_1 - \int_2^3 p dV + p_r V_2$$

$$\text{Vì } p_r V_2 - p_v V_1 = \int_2^3 d(pV) \text{ nên :}$$

$$W_{\text{chí}} = \int_2^3 d(pV) - \int_2^3 p dV = \int_2^3 V dp \quad (14-2)$$

Công nén 1kg khí là

$$w_{ch,1} = \frac{W_{ch,1}}{M} = \int_2^3 \frac{V}{M} dp = \int_2^3 v dp, \left[ \frac{J}{kg} \right] \quad (14-3)$$

Trong đó : M - khối lượng khí ra trong một chu trình [kg] ;

v - thể tích riêng của khí [m<sup>3</sup>/kg].

Quá trình nén có thể là đẳng nhiệt, đoạn nhiệt hay đa biến, nên công tương ứng là :

- chu trình đẳng nhiệt :

$$pv = \frac{R}{\mu} T = \text{const} \rightarrow v = \frac{R}{\mu} \frac{T}{p}$$

$$W_{ch,1} = \int_2^3 v dp = \frac{R}{\mu} T_1 \ln \frac{p_r}{p_v}, [J/kg] \quad (14-4)$$

trong đó : R - hằng số khí (lí tưởng), R = 8,31. 10<sup>3</sup> J/kmol.°K ;

- μ - trọng lượng phân tử khí.

- chu trình đoạn nhiệt :

$$pv^k = \text{const}$$

$$w_{ch,1} = \int_2^3 v dp = \frac{k}{k-1} \frac{R}{\mu} T_1 \left[ \left( \frac{p_r}{p_v} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right], [J/kg] \quad (14-5)$$

Trong đó : k - chỉ số đoạn nhiệt khí (lí tưởng), là tỉ số giữa nhiệt dung đẳng áp và đẳng tích của khí.

$$k = \frac{C_p}{C_v}$$

với khí 1 nguyên tử, k = 1,66 - 1,67

khí 2 nguyên tử, k = 1,40 - 1,41

khí 3 nguyên tử, k = 1,30 - 1,33

- chu trình đa biến :

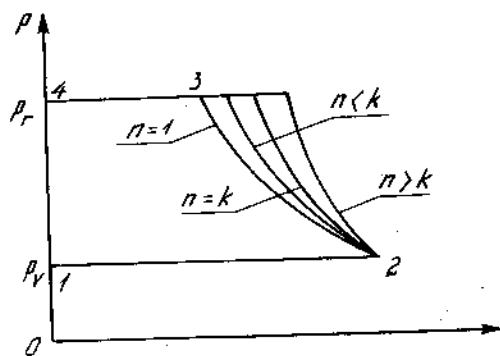
$$pv^n = \text{const}$$

$$w_{ch,1} = \int_2^3 v dp = \frac{n}{n-1} \frac{R}{\mu} T_1 \left[ \left( \frac{p_r}{p_v} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right], [J/kg] \quad (14-6)$$

Trong đó : n - chỉ số đa biến.

Khi giá trị n = 1 hay n = k, ta có quá trình đẳng nhiệt hay đoạn nhiệt. Với các giá trị khác nhau của n, công và đồ thị chu trình cũng khác nhau (hình 14-2).

Các máy nén đều thực hiện chu trình nén khí thực nên công thực cũng lớn hơn công tính cho chu trình lí tưởng.



Hình 14-2. Đồ thị chu trình (lí thuyết) máy nén với các chỉ số đa biến khác nhau.

$V_H$  giữa pittông (ở vị trí chết cuối quá trình đẩy) và xilanh (gọi là khoảng hại  $V_H$ ). (hình 14-3) nên giai đoạn hút chỉ bắt đầu khi áp suất khí nén còn lại trong  $V_H$  giảm xuống bằng áp suất hút. Do vậy, thể tích khí hút được ( $V_h$ ) bị giảm. Mặc dù thể tích xilanh  $V_x$  và thể tích quét  $V_Q = V_x - V_H$  lớn.

- Xu páp có trở lực (chủ yếu do lực lò xo) nên giai đoạn hút và đẩy chỉ xảy ra khi áp suất khí trong xi lanh nhỏ hơn áp suất  $p_v$  trong ống hút và cao hơn áp suất  $p_r$  trong ống đẩy. Trở lực xu páp thay đổi theo cả khoảng đời của pittông vì vận tốc khí thay đổi và nó có giá trị lớn nhất khi xu páp bắt đầu mở. Do đó các đường hút và đẩy không thẳng. Do trở lực xu páp mà công tiêu hao của máy nén khí tăng lên.

- Áp suất trong ống hút và ống đẩy dao động theo vị trí pittông gây ra chuyển động không ổn định của dòng khí.

- Khi khí bị hút vào xilanh, khí thu nhiệt vì nhiệt độ thấp hơn thành xilanh. Đầu giai đoạn nén, khí vẫn thu nhiệt từ xilanh ( $n > k$ ). Trong giai đoạn nén tiếp, khí tăng nhiệt độ dần và tới lúc nào đó, khí có nhiệt độ bằng xilanh ( $n = k$ ) rồi sau đó cao hơn và cấp nhiệt cho xilanh ( $n < k$ ). Vậy, trong giai đoạn nén, chỉ số đa biến giảm từ  $n > k$  đến  $n < k$ .

Trong giai đoạn đẩy, khí vẫn cấp nhiệt cho xilanh

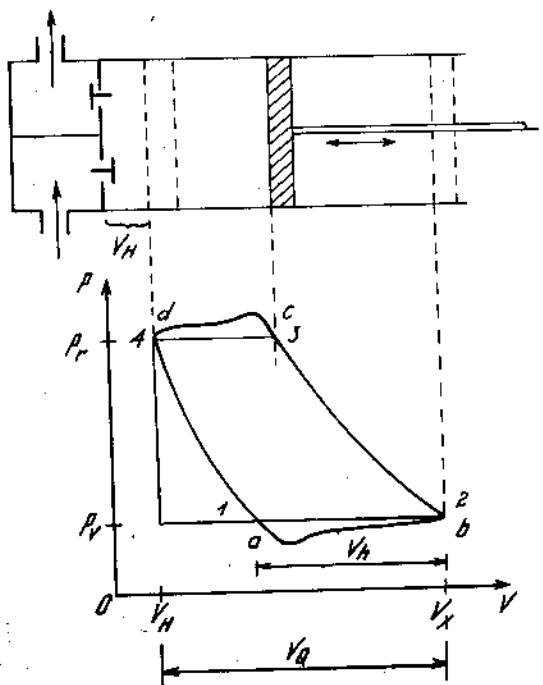
Trong giai đoạn dẫn, chỉ số đa biến tăng từ  $n < k$  đến  $n > k$ .

- Do có khí rò qua xu páp, xéc măng, nên đường cong nén thoải hơn và đường cong dẫn dốc hơn. Do đó chỉ số đa biến của đường cong nén sẽ thấp hơn và của đường cong dẫn sẽ cao hơn chỉ số đa biến khi không có rò khí.

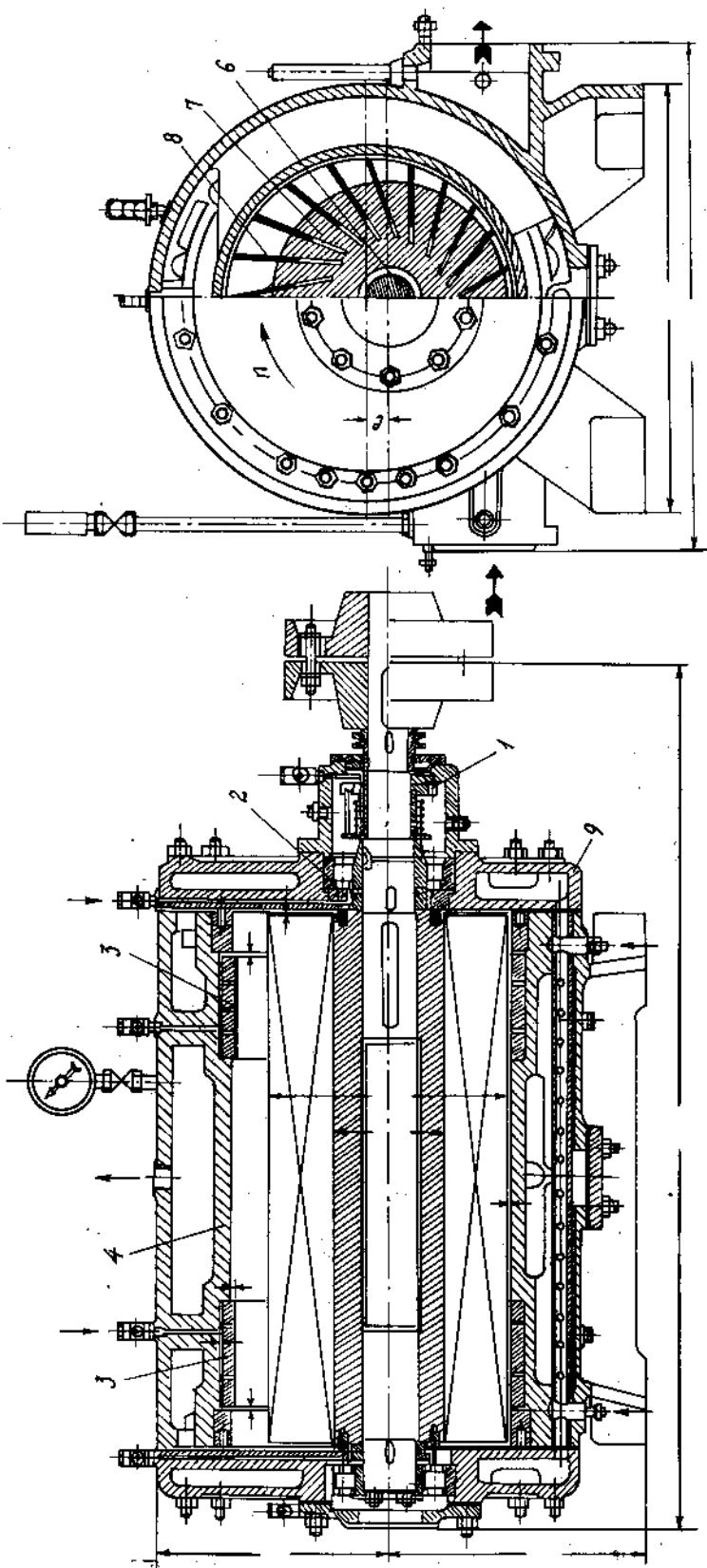
Hình 14-3 cho đồ thị của một chu trình thực. Trong chu trình thực, khi pittông đổi chiều bắt đầu chu kì mới thì giai đoạn hút không xảy ra ngay mà có giai đoạn dẫn (dã), đường hút và đường đẩy không thẳng (không đẳng áp) và có cực tiểu (đường hút) và cực đại (đường đẩy), các điểm bắt đầu và kết thúc giai đoạn hút và đẩy không nằm trên đường áp suất trong ống hút và đẩy v.v...

Có sự khác nhau giữa chu trình thực và lí tưởng là do :

- Xilanh có một phần thể tích vô ích



Hình 14-3. Đồ thị một chu trình nén khí thực.



Do trong máy nén có khoảng hại  $V_H$  nên tỉ số nén

$$\varepsilon = \frac{P_r}{P_v} \text{ bị hạn chế. Trường}$$

hợp cần tỉ số nén cao, người ta dùng cách nén nhiều cấp, có làm lạnh đẳng áp trung gian.

Tương quan giữa số cấp phù hợp và tỉ số nén của các máy nén cho ở bảng 14-2

Các máy nén pittông có giải năng suất từ vài  $m^3/ph$  đến  $100m^3/ph$ , áp suất ra từ vài at đến 300at và công suất từ vài kW đến 2000kW.

b) Máy nén rotor : là loại máy nén thể tích.

Hình 14-4 biểu thị một loại máy nén rotor cánh trượt. Máy có vỏ hình trụ 4 và nắp 9 có nước làm lạnh. Rotor 7 lắp vào trục 6 đặt lệch tâm trong vỏ. Rotor có nhiều khe trong đó có các tấm chuyển động 8 (cánh trượt) bằng thép dày 0,8 - 2,5mm.

Khi rotor quay theo chiều mũi tên, các cánh trượt văng ra, ép vào thành trong của 2 vòng gang tự do 3 và kéo chúng cùng quay, các tấm trượt chia không gian làm việc hình lưỡi liềm thành các phòng nhỏ mà thể tích bị giảm dần theo chiều quay từ phía hút sang phía đẩy. Ổ đỡ trục 2 được bịt kín bằng bạc nhả 1. Phía đáy có xu páp một chiều.

Bảng 14-2

Số cấp z	1	2	3	4	5	6	7
Tỷ số nén $\varepsilon$	7	5-30	13-150	35-400	150-1000	200-1100	450-1100

Các máy nén cánh trượt tạo được áp suất tới 4at và năng suất tới 160 - 4000m<sup>3</sup>/h.

c) *Máy nén li tâm* : là loại máy nén động học. Nguyên tắc làm việc tương tự bơm li tâm. Khác là, do sự biến đổi áp suất của khí khi qua guồng động nên dẫn tới sự tăng khối lượng riêng của khí và tạo ra áp lực tĩnh. Đồng thời vận tốc khí cũng tăng và như vậy áp lực động cũng tăng.

Đối với áp suất nhỏ, người ta dùng tua bin thổi khí một cấp. Loại này tạo áp suất không quá 0,15at. Về bản chất, đó là quạt cao áp.

Đối với áp suất 1,3 ÷ 4at, có tua bin thổi khí nhiều cấp.

Đối với áp suất 4 ÷ 10at hay hơn, có máy nén tua bin.

Máy nén li tâm có hiệu suất thấp hơn máy nén pittông nhất là khi năng suất máy nhỏ và áp suất cần cao (nén nhiều cấp).

Do kết cấu đơn giản, kích thước và khối lượng nhỏ, nối trực tiếp được với động cơ, khí nén ra liên tục, đều, không bị bắn bởi dầu bôi trơn (như ở máy nén thể tích) nên máy nén li tâm, mặc dù hiệu suất thấp, vẫn được sử dụng rộng rãi, ở giải năng suất cao hơn 100m<sup>3</sup>/ph và áp suất nhỏ hơn 12at.

## §14.2. YÊU CẦU VỀ TRANG BỊ ĐIỆN CHO MÁY NÉN

Máy nén không đòi hỏi về thay đổi tốc độ, trừ trường hợp đặc biệt. Do vậy, với máy có năng suất dưới 10m<sup>3</sup>/ph thường kéo bằng động cơ không đồng bộ. Nếu lưới điện khô, có thể mở máy trực tiếp với động cơ rotor ngắn mạch. Nếu lưới điện yếu thì dùng động cơ rotor dây quấn, mở máy gián tiếp qua điện trở mở máy. Trong cả hai trường hợp thì mômen mở máy không nhỏ hơn 0,4M<sub>dm</sub> và mômen cực đại không quá 1,5M<sub>dm</sub>.

Máy nén có năng suất lớn hơn 20m<sup>3</sup>/ph thường kéo bằng động cơ đồng bộ. Trường hợp này cần mômen mở máy không dưới 0,4M<sub>dm</sub> và mômen khi kéo vào đồng bộ không dưới 0,6M<sub>dm</sub>. Động cơ đồng bộ kéo máy nén pittông thường đóng trực tiếp vào lưới.

Máy nén tuabin (turbocompressor) cũng dùng động cơ đồng bộ để truyền động. Nếu công suất lớn (vài ngàn kW) thì mở máy qua cuộn kháng hoặc biến áp tự ngẫu. Điện áp mở máy ban đầu đặt vào động cơ khoảng 0,64U<sub>dm</sub>.

Tính công suất động cơ truyền động máy nén có thể theo công thức

$$P = k \frac{Q}{600 \cdot 102 \eta_k \eta_{td}} \cdot \frac{L_1 + L_a}{2}, \text{ [kW]} \quad (14-7)$$

Trong đó : Q - năng suất máy nén [m<sup>3</sup>/ph] ;

$\eta_k$  - hiệu suất máy nén,  $\eta_k = 0,5 \div 0,8$  ;

$\eta_{td}$  - hiệu suất bộ truyền ; truyền đai thì  $\eta_{td} = 0,85$

$L_1, L_a$  - công nén đẳng nhiệt và đoạn nhiệt (kGm)

Giá trị  $L_i$  và  $L_a$  đối với các áp suất khác nhau cho ở bảng 3-3.

$k$  - hệ số dự trữ,  $k = 1,1 \div 1,15$ .

Cũng có thể chọn công suất động cơ theo công thức đơn giản

$$P = k \frac{Qz}{81,6}, [\text{kW}] \quad (14-8)$$

trong đó :  $z$  - hệ số, theo bảng 14-3.

**Bảng 14-3**

Đại lượng	Áp suất cuối (là áp suất máy nén + 1at) (at)							
	3	4	5	6	7	8	9	10
$L_i$	11.000	13.900	16.100	17.900	19.500	20.800	22.000	23.000
$L_a$	12.900	17.100	20.500	23.500	26.100	28.600	30.700	32.700
$z$	200	260	300	345	360	410	440	464

### §14.3. TỰ ĐỘNG KHÔNG CHẾ MÁY NÉN

Để đảm bảo cấp khí nén hợp lí cho các thiết bị tiêu dùng, máy nén phải được tự động khống chế nhằm thỏa mãn 2 điều kiện chính :

- đảm bảo lưu lượng tiêu thụ
- đảm bảo áp suất khí yêu cầu, thường trong giới hạn  $\pm(8 \div 10)\%$  áp suất yêu cầu.

Ngoài ra, khí nén còn phải được đảm bảo về chất lượng như : độ ẩm, sạch v.v... tùy theo yêu cầu tiêu dùng.

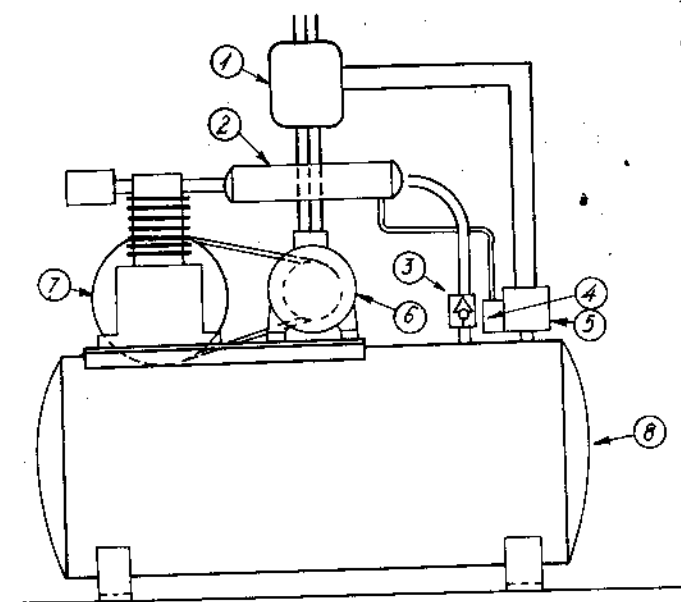
Máy nén khí thường kèm theo các bộ lọc (để đảm bảo chất lượng khí) và bình chứa khí. Bình chứa khí nén có tác dụng :

- Điều hòa lưu lượng, áp suất. Khử các xung áp trong kênh tiêu thụ đối với máy nén piston.
- Làm dễ dàng việc điều chỉnh giới hạn cực đại hoặc cực tiểu của áp suất. Hạn chế tới giá trị có thể của tần suất mở máy động cơ.
- Tránh các sụt áp đột ngột của khí khi có tiêu thụ đột biến trong một thời gian ngắn (như phanh khí nén, chuyển động của kích khí có piston lớn...)
- Làm mát khí nén và ngưng tụ hơi nước, tạp chất...

Việc tự động dừng và chạy động cơ kéo máy nén về nguyên tắc không có gì khác nhau đối với máy nén piston hay rotor.

Đối với thiết bị dưới 10kW, người ta thường dùng tiếp điểm áp khí. Tiếp điểm đảm bảo dừng động cơ khi bình chứa đạt áp suất (đặt) cực đại và chạy lại động cơ khi áp suất đặt giảm xuống cực tiểu.

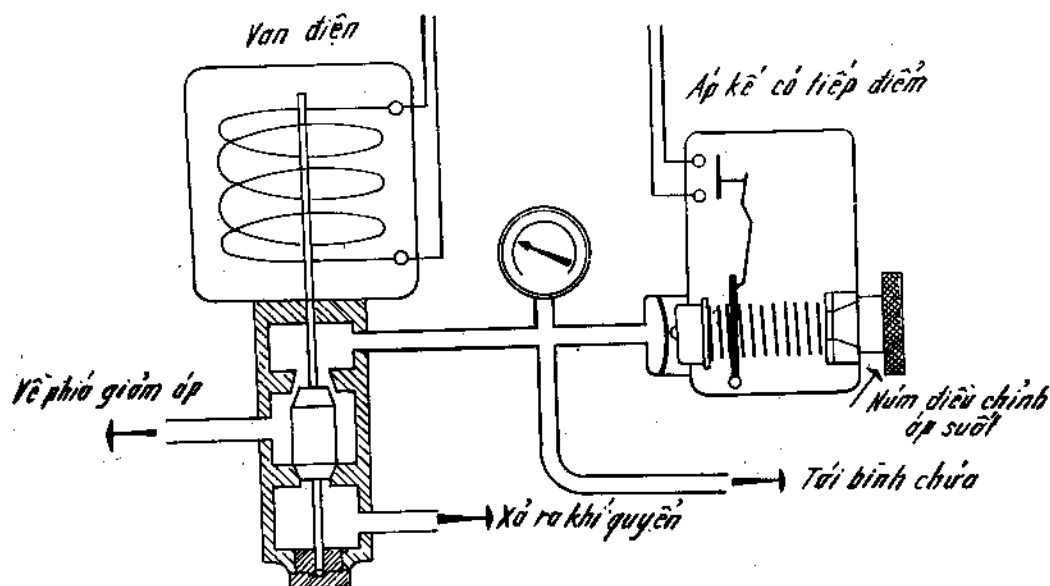
Như sơ đồ hình 14-5, tiếp điểm áp khí 5 sẽ đóng cắt côngtắc tơ 1 cấp điện cho động cơ 6 kéo máy nén 7. Bình trung gian 2 được lắp trên đường dẫn khí và có thể tích được



Hình 14-5. Sơ đồ điều chỉnh bằng tiếp điểm áp khí.

khí như hình 14-6. Cơ cấu gồm :

- 1 áp kế có tiếp điểm đóng cắt ở các giới hạn áp suất 1 bar đến vài chục bar.
- 1 van điện 3 ngã : 1 ngã nối với bình chứa, 1 ngã nối với hệ giảm áp (phía tiêu dùng), ngã thứ 3 dùng để xả khí ra khí quyển.



Hình 14-6. Cơ cấu điều chỉnh điện - khí.

tính toán sao cho trong 5 ÷ 6s đầu động cơ đạt tốc độ bình thường mà không có áp suất. (tránh mở máy có áp suất). Đầu xả 4 gắn với tiếp điểm áp khí 5 sẽ đảm bảo xả khí trong bình phụ vào khí quyển khi động cơ dừng. Van bi một chiều khi đó sẽ đóng kín. Do vậy khi động cơ chạy lại thì không có áp suất đặt vào máy nén lúc mới mở máy. Khi công tắc đóng thì đầu xả cũng đóng. Khi điều hành tiếp điểm áp khí lấy từ bình chứa 8. Thường tiếp điểm áp khí đóng mạch cho động cơ khi  $p \approx 9 + 10 \text{ bar}$  và ngắt mạch động cơ khi  $p \approx 2 + 3 \text{ bar}$ .

Đối với thiết bị trên 10kW, người ta thường dùng cơ cấu điện

Cách làm việc của hệ thống đóng cắt rất đơn giản. Khi áp suất đạt giá trị cực đại, tiếp điểm áp kế mở ra và động cơ dừng.

Bình thường van điện không hút (như hình vẽ) và đường xả khí đóng kín.

Khi áp suất giảm tới giá trị cực tiểu, tiếp điểm áp kế đóng lại do lực lò xo điều chỉnh áp suất. Động cơ được mở máy kéo máy nén. Van điện được cấp điện trong  $5 \div 6s$ , để mở cửa xả, giảm tải cho động cơ khi mở máy.

Việc điều chỉnh đóng cắt tự động này bị hạn chế là tần số đóng không quá 15 lần/h.



## PHẦN V

# TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

# MÁY SỢI, DỆT

### Giới thiệu chung

Đặc điểm của quá trình tạo sợi dệt là gia công xơ (như bông, len, đay, tơ tằm...) thành các loại sợi để phục vụ cho quá trình dệt vải.

Các loại xơ qua quá trình đập xé và chải để loại bỏ các tạp chất và làm thành con cúi. Cúi được kéo nhỏ thành sợi thô và sợi con. Đó là sản phẩm của công nghệ kéo sợi.

Sợi được đánh thành ống và được hồ để đưa đến máy dệt. Sản phẩm cuối cùng của công nghệ dệt là vải. Sau đó vải được chuyển sang quá trình xử lý hóa học như tẩy, nhuộm, sấy, in hoa...

Vì vậy có thể chia các máy cơ bản làm ba loại chính dựa theo quá trình công nghệ :

- Máy công nghệ sợi như máy đập xé bông, máy chải, máy kéo sợi thô, máy kéo sợi con ;

- Máy công nghệ dệt như máy đánh ống, máy mắc sợi, máy hồ, máy dệt.

- Máy trong quá trình hoàn thiện như máy văng sấy, máy in hoa...

Ngoài ra, các máy sợi - dệt còn được phân loại theo tính chất vật liệu và tính chất làm việc như máy sợi bông, sợi len..., máy dệt thoi, dệt kim.

Ở các máy sợi - dệt, mômen phụ tải  $M_c$  trong quá trình làm việc có thể là hằng số hoặc biến đổi tùy thuộc vào tốc độ, quãng đường và thời gian. Tùy theo đặc tính tải mà tất cả máy trong công nghiệp dệt có thể chia làm 5 nhóm :

Nhóm 1 : gồm các máy có mômen tải là hằng số  $M_c = \text{const}$  với tốc độ định mức.  
Ví dụ : máy in, hồ.

Nhóm 2 : gồm các máy có mômen tải tính thay đổi tỉ lệ với tốc độ quay :  $M_c = c.n$ .  
Ví dụ : máy ghép, máy kéo sợi thô...

Nhóm 3 : gồm các máy có  $M_c = c.n^2$ . Ví dụ : máy kéo sợi con, máy quạt gió...

Nhóm 4 : gồm các máy mà  $M_c$  phụ thuộc chủ yếu vào quá trình khởi động  $M = f(\alpha)$ .  
Ví dụ : máy dệt.

Nhóm 5 gồm các máy có  $M_c$  phụ thuộc vào thời gian. Ví dụ : máy chải.

## **Chương 15**

# **TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ NHÓM MÁY KÉO SỢI**

Sản phẩm của quá trình kéo sợi là sợi con. Xơ (bông, len, đay, tơ tằm...) thường được xé toí và trộn để thu được xơ có thành phần định trước và loại bỏ các tạp chất, xếp thành lớp, sau đó qua quá trình chải để làm sạch, tạo thành cúi. Để có độ đồng đều về bề dày và thành phần, cúi được đưa qua máy ghép, sau đó mới được kéo thành sợi thô rồi sợi con.

Tùy theo quá trình công nghệ và đặc điểm của xơ, các máy kéo sợi được chia thành nhiều loại.

Theo đặc điểm công nghệ, có máy xé-đập, máy ghép, máy chải, máy sợi thô, máy sợi con.

Theo đặc điểm của xơ, có quá trình kéo sợi bông, sợi len, sợi tơ tằm, sợi đay gai... Các quá trình này có những đặc điểm khác nhau. Trong chương này sẽ giới thiệu trang bị điện - điện tử một số máy trong hệ máy kéo sợi, máy sợi thô, máy sợi len.

### **§15.1. TRANG BỊ ĐIỆN-ĐIỆN TỬ MÁY SỢI THÔ**

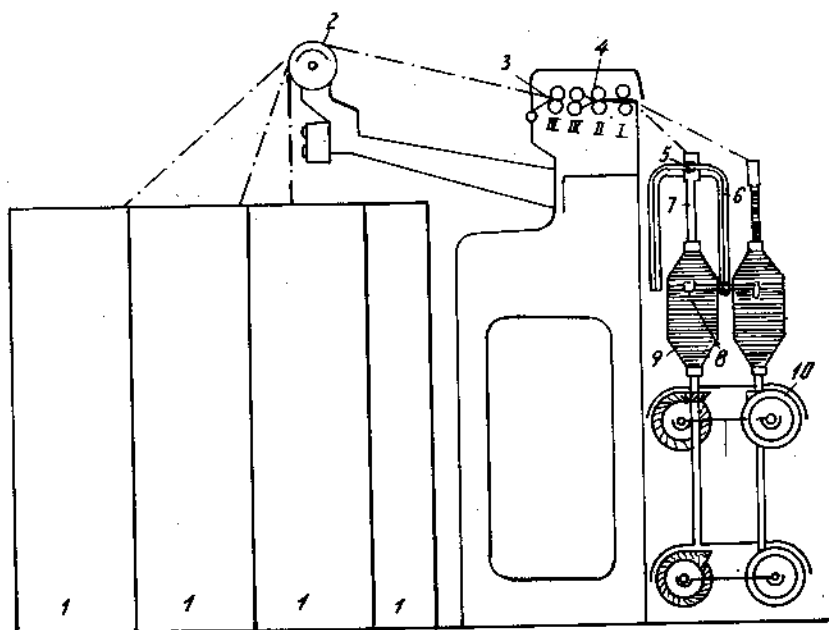
#### **1. Đặc điểm công nghệ**

Trên máy kéo sợi thô, cúi được bộ phận kéo dài làm nhỏ tới một độ mảnh nhất định, sau đó được xe lại thành sợi thô. Sợi thô được quấn lại thành ống để tiện cho việc chuyên chở và đặt lên giá máy kéo sợi con.

Máy sợi thô có những bộ phận chính thực hiện quá trình công nghệ kéo nhỏ cúi thành sợi thô như sau (hình 15-1)

- 1 - Các bộ phận dẫn cúi hay sợi thô vào máy.
- 2 - Bộ phận kéo dài.
- 3 - Cơ cấu xe, quấn ống.

Cúi từ thùng 1 đi lên, vòng qua trục dẫn cúi 2 vào bộ phận dịch đầu mối 3 rồi qua bộ phận kéo dài bốn trục 4. Bộ phận kéo dài làm nhỏ cúi đến một độ mảnh yêu cầu. Ra khỏi bộ phận kéo dài, lớp xơ luồn vào lỗ trên 5 của găng 6. Găng cầm chặt trên cọc 7 quay nhanh. Do một đầu lớp xơ được trục thứ 1 của bộ phận kéo dài giữ chặt, còn đầu kia luồn vào lỗ đầu găng cho nên cứ mỗi một vòng quay của cọc và găng, sợi thô nhận được một vòng xoắn, sau đó luồn vào nhánh găng rỗng, uốn quanh tay găng 8 rồi quấn lên ống 9. Ống sợi có kích thước, kết cấu và hình dạng nhất định (dạng hình trụ ở giữa, hai đầu hình nón cụt).



Hình 15-1. Sơ đồ máy sợi thô.

Để đảm bảo độ săn của sợi không đổi, phải giữ tốc độ của găng và tốc độ ra sợi là không đổi.

Yêu cầu độ căng của sợi trong quá trình quấn ống và các lớp sợi phải đều nhau nên tốc độ của ống sợi phải giảm dần theo sự tăng đường kính của ống sợi.

## 2. Đặc tính phụ tải và yêu cầu truyền động của máy sợi

### a) Đặc tính phụ tải của máy kéo sợi thô

Trong quá trình sợi chuyển động quấn vào ống khi khởi động, sẽ có ba thành phần lực ma sát: ma sát giữa sợi - trục quấn, ma sát trong máy và ma sát giữa sợi - không khí. Vì vậy người ta đưa ra dạng đặc tính phụ tải như hình 15-2. Tại điểm a, khi bắt đầu mở máy, mômen phụ tải  $M_c$  lớn vì ma sát của máy trong các ổ trục lớn. Khi tốc độ tăng dần,  $M_c$  giảm vì ma sát giảm dần (đoạn ab). Trong đoạn này, ma sát giữa sợi - không khí không đáng kể. Từ điểm b trở đi, khi tốc độ động cơ là đáng kể, lực ma sát giữa sợi - không khí cũng tăng dần lên. Khi tốc độ quấn sợi càng tăng thì lực cản của không khí tác dụng lên sợi càng tăng và kết quả là  $M_c$  có dạng như đoạn bc.

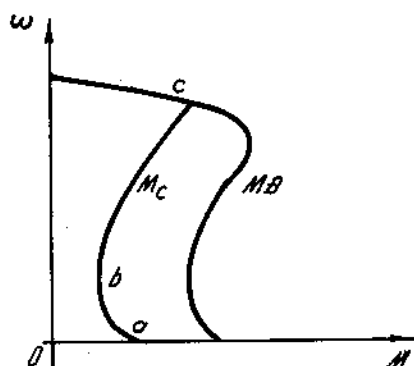
### b) Yêu cầu truyền động của máy sợi

Yêu cầu cơ bản của truyền động máy sợi là khởi động êm. Nếu quá trình khởi động xảy ra đột ngột, sẽ gây ra xung lực lớn, gây lực căng đột ngột và gây đứt sợi. Mặt khác, số lần khởi động, dừng của máy sợi thô thường lớn. Vì vậy, động cơ được sử dụng phải đơn giản, vận hành tin cậy, có độ bền cao.

Để đảm bảo quá trình khởi động êm, phải đảm bảo gia tốc của hệ là hằng số, nghĩa là mômen động là không đổi.

$$M_{\text{động}} = M_D - M_c = T \frac{d\omega}{dt} = \text{const}$$

Do đó, dạng đặc tính cơ lúc khởi động cơ phải giống dạng đặc tính phụ tải như trên hình (15-2). Để tạo được đặc tính động như trên hình (15-2) người ta thường sử dụng động cơ điện không đồng bộ rotor lồng sóc có thêm một điện trở hoặc điện kháng phụ trên mạch stator. Trong quá trình khởi động, điện trở phụ  $R_s$  hoặc điện kháng phụ  $X_s$  được đưa vào mạch stator. Khi tốc độ của động cơ đạt tốc độ định mức thì điện trở hoặc điện kháng phụ đó được loại khỏi mạch stator.

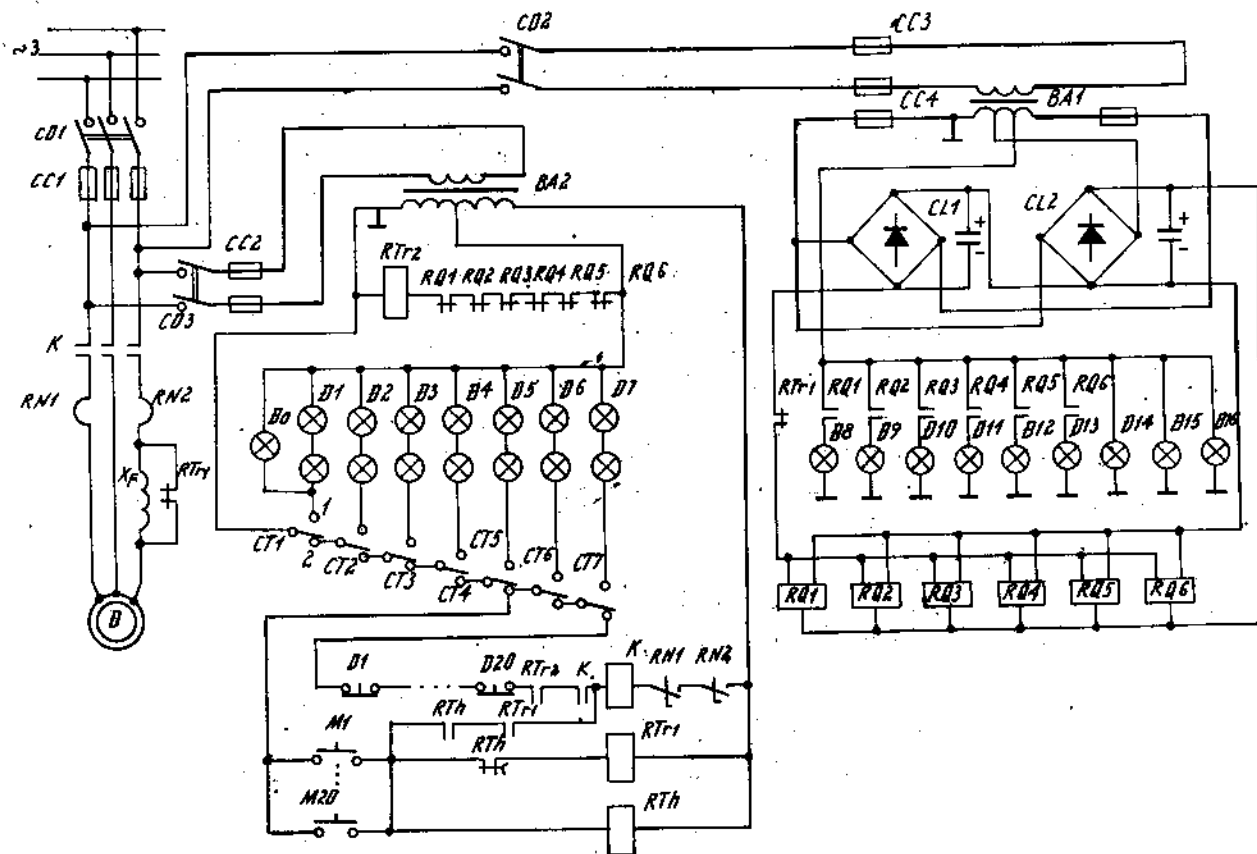


Hình 15-2. Đặc tính phụ tải và động cơ của máy sợi.

### 3. Sơ đồ điều khiển máy sợi thô P-168-3

Động cơ truyền động cho máy là động cơ không đồng bộ rotor lồng sóc Đ loại AOT công suất 1,7kW ; 2,8kW ; 4,5kW tùy thuộc số cọc sợi (hình 15-3).

Để chuẩn bị khởi động, đóng cầu dao CD1 ở mạch động lực và các cầu dao CD2, CD3 ở mạch điều khiển. Sau khi tắt cả các nắp máy, cửa ngăn ở tủ điện đã đóng thì



Hình 15-3. Sơ đồ điều khiển máy sợi thô P168-3.

các công tác hành trình CT1 đến CT7 sẽ bật xuống dưới (vị trí 2), các đèn tín hiệu  $D_0 \div D_7$  sẽ tắt, báo hiệu có thể khởi động được.

Trên máy có bố trí 20 bộ nút ấn : M1, D1, M2, D2.... M20, D20 dọc theo bảng máy để thuận tiện cho việc điều khiển máy. Để khởi động máy sợi thô, có thể ấn một trong các nút ấn M1... M20 ; role thời gian RTh có điện, côngtactơ K có điện. Khi đó động cơ D được nối vào lưới điện. Do trước đó role trung gian RTr1 có điện nên điện kháng  $X_F$  được nối vào mạch stator. Như vậy, động cơ D được khởi động với  $X_F$  trong mạch stator. Sau thời gian chỉnh định của RTh, tiếp điểm RTh của nó sẽ cắt điện role RTr1 để loại  $X_F$  ra khỏi mạch stator.

Bảo vệ đứt sợi nhờ các tiếp điểm RQ1... RQ6. Khi đứt sợi, các role quang RQ1... RQ6 sẽ tác động, tiếp điểm của nó sẽ mở ra ngắt mạch RTr2. Côngtactơ K mất điện, động cơ sẽ dừng lại.

Bảo vệ ngắn mạch bằng cầu chì CC1, CC2, CC3, CC4. Bảo vệ quá tải cho động cơ bằng role nhiệt RN1, RN2.

## §15.2. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY SỢI LEN

### 1. Đặc điểm

Kéo sợi len là khâu tương đối quan trọng trong công nghiệp dệt.

Sợi len được đem dệt thành vải dùng trong sinh hoạt may mặc và kĩ thuật : Các mặt hàng qua quá trình dệt thường là nỉ, dạ, chăn, khăn quàng, áo, bít tất, mũ, vòng đệm, đai truyền v.v...

Quá trình kéo sợi len chủ yếu thực hiện trên hai hệ : hệ chải liên hợp và hệ chải kĩ. Trong mỗi hệ, tùy đặc điểm và tính chất nguyên liệu như độ mảnh, độ dài, độ không đều, độ chứa tạp v.v... của xơ len mà quá trình gia công có khác nhau. Hệ chải liên hợp phân ra : hệ chải liên hợp len mảnh, hệ chải liên hợp len thô. Hệ chải kĩ gồm có hệ chải kĩ len mảnh, hệ chải kĩ len thô và hệ chải kĩ rút gọn.

Trong cả hai hệ chải, quá trình kéo sợi len từ len đều qua các giai đoạn cơ bản sau :

Chuẩn bị nguyên liệu để trộn : Ở giai đoạn này len đã giặt sạch và đóng thành kiện được xé tơi và làm sạch các tạp chất rồi được trộn để tạo một nguyên liệu thống nhất. Sau đó, đem tẩm nhũ tương, chải để hình thành sợi.

Tẩm nhũ tương có tác dụng giảm bớt hiện tượng phát sinh tĩnh điện trong nguyên liệu, làm tăng đàn tính cho len và giữ cho len không bị hao hụt độ ẩm trong các quá trình gia công tiếp theo.

Củi len cũng được kéo thành sợi trên các máy kéo sợi thô và máy kéo sợi con.

### 2. Tự động hóa máy kéo sợi len

Máy sợi len làm việc với tốc độ quay nhỏ hơn máy sợi bông nên đòi hỏi động lực học máy trong quá trình quá độ phải tốt hơn máy sợi bông. Nếu giảm đứt ( $2 \div 16\%$ ) khi điều chỉnh cơ bản và điều chỉnh theo lớp sẽ giảm tiêu hao nguyên liệu ( $2 \div 11\%$ ) và tăng năng suất ( $2,5 \div 8\%$ ) tùy theo số sợi. Điều chỉnh sẽ tốt nếu

$$\frac{\tau}{T_m} \approx 0,5$$

trong đó :  $\tau$  - Thời gian quá độ

$T_m$  - Hằng số thời gian điện cơ của hệ truyền động.

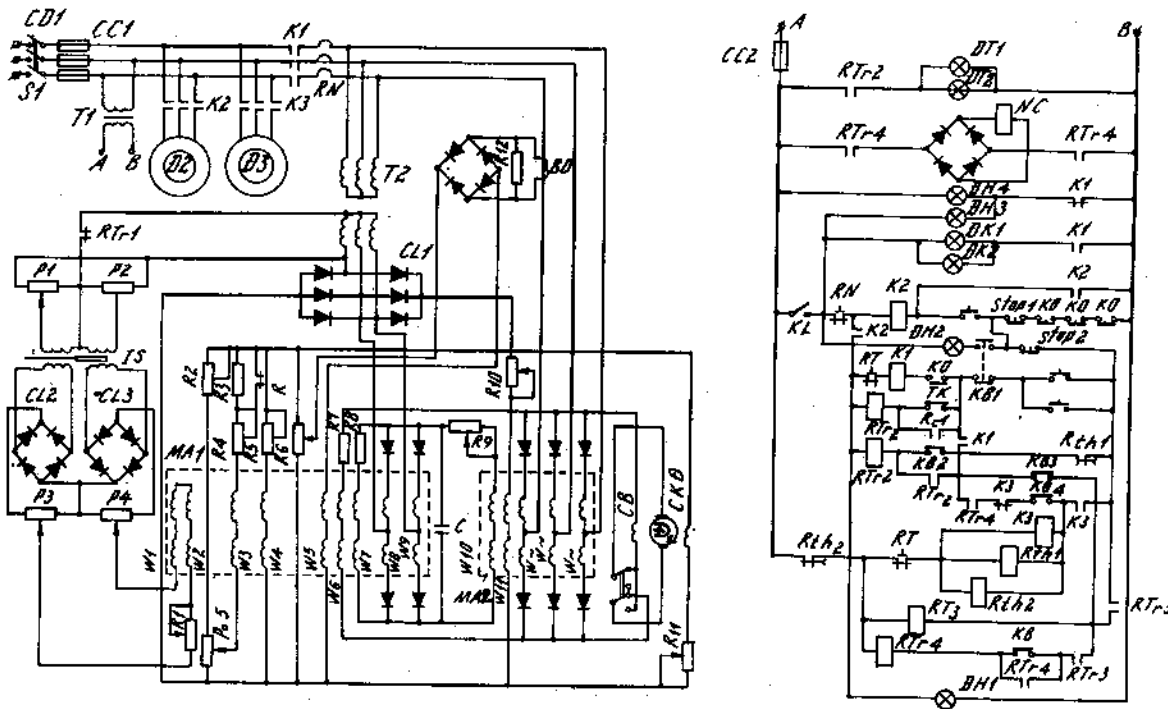
Xét sơ đồ máy sợi của hãng Carnitti - Morelli (Ý) với truyền động dùng động cơ một chiều (hình 15-4)

Truyền động chính nhờ động cơ một chiều D1. Điều chỉnh tốc độ nhờ khuếch đại từ MA. Động cơ D1 có cuộn kích từ độc lập CKD, cuộn bù CB nối ngược. Mạch phân ứng được cung cấp điện áp từ khuếch đại từ MA2 thực hiện theo sơ đồ phản hồi trong. Nó có 6 cuộn làm việc, mỗi cuộn được nối tiếp với một diốt để thực hiện phản hồi trong dương, nhằm nâng cao hệ số khuếch đại. MA2 có cuộn chuyển dịch (một chiều - bảo hòa) W11 và cuộn điều khiển W10. Nhờ cuộn W11 mà điểm làm việc của KDT MA2 được xác định sao cho khi dòng qua W10 bằng 0 thì MA2 bắt đầu làm việc ở phân tuyến tính của đặc tuyến của nó.

Cuộn điều khiển W10 được cấp điện từ khuếch đại từ một pha MA1. Để tăng dòng trung bình trong cuộn này, có tụ C nối song song ở đầu ra.

MA1 có 7 cuộn điều khiển :

W1 - W2 cuộn điều khiển, cấp điện từ đầu ra của xenơ cảm ứng IS và chúng làm thay đổi dòng điều khiển tổng của MA1 tương ứng với áp trên MA2 theo đường kính quán.



Hình 15-4. Sơ đồ điều khiển máy kéo sợi len.

W3 - cuộn chủ đạo được cấp điện từ bộ chỉnh lưu cầu diôt ba pha CL1 và chiết áp PO5. Nó xác định tốc độ động cơ.

W4 - cuộn chuyển dịch, để chọn điểm làm việc trên đặc tính MA1.

W5 - cuộn phản hồi âm dòng cơ ngắt, để hạn chế dòng điện động cơ. Điện áp tỉ lệ với dòng điện động cơ rơi trên R12 nối ở thứ cấp biến dòng BD, qua bộ chỉnh lưu CL4 ; điện áp này được so sánh với điện áp trên chiết áp R6. Nếu dòng điện vượt quá giá trị cho phép thì cuộn W5 có dòng điện và điện áp ra MA1 sẽ giảm (do sức từ động trên W5 ngược chiều với sức từ động của cuộn chủ đạo W3), khi đó tốc độ của D1 giảm, mômen tương ứng giảm.

W6 - cuộn phản hồi âm điện áp của động cơ, có tác dụng ổn định tốc độ động cơ M1 khi dòng điện tải qua cuộn bù CB thay đổi.

W7 - cuộn phản hồi âm điện áp ra của MA1 để làm tốt phần tuyến tính của đặc tuyến và giảm nhỏ hằng số thời gian.

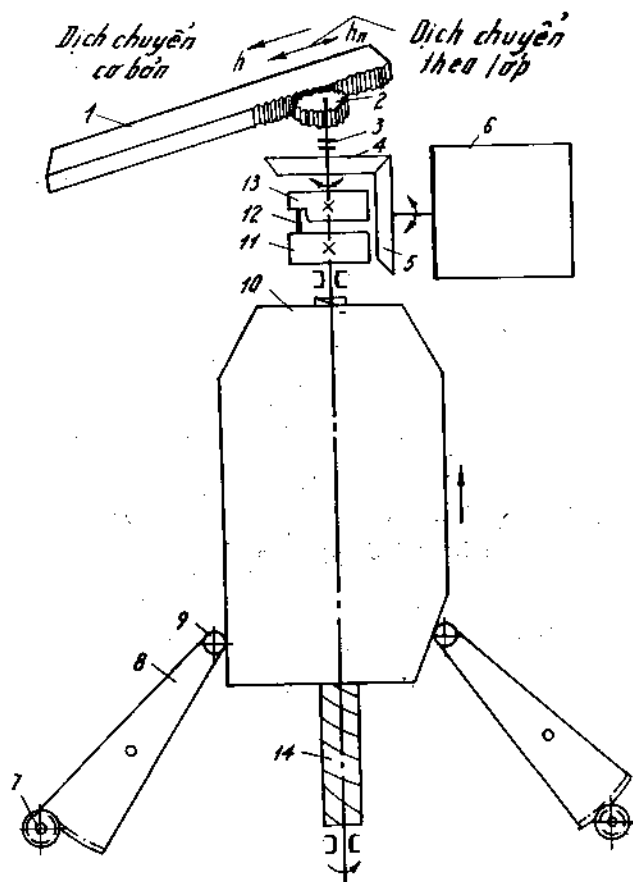
Trong máy có thiết bị đặt chương trình là biến áp vi phân loại quay. Cuộn sơ cấp được cấp điện từ các phân thế P1 và P2. Sức điện động thứ cấp thay đổi theo vị trí phần ứng. Tín hiệu ra giảm khi tấm nâng lên trên mức đường kính quán nhỏ nhất và tăng dần theo quá trình thả tấm nâng tới đường kính lớn nhất.

Độ lớn điện trở P1 và P2 thay đổi theo đĩa chương trình có prôphin xác định quy luật của tín hiệu điều khiển cơ bản. Điều chỉnh bằng tay nhờ chiết áp P3 và P4.

Bộ điều chỉnh (Regulator) (hình 15-5) của máy kéo sợi có thanh răng 1 treo tấm vòng, thực hiện chuyển động tịnh tiến qua lại tương ứng với chuyển động tịnh tiến của tấm vòng và thực hiện chuyển động tịnh tiến một phía tương ứng với dịch chuyển thô (cơ bản) của tấm vòng.

Chuyển động qua cặp bánh răng côn 4 và 5 truyền cho xenơ 6 để tạo tín hiệu thay đổi tốc độ chuyển động tịnh tiến.

Di chuyển cơ bản của thanh răng không ảnh hưởng tới độ lớn góc quay của xenơ do khớp nối ma sát 3 và cữ chặn giới hạn hành trình xenơ. Đĩa có thanh hình quạt 13 được kẹp chặt trên trục bánh răng 2. Mỗi dịch chuyển thanh răng về trái ứng với việc nâng tấm vòng lên một ít và bánh 2 quay một góc nào đó, qua chốt



Hình 15-5. Sơ đồ động Regulator máy Carnitti-Morelli.

12 làm quay đĩa 11 và trục vít 14 có đĩa chương trình 10. Các con lăn 9 từ lên đĩa 10 qua đòn 8 và bánh răng 7 sẽ quay chiết áp P1 và P2.

Cuối quá trình tháo, đĩa chương trình trở lại vị trí ban đầu.

Các tín hiệu xenxơ điều chỉnh thô và tinh được cộng lại, khuếch đại qua khuếch đại từ MA1, sau đó đưa tới cuộn điều khiển W10 của khuếch đại từ ba pha MA2.

Sơ đồ điều khiển hoạt động như sau (hình 15-4).

Tấm chắn đóng thì tiếp điểm KO đóng. Đóng cầu dao CD1 và công tắc KL thì biến áp T1 có điện, mạch điều khiển có điện.

Ấn nút chạy quạt V thì K2 có điện, đóng điện cho động cơ quạt mát Đ2, đồng thời đóng tiếp điểm tự duy trì K2 và chuẩn bị cho K1 làm việc. Đèn DH1 sáng.

Ở vị trí ban đầu tiếp điểm thường mở của thanh đỡ sợi KB1 chưa đóng, đèn DH2 không sáng.

Khi ấn M1 (hoặc M2) thì K1 có điện, đóng nguồn xoay chiều cho bộ chỉnh lưu CL1 và khuếch đại từ MA2, động cơ Đ1 có điện. Đèn DK1 và DK2 sáng.

Trong quá trình kéo sợi, đến vị trí đóng KB2 thì role trung gian RTr2 đóng, đèn tín hiệu DT1 và DT2 sáng, trên giá mắc báo hiệu giai đoạn cuối của quá trình kéo sợi. Đồng thời lúc này tiếp điểm TK của thiết bị chương trình đóng mạch role RTr1.

Tiếp điểm thường đóng RTr1 ngắt thiết bị chương trình và khi đó W3 của MA1 được nối thêm điện trở R3 để giảm tốc độ của động cơ M1.

Sau đó tấm vòng nâng lên trên, ấn vào tiếp điểm KB3 ở đầu trên, role trung gian RTr3 đóng, chuẩn bị đóng RTr4.

Khi công tắc cuối trên bánh lệch tâm KB đóng thì role trung gian RTr4 tác động, đóng điện cho nam châm NC. Khi đó cơ cấu tấm vòng rời khỏi bánh lệch tâm quấn sợi, qua tay đòn, ấn lên công tắc cuối của bánh cóc KB4 để đóng...

Công tắc tơ K3 đóng cùng với role thời gian RTh4, RTh2 và động cơ Đ3 thả vành được đóng. Role RTh1 được chỉnh sao cho Đ1 làm việc đến lúc thả vành thì bị ngắt (quay theo quán tính) đảm bảo quấn chậm cần trên cọc sợi.

Sau khi tiếp điểm thường đóng RTh1 mở thì K1 mất điện, ngắt động cơ Đ1, còn Đ2, Đ3 được dừng khi tiếp điểm role thời gian RTh2 mở. Hệ thống truyền động trở về trạng thái ban đầu.

Động cơ Đ2 liên kết với tấm vòng qua bộ truyền ma sát nhằm tránh sút võ lúc thả tấm xuống hoàn toàn. Tấm vòng khi thả, dè lên tiếp điểm KB1 tránh mở máy không đúng (đèn DH2 sáng).

Bảo vệ quá tải cho động cơ Đ1 nhờ role nhiệt RN.



## Chương 16

# TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ NHÓM MÁY DỆT

Sản phẩm cuối cùng của dây chuyền công nghệ sợi - dệt là vải. Vải được tạo thành trên máy dệt.

Sợi con được đưa qua các giai đoạn : đánh ống, mắc sợi, hồ sợi... rồi đưa vào máy dệt.

Trong dây chuyền công nghệ dệt tùy theo chức năng và đặc điểm công nghệ mà có các loại máy : máy quấn ống, máy mắc sợi, máy hồ, máy suốt, máy dệt ; các máy hoàn thiện như máy văng sấy, máy in hoa.

Trong phần này sẽ giới thiệu trang bị điện điện tử của một số máy như : máy mắc, máy dệt, máy in hoa.

### §16.1. TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY MẮC SỢI

#### 1. Đặc điểm công nghệ

Búp sợi hay ống sợi sau khi đánh ống được đưa sang gian mắc để quấn sợi lên thùng mắc (trục mắc) với số sợi nhất định và có chiều dài nhất định tùy thuộc vào khổ rộng của vải yêu cầu.

Quá trình mắc sợi phải đảm bảo các yêu cầu sau :

- Không làm thay đổi tính chất cơ lí của sợi.
- Sức căng của tất cả các sợi phải đều nhau và không đổi trong suốt quá trình mắc sợi.
- Sợi quấn lên trục mắc phải phân phối đều theo chiều rộng của trục mắc để mặt cuộn sợi của trục là hình trụ.

- Bảo đảm quấn đủ chiều dài quy định.

Tùy theo tính chất của vải và công nghệ mà có các phương pháp mắc sau :

##### a) Mắc đồng loạt :

Mỗi trục mắc được quấn một phần số sợi dọc của vải trên toàn bộ khổ rộng của trục. Sau đó một số  $n$  trục mắc được ghép với nhau và quấn lên thùng dệt sao cho tổng số sợi của  $n$  trục mắc bằng số sợi yêu cầu trên thùng dệt.

Phương pháp này cho năng suất cao nhưng phế phẩm nhiều, thường dùng cho sợi bông.

##### b) Mắc phân băng :

Sợi được ghép lại với nhau thành băng và quấn lên trên một đoạn của trục mắc. Đến khi đủ chiều dài quy định thì cắt băng sợi đi và quấn tiếp vào một băng khác bên cạnh băng đó, cho đến khi tổng số sợi của các băng bằng số sợi trên thùng dệt.

Mắc phân băng thường dùng cho sợi tơ, sợi nhiều màu. Phương pháp này năng suất thấp nhưng phế phẩm ít, nên dùng cho các loại sợi đắt tiền.

c) *Mắc phân đoạn :*

Các trục mắc ở đây tương đối ngắn và mỗi trục được quấn một số sợi nhất định, có độ dài tương đương độ dài sợi của thùng dệt. Sau đó đem n trục mắc ghép với nhau thành hàng ngang và quấn lên thùng dệt.

Phương pháp này thường áp dụng trong ngành dệt kim đan dọc.

Dựa vào các phương pháp mắc mà có các loại : máy mắc đồng loạt, máy mắc phân băng, máy mắc phân đoạn và máy mắc đặc biệt.

## 2. Lực kéo sợi, đặc tính máy mắc và yêu cầu truyền động điện máy mắc

a) *Lực kéo sợi trong khi mắc sợi*

Độ căng của sợi có ý nghĩa lớn đối với quá trình công nghệ tiếp theo của máy dệt. Độ căng của sợi lớn quá làm cho độ giãn lớn, dẫn đến hay đứt sợi. Độ căng không đều nhau của sợi sẽ ảnh hưởng đến chất lượng của vải. Do đó, trong quá trình mắc phải đảm bảo lực căng của sợi là không đổi.

Trong quá trình mắc, sợi phải chịu các lực căng sau :

+) Lực căng  $F_{k1}$  khi quấn sợi, được xác định theo công thức :

$$F_{k1} = \frac{G \cdot f \cdot r}{\rho} \quad , \quad [N] \quad (16-1)$$

Trong đó :  $r$  - bán kính lõi thùng sợi mắc, [m]

$f$  - hệ số ma sát

$G$  - trọng lượng thùng sợi mắc, [N]

$\rho$  - bán kính thùng sợi mắc, [m]

Khối lượng thùng sợi mắc bao gồm khối lượng lõi thùng sợi và khối lượng sợi trên thùng mắc.

+) Lực căng phụ sinh ra lúc mở máy do quán tính của thùng mắc :

$$F_{k2} = \frac{\varepsilon \cdot J}{\rho} \quad , \quad [N] \quad (16-2)$$

Trong đó :  $J$  - mômen quán tính của thùng mắc, [ $\text{kgm}^2$ ]

$\varepsilon$  - gia tốc góc của thùng mắc [ $\text{s}^{-2}$ ].

Nếu  $t$  là thời gian từ lúc mở máy đến khi thùng mắc đạt gia tốc  $\varepsilon$  không đổi thì :

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t} = \frac{v}{\rho \cdot t}$$

Với  $v$  - vận tốc sợi kéo [m/s]

Khi đó :

$$F_{k2} = \frac{v \cdot J}{\rho^2 \cdot t}$$

Từ đó thấy rằng, để lực căng  $F_{k2}$  không tăng nhanh và không lớn thì cần tăng tốc độ quấn  $v$  lên từ từ.

+) Lực căng khi mắc sợi

Lực căng khi mắc sợi bằng tổng lực căng sinh ra do tháo sợi từ búp, do ma sát của sợi, do sức cản không khí khi sợi chuyển động.

Ví dụ : lực căng sợi khi mắc do ảnh hưởng của không khí được tính theo công thức :

$$F_{k3} = k \cdot \frac{Q}{2} \cdot v^2 \cdot d \cdot l_0, [N] \quad (16-3)$$

trong đó :

$k$  - hệ số sức cản

$Q$  - khối lượng riêng của không khí  $[kg/m^3]$

$v$  - tốc độ sợi kéo  $[m/s]$

$d$  - đường kính sợi  $[m]$

$l_0$  - độ dài đoạn sợi cần xác định lực căng  $[m]$

b) Đặc tính máy mắc và yêu cầu truyền động điện của máy mắc :

+) Đặc tính :

Tốc độ của hệ máy mắc nói chung có phạm vi điều chỉnh tốc độ  $D \approx 4 : 1$ .

Trong phạm vi tốc độ này, độ căng của sợi cũng có thể xác định theo công thức kinh nghiệm :

$$F = 0,048 v - b$$

Trong đó :  $F$  - độ căng của sợi.

$v$  - tốc độ dài của sợi mắc (m/ph)

$b$  - hằng số, thường  $b = 8 \div 14$ .

Trong quá trình làm việc phải đảm bảo lực căng không đổi để đáp ứng được các yêu cầu công nghệ.

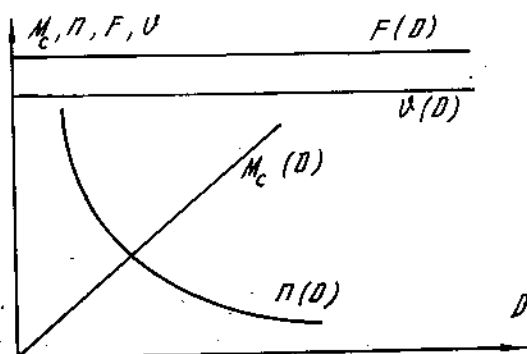
Vì vậy, cần duy trì tốc độ dài không đổi :

$$v = \pi \cdot D \cdot n$$

Trong đó :  $D$  - đường kính của trục mắc.

$n$  - tốc độ quay của trục mắc.

Do đó khi mắc sợi, đường kính  $D$  của trục mắc tăng lên thì tốc độ quay của trục mắc cần phải giảm xuống theo luật hypecbon như hình 16-1



Hình 16-1. Sự phụ thuộc của lực căng, tốc độ dài sợi, mômen, tốc độ quay vào đường kính trục mắc.

Đường 1 : quan hệ giữa lực căng và đường kính trục mắc.

Đường 2 : quan hệ giữa tốc độ dài của sợi và đường kính trục mắc.

Đường 3 : quan hệ giữa mômen phụ tải và đường kính

Đường 4 : quan hệ giữa tốc độ quay của trục mắc với đường kính trục mắc.

+) Yêu cầu truyền động điện :

Hệ thống truyền động điện và điều khiển phải đảm bảo sao cho :

- Đồng nhất độ căng trong quá trình quấn sợi và tốc độ dài của sợi là hằng số để đảm bảo sợi được phân bố đều trên bề mặt của trục không lõi lõm.

Từ các quan hệ ở hình 2-1, nhận thấy, để đáp ứng được yêu cầu trên thì hệ truyền động điện phải điều chỉnh tốc độ sao cho giữa  $P_c = \text{const}$ , nghĩa là  $M_c$  tỉ lệ nghịch với tốc độ quay của trục quán.

- Khởi động phải êm và thay đổi tốc độ êm để tránh đứt sợi, vì vậy độ tinh điều chỉnh tốc độ càng gần 1 càng tốt.

- Hãm nhanh, trong các máy mắc thường dùng hãm động năng.

- Phải có tín hiệu báo dừng máy khi sợi bị đứt, khi gút sợi quá to so với yêu cầu, khi sợi đứt đầu mối, khi trục đã đầy sợi.

- Điều khiển máy từ xa và dải điều chỉnh tốc độ rộng.

Các hệ thống truyền động điện thường dùng :

- Hệ thống cơ không đồng bộ kết hợp với bộ truyền cơ khí để thay đổi tốc độ.

- Hệ MDKD - Đ, thay đổi tốc độ động cơ bằng thay đổi điện áp phát ra của máy điện khuếch đại và thay đổi từ thông của động cơ.

- Hệ chỉnh lưu - Đ (không điều khiển), thay đổi tốc độ bằng thay đổi điện áp động cơ (nhờ biến áp cung cấp nguồn cho chỉnh lưu) và thay đổi từ thông động cơ.

- Hệ T - Đ, thay đổi tốc độ động cơ ở cả hai vùng : điện áp và từ thông động cơ.

- Hệ biến tần BT - Đ.

### 3. Sơ đồ điều khiển máy mắc sợi 4142

Máy mắc sợi 4142 (Đức) có nhiệm vụ cung cấp sợi dọc cho các máy dệt. Các sợi dọc này được lấy từ 290 - 600 búp sợi. Tùy theo từng mặt hàng mà số sợi được quấn vào trục mắc nhiều hay ít.

Trên máy mắc sợi 4142 có các động cơ truyền động sau :

- Động cơ Đ1 là động cơ một chiều có công suất  $P = 4\text{KW}$ , truyền động cho trục mắc.

- Động cơ Đ2 là động cơ không đồng bộ ba pha lồng sóc có công suất  $P = 0,09\text{ kW}$ , quạt mát cho động cơ chính.

- Động cơ Đ3 có công suất  $0,37\text{ kW}$ , truyền động cho cơ cấu nâng dàn sợi.

- Động cơ Đ4 công suất  $P = 0,18\text{kW}$ , dùng để kẹp sợi.

- Động cơ Đ5 - dùng để nâng hạ bàn sợi.

Sơ đồ điều khiển máy mắc sợi 4142 được vẽ ở hình (2-2a,b)

Động cơ truyền động chính Đ1 được cấp nguồn từ bộ chỉnh lưu điều khiển cầu một pha không đối xứng gồm 2 thyristor và 2 diốt.

Hệ thống truyền động điện được thực hiện theo hệ thống kín với hai mạch vòng điều chỉnh tốc độ và điều chỉnh dòng điện. Hệ thống điều khiển tạo xung được xây dựng trên nguyên tắc thẳng đứng.

Sơ đồ của hệ thống điều chỉnh và điều khiển (tương tự như của máy dệt kim).

Tốc độ động cơ được điều chỉnh bằng điều chỉnh điện áp phản ứng của động cơ.

Bộ biến đổi được đóng vào nguồn điện lưới nhờ côngtắcto Đg. Động cơ D1 được nối vào BBD nhờ các côngtắcto KT (hoặc KN). Điện áp chủ đạo đặt tốc độ cho động cơ được lấy trên chiết áp  $R\omega 1$  (tốc độ thấp) hoặc  $R\omega 2$  (khi động cơ quay ngược trong trường hợp gỡ rối sợi),  $R\omega 3$  (ở chế độ làm việc tự động).

Trong quá trình làm việc, đường kính trục mắc tăng dần lên, để đảm bảo lực căng và tốc độ dài không đổi, tốc độ góc của trục mắc và do đó tốc độ động cơ phải giảm đi tương ứng. Để thực hiện được yêu cầu đó, sợi được đặt trên thanh nâng, trên thanh nâng đặt một côngtắc từ. Khi đường kính của trục mắc tăng lên làm cho sợi không vít vào thanh nâng, làm mạch từ được khép kín. Thanh nâng được nâng lên nhờ động cơ D5 (hình 16-2a) truyền động qua hộp tốc độ, đồng thời qua một bộ giảm tốc cơ khí, con trượt của biến trở  $R_k$  di chuyển theo hướng tăng từ thông ; tốc độ có xu hướng giảm xuống tương ứng với đường kính trục mắc. Tốc độ của động cơ trong quá trình động đó sẽ được ổn định nhờ hệ thống truyền động điện thực hiện theo hệ thống kín.

Sơ đồ điều khiển tự động truyền động điện đảm bảo cho máy có thể làm việc tự động ở mọi cấp tốc độ, ổn định tốc độ, tự động dừng máy khi đủ số vòng, chiều dài, hoặc khi có lỗi : đứt sợi, gút sợi quá to...

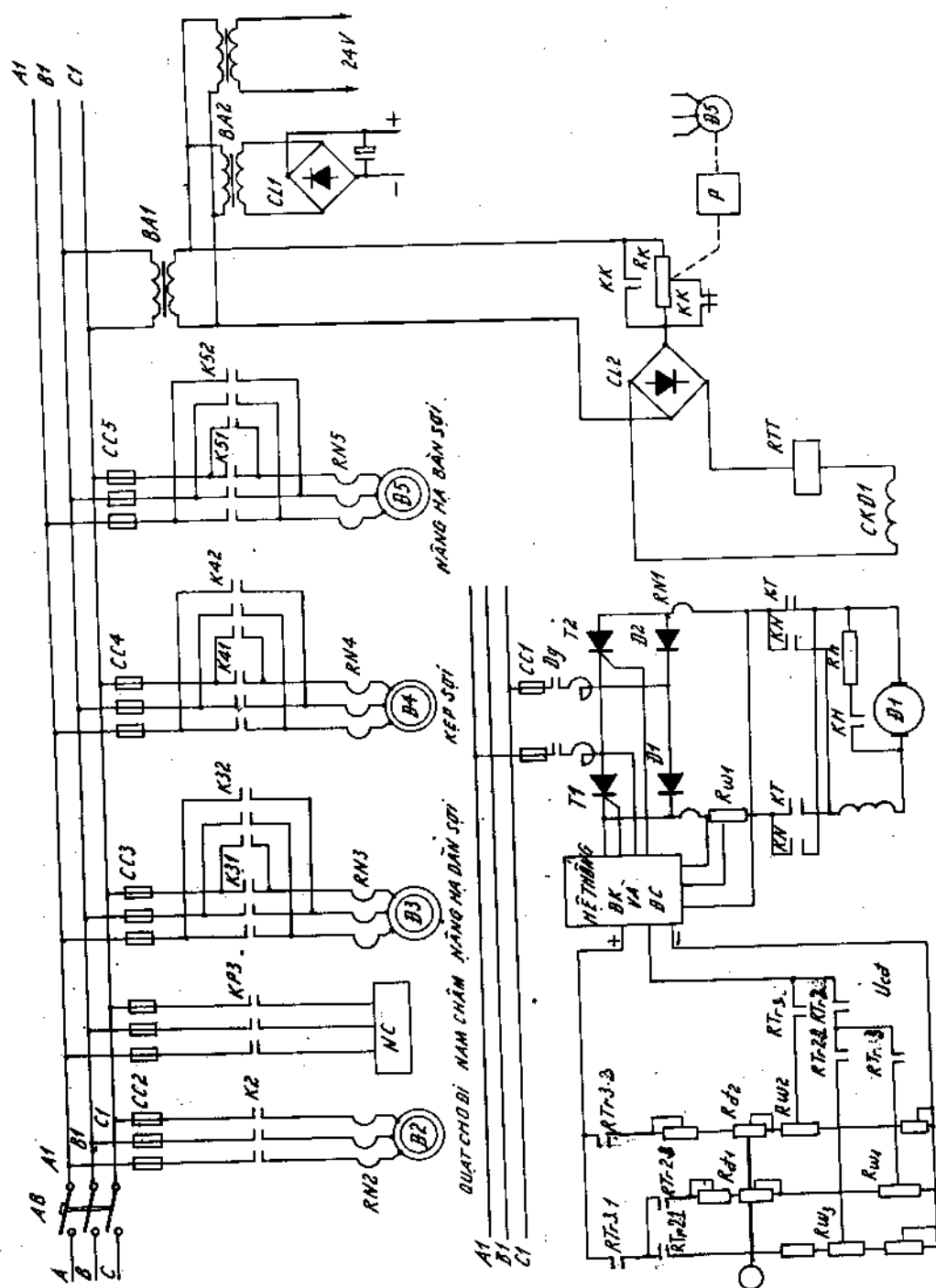
Để chuẩn bị làm việc, đóng aptomat AB, mạch động lực và điều khiển được cấp nguồn, côngtắcto K2 có điện, động cơ quạt mát cho động cơ chính quay, đồng thời các role RTr31, RTr32 có điện, cấp nguồn cho khối chiết áp đặt tốc độ.

Quá trình khởi động máy được diễn ra ở 2 giai đoạn : chạy tốc độ thấp đảm bảo QTQĐ êm, không đứt sợi ; sau đó tăng tốc độ lên trong chế độ làm việc tự động. Để khởi động máy ở chế độ tốc độ thấp, người vận hành đập bàn đập  $M_2$  hoặc  $M_{22}$ , role trung gian RTr2 có điện, làm cho RTr23 có điện ; chiết áp  $R\omega 1$  ứng với tốc độ thấp được nối vào nguồn và điện áp chủ đạo nhỏ  $U_{cd1}$  được đặt vào BBD. Đồng thời KP1 mất điện, lần lượt các côngtắcto KP2, KT, Rth, KP3 có điện. Cuộn nam châm NC có điện ; nối trục động cơ và trục mắc. Động cơ D1 được nối vào BBD với cực tính điện áp thuận tương ứng với chiều quấn sợi nhờ KT ; côngtắcto KK có điện, nối ngắn mạch biến trở  $R_k$  ; từ thông động cơ sẽ đạt trị số định mức  $\phi_{dm}$  ; do xuất hiện dòng kích từ role kiểm tra từ thông RTT tác động, đóng điện cho role RKT, và cuối cùng là côngtắcto Đg có điện, BBD được cung cấp nguồn xoay chiều. Động cơ chính D1 khởi động và quay với tốc độ thấp. Sau khi sợi đã được quấn ổn định vào trục mắc, người vận hành có thể tăng tốc độ quấn sợi bằng ấn nút  $M1$  hoặc  $M11$  ; role RTr1 có điện, RTr2 mất điện, dẫn đến RTr23 mất điện ; role RTr21, RTr22 có điện ; điện áp chủ đạo sẽ được lấy trên chiết áp  $R\omega 3$  có giá trị lớn. Đồng thời, côngtắcto KK mất điện, biến trở  $R_k$  được đưa vào mạch kích từ, từ thông động cơ giảm đi, động cơ D1 tăng tốc độ đến trị số đặt ban đầu tương ứng với tốc độ dài yêu cầu khi quấn và đường kính trục mắc ban đầu. Trong quá trình quấn sợi, tốc độ động cơ và tốc độ trục mắc sẽ được điều chỉnh và ổn định tương ứng với đường kính trục mắc để đảm bảo tốc độ dài của sợi không đổi.

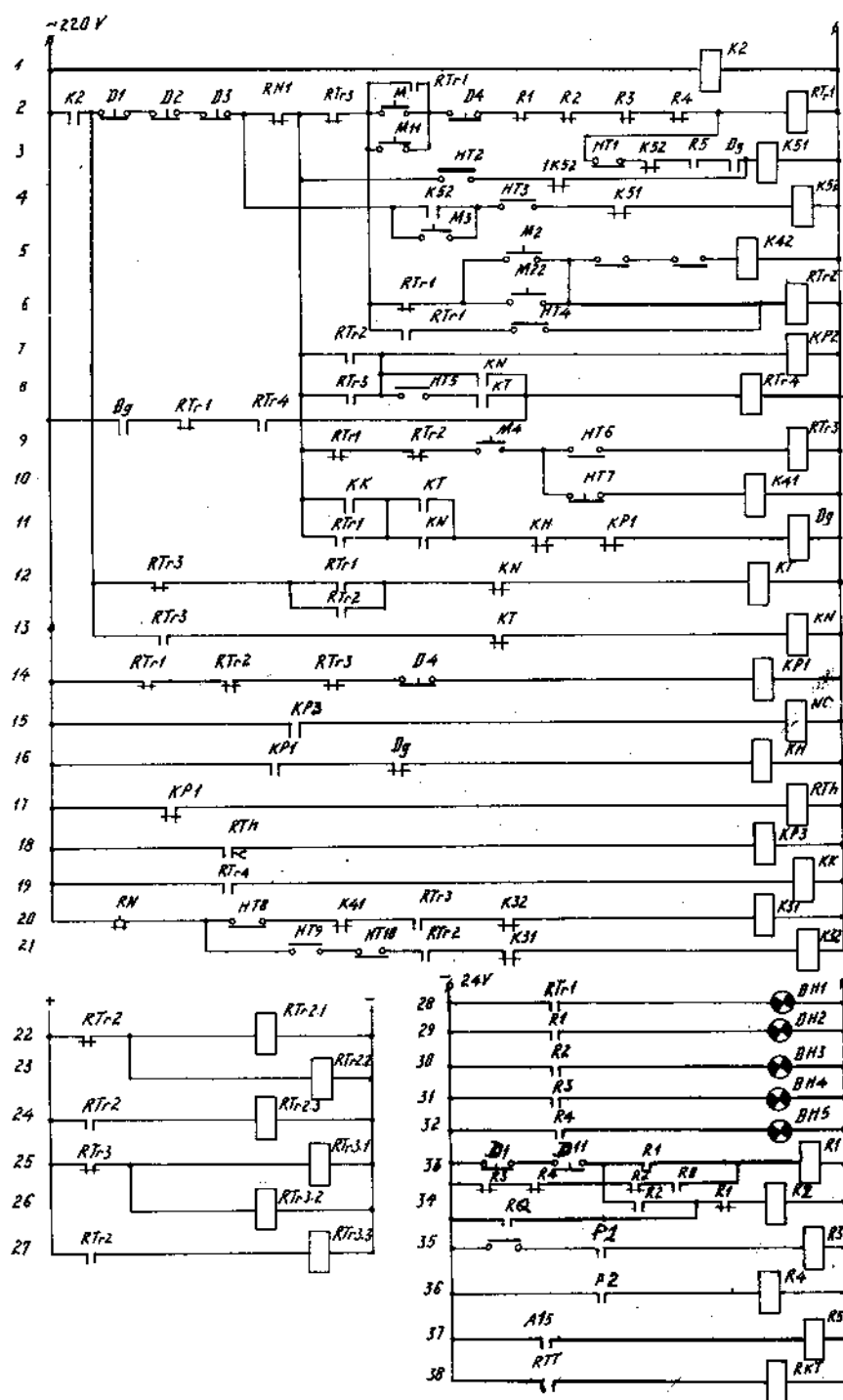
Để dừng máy, ấn nút D1 (hoặc D11), role RTr1 mất điện, dẫn đến KP1 có điện, RTh, Đg mất điện, BBD được cắt khỏi nguồn xoay chiều và côngtắcto KH có điện, động cơ D1 được hãm động năng. Sau thời gian chỉnh định của RTh, côngtắcto KP3 mất điện, trục mắc được kẹp chặt lại nhờ NC.

Khi sợi quấn đủ vòng và chiều dài thì tiếp điểm của dattric đo số vòng và độ dài P1, P2 kín, role R3, R4 có điện, dẫn đến role RTr1 mất điện.

Trong quá trình mắc sợi, sợi đứt sẽ tì lên thanh lamen và tiếp điểm R<sub>0</sub> của xenxo báo đứt sợi sẽ kín, role R1 có điện, sẽ cắt mạch điện của RTr1.



Hình 16-2a. Sơ đồ nguyên lý hệ thống truyền động điện máy mắc sợi (phần mạch lực).



Hình 16-2b. Sơ đồ nguyên lý hệ thống truyền động điện máy mắc sợi (phần mạch điều khiển).

Trong trường hợp gút sợi quá to, tiếp điểm RQ của xenxơ quay do độ dày của sợi sẽ đóng, role R2 có điện cũng dẫn đến cắt điện RTr1.

Quá trình dừng máy trong các trường hợp trên xảy ra tương tự như khi ấn nút D1 (D11).

Khi sợi bị đứt và bị quấn vào trục mắc, để nối sợi, người vận hành phải quay ngược trục quấn, tải sợi ngược lại. Thực hiện điều đó bằng ấn nút M4 để RTr3 có điện, côngtắc KN, K31 role RTr33, K41 có điện, động cơ được nối vào BBD với cực tính ngược lại, điện áp chủ đạo được lấy trên chiết áp  $R_{\omega 2}$  có trị số bé, dần sợi được nâng lên và sợi được kẹp. Kết quả trục mắc quay ngược với tốc độ thấp, sợi được tải ra.

Mạch điều khiển bàn nâng :

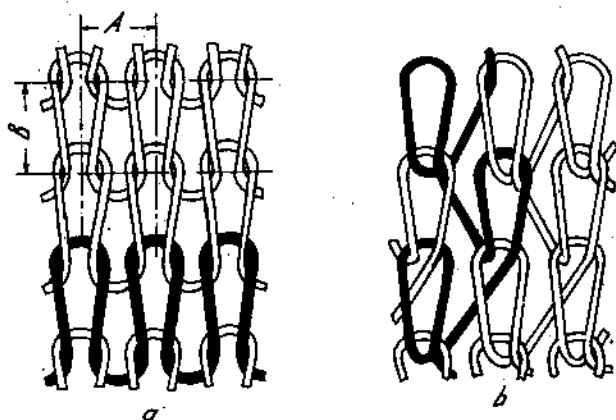
Như đã phân tích, trong quá trình mắc sợi vào trục mắc, bàn nâng được nâng lên cùng với sự tăng của đường kính trục mắc, như vậy cứ sau mỗi lần quấn sợi, bàn nâng được nâng lên ở mức độ nhất định tùy theo đường kính trục quấn lớn, bé và độ dài của sợi quấn vào trục.

Để thực hiện mắc sợi vào một trục mới, phải hạ bàn nâng xuống vị trí thấp nhất bằng nút ấn M3, côngtắc K52 có điện, đóng điện cho động cơ nâng hạ bàn Đ5, bàn nâng được hạ xuống, đồng thời do có liên hệ cơ khí, con trượt biến trở  $R_k$ , các chiết áp  $R_{d1}$ ,  $R_{d2}$  cũng di chuyển về vị trí ban đầu. Khi bàn được hạ xuống vị trí thấp nhất, tiếp điểm côngtắc hành trình HT3 hở, cắt điện K52, động cơ Đ5 mất điện. Công tác hành trình HT1, HT2 hạn chế giới hạn cao nhất của bàn nâng.

## §16.2. SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN MÁY DỆT KIM

### 1. Khái niệm về máy dệt kim

Dệt kim là ngành chuyên môn trong công nghệ sợi dệt, được hình thành và phát triển trong khoảng 100 năm nay và tiến độ rất rộng lớn. Sản phẩm dệt kim thường gồm các loại quần áo may sẵn dùng để mặc lót và mặc ngoài như may ô, sơ mi, bít tất, găng tay...



Hình 16-3. Vải dệt kim.

a) Vải đan ngang; b) Vải đan dọc.

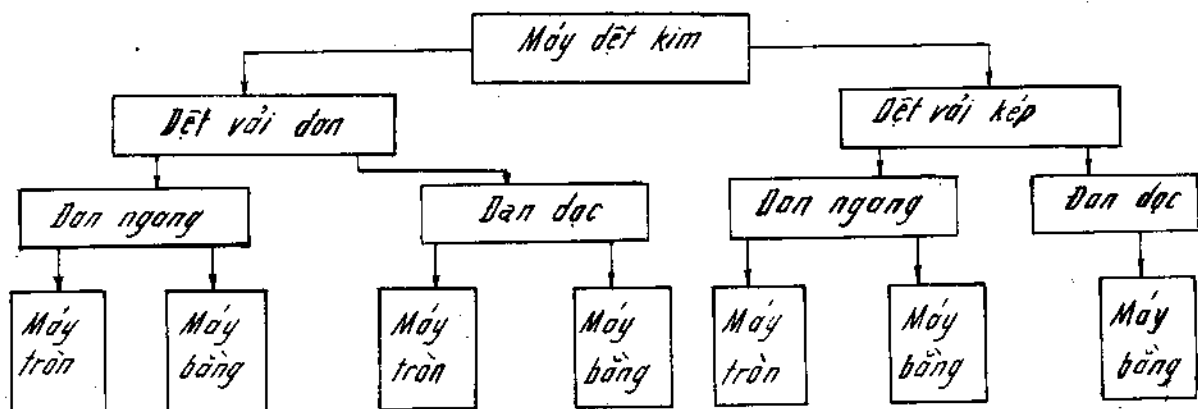
So với dệt thoi thì quá trình sản xuất dệt kim tương đối đơn giản, sợi chỉ cần qua công đoạn chuẩn bị như đánh ống hoặc mắc sợi là có thể đưa vào máy dệt kim, khác với vải dệt thoi, vải dệt kim là do các vòng sợi liên kết với nhau mà tạo thành vải (hình 16-3).

Máy dệt kim thuộc loại máy có độ chính xác và trình độ tự động hóa cao. Máy dệt kim có rất nhiều loại, phần lớn là máy gia công sợi thành vải có dạng hình ống tròn hoặc từng tấm rộng và dài. Một số máy có thể gia công sợi thành sản

phẩm hoặc nửa thành phẩm : bít tất, găng tay, áo len sợi v.v... Căn cứ vào cấu tạo máy và cấu tạo vải dệt được trên máy, có thể phân loại máy dệt kim như sơ đồ hình 16-4.



## 2. Sơ đồ điều khiển máy dệt kim 5621 (Đức) (hình 16-5)



Hình 16-4. Sơ đồ phân loại máy dệt kim.

Động cơ truyền động chính D1 là động cơ một chiều được cung cấp từ bộ chỉnh lưu điều khiển thyristor (T1-T4) nối theo sơ đồ cầu 1 pha đối xứng. Bộ chỉnh lưu được cấp nguồn qua côngtắc K1. Đầu vào của bộ chỉnh lưu là hai cuộn kháng không khí  $L_k$  có tác dụng hạn chế tốc độ tăng dòng điện.

Hệ thống truyền động điện được thực hiện theo hệ kín với hai mạch vòng điều chỉnh : mạch vòng dòng điện và mạch vòng tốc độ. Bộ điều chỉnh dòng điện có cấu trúc PI (tỉ lệ tích phân) được thực hiện trên cơ sở khuếch đại thuật toán A2 và mạch phản hồi R15, C2. Các tín hiệu vào gồm : tín hiệu điện áp đặt dòng điện là tín hiệu điện áp ra của bộ điều chỉnh tốc độ đưa đến điện trở R13, tín hiệu điện áp phản hồi âm dòng điện phản ứng được lấy từ khối đo lường dòng điện, đặt vào điện trở R14. Điện áp ra là điện áp điều khiển  $U_{dk}$  đặt vào bộ so sánh tạo xung.

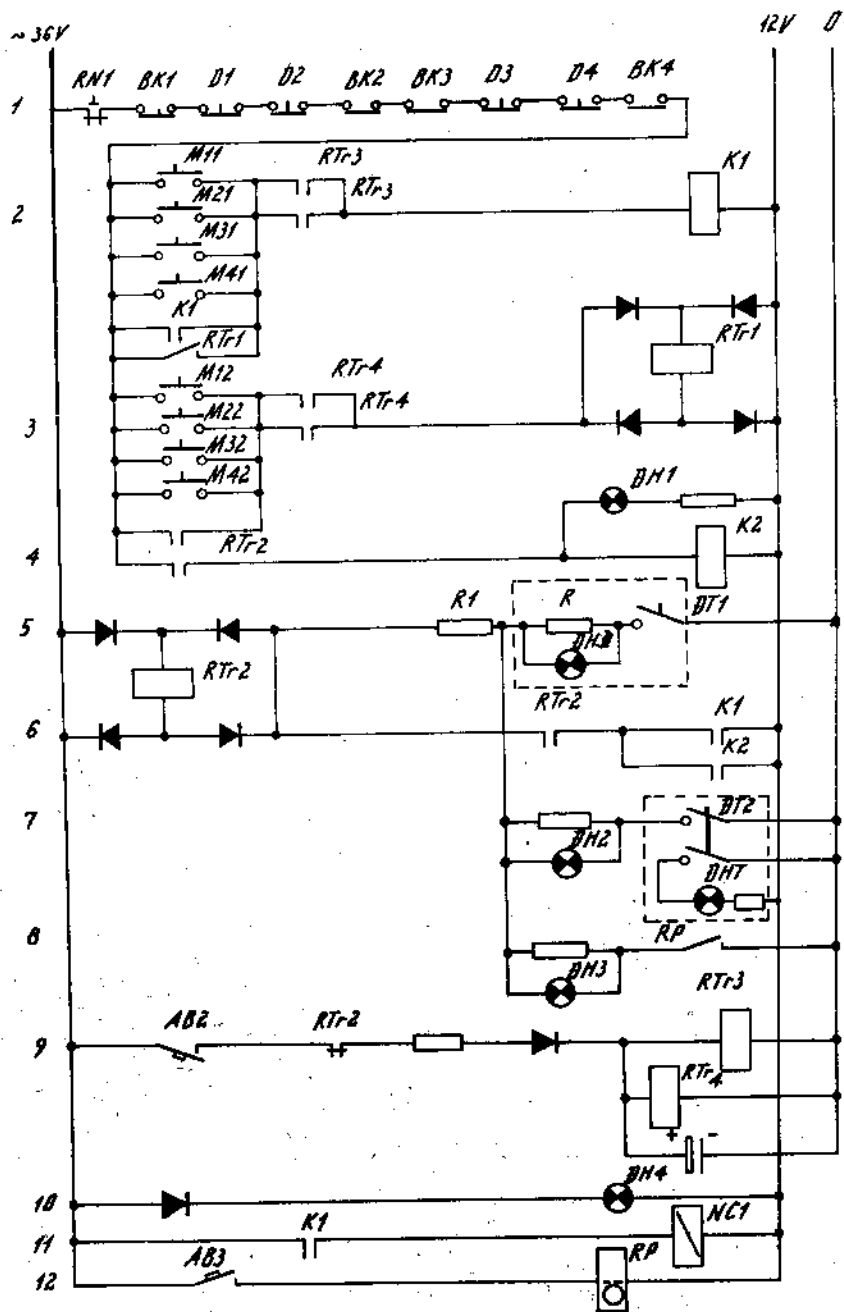
Bộ điều chỉnh tốc độ cũng có cấu trúc PI, có tác dụng nâng cao chất lượng của hệ. Tín hiệu điện áp đặt tốc độ được lấy trên biến trở  $Rw1$  (ở chế độ tự động) hoặc trên biến trở  $Rw2$  (chế độ làm việc tốc độ thấp). Tín hiệu điện áp tương đương với phản hồi âm tốc độ, được tạo thành bởi 2 điện áp. Phản hồi âm điện áp phản ứng động cơ qua phân áp  $R_8$  đặt vào điện trở  $R_7$  và phản hồi dương dòng điện phản ứng đặt vào điện trở  $R_5$ . Chính định  $R_8$  và chọn  $R_5$ ,  $R_7$  sao cho bù được hoàn toàn sụt áp trong phản ứng động cơ  $I_a R_u$ .

Sơ đồ điều khiển tự động đảm bảo cho máy có thể làm việc ở 2 chế độ : dệt vải với tốc độ cao và làm việc với tốc độ thấp trong thời gian ban đầu của quá trình dệt và khi cần hiệu chỉnh.

Điều khiển máy được thực hiện bằng 4 bộ nút ấn đặt ở 4 trụ của máy, đảm bảo người công nhân có thể vận hành thuận tiện. Mỗi bộ nút ấn gồm : Nút chạy chậm (M12 + M42), nút chạy nhanh (M11 + M41) và nút dừng máy D1 + D4.

Trên máy vòng có các liên động sau : Khi cửa tủ điện đã đóng, tiếp điểm công tác của BK1 và 2 tiếp điểm của "lấy vải" (BK2, BK3) kín. Khi trục vải chưa nặng quá trọng lượng cho phép, tiếp điểm công tác hành trình BK4 kín.





Hình 16-5b. Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển tự động máy dệt kim 5621.

Dừng máy bằng ấn nút D1 + D4. Côngtactơ K1 mất điện, bộ biến đổi bị cắt khỏi nguồn, động cơ D1 được hãm tự do.

Để báo đứt sợi trên, dưới thì trên máy có hai hệ thống xenơ DT1, DT2. Mỗi xenơ có một tiếp điểm và một đèn chỉ thị (LED). Khi đứt sợi, do sợi tỳ vào tiếp điểm làm tiếp điểm kín, đèn chỉ thị sáng, người công nhân có thể biết vị trí sợi bị đứt. Đồng thời, do tiếp điểm kín (hàng 5, 7) nên role RTr2 có điện, đóng điện cho côngtactơ K2, các role RTr3, RTr4 mất điện, do đó K1 mất điện. Bộ biến đổi được cắt khỏi nguồn và động cơ được hãm động năng, phần ứng động cơ được nối vào điện trở R<sub>s</sub> bằng tiếp điểm K2.

Khi lượng vải dệt đã đủ chiều dài, tiếp điểm RP (hàng 8) kín, dẫn đến RTr2 có điện và tương tự như trên, động cơ Đ1 được hãm động năng.

NC1 là cuộn nam châm của van bơm dầu bôi trơn.

Trong quá trình làm việc nếu cửa tủ điện, cửa lấy vải mở hoặc trục quần vải tụt xuống chạm vào các công tắc hành trình BK1-BK4 thì côngtắcto K1 mất điện ; động cơ bị cắt điện và hãm tự do tương tự như khi ấn nút dừng D1-D4.

Các đèn tín hiệu :

ĐH4 - đèn chỉ thị nguồn điều khiển

ĐH3 - đèn chỉ thị đủ độ dài vải cần dệt.

ĐH2 - báo dứt sợi trên (đèn bên ngoài).

ĐH1 - hãm động năng.

Các đèn (LED) : DHD, DHT - báo dứt sợi dưới, trên.

Động cơ Đ2 kéo quạt làm mát cho động cơ chính Đ1. Động cơ Đ3 kéo quạt làm mát cho bộ phận dệt vải.

## Chương 17

# TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY IN VẢI

### §17.1. ĐẶC ĐIỂM CÔNG NGHỆ MÁY IN VẢI

Phân xưởng in nhuộm là một trong những công đoạn cuối cùng của nhà máy dệt trước khi cho ra thành phẩm. Vải sau khi đã được tẩy trắng hoặc đã nhuộm màu được đưa đến máy in vải.

Công đoạn in vải được thực hiện theo nguyên tắc sau :

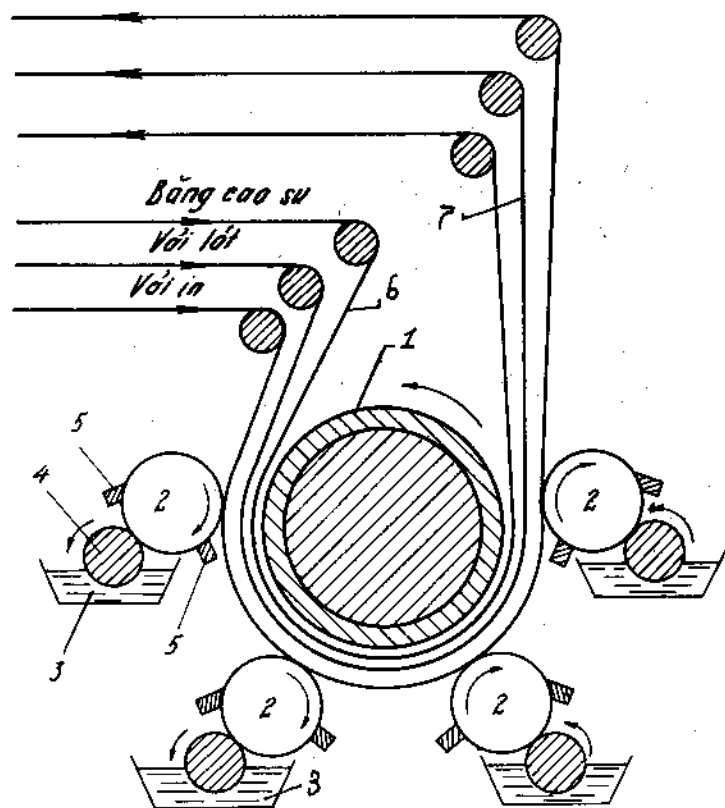
Vải được trải căng trên quả lô in, còn các trục in 2 mang hồ in lăn trên quả lô in 1 và in màu lên vải. Sơ đồ mô tả công nghệ in vải được trình bày ở hình 17 - 1.

Mỗi trục in lấy hồ ở máng hồ 3 nhờ trục lấy hồ 4. Tùy thuộc vào số lượng màu in trên vải mà số trục in có thể nhiều hoặc ít, thường số trục in có thể là 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16. Vì lô in bằng thép cứng nên không thể quấn trực tiếp vải lên lô để in được,

nên vải in được lót bằng một lớp vải cao su 6. Ngoài ra, để đảm bảo chất lượng, vải in còn được lót bằng một lớp vải lót 7.

Các lớp vải in, vải lót và cao su trước khi vào và sau khi ra khỏi lô in đều đi qua các hệ thống giá căng và vuốt mép vải. Lớp vải cao su sau khi đi ra khỏi lô in được quay trở lại vị trí ban đầu. Lớp vải lót được tách ra khỏi máy ngay phía trước buồng sấy. Lớp vải in sau khi đã in xong được đi qua buồng sấy để làm khô.

Để giữ cho lớp vải in hoàn toàn nằm ở giữa bề rộng của lớp vải lót cũng như lớp vải cao su, ở máy in có bố trí một hệ thống tự động điều chỉnh mép vải. Sau khi đi ra khỏi buồng sấy thì thành phẩm hoàn chỉnh là vải hoa.



Hình 17-1. Sơ đồ công nghệ in vải.

## §17.2. XÁC ĐỊNH PHỤ TẢI CỦA ĐỘNG CƠ TRUYỀN ĐỘNG CHÍNH MÁY IN

Phụ tải của động cơ truyền động chính máy in gồm có 4 thành phần (hình 17-2)

1) Công suất  $P_1$  cần thiết để khắc phục lực ma sát giữa các trục in và quả lô in :

$$P_1 = \frac{M_1 \cdot \omega_1}{1000}, \quad [\text{kW}]$$

vì  $M_1 = F \cdot r_1 \cdot \mu_1$  và  $\omega_1 = \frac{v_1}{r_1}$

do đó  $P_1 = \frac{F \cdot r_1 \cdot v_1 \cdot \mu_1}{1000 \cdot r_1} = \frac{F \cdot \mu_1 \cdot v_1}{1000}, \quad [\text{kW}]. \quad (17-1)$

Trong đó :

- $M_1$  - mômen quay trục in, [Nm]
- $\omega_1$  - tốc độ góc của trục in [rad/s]
- $v_1$  - tốc độ dài của trục in [m/s]
- $F$  - lực ép của trục in lên quả lô in, [N]
- $\mu_1$  - hệ số ma sát giữa trục in và quả lô in.
- $r_1$  - bán kính trục in [m].

2) Công suất  $P_2$  khắc phục lực ma sát giữa ngồng trục in và cổ trục in :

$$P_2 = \frac{M_2 \cdot \omega_2}{1000} = \frac{F \mu_2 v_2}{1000}, \quad [\text{kW}] \quad (17-2)$$

Ở đây :  $M_2$  - mômen quay của cổ trục in, [Nm]

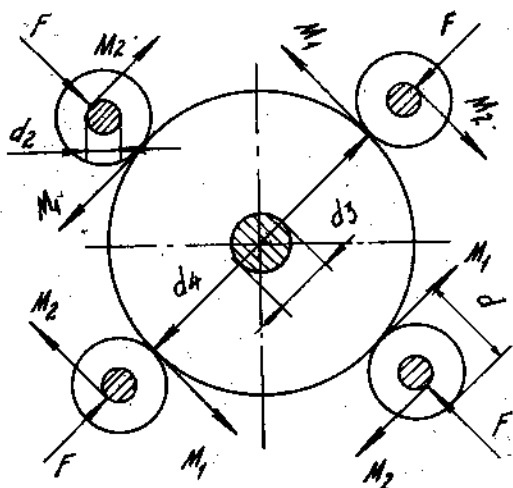
$v_2$  - tốc độ dài của ngồng trục, [m/s]

$\mu_2$  - hệ số ma sát giữa ngồng trục và trục.

$r_2$  - bán kính ngồng trục trục in [m].

Vì :

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{d_2}{d_1}$$



nên :  $P_2 = \frac{F \mu_2 v_1 d_2}{1000 d_1}, \quad [\text{kW}] \quad (17-3)$

Hình 17-2. Phụ tải của động cơ truyền động chính máy in.

3) Công suất  $P_3$  khắc phục lực ma sát giữa ngồng trục và trục của quả lô in.

$$P_3 = \frac{M_3 \cdot \omega_3}{1000} = \frac{T \cdot v_3}{1000}, \quad [\text{kW}] \quad (17-4)$$

ở đây :  $T$  - lực ma sát trên ngồng trục quả lô in, [N]

$v_3$  - tốc độ dài của ngồng trục quả lô in, [m/s]

$r_3$  - bán kính ngồng trục, [m].

vì :

$$v_3 = v_4 \cdot \frac{d_3}{d_4}$$

nên :

$$P_3 = \frac{T \cdot v_4 \cdot d_3}{1000 \cdot d_4}, \quad [\text{kW}] \quad (17-5)$$

ở đây :

$d_4$  - đường kính quả lô in, [m]

$v_4$  - tốc độ dài quả lô in, [m/s].

4) Công suất cần thiết để khắc phục lực ma sát trong bộ truyền được xác định bởi hiệu suất của bộ truyền và nếu chú ý rằng,  $v_1 = v_4 = v$  - tốc độ của băng vải được in [m/s] thì công suất tổng của động cơ truyền động máy in là :

$$P = \frac{v}{1000 \eta} \left[ x \cdot F (\mu_1 + \mu_2 \cdot \frac{d_2}{d_1}) + T \frac{d_3}{d_4} \right], \quad [\text{kW}] \quad (17-6)$$

ở đây :  $x$  - số trục in.

Từ công thức (2-9), nhận thấy rằng, phụ tải của động cơ truyền động máy in tăng khi tăng số trục in, lực ép lên quả lô in, tốc độ của máy và lực ma sát ở cổ trục. Phụ tải giảm khi tăng đường kính của trục in và quả lô in. Ngoài ra, công suất còn phụ thuộc vào sự bố trí các trục in. Khi bố trí các trục in đối xứng thì công suất giảm.

### §17.3. YÊU CẦU ĐỐI VỚI HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN

Phạm vi điều chỉnh tốc độ của máy in là  $D = (6 \div 10)/1$ . Tốc độ thấp nhất là  $(7 \div 15)$  m/ph ; tốc độ cao nhất không nhỏ hơn 70m/ph (máy một trục in có thể đạt tới 100 m/ph). Điều chỉnh tốc độ cần êm, trơn.

Động cơ truyền động máy in cần có đặc tính cơ có độ cứng cao, vì trong thời gian làm việc, áp lực lên quả lô in có thể thay đổi, dẫn đến thay đổi mômen quay. Tốc độ động cơ khi đó cần thay đổi ít.

Để đảm bảo khởi động bình thường, máy in hoa cần mômen khởi động lớn  $M_{kd} \geq 2,5M_{dm}$ .

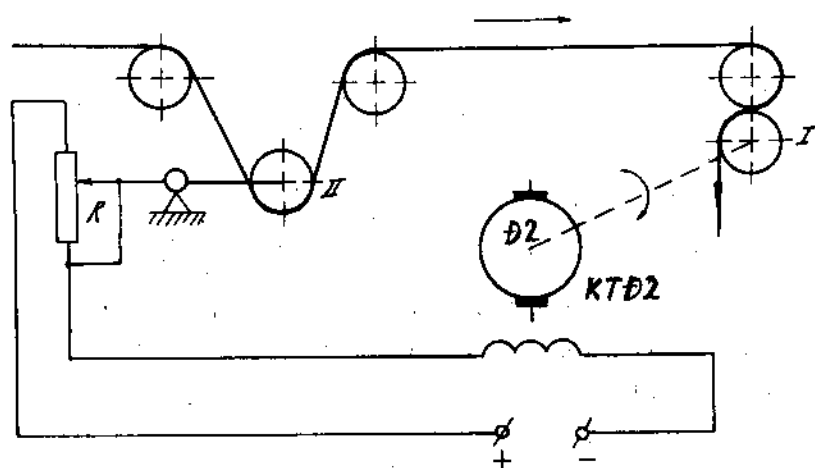
Máy cần dừng nhanh. Nếu không hãm dừng nhanh có thể gây ra phế phẩm vải nhiều, giảm năng suất.

Hệ thống điều khiển máy tiện lợi và thích hợp, đảm bảo thao tác dễ dàng.

## §17.4. SƠ ĐỒ ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG CHÍNH MÁY IN HOA ELITEX

Để truyền động cho máy in hoa Elitex (Tiếp), người ta sử dụng 5 động cơ một chiều cấp điện từ một bộ biến đổi thyristor. Động cơ D1 có công suất 31kW truyền động quay quả lô in. Tốc độ in của máy tương ứng với tốc độ quay của động cơ, có thể điều chỉnh từ 30m/ph đến 60m/ph. Tốc độ in trong quá trình làm việc được duy trì không đổi.

Động cơ D2, D3 làm nhiệm vụ kéo lớp vải lót, có công suất 2kw. Động cơ D4, D5 để kéo vải in. Các động cơ điện D1 ÷ D5 được đóng và cắt khỏi nguồn nhờ các côngtắcto T, L. Để đảm bảo tự đồng bộ tốc độ của các lớp vải in, vải lót, vải cao su trước và sau quả lô in, trên máy có đặt bốn giá căng trùng làm việc theo cùng một nguyên tắc là điều khiển từ thông các động cơ D2 ÷ D5, sơ đồ nguyên lý của hệ thống tự động đồng bộ tốc độ cho ở hình 17-3.



Hình 17-3. Hệ thống đồng bộ tốc độ cao động cơ.

Động cơ D quay sẽ kéo trục I quay, trục II hoàn toàn tự do. Nếu do một nguyên nhân nào đó mà vải bị căng (có nghĩa là tốc độ động cơ D2 lớn) thì trục II được nâng lên và điện trở R giảm, từ thông động cơ tăng lên, tốc độ động cơ giảm xuống và vải sẽ trùng lại. Nếu vải bị trùng thì ngược lại, trục II

được hạ xuống điện trở R tăng, từ thông động cơ giảm làm tốc độ động cơ tăng lên.

Bộ chỉnh lưu thyristor cung cấp nguồn cho năm động cơ D1 ÷ D5 được nối theo sơ đồ cấu chỉnh lưu không đối xứng gồm ba diốt D1, D2, D3 và ba thyristor T1, T2, T3, có van đệm D<sub>0</sub>, không có biến áp đầu vào. Đầu vào bộ chỉnh lưu là aptomat tổng AT, tiếp điểm động lực của công tắc Dg, ba cuộn kháng L<sub>k</sub> có chức năng hạn chế tốc độ tăng dòng điện phản ứng  $\frac{di}{dt}$ .

Hệ thống truyền động điện là hệ thống kín với hai mạch vòng điều chỉnh: mạch vòng điều chỉnh dòng điện và mạch vòng tốc độ. Bộ điều chỉnh dòng điện có cấu trúc PI (bộ tỷ lệ - tích phân) thực hiện trên cơ sở khuếch đại thuật toán A2 và mạch phản hồi R<sub>13</sub>, C<sub>2</sub>. Hai tín hiệu điện áp đặt tới đầu vào bộ điều chỉnh dòng điện: tín hiệu điện áp chủ đạo là tín hiệu ra của bộ điều chỉnh tốc độ đặt vào qua điện trở R10 và tín hiệu phản hồi tỉ lệ với dòng điện phản ứng động cơ được thực hiện bởi khối đo dòng điện DOI. Điện áp đầu ra bộ đo dòng điện tỉ lệ với dòng điện phản ứng đặt vào đầu vào bộ điều chỉnh dòng điện qua điện trở R11.

Bộ điều chỉnh tốc độ có cấu trúc PI thực hiện bằng khuếch đại thuật toán A1 và mạch phản hồi R<sub>6</sub>, C<sub>1</sub>. Điện áp chủ đạo (tín hiệu đặt tốc độ động cơ) lấy từ chiết áp

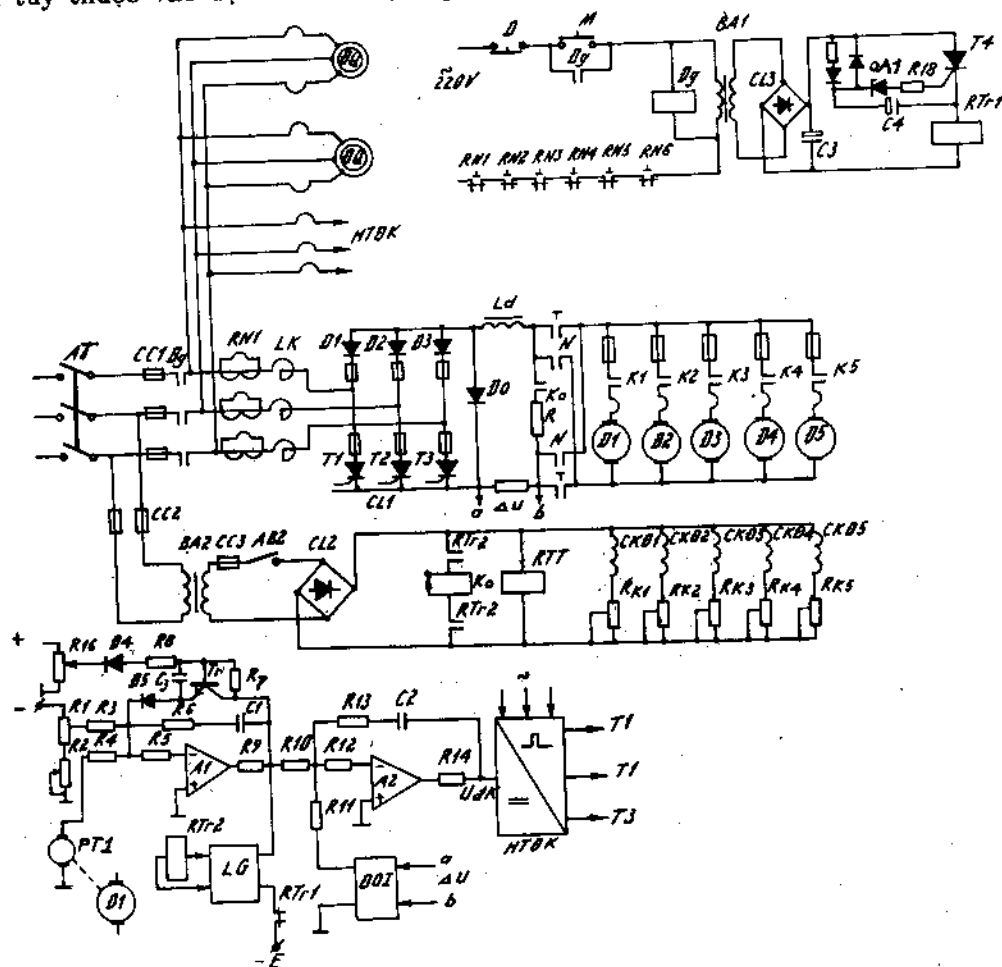


R1 đặt vào A1 qua điện trở R<sub>3</sub>. Điện áp phản hồi tốc độ lấy từ máy phát tốc FT1 qua điện trở R4 đưa tới đầu vào bộ điều chỉnh tốc độ.

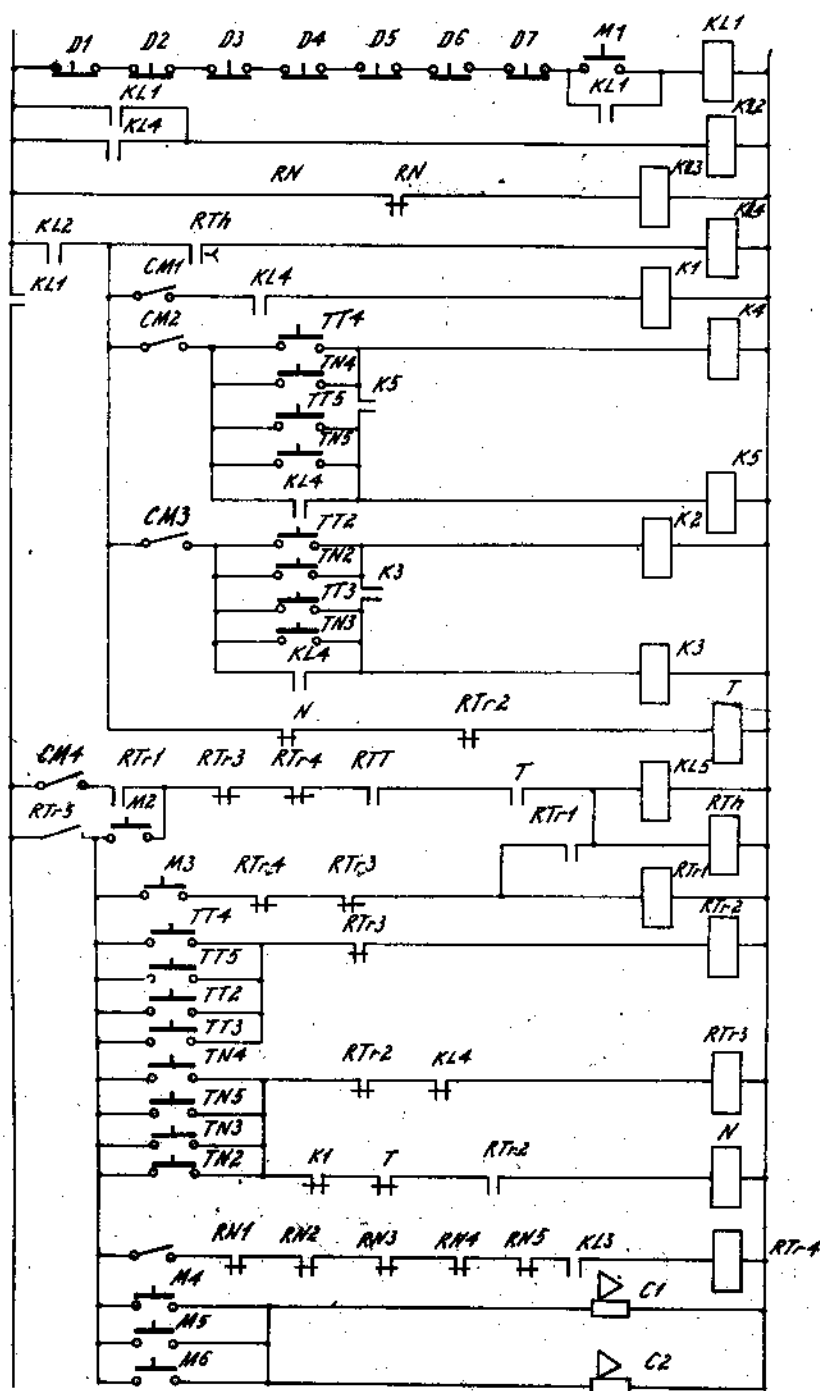
Điện áp ra U<sub>dk</sub> của bộ điều chỉnh dòng điện đặt vào bộ tạo xung (HTĐK) để mở thyristor. Các xung điều khiển thông qua biến áp xung tới điều khiển các thyristor.

Dòng điện động cơ được hạn chế nhờ hạn chế điện áp đầu ra của bộ điều chỉnh tốc độ, thực hiện bởi một khâu gồm transistor T1, diốt D4, điện trở R7, R8, R15, R16. Trên chiết áp R16 đặt một điện áp U<sub>ng</sub> có cực tính như hình vẽ. Khi điện áp ra của bộ điều chỉnh tốc độ có trị số nhỏ hơn U<sub>ng</sub> thì tranzistor T1 khóa. Khi điện áp đó lớn hơn U<sub>ng</sub> thì T1 thông, điện áp ra bộ điều chỉnh tốc độ được duy trì ở mức điện áp ngưỡng U<sub>ng</sub>.

Đóng nguồn xoay chiều cho bộ chỉnh lưu CL1 qua ấn nút M. Nếu tất cả các role nhiệt RN1 (bảo vệ quá tải cho bộ chỉnh lưu CL1), RN2 (bảo vệ cho mạch điều khiển chỉnh lưu 1), RN3 ; RN4 (mạch điều khiển truyền động điện) RN5 và RN6 (các động cơ quạt cho bộ chỉnh lưu) không tác động thì khi ấn nút M, côngtactơ Đg có điện các bộ CL1, CL3 được cung cấp điện áp xoay chiều, tụ C4 được nạp điện và khi điện áp trên C4 vượt quá trị số ổn áp của OA1 thì T4 thông, role trung gian RTri có điện ; đóng tiếp điểm trong mạch tạo xung, cung cấp nguồn một chiều cho mạch điều khiển, cho phép mạch tạo xung phát xung cho các thyristor. Điện áp ra của bộ CL1 sẽ thay đổi tùy thuộc vào độ lớn của điện áp chủ đạo (lấy trên điện trở R1).



Hình 17-4a. Sơ đồ nguyên lý hệ thống truyền động máy in hoa ELITEX.



Hình 17-4b. Sơ đồ nguyên lý hệ điều khiển máy in hoa ELITEX.

Khi ấn nút dừng D, côngtactơ Đg mất điện, cắt nguồn cấp cho CL1. Role RTr1 mất điện, cắt mạch tạo xung và động cơ dừng lại.

Trong quá trình làm việc, nếu một trong các role nhiệt RN1 ÷ RN6 tác động thì quá trình dừng cũng xảy ra như trên.

Nguyên lý làm việc của sơ đồ điều khiển tự động (hình 17-4) đảm bảo hai chế độ làm việc tự động và chế độ thử máy.

Ở chế độ làm việc tự động : đóng các công tắc chuyển mạch CM1, CM2, CM3, CM4 sang vị trí 1.

Ấn nút M1, côngtăcơ KL1 có điện, tiếp điện cho KL2, đóng mạch chuẩn bị cho máy làm việc. Ấn nút M3, role RTr1 có điện, tiếp điểm thường mở của nó đóng điện cho RTh, côngtăcơ KL5 ; tiếp điểm RTh đóng mạch cho côngtăcơ KL4, tiếp theo các côngtăcơ K1, K5, K4, K3, K2 có điện đóng các động cơ Đ1, Đ5, Đ4, Đ3, Đ2 tương ứng, đến đầu ra của bộ chỉnh lưu điều khiển. Muốn tăng tốc độ, ấn nút "+" động cơ xecvô quay thuận kéo con trượt biến trở R1 di chuyển về phía tăng  $U_{\text{cđ}}$ . Để giảm tốc độ, ấn nút "-", động cơ xecvô quay ngược, con trượt biến trở R1 di chuyển theo chiều ngược, điện áp chủ đạo giảm. Công tắc tơ T luôn có điện, đảm bảo điện áp đầu ra bộ chỉnh lưu đạt tới phản ứng các động cơ Đ1 + Đ5 có chiều tương ứng với quá trình in vôi.

Chế độ thử máy có thể thực hiện : chạy thử riêng, chạy thuận hoặc chạy ngược các động cơ truyền động cho các bộ phận của máy. Ở chế độ chạy thử : đặt công tắc CM4 ở vị trí "không", lúc đó role RTh, côngtăcơ KL4 không có điện.

Khi cần chạy thử riêng động cơ kéo vôi in Đ4 đặt ở phía đầu ra buồng sấy, ấn nút TT4, Role RTr2, côngtăcơ K4 có điện, động cơ Đ4 quay. Nếu ấn TT5 thì côngtăcơ K5, K4 có điện và cả hai động cơ Đ5, Đ4 đều quay.

Để đảo chiều Đ4, Đ5 trong cả hai trường hợp : chỉ riêng động cơ Đ4 hoặc cả hai động cơ ấn nút TN4 hoặc TN5. Khi đó role RTr3 có điện, RTr2 mất điện, côngtăcơ T mất điện, N có điện. Điện áp đặt tới phản ứng các động cơ bị đảo dấu, đồng thời tương ứng là côngtăcơ K4 hoặc K4 và K5 có điện ; các động cơ Đ4, Đ5 quay ngược.

Tương tự có thể thử các động cơ kéo vôi lót Đ2, Đ3 bằng các nút ấn TT2, TT3 và TN2, TN3.

Trong quá trình sản xuất, người công nhân muốn dừng toàn máy có thể ấn một trong các nút ấn dừng Đ1 + Đ8 được bố trí ở các vị trí thao tác dọc theo máy. Khi làm việc ở chế độ làm việc tự động, cũng có thể dừng máy bằng các nút ấn Đ9 + Đ15.

Trong sơ đồ có các liên động và bảo vệ sau : khi mất điện áp kích từ, role RTT nhà, côngtăcơ KL5, role RTh, RTr1 mất điện, dẫn đến côngtăcơ KL4 mất điện, tương ứng các côngtăcơ K1, K5 mất điện, các động cơ Đ1 + Đ5 bị cắt nguồn.

Trong quá trình làm việc, một trong các động cơ Đ1 + Đ5 bị quá tải dẫn đến một trong các role nhiệt tương ứng RN1 + RN5 tác động thì role RTr4 mất điện, quá trình xảy ra tương tự như trên.

Điện trở R được nối vào đầu ra Bộ chỉnh lưu CL1 bằng tiếp điểm, K<sub>0</sub> đảm bảo sự xác lập điện áp chỉnh lưu khi chưa có động cơ nào được nối vào bộ chỉnh lưu CL1.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Đình Tiến, Phạm Duy Nhi.  
Trang bị điện và tự động hóa máy cắt gọt kim loại và máy nâng - vận chuyển.  
ĐHBK - 1982.
2. Nguyễn Thành.  
Trang bị điện thiết bị luyện kim và gia nhiệt. ĐHBK - 1975.
3. Nguyễn Minh Tuyển.  
Bơm - Máy nén - Quạt trong công nghiệp - 1985.
4. Giáo trình thủy lực đại cương và máy bơm. ĐHBK - 1978.
5. А.П. Яковлев и др...  
Электросварка. Москва. 1970.
6. Б.И. Сатовский.  
Современные карьерные экскаваторы. Москва. 1971.
7. М.В. Бариев.  
Электрооборудование одноковшовых экскаваторов.
8. Ш.И. Калиш и др...  
Шахтные вентиляторы. Москва. 1972.
9. В.В. Серебренников и др...  
Справочник машиниста насосных и компрессорных установок. Москва. 1986.
10. И.З. Зайченко и др...  
Пластинчатые насосы и гидромоторы. Москва. 1976.
11. М.М. Фотиев.  
Электрооборудование предприятий чёрной металлургии. М. 1980.
12. А.В. Донской и др...  
Высокочастотные электротермические установки с ламповыми генераторами. М. 1974.
13. О.Н. Браткова.  
Источники питания сварочной дуги. М. 1982.
14. W. Schilling  
Thyristortechnik. Muchen. Wien. 1968.
15. R. Coughlin, F. Droscholl.  
Operational amplifiers and linear integrated circuits. Englewood Cliffs. 1977.
16. Gaston Francois Küss.  
L'air comprimé industriel. Paris. 1985.

# MỤC LỤC

Lời nói đầu

Trang  
3

## PHẦN I TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CÁC MÁY NÂNG - VẬN CHUYỂN

### Chương 1 NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN

§1.1. Khái niệm chung	5
§1.2. Phân loại máy nâng - vận chuyển	6
§1.3. Đặc điểm đặc trưng cho chế độ làm việc của hệ truyền động điện máy nâng - vận chuyển	7
§1.4. Hệ truyền động dùng trong các máy nâng - vận chuyển	8

### Chương 2 TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CẤU TRÚC

§2.1. Những đặc điểm cơ bản của hệ truyền động và trang bị điện cấu trúc	9
§2.2. Tính chọn các phần tử trong hệ truyền động điện và trang bị điện cấu trúc	9
§2.3. Một số sơ đồ khống chế cấu trúc điển hình	23

### Chương 3 TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ THANG MÁY VÀ MÁY NÂNG

§3.1. Khái niệm chung	28
§3.2. Phân loại và các thông số kỹ thuật cơ bản của thang máy	29
§3.3. Tính chọn công suất động cơ truyền động thang máy	30
§3.4. Ảnh hưởng của tốc độ, gia tốc và độ dật (đạo hàm bậc nhất của gia tốc) đối với hệ truyền động thang máy	32
§3.5. Dùng chính xác buồng thang	34
§3.6. Các hệ truyền động điện dùng trong thang máy và máy nâng	37
§3.7. Tự động khống chế thang máy dùng các phần tử logic	43

### Chương 4 TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ VÀ TỰ ĐỘNG HÓA MÁY XÚC

§4.1. Khái niệm chung và phân loại	45
§4.2. Chế độ làm việc của máy xúc	46
§4.3. Các yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động điện các cơ cấu của máy xúc	48
§4.4. Tính chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu của máy xúc	50
§4.5. Trang bị điện - điện tử máy xúc một gầu thuận ЭКГ-4	56
§4.6. Trang bị điện - điện tử máy xúc ЭКГ-4,6	60

Chương 5

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CÁC THIẾT BỊ VẬN TẢI LIÊN TỤC

§5.1. Khái niệm chung và phân loại	62
§5.2. Cấu tạo và thông số kĩ thuật của các thiết bị vận tải liên tục	62
§5.3. Những yêu cầu đối với hệ truyền động các thiết bị vận tải liên tục	66
§5.4. Tính chọn công suất động cơ truyền động thiết bị vận tải liên tục	66
§5.5. Trang bị điện - điện tử băng tải	68

PHẦN II

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ Lò ĐIỆN

Chương 6

LÒ ĐIỆN TRỞ

§6.1. Khái niệm chung và phân loại	70
§6.2. Yêu cầu đối với vật liệu làm dây đốt	71
§6.3. Tính toán dây đốt	72
§6.4. Sơ đồ khống chế nhiệt độ lò điện trở	76
§6.5. Sơ bộ về kết cấu lò điện trở	80

Chương 7

LÒ HỒ QUANG

§7.1. Khái niệm chung và phân loại	84
§7.2. Sơ đồ điện (thiết bị chính mạch lực) lò HQ	87
§7.3. Yêu cầu với các sơ đồ điều chỉnh điện cực lò HQ	91
§7.4. Một số sơ đồ khống chế dịch cực lò HQ	93
§7.5. Lò HQ chân không	97
§7.6. Lò HQ plasma	99
§7.7. Thiết bị khuấy trộn kim loại lỏng	102

Chương 8

LÒ CẢM ỨNG

§8.1. Khái niệm chung và phân loại	104
§8.2. Sự truyền năng lượng trong thiết bị gia nhiệt bằng tần số	106
§8.3. Các phần tử chính trong thiết bị gia nhiệt bằng tần số	109
§8.4. Một số sơ đồ khống chế thiết bị gia nhiệt bằng tần số	113

PHẦN III

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY HÀN ĐIỆN

Chương 9

KHÁI NIỆM CHUNG

§9.1. Phân loại các phương pháp hàn điện	119
§9.2. Các yêu cầu chung đối với nguồn hàn hồ quang	120
§9.3. Hệ số tiếp điện của nguồn hàn	120

Chương 10

CÁC NGUỒN HÀN HỒ QUANG

§10.1. Các nguồn hàn hồ quang xoay chiều	122
§10.2. Các nguồn hàn hồ quang một chiều	124
§10.3. Máy hàn hồ quang tự động	130

*Chương 11*  
**HÀN TIẾP XÚC**

§11.1. Khái niệm chung	134
§11.2. Hệ thống điều khiển máy hàn tiếp xúc	135

**PHẦN IV**  
**TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ CÁC MÁY NÉN, BƠM, QUẠT**

*Chương 12*  
**MÁY BƠM**

§12.1. Khái niệm chung	137
§12.2. Yêu cầu về trang bị điện cho bơm	144
§12.3. Sơ đồ khống chế bơm	145

*Chương 13*  
**QUẠT**

§13.1. Khái niệm chung	148
§13.2. Yêu cầu về trang bị điện cho quạt	151
§13.3. Sơ đồ khống chế quạt	153

*Chương 14*  
**MÁY NÉN**

§14.1. Khái niệm chung	160
§14.2. Yêu cầu về trang bị điện cho máy nén	165
§14.3. Tự động khống chế máy nén	166

**PHẦN V**  
**TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY SỢI, DỆT**

*Chương 15*  
**TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ NHÓM MÁY KÉO SỢI**

§15.1. Trang bị điện - điện tử máy sợi thô	170
§15.2. Trang bị điện - điện tử máy sợi len	173

*Chương 16*  
**TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ NHÓM MÁY DỆT**

§16.1. Trang bị điện - điện tử máy mắc sợi	177
§16.2. Sơ đồ điều khiển máy dệt kim	184

*Chương 17*  
**TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY IN VẢI**

§17.1. Đặc điểm công nghệ máy in vải	189
§17.2. Xác định phụ tải của động cơ truyền động chính máy in	190
§17.3. Yêu cầu đối với hệ thống truyền động điện	191
§17.4. Sơ đồ điều khiển hệ thống truyền động chính máy in hoa Elitex	192
Tài liệu tham khảo	196

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*  
Chủ tịch HĐQT kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI  
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập NGUYỄN QUÝ THAO

*Biên tập lần đầu :*

LẠI TRIỂN MIÊN

*Biên tập tái bản :*

TRẦN VĂN THẮNG - TRẦN TRỌNG TIẾN

*Trình bày bìa :*

ĐOÀN HỒNG

*Sửa bản in :*

PHÒNG SỬA BÀI (NXB GIÁO DỤC)

*Chế bản :*

PHÒNG CHẾ BẢN (NXB GIÁO DỤC)

---

**TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ MÁY CÔNG NGHIỆP DÙNG CHUNG**  
**Mã số: 7B154T6-CNĐ**

In 2.000 bản, khổ 19x27cm; in tại Công ty Cổ phần In TT-Huế,  
57 Bà Triệu - Huế. Số in: 1239; số đăng ký KHXB: 05-2006/CXB/  
4-1880/GD. In xong và nộp lưu chiểu tháng 02 năm 2006.



## TÌM ĐỌC SÁCH THAM KHẢO KỸ THUẬT CỦA NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

- |  |  |
|--|--|
| 1. Kỹ thuật đo lường các đại lượng vật lý - Tập một và tập hai | Phạm Thượng Hàn  |
| 2. Rơ le số lý thuyết và ứng dụng                              | Nguyễn Hồng Thái<br>Vũ Văn Tâm                         |
| 3. Máy điện trong thiết bị tự động                             | Nguyễn Phúc Hải<br>Nguyễn Hồng Thanh                   |
| 4. Công nghệ chế tạo máy điện và máy biến áp                   | Nguyễn Đức Sỹ  |
| 5. Sửa chữa máy điện và máy biến áp                            | Nguyễn Đức Sỹ  |
| 6. Kỹ thuật điện   | Đặng Văn Đào<br>Lê Văn Doanh                           |
| 7. Kỹ thuật điện 2   | Trần Minh Sơ   |
| 8. Kỹ thuật điện 3   | Hoàng Kim Hải  |
| 9. Mạng điện nông nghiệp                                       | Nguyễn Văn Sắc<br>Nguyễn Ngọc Kính                     |
| 10. Trang bị điện - điện tử (Máy công nghiệp dùng chung)       | Vũ Quang Hải<br>Nguyễn Văn Chất<br>Nguyễn Thị Liên Anh |
| 11. Trang bị điện - điện tử (Máy gia công kim loại)            | Nguyễn Mạnh Tiến<br>Vũ Quang Hải                       |
| 12. Trang bị điện tử công nghiệp                               | Vũ Quang Hải   |
| 13. Cơ sở tự động hóa - Tập một                                | Nguyễn Văn Hòa   |

*Bạn đọc có thể tìm mua tại các Công ti Sách - Thiết bị trường học ở các địa phương hoặc các Cửa hàng của Nhà xuất bản Giáo Dục:*

*Tại Hà Nội: 81 Trần Hưng Đạo, 57 Giảng Võ, 232 Tây Sơn, 23 Tràng Tiền, 25 Hàn Thuyên*

*Tại Đà Nẵng: 15 Nguyễn Chí Thanh*

*Tại Thành phố Hồ Chí Minh: 231 Nguyễn Văn Cừ, 240 Trần Bình Trọng*



**Giá: 18.700đ**