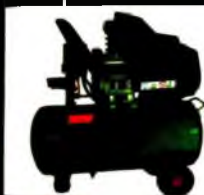


VŨ QUANG HỒI

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

MÁY CÔNG NGHIỆP DÙNG CHUNG



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

VŨ QUANG HỒI

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

MÁY CÔNG NGHIỆP DÙNG CHUNG

(Tái bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM



LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn sách *"Trang bị điện – điện tử máy công nghiệp dùng chung"* được biên soạn để làm tài liệu học tập cho sinh viên ngành Tự động hoá Xi nghiệp Công nghiệp của Trường Đại học Bách khoa Hà Nội và làm tài liệu tham khảo cho các cán bộ hoạt động trong lĩnh vực Tự động hoá từ năm 1994. Cuốn sách cũng đã được sử dụng ở một số trường Đại học kỹ thuật khác và đã giúp ích cho các cán bộ kỹ thuật làm việc trực tiếp hoặc gián tiếp với những máy đã được đề cập trong sách.

Sau hơn mười năm, với nhiều ý kiến đóng góp về nội dung của các cán bộ giảng dạy và bạn đọc, tác giả đã điều chỉnh lại nội dung cuốn sách cho phù hợp hơn với yêu cầu thực tiễn. Cuốn sách đã được biên soạn lại với những kiến thức cơ bản nhất nhưng vẫn cập nhật được sự tiến bộ của khoa học kỹ thuật và thực tế sản xuất.

Cuốn sách được viết theo hướng mở và cố gắng gợi ra những ứng dụng của nội dung. Sách gồm 4 chương, nội dung đề cập tới trang bị điện – điện tử của các máy:

Chương 1. Trang bị điện – điện tử các máy nâng vận chuyển.

Chương 2. Trang bị điện – điện tử lò điện.

Chương 3. Trang bị điện – điện tử máy hàn điện.

Chương 4. Trang bị điện – điện tử các máy thủy khí.

Mỗi loại máy đều được giới thiệu và phân tích quá trình công nghệ, đặc tính kỹ thuật, ứng dụng cơ bản, cơ sở lý luận và tính chọn công suất, loại động cơ truyền động cũng như gợi ý về hệ truyền động và phân tích một số sơ đồ điều khiển điển hình.

Mặc dù biên soạn lại nhưng cuốn sách cũng không thể tránh được các sai sót. Rất mong các thầy, cô giáo và bạn đọc góp ý để lần xuất bản sau cuốn sách được hoàn thiện hơn.

Các ý kiến đóng góp xin gửi về Công ty Cổ phần Sách Đại học – Dạy nghề (HEVOBCO), Nhà xuất bản Giáo dục, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

TÁC GIẢ

TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ CÁC MÁY NÂNG VẬN CHUYỂN

1.1. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG

Các máy nâng – vận chuyển (MN–VC) là các máy dùng để vận chuyển người và hàng hoá từ nơi này đến nơi khác, lên cao hoặc xuống thấp trong một phạm vi hẹp. Chúng không bao gồm các máy hoặc thiết bị chuyên chở xa như các phương tiện vận tải tham gia giao thông.

Các MN–VC đóng một vai trò rất quan trọng trong việc cơ giới hoá và tự động hoá các quá trình sản xuất cũng như các phương tiện tạo tiện nghi. Chúng đảm nhận vận chuyển một khối lượng lớn hàng hoá, vật liệu, nguyên liệu, sản phẩm trong một phân xưởng, giữa các phân xưởng của một nhà máy hoặc một dây chuyền sản xuất tự động v.v...

Trong khai thác khoáng sản, trên các công trình thuỷ lợi, thuỷ điện, trong xây dựng, trong các nhà máy chế tạo cơ khí, sản xuất ôtô, máy bay,... MN –VC đóng góp rất lớn vào việc tăng năng suất lao động, giảm thời gian thi công, giảm lao động thủ công nặng nhọc, thay đổi hình thức lao động.

Trong các nhà ở cao tầng, các văn phòng tập trung, các siêu thị, nhà ga máy bay, nhà ga xe điện ngầm, các máy nâng – vận chuyển giúp vận chuyển hành khách – hàng hoá nhanh chóng, thuận tiện.

Như vậy, các máy nâng – vận chuyển là các máy mà hiện nay không thể thiếu được trong mọi ngành sản xuất cũng như trong sinh hoạt hàng ngày.

1.1.1. Phân loại các máy nâng – vận chuyển

Có nhiều cách phân loại MN – VC (hình 1.1)

1.1.1.1. Theo phương vận chuyển hàng hoá

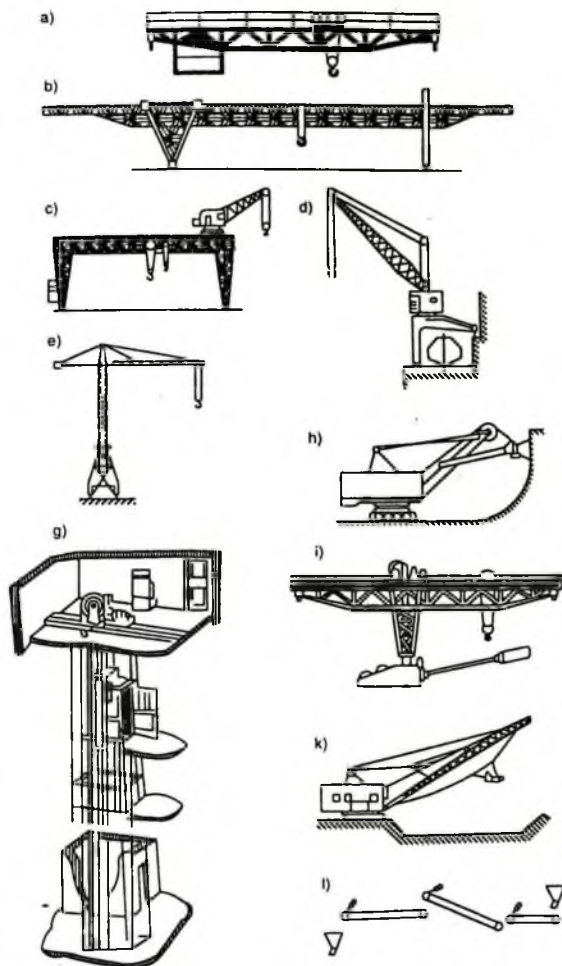
- Theo phương thẳng đứng: thang máy, máy nâng.
- Theo phương nằm ngang: băng chuyền, băng tải, thang chuyền.
- Theo phương nghiêng: xe kíp, băng chuyền, băng tải.
- Theo phương kết hợp: cần trục, cầu trục, máy xúc...

1.1.1.2. Theo cách di chuyển

- Đặt cố định: máy nâng, thang máy, thang chuyền, băng tải, băng chuyền...
- Di chuyển thẳng: cầu trục cảng, cần trục, cầu trục...
- Quay tròn một góc: cần trục xây dựng (cần cẩu tháp).
- Chuyển động phối hợp: máy xúc, cần cẩu cảng...

1.1.1.3. Theo cơ cấu bốc hàng

- a) Cơ cấu bốc hàng là thùng, cabin, gầu treo, gầu ngoạm.
- b) Cơ cấu bốc hàng là móc, xích treo, băng
- c) Cơ cấu bốc hàng là nam châm điện.



Hình 1.1. Các loại máy nâng – vận chuyển

- a) Cấu trúc móc hàng; b) Cổng trục; c) Cẩu cầu con dê; d) Cẩu trục cẩu; e) Cẩu cầu tháp;
- g) Thang máy; h) Máy xúc gầu thuận; i) Cấu trúc xương thép; k) Máy xúc gầu treo; l) Băng tải.

1.1.1.4. Theo chế độ làm việc

- a) Chế độ làm việc dài hạn: băng tải, băng chuyền, thang chuyền...
- b) Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại: máy xúc, thang máy, cần trục, cầu trục...

1.1.2. Đặc điểm đặc trưng cho chế độ làm việc hệ truyền động các máy nâng - vận chuyển

1.1.2.1. Điều kiện làm việc khó khăn

Điều kiện làm việc của các MN-VC rất khắc nghiệt dù ở trong nhà hay ngoài trời, đòi hỏi các thiết bị điện phải chịu đựng và làm việc tin cậy trong những điều kiện đó, đảm bảo an toàn, năng suất cao, tần suất đóng cắt lớn.

Ví dụ: cần cẩu, máy trục, máy xúc... làm việc ngoài trời phải chịu mưa, gió, bụi, hơi muối ở cảng biển, ẩm, nhiệt độ cao...

Các MN-VC làm việc trong các nhà máy có thể phải chịu ẩm, nhiệt độ cao, bụi (nhà máy luyện kim), chịu axit, bazơ (nhà máy hoá chất), chịu bụi (nhà máy khai thác, tuyển quặng)...

1.1.2.2. Mômen thay đổi theo tốc độ

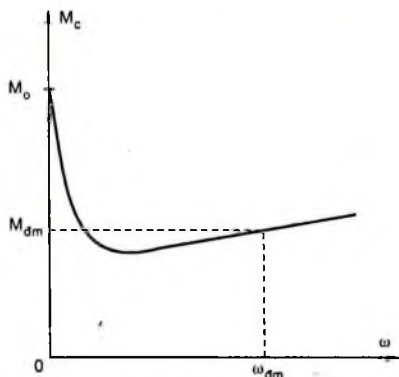
Các MN-VC thường phải mở máy với tải lớn nên mômen mở máy yêu cầu phải lớn. Mômen cản tĩnh lúc mở máy cũng tăng mạnh khi nhiệt độ môi trường giảm vào mùa lạnh làm tăng mômen ma sát trong các ổ đỡ, nhất là đối với băng chuyền, băng tải có rất nhiều con lăn ổ bi. Hình 1.2 cho mối quan hệ phụ thuộc giữa mômen cản tĩnh của động cơ truyền động và tốc độ của nó $M = f(\omega)$ trong các MN-VC.

Khi $\omega = 0$, mômen cản tĩnh gấp $(2 \div 2,5)$ M_c ở tốc độ định mức.

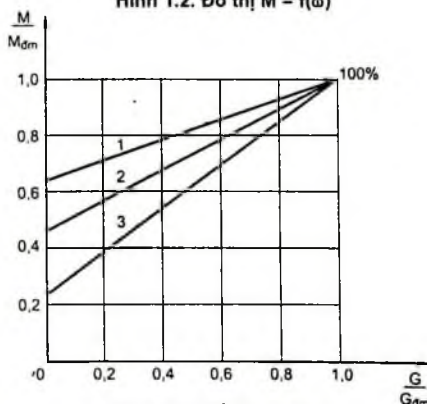
1.1.2.3. Mômen thay đổi theo tải

Trong MN-VC, mômen còn phụ thuộc vào tải, nhất là đối với cơ cấu nâng - hạ (hình 1.3).

Như hình 1.3, cơ cấu nâng - hạ của cầu trục khi không tải (không có tải trọng) sẽ chiếm $M_n = (15 - 25)\% M_{dm}$. Khi đầy tải là $100\% M_{dm}$. Riêng đối với cơ cấu nâng của cần trục, gầu ngoạm lại đạt tới $50\% M_{dm}$. Đối với cơ cấu di chuyển xe con, mang theo cơ cấu nâng hạ thì đạt $M_n = (35 - 50)\% M_{dm}$. Đối với xe cầu mang theo xe con thì đạt tới $M_n = (55 \div 65)\% M_{dm}$.



Hình 1.2. Đồ thị $M = f(\omega)$



Hình 1.3. Đồ thị $M = f(G)$

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

1.1.2.4. Yêu cầu về quá trình quá độ

Yêu cầu về quá trình quá độ của MN-VC là phải hạn chế gia tốc dương khi tăng tốc và gia tốc âm khi giảm tốc ở mức tối đa cho phép để chuyển động của MN-VC xảy ra êm nhằm tránh trao lắc nguy hiểm (cho hàng hoá), giật máy (gây đứt cáp, vỡ bánh răng) hoặc gây khó chịu cho người (đi thang máy, thang chuyển).

1.1.2.5. Yêu cầu về độ bền cơ khí, về khả năng chịu quá tải

Năng suất của MN-VC phụ thuộc hai yếu tố: tải trọng và tần suất bốc, xúc. Thường tải trọng mỗi lần bốc, xúc không như nhau và nhỏ hơn giá trị định mức nên hiệu suất máy chỉ đạt 60 – 70% định mức.

Nhưng với máy xúc lại hay bị quá tải vì người vận hành không lường được tải trọng và không biết phía dưới đất đá có gì vướng nên đòi hỏi chế tạo phải có độ bền lớn và có khả năng chịu quá tải tốt.

1.1.3. Xu hướng phát triển các hệ truyền động dùng trong máy nâng – vận chuyển

Các hệ truyền động dùng cho MN-VC thường là hệ truyền động động cơ điện một chiều và động cơ điện xoay chiều.

Động cơ điện xoay chiều với ưu điểm rẻ, hiệu quả kinh tế cao, sử dụng ngay điện lưới, đáp ứng được các yêu cầu (không quá khắt khe) về mở máy và điều chỉnh trong các MN – VC nên được sử dụng ưu tiên hơn động cơ điện một chiều. Động cơ điện một chiều phức tạp hơn về cấu tạo và sử dụng cần các nguồn một chiều kích từ và cấp cho phản ứng. Do vậy, nó chỉ được sử dụng khi có yêu cầu mà nếu dùng động cơ điện xoay chiều thì không đáp ứng được.

Nhờ kỹ thuật điện tử và kỹ thuật chế tạo các linh kiện bán dẫn công suất lớn, chịu điện áp cao ngày càng phát triển, hoàn thiện hơn nên các bộ nguồn một chiều dùng máy điện quay hoặc nguồn chỉnh lưu bán dẫn không điều chỉnh đã dần được thay thế bởi nguồn chỉnh lưu bán dẫn thyristo có điều khiển với nhiều ưu điểm nổi trội: độ tác động nhanh, độ nhạy cao, gọn, nhẹ và rẻ.

Cũng nhờ kỹ thuật điện tử và bán dẫn phát triển mà các phần tử đóng – cắt mạch không tiếp điểm đã dần chiếm ưu thế và thay cho các phần tử đóng – cắt có tiếp điểm (rơ le, công tắc tơ). Nhờ đó đáp ứng tốt hơn các yêu cầu về làm việc tin cậy, an toàn, tuổi thọ cao hơn, duy tu bảo dưỡng ít hơn.

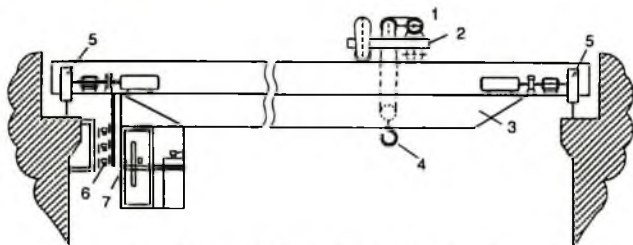
Hiện nay, trong truyền động các MN – VC, tùy yêu cầu và công suất, hai loại động cơ điện một chiều và xoay chiều vẫn được sử dụng. Khi sử dụng động cơ điện một chiều, nguồn cấp là các bộ chỉnh lưu có điều khiển dùng thyristo. Khi sử dụng động cơ điện xoay chiều, việc thay đổi tốc độ nhờ bộ điều áp xoay chiều dùng thyristo (hoặc triac) cấp cho phần cảm động cơ, còn phần ứng nếu là động cơ dây quấn sẽ dùng bộ biến đổi xung điện trở rôto.

Các luật điều khiển, lệnh điều khiển trong các MN – VC cũng được tạo lập và thực hiện nhờ các máy vi tính tại chỗ, các PLC kết hợp với nhiều chức năng khác, nhất là trong các dây chuyền sản xuất tự động.

1.2. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ CẦU TRỤC

1.2.1. Chế độ làm việc của động cơ truyền động và các yêu cầu cho hệ truyền động cầu trục

Cầu trục thường được sử dụng trong các phân xưởng chế tạo cơ khí, nấu thép, lắp ráp ô tô v.v... (hình 1.1a và i) hoặc sử dụng ngoài trời tại các bến bãi, kho tàng dưới dạng cổng trục (hình 1.1b). Cầu trục có 3 phần chính (hình 1.4):



Hình 1.4. Các bộ phận của một cầu trục

– Cơ cấu nâng – hạ 1 là bộ phận chính của cầu trục bao gồm động cơ truyền động, bộ truyền và hệ kéo cáp hàng lên, hạ hàng xuống theo phương thẳng đứng. Bộ phận lấy hàng có thể là móc 4, gầu hoặc nam châm điện.

– Xe con: Bộ phận di chuyển 2 mang theo cơ cấu nâng – hạ, qua lại được dọc theo dầm cầu 3.

– Xe cầu: Dầm cầu 3 có bánh xe 5 chạy qua lại được trên hai ray đặt dọc hai bên xưởng... Xe cầu mang theo xe con.

Kết hợp 2 chuyển động vuông góc của xe cầu và xe con với chuyển động lên xuống của móc 4 thì cầu trục có thể móc để di chuyển hàng ở mọi điểm trong không gian của phân xưởng.

Cấp điện cho cầu trục qua hệ thống tiếp điện (trôlây) 6. Điều khiển cầu trục tại cabin 7.

Chế độ làm việc của các động cơ truyền động cầu trục là ngắn hạn lặp lại, mở máy, đảo chiều và hãm liên tục với quá trình chuyển đổi tốc độ xảy ra êm, dải điều chỉnh tốc độ rộng, dừng chính xác đúng nơi lấy hàng và trả hàng.

Điều kiện làm việc của cầu trục là nặng nề, tần suất đóng – cắt lớn, thường xuyên làm việc ở chế độ quá độ. Do vậy, động cơ truyền động cầu trục cần có: cách điện có độ chịu nhiệt cao; rôto dài với đường kính nhỏ để có mômen quán tính bé, giảm tổn hao năng lượng trong quá trình thay đổi tốc độ; có khả năng chịu quá tải cao.

Yêu cầu cho hệ truyền động cầu trục là:

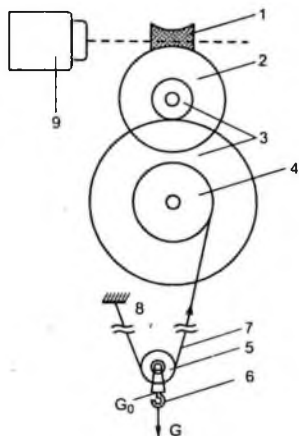
- Các phần tử cấu thành phải đơn giản về cấu tạo, tin cậy cao và dễ dàng thay thế.
- Mạch điều khiển cần có bảo vệ điện áp “0”, quá tải và ngắn mạch.
- Các quá trình quá độ (mở máy, tăng giảm tốc độ, hãm máy) xảy ra theo một luật định sẵn phù hợp với hoạt động của cầu trục.
- Mỗi hệ truyền động (nâng – hạ, xe con, xe cầu) có sơ đồ riêng.

- Các chuyển động lên – xuống của cơ cấu nâng – hạ, di chuyển của xe con, xe cầu phải có công tắc hạn chế hành trình.
- Đảm bảo hạ hàng ở tốc độ thấp.
- Không cho cầu trục hoạt động khi có người làm việc trên xe cầu.

1.2.2. Tính chọn công suất động cơ truyền động cầu trục

1.2.2.1. Động cơ truyền động cơ cấu nâng – hạ

Vì động cơ truyền động cơ cấu nâng – hạ làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại nên việc tính chọn công suất động cơ phải lưu ý cả phụ tải tĩnh và phụ tải động.



Hình 1.5. Sơ đồ động học của cơ cấu nâng – hạ dùng móc

1. Trục vít; 2. Bánh vít; 3. Bánh răng; 4. Tang nâng; 5. Puli; 6. Móc;
7. Cáp; 8. Điểm cố định cáp; 9. Động cơ điện.

Dựa vào sơ đồ động học (như hình 1.5) có thể tính phụ tải động cơ.

a) Phụ tải tĩnh khi nâng. Mômen động cơ khi nâng:

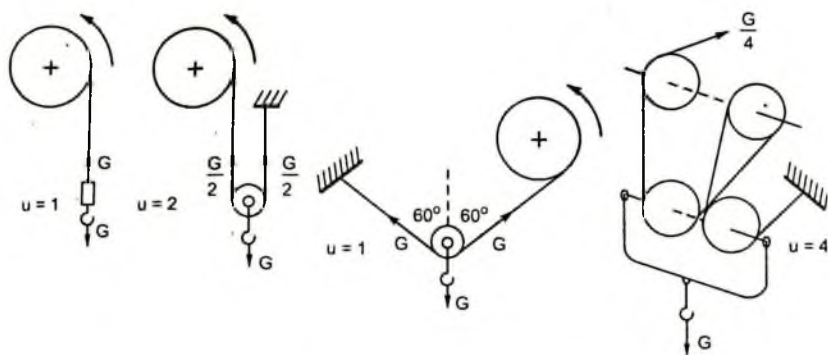
$$M_n = \frac{(G + G_m) R_l}{\eta \eta_e} \quad (1.1)$$

trong đó: G – trọng lượng tải trọng, [N]
 G_m – trọng lượng móc, [N]
 R_l – bán kính tang nâng, [m]
 η_e – hiệu suất toàn bộ cơ cấu
 i – tỷ số truyền

$$i = \frac{2\pi R_l n}{u.v} \quad (1.2)$$

n – tốc độ động cơ, [vg/s]
 v – tốc độ nâng tải, [m/s]
 u – bội số của hệ thống ròng rọc.

Bội số ròng rọc thay đổi theo kết cấu và cách quấn cáp. Hình 1.6 cho bội số ròng rọc của một vài kết cấu.



Hình 1.6. Bội số ròng rọc của một vài cơ cấu móc

Hiệu suất cơ cấu trong biểu thức (1.1) sẽ là định mức khi tải trọng là định mức. Với các tải trọng khác định mức thì xác định η_c theo hình 1.7.

Khi không tải, thay $G = 0$ vào (1.1)

b) Phụ tải tĩnh khi hạ

Khi hạ tải, tùy thuộc tải trọng G lớn hay nhỏ mà có hai chế độ hạ tải. Đó là:

– Hạ động lực: khi tải trọng nhỏ thì mômen tải trọng không đủ để thắng mômen ma sát của hệ truyền động và động cơ phải làm việc để đẩy xuống. Mômen động cơ cùng chiều với mômen tải trọng.

– Hạ hãm: khi tải trọng lớn thì mômen tải trọng đủ lớn để thắng mômen ma sát của hệ truyền động và tải trọng tự tụt xuống. Động cơ phải làm việc ở chế độ hạ hãm (kéo lên với mômen nhỏ) để ghìm giữ tải trọng tụt xuống đều với tốc độ cho phép. Mômen động cơ ngược chiều với mômen tải trọng.

Khi hạ tải, trong cả 2 trường hợp thì năng lượng đều truyền từ phía tải trọng sang cơ cấu truyền động nên mômen động cơ khi hạ là:

$$M_h = M_t - \Delta M$$

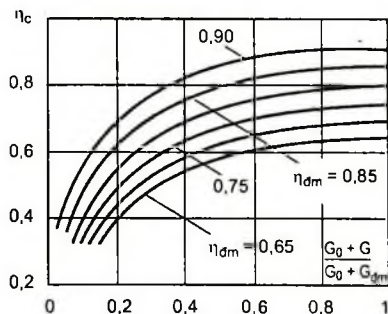
Hay viết qua hiệu suất cơ cấu khi hạ η_h

$$M_h = M_t - \Delta M = M_t \eta_h \quad (1.3)$$

Rõ ràng, hạ hãm khi $M_t > \Delta M$ ứng với $M_h > 0$.

Hạ động lực khi $M_t < \Delta M$ ứng với $M_h < 0$.

Trong đó M_t là mômen tải trọng gây ra trên trục động cơ khi không kể tổn hao:



Hình 1.7. Quan hệ phụ thuộc η_c vào tải trọng

$$M_t = \frac{(G + G_w)R_t}{u \cdot i} \quad (\text{Nm}) \quad (1.4)$$

Tổn hao khi nâng:

$$\Delta M_n = M_n - M_t = \frac{M_t}{\eta_c} - M_t = M_t \left(\frac{1}{\eta_c} - 1 \right) \quad (1.5)$$

Tổn hao khi nâng và khi hạ là như nhau nên:

$$M_h = M_t - \Delta M = M_t \left(2 - \frac{1}{\eta_c} \right) = M_t \cdot \eta_h \quad (1.6)$$

$$M_h = \frac{(G + G_w)R_t}{u \cdot i} \left(2 - \frac{1}{\eta_c} \right) \quad (1.7)$$

Suy ra:
$$\eta_h = 2 - \frac{1}{\eta_c} \quad (1.8)$$

- Khi tải trọng lớn: $\eta_c > 0,5$; $\eta_h > 0$; $M_h > 0$; động cơ hạ hãm (mômen động cơ ngược chiều mômen tải trọng).

- Khi tải trọng nhỏ: $\eta_c < 0,5$; $\eta_h < 0$; $M_h < 0$; động cơ hạ động lực (mômen động cơ cùng chiều mômen tải trọng).

c) Hoàn tất việc tính chọn công suất động cơ truyền động cơ cấu nâng – hạ ở chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại phải tính qua các bước tiếp theo:

- Chọn sơ bộ công suất động cơ theo biểu đồ phụ tải (tính theo phương pháp phụ tải trung bình (M_{tb}) hay phụ tải đẳng trị (M_{dtx})). Điều kiện chọn công suất động cơ là:

$$M_{Ddm} \geq M_{th} \quad \text{Hoặc:} \quad M_{Ddm} \geq M_{dt} \quad (1.9)$$

- Kiểm nghiệm động cơ đã chọn qua biểu đồ phụ tải chính xác có xét đến các thời gian mở máy, hãm máy, chuyển đổi tốc độ và thời gian nghỉ, theo phương pháp đại lượng đẳng trị (M_{dtx}).

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

$$\left. \begin{aligned} M_{Ddm} &> M_{tc} \\ M_{tc} &= M_{dtx} \sqrt{\frac{T_{D_{th}}\%}{T_{D_{tc}}\%}} \end{aligned} \right\} \quad (1.10)$$

Trong đó: M_{tc} – mômen quy đổi về hệ số tiếp diện tiêu chuẩn $T_{D_{tc}}\%$ (15%, 25%, 40%, 60%).

$T_{D_{th}}\%$ – hệ số tiếp diện trung bình tính theo biểu đồ phụ tải chính xác.

Khi công suất động cơ đã chọn không đáp ứng được các biểu thức (1.10) thì phải nâng công suất động cơ lên và kiểm nghiệm tiếp.

Chú ý:

+ Đối với động cơ điện một chiều kích từ độc lập mà không điều chỉnh từ thông thì để kiểm nghiệm công suất động cơ chọn sơ bộ, có thể sử dụng phương pháp tổn thất trung bình hay phương pháp dòng điện, mômen hoặc công suất 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 các phương pháp khác.

+ Kiểm tra trị số gia tốc của động cơ khi mở máy và hãm máy.

Muốn vậy, ta tính mômen trung bình của động cơ khi mở máy và với MN-VC cũng có thể coi là mômen trung bình khi hãm máy.

Đối với động cơ điện không đồng bộ rôto lồng sóc:

$$M_{thmm} = \frac{1}{2}(M_{th} + M_{mm}) \quad (1.11)$$

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

$$M_{thmm} = \frac{1}{2}(M_1 + M_2) \quad (1.12)$$

Trong đó: M_{th} – mômen tới hạn của động cơ không đồng bộ;

M_{mm} – mômen mở máy.

M_1 và M_2 – mômen cực đại và mômen chuyển tiếp trong quá trình mở máy.

Gia tốc động cơ có thể tính theo:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_{thmm} - M_c}{J} \quad (1.13)$$

Trong đó: J – mômen quán tính của hệ;

M_c – mômen cản tĩnh của hệ. $M_c > 0$ khi mở máy nâng – hạ tải. $M_c < 0$ khi mở máy hạ động lực.

Trong quá trình hãm, dấu của M_c xác định theo tương quan về chiều giữa M_c và mômen động cơ.

1.2.2.2. Động cơ truyền động xe con, xe cầu

Chuyển động của xe con, xe cầu là trên mặt phẳng nằm ngang nên phụ tải tĩnh đặt vào động cơ là do lực cản chuyển động gây ra, bao gồm 2 thành phần chính: lực ma sát trên đường đi (F_{ms}) và lực ma sát trong ổ trục bánh xe (F_{ct}). Với cầu trục ngoài trời (cổng trục) còn có thể có lực cản do gió ($F_{gió}$), do đường dốc ($F_{dốc}$) (dù độ dốc rất nhỏ).

Vậy lực cản tổng là:

$$F_c = F_{ms} + F_{ct} + F_{dốc} + F_{gió} \quad (1.14)$$

– Lực ma sát lăn tính theo biểu thức:

$$F_{ms} = \frac{(G + G_o)f}{R_b} \quad (N) \quad (1.15)$$

Trong đó: G – trọng lượng tải trọng, [N]

G_o – tải trọng của xe, [N]

R_b – bán kính bánh xe, [cm]

f – hệ số ma sát lăn, [cm]

Nếu bánh xe bằng thép lăn trên ray thì $f = (0,05 \div 0,10)$ cm.

– Lực ma sát ở cổ trục bánh xe tính theo biểu thức:

$$F_{ct} = (G + G_a) \mu \frac{R_{ct}}{R_h} \quad (N) \quad (1.16)$$

Trong đó: R_{ct} – bán kính cổ trục, [cm].

μ – hệ số ma sát trượt. Dường ổ trượt thì $\mu = 0,05 + 0,08$. Khi dùng ổ bi thì $\mu = 0,01 + 0,05$.

Ngoài ra, khi kể đến lực cản ma sát giữa mép bánh (định hướng) và mép ray thì phải tăng các lực ma sát thêm một lượng dự trữ qua hệ số dự trữ k lấy theo thực tế và kinh nghiệm vận hành:

$$k(F_{ms} + F_{ct}) = k \frac{(G + G_a)}{R_h} (\mu R_{ct} + f) \quad (1.17)$$

Bảng 1.1 cho các trị số của hệ số k .

Bảng 1.1

k	Dường ổ bi	Dường ổ trượt
Xe con	1,25 + 1,6	2,5 + 3,2
Xe cầu	1,5 + 2,0	2,5 + 4,0

-- Do đường dốc α , lực cản sẽ tăng khi lên dốc và giảm khi xuống dốc và tính theo biểu thức:

$$F_{dốc} = k \frac{(G + G_a)}{R_h} (\mu R_{ct} + f) \cos \alpha \pm (G + G_a) \sin \alpha \quad (N) \quad (1.18)$$

– Khi có gió sẽ có lực cản:

$$F_{gió} = C \frac{\gamma}{g} q v_{\Sigma}^2 + 0,1 \cdot q \cdot v_{\Sigma}^2 \quad (N) \quad (1.19)$$

Trong đó: C – hệ số kinh nghiệm (0,8 + 0,9);

γ – trọng lượng riêng của không khí, (12N/m³);

q – diện tích cản gió, (m²);

g – gia tốc trọng trường, (9,8m/s²);

v_{Σ} – tốc độ tổng của xe và gió, (m/s).

Từ lực cản tổng F_c sẽ tính được công suất cản P_c , mô men cản M_c mà động cơ truyền động phải thắng:

$$P_c = \frac{F_c \cdot v}{600 \cdot 1000 \eta} \quad (kW) \quad (1.20)$$

$$M_c = \frac{F_c \cdot R_h}{i \cdot \eta} \quad (Nm) \quad (1.21)$$

Trong đó: i – tỷ số truyền;

η – hiệu suất hệ số truyền động;

v – tốc độ xe, (m/ph);

1.2.3. Các thiết bị điện chuyên dụng ở cầu trục

1.2.3.1. Phanh điện từ

Phanh điện từ là thiết bị tối cần trong các hệ truyền động cầu trục. Nó được dùng để dừng nhanh chuyển động hoặc giữ hàng ở trên cao một cách chắc chắn.

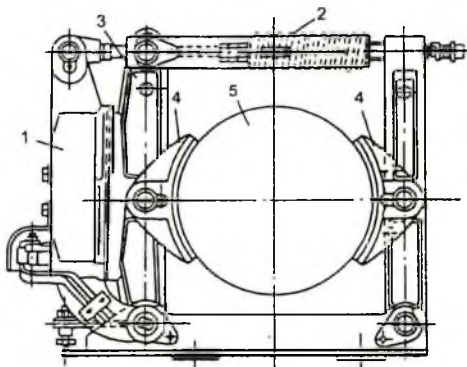
Phanh có nhiều loại, nhưng hiện nay trong cầu trục thường dùng 2 loại là phanh guốc và phanh đĩa. Nguyên lý hoạt động của hai loại này giống nhau về cơ bản. Khi động cơ có điện thì phanh cũng được cấp điện để cuộn nam châm tạo lực điện từ thắng lực cản của lò xo, giải phóng trục động cơ để động cơ làm việc. Khi cắt điện động cơ, phanh cũng bị mất điện, lực lò xo sẽ ép chặt má phanh vào trục động cơ để hãm.

a) Phanh guốc (hình 1.8)

Bình thường cuộn nam châm 1 không có điện, lò xo 2 hoặc đối trọng 3 sẽ tác động vào cơ cấu đòn bẩy để guốc phanh 4 ép chặt vào trục động cơ 5.

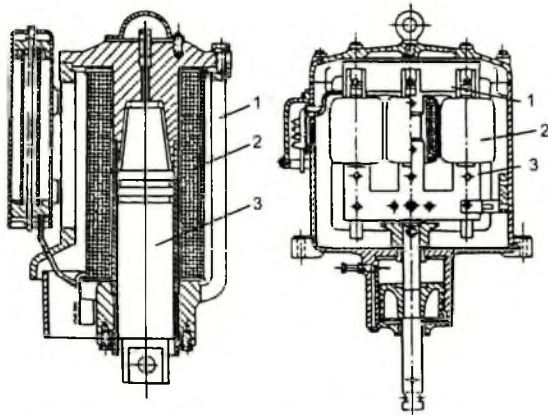
Khi động cơ được cấp điện để quay thì đồng thời cuộn nam châm 1 cũng có điện và nam châm sẽ hút nắp từ động, gây chuyển động của cơ cấu đòn bẩy, kéo căng lò xo 2 hoặc nâng đối trọng 3 lên để hai guốc phanh 4 rời lỏng trục động cơ 5. Do đó động cơ có thể quay.

Khi động cơ bị cắt điện thì cuộn phanh 1 cũng mất điện, phanh sẽ tác động nhờ lò xo 2 hoặc đối trọng 3 và trục động cơ 5 bị ép chặt.



Hình 1.8. Kết cấu của một phanh guốc lò xo

Nam châm 1 có thể là nam châm một chiều hoặc xoay chiều như trên hình 1.9.



Hình 1.9. Hình dạng nam châm điện 1 chiều (a) và xoay chiều (b)

1. Lõi thép tĩnh; 2. Cuộn hút (cuộn nam châm); 3. Lõi thép động.

b) Phanh đĩa (hình 1.10)

Phanh đĩa về thực chất là một bộ ly hợp điện từ với một đầu trục cố định.

Đĩa phanh 2 quay cùng với trục động cơ. Phản ứng của nam châm 1 được bắt chặt với đĩa ma sát 3. Có ba nam châm điện phân bố theo chu vi đĩa ma sát, lệch nhau 120° . Đĩa 3 có thể di chuyển dọc hướng trục quay động cơ trên 3 guồng 4.

Khi nam châm phanh được cấp điện, lực điện từ sẽ hút phần ứng và đĩa 3, nối lỏng trục động cơ để động cơ quay.

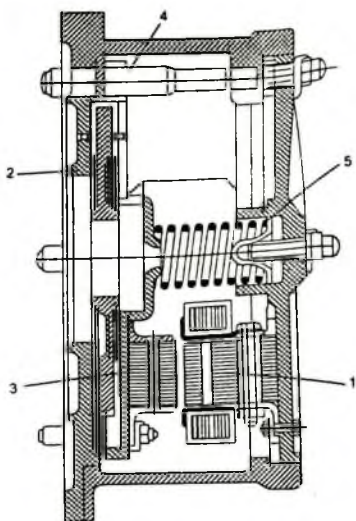
Khi ngừng cấp điện cho nam châm phanh, phản ứng nam châm và đĩa ma sát 3 sẽ ép vào đĩa phanh 2 nhờ lực của lò xo 5, làm dừng động cơ.

1.2.3.2. Hệ tiếp điện (Trô-lây)

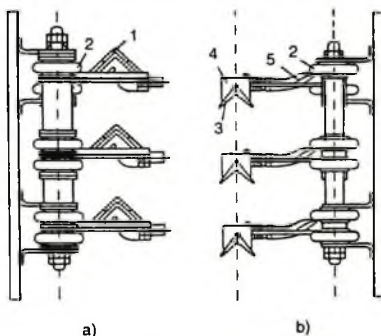
Xe con và xe cầu trong cầu trục luôn phải di chuyển nên để cấp điện cho các thiết bị điện, người ta có 2 cách là dùng dây cáp mềm rải theo đường dịch chuyển hoặc dùng hệ tiếp điện cứng (còn gọi là rô-lây) như trên hình 1.11.

Hệ tiếp điện (hay cấp điện) 3 pha có 3 đường thép góc 1 (kích thước 50x50x5 hay 70x70x10) gá trên giá đỡ và cách điện bởi sứ cách điện 2.

Bộ lấy điện gắn với cơ cấu di chuyển cũng gồm ba đoạn thép góc 3 gá lên đầu nối cáp 4 để nối với cáp mềm 5. Từ đó cấp điện 3 pha tới các thiết bị điện di chuyển.



Hình 1.10. Cấu tạo một loại phanh đĩa



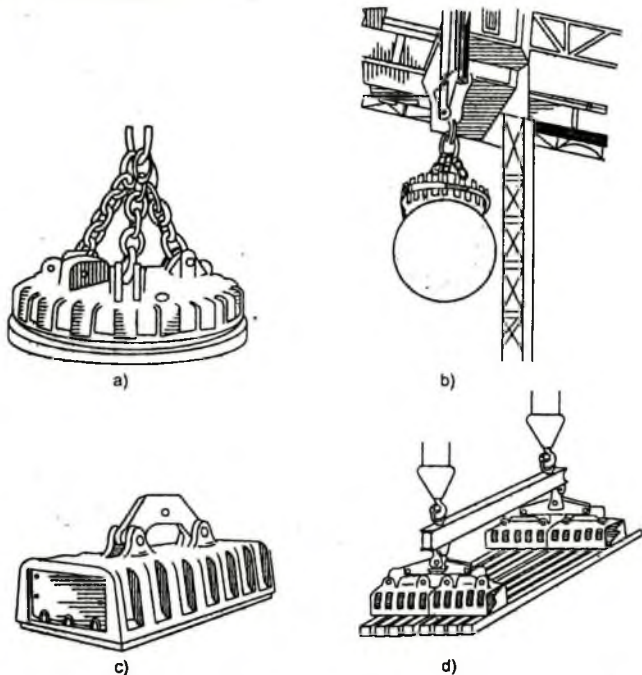
Hình 1.11. Hệ tiếp điện cứng (Trô-lây)

a) Đường tiếp điện; b) Bộ lấy điện.

1.2.3.3. Nam châm điện bốc hàng

Trong các xí nghiệp luyện kim hoặc các kho bãi sắt thép thường có sử dụng cầu trục mà cơ cấu bốc hàng là các nam châm điện. Cơ cấu bốc hàng bằng nam châm điện

chỉ có thể bóc, dỡ, vận chuyển (không cần móc, buộc) các vật sắt từ (Fe, No, Co và các hợp chất, hợp kim của chúng) nhờ lực hút nam châm.



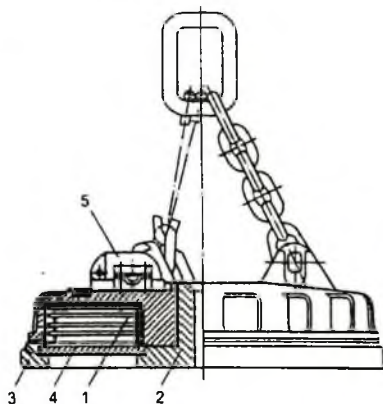
Hình 1.12. Nam châm bốc hàng

a) Hình tròn; b) Hình vòm cầu lõm; c) Hình chữ nhật; d) Xà nam châm.

Một số dạng nam châm bốc hàng được trình bày trên hình 1.12.

Khi cấp điện cho cuộn dây nam châm, lực hút điện từ sinh ra sẽ hút chặt hàng bằng vật liệu sắt từ vào nam châm. Sau khi chuyển đến nơi tập kết, chỉ cần cắt điện để nam châm điện nhả hàng ra.

Hình 1.13 cho cấu tạo của một nam châm bốc hàng hình tròn. Cuộn dây 1 được cuộn trên lõi sắt từ 2 rồi đổ nhựa kín. Mặt cực 3 được bắt vào lõi 2 bằng các bulông. Tấm chặn 4 bằng vật liệu phi từ tính (nhôm) hoặc thép mangan cao cấp để bảo vệ cuộn dây 1. Điện cấp vào cuộn 1 qua hộp đấu dây 5.



Hình 1.13. Cấu tạo nam châm bốc hàng hình tròn

Lực nâng của các nam châm điện tùy thuộc từng loại nam châm và tùy thuộc tính chất từ của hàng bốc xếp cũng như tùy thuộc nhiệt độ môi trường làm việc. Lực từ giảm khi nhiệt độ tăng cao.

1.2.4. Một số sơ đồ điều khiển cầu trục điển hình

1.2.4.1. Sơ đồ điều khiển cầu trục bằng bộ khống chế động lực

Các bộ khống chế (KC) động lực dùng để điều khiển các loại cầu trục có công suất nhỏ và trung bình.

Bộ KC động lực có cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, giá thành không cao, dễ sử dụng và điều khiển các cơ cấu cầu trục linh hoạt, dứt khoát.

Bộ KC động lực thường được dùng với hai sơ đồ:

– Sơ đồ đối xứng:

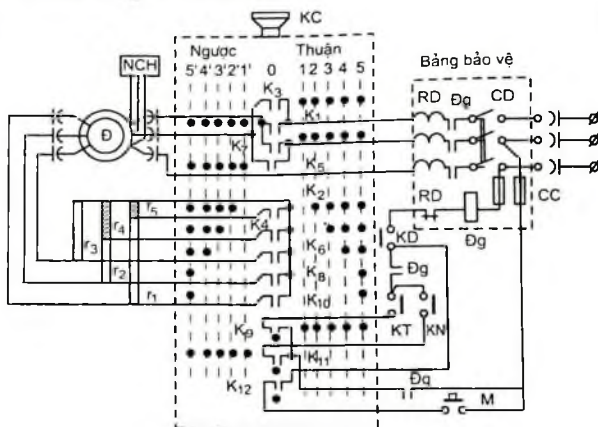
ở sơ đồ này, mạch nối động cơ, họ đặc tính của động cơ hoàn toàn giống nhau khi quay bộ KC sang phải hoặc sang trái. Sơ đồ này thường dùng để điều khiển xe con, xe cầu hoặc cơ cấu quay cần (ở cần trục) vì đối với những cơ cấu này, các đặc tính cơ khi chạy tiến hay lùi có yêu cầu hoàn toàn giống nhau.

– Sơ đồ không đối xứng:

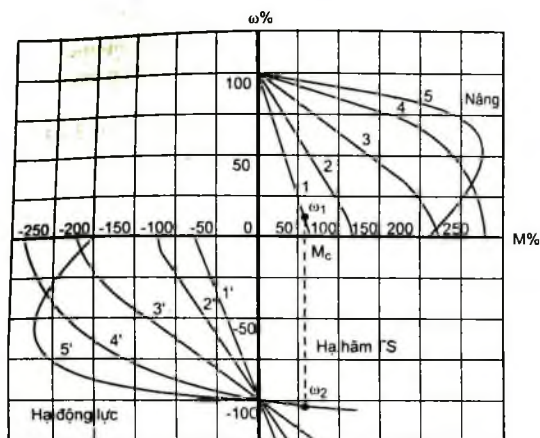
ở sơ đồ này, mạch nối dây động cơ, họ đặc tính cơ khi nâng hay hạ là khác nhau. Sơ đồ thường dùng cho cơ cấu nâng – hạ.

Hình 1.14 là sơ đồ điều khiển động cơ không đồng bộ rô to dây quấn truyền động cơ cấu nâng – hạ bằng bộ KC động lực.

Bộ KC động lực này có 11 vị trí: 5 vị trí bên phải ($1 \div 5$) ứng với chạy thuận (nâng) của động cơ, 5 vị trí bên trái ($1' \div 5'$) ứng với chạy ngược (hạ) của động cơ và 1 vị trí giữa (vị trí 0). Bộ KC có 12 tiếp điểm: 4 tiếp điểm K_1, K_3, K_5, K_7 dùng cho mạch stato chạy thuận (K_5, K_7) và chạy ngược (K_1, K_3) nhờ đảo hai trong ba pha của động cơ. Năm tiếp điểm $K_2, K_4, K_6, K_8, K_{10}$ dùng cho mạch rô to để đóng cắt các điện trở phụ ở mạch phản ứng rô to. Điện trở được đóng cắt không đối xứng giữa các pha, ứng với 5 đặc tính cơ của động cơ (hình 1.15 và hình 1.16). Ba tiếp điểm K_9, K_{11}, K_{12} dùng cho mạch điều khiển và bảo vệ.



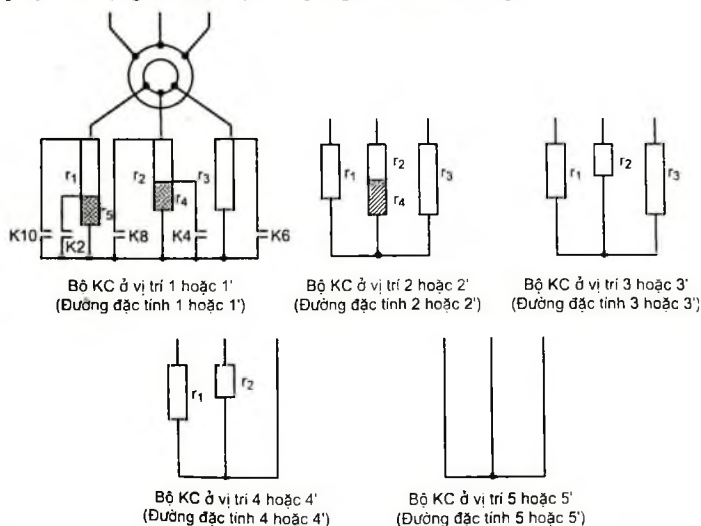
Hình 1.14. Sơ đồ điều khiển động cơ nâng – hạ bằng bộ KC động lực



Hình 1.15. Các đặc tính cơ của động cơ theo sơ đồ hình 1.14

Mở máy nâng hoặc hạ chỉ thực hiện được khi bộ KC quay về vị trí O. Ấn nút mở máy M để công tắc tơ Đg có điện, đóng mạch lực cấp điện cho phần cảm stato động cơ và cấp điện cho nam châm hãm NCH để nhả phanh.

Mở máy nâng nhờ quay bộ KC về các vị trí thuận 1 ÷ 5, mở máy hạ nhờ quay bộ KC về vị trí ngược 1' ÷ 5'. Điều chỉnh tốc độ thực hiện nhờ đóng cắt các điện trở phụ ở mạch rôto động cơ ứng với vị trí tương ứng của bộ KC. Quay vô lăng bộ KC phải từ từ qua các vị trí để tránh hiện tượng điện trở thay đổi đột ngột dẫn đến dòng điện rôto, mômen quay của động cơ bị nhảy vọt quá giới hạn cho phép.



Hình 1.16. Các điện trở mạch rôto tương ứng với các đặc tính cơ trên hình 1.15

Đường đặc tính 1 dùng để khởi động động cơ, có mômen mở máy nhỏ, tốc độ không lớn nhằm chuyển động từ từ để căng cáp và ăn khớp các bánh răng trong cơ cấu chuyển động nhẹ nhàng.

Do các đường đặc tính của động cơ mềm nên tính ổn định không cao. Hạ hãm chỉ với tốc độ cao hơn tốc độ đồng bộ và phải qua hộp tốc cơ khí.

Sơ đồ có các bảo vệ:

- Bảo vệ khỏi ngắn mạch ở mạch điều khiển nhờ cầu chảy CC.
- Bảo vệ quá dòng mạch lực nhờ rơle dòng RD.
- Bảo vệ điện áp "0" nhờ mạch chỉ mở máy được khi quay bộ KC về vị trí 0.
- Giới hạn hành trình nâng và hạ qua công tắc hành trình KT' và KN.

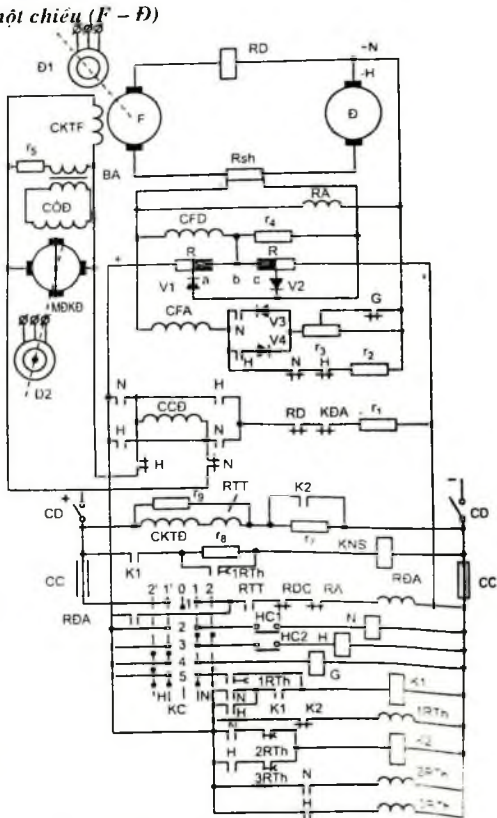
1.2.4.2. Sơ đồ điều khiển cơ cấu nâng hạ

Đường hệ máy phát – động cơ một chiều (F – Đ)

Đối với những cấu trúc 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 khác về công nghệ, thì việc sử dụng động cơ không đồng bộ với bộ KC động lực không thể đáp ứng được. Trường hợp này thường dùng hệ truyền động hệ F – Đ, hệ T – Đ hoặc hệ BT – Đ (biến tần – động cơ xoay chiều).

Hình 1.17 là hệ truyền động F – Đ điều khiển cơ cấu nâng – hạ. Đây là hệ truyền động có bộ khuếch đại trung gian bằng máy điện khuếch đại từ trường ngang (MDKĐ).

Động cơ truyền động cơ cấu nâng – hạ (Đ) được cấp điện phần ứng bởi máy phát F (hình 1.18). Cuộn kích từ máy phát CKTF được cấp điện từ máy điện khuếch đại từ trường ngang MDKĐ. Máy điện khuếch đại có 4 cuộn kích từ: cuộn chủ đạo CCD, cuộn phản hồi âm điện áp CFA, cuộn phản hồi âm dòng có ngắt CFD và cuộn ổn định CÔĐ.

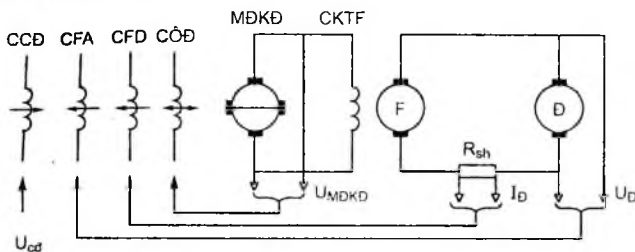


Hình 1.17. Hệ F – Đ truyền động cơ cấu nâng hạ

Như vậy, sức từ động (s.t.d) tổng của MĐKĐ sẽ là:

$$F_{MĐKĐ} = F_{CCĐ} - F_{CFA} - F_{CFĐ} (\pm F_{CĐB}) \quad (1.22)$$

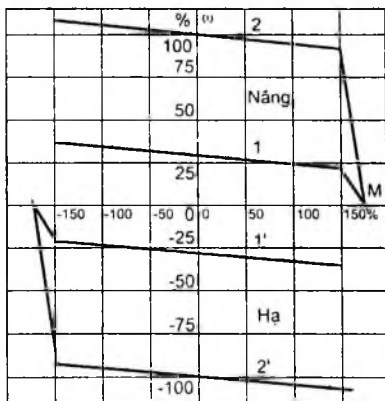
Điều khiển hệ truyền động bằng bộ khống chế chỉ huy KC. Bộ KC có 5 vị trí với 5 tiếp điểm. Hai vị trí 1,2 ứng với hai đặc tính nâng và hai vị trí 1', 2' ứng với hai đặc tính hạ. Vị trí 0 là để dừng máy.



Hình 1.18. Sơ đồ khái quát hệ truyền động F – Đ ở hình 1.17

Cuộn chủ đạo CCD được cấp điện một chiều từ nguồn một chiều độc lập qua cầu dao CD. Đảo cực tính nguồn cấp cho CCD nhờ cầu tiếp điểm N và H để đảo chiều quay động cơ. Cuộn CCD tạo ra từ trường chính kích từ MĐKĐ và được hạn chế qua điện trở r_1 .

Cuộn phản hồi âm điện áp phản ứng động cơ CFA đấu song song với phản ứng động cơ Đ. Lúc mở máy (bộ KC ở vị trí 1 hoặc 1') công tắc tơ G chưa tác động, cuộn CFA nối với toàn bộ điện trở r_1 nên sức từ động (s.t.d) của nó bị giảm, s.t.d. tổng của kích từ MĐKĐ tăng (theo biểu thức 1.22) nên đảm bảo quá trình cường bức kích từ cho MĐKĐ, nhằm giảm thời gian mở máy của hệ. Khi dừng máy, các tiếp điểm thường đóng N và H đóng lại, nối cuộn CFA với điện trở r_2 . Do vậy, phản ứng của CFA sẽ làm giảm điện áp dự của máy phát và cũng chính là giảm dòng điện tĩnh của hệ F – Đ, làm thời gian dừng giảm. Điều chỉnh tốc độ quay của động cơ thực hiện bằng cách thay đổi s.t.d của cuộn CFA



Hình 1.19. Đường đặc tính cơ

qua điện trở r_3 . Ở tốc độ thấp, tiếp điểm của công tắc tơ G kín, s.t.d sinh ra trong cuộn CFA lớn nhất (cuộn CFA chỉ nối với một phần điện trở r_3). Từ đó, s.t.d tổng của MĐKĐ giảm và điện áp máy phát F giảm, tốc độ động cơ thấp (đường đặc tính cơ 1 hoặc 1' trên hình 1.19). Khi chuyển sang tốc độ cao (bộ KC ở vị trí 2 hoặc 2') thì công tắc tơ G có điện, tiếp điểm thường đóng G mở ra và cuộn CFA mắc nối tiếp với toàn bộ điện trở r_3 , s.t.d của CFA nhỏ nên s.t.d tổng kích từ của MĐKĐ tăng, điện áp máy phát tăng, tốc độ động cơ tăng (đường đặc tính cơ 2 hoặc 2' trên hình 1.19).

Cuộn phản hồi âm dòng có ngắt CFD của MĐKD dùng để hạn chế dòng khi mở máy và lúc đảo chiều. Cuộn CFD được đấu vào điện áp rơi trên điện trở sơ (R_{s1}) qua điện trở hạn chế r_4 . Dòng qua CFD tỷ lệ với dòng phản ứng động cơ Đ. Nhờ phản hồi âm dòng mà các đặc tính cơ mềm hơn. Để tạo "đặc tính máy xúc" khi quá tải, điện áp trên cuộn CFD được so sánh với một điện áp ngưỡng U_{s1} ($U_{s1} = U_{s1n}$ khi nâng và $U_{s1} = U_{s1h}$ khi hạ). Ở chế độ làm việc bình thường, dòng động cơ nhỏ hơn một dòng ngưỡng $I_{ng} = (2,25 \div 2,50)I_{dm}$ thì điện áp rơi trên R_{s1} còn nhỏ hơn U_{s1} , nên mạch ngắt chưa làm việc. Khi động cơ bị quá tải (giả sử theo chiều nâng), $U_{s1} > U_{s1n} = U_{s1n}$ thì diốt V_1 dẫn dòng. Lúc này R_{s1} được mắc song song với r_4 làm giảm điện trở tổng nối tiếp với cuộn CFD. Từ đó, dòng qua CFD tăng và tác dụng phản hồi âm dòng mạnh, điện áp F giảm nhanh, tốc độ động cơ tụt thấp, tạo ra đặc tính gục (hình 1.19). Kết quả, mômen không quá lớn, dòng động cơ không vượt quá giá trị cho phép.

Để nâng cao tính ổn định của hệ thống, có cuộn ổn định CÔĐ. Cuộn CÔĐ nối vào điện áp thứ cấp của biến áp BA. Cuộn sơ cấp BA nối vào điện áp máy phát MĐKD qua điện trở r_4 . Biến áp BA nằm trong mạch một chiều nên chỉ làm việc khi có thăng giáng điện áp (ở mạch sơ cấp). Như vậy, thực chất hoạt động của cuộn CÔĐ là phản hồi mềm điện áp MĐKD nhằm ổn định điện áp MĐKD.

Trong sơ đồ điều khiển có các bảo vệ:

- Bảo vệ khỏi quá dòng nhờ rơ le dòng điện ở mạch F – Đ.
- Bảo vệ khỏi quá điện áp nhờ rơ le điện áp RA ở mạch động cơ.
- Bảo vệ điện áp "O" nhờ rơ le điện áp RĐA ở mạch điều khiển. Để mở máy lại phải quay bộ KC về vị trí O.
- Bảo vệ mất từ thông nhờ rơ le dòng RTT ở mạch cuộn kích từ động cơ CKTD.
- Bảo vệ ngắn mạch mạch điều khiển nhờ cầu chảy CC.

Để tăng mômen động cơ lúc mở máy, sơ đồ dùng công tắc tơ K2 để tăng từ thông ban đầu (nhờ nối tắt r_7). Thời gian có điện của K2 được điều chỉnh bằng hai rơ le thời gian 2RTh và 3RTh tùy theo mở máy thuận hay ngược.

Công tắc tơ KNS là công tắc tơ cấp điện cho nam châm hãm.

1.2.4.3. Hệ truyền động các cơ cấu của cầu trục dùng hệ biến đổi thyristo – động cơ điện một chiều (hệ T – Đ)

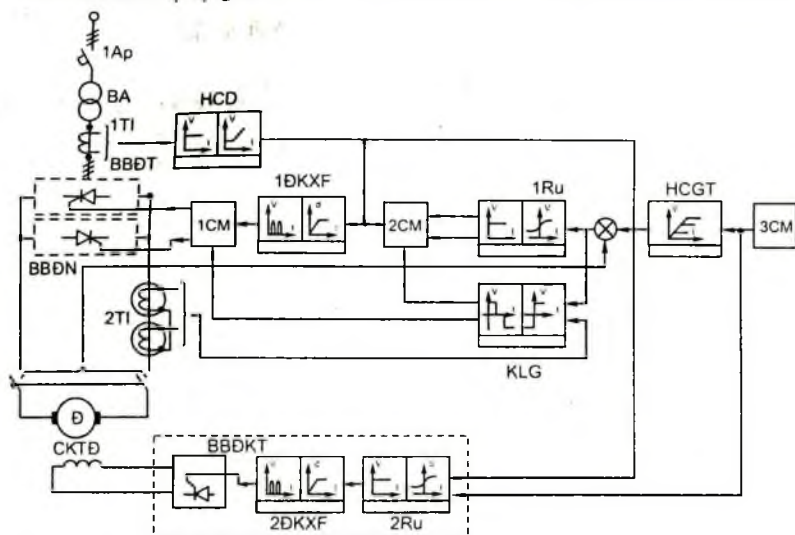
Các bộ chỉnh lưu thyristo có điều khiển dùng cho cầu trục có thể là một pha (khi công suất nhỏ) hay ba pha (khi công suất lớn), có đảo cực tính hay không đảo cực tính. Các bộ chỉnh lưu đảo cực tính thường gồm 2 bộ chỉnh lưu đấu song song ngược, điều khiển riêng. Cũng có thể đảo chiều quay động cơ nhờ cầu tiếp điểm quay thuận và quay ngược, cấp điện từ bộ chỉnh lưu không đảo cực tính.

Hình 1.20 là sơ đồ khối chức năng của hệ truyền động cơ cấu nâng – hạ dùng hệ T – Đ.

Hệ truyền động này điều chỉnh tốc độ cả hai vùng (hình 1.21): vùng dưới tốc độ cơ ban (thường là định mức, ứng với đặc tính cơ tự nhiên) thông qua điều chỉnh điện áp

phản ứng động cơ (khi giữ kích từ định mức) và vùng trên tốc độ cơ bản thông qua điều chỉnh từ thông (khi giữ điện áp phản ứng định mức).

Điều chỉnh tốc độ động cơ ở cả hai vùng được tiến hành độc lập qua chuyển mạch 3MC.



Hình 1.20. Sơ đồ chức năng hệ T – Đ truyền động cơ cấu nâng – hạ của cầu trục

Bộ biến đổi thuận BBĐT và bộ biến đổi ngược BBĐN là hai bộ chỉnh lưu cầu 3 pha dùng thyristo đấu song song ngược, cấp nguồn một chiều cho phản ứng động cơ Đ. Nguồn cấp là xoay chiều 3 pha qua máy biến áp BA.

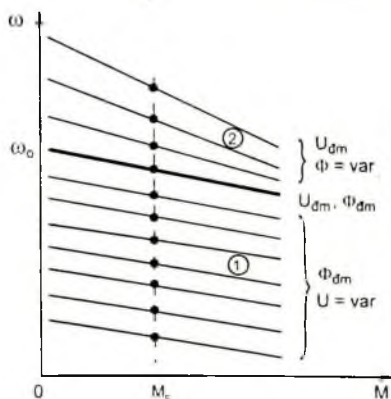
Mạch điều khiển hai bộ chỉnh lưu là mạch điều khiển xung pha theo phương pháp "thẳng đứng" với các khâu:

- Khâu hạn chế gia tốc HCGT, hạn chế dòng khi mở máy cũng là quy định quy luật mở máy.

- Khâu điều chỉnh điện áp 1Ru là khâu tỷ lệ mà tín hiệu đầu vào là điện áp ra của khâu HCGT và điện áp phản hồi âm tốc độ.

- Khâu hạn chế dòng HCD làm chức năng phản hồi âm dòng có ngắt, hạn chế dòng động cơ khi mở máy và khi hãm. Tín hiệu ra của khâu này tỷ lệ với dòng động cơ Đ.

- Khối logic KLG cho lệnh phát xung điều khiển BBĐT hay BBĐN khi dòng động cơ đã bằng 0.



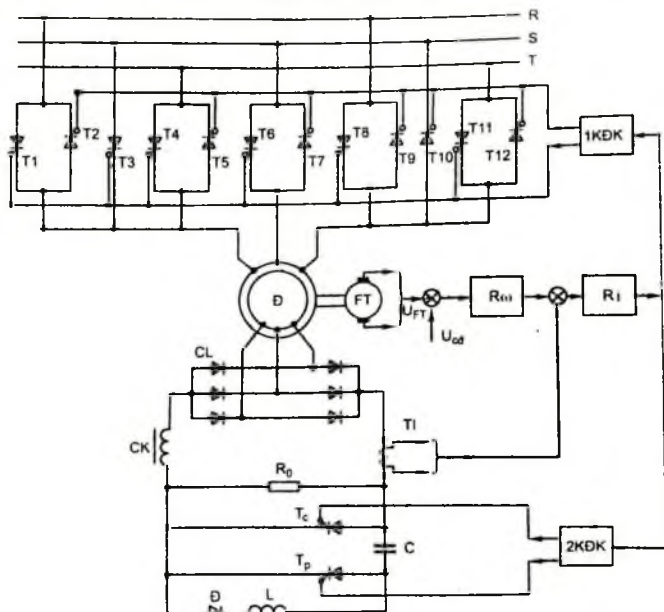
Hình 1.21. Các đặc tính cơ khi điều chỉnh tốc độ 2 vùng

- Chuyển mạch 2CM để chọn tín hiệu điều khiển.
- Chuyển mạch 1CM để cấp tín hiệu điều khiển.
- Khâu điều khiển xung pha 1ĐKXP tạo góc mở α .

Việc thay đổi từ thông kích từ của động cơ thực hiện từ bộ biến đổi kích từ BBĐKT dùng thyristo với sơ đồ cấu một pha.

1.2.4.4. Hệ truyền động các cơ cấu cấu trúc dùng bộ điều áp xoay chiều ở mạch stato và xung điện trở ở mạch rôto

Sơ đồ hình 1.22 áp dụng cho động cơ không đồng bộ rôto dây quấn.



Hình 1.22

Điều chỉnh điện áp xoay chiều đặt vào stato nhờ bộ điều áp xoay chiều (ĐAXC) dùng các cặp thyristo mắc song song ngược.

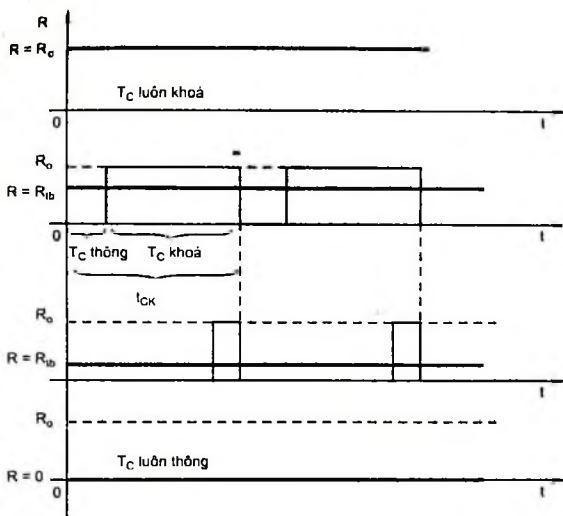
Điều chỉnh trị số điện trở ở mạch rôto nhờ bộ điều chỉnh xung điện trở (XĐT).

Giá trị điện trở cực đại ở mạch rôto là R_n , cực tiểu là bằng 0 (khi thyristo T_n thông). Các giá trị điện trở trung gian giữa 0 và R_n là giá trị trung bình tùy thuộc vào thời gian thông và khoá của thyristo T_n (xem hình 1.23).

$$R = R_{th} = \frac{t_{khóa}}{t_{khóa} + t_{thông}} R_n = \frac{t_{khóa}}{t_{chuký}} R_n \quad (1.23)$$

Thường $t_{chuký}$ được chọn trong giới hạn $(2 \div 2.5)$ ms.

Nguồn cấp cho bộ XĐT là điện áp mạch rôto được chỉnh lưu. Để bộ XĐT làm việc, xung mở được cấp cho thyristo phụ T_p . Tụ điện C được nạp điện tới điện áp cấp bởi bộ chỉnh lưu cầu 3 pha CL, cực (+) ở trên. Khi tụ nạp no, đồng qua T_p bằng 0 thì T_p khoá. Lúc này, thyristo chính T_c được cấp xung mở và nó ngắn mạch R_n , điện trở mạch rôto bằng 0. Đồng thời tụ C phóng điện từ bản cực (+) ở trên qua T_c , diốt Đ, cuộn kháng L về bản cực (-) ở dưới. Thyristo T_p lúc này có xung mở cũng không thông được vì bị phân áp ngược bởi tụ C. Tụ điện C và cuộn kháng



Hình 1.23. Điện trở mạch rôto phụ thuộc thời gian khoá T_c

L tạo thành mạch dao động nên sau nửa chu kỳ dao động, tụ C được nạp điện lại với bản cực (+) ở dưới và bỏ qua tổn hao không đáng kể thì điện áp nạp trên tụ xấp xỉ điện áp cấp bởi bộ chỉnh lưu CL. Đồng phóng của tụ về 0 thì diốt Đ khoá, và tụ C sau quá trình nạp ngược sẽ không phóng trở lại.

Để khoá T_c , ta cấp xung mở T_p . Tụ C sẽ phóng điện qua T_p đặt điện áp ngược lên T_c và dòng phóng đủ lớn để giảm và triệt tiêu dòng dẫn của T_c . Kết quả là T_c khoá. Điện trở mạch rôto bằng R_n . Tụ C lại được nạp điện lại từ nguồn chỉnh lưu CL qua T_p và chuẩn bị cho việc thông T_c v.v... Điện trở trung bình của mạch rôto tính theo biểu thức (1.23).

Bộ điều áp xoay chiều ĐAXC thay đổi điện áp cấp cho stato động cơ qua việc cấp xung mở cho các thyristo khi chúng được phân áp thuận.

Ở chế độ quay thuận, stato động cơ Đ được cấp điện 3 pha qua các cặp thyristo $T_1 - T_2$, $T_6 - T_7$ và $T_{11} - T_{12}$. Ở chế độ quay ngược, hai pha R và T đảo cho nhau và stato động cơ được cấp 3 pha qua các cặp thyristo $T_4 - T_5$, $T_6 - T_7$ và $T_8 - T_9$.

Khi dừng động cơ có hãm động năng, bộ XĐT không làm việc. R_n là điện trở hãm ở mạch rôto. Mạch stato được cấp điện một chiều vào 2 pha cuộn dây qua các thyristo $T_1 - T_3 - T_4$ và $T_9 - T_{10} - T_{12}$.

Mạch truyền động của hệ điều khiển gồm các khâu:

- Khâu điều chỉnh tốc độ $R\omega$: khâu này tổng hợp tín hiệu đặt (tín hiệu chủ đạo) U_{ed} và tín hiệu phản hồi âm tốc độ U_{Fr} lấy từ máy phát tốc.

- Khâu điều chỉnh dòng điện Ri : khâu này tổng hợp tín hiệu ra của $R\omega$ và tín hiệu phản hồi dòng lấy từ biến áp dòng TI.

– 1KĐK và 2KĐK là các khâu phát xung mở cho bộ ĐAXC và XĐT.

Các đặc tính cơ khi điều chỉnh như trên hình 1.24.

– Khi nâng tải trọng, các đặc tính cơ nằm ở góc phần tư I và khi hạ tải trọng (hạ động lực), các đặc tính cơ nằm ở góc phần tư IV. Đường 1 hay 1' là đặc tính cơ tự nhiên (góc mở các thyristo trong bộ ĐAXC bằng 0, thyristo T_c trong bộ XĐT thông). Đường 2 hay 2' là đặc tính cơ ứng với điện trở mạch rôto cực đại và bằng R_n , (góc mở các thyristo trong bộ ĐAXC bằng 0, thyristo T_c trong bộ XĐT khoá).

Khi nâng tải, các đặc tính cơ có được do điều chỉnh XĐT ($R_{th} = 0$ đến $R_{th} = R_n$) nằm trong vùng A giữa đặc tính 2, phần ổn định của đặc tính 1, đường giới hạn M_{max} và trục hoành. Còn vùng B là vùng các đặc tính cơ nâng tải có được do điều chỉnh điện áp đặt vào stato bởi bộ ĐAXC với thyristo T_c của bộ XĐT khoá.

Suy tương tự cho các vùng A' (điều chỉnh R_{th} nhờ bộ XĐT, còn giữ điện áp đặt vào stato định mức) và B' (điều chỉnh điện áp stato nhờ bộ ĐAXC, còn giữ $R_{th} = R_n$ ở mạch rôto nhờ T_c khoá) ở góc phần tư thứ IV lúc hạ tải động lực.

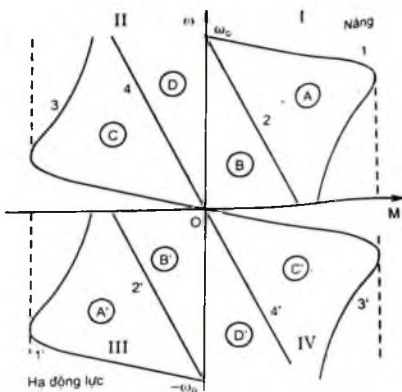
Lúc dừng có hãm động năng thì vùng C hoặc C' là vùng các đặc tính hãm khi điều chỉnh điện trở hãm R_{th} ở mạch rôto, còn vùng D và D' là vùng các đặc tính hãm giữ nguyên điện trở hãm R_{th} , còn điện áp kích từ một chiều thay đổi.

1.2.5. Một số sơ đồ các cần trục điển hình

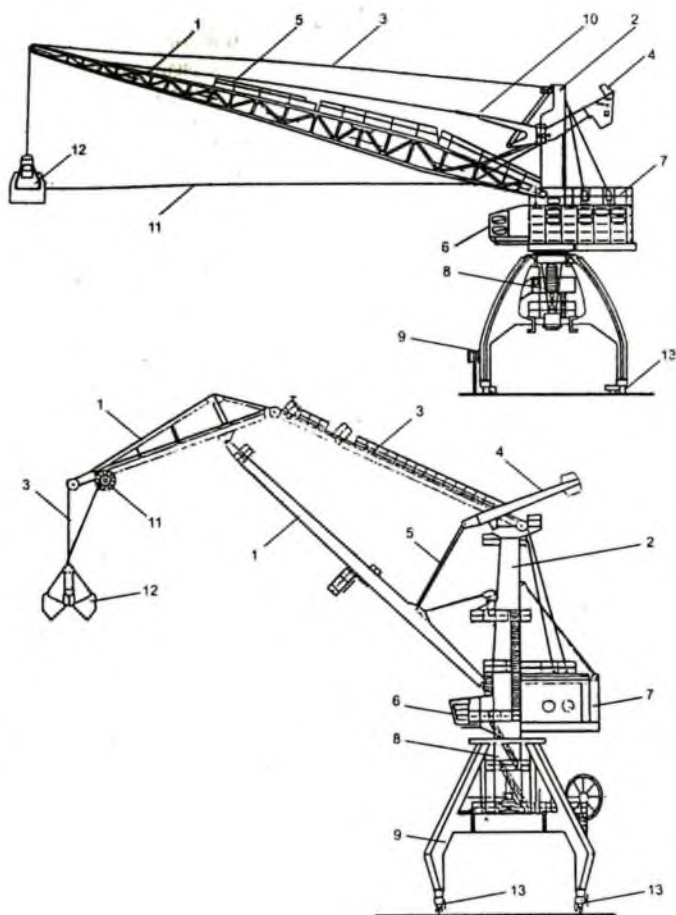
Cần trục thường được sử dụng ở các bến, cảng để bốc, xếp hàng rời (loại gầu ngoạm) hay hàng khối (loại móc) hoặc sử dụng trong xây dựng (cần cầu tháp có móc).

Để bốc xếp được hàng tại mọi điểm trong không gian hoạt động của cần trục, cần trục nào cũng có các cơ cấu: nâng – hạ hàng nhờ cáp (theo phương thẳng đứng), nâng – hạ cần (theo phương thẳng đứng), quay cần (trên mặt phẳng nằm ngang) và di chuyển cần trục (theo một phương trên mặt phẳng nằm ngang). Riêng cần cầu tháp sử dụng trong xây dựng là không có cơ cấu nâng hạ cần và cơ cấu nâng – hạ chạy dọc theo cần.

Các cần trục cảng và bãi hàng thường có sức tải (5 ÷ 25) tấn, tầm với (10 ÷ 40)m, chiều cao nâng – hạ tải tới 40m, tốc độ nâng hàng tới 40m/ph (tải trọng lớn thì tốc độ nâng hàng nhỏ hơn), tốc độ quay mâm (quay cần cầu) là 1m/ph với góc quay 360°, tốc độ nâng cần tới 25m/ph và tốc độ di chuyển chân đế có thể đến 45m/ph.



Hình 1.24. Các vùng thay đổi đặc tính cơ của động cơ Đ ở hình 1.22



Hình 1.25. Sơ đồ cấu tạo của 2 loại cần trục cẩu gầu ngoạm

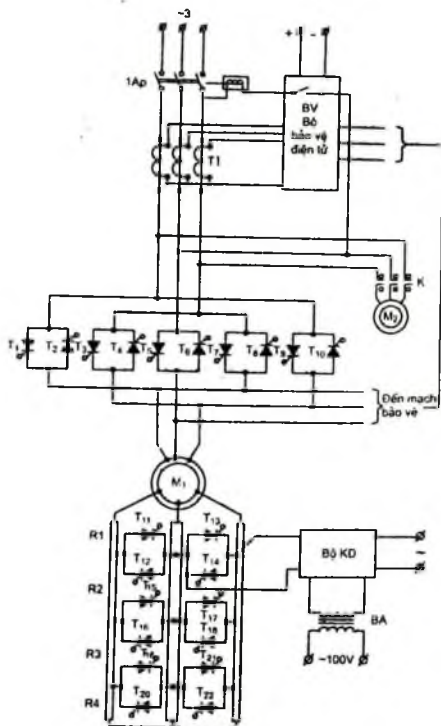
1. Cần; 2. Tháp; 3. Cáp nâng – hạ gầu; 4. Đối trọng; 5. Cáp giằng cần; 6. Cabin điều khiển;
7. Cabin máy; 8. Cột quay; 9. Chân đế; 10. Đòn đối trọng; 11. Cáp lèo; 12. Gầu ngoạm;
13. Cơ cấu di chuyển cần trục.

Sơ đồ điều khiển cần trục cẩu gầu ngoạm ở bến, bãi dùng hệ thyristo.

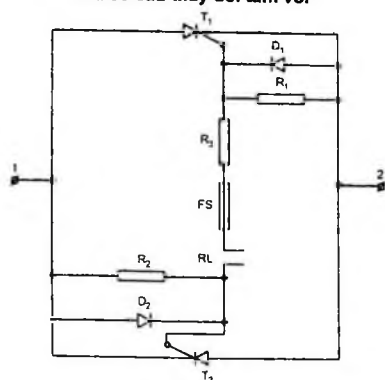
1.2.5.1. Cơ cấu thay đổi tầm với (nâng – hạ cần)

Sơ đồ nguyên lý mạch lực như trên hình 1.26. Động cơ truyền động M_1 là động cơ không đồng bộ rôto dây quấn. Các cặp thyristo ở mạch động lực stato và rôto làm nhiệm vụ thông – khóa (công tắc tơ bán dẫn) với góc mở bằng 0.

Khi động cơ quay thuận, các cặp thyristo $T_1 - T_2$, $T_3 - T_4$ và $T_5 - T_6$ thông. Khi động cơ quay ngược, các cặp thyristo $T_5 - T_6$, $T_7 - T_8$ và $T_9 - T_{10}$ thông.



Hình 1.26. Sơ đồ nguyên lý mạch lực của cơ cấu thay đổi tầm với



Hình 1.27. Sơ đồ mạch thông - khoá một cặp thyristo

Khi động cơ M_1 được cấp điện thì động cơ phanh cũng được cấp điện qua công tắc tơ K để mở phanh thủy lực. Khi động cơ M_1 bị cắt điện thì động cơ phanh thủy lực cũng bị cắt điện.

Các điện trở ở mạch rôto có R_1, R_2, R_3, R_4 đối xứng ở 3 pha rôto và được nối tắt bởi 6 cặp thyristo mắc song song ngược từ T_{11} đến T_{22} .

Các thyristo ở sơ đồ, từng cặp một, từ T_1 đến T_{22} chỉ làm nhiệm vụ đóng - cắt (góc mở $\alpha = 0$) nên không có mạch điều khiển góc mở. Do vậy, sơ đồ dùng phương pháp thông từng cặp thyristo trực tiếp, còn khoá thyristo nhờ điện áp ngược. Hình 1.27 là sơ đồ mạch thông - khoá một cặp thyristo. Để cho các thyristo T_1 và T_3 thông, ta cấp điện cho rơle RL để tiếp điểm RL đóng lại. Dòng chảy qua R_1, R_2, R_3 và cầu chảy FS sẽ tạo xung điện dương đặt vào cực điều khiển T_1 (khi thế $V_1 > V_2$) và ở nửa chu kỳ sau, đặt xung điện dương vào cực điều khiển T_2 (khi thế $V_2 > V_1$). Để khoá các thyristo, ta ngắt điện cấp cho rơle RL để tiếp điểm RL mở ra. Các xung điện dương không còn và các thyristo khoá khi bị phân áp ngược.

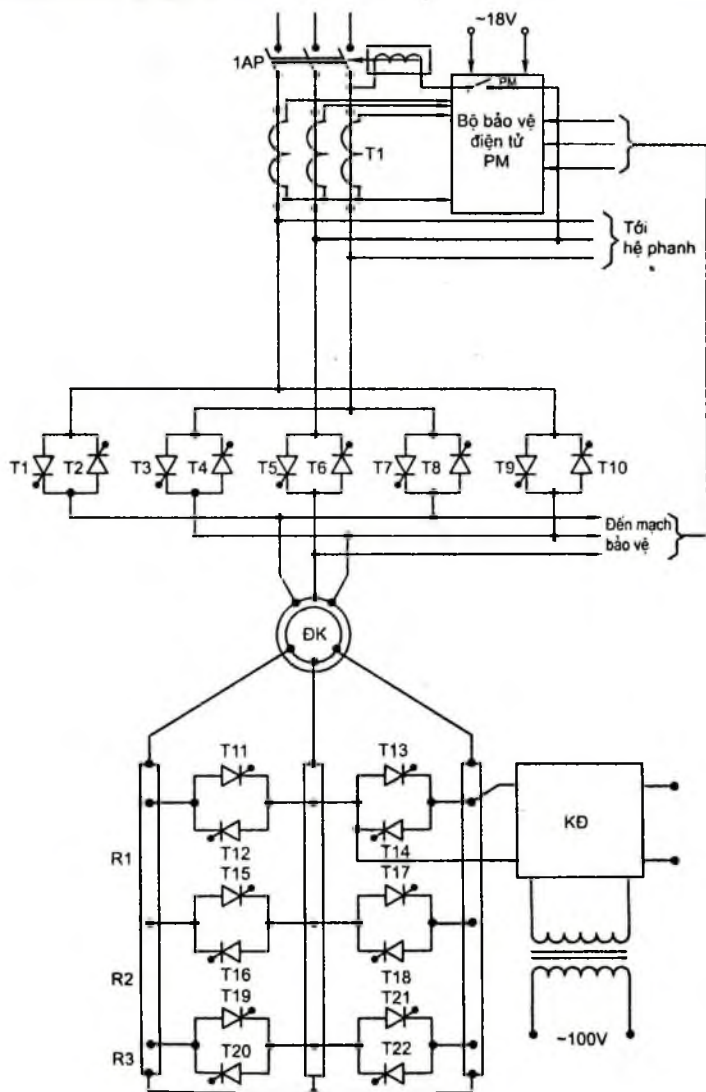
Trong sơ đồ, các điện trở nối tiếp $R_1 + R_3$ dùng hạn biên các xung điện. Các xung âm bị triệt tiêu bởi diốt D_1, D_2 .

Sơ đồ (hình 1.26) được bảo vệ quá dòng (nhờ aptômát) và bảo vệ điện từ qua việc kiểm soát dòng (nhờ TI) và kiểm soát điện áp ở mạch stato trong bộ bảo vệ điện từ. Nếu dòng hoặc áp quá mức cho phép hoặc lệch nhau $(15 \div 20)\%$, hoặc mất pha thì tiếp điểm bảo vệ BV mở ra, cắt aptomat 1Ap.

Mở máy động cơ hoặc điều chỉnh tốc độ qua điện trở ở mạch rôto nhờ bộ khởi động KD.

1.2.5.2. Cơ cấu quay cân cầu

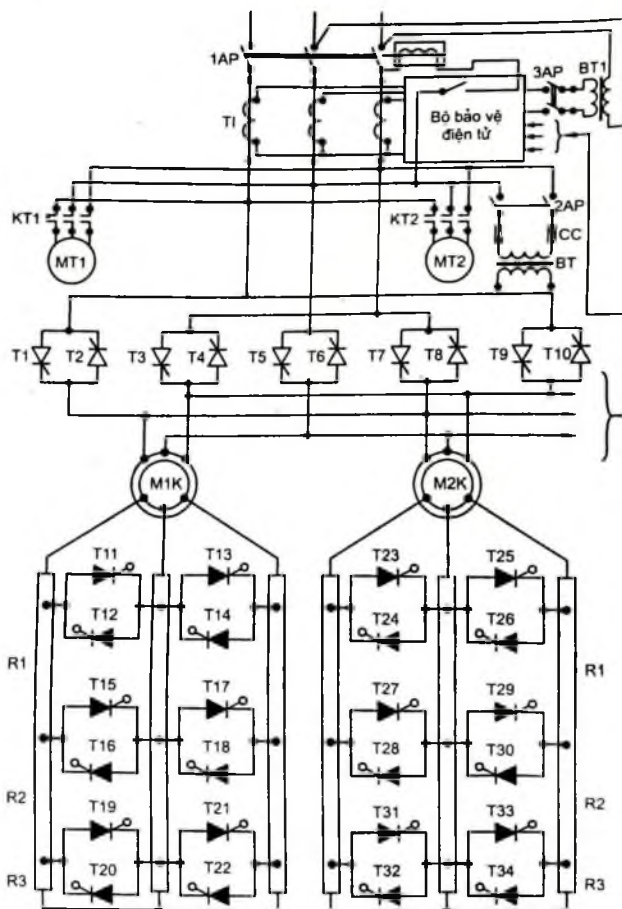
Động cơ truyền động cũng là động cơ không đồng bộ 3 pha rôto dây quấn (hình 1.28). Hệ mạch lực và làm việc của sơ đồ không có gì khác sơ đồ 1.26.



Hình 1.28. Sơ đồ nguyên lý mạch lực động cơ quay cân cầu

1.2.5.3. Cơ cấu di chuyển cần cầu

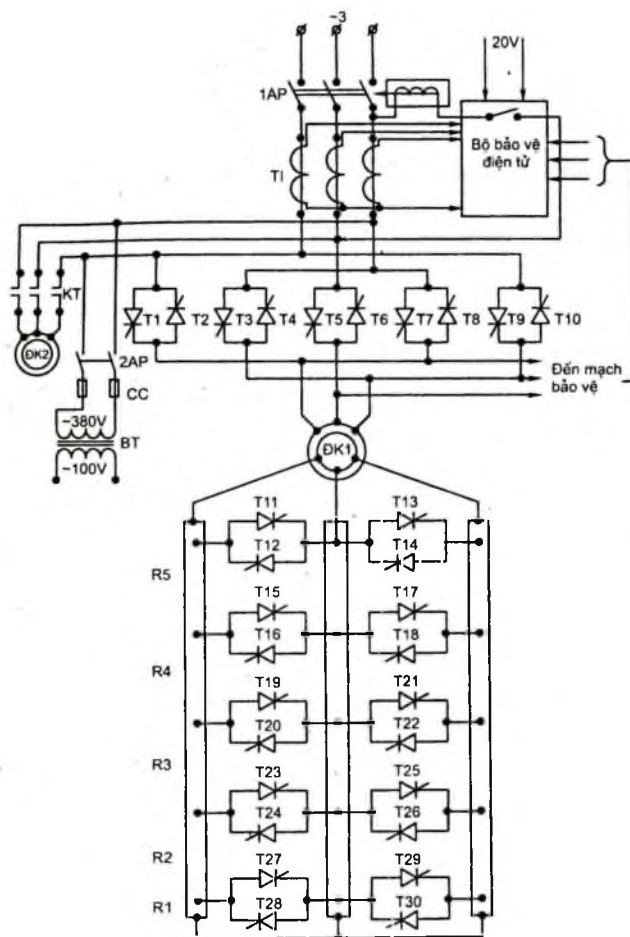
Truyền động cơ cấu di chuyển cần cầu do hai động cơ không đồng bộ 3 pha rôtc dây quấn đảm nhiệm (hình 1.29). Nguyên lý làm việc của mạch như đã trình bày ở hai sơ đồ trước.



Hình 1.29. Sơ đồ nguyên lý mạch lực của cơ cấu di chuyển cần cầu

1.2.5.4. Cơ cấu nâng – hạ và đóng mở gầu ngoạm

Sơ đồ nguyên lý mạch lực như hình 1.30 và người đọc có thể tự giải thích các quá trình làm việc của sơ đồ.



Hình 1.30. Sơ đồ nguyên lý mạch lực cơ cấu nâng hạ và đóng mở gàu ngoàm

1.3. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ THANG MÁY VÀ MÁY NÂNG

1.3.1. Khái niệm chung và phân loại

Thang máy là loại máy nâng đặt cố định dùng chở người hoặc chở hàng theo phương thẳng đứng hoặc nghiêng so với phương thẳng đứng một góc nhỏ hơn 15° .

Cùng với sự phát triển của các ngôi nhà cao tầng, thang máy được sử dụng rộng rãi. Những thang máy dân dụng trong các nhà dưới hai chục tầng thường được trang bị tời, puli cáp kéo buồng thang với bộ truyền động trực vít và phanh hãm cơ bằng lò xo. Động cơ truyền động là động cơ xoay chiều rôto lồng sóc một tốc độ hay hai tốc độ với hệ

điều khiển role, công tắc tơ. Truyền động loại này sẽ có kích thước lớn và khối lượng lớn, suất chi phí năng lượng cao, sửa chữa tốn kém và mất thời gian.

Với những ngôi nhà hiện đại có số tầng tương tự hoặc lớn hơn thì các thang máy được hoàn thiện hơn, trang bị các tời cáp, hãm cơ hoặc điện, dùng động cơ xoay chiều hoặc một chiều với các thiết bị điều khiển bán dẫn không tiếp điểm, các bộ PLC. Những thang máy này đảm bảo năng suất cao, suất chi phí năng lượng thấp, an toàn tin cậy và rất tiện nghi, đáp ứng được nhiều yêu cầu trong sử dụng. Tuy vậy, giá thành các thang máy loại này cao và đòi hỏi các chuyên gia kỹ thuật cao trong duy tu sửa chữa.

Việc hoàn thiện thang máy được tiến hành theo các hướng:

- Nghiên cứu chế tạo các động cơ xoay chiều không đồng bộ kiểu mới dùng cho thiết bị nâng.

- Hoàn thiện các thiết bị role, công tắc tơ bán dẫn cho hệ điều khiển tự động để có chất lượng cao hơn, tin cậy hơn với việc ứng dụng các nguyên lý làm việc mới.

- Nghiên cứu và chế tạo hệ điều khiển thang máy trên cơ sở hệ không tiếp điểm với các IC số.

- Sử dụng hệ truyền động xoay chiều dùng thyristo với động cơ xoay chiều không đồng bộ rôto ngắn mạch một tốc độ.

- Chế tạo các bộ truyền động của buồng thang, cửa tầng không dùng hộp giảm tốc.

- Chế tạo các tời thang máy hoàn thiện.

- Nghiên cứu tăng cường độ tin cậy của các thiết bị điện cho thang máy.

Việc giảm tỷ lệ hỏng và tăng tính kinh tế của thang máy có thể đạt được nhờ ứng dụng các hệ điều khiển không tiếp điểm và các hệ truyền động xoay chiều điều chỉnh bằng thyristo. Chế độ hãm điện thường là hãm ngược hay hãm động năng. Mạch phản hồi dùng máy phát tốc (phản hồi âm tốc độ). Mạch điều khiển dùng IC tương tự và số.

Ở Việt Nam, các ngôi nhà cao tầng đã sử dụng nhiều thang máy của các hãng Thyssen Aufzüge (Đức), Loher (Đức), Kone (Phần Lan), Otis (Mỹ), Hitachi (Nhật) v.v...

Thang máy được phân loại theo nhiều cách:

1.3.1.1. Theo chức năng, cơ

- Thang máy chờ người trong các nhà cao tầng.

- Thang máy chờ hàng có người điều khiển.

- Thang máy dùng trong các bệnh viện (băng ca ra vào dễ dàng và êm, tốc độ chậm hơn).

- Thang máy dùng trong nhà ăn, thư viện (không chờ người).

1.3.1.2. Theo sức chở (tải), cơ

- Thang máy loại nhỏ $Q < 60\text{kG}$.

- Thang máy trung bình $G, Q = (160 \div 2000)\text{kG}$.

- Thang máy loại lớn $Q > 2000\text{ kG}$.

1.3.1.3. Theo tốc độ buồng thang (cabin), cơ

- Thang máy chạy chậm, $v < 0,5\text{m/s}$.

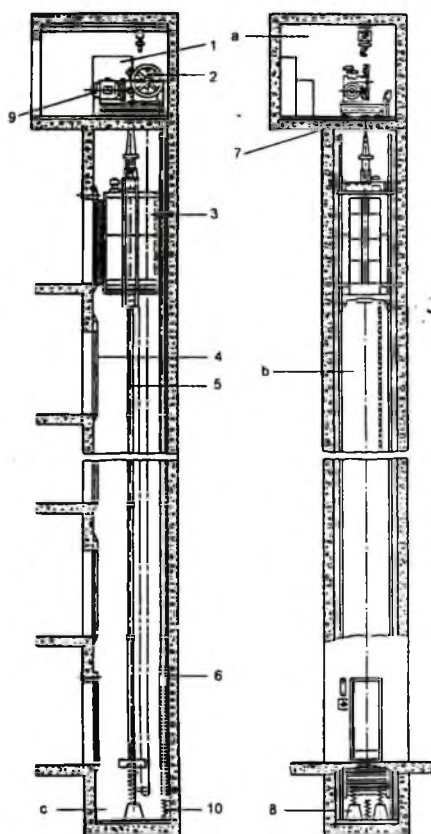
- Thang máy **tốc độ trung bình**. $v = (0,5 \div 1,0)\text{m/s}$.
- Thang máy **chạy nhanh**. $v = (1,0 \div 2,5)\text{m/s}$.
- Thang máy **cao tốc**. $v > 2,5\text{m/s}$.

1.3.1.4. Theo loại hệ truyền động, có

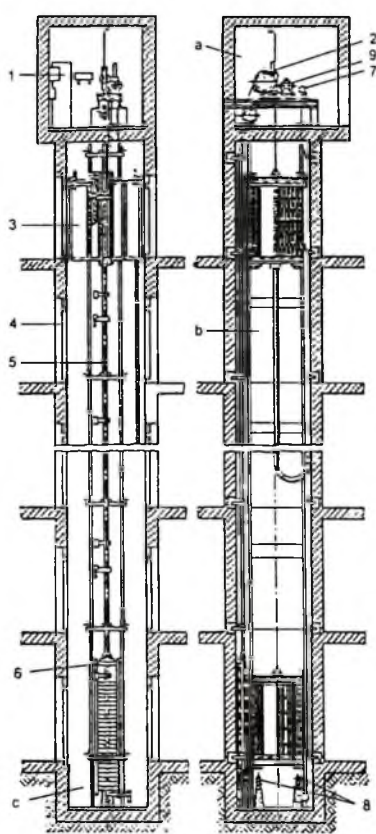
- Thang máy truyền động điện (phổ biến).
- Thang máy truyền động thủy lực (ít phổ biến).

Thang máy truyền động điện xoay chiều thường dùng cho các thang máy chạy chậm và tốc độ trung bình; còn thang máy chạy nhanh và cao tốc thường sử dụng truyền động điện một chiều. Các loại thang máy là loại có cabin, khách đứng.

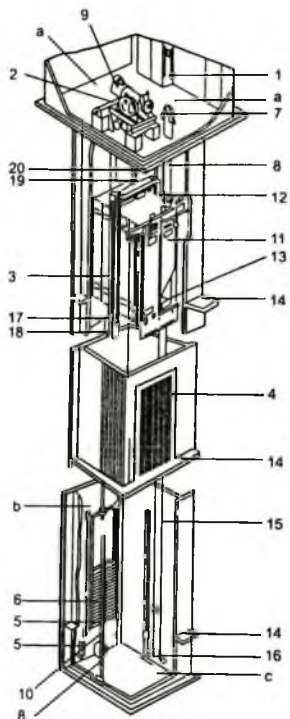
1.3.2. Các bộ phận chính của thang máy



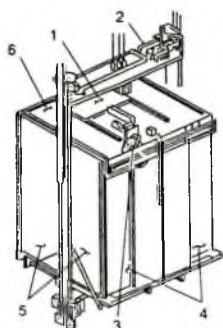
Hình 1.31. Kết cấu và bố trí thiết bị của thang máy chở người



Hình 1.32. Kết cấu và bố trí thiết bị của thang máy chở hàng



Hình 1.33. Kết cấu cụ thể của một thang máy chở người



Hình 1.34. Buồng thang

1. Cửa thoát hiểm; 2. Chuông báo động;
3. Động cơ đóng mở cửa; 4. Vách trước;
5. Vách bên; 6. Nóc.

Các thang máy đủ kiểu, dáng đa dạng và do các hãng khác nhau của nhiều nước sản xuất nhưng các bộ phận chính (hình 1.31 và 1.32) thường bao gồm: Buồng máy a được bố trí ở tầng trên cùng. Buồng thang (cabin) 3 được đặt trong giếng thang b. Buồng thang máy có đặt động cơ truyền động 9 với tời 2 và tủ điều khiển 1. Ngoài ra còn có bộ hạn chế tốc độ 7 (dùng để hạn chế tốc độ buồng thang không quá tốc độ cho phép). Khung của buồng thang 3 được treo bởi puli quấn cáp kim loại nhiều sợi. Buồng thang luôn được giữ theo phương thẳng đứng nhờ một giá treo phía trên nóc buồng thang và nhờ những con trượt dẫn hướng (puli trượt có bọc cao su bên ngoài). Buồng thang và đối trọng 6 di chuyển theo các thanh dẫn hướng 5 đặt ở thành giếng thang. Đối trọng có tác dụng giảm tải cho động cơ truyền động. Phía dưới giếng thang là hố giếng c. Đó là khoảng không gian từ mặt sàn tầng 1 (tầng trệt) cho đến đáy giếng. Trong hố giếng có các đầu giảm chấn 8 để đỡ buồng thang khi có sự cố. Đối trọng 6 cũng có bộ đỡ 10. Thông giữa các tầng và buồng thang là các cửa tầng 4, cửa buồng thang.

Hình 1.33 là cấu tạo cụ thể hơn của một thang máy chở người. Các phần a, b, c và các cấu kiện từ số 1 đến số 10 đã được giải thích ở trên. Các cấu kiện tiếp theo là: 11. Cửa buồng thang; 12. Cơ cấu đóng mở cửa; 13. Sàn buồng thang; 14. Sàn tầng; 15. Cáp của bộ phận hạn chế tốc độ; 16. Thiết bị căng cáp hạn chế tốc độ; 17. Bộ phận hãm bảo hiểm; 18. Ngầm dẫn hướng; 19. Hệ thống treo buồng thang; 20. Cáp nâng.

Buồng thang: Đây là bộ phận mang tải của thang máy và phải chắc chắn. Phía trên là hệ thống treo. Hai bên buồng thang có lắp ngàm dẫn hướng. Phía dưới có lắp phanh an toàn. Buồng thang phải đảm bảo thông gió tốt và thường có thiết bị liên lạc với bên ngoài (điện thoại, chuông...) và phải có cửa thoát hiểm (thường ở nóc buồng thang). Sàn buồng thang có hai loại là sàn cứng và sàn động (để cân được tải trọng).

Ray dẫn hướng: Ray này được lắp dọc theo giếng thang để dẫn buồng thang và đối trọng chuyển động dọc theo giếng thang và đảm bảo thang máy chạy êm. Ray dẫn hướng thường bằng thép chữ T.

Ngàm dẫn hướng: Ngàm được lắp ở buồng thang để không chế dịch chuyển ngang của buồng thang không quá giới hạn cho phép. Có hai loại ngàm: ngàm trượt thường làm bằng chất dẻo để không gây ồn, chịu mài mòn, dễ thay thế và không cần bôi trơn và ngàm con lăn dùng cho thang máy cao tốc (hình 1.35).

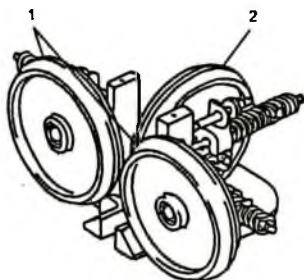
Hệ thống treo buồng thang: Buồng thang được treo bằng nhiều sợi cáp nên cần đảm bảo các sợi cáp căng đều vì sợi quá căng sẽ bị quá tải, sợi trùng sẽ trượt khỏi rãnh puli. Hệ thống treo buồng thang có trang bị các tiếp điểm điện đảm bảo thang chỉ hoạt động được khi các sợi cáp căng như nhau.

Có hai loại hệ thống treo buồng thang:

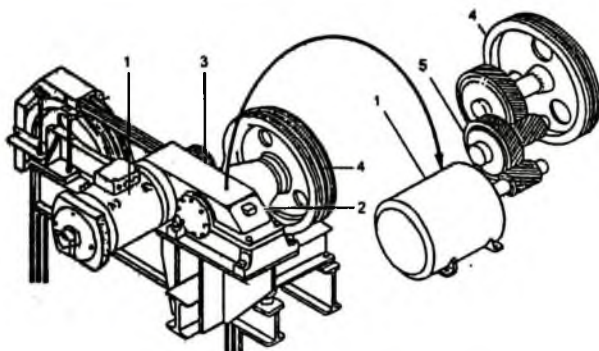
- Loại kiểu lò xo có các lò xo để điều chỉnh lực căng của cáp.
- Loại kiểu tay đòn có tay đòn nghiêng đi để điều chỉnh lực căng khi cáp chùng. Nếu cáp chùng quá thì tay đòn nghiêng sẽ tỳ vào tiếp điểm an toàn để cắt mạch chạy thang.

Cơ cấu truyền động buồng thang (tời): cơ cấu này đặt ở buồng máy. Có 2 loại tời: tời có hộp giảm tốc và tời không có hộp giảm tốc.

Hình 1.36 là cơ cấu tời có hộp giảm tốc dùng ở thang máy tốc độ thấp. Tốc độ động cơ được điều chỉnh vô cấp để đảm bảo thang chạy êm và dừng chính xác.



Hình 1.35. Hình dạng ngàm dẫn hướng con lăn
1. Con lăn cạnh; 2. Con lăn dẫn hướng chính.



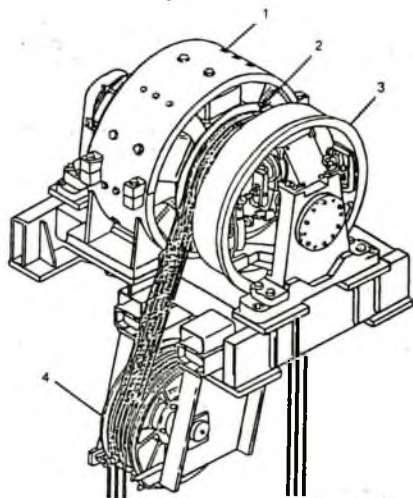
Hình 1.36. Cơ cấu truyền động có hộp giảm tốc

1. Động cơ điện; 2. Hộp giảm tốc; 3. Phanh điện từ; 4. Puli quán cáp; 5. Bánh răng hộp số.

Hình 1.37 là cơ cấu tời không có hộp giảm tốc thường dùng ở thang máy tốc độ lớn. Phanh và puli quán cáp được gắn trực tiếp với trục động cơ. Cơ cấu này thường dùng động cơ một chiều.

Hệ thống cửa: Cửa buồng thang và cửa tầng rất quan trọng trong việc bảo đảm an toàn khi thang máy hoạt động và ảnh hưởng tới chất lượng, năng suất của thang. Yêu cầu an toàn đối với cửa là:

- Đảm bảo vững chắc và bền.
- Kín khít.
- Chống cháy tốt.
- Có trang bị khoá để khách không thể mở từ bên ngoài.



Hình 1.37. Cơ cấu truyền động không có hộp giảm tốc

1. Động cơ; 2. Puli dẫn động; 3. Tang phanh;
4. Puli thứ cấp.

- Có tiếp điểm điện để đảm bảo thang máy chỉ hoạt động được khi cửa buồng thang và cửa tầng đã đóng kín.

Cửa các thang máy là cửa lùa, đóng mở tự động hoặc bằng tay nhờ nút ấn và chỉ đóng mở được khi buồng thang đã dừng ở tầng.

Thiết bị an toàn: An toàn cho thang máy là yêu cầu cực kỳ quan trọng. An toàn phải được đảm bảo khi đứt cáp, cáp trượt trên rãnh puli dẫn động, cửa buồng thang và cửa tầng phải đóng khi thang hoạt động, khi thang chạy quá vị trí giới hạn cho phép, chạy quá tốc độ cho phép...

Bộ hạn chế tốc độ: Bộ này sẽ tác động lên phanh an toàn để dừng buồng thang khi quá (thường là 15%) giá trị cho phép.

Bộ hạn chế tốc độ liên hệ với buồng thang bằng cáp và quay khi buồng thang chuyển động. Bộ này đặt ở buồng máy và ở hố thang có thiết bị kéo căng cáp cho bộ hạn chế tốc độ.

Phanh bảo hiểm: (hay phanh an toàn) dùng để dừng thang hay giữ buồng thang trên các ray dẫn hướng khi cáp đứt, mất điện hoặc hạ xuống quá tốc độ cho phép. Phanh bảo hiểm còn được trang bị cho cả đối trọng khi đối trọng nằm ở phía trên lối đi.

Có hai loại phanh bảo hiểm:

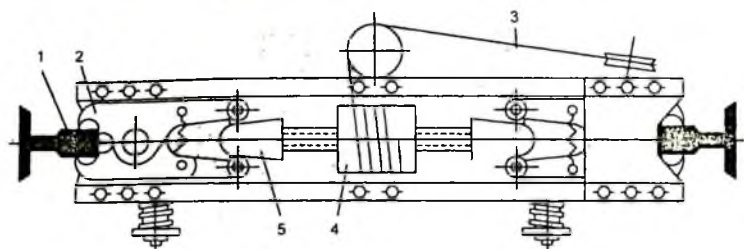
- Phanh tác động tức thời dùng cho thang máy chạy chậm.
- Phanh dừng êm dùng cho thang máy cao tốc.

Ở thang máy dùng tang quán cáp thì phanh bảo hiểm mắc với cáp treo. Ở thang máy dùng puli ma sát thì phanh bảo hiểm mắc với cáp của bộ hạn chế tốc độ.

Phanh bảo hiểm có 3 kiểu: kiểu nằm, kiểu lệch tâm và kiểu kim trong đó kiểu kim dùng thang êm nên được dùng rộng rãi.

Kết cấu phanh kiểu kim như hình 1.38 và thường được lắp phía dưới buồng thang.

Gọng kim 2 trượt theo ray dẫn hướng 1. Giữa hai tay đòn của kim 2 có nêm 5 gắn với hệ truyền động đai ốc – trục vít 4. Một nêm gắn với trục vít ren phải, một nêm gắn với trục vít ren trái nên khi đai ốc 4 quay, hai nêm sẽ chuyển động cùng vào hoặc cùng ra.



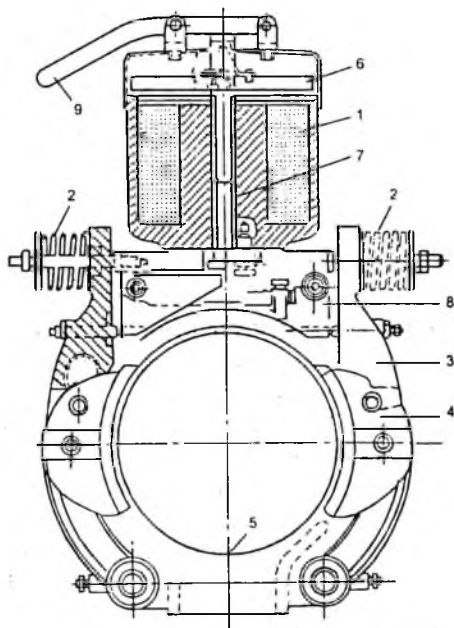
Hình 1.38. Phanh bảo hiểm kiểu kim

1. Ray dẫn hướng; 2. Gọng kim trượt; 3. Cáp; 4. Hệ thống bánh vít; 5. Nêm.

Khi thang di chuyển, cơ cấu hạn chế tốc độ quay. Nếu tốc độ quá giá trị cho phép, cơ cấu ly tâm sẽ kéo cáp 3 làm đai ốc quay để các nêm 5 bị đẩy vào giữa hai tay đòn của kim. Từ đó, kim sẽ ép chặt vào các ray dẫn hướng 1 để thang chạy chậm lại hoặc dừng hẳn.

Động cơ điện còn được hãm cổ trục khi mất điện hoặc khi cần dừng buồng thang bằng phanh điện từ loại guốc (hình 1.39).

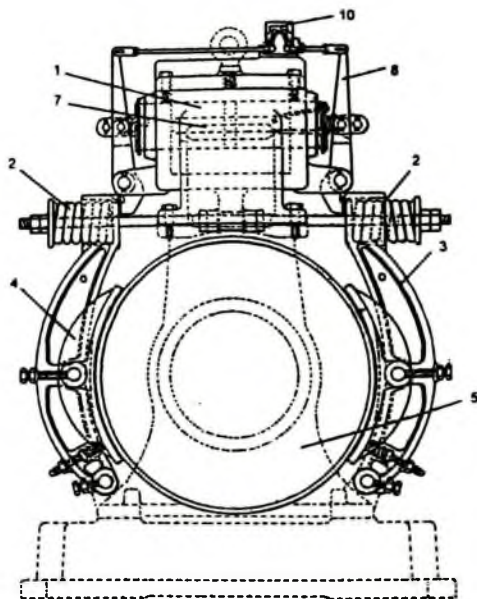
Khi phanh, cát điện cuộn nam châm 1. Dưới tác dụng của lò xo 2, đòn 3 thì guốc phanh 4 ép vào bánh hãm 5 gắn với trục động cơ để dừng động cơ. Để chạy động cơ, nam châm 1 được cấp điện, phần ứng 6 bị hút, ty 7 ty ép lên đòn xoay 8. Tay đòn 3 nén lò xo 2 và nối lỏng guốc phanh 4 khỏi bánh hãm 5. Trục động cơ được tự do. Có thể dùng đòn 9 để sửa chữa, quay thủ động cơ.



Hình 1.39. Kết cấu một kiểu phanh guốc

1. Nam châm điện; 2. Lò xo; 3, 9. Tay đòn; 4. Guốc phanh; 5. Bánh hãm; 6. Phần ứng nam châm; 7. Ty; 8. Đòn xoay.

Hình 1.40 là kết cấu một kiểu phanh guốc cho thang máy tốc độ trung bình và cao. Các cấu kiện 1 ÷ 9 được giải thích như hình 1.39. Cấu kiện 10 là tiếp điểm điện. Nguyên lý làm việc của phanh ở hai hình 1.39 và 1.40 tương tự nhau.



Hình 1.40. Phanh guốc cho thang máy tốc độ trung bình và cao
1 + 9. Như hình 1.39; 10. Tiếp điểm điện.

1.3.3. Yêu cầu cho truyền động thang máy

Hệ truyền động điện của thang máy phải đáp ứng các yêu cầu chung như mọi hệ truyền động điện. Đó là:

- Về mặt kỹ thuật: đơn giản trong vận hành, làm việc tin cậy, thiết bị bền vững, tuổi thọ cao, hiệu suất cao.
- Về mặt kinh tế: vốn đầu tư thích hợp với loại nhà sử dụng, chi phí bảo dưỡng và vận hành nhỏ.

Ngoài ra, thang máy là thiết bị nâng – chuyển chở người theo phương thẳng đứng nên phải đảm bảo an toàn tuyệt đối, chạy êm, không gây cảm giác khó chịu cho khách lên, xuống và phải dừng thang chính xác ngang sàn tầng.

Yêu cầu về chạy êm:

Buồng thang chuyển động êm hay không là phụ thuộc vào gia tốc khi mở máy và hãm máy. Các tham số chính đặc trưng cho chế độ làm việc của thang máy là: tốc độ lên, xuống

($v = \frac{dh}{dt}$), gia tốc ($a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2h}{dt^2}$) và độ giật ($\rho = \frac{da}{dt} = \frac{d^3v}{dt^3} = \frac{d^3h}{dt^3}$) của buồng thang.

Tốc độ lên, xuống của buồng thang liên quan tới năng suất thang và có ý nghĩa lớn đối với nhà cao tầng. Tăng tốc độ buồng thang sẽ làm tăng giá thành của thang.

Năng suất thang có thể tăng nhờ tăng gia tốc để giảm thời gian mở máy và hãm máy. Song gia tốc lớn sẽ gây ra cảm giác khó chịu cho hành khách (như chóng mặt, sợ hãi, buồn nôn, ngẹt thở...) vì chuyển động theo phương thẳng đứng có liên quan tới gia tốc trọng trường. Bởi vậy phải hạn chế gia tốc $|a| \leq 2\text{ m/s}^2$.

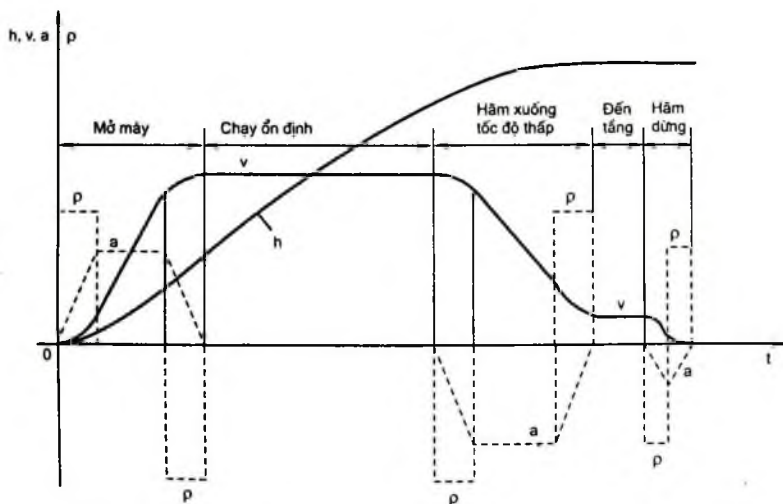
Các trị số tối ưu của gia tốc được đưa ra ở bảng 1.2

Bảng 1.2

Tham số	Hệ truyền động điện					
	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 ²)	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0
Gia tốc tính toán trung bình (m/s ²)	0,5	0,5	0,8	1,0	1,0	1,5

Sự di chuyển êm của thang máy còn phụ thuộc vào độ giật là độ tăng giảm gia tốc trong một đơn vị thời gian ($\rho = \frac{da}{dt} = \frac{d^2v}{dt^2} = \frac{d^3h}{dt^3}$). Khi gia tốc $|a| \leq 2\text{ m/s}^2$ thì độ giật không được quá $|\rho| \leq 20\text{ m/s}^3$.

Để thang vừa đạt năng suất cao, vừa không gây cảm giác khó chịu cho hành khách, thang cần có biểu đồ làm việc tối ưu như trên hình 1.41. Theo biểu đồ này, sự thay đổi tốc độ của buồng thang chia làm 5 giai đoạn: mở máy, chế độ chạy ổn định, hãm về tốc độ thấp, buồng thang đến tầng và dừng. Các giá trị v , a , ρ đều không vượt quá giá trị cho phép đã nêu.



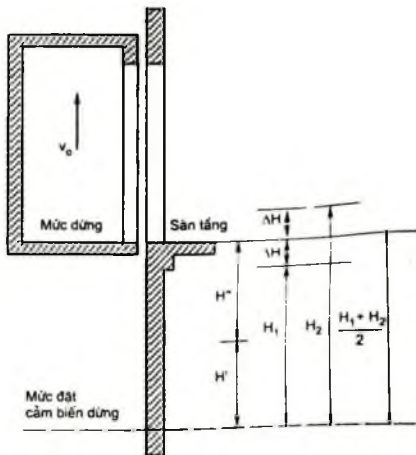
Hình 1.41. Các đường cong biểu diễn sự phụ thuộc tối ưu của quỹ đạo h , tốc độ v , gia tốc a và độ giật p của thang máy theo thời gian

Đối với thang máy chạy chậm. biểu đồ chỉ gồm 3 giai đoạn là: mở máy, chế độ ổn định và hãm dừng.

Yêu cầu vẽ dừng chính xác:

Dừng chính xác là đảm bảo sàn buồng thang và sàn tầng ngang nhau. Dừng không chính xác sẽ làm hành khách ra vào khó khăn, mất thời gian và năng suất giảm. Với thang chở hàng thì khó bốc xếp.

Quá trình hãm dừng buồng thang xảy ra như sau (hình 1.42): khi buồng thang đến gần sàn tầng cần dừng thì cảm biến dừng buồng thang cấp lệnh cho hệ thống điều khiển động cơ để dừng. Trong khoảng thời gian tác động Δt của thiết bị điều khiển hãm, buồng thang chuyển động đều và đi được quãng đường là:



Hình 1.42. Dừng chính xác buồng thang

$$H' = v_0 \Delta t \text{ (m)} \quad (1.24)$$

trong đó: v_0 – tốc độ buồng thang lúc có lệnh dừng (m/s).

Khi cơ cấu phanh tác động, buồng thang bị hãm và chuyển động chậm dần đều dưới tác dụng của lực hãm và lực cản (do trọng lượng thang). Quãng đường trượt thêm khi hãm là:

$$H'' = \frac{mv_0^2}{2(F_{ph} \pm F_c)} \text{ (m)} \quad (1.25)$$

trong đó: m – khối lượng các phần chuyển động theo buồng thang, (kg).

F_{ph} – lực phanh, (N).

F_c – lực cản tĩnh, (N).

v_0 – tốc độ buồng thang lúc bắt đầu phanh, (m/s).

Khi buồng thang đi lên, F_c cản trở chuyển động của buồng thang nên cùng chiều với F_{ph} (dấu +) trong biểu thức 1.25). Khi buồng thang đi xuống, F_c có tác dụng duy trì chuyển động của buồng thang nên ngược chiều với F_{ph} (dấu –) trong biểu thức 1.25).

Có thể tính H'' theo biểu thức khác:

$$H'' = \frac{J\omega_0^2 R}{2i(M_{ph} \pm M_c)} \text{ (m)} \quad (1.26)$$

trong đó: J – mômen quán tính của hệ quy đổi về buồng thang, (kgm^2).

ω_0 – tốc độ góc của động cơ lúc bắt đầu phanh (rad/s).

R – bán kính puli kéo cáp, (m).

i – tỷ số truyền.

M_{ph} , M_c – mômen phanh và mômen cản tĩnh, (N.m).

Như vậy, quãng đường buông thang đi được từ khi có lệnh dừng đến khi phanh và dừng hẳn là:

$$H = H' + H'' = v_0 t + \frac{mv_0^2}{2(F_{ph} \pm F_c)} \quad (m) \quad (1.27)$$

Đó là quãng đường trượt của thang khi hãm. Nó nhỏ khi thang đi lên, lớn khi thang đi xuống. Nó cũng sẽ nhỏ khi m (hay J) và v_0 (hay ω_0) nhỏ hoặc $F_{ph} \pm F_c$ (hay $M_{ph} \pm M_c$) lớn.

Thực tế, quãng đường trượt còn biến động do số hành khách hoặc lượng hàng hoá (m hay J) thay đổi.

Hình 1.42 cho biết vị trí đặt công tắc chuyển đổi ra lệnh dừng khi thang đi lên, phía dưới sàn cần dừng một khoảng H là trung bình cộng của hai quãng đường trượt nhỏ nhất H_1 (khi thang đầy tải) và quãng đường trượt lớn nhất H_2 (khi thang không tải):

$$H = \frac{1}{2}(H_1 + H_2) \quad (1.28)$$

Sai số lớn nhất hay độ dừng không chính xác lớn nhất sẽ là:

$$\Delta H = \frac{1}{2}(H_2 - H_1) \quad (1.29)$$

Bảng 1.3 là các tham số tham khảo độ không chính xác khi dừng ΔH đối với các hệ truyền động điện khác nhau:

Bảng 1.3

Hệ truyền động điện	Phạm vi điều chỉnh tốc độ D	Tốc độ di chuyển $v(m/s)$	Gia tốc $a(m/s^2)$	Độ không chính xác khi dừng $\Delta H(mm)$
Động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc 1 cấp tốc độ	1: 1	0,8	1,5	$\pm (120 \div 150)$
Động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc 2 cấp tốc độ	1: 4	0,5	1,5	$\pm (25 \div 35)$
Hệ máy phát – động cơ	1: 30	2,0	2,0	$\pm (10 \div 15)$
Hệ máy phát – động cơ có khuếch đại trung gian	1: 100	2,5	2,0	$\pm (5 \div 10)$

Yêu cầu về an toàn:

Yêu cầu này rất quan trọng vì liên quan đến tính mạng hành khách. Các bộ phận của thang máy phải chắc chắn, bền, hoạt động tin cậy. Thiết bị điện phải chịu được tải số đóng cắt lớn. Giữa cơ và điện phải có khoá liên động (như thang chỉ hoạt động khi các cửa đã đóng kín và không bị quá tải, khi thang hoạt động không thể mở cửa, khi dứt cáp buông thang phải được giữ lại cố định nhờ phanh bảo hiểm v.v...).

Các yêu cầu khác:

– Do người sử dụng thang máy là hành khách không có hiểu biết về thang máy nên hệ thống điều khiển phải thật đơn giản, đèn báo rõ ràng, chỉ dẫn qua ký hiệu dễ hiểu.

– Luật điều khiển thang máy phải chặt chẽ. Nút gọi thang được bố trí ở cửa mỗi tầng. Các nút đến tầng được đặt trong buồng thang. Buồng thang có đèn chiếu sáng, cửa thoát hiểm.

Các tín hiệu gọi thang của khách là hoàn toàn ngẫu nhiên, nên công nghệ chạy thang không những cần đáp ứng các yêu cầu của khách mà còn phải tối ưu theo chiều đi chuyển của buồng thang, về thời gian chạy thang. Cụ thể là chiều chuyển động của thang được xác định theo tín hiệu gọi thang của khách đầu tiên và bởi tín hiệu đến tầng gần nhất theo chiều chuyển động buồng thang của khách ở trong buồng thang. Khi buồng thang đang hoạt động, nó vẫn nhận mọi tín hiệu gọi tầng và đến tầng khác, ghi nhớ và xử lý các tín hiệu này: những lệnh gọi tầng và đến tầng cùng chiều chuyển động của buồng thang sẽ lần lượt được thực hiện theo thứ tự vị trí ở gần buồng thang nhất. Những lệnh gọi tầng và đến tầng ngược với chiều chuyển động của thang sẽ được ghi nhớ và sẽ thực hiện lúc thang quay lại.

1.3.4. Các hệ truyền động dùng cho thang máy và máy nâng

Với một thang máy, hệ truyền động điện được sử dụng phải dựa vào các yêu cầu sau:

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

1.3.4.1. Hệ truyền động điện xoay chiều

Động cơ truyền động là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc hoặc rôto dây quấn

- Động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc: dùng cho thang máy tốc độ chậm, trọng tải nhỏ.

- Động cơ không đồng bộ rôto dây quấn: dùng cho thang có trọng tải lớn để giảm dòng khi mở máy, không gây ảnh hưởng xấu cho lưới điện. Chất lượng tăng tốc, giảm tốc tốt. Độ chính xác khi dừng cao hơn.

- Động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc 2 cấp tốc độ (đối nối cuộn dây stato): dùng cho thang tốc độ trung bình.

Các hệ truyền động xoay chiều trên có ưu điểm là đơn giản, rẻ, bền nhưng có nhược điểm là chưa đáp ứng tốt biểu đồ tốc độ tối ưu của thang máy (hình 1.41) và vì hệ điều khiển thường sử dụng các khí cụ có tiếp điểm nên ít tin cậy.

Hệ truyền động xoay chiều biến tần – động cơ làm việc tin cậy và có thể đạt được biểu đồ tốc độ tối ưu của thang máy. Hệ này thường có sơ đồ phức tạp, giá thành cao hơn và được sử dụng cho các thang máy tốc độ cao.

1.3.4.2. Hệ truyền động điện một chiều

Hệ này thường dùng cho thang máy tốc độ cao

- Hệ máy phát – động cơ (F – Đ) có khuếch đại trung gian hay dùng ở thang máy tốc độ cao. Hệ này đảm bảo biểu đồ chuyển động hợp lý vì dễ dàng điều chỉnh tốc độ động cơ, nâng cao độ chính xác khi dừng. Nhược điểm của hệ là công suất lắp đặt lớn (quá 3 lần công suất động cơ), phức tạp trong vận hành và sửa chữa.

- Hệ thyristo – động cơ (T – Đ) đã được dùng rộng rãi trong các thang máy cao tốc. Hệ này có ưu điểm là thiết bị ít, giá thành hạ hơn hệ F – Đ và hiệu suất cao hơn.

1.3.5. Cảm biến vị trí dùng trong thang máy

Công dụng của cảm biến vị trí trong thang máy là:

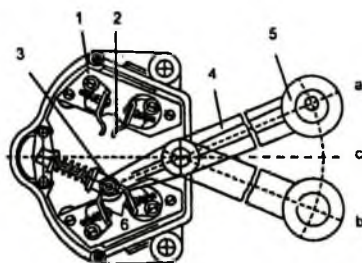
– Chuyển đổi trạng thái mạch điện khi buồng thang đi qua để báo số tầng (báo vị trí buồng thang).

– Phát lệnh dừng buồng thang khi đến tầng.

1.3.5.1. Cảm biến vị trí kiểu cơ học

Thực chất đây là công tắc tầng tác động trực tiếp, loại có tiếp điểm, 3 vị trí (hình 1.43). Khi tay gạt bị gạt về vị trí a, tiếp điểm động 3 đóng về phía 2 tiếp điểm tĩnh 6 và nối liền mạch 2 tiếp điểm này, trong khi 2 tiếp điểm tĩnh 2 mở. Khi tay gạt về vị trí b thì tiếp điểm động 3 đóng liền mạch hai tiếp điểm tĩnh 2, còn 2 tiếp điểm tĩnh 6 mở. Khi tay gạt ở vị trí giữa thì cả hai tiếp điểm đều mở.

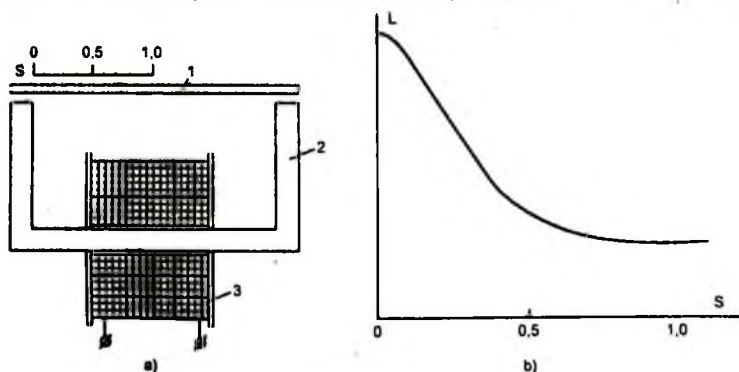
Do tác động cơ vào tay gạt nên khi làm việc, cảm biến gây ồn, độ bền kém. Bù lại là cảm biến đơn giản, dễ chế tạo.



Hình 1.43. Cảm biến vị trí cơ học
1. Tấm cách điện; 2, 6. Tiếp điểm tĩnh;
3. Tiếp điểm động; 4. Cán gạt;
5. Vòng xoay cao su.

1.3.5.2. Cảm biến vị trí kiểu cảm ứng

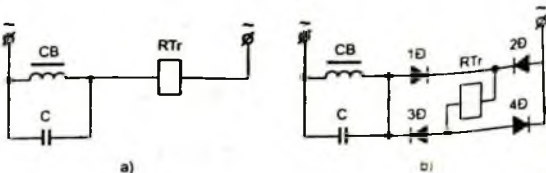
Nguyên lý của bộ cảm biến vị trí kiểu cảm ứng như trên hình 1.44. Cuộn dây điện từ 3 quấn trên lõi từ 2 hở mạch từ nên điện cảm nhỏ, tổng trở nhỏ. Nếu được cấp điện xoay chiều thì dòng qua cuộn dây lớn. Khi thanh sắt động 1 (thường gắn với buồng thang) lướt qua, khép kín hơn mạch từ thì thông trong mạch từ tăng, điện cảm tăng, tổng trở cuộn dây tăng và dòng xoay chiều qua cuộn dây giảm. Quan hệ phụ thuộc của điện cảm L của cuộn dây theo vị trí thanh sắt động được biểu diễn trên hình 1.44b.



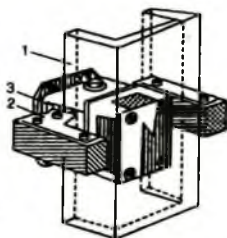
Hình 1.44. Cảm biến vị trí kiểu cảm ứng

a) Cấu tạo; b) Quan hệ phụ thuộc $L = f(s)$.

Nếu nối cuộn dây 3 nối tiếp với một rơle xoay chiều trung gian RTr (hình 1.45a) thì bình thường do mạch từ hở, dòng lớn nên RTr hút. Khi thanh sắt động khép kín mạch từ, dòng điện nhỏ nên RTr nhả. Để nâng cao



Hình 1.45. Sơ đồ nguyên lý của cảm biến cảm ứng



Hình 1.46. Kết cấu của cảm biến cảm ứng

1. Thanh sắt động;
2. Lõi từ;
3. Cuộn dây điện từ.

độ tin cậy cho sự làm việc của RTr, cuộn CB được mắc song song với tụ C. Trị số tụ C được chọn để khi mạch từ cuộn CB khép kín thì cuộn CB và tụ C tạo thành mạch cộng hưởng dòng. Lúc đó, dòng qua RTr sẽ nhỏ nhất và RTr nhả. Các tiếp điểm của RTr gửi ở mạch điều khiển thang.

Nếu RTr là rơle một chiều thì RTr được nối ở đường chéo của một cầu diốt (hình 1.45b).

Hình 1.46 là kết cấu cụ thể của một cảm biến cảm ứng.

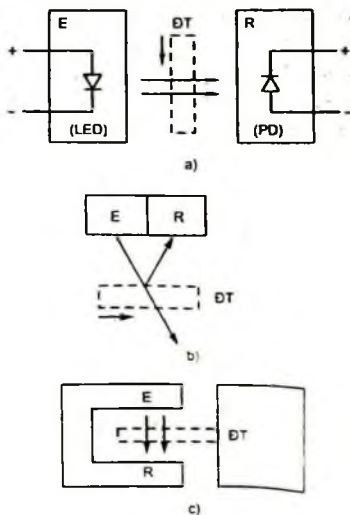
Cảm biến vị trí kiểu cảm ứng không có va chạm cơ nên bền, không ồn, làm việc tin cậy hơn.

1.3.5.3. Cảm biến vị trí kiểu quang học

Cảm biến này có 2 bộ: bộ phát E là một diốt phát quang (LED), thường là phát ánh sáng hồng ngoại và bộ nhận R là một diốt quang. Khi bộ R nhận ánh sáng từ bộ E thì nội trở ngược của diốt quang giảm, từ đó tác động vào mạch điện tử. Khi bộ R không nhận được ánh sáng thì diốt quang có nội trở ngược tăng.

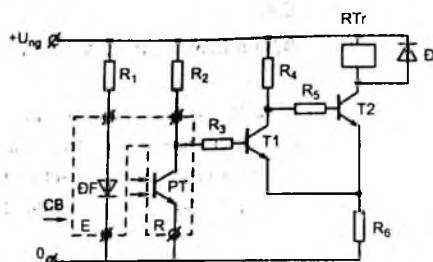
Bố trí bộ phát E và bộ nhận R có thể theo hai cách: ánh sáng phản xạ (hình 1.47b) và ánh sáng xuyên (hình 1.47a).

Cảm biến quang kiểu phản xạ đòi hỏi đối tượng có khoảng cách chuẩn đối với cảm biến. Cảm biến quang kiểu ánh sáng xuyên dễ dàng phát hiện đối tượng hơn nên được dùng nhiều trong thang máy. Thực tế, để tiện lợi và gọn, hai bộ E và R được bố trí như hình 1.47c. Đối tượng DT (buồng thang) có gắn thanh gạt chạy qua giữa E và R (DT chuyển động vuông góc với hình vẽ).



Hình 1.47. Các kiểu bố trí bộ phát và bộ nhận trong cảm biến quang học

Bộ nhận R có thể là các phần tử quang khác: tranzito quang, thyristo quang.



Hình 1.48. Mạch nguyên lý của một cảm biến quang học

Hình 1.48 là sơ đồ nguyên lý của một cảm biến quang học có bộ nhận là tranzito quang PT. Bình thường, tranzito quang PT nhận ánh sáng và thông, dẫn đến T₁ khoá, T₂ thông và rơle RTr tác động. Khi buồng thang đến vị trí cảm biến, thành gạt chạy qua khe giữa bộ nhận R và bộ phát E, tranzito quang PT không nhận được ánh sáng sẽ khoá, T₁ thông, T₂ khoá và rơle RTr thời tác động (nhả). Mạch bị thay đổi trạng thái.

1.3.6. Tính chọn công suất động cơ cho truyền động thang máy và máy nâng

Tính chọn công suất động cơ cho truyền động thang máy và máy nâng cần dựa vào:

- Sơ đồ động học của thang máy và máy nâng.
- 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 có đối trọng là:

$$P = \frac{(G_0 + G)v}{\eta} \cdot 10^{-3} \text{ (kW)} \quad (1.30)$$

Trong đó: G₀ – trọng lượng buồng thang, (N).

G – trọng tải của thang.

v – tốc độ buồng thang.

η – hiệu suất của cơ cấu nâng (tời). Thường chọn η = 0,5 ÷ 0,8.

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

$$P_n = \left[(G_0 + G) \frac{1}{\eta} - G_{dt} \right] vk \cdot 10^{-3} \text{ (kW)} \quad (1.31)$$

và khi hạ tải tính theo:

$$P_h = \left[(G_0 + G) \frac{1}{\eta} + G_{dt} \frac{1}{\eta} \right] vk \cdot 10^{-3} \text{ (kW)} \quad (1.32)$$

trong đó: P_n – công suất tính của động cơ khi nâng có đối trọng.

P_h – công suất tính của động cơ khi hạ có đối trọng.

G_{dt} – trọng lượng đối trọng, (N).

k – hệ số ma sát giữa thanh dẫn hướng với buồng thang và đối trọng
thường chọn k = 1,15 ÷ 1,30.

Đối trọng ở thang máy được dùng để cân bằng với buồng thang và một phần trọng tải trong buồng thang.

$$G_{dt} = G_0 + \alpha G \text{ (kG)} \quad (1.33)$$

trong đó: α – hệ số cân bằng. Thường chọn α = 0,3 ÷ 0,6.

Các thang máy chở khách thường đẩy tải vào một số giờ cao điểm. Thời gian khác là thang làm việc non tải. Do vậy thường chọn $\alpha = 0,35 \div 0,4$.

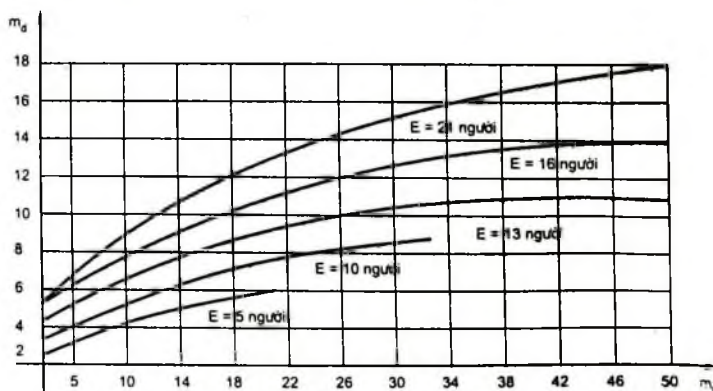
Đối với thang chở hàng, thường đẩy tải ở hành trình đi, còn hành trình về không có hàng, nên thường chọn $\alpha = 0,5$.

Dựa vào các biểu thức (1.31) và (1.32), sau khi tính P_d và P_n , có thể xây dựng được biểu đồ phụ tải và tính chọn sơ bộ công suất động cơ. Sau đó, kiểm nghiệm lại theo các phương pháp của truyền động điện qua xây dựng biểu đồ phụ tải chính xác có tính đến các thời gian mở máy, hãm máy, thời gian đóng – mở cửa và số lần dừng của buồng thang. Có thể dựa theo bảng 1.4 để tính toán các thời gian này.

Bảng 1.4

Tốc độ buồng thang (m/s)	Thời gian mở máy và hãm máy với khoảng cách giữa cửa tầng (s)		Tổng thời gian còn lại (s)		
			Buồng thang có cửa rộng < 0,8m		Buồng thang có cửa rộng > 0,8m (mở tự động)
	3,6m	≥ 7,2m	Mở tay	Mở tự động	
0,50	1,6	1,6	12,0	7,0	—
0,75	1,6	1,6	12,0	7,0	—
1,30	1,8	1,8	13,0	7,0	6,3
1,50	1,8	1,8	—	7,2	6,3
2,50	2,8	2,0	—	—	6,5
3,50	3,2	2,5	—	—	7,0

Thời gian ra – vào buồng thang được tính gần đúng 1s/người. Số lần dừng của buồng thang (tính theo xác suất) có thể tìm theo các đường cong ở hình 1.49.



Hình 1.49. Đường cong xác định số lần dừng của buồng thang theo xác suất
 m_1 – Số lần dừng; m_1 – Số tầng; E – Số người trong buồng thang.

Các bước tính chọn công suất động cơ truyền động thang máy là:

– Tính lực kéo buồng thang của puli cáp, từ tầng dưới cùng và các lần dừng tiếp theo.

$$F = G_o - G_{\text{th}} + G - k_1 \Delta G_1 \text{ (N)} \quad (1.34)$$

trong đó:

k_1 – số lần dừng buồng thang.

$\Delta G_1 = \frac{G}{m_j}$ – độ thay đổi của trọng tải sau mỗi lần dừng, (N).

– Tính mômen theo lực kéo:

$$M = \frac{FR}{i\eta}, \quad \text{(Nm)} \quad \text{nếu } F > 0 \quad (1.35)$$

$$M = -\frac{FR}{i}\eta, \quad \text{(Nm)} \quad \text{nếu } F < 0$$

trong đó:

R – bán kính puli kéo cáp, (m).

i – tỷ số truyền của cơ cấu nâng.

η – hiệu suất của cơ cấu nâng.

– Tính tổng thời gian hành trình nâng – hạ bao gồm thời gian buồng thang di chuyển với tốc độ ổn định, thời gian mở máy và hãm máy, thời gian đóng mở cửa buồng thang, thời gian ra – vào của hành khách (theo bảng 1.4)...

– Dựa theo các kết quả trên, tính mômen đẳng trị $M_{dt} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 t_i}{\sum t_i}}$ và chọn sơ bộ

công suất động cơ có $M_{dt} > M_{dj}$.

– Xây dựng đồ thị phụ tải chính xác có tính đến các quá trình quá độ và tiến hành kiểm nghiệm công suất động cơ đã chọn.

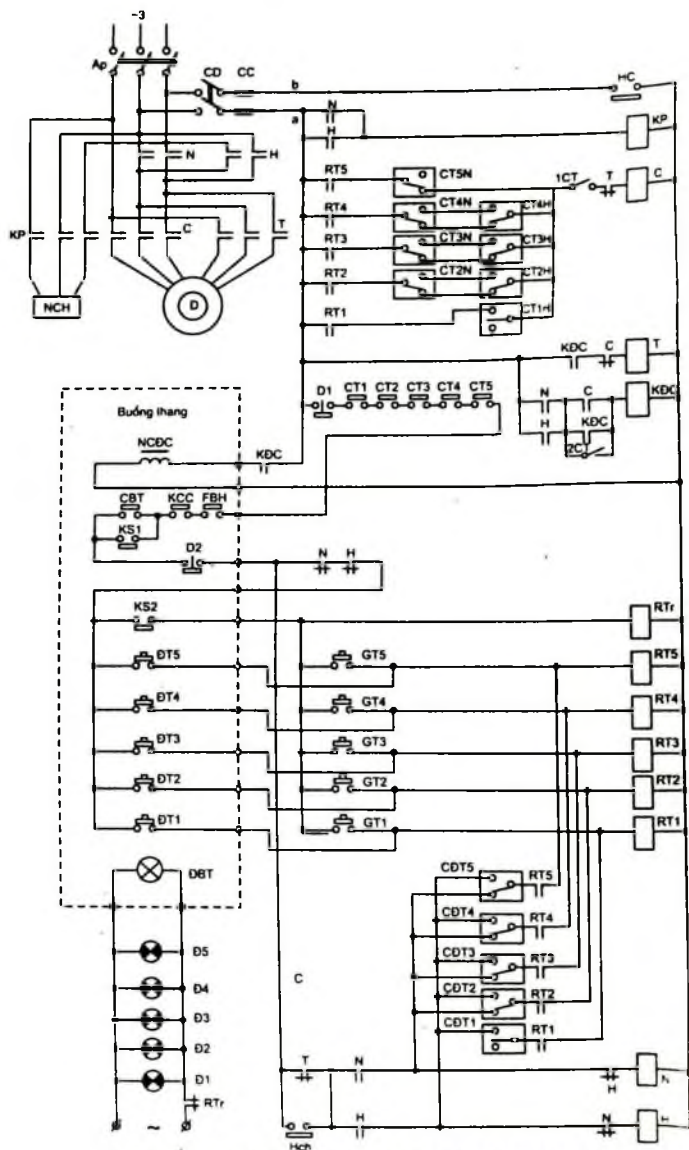
1.3.7. Một số sơ đồ không chế thang máy điển hình

1.3.7.1. Sơ đồ không chế thang máy tốc độ trung bình dùng ròng rọc, công tắc tơ

Hệ truyền động dùng cho thang máy tốc độ trung bình thường là hệ truyền động xoay chiều dùng động cơ không đồng bộ 2 cấp tốc độ (thay đổi nhờ đổi nối cuộn dây stato hoặc dùng hai cuộn dây riêng). Hệ đảm bảo dừng chính xác cao nhờ chuyển tốc độ cao xuống thấp trước khi dừng.

Hệ này thường dùng cho các thang máy nhà cao (7 ÷ 10) tầng và tốc độ chạy thang < 1m/s.

Sơ đồ nguyên lý như trên hình 1.50, dùng cho thang máy nhà 5 tầng và buồng thang đang ở tầng trệt nên các công tắc chuyển đổi tầng dưới cùng CĐT1, CT1 đều ở vị trí giữa (loại 3 vị trí).



Hình 1.50. Sơ đồ khống chế thang máy tốc độ trung bình

Sơ đồ có:

- 5 rơ le trung gian gọi là role tầng: RT1 + RT5.
- 5 công tắc chuyển đổi tầng (cảm biến vị trí cơ học): CĐT1 ÷ CĐT5
- 8 cảm biến vị trí dùng chuyển đổi tốc độ cao về thấp để dùng buồng thang chính xác CT2N ÷ CT5N (lắp thấp hơn sàn tầng) và CT1H ÷ CT4H (lắp cao hơn sàn tầng).
- Nam châm NCĐC là nam châm đóng chốt các cửa tầng và buồng thang.
- Công tắc tơ phanh KP dùng cấp điện cho cuộn phanh NCH.
- Hạn chế hành trình trên cùng của buồng thang nhờ công tắc hành trình HC.
- Các tiếp điểm cửa tầng CT1 + CT5 đóng lại khi cửa tầng đã đóng.
- CBT là tiếp điểm của buồng thang. Nó đóng lại mới chạy được thang.
- KCC là tiếp điểm cấp chuông, đóng khi cấp căng, mở khi cấp chùng.
- KS1, KS2 là tiếp điểm sàn buồng thang. Chúng mở ra khi có người trong buồng thang nhằm:

KS2 ngắt mạch gọi khi có người trong thang và ngắt mạch RTr để chiếu sáng buồng thang (ĐBT) đồng thời báo thang có người cho các cửa tầng (Đ1 ÷ Đ5).

KS1 ngắt mạch điều khiển ở buồng thang để muốn chạy thang phải đóng cửa buồng thang (CBT đóng).

Như sơ đồ hình 1.50, thang đang ở tầng 1. Giả sử có khách ở tầng 5 cần đi xuống tầng 2.

Khách bấm nút gọi tầng GT5 ở cửa tầng. Nếu điều kiện an toàn đảm bảo thì role tầng RT5 được cấp điện theo đường: a - D1 - CT1 ÷ CT5 - FBH - KCC - CBT - D2 - N và H thường đóng - KS2 - GT5 - cuộn hút RT 5 - b. Khi RT5 tác động, công tắc tơ tốc độ cao có điện theo đường: a - RT5 đã đóng - CT5N - ICT - T thường đóng - cuộn hút C - b. Các tiếp điểm C đóng mạch cho động cơ Đ để chạy tốc độ cao. Đồng thời, RT5 tác động sẽ đóng mạch nối song song với cuộn hút RT5 là: RT5 vừa đóng - CĐT5 - H thường đóng - cuộn hút N và công tắc tơ nâng N có điện, cấp điện mạch stato để Đ chạy nâng buồng thang với tốc độ cao và tự duy trì cho RT5, qua mạch c - T - N. Lúc này công tắc tơ phanh KP cũng có điện nên cuộn phanh NCH nhà phanh. Mặt khác công tắc tơ KĐC cũng có điện, từ đó đóng mạch cho nam châm đóng chốt các cửa tầng và chốt chặt cửa buồng thang, không cho phép mở các cửa này khi thang hoạt động.

Khi buồng thang tới gần tầng 5, công tắc chuyển đổi tốc độ CT5N bị gạt, chuyển từ vị trí dưới lên trên, cắt điện công tắc tơ C và công tắc tơ tốc độ thấp T có điện do tiếp điểm C thường đóng đóng lại. Động cơ được nối theo tốc độ chạy chậm. Tốc độ đang có của động cơ lớn hơn tốc độ đồng bộ ở tốc độ mức thấp (do công tắc tơ T đóng mạch) nên động cơ Đ chuyển sang chế độ hãm tái sinh và chạy chậm dần. Khi buồng thang đến tầng 5, công tắc chuyển đổi tầng CĐT5 chuyển sang vị trí giữa, cắt điện RT5 và cần hãm chốt ở tầng tác động vào tiếp điểm Hch, cắt điện công tắc tơ nâng N, tiếp theo là công tắc tơ KP, cuộn phanh NCH và công tắc tơ KĐC, công tắc tơ tốc độ thấp T. Cuộn NCĐC mất điện (do KĐC mất điện) sẽ mở chốt cho phép mở cửa.

Lúc này, do thang chạy từ tầng 1 lên tầng 5 gạt vào, nên các cảm biến 3 vị trí CĐT5, CT5N ở vị trí giữa còn toàn bộ bị gạt lên vị trí trên.

Khách ở tầng 5 vào buồng thang, để xuống tầng 2, khách bấm nút ĐT2 trong buồng

thang. Rơ le RT2 có điện theo đường: a – D1 – CT1 ÷ CT5 – FBH – KCC – CBT – D2 – N – H – ĐT2 – RT2 – b. Từ đó, công tắc tơ tốc độ cao C có điện, công tắc tơ hạ H có điện, tiếp đó KĐC, KP đều có điện. Động cơ Đ hạ xuống nhanh. Diễn biến xuống tương tự lên. Gần tới sàn tầng 2 thì cảm biến vị trí CT2H bị gạt từ vị trí trên về giữa, cắt mạch công tắc tơ tốc độ cao C, đóng điện công tắc tơ tốc độ thấp T để động cơ chạy chậm lại cùng với hãm tái sinh... cho tới khi dừng, khách ra khỏi buồng thang. Lý giải mạch tương tự lúc lên.

1.3.7.2. Sơ đồ khống chế thang máy tốc độ cao (hệ F – Đ)

Máy phát F cấp điện phản ứng cho động cơ Đ kéo buồng thang. Trị số điện áp máy phát F và cực tính điện áp quyết định trị số tốc độ và chiều quay của động cơ Đ. Cuộn kích từ máy phát CKTF được cấp điện từ máy điện khuếch đại từ trường ngang MĐKĐ. Máy này có 5 cuộn kích từ (hình 1.51) là:

- Cuộn chủ đạo CCD: tạo từ trường kích từ chính cho MĐKĐ. Từ đó khi thay đổi trị số dòng (qua 1G, 2G) sẽ thay đổi được tốc độ Đ và thay đổi chiều dòng (qua cầu tiếp điểm) sẽ thay đổi được chiều quay động cơ.

- Cuộn phản hồi âm điện áp CFA lấy tín hiệu từ điện áp MĐKĐ cũng là điện áp CKTF.

- Cuộn phản hồi âm tốc độ CFTĐ lấy tín hiệu từ máy phát tốc xoay chiều FT qua chỉnh lưu CL.

- Cuộn phản hồi âm gia tốc và độ giật CFGD nhằm hạn chế gia tốc và độ giật trong quá trình quá độ. Nó lấy tín hiệu điện áp động cơ qua biến áp TU tỷ lệ với đạo hàm tốc độ động cơ ($a = \frac{dn}{dt} \approx \frac{de}{dt} \approx U_{2TU}$)

và lấy tín hiệu tỷ lệ với dòng động cơ qua biến dòng TI ($\rho = \frac{d^2n}{dt^2} \approx \frac{dM}{dt} \approx \frac{di_h}{dt} \approx U_{\pi}$).

- Cuộn ổn định CÔĐ phản hồi mềm điện áp MĐKĐ để ổn định điện áp đặt lên cuộn CKTF.

Như vậy, s.t.d tổng của MĐKĐ là:

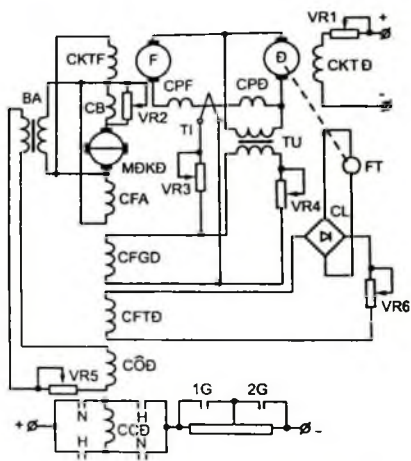
$$F_{\Sigma MĐKĐ} = F_{CCD} - F_{CFA} - F_{CFTĐ} - F_{CFGD} \pm F_{CÔĐ}$$

Khi s.t.d tổng trên thay đổi thì điện áp máy phát F thay đổi và từ đó tốc độ động cơ thay đổi:

$$F_{\Sigma MĐKĐ} \uparrow \downarrow U_{MĐKĐ} \uparrow \downarrow F_{CKTF} \uparrow \downarrow U_F \uparrow \downarrow n_D \uparrow \downarrow$$

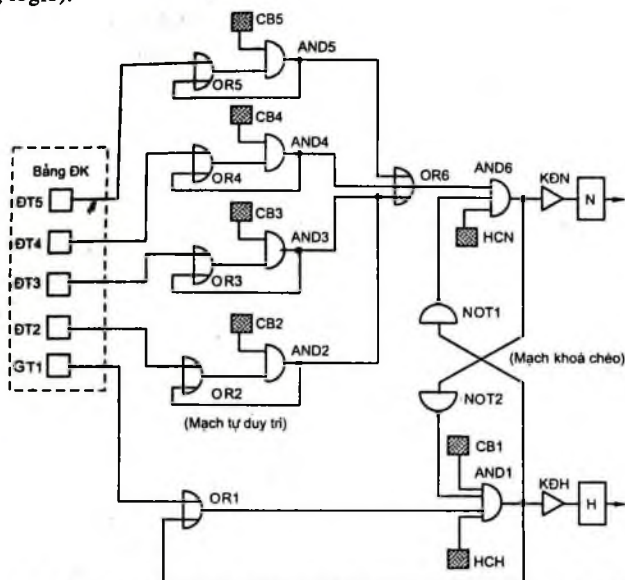
1.3.7.3. Sơ đồ khống chế thang máy dùng các phần tử logic

Sơ đồ dùng cho thang máy ở nhà ăn, thư viện vì buồng thang từ tầng thấp có thể lên mọi tầng cao hơn nhưng khi xuống thì chỉ xuống thẳng tầng 1.



Hình 1.51. Sơ đồ nguyên lý hệ truyền động thang máy dùng hệ F – Đ

Như hình 1.52 là một sơ đồ khống chế thang nhỏ đơn giản, dùng các phần tử logic (các cổng logic).



Hình 1.52. Sơ đồ nguyên lý khống chế thang máy dùng các phần tử logic

Cảm biến vị trí của sơ đồ CB1 ÷ CB5 và hạn chế hành trình HCN, HCH là các cảm biến quang. Để thang lên, công tắc tơ nâng N phải tác động và để thang xuống, công tắc tơ hạ H phải tác động. Thang nâng thuộc loại nhỏ, dùng trong thư viện, không chờ người và có người điều khiển ở bảng điều khiển đặt ở tầng 1.

Trong sơ đồ, các phần tử gạch chéo CB1 ÷ CB5, HCN và HCH biểu thị có mức logic 1 ở trạng thái bình thường, có mức logic 0 khi bị tác động. Các phần tử GT1 và DT2 ÷ DT5 thì ngược lại.

Nguyên lý làm việc của sơ đồ như sau: thang đang ở tầng 1. Để lên tầng 3, ấn nút DT3 tạo mức logic 1 ở một đầu vào OR3, đầu ra cổng OR3 có mức logic 1 và đưa vào một đầu vào cổng AND3. Đầu vào kia của AND3 nối với CB3 cũng có mức logic 1 vì CB3 chưa tác động. Kết quả, đầu ra của AND3 có mức logic 1. Mức 1 này được tự duy trì (khi thời ấn DT3) nhờ đưa trở lại một đầu vào của cổng OR3. Mặt khác, mức 1 ở đầu ra AND3 chuyển tới một trong bốn đầu vào của cổng OR6 để đầu ra OR6 có mức 1 đặt vào một trong ba đầu vào của AND6. Đầu vào thứ 2 nối với HCN có mức logic 1. Đầu vào thứ ba nối với cổng đảo NOT1 cũng có mức logic 1 vì đầu vào NOT1 nối với đầu ra AND1 có mức logic 0 (thang không hoạt động). Kết quả, mức logic 1 ở đầu ra AND6 một mặt đưa tới bộ khuếch đại điều khiển công tắc tơ nâng tác động (thang đi lên), mặt khác qua cổng NOT2 để tạo mức logic 0 đặt vào một trong bốn đầu vào của cổng AND1 (khóa AND1, không cho AND1 có mức logic 1 ở đầu ra). Khi xuống thang đến tầng 3, cảm biến CB3 bị tác động, đặt mức logic 0 vào một đầu vào của AND3. Đầu ra

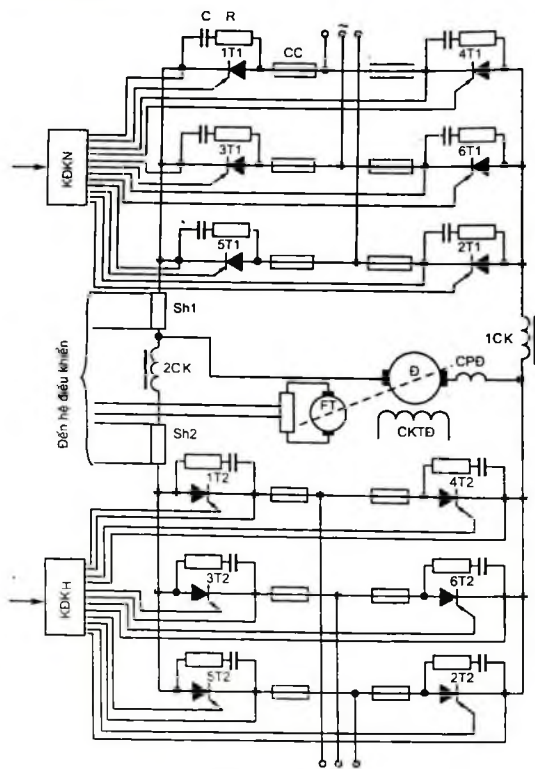
AND3 chuyển từ mức 1 về 0. Từ đó dễ dàng suy tiếp: đầu ra OR6, đầu ra AND6 có mức 0 và công tắc tơ nâng N thời tác động, thang dừng lại.

Nếu muốn thang lên tiếp tầng 5, ta lại ấn ĐT5 để tạo mức logic 1 ở một đầu vào OR5. Quá trình được giải thích tương tự trên.... thang sẽ dừng ở tầng 5.

Muốn hạ thang (chỉ xuống tầng 1), ấn nút GT1. Tín hiệu ra của cổng OR1 sẽ có mức 1 đưa vào một trong bốn đầu vào AND1. Ba đầu vào còn lại đều có mức 1 nên đầu ra AND1 có mức 1, qua khuếch đại KĐH làm công tắc tơ hạ H tác động, đưa thang xuống tầng 1. Thang dừng ở tầng 1 nhờ CB1.

1.3.7.4. Sơ đồ thang máy cao tốc dùng hệ T – Đ

Khi thang máy có tốc độ $v \geq 2,5\text{m/s}$, thường hệ truyền động một chiều được sử dụng. Buồng thang được treo trên puli cáp nối trực tiếp với trục động cơ truyền động không qua hộp giảm tốc. Các cảm biến vị trí cơ khí tác động trực tiếp được thay bằng các loại cảm biến không tiếp điểm.

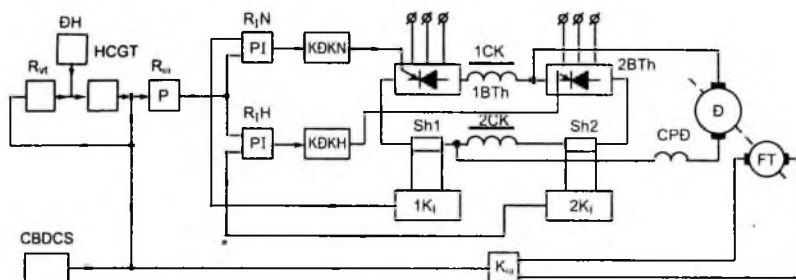


Hình 1.53. Mạch lực hệ truyền động T – Đ trong thang máy cao tốc

Phản ứng động cơ truyền động Đ được cấp nguồn đảo chiều dùng 2 bộ chỉnh lưu thyristo có điều khiển mắc theo sơ đồ cầu 3 pha nối song song ngược. Các cuộn kháng 1CK, 2CK để san bằng dòng chỉnh lưu của mỗi cầu 3 pha và cũng để hạn chế dòng cân bằng của mạch mắc song song ngược. Các thyristo được bảo vệ ngắn mạch bằng các cầu chảy CC và được bảo vệ quá tốc độ tăng trưởng điện áp bằng mạch R – C.

Mạch khối nguyên lý điều khiển hệ T – Đ như trên sơ đồ hình 1.54.

Điện áp đặt được lấy ra từ khâu hạn chế gia tốc HCGT, độ lớn và cực tính của điện áp đặt (quyết định tốc độ và chiều chuyển động của thang) do khâu điều hành ĐH đặt.



Hình 1.54. Sơ đồ khối nguyên lý điều khiển hệ T – Đ truyền động thang máy

Khi thay đổi tín hiệu đầu vào, điện áp ra của khâu hạn chế gia tốc HCGT tăng dần theo quan hệ tuyến tính. Điều chỉnh tốc độ động cơ bằng bộ điều chỉnh tốc độ R_w . Tín hiệu vào của bộ R_w là tổng các tín hiệu chủ đạo (U_{HCGT}) và tín hiệu phản hồi âm tốc độ (tỷ lệ với độ quay ω của động cơ) lấy ở đầu ra khâu K_w . Bộ điều chỉnh R_w là khâu tỷ lệ P. Tín hiệu ra của R_w được đưa vào bộ điều chỉnh dòng điện R_{1N} (khi thang đi lên) và R_{1H} (khi thang đi xuống). Hai bộ điều chỉnh dòng R_{1N} , R_{1H} là khâu tỷ lệ tích phân PI. Một đầu vào khác của bộ điều chỉnh dòng điện R_{1N} lấy tín hiệu phản hồi dòng từ khâu $1K_1$ (tỷ lệ với dòng động cơ khi thang đi lên) và một đầu vào khác của R_{1H} lấy tín hiệu phản hồi dòng từ khâu $2K_1$ (tỷ lệ với dòng động cơ khi thang đi xuống). Tín hiệu ra của khâu R_{1N} hoặc R_{1H} là tín hiệu điều khiển các khâu điều khiển KĐKN hoặc KĐKH.

Để thực hiện dừng buồng thang chính xác, hệ thống chuyển từ chế độ điều chỉnh tốc độ sang chế độ điều chỉnh vị trí khi đến gần sàn tầng cần dừng. Tín hiệu ra từ khâu cảm biến dừng chính xác CBDCS được đưa tới bộ điều chỉnh vị trí R_{VT} . Khi buồng thang nằm ngang với sàn tầng thì tín hiệu ra của khâu CBDCS sẽ bằng 0.

1.4. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ MÁY XÚC

1.4.1. Khái niệm chung và phân loại

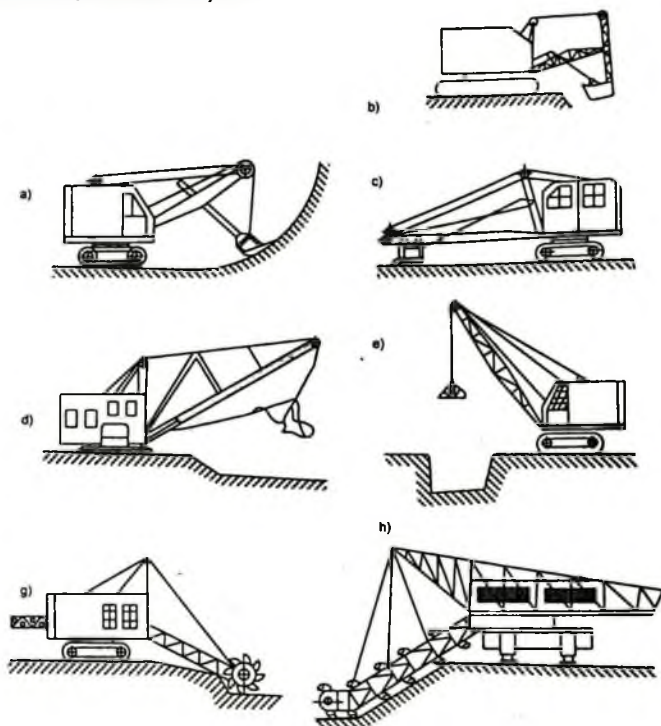
Máy xúc được sử dụng rất rộng rãi trong ngành khai thác mỏ lộ thiên, trên các công trình xây dựng công nghiệp và dân dụng, trên các công trường xây dựng cầu đường và đê bốt, xúc đất, đá... trong các hạng mục công trình khác nhau.

Phân loại máy xúc có thể theo các tiêu chí khác nhau:

1.4.1.1. Theo tính năng sử dụng, có:

- Máy xúc xây dựng chạy bằng bánh xích, bánh lốp với thể tích gầu xúc $(0,25 \div 2,00)m^3$.
- Máy xúc khai thác mỏ lộ thiên chạy bằng bánh xích với thể tích gầu xúc $(4,6 \div 8,0)m^3$.
- Máy xúc bốc đất đá có thể tích gầu xúc $(4 \div 35)m^3$.
- Máy xúc gầu ngoạm có thể tích gầu xúc $(4 \div 80)m^3$.

1.4.1.2. Theo cơ cấu bốc xúc, có:



Hình 1.55. Mô hình các loại máy xúc

- Máy xúc gầu thuận: gầu xúc từ máy xúc đi ra phía trước máy xúc (hình 1.55a) do nâng gầu và đẩy tay gầu.
- Máy xúc gầu ngược: gầu xúc đi từ ngoài vào phía máy xúc (hình 1.55b) do kết hợp nâng – hạ và kéo tay gầu vào.
- Máy xúc gầu cào: gầu xúc di chuyển ngang theo cần dẫn hướng từ phía ngoài vào phía máy xúc (hình 1.55c) nghĩa là cào đất đá trên mặt phẳng nằm ngang.
- Máy xúc gầu treo: gầu treo trên cáp và xúc theo hướng từ ngoài vào máy xúc nhờ cần nâng – hạ và cáp kéo (hình 1.55d).

- Máy xúc gầu ngoạm: gầu có 2 nửa và khi bốc xúc thì hai nửa được kéo khép kín thành một gầu xúc (hình 1.55e). Khi tháo tải thì hai nửa được mở ra.
- Máy xúc gầu quay (hay máy xúc rôto): các gầu (cào) nhỏ được lắp trên một bánh xe quay. Đất đá sẽ được cào, xúc và chuyển đi liên tục (hình 1.55g).
- Máy xúc máng cào: nhiều gầu xúc nhỏ lắp trên một băng xích di chuyển liên tục (hình 1.55h).

1.4.1.3. Theo thể tích gầu xúc, có:

- Máy xúc công suất nhỏ có thể tích gầu xúc $(0,25 \div 2)m^3$.
- Máy xúc công suất trung bình có thể tích gầu xúc $(2 \div 8)m^3$.
- Máy xúc công suất lớn có thể tích gầu xúc $(6 \div 80)m^3$.

1.4.1.4. Theo cơ cấu di chuyển, có:

- Máy xúc bánh xích.
- Máy xúc bánh lốp.
- Máy xúc chạy trên ray.

1.4.1.5. Theo cơ cấu truyền lực, có:

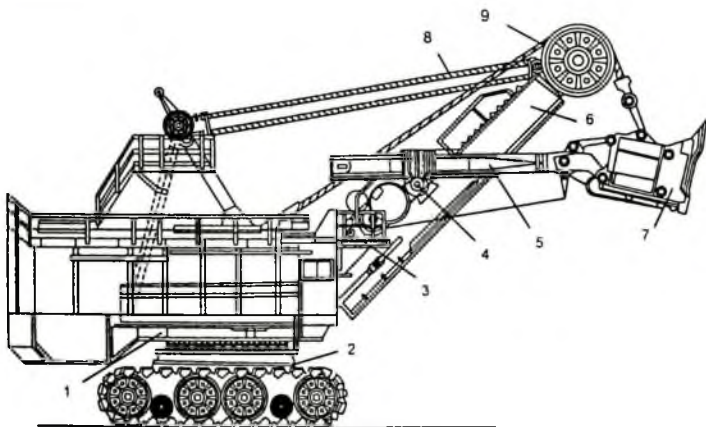
- Máy xúc truyền lực từ động cơ điện.
- Máy xúc truyền lực từ động cơ đốt trong.

1.4.2. Chế độ làm việc của máy xúc

Chế độ làm việc của máy xúc khá phức tạp nhưng có thể xem xét qua một máy xúc gầu thuận (hình 1.56).

1.4.2.1. Máy xúc gầu thuận

Bàn quay 1 được lắp trên bộ có bánh xích di chuyển 2. Cánh gầu 6 và tay gầu 5 được lắp trên bàn quay 1.



Hình 1.56. Máy xúc gầu thuận

• Tay gầu 5 và gầu xúc 7 di chuyển vào đất đá là nhờ cơ cấu đẩy tay gầu 4 và cáp kéo 9 của cơ cấu nâng – hạ. Cơ cấu đẩy tay gầu làm gầu xúc đi sâu vào lớp đất đá. Cơ cấu nâng – hạ làm gầu xúc di chuyển trong lớp đất đá và xúc vào gầu. Đồ tải từ gầu xúc sang các phương tiện vận tải khác (băng tải, ô tô, toa tàu...) thực hiện nhờ cơ cấu mở gầu 3. Nâng – hạ cần gầu bằng cáp 8.

Máy xúc có 3 chuyển động cơ bản:

- Ra vào tay gầu để đào.
- Nâng – hạ gầu để xúc.
- Quay để di chuyển đất đá từ chỗ xúc đến chỗ đổ.

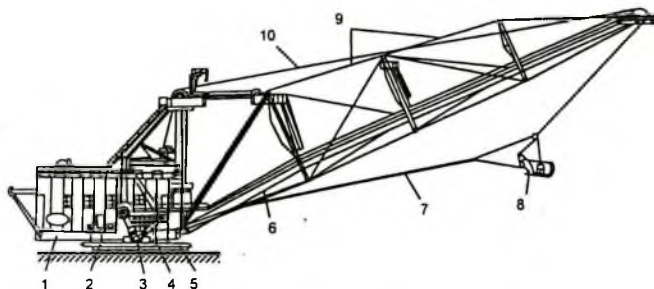
Ngoài ra còn các chuyển động khác như: nâng cần gầu, đóng mở đáy gầu, di chuyển máy v.v...

Chu kỳ làm việc của máy xúc gồm các công đoạn sau: hạ gầu tới mặt bằng làm việc – đào nhờ đẩy cần gầu – nâng gầu để xúc – quay gầu tới nơi đổ – mở đáy gầu để đổ tải – quay gầu về vị trí ban đầu. Thời gian một chu kỳ là $(20 \div 60)s$.

Cơ cấu đẩy tay gầu đưa gầu vào đất đá và cơ cấu nâng (hạ) gầu để xúc đất đá thường xuyên phải làm việc quá tải (gọi là quá tải làm việc) do lớp đất đá cứng hoặc xúc sâu. Các cơ cấu chính của máy xúc đều làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại với hệ số tiếp điện $(25 \div 75)\%$.

1.4.2.2. Máy xúc gầu treo

Như trên hình 1.57, bàn quay 1 quay trên bệ 2. Máy xúc di chuyển nhờ cơ cấu tạo bước 3 với 2 kích thủy lực 4 và nhờ tấm trượt 5 lắp ở hai bên thành bàn quay 1. Cần gầu 6 lắp trên bàn quay bằng hệ thống thanh giằng 9. Gầu xúc 8 treo nhờ cáp nâng 10. Quá trình xúc đất đá là từ ngoài về phía máy xúc nhờ cáp kéo 7.



Hình 1.57. Máy xúc gầu treo

. Với loại máy xúc nào cũng vậy, điều kiện làm việc của máy xúc là khắc nghiệt (ngoài trời mưa, nắng...), chế độ làm việc nặng nề, chao lắc mạnh, bụi, nhiệt độ môi trường luôn thay đổi...

Ngoài ra máy xúc có thể phải làm việc ở mặt nghiêng, gia tốc khi mở máy và khi hãm máy lớn... Do vậy, yêu cầu đối với các thiết bị, khí cụ là phải chắc chắn, bền, tin cậy.

1.4.3. Các yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động điện các cơ cấu của máy xúc

Truyền động điện cho các cơ cấu của máy xúc cần phải đáp ứng các yêu cầu:

1.4.3.1. Về đặc tính cơ: Các cơ cấu chính của máy xúc là cơ cấu đẩy tay gầu, cơ cấu nâng – hạ và cơ cấu quay máy phải có đặc tính cơ "gục" nhanh ở giới hạn mômen (do đó dòng điện) động cơ lớn như trên hình 1.58 và được gọi là "đặc tính máy xúc".

Điểm "gục" có mômen gọi là mômen ngắt M_{ng} tương ứng với dòng ngắt $I_{ng} = (2,25 + 2,50) I_{dm}$. Đoạn AD có độ sụt tốc nhỏ để đảm bảo năng suất máy xúc. Đoạn DC có độ dốc lớn để dòng giảm nhanh không gây hỏng động cơ khi bị quá tải.

Đặc tính cơ "gục" như đường 1 gọi là đặc tính "máy xúc" lý tưởng vì đoạn AB không có sụt tốc ($\Delta\omega = 0$) và đoạn BC thẳng đứng (mômen ngắt chính là mômen dừng, $M_{ng} = M_d$).

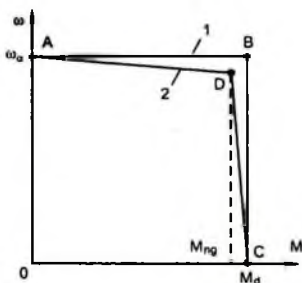
Máy xúc cần đặc tính "máy xúc" vì người vận hành máy xúc khó cảm nhận được thời điểm quá tải của động cơ để giảm tốc do gầu xúc đi vào trong lớp đất đá.

Năng suất máy xúc lý tưởng được đánh giá 100% bằng diện tích giữa đặc tính cơ "gục" ABC và các trục tọa độ (diện tích hình chữ nhật OABC). Năng suất máy xúc thực được đánh giá bằng % qua hệ số lấp đầy:

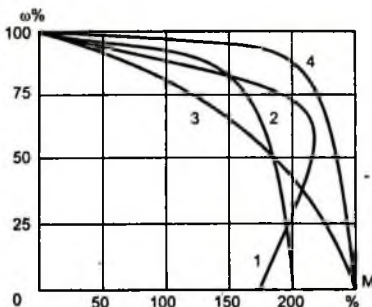
$$k = \frac{S_{OADC}}{S_{OABC}} \quad (1.36)$$

Hệ số lấp đầy của các máy xúc hiện đại có thể đạt tới 0,8 ÷ 0,9.

Hình 1.59 biểu thị các đặc tính cơ của hệ truyền động các cơ cấu máy xúc. Các đặc tính cơ này cho phép đánh giá và tính chọn hệ truyền động hợp lý đối với từng loại máy xúc.



Hình 1.58. Đặc tính "máy xúc"



Hình 1.59. Đặc tính cơ của hệ truyền động các cơ cấu máy xúc

1. Dừng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc;
2. Dừng động cơ không đồng bộ rôto dây quấn;
3. Dừng hệ F – Đ;
4. Dừng hệ F – Đ có khuếch đại trung gian.

Hệ truyền động điện xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc (đường 1) được sử dụng rộng rãi cho các máy xúc có thể tích gầu xúc tới 1m^3 . Với động cơ có hệ số trượt lớn thì đặc tính cơ mềm hơn và dễ hạn chế dòng của động cơ trong giới hạn cho phép.

Hệ truyền động điện xoay chiều với động cơ không đồng bộ rôto dây quấn (đường 2) có thêm điện trở phụ ở mạch rôto bằng $(0,10 + 0,15)$ điện trở dây quấn rôto với cuộn kháng ở mạch stato sẽ cho đặc tính ưu việt hơn.

Hệ truyền động một chiều (hệ F – Đ) thường dùng với máy xúc công suất trung bình, thể tích gầu xúc $(2 + 5)\text{m}^3$, có đặc tính cơ (đường 3) gần với đặc tính cơ tối ưu, cho phép điều chỉnh tốc độ động cơ trong một phạm vi khá rộng. Năng suất máy xúc dưới $400\text{m}^3/\text{h}$.

Hệ truyền động F – Đ có khuếch đại trung gian sẽ tạo được đặc tính cơ 4, đáp ứng tốt các yêu cầu cho công nghệ máy xúc. Hệ này thường dùng rộng rãi cho các máy xúc có thể tích gầu xúc $(10 + 80)\text{m}^3$. Năng suất máy xúc dưới $1500\text{m}^3/\text{h}$.

1.4.3.2. Về động cơ điện: Động cơ truyền động phải chắc chắn về kết cấu, độ tin cậy khi làm việc cao, có khả năng chịu quá tải lớn. Động cơ phải chịu nhiệt và chịu ẩm cũng như chịu tần số đóng – cắt lớn ($400 + 600$) lần/h, làm việc ở quá trình quá độ nhiều. Để giảm thời gian quá độ (lúc mở máy và hãm máy) do tần số đóng – cắt lớn, động cơ còn cần mômen quán tính của rôto nhỏ (rôto có chiều dài lớn, đường kính nhỏ).

1.4.3.3. Về thiết bị điều khiển: Các thiết bị điều khiển phải bảo đảm làm việc tin cậy khi rung động, chao lắc, phụ tải thay đổi đột biến với tần số đóng cắt lớn.

1.4.3.4. Với máy xúc nhiều gầu xúc: như máy xúc gầu quay, máy xúc máng cào, hệ truyền động cần đảm bảo mở máy êm, hạn chế gia tốc với phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng để không gây ảnh hưởng đến kết cấu cơ khí của các gầu xúc con gá trên bánh quay hay trên băng xích. Động cơ cũng phải có mômen mở máy lớn để khắc phục mômen quán tính lớn của các gầu con, của bánh quay hay băng xích, ổ đỡ v.v... Các đặc tính cơ của máy xúc không quá cứng để có thể giảm tốc khi phụ tải tăng và phải bảo vệ chống đứt băng xích khi quá tải.

1.4.4. Tính chọn công suất động cơ cho các cơ cấu máy xúc

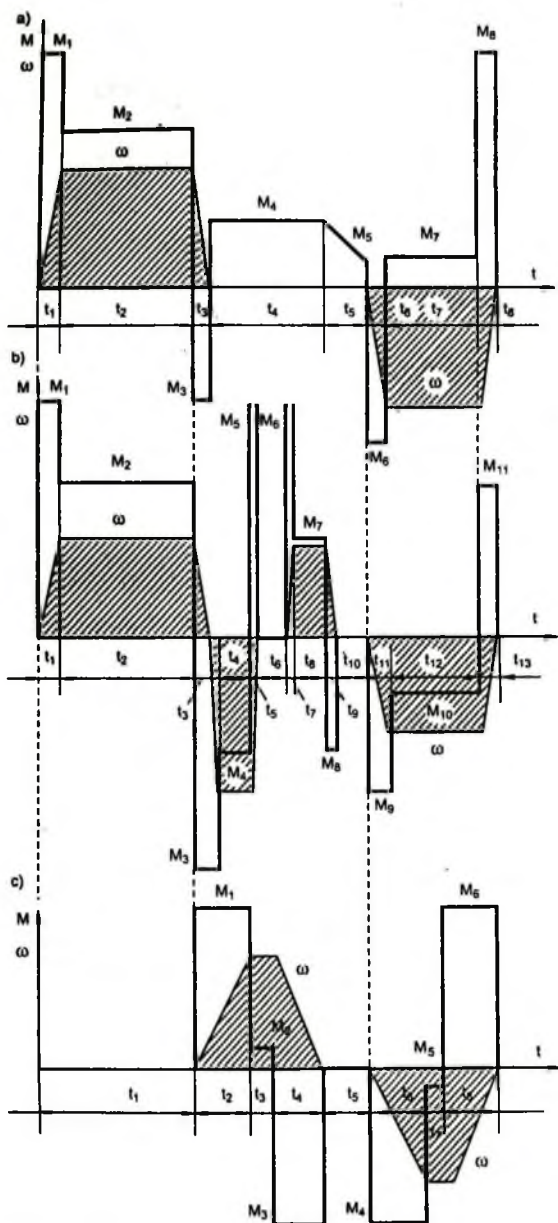
1.4.4.1. Biểu đồ phụ tải của các cơ cấu chính máy xúc gầu thuận

Để xây dựng biểu đồ phụ tải hệ truyền động chính máy xúc, cần thiết:

- Thông số kỹ thuật động cơ truyền động.
- Mômen quán tính của hệ quy đổi về trục động cơ ở các chế độ làm việc khác nhau.
- Mômen cản tĩnh của hệ quy đổi về trục động cơ ở các chế độ làm việc khác nhau.

Để quy đổi mômen quán tính, mômen cản tĩnh của hệ về trục động cơ cần biết sơ đồ động của hệ truyền động.

Tiến hành chọn sơ bộ công suất động cơ truyền động nhờ xây dựng biểu đồ phụ tải đơn giản của hệ, bỏ qua mômen động mà chỉ tính đến mômen cản tĩnh. Việc tính toán chính xác các yếu tố đặc trưng cho chế độ làm việc của máy xúc là một vấn đề phức tạp. Do vậy, để tính chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu của máy xúc, ta có thể sử dụng biểu đồ phụ tải gần giống với biểu đồ phụ tải thực, được cho trên hình 1.60.



Hình 1.60. Biểu đồ phụ tải các cơ cấu chính của máy xúc gầu thuận

– Chu kỳ làm việc của cơ cấu nâng – hạ của máy xúc (hình 1.60a) bao gồm các giai đoạn:

- 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 khi bốc xúc xong;
- t_4 – thời gian giữ tay gầu cân bằng khi quay máy về vị trí đổ tải;
- t_5 – thời gian đổ tải;
- t_6 – thời gian tăng tốc để 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.

Mômen cản tĩnh trong biểu đồ là mômen cản thế năng.

– Chu kỳ làm việc của cơ cấu đẩy tay gầu máy xúc (hình 1.60b) bao gồm các giai đoạn:

- t_1 – thời gian tăng tốc đưa tay gầu xuống đất đá kết hợp với cơ cấu nâng – hạ;
- t_2 – thời gian 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 tới vị trí đổ tải;
- t_7 – thời gian tăng tốc đẩy tay gầu ra xa để đổ tải;
- t_8 – thời gian để đẩy tay gầu di chuyển với tốc độ không đổi;
- t_9 – thời gian hãm 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.

– Chu kỳ làm việc của cơ cấu quay máy xúc (hình 1.60c) gồm các giai đoạn:

- t_1 – thời gian nghỉ khi gầu di chuyển vào đất đá và bốc xúc;
- t_2 – thời gian tăng tốc để quay gầu đẩy tải;
- t_3 – thời gian quay tay gầu đẩy tải với tốc độ không đổi;
- t_4 – thời gian hãm chuyển động quay;
- t_5 – thời gian nghỉ khi đổ tải;
- t_6 – thời gian tăng tốc để quay gầu về vị trí bốc xúc;
- t_7 – thời gian quay tay gầu không có đất đá với tốc độ không đổi;
- t_8 – thời gian hãm của cơ cấu quay.

1.4.4.2. Biểu đồ phụ tải của các cơ cấu chính máy xúc gầu treo

– Chu kỳ làm việc của cơ cấu kéo cáp (hình 1.61a) bao gồm:

t_1 – thời gian tăng tốc đưa gầu xúc xuống đất đá;

t_2 – thời gian bốc xúc (gầu xúc càng đầy, mômen động cơ càng tăng);

t_3 – thời gian kết thúc bốc xúc (hãm).

– Chu kỳ làm việc của cơ cấu nâng hạ gầu (hình 1.61b) bao gồm:

t_1 – thời gian nghỉ khi cơ cấu kéo gầu thực hiện bốc xúc;

t_2 – thời gian tăng tốc của cơ cấu, nâng gầu khỏi nơi bốc xúc;

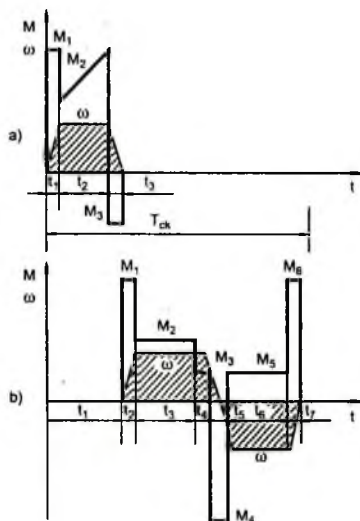
t_3 – thời gian nâng gầu với tốc độ không đổi, đồng thời máy quay gầu tới vị trí đổ tải;

t_4 – thời gian đổ tải;

t_5 – thời gian hãm và đảo chiều để hạ gầu;

t_6 – thời gian hạ gầu với tốc độ không đổi, đồng thời máy quay gầu theo hướng ngược lại;

t_7 – thời gian hãm, đưa gầu vào đất đá.



Hình 1.61. Biểu đồ phụ tải các cơ cấu chính của máy xúc gầu treo

1.4.4.3. Tính chọn công suất động cơ truyền động

Để tính toán và chọn công suất động cơ truyền động các cơ cấu máy xúc cần phải biết:

- 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 một chu kỳ làm việc;
- Tính chất đất đá và các yếu tố khác...

Các tham số trên có thể lấy từ kết cấu, kích thước và năng suất máy xúc đã thiết kế. Chế độ của các cơ cấu khi làm việc (mở máy, hãm, đảo chiều, thay đổi tốc độ) ảnh hưởng rất lớn đến năng suất máy xúc. Mômen quán tính của các khâu truyền lực trung gian trong cơ cấu có thể tính được dựa trên sơ đồ động học nhưng mômen quán tính của động cơ thì chỉ biết khi đã chọn sơ bộ công suất và loại động cơ. Do đó, để tính chọn chính xác công suất động cơ, cần tiến hành theo các bước:

- Xây dựng biểu đồ phụ tải tối giản nhờ tính toán (mục 3a, 3b, 3c) và xác định công suất cần tính;
- Chọn sơ bộ công suất động cơ và xây dựng đường đặc tính cơ của hệ truyền động;
- Xây dựng biểu đồ phụ tải chính xác của cơ cấu có tính tới các quá trình quá độ (mở máy, hãm, đảo chiều, thay đổi tốc độ);
- Kiểm tra điều kiện phát nóng của động cơ theo phương pháp dòng điện đẳng trị hay mômen đẳng trị;
- Kiểm tra điều kiện quá tải của động cơ.

Động cơ đã chọn phải phù hợp với hệ số tiếp điện.

a) Động cơ truyền động cơ cấu nâng – hạ của máy xúc gầu thuận

Để xây dựng đồ thị phụ tải của cơ cấu nâng – hạ (hình 1.60a) cần phải tính được các mômen khi bốc xúc, nâng gầu đầy tải, đổ tải, hạ gầu...

Mômen động cơ khi bốc xúc

$$M_z = \frac{(G_g + 0,5G_{tg} + G + F_c)R_i}{i\eta} \quad (\text{Nm}) \quad (1.37)$$

Trong đó: G_g – trọng lượng gầu (N);

G_{tg} – trọng lượng tay gầu (N);

G – trọng lượng đất đá trong gầu (N);

F_c – lực cắt (N);

R_i – bán kính tang nâng (m);

i – tỷ số truyền;

η – hiệu suất của cơ cấu.

Trọng lượng đất đá trong gầu tính theo biểu thức:

$$G = V_1 \cdot \gamma \quad (1.38)$$

γ – trọng lượng riêng đất đá (N/m³);

V_1 – thể tích đất đá chiếm chỗ trong gầu (m³);

$$V_1 = S \cdot h \cdot b$$

Với: S – tiết diện ngang của lớp cắt (m²);

h – chiều dài đường cắt (m);

b – độ tơi xốp của đất đá (0,6 ÷ 0,8).

Lực cắt F_c tính theo công thức:

$$F_c = f \frac{V_1 b}{h} 10^4 \quad (\text{N}) \quad (1.39)$$

trong đó: f – suất lực cản cắt của đất đá (N/cm²).

Trị số suất lực cản cắt của đất đá phụ thuộc vào tính chất của đất đá và kiểu gầu.
Bảng 1.5 giới thiệu một số các suất lực cản.

Bảng 1.5

Nhóm đất đá	Loại đất đá	Lực cản cắt (N/cm ²)			
		Gầu thuận	Gầu ngược	Gầu treo	Nhiều gầu xúc
I	Cát, cát pha	8 ÷ 16	3 ÷ 12	4 ÷ 13	4 ÷ 13
II	Đất sét	12 ÷ 25	16 ÷ 30	14 ÷ 20	21 ÷ 40
III	Than đá	22 ÷ 36	25 ÷ 42	27 ÷ 45	55 ÷ 80
IV	Đá phiến, thạch cao, quặng phot pho, măng gan	33 ÷ 55	40 ÷ 55	58 ÷ 85	80 ÷ 100
V	Than cứng	43 ÷ 75	–	48 ÷ 52	100 ÷ 220
VI	Than rất cứng	70 ÷ 140	–	80 ÷ 150	–
VII	Đá cứng, đá mácma	120 ÷ 450	–	100 ÷ 450	200 ÷ 600

Tốc độ nâng gầu v_g được chọn theo kinh nghiệm và tùy thuộc vào năng suất của máy xúc:

$$v_g = (0,4 \div 0,5) \text{ m/s đối với máy xúc có gầu xúc } (0,25 \div 2,00) \text{ m}^3$$

$$v_g = (0,5 \div 0,9) \text{ m/s đối với máy xúc có gầu xúc } (2 \div 3) \text{ m}^3$$

$$v_g = (0,9 \div 1,6) \text{ m/s đối với máy xúc có gầu xúc } (3,5 \div 6) \text{ m}^3$$

Mômen hạ gầu không tải:

$$M_7 = \frac{(G_g + 0,5G_{lg})R_l \eta}{i} \quad (\text{Nm}) \quad (1.40)$$

Mômen kéo gầu khỏi đất đá hoặc giữ gầu đầy tải trên cao lúc quay máy:

$$M_4 = \frac{(G_g + 0,5G_{lg} + G)R_l}{i\eta} \quad (\text{Nm}) \quad (1.41)$$

Các mômen khác của động cơ khi xây dựng biểu đồ phụ tải tối giản có thể lấy bằng: $M_1 = 1,5M_2$; $M_3 = 0,8M_2$; $M_5 = 0,85M_4$; $M_6 = M_2$; $M_8 = 1,5M_2$;

Mômen đẳng trị của động cơ truyền động cơ cấu nâng – hạ

$$M_{dt} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + M_3^2 t_3 + M_4^2 t_4 + M_5^2 t_5 + M_6^2 t_6 + M_7^2 t_7 + M_8^2 t_8}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8}} \quad (1.42)$$

Để tính thời gian quá độ t_1 , t_3 , t_6 và t_8 trước hết phải tính thời gian làm việc của động cơ ở chế độ xác lập. Thời gian đào, bốc t_2 phụ thuộc độ dài đường cắt 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 tốc độ quay của máy xúc. Thời gian đổ tải t_5 phụ thuộc vào thể tích của gầu xúc.

Thời gian tổng của một chu kỳ làm việc của cơ cấu nâng – hạ gầu có thể tính theo:

$$t_{ck} = (1,15 \div 1,20)(t_2 + t_4 + t_5 + t_7) \quad (1.43)$$

Dựa vào M_{dt} và v_g có thể tính chọn được công suất động cơ.

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

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

Hình 1.62 cho ta thấy, thành phần lực chủ đạo để đẩy tay gầu là lực nâng F_n tỷ lệ nghịch với góc α giữa tay gầu và cáp kéo của cơ cấu nâng. Lực F_n này lớn hơn lực cản cát F_c của đất đá. Khi giữ tay gầu trên không, cơ cấu đẩy tay gầu chịu lực đẩy F_d do trọng lượng của tay gầu, gầu, đất đá trong gầu và lực nâng tác dụng lên tay gầu. Để tính công suất động cơ, cần phải xác định được thành phần tiếp tuyến và pháp tuyến của lực đẩy F_d tại điểm A (hình 1.62a). Muốn vậy, phải tổng hợp các thành phần lực ứng với các vị trí khác nhau của gầu xúc như vị trí I, II, III chẳng hạn (hình 1.62 b,c,d). Các thành phần lực gồm: lực cản F_c , lực nâng $F_n = G_n$ và trọng lượng gầu G_g , tay gầu G_{tg} từ đó xác định được véc tơ lực F_A (độ lớn và hướng) tại điểm A.

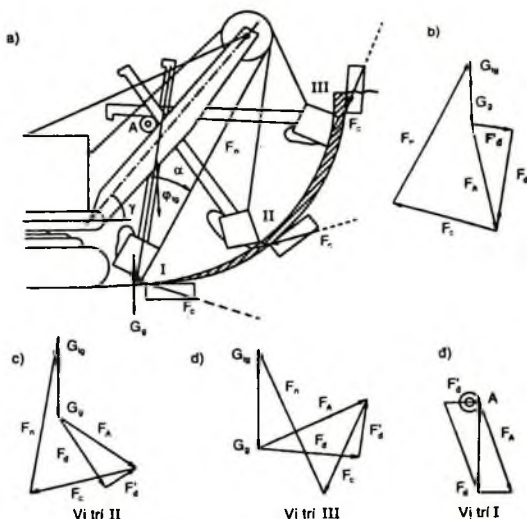
Thành phần lực cắt F_c được tính theo biểu thức:

$$F_c = \frac{1}{r} (G_n r_1 + G_{ig} r_2 + G_g r_3) \quad (1.44)$$

trong đó r , r_1 , r_2 , r_3 là các cánh tay đòn tương ứng với lực F_c , G_n , G_{ig} , G_g so với trục của tay gấu.

Tiếp theo là phân tích lực F_A thành hai thành phần: F_d song song với trục tay gấu và F_d' vuông góc với trục tay gấu. Ở vị trí I (hình 1.62b và 1.62d) thì cần gầu nghiêng góc $\gamma = 60^\circ$ so với phương nằm ngang.

Để tính toán sự thay đổi mômen theo góc nghiêng của tay gấu, cần phải xây dựng biểu đồ lực tác dụng lên tay gấu ứng với 8 ÷ 10 vị trí tay gấu. Sau đó xác định trị số trung bình của M_2 (hình 1.60b). Thời gian t_2 được tính bằng thời gian đào – bốc xúc (hình 1.60a).



Hình 1.62. Phân tích ngoại lực tác dụng lên tay gấu

Khi thu tay gấu vào và vươn tay gấu ra xa nhất để đổ tải thì trị số mômen cũng tiến hành theo các bước như trên. Còn tốc độ di chuyển đẩy tay gấu ra xa nhất trong quá trình đào – bốc xúc là:

$$v_d = \frac{l_{igmax}}{t_d} \text{ (m/s)} \quad (1.45)$$

trong đó: l_{igmax} – khoảng di chuyển xa nhất của tay gấu (m);

t_d – thời gian đào bốc xúc ($t_d = t_2$) (s);

Tốc độ lùi tay gấu, thường lấy bằng $(1,5 \div 2,0)v_d$.

Tốc độ trung bình của cơ cấu đẩy tay gấu thường được chọn là:

$$v_{d.tb} = (0,45 \div 0,72)v_g \text{ (m/s)} \quad (1.46)$$

trong đó: v_g – tốc độ nâng gầu (m/s).

Các trị số mômen còn lại, 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 $M_{11} = M_2 = M_9$.

Các tính toán tiếp theo được thực hiện tương tự như đối với động cơ truyền động của cơ cấu nâng – hạ gầu.

c) Động cơ truyền động quay máy xúc gầu thuận

Công suất động cơ này phụ thuộc vào mômen quán tính các phần quay của máy xúc

J , mômen cản tĩnh M_c , tốc độ quay cực đại ω_{max} , gia tốc lúc tăng tốc và hãm cũng như trị số góc quay β .

Theo kinh nghiệm vận hành và thiết kế cơ cấu quay máy xúc, trị số mômen cản tĩnh M_c và mômen động của động cơ liên quan với nhau theo một tỷ lệ tương ứng. Bởi vậy, chỉ cần tính M_c sau đó suy ra mômen động $M_{đg}$.

Các bước tính M_c là:

*** Chọn thời gian chu kỳ làm việc:** $t_{ck} = 10s$

Khi bốc xúc đất đá rời, t_{ck} tăng lên (5 ÷ 10)% đối với máy xúc gầu thuận và gầu treo, 10% đối với máy xúc gầu ngược, 15% đối với máy xúc gầu ngoạm.

Khi bốc xúc đất đá mềm, t_{ck} giảm đi một nửa.

*** Xác định thời gian đào – bốc xúc t_d :**

$$t_d = \frac{h}{v_g} \quad (s) \quad (1.47)$$

trong đó: h – chiều dài đường cắt (m);

v_g – tốc độ nâng gầu (m/s).

Tốc độ v_g phụ thuộc vào từng loại đất đá (chọn từ 0,5 ÷ 3,5 m/s).

*** Tính thời gian đổ tải:** thời gian này tùy thuộc vào phương tiện vận chuyển đất đá (ôtô, toa tàu, bãi thải), loại đất đá, chiều cao đổ tải, tầm vươn xa của gầu khi đổ tải. Thời gian đổ tải bao gồm: thời gian quay gầu về vị trí đổ tải, thời gian mở đáy gầu, thời gian tải rơi.

Khởi động cơ cấu đổ tải mất (0,4 ÷ 3,0)s, đổ tải ra bãi thải mất (0,25 ÷ 2,00)s, còn đổ tải vào ô tô, toa tàu là (0,5 ÷ 6,0)s.

*** Tính thời gian quay gầu t_q :**

$$t_q = \frac{t_{ck} - t_d - t_{đt}}{1 + \sqrt{\frac{J_o}{J}}} \quad (1.48)$$

trong đó: J_o – mômen quán tính của phần quay máy xúc khi không tải ($kg.m^2$);

J – mômen quán tính của phần quay máy xúc khi có tải (kgm^2);

*** Tính công suất cực đại của động cơ quay máy xúc:**

$$P_{max} = \frac{J(1,37 + \eta^2)\beta^2}{0,736at_q\eta} \quad (kW) \quad (1.49)$$

Trong đó: η – hiệu suất cơ cấu quay ($\eta = 0,85 \div 0,90$);

β – góc quay của máy xúc:

$\beta = 90^\circ \div 110^\circ$ (máy xúc gầu thuận);

$\beta = 120^\circ \div 150^\circ$ (máy xúc gầu treo).

a – hệ số có tính đến hình dạng của đường đặc tính cơ hệ truyền động quay máy xúc:

$a = 26,5$ (hệ xoay chiều dùng động cơ không đồng bộ);

$a = 40,7$ (hệ F – Đ);

$a = 65,5$ (hệ F – Đ có khuếch đại trung gian).

*** Tính tốc độ cực đại của động cơ:**

$$\omega_{\max} = \sqrt{\frac{0,736 \cdot c \cdot P_{\max} \cdot \eta \cdot \beta}{J(1,37 + \eta^2)}} \quad (1.50)$$

trong đó: c – hệ số có tính đến hình dạng của đường đặc tính cơ hệ truyền động quay máy xúc;

$c = 87,5$ (hệ xoay chiều dùng động cơ không đồng bộ);

$c = 137$ (hệ F – Đ);

$c = 220,5$ (hệ F – Đ có khuếch đại trung gian).

Chọn công suất cơ truyền động quay máy xúc qua $P_{\max}$ và $\omega_{\max}$.

1.5. MỘT SỐ SƠ ĐỒ KHỔNG CHẾ MÁY XÚC ĐIỆN HÌNH

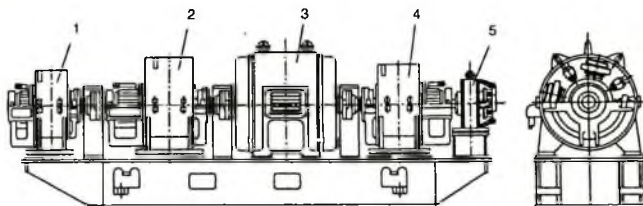
1.5.1. Máy xúc EKG – 4

Máy xúc EKG – 4 là máy xúc gầu thuận với thể tích gầu xúc $4m^3$ thường được sử dụng ở các công trường thủy điện, khai thác mỏ lộ thiên.

1.5.1.1. Trang bị điện

* Bộ biến đổi xoay chiều – một chiều điện cơ (hình 1.63)

– Động cơ sơ cấp 3 kéo các máy phát điện một chiều là động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc cao áp 6kV, công suất 259kW.



Hình 1.63. Bộ biến đổi xoay chiều – một chiều điện cơ

– Máy phát điện một chiều 2 làm nguồn cấp cho động cơ của cơ cấu nâng – hạ gầu, có $U_{dm} = 451V$, $P_{dm} = 192kW$.

– Máy phát điện một chiều 1 làm nguồn cấp cho động cơ của cơ cấu đẩy tay gầu và cho động cơ của cơ cấu di chuyển, có $U_{dm} = 395V$, $P_{dm} = 54kW$.

– Máy phát điện một chiều 4 làm nguồn cấp cho động cơ của cơ cấu quay máy xúc, có $U_{dm} = 395V$, $P_{dm} = 80kW$.

– Máy phát điện một chiều 5 làm nguồn cấp kích từ cho tất cả các máy phát điện và động cơ điện một chiều, có $U_{dm} = 115V$, $P_{dm} = 12kW$.

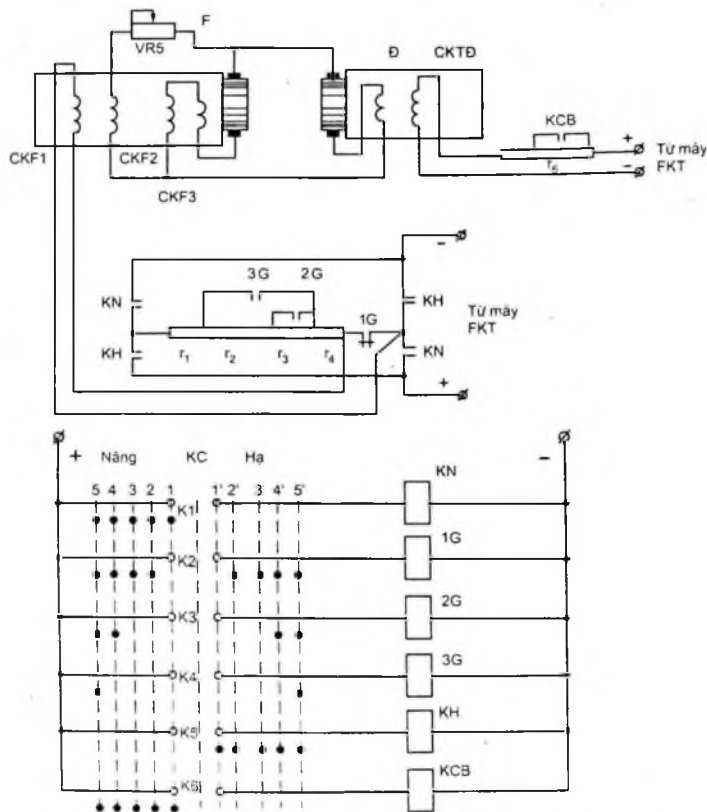
*** Các động cơ truyền động cơ cấu chính**

– Động cơ điện một chiều kích từ độc lập ĐN (hình 1.64) truyền động cơ cấu nâng – hạ: $U_{dm} = 460V$; $P_{dm} = 175kW$; $n_{dm} = 755$ vòng/phút.

– Động cơ điện một chiều kích từ độc lập ĐĐ truyền động cơ cấu đẩy tay gầu: $U_{dm} = 360V$, $P_{dm} = 40kW$; $n_{dm} = 1110$ vòng/phút.

1.5.1.2. Hệ truyền động các cơ cấu chính

Các cơ cấu chính của máy xúc EKG – 4 bao gồm: cơ cấu nâng – hạ gầu, cơ cấu đẩy tay gầu, cơ cấu quay và cơ cấu di chuyển máy đều có sơ đồ không chế riêng, dùng hệ F – Đ và tương đối giống nhau. Sai khác là không đáng kể. Ta xem xét một sơ đồ không chế cơ cấu nâng – hạ (hình 1.66).



Hình 1.66. Sơ đồ mạch điều khiển cơ cấu nâng – hạ của máy xúc EKG – 4

Điều khiển động cơ bằng bộ không chỉnh KC có 11 vị trí và 6 hàng tiếp điểm. Đảo chiều quay động cơ nhờ đảo chiều dòng cuộn kích từ máy phát CKF1 qua cầu tiếp điểm. Cuộn kích từ song song CKF2 đấu vào phân ứng động cơ qua biến trở VR5. Cuộn kích từ nối tiếp CKF3 đấu nối tiếp với hệ thống mạch lực F – Đ. Sức từ động hai cuộn CKF1 và CKF2 cùng chiều, còn s.t.d. cuộn CKF3 ngược chiều với s.t.d. của hai cuộn kia: $F_{\Sigma} = F_{CKF1} + F_{CKF2} - F_{CKF3}$.

Do đó, s.t.d. của CKF3 có tính chất khử từ. Khi dòng động cơ nằm trong giới hạn $0 < I_D < I_{ng}$ (dòng ngắt $I_{ng} = (2,25 \div 2,50)I_{dm}$) thì tính chất khử từ không lớn

lắm, độ sụt tốc nhỏ và tốc độ động cơ thay đổi ít, đảm bảo năng suất máy. Khi bị quá tải $I_D > I_{ng}$ thì tác dụng khử từ mạnh làm điện áp máy phát giảm nhanh về 0. Đặc tính cơ của hệ "guc", hạn chế trị số mômen dừng trong giới hạn cho phép: $M_{dng} = (1,5 \div 2,0)M_{dm}$.

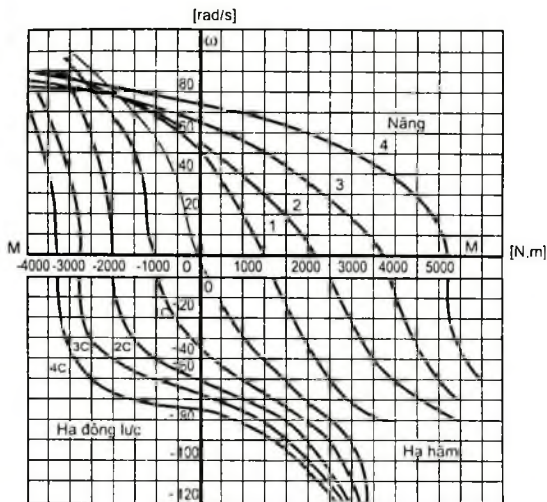
Quay bộ KC sang vị trí 1, công tắc tơ KN có điện. Dòng điện cuộn CKF1 nhờ vào nối tiếp với các điện trở r_1, r_2, r_3, r_4 . Mômen do động cơ sinh ra bằng $0,5M_{dm}$ và tốc độ động cơ thấp nhất (đặc tính 1 trên hình 1.67) để kéo căng cáp, để khắc phục khe hở trong các khâu truyền lực và đưa gầu xúc từ từ vào đất đá, bắt đầu quá trình bốc xúc. Tiếp tục chuyển bộ KC sang các vị trí 2, 3, 4, 5 thì tốc độ động cơ tăng dần do công tắc tơ 1G, 2G, 3G lần lượt tác động nối tắt dần các điện trở ở mạch cuộn CKF1. Khi chuyển KC về vị trí 0, các công tắc tơ 3G, 2G, 1G lần lượt mất điện, động cơ được hãm động năng (đường đặc tính 0).

Hạ gầu bằng cách quay KC sang các vị trí 1', 2', 3', 4', 5' – trong các vị trí này công tắc tơ KCB mất điện, điện trở r_k được đấu vào cuộn kích từ của động cơ CKTD làm giảm từ thông, tăng tốc độ động cơ hạ gầu.

Trong chế độ quá độ, trị số mômen và tốc độ động cơ phụ thuộc vào quán tính điện từ của các cuộn CKF của máy phát và quán tính cơ hệ truyền động. Do cuộn kích từ nối tiếp CKF3 có hằng số thời gian rất lớn nên trị số mômen cực đại được hạn chế trong giới hạn $M_{max} = 1,3M_{dm}$.

1.5.2. Máy xúc EKG – 4,6

Máy xúc EKG – 4,6 là máy xúc loại trung bình với thể tích gầu xúc $4,6m^3$. Trang bị điện – điện tử của máy xúc EKG – 4,6 tương tự EKG – 4. Các cơ cấu chính cũng đều có

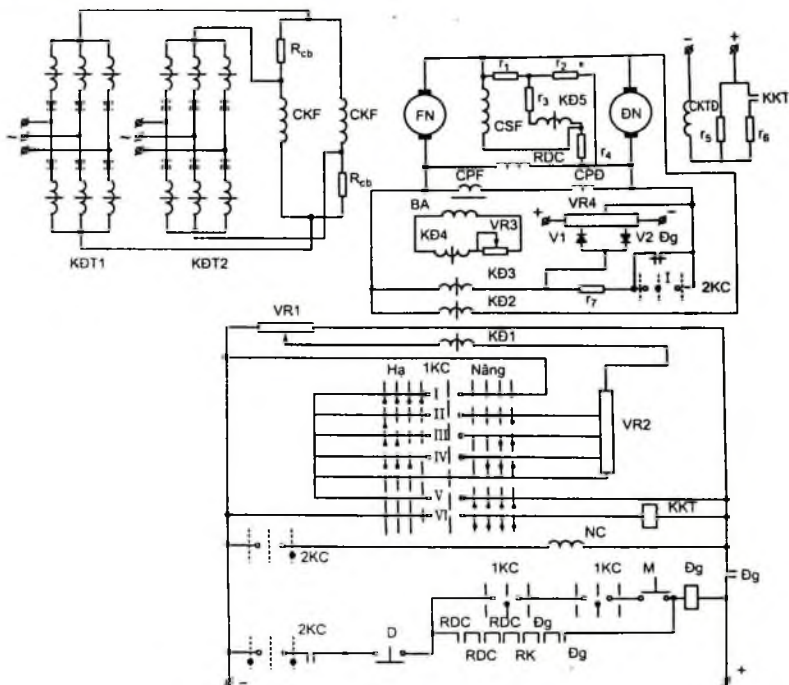


Hình 1.67. Các đặc tính cơ của cơ cấu nâng – hạ gầu của máy xúc EKG – 4.

hệ truyền động riêng. Trong máy xúc EKG – 4,6 các hệ truyền động là hệ F – Đ có khuếch đại từ (KĐT) trung gian.

Khuếch đại từ trung gian có chức năng tổng hợp các tín hiệu điều khiển rồi khuếch đại và cấp cho cuộn kích từ độc lập CKF của máy phát.

Máy phát FN có hai cuộn kích từ. Cuộn kích từ song song CSF (hình 1.68) làm nhiệm vụ tự kích, làm giảm công suất kích từ của cuộn kích từ độc lập CKF và hạn chế gia tốc ở chế độ quá độ. Nếu không có cuộn kích từ CSF, s.t.d của máy phát sẽ tăng rất nhanh lúc mở máy do tốc độ gia tăng của cuộn kích từ độc lập CKF. Cuộn CKF được phân ra hai nửa rồi nối thành sơ đồ cầu với hai điện trở cân bằng R_{cb} . Hai đường chéo của cầu nối vào điện áp ra của hai khuếch đại từ KĐT1 và KĐT2. Khuếch đại từ có 5 cuộn điều khiển KĐT1 ÷ KĐT5 và một cuộn gọi là cuộn chuyển dịch. Hệ truyền động làm việc ổn định và tạo ra đặc tính cơ phù hợp với công nghệ máy xúc nhờ tác động kết hợp của các cuộn điều khiển của KĐT.



Hình 1.68. Sơ đồ nguyên lý điện của hệ truyền động cơ cấu nâng – hạ gầu máy xúc EKG – 4,6

Quá trình mở máy, điều chỉnh tốc độ, đảo chiều quay và hãm động cơ thực hiện bằng cách thay đổi trị số và chiều dòng điện trong cuộn KĐT1 bằng bộ khống chế 1KC.

Cuộn KĐ1 là cuộn chủ đạo, được nối với phần ứng máy phát kích FKT qua hai biến trở VR1 và VR2. Bộ khống chế 1KC có 9 vị trí và 6 hàng tiếp điểm: một vị trí 0, 4 vị trí về chiều nâng và 4 vị trí về chiều hạ. Các tiếp điểm I và V để đảo chiều quay, tiếp điểm VI để giảm kích từ động cơ khi hạ gầu (hạ nhanh hơn). Các tiếp điểm còn lại tương ứng với các cấp tốc độ của động cơ ĐN. Tăng tốc động cơ bằng cách ngắn mạch dẫn biến trở VR2 đấu nối tiếp với cuộn KĐ1 nhờ các tiếp điểm II, III, IV. Cuộn điều khiển KĐ5 là cuộn phản hồi điện áp máy phát. Cuộn này nối vào đường chéo cầu cân bằng tạo bởi các vai cầu: CSF, r_1 , r_2 và r_4 .

Ở chế độ làm việc ổn định, s.t.d trong cuộn CSF bằng 0. Khi điện áp phát ra của máy phát bị dao động, điện cảm của cuộn CSF thay đổi làm mất sự cân bằng của cầu và cuộn KĐ5 có dòng. Nó thực hiện phản hồi mềm điện áp máy phát.

Cuộn điều khiển KĐ4 là cuộn phản hồi mềm dòng điện động cơ, được nối với thứ cấp của biến áp ổn định BA nối tiếp với biến trở VR3 để hiệu chỉnh gia tốc, tăng êm mômen. Sơ cấp BA là cuộn phụ CPF của máy phát.

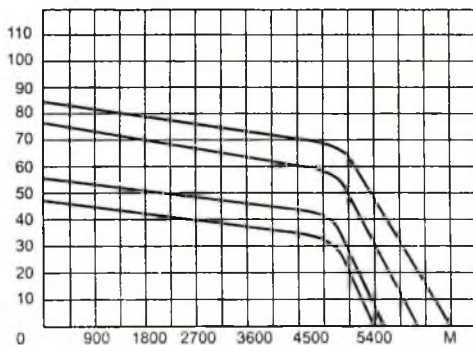
Cuộn điều khiển KĐ3 là cuộn phản hồi âm dòng điện có ngắt, hạn chế dòng điện dừng đến trị số cho phép $I_d = (2,4 \div 2,7)I_{dm}$ và nâng cao độ cứng của đặc tính cơ khi trị số dòng điện động cơ nằm trong phạm vi $I = (1,4 \div 1,7)I_{dm}$, đồng thời nó có chức năng giảm nhanh dòng điện dư trong mạch phản ứng khi phanh. Lúc đó, cuộn KĐ3 được nối trực tiếp vào mạch phản ứng động cơ qua tiếp điểm thường kín Đg hoặc 2KC không qua khâu ngắt (VR4, V1 và V2).

Hình 1.69 là họ đường đặc tính cơ tạo bởi cuộn KĐ3.

Cuộn điều khiển KĐ2 là cuộn phản hồi âm điện áp, có chức năng dập điện áp dư của máy phát và tạo quá trình cường bức kích từ, giảm thời gian quá độ.

Cuộn kích từ động cơ CKTĐ được cấp nguồn 110V qua r_5 và r_6 . Khi động cơ nâng gầu thì công tắc tơ KKT có điện, cuộn kích từ nối với r_5 và r_6 và từ thông động cơ bằng định mức.

Khi động cơ hạ gầu, KKT mất điện, từ thông động cơ giảm để tăng tốc độ hạ gầu không tải.



Hình 1.69. Họ đặc tính "máy xúc" của máy xúc EKG – 4,6

1.6. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ CÁC THIẾT BỊ VẬN TẢI LIÊN TỤC

1.6.1. Các khái niệm chung

Các thiết bị vận tải liên tục thường dùng để vận chuyển hàng hoá dạng hạt, kích thước nhỏ, chuyên chở các chi tiết ở dạng thành phẩm, bán thành phẩm, chở khách theo cung đường không dài và không có trạm dừng giữa đường.

Thiết bị vận tải liên tục có nguyên lý làm việc tương tự nhau, chỉ khác nhau ở công dụng, kết cấu cơ khí, cơ cấu chứa hàng chuyên chở, cơ cấu tạo lực kéo v.v...

– Băng tải: dùng vận chuyển vật liệu dạng hạt, vật kích thước nhỏ theo phương nằm ngang hoặc nghiêng dưới 30° . Các băng chở vật liệu có thể là vải, cao su, băng thép tấm...

– Băng chuyền: dùng vận chuyển các sản phẩm là thành phẩm hay bán thành phẩm trong các phân xưởng, nhà máy lắp ráp sản xuất theo dây chuyền. Cơ cấu vận chuyển là móc treo, giá treo và thùng hàng.

– Băng gầu: dùng vận chuyển vật liệu rời, dạng hạt theo phương thẳng đứng hoặc nghiêng trên 60° bằng các gầu xúc nhỏ ghép liên tiếp thành một vòng kín.

– Đường cáp treo: dùng chở hành hay hành khách ở những địa hình phức tạp, núi non hiểm trở. Cơ cấu vận chuyển là thùng, cabin...

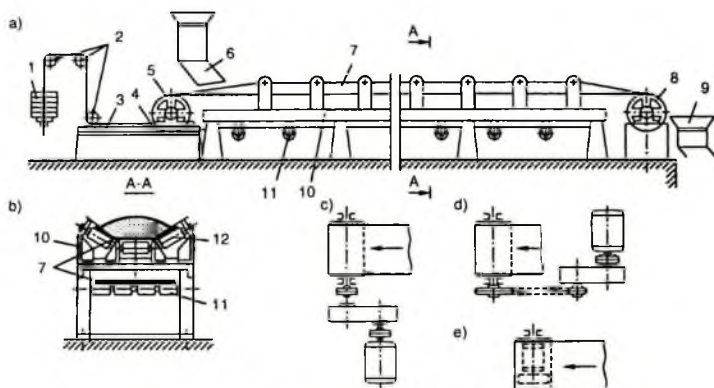
– Thang chuyển: dùng chuyên chở hành khách trong các siêu thị, nhà hàng, nhà ga xe điện ngầm, nhà ga máy bay... có lưu lượng hành khách lớn.

1.6.2. Cấu tạo và thông số kỹ thuật của các thiết bị vận tải liên tục

1.6.2.1. Băng tải

Băng tải là thiết bị vận tải liên tục dùng để chuyên chở hàng hóa dạng hạt, cục nhỏ theo phương ngang hoặc nghiêng dưới 30° . Kết cấu một băng tải cố định như trên hình 1.70.

Băng tải 7 chở hàng được di chuyển trên các con lăn đỡ 12 phía trên và con lăn đỡ 11 phía dưới. Các con lăn lắp trên khung đỡ 10. Truyền động kéo băng tải nhờ 2 tang: tang chủ động 8 và tang bị động 5. Tang chủ động 8 gắn chặt trên hai giá đỡ và nối với trục động cơ truyền động qua hộp giảm tốc. Băng tải được kéo căng nhờ đối trọng 1, cơ cấu định vị và dẫn hướng 2, 3, 4. Băng tải vận chuyển hạt từ phễu 6 đến đổ lên máng 9.



Hình 1.70. Kết cấu băng tải cố định

Băng tải thường được chế tạo từ bố vải trắng cao su có độ bền cao, khô rộng ($900 \div 1200$)mm. Khi vật liệu vận chuyển có nhiệt độ cao (tới 300°C) thì thường dùng băng tải bằng các tấm thép có độ dày ($0,8 \div 1,2$)mm và khô rộng ($350 \div 800$)mm.

Cơ cấu truyền lực cho băng tải thường có 3 loại:

– Động cơ kéo băng tải cố định qua hộp tốc độ (hình 1.70c) hay kết hợp với xích (hình 1.70d).

– Động cơ kéo băng tải không cố định được lắp trực tiếp với tang quay (hình 1.70e).

Năng suất băng tải được tính theo biểu thức:

$$Q = \delta \cdot v \text{ (kg/s)}$$

$$\text{hay} \quad Q = \frac{3600\delta v}{1000} \text{ (tấn/giờ)} \quad (1.51)$$

trong đó: δ – khối lượng tải theo chiều dài (kg/m);

v – tốc độ băng tải (m/s).

Khối lượng tải theo chiều dài:

$$\delta = S \cdot \rho \cdot 10^3 \text{ (kg/m)}$$

(1.52)

trong đó: ρ – khối lượng riêng của vật liệu (tấn /m³).

S – tiết diện cắt ngang của vật liệu trên băng tải (m²).

1.6.2.2. Băng gầu

Băng gầu dùng để vận chuyển vật dạng hạt theo phương thẳng đứng hoặc theo mặt phẳng nghiêng trên 60°

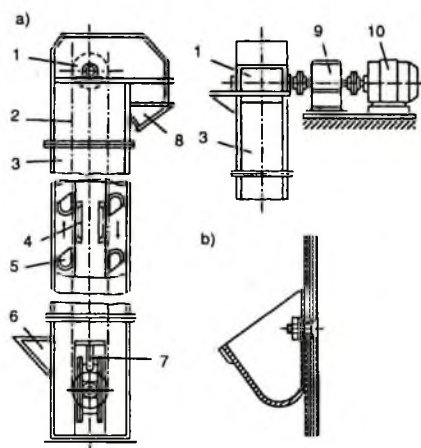
Kết cấu băng gầu như trên hình 1.71.

Xích kéo khép kín 2 vát qua tang quay

1. Phân chuyển động của băng gầu được che kín bằng hộp 3. Các gầu xúc 5 được gá vào xích 2 chuyển dịch theo cơ cấu dẫn hướng 4. Tang chủ động 1 được nối với động cơ 10 qua hộp giảm tốc 9. Vật được vận chuyển từ ống 6 để đổ vào ống 8.

Tốc độ di chuyển của băng gầu là (0,85 ÷ 1,25)m/s.

Hệ thống truyền động của băng gầu lắp ở vị trí trên cùng và có thể dùng phanh hãm điện từ khi dừng. Cơ cấu tạo sức căng 7 thường lắp ở tang thụ động phía dưới.



Hình 1.71. Kết cấu băng gầu

Năng suất băng gầu liên quan tới tốc độ băng gầu và thể tích gầu:

$$Q = \frac{V \cdot \psi \cdot \rho}{l_k} \cdot v \cdot 3600 \text{ (tấn/giờ)} \quad (1.53)$$

trong đó: V – thể tích một gầu (m³)

ψ – hệ số lấp đầy gầu (0,4 ÷ 0,8);

ρ – khối lượng riêng của vật liệu, (tấn/m³);

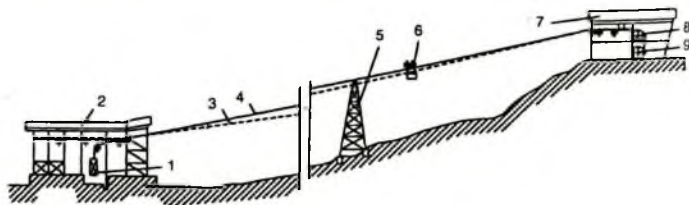
l_k – khoảng cách giữa các gầu (m);

v – tốc độ băng gầu (m/s).

– Ở băng gầu tốc độ cao (0,8 ÷ 3,5) m/s, năng suất có thể đạt tới 80m³/h và chiều cao nâng tới 40m.

1.6.2.3. Đường cáp treo

Đường cáp treo thường được chế tạo theo 2 kiểu: cáp treo một cáp và cáp treo hai cáp nối thành vòng kín, dùng chở hàng hoặc người.



Hình 1.72. Đường cáp treo 2 cáp

Hình 1.72 là đường cáp treo hai cáp khứ hồi có 2 ga. Giữa hai ga nhận hàng 7 và ga đổ hàng 2 có căng 2 cáp: cáp mang 4 và cáp kéo 3. Để tạo ra lực căng cáp, ở ga đổ hàng 2 có cơ cấu kéo căng 1. Giữa hai ga có các giá đỡ cáp trung gian 5. Cáp kéo 3 tạo thành vòng kín liên kết với cơ cấu truyền động 8 và động cơ 9. Các toa hàng 6 được gắn vào cáp kéo 3 và di chuyển theo cáp mang 4.

Năng suất cáp treo đạt tới 400 tấn/h và khoảng cách giữa 2 ga có thể tới hàng chục km. Số lượng toa tới nhà ga đạt $(50 \div 100)$ toa trong 1 giờ với thời gian gián cách giữa hai toa là $(20 \div 60)$ s.

Biểu thức tính năng suất cáp treo:

$$Q = \frac{3600M}{t} \quad (\text{tấn/h}) \quad (1.54)$$

trong đó: t – thời gian gián cách giữa hai toa (s);

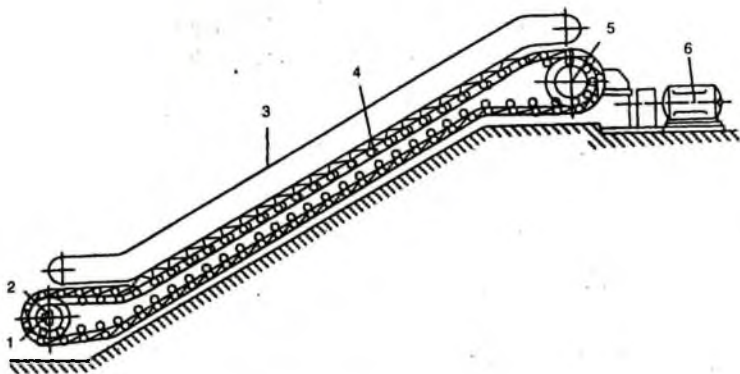
M – khối lượng tải của 1 toa (tấn).

1.6.2.4. Thang chuyển

Thang chuyển là cầu thang với các bậc chuyển động liên tục dùng để vận chuyển hành khách trong các siêu thị, nhà ga (xe điện ngầm, máy bay, đường sắt liên tỉnh...).

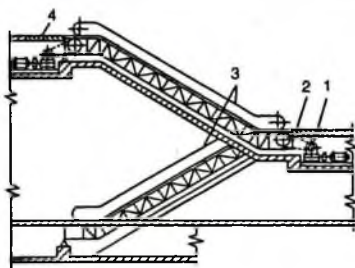
Tốc độ thang chuyển là $(0,5 \div 1,0)$ m/s với góc nghiêng 30° . Bề ngang (độ rộng) của thang là $(0,6 \div 1,0)$ m. Bậc thang thường cao 200mm, sâu tới 400mm. Thang có thể cao $(4,5 \div 60)$ m.

Hình 1.73 là kết cấu của một thang chuyển. Động cơ truyền động 6 được lắp ở đầu trên của thang chuyển để truyền lực cho trục chủ động 5. Các bậc thang 4 của thang chuyển liên kết thành mạch xích khép kín từ trục chủ động 5 đến trục bị động 2. Ở trục bị động có cơ cấu tạo lực căng 1 cho xích thang chuyển. Để đảm bảo an toàn và tạo điều kiện thuận lợi cho hành khách, ở hai bên thang có lắp tay vịn 3 chuyển động cùng với thang.



Hình 1.73. Kết cấu của thang chuyển

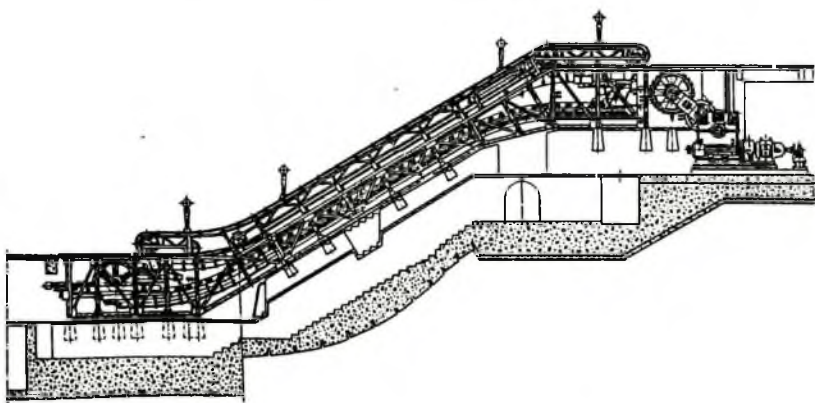
Trong các toà nhà nhiều tầng, thang chuyển được lắp nối tiếp nhau (hình 1.74).



Hình 1.74. Thang chuyển trong nhà 3 tầng

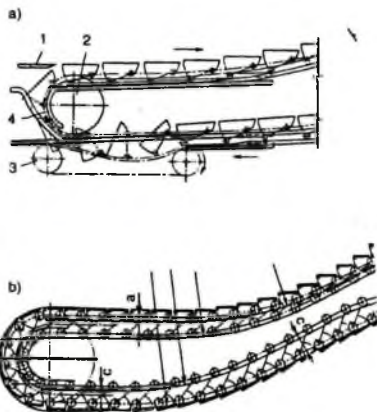
1. Bộ truyền động thang chuyển dưới; 2. Mái dưới; 3. Tay vịn; 4. Mái trên.

Hình 1.75 là kết cấu cụ thể hơn của một thang chuyển



Hình 1.75. Kết cấu chi tiết thang chuyển

Các bậc thang có thể được chế tạo từ (hình 1.76a) hoặc các bậc được tạo từ các



Hình 1.76. Chuyển động của bậc thang
1. Mặt bằng vào thang; 2. Tang dưới (bi động)
Năng suất thang chuyển là:

$$Q = \frac{1}{m_b} \cdot m_k \cdot v \cdot \varphi \cdot 3600$$

trong đó: φ – hệ số lấp đầy khách của thang;
 v – tốc độ thang (m/s);

l/m_b – số bậc thang trên một đơn vị;
 m_k – số khách trên 1 bậc thang

1.6.3. Tính chọn công suất động cơ truyền

Chế độ làm việc của các thiết bị vận tải liên quan với tải ít thay đổi nên hầu hết chúng không

Để tăng nhịp độ sản xuất, một số dây chuyền phải thay đổi tốc độ với dải điều chỉnh $D = 2 : 1$.

Động cơ truyền động cần phải đảm bảo $M_{min} = (1,6 \div 1,8) M_{j\max}$. Chọn động cơ xoay chiều trượt lớn để có M_{min} lớn.

Nguồn cấp cho động cơ phải có dung lượng hưởng tới lưới và động cơ tăng tốc hoặc hãm phải

* Công suất tĩnh của băng tải:
 $P_c = P_1 + P_2 + P_3 =$

* Công suất động cơ truyền động băng tải:
 $P_D = k_1 \cdot P_c / \eta$

trong đó: k_1 – hệ số dự trữ về công suất;
 η – hiệu suất bộ truyền.

* Khi băng tải nằm ngang, chỉ cần thay (1.60). Lúc đó $L' = L$, $H = 0$ và $F_3 = 0$. Công
 $P_c = (k_1 \cdot \delta + 2k_2 \cdot$

1.6.3.2. Chọn công suất động cơ băng gầu

Công suất động cơ kéo băng gầu được dựa trên lực cản và lực căng của xích kéo gầu (hình 1.78).

* Lực cản của nhánh kéo lên băng tải kéo tại các điểm 1, 2, 3, lực cản của tang b và lực cản khi băng gầu chuyển động:

$$F_{H1} = k_1 F_1 + k_2 \cdot \delta \cdot g + (\delta + \delta_b) Hg \quad (N)$$

trong đó: F_1 – lực kéo tại điểm 1.
lấy $(1000 \div 2000) N$;

k_1 – hệ số tính đến ma sát, $k_1 = 1.05 \div$

δ – khối lượng vật liệu trên 1m dài (kg/m);

k_2 – hệ số tính đến lực cản chuyển 1 k

$k_2 = (4 \div 5)$;

δ_b – khối lượng 1m băng (kg/m);

H – chiều cao của băng gầu.

* Lực kéo của nhánh xuống (tại d

$$F_{H1} = F_1 \cdot$$

* Tổng lực kéo đặt lên tang chủ

$$F_c = F_{H1} -$$

* Công suất cản tĩnh của băng g

$$P_c = F_c \cdot$$

* Công suất động cơ truyền động

$$P_D = k$$

Hệ số dự trữ công suất $k = 1.2$

1.6.4. Một số sơ đồ diễn hình kl

1.6.4.1. Sơ đồ không chế hệ thố

Khi một băng tải (hoặc một điều

hoạt động trong một hệ thống băng tải, mạch điều khiển phải
sau:
: động cơ truyền động phải ngược chiều với dòng chuyển vật
vật).

12. ở tất kỳ trong hệ thống chỉ được phép khi băng tải trước nó đã
ng).

= 0 v
tốc độ mỗi băng tải và có cảm biến báo có tải trên băng tải
x (1.65) ng tải phía sau không nhỏ hơn tốc độ băng tải kế trước.

1.6. g băng tải có 3 tuyến vận chuyển vật liệu (hình 1.79).

đổ vào thùng phân phối T1. Sau đó vật liệu được phân phối

tính
o các

ống lực
bị động

) (1.65)
1. thường

,05 ÷ 1,07;
n dài của k

uyền 1 kg v

(kg/m);

gầu.

uống (tại d

$F_{A1} = F_{A1} + 2$

ên tang chủ d

$F_c = F_{A1} - F_{A2}$

nh của băng g

$P_c = F_{A1}$

ig cơ truyền đ

$P_D = k \cdot P_c$

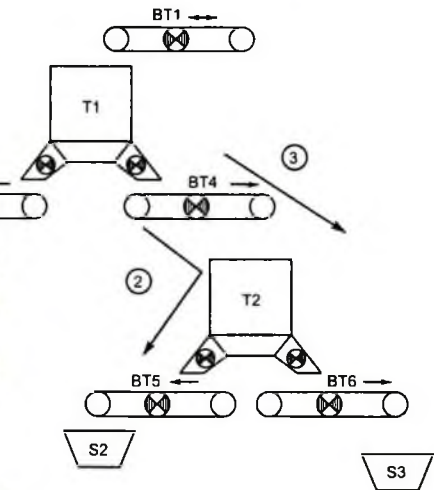
công suất k = 1,2

ơ đồ điện hình k

không chế hệ th

băng tải (hoặc m

u khiển tương tự d



1.79. Sơ đồ công nghệ một hệ thống băng tải

qua hai băng tải BT2, BT3 rồi đổ vào thùng chứa S1.

qua băng tải BT4 đổ vào thùng T2 rồi qua băng tải

băng tải BT4 đổ vào thùng T2 rồi qua băng tải BT6

qua các bộ chuyển mạch CM1, CM2, CM3 (hình 1.80).

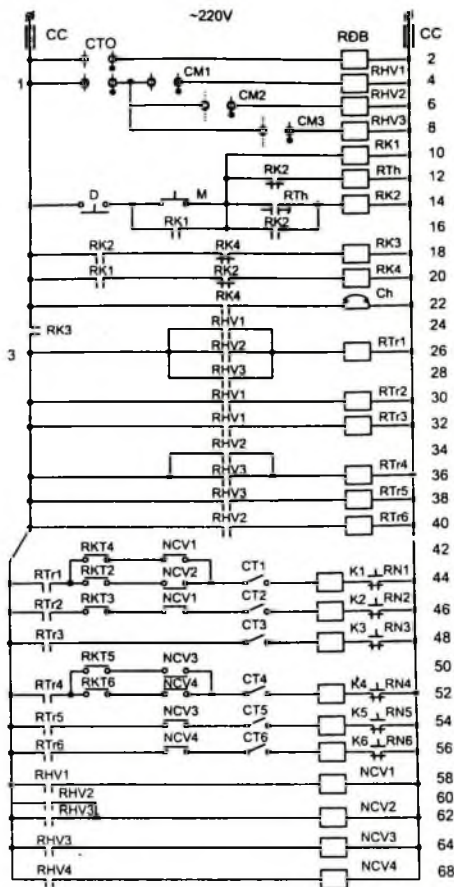
theo đường thứ 3.

le đèn báo RDB có điện để cấp nguồn cho hệ thống

ie hướng vận chuyển RHV3 có điện để đóng mạch

các cuộn nam châm: RTr1, Rtr4, RTr5, NCV2,

đèn báo ĐB1, ĐB4, ĐB5 đèn van ĐV3.

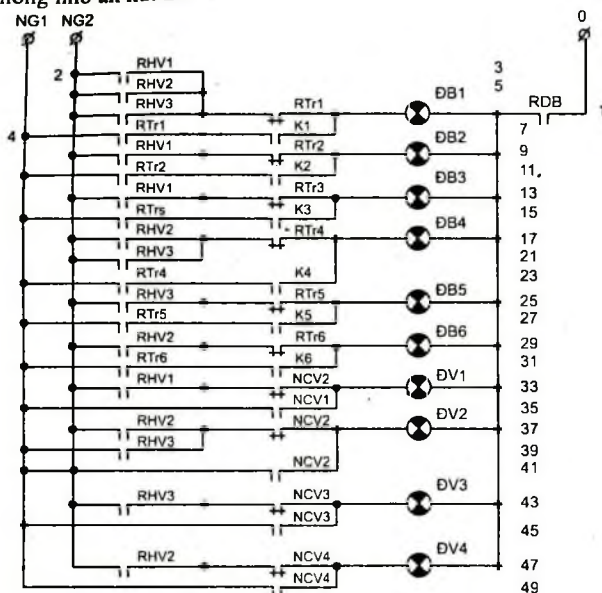


Hình 1.80. Sơ đồ khống chế hệ thống băng tải

Để mở máy các động cơ hệ truyền động, ấn nút M, role RK1 (dòng 10) tác động, tự duy trì (dòng 16), cấp điện cho rơ le thời gian RTh (dòng 12) cấp điện cho RK4 (dòng 20) để từ đó chuông Ch kêu (dòng 22) báo hệ thống chuẩn bị làm việc. Sau $(5 + 10)s$, tiếp điểm thường mở đóng chậm RTh (dòng 14) đóng để RK2 tác động, tự duy trì (dòng 16), cắt nguồn RTh (dòng 12), cắt điện RK4 (dòng 20) để cắt điện chuông (dòng 22) cấp nguồn cho RK3 (dòng 18) để đóng mạch (dòng 24) phía dưới. Do role RTr5, NCV3 có điện (dòng 54) nên K5 có điện và băng tải BT5 được khởi động. Khi băng tải BT5 đạt tốc độ định mức thì tiếp điểm RKT5 liên động với role kiểm tra tốc độ (dòng 50) đóng lại và K4 có điện để băng tải BT4 khởi động. Khi BT4 đạt tốc độ định mức thì

RKT4 (dòng 42) đóng để K1 có điện, khởi động băng tải BT1. Quá trình mở máy hệ thống băng tải kết thúc.

Dừng hệ thống nhờ ấn nút D.



Hình 1.81. Sơ đồ đèn báo

Khi các băng tải khởi động xong, các tiếp điểm của các công tắc tơ từ K1 đến K6 sẽ đóng các đèn báo ĐB1 ÷ ĐB6. Nguồn NG2 là nguồn đèn báo nhấp nháy khi đang trong giai đoạn quá độ. Nguồn NG1 là nguồn ổn định, các đèn sáng ổn định, báo mở máy xong.

1.6.4.2. Sơ đồ khống chế đường cáp treo

Chế độ làm việc của động cơ truyền động đường cáp treo phụ thuộc vào độ dốc của tuyến cáp và tải trong các toa hàng, ca bin.

Cáp dốc lên thì động cơ làm việc ở chế độ động cơ, cáp dốc xuống thì động cơ làm việc ở chế độ máy phát, hãm tái sinh.

Sơ đồ điều khiển đường cáp treo như trên hình 1.82.

Động cơ truyền động là động cơ rôto dây quấn. Khởi động động cơ qua các cấp điện trở phụ ở mạch rôto nhờ các rơle thời gian $1RG \div 8RG$. Điều khiển mạch nhờ bộ khống chế KC có 13 vị trí và 8 hàng tiếp điểm. Dòng mở máy động cơ được hạn chế bằng rơle dòng RD mắc ở mạch stato.

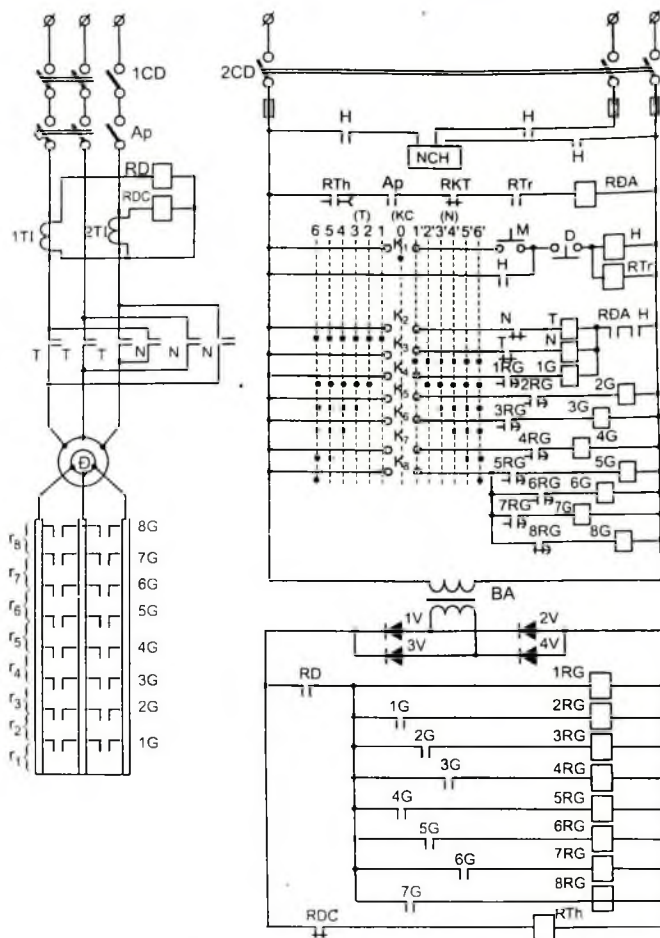
Bảo vệ quá dòng nhờ rơle dòng điện cực đại RDC.

Bảo vệ quá tốc độ bằng rơle kiểm tra tốc độ RKT.

Bảo vệ điện áp thấp bằng rơle điện áp RĐA.

Bảo vệ "0" bằng tiếp điểm K1 ở vị trí 0 của bộ khống chế KC.

Hãm dừng động cơ bằng cơ cấu phanh hãm điện từ NCH. Bạn đọc có thể tự đọc mạch mà không gặp khó khăn gì.



Hình 1.82. Sơ đồ điều khiển đường cáp treo

TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ Lò ĐIỆN

Lò điện là thiết bị biến đổi điện năng thành nhiệt năng

Nhu cầu sử dụng nhiệt năng trong đời sống và sản xuất là rất lớn. Trong đời sống, nhiệt năng chuyển đổi từ điện năng dùng phục vụ nấu nướng, sưởi ấm, là ủi, đun nước... Trong công nghiệp, nhiệt năng chuyển đổi từ điện năng dùng để nung, sấy, nhiệt luyện, nấu chảy các chất...

Các lò điện chuyển đổi điện năng thành nhiệt năng theo nhiều nguyên lý khác nhau:

- Dùng nhiệt của hiệu ứng Joule (lò điện trở hay lò dây đốt).
- Dùng nhiệt của ngọn lửa hồ quang điện (lò hồ quang).
- Dùng nhiệt của dòng điện xoáy Foucault thông qua hiện tượng cảm ứng điện từ (lò cảm ứng).
- Dùng dao động nhiệt phân tử dưới tác dụng của điện (từ) trường biến thiên (lò gia nhiệt chất điện môi, sấy chất điện môi, hàn dán ni lông...).

Dải nhiệt độ của các lò điện khá rộng (từ vài chục độ C đến hàng nghìn độ C). Phạm vi dải công suất cũng rất rộng (từ vài chục W đến hàng MW).

2.1. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ Lò ĐIỆN TRỞ

2.1.1. 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).

Lượng nhiệt thu được tuân theo biểu thức:

$$Q = RI^2t = U^2t/R$$

Trong đó: R – điện trở dây đốt (Ω);

I – dòng điện chảy qua dây đốt (A);

U – điện áp đặt vào dây đốt (V);

t – thời gian dòng điện chảy qua dây đốt (s);

Q – nhiệt lượng toả ra từ dây đốt (J).

Từ dây đốt, qua bức xạ nhiệt, truyền nhiệt dẫn nhiệt và đối lưu trong đó chủ yếu là bức xạ, nhiệt năng được truyền tới vật cần gia nhiệt.

Lò điện trở được dùng phổ biến trong sinh hoạt (công suất nhỏ) và trong công nghiệp (công suất lớn).

Phân loại lò điện trở có nhiều cách:

a) Theo nhiệt độ làm việc của lò, có:

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

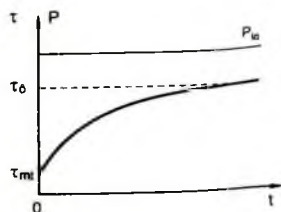
b) Theo nơi sử dụng, có:

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

c) Theo đặc điểm làm việc, có:

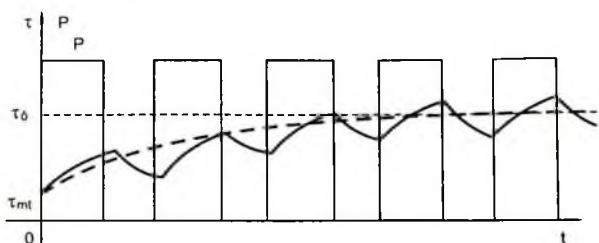
- Lò làm việc liên tục.
- Lò làm việc gián đoạn.

Lò làm việc liên tục được cấp điện liên tục và nhiệt độ lò sau quá trình khởi động sẽ tăng từ nhiệt độ môi trường τ_{mt} ban đầu tới một nhiệt độ ổn định τ_0 nào đó và giữ ổn định ở nhiệt độ này (hình 2.1).



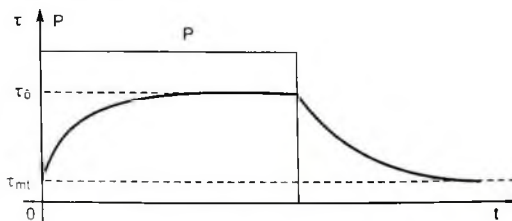
Hình 2.1. Biểu đồ công suất điện tiêu thụ và nhiệt độ lò làm việc liên tục

Lò làm việc liên tục được khống chế nhiệt theo phương pháp đóng – cắt nguồn thì nhiệt độ sẽ dao động quanh giá trị nhiệt độ cân ổn định (hình 2.2). Trị số nhiệt độ ổn định τ_0 tùy thuộc vào thời gian đóng và cắt.



Hình 2.2. Biểu đồ công suất điện tiêu thụ và nhiệt độ lò khống chế bằng phương pháp đóng – cắt nguồn liên tục

Lò làm việc gián đoạn thì biểu đồ công suất và nhiệt độ như hình 2.3. Thời gian nguội trở lại nhiệt độ môi trường (τ_{mt}) thường lớn hơn thời gian nóng lên của lò từ nhiệt độ môi trường tới nhiệt độ ổn định.



Hình 2.3. Biểu đồ công suất điện tiêu thụ và nhiệt độ lò làm việc gián đoạn

d) Theo kết cấu lò, có: lò buồng, lò giếng, lò bể, lò chụp, lò ống, lò đáy, lò băng tải, lò đáy quay v.v...

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

Lò điện trở có kết cấu đơn giản, dễ khống chế nhiệt độ, dễ cơ khí hoá và tự động hóa. Hiệu suất sử dụng nhiệt có thể đạt $(65 \div 75)\%$.

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

2.1.2. Sơ bộ về kết cấu lò điện trở

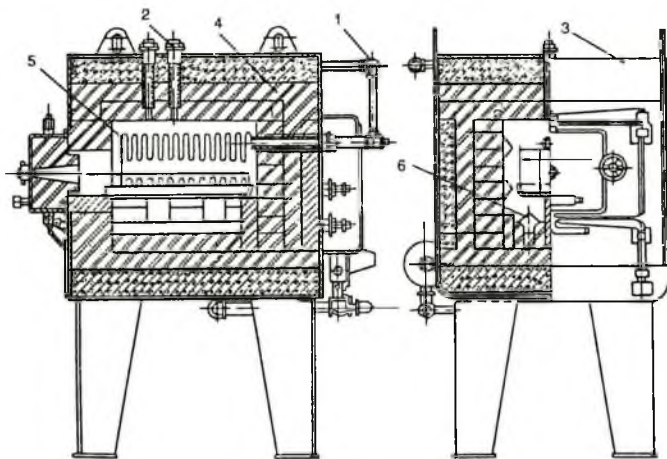
Các lò điện trở hiện dùng ở Việt Nam có nhiều kiểu, loại và nguồn gốc khác nhau. Đa phần là của Nga, một số khác của Đức, Hunggari, Séc... và một số lò thí nghiệm hoặc lò công suất nhỏ dùng sấy, nung, nhiệt luyện của Mỹ, Pháp, Ý, Nhật, Trung Quốc, Đài Loan v.v... Một số lò do Việt Nam thiết kế, chế tạo theo tiêu chuẩn của Nga.

Dải công suất của lò điện trở là từ vài kW đến hàng trăm kW và dải nhiệt độ là vài chục °C đến dưới 2000°C.

Các loại lò điện trở đều có kết cấu tương tự nhau, bao gồm các phần:

- Buồng lò là nơi gia công nhiệt. Buồng lò được bọc bởi vật liệu cách nhiệt, có cửa buồng đóng mở bằng tay hoặc bằng động cơ;
- Vỏ lò bằng kim loại;
- Dây đốt;
- Hệ điều khiển nhiệt độ.

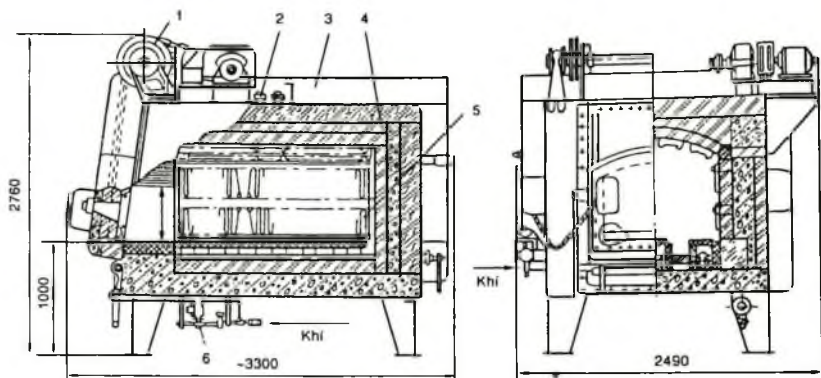
Lò buồng là loại lò phổ biến vì có thể sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau. Hình 2.4 là lò buồng có cửa lò đóng – mở bằng tay. Hình 2.5 là lò buồng có cửa lò đóng mở bằng động cơ điện.



Hình 2.4. Lò buồng có cửa lò đóng – mở bằng tay

Buồng lò có dạng hình hộp chữ nhật với kích thước tùy theo công suất lò. Lớp áo 4 của buồng lò xây bằng gạch chịu lửa và có nhiều lớp. Lớp ngoài cùng bằng gạch Samốt

hay bột Samốt có tính cách nhiệt cao. Bọc ngoài là vỏ tôn 3 dày $5 \div 10\text{mm}$. Đáy lò bằng thép chịu nhiệt đúc liền hoặc ghép lại từ những miếng nhỏ hoặc xây bằng gạch chịu lửa. Dây đốt 5 đặt ở thành trong xung quanh buồng lò và có thể bố trí cả ở phía đáy lò và đỉnh lò. Đầu dây đốt đưa ra lò qua ốc nối 2. Cửa lò đóng – mở bằng tay thường qua đòn bẩy và có đối trọng. Phía cửa lò còn có lỗ thăm để quan sát trong lò, có cửa khí 6 để dẫn khí bảo vệ vào lò (do không khí thâm nhập vào buồng lò qua cửa lò, gây hiện tượng oxy hoá, thoát các bon của vật gia nhiệt). Đỉnh lò có đầu đo nhiệt độ, cơ cấu đóng mở của lò 1.

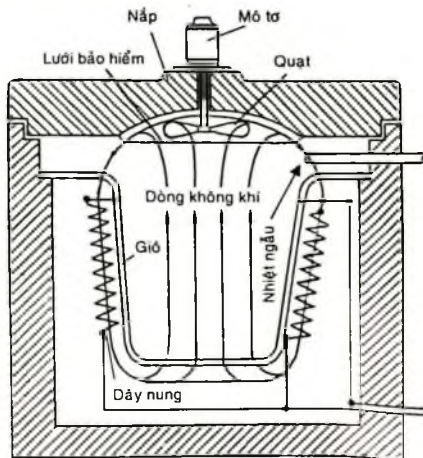


Hình 2.5. Lò buồng có cửa lò đóng – mở bằng động cơ điện

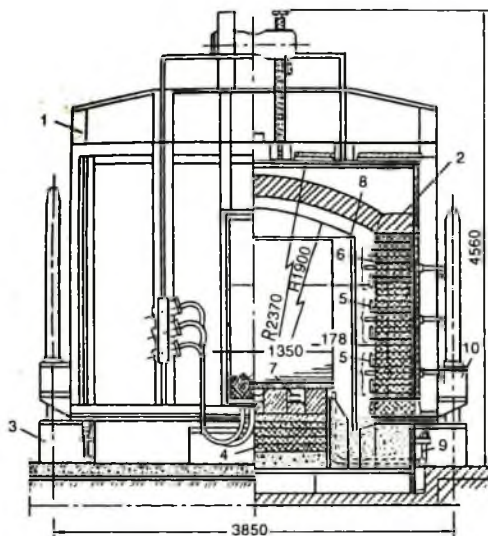
Với những lò nhiệt độ thấp (vài ba trăm độ C) thì quá trình truyền nhiệt bức xạ kém hiệu quả mà chủ yếu là truyền nhiệt đối lưu. Do vậy các lò này thường có quạt gió để khuấy trộn khí trong buồng lò nhằm tận dụng nhiệt tốt hơn. Quạt gió không nhằm cấp không khí cho lò. Cách bố trí quạt gió như hình 2.6.

Các loại lò điện trở thông dụng:

Các hình từ 2.7 đến 2.9 là kết cấu của một số lò điện trở thông dụng. Chúng có thể được cấp điện theo chu kỳ (như ở lò buồng, lò giếng, lò múp, lò đáy...) hoặc cấp điện liên tục (như ở lò băng, lò quay...).

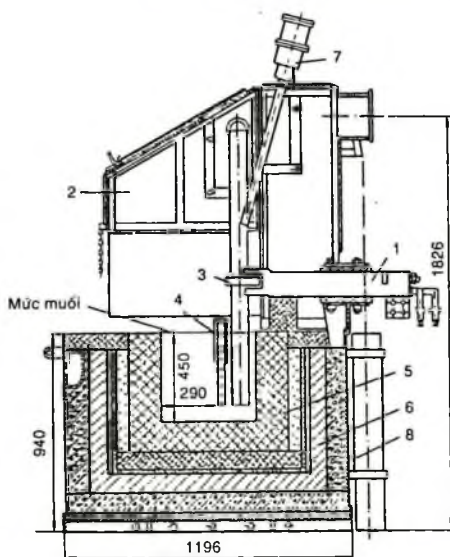


Hình 2.6. Cách bố trí quạt gió để luân chuyển khí nóng trong lò điện trở



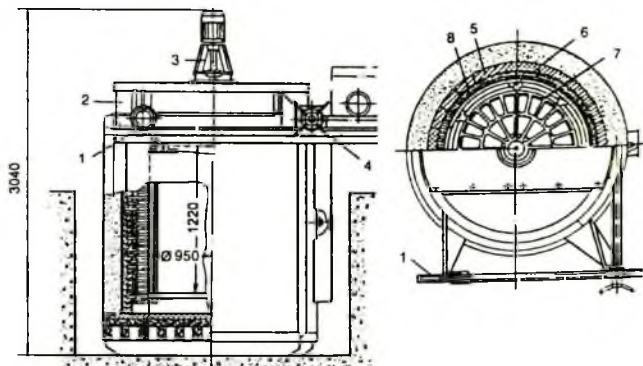
Hình 2.7. Lò chụp

1. Khung chụp; 2. Lớp lót chụp; 3. Khung bệ; 4. Lớp lót bệ; 5, 6. Dây đốt ở chụp;
7. Dây đốt trên bệ; 8. Múp lò; 9. Cửa khí; 10. Nhiệt kế.



Hình 2.8. Lò muối

1. Đầu dây cấp điện; 2. Chụp lò; 3. Điện cực; 4. Vách ngăn; 5. Lớp lót; 6. Vỏ bên trong;
7. Hoà kế (đo nhiệt độ cao); 8. Vỏ bên ngoài.



Hình 2.9. Lò giềng

1. Khung ngang; 2. Nắp lò; 3. Quạt; 4. Vỏ lồng xoay nắp lò; 5. Tường bên;
6. Tấm kim loại; 7. Ghi đáy lò; 8. Dây đốt.

2.1.3. Vật liệu làm dây đốt

Dây đốt trong lò điện trở là phân tử chính biến đổi điện năng thành nhiệt năng thông qua hiệu ứng Joule. Yêu cầu đối với dây đốt là:

- Chịu được nhiệt độ cao.
- Độ bền cơ khí lớn.
- Có điện trở suất lớn (vì theo biểu thức $R = \rho L/S$ thì điện trở suất ρ nhỏ sẽ dẫn đến với cùng điện trở R , chiều dài dây L phải dài gây khó cho việc bố trí dây trong lò hoặc tiết diện dây S phải nhỏ, không bền).
- Có hệ số nhiệt điện trở nhỏ (vì theo biểu thức $R_t = R_0(1 + \alpha t) = R_0 + R_0\alpha t = R_0 + \Delta R$ thì α nhỏ sẽ có ΔR nhỏ và điện trở R_t ít thay đổi theo nhiệt độ, đảm bảo ổn định 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 lớn).

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, MoSi₂... 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 2.1 cho một vài thông số cơ bản của vật liệu làm dây đốt lò điện trở.

Bảng 2.1

Vật liệu	Nhiệt độ làm việc max (°C)	Hệ số nhiệt điện trở $\alpha \cdot 10^{-3} (\text{độ}^{-1})$	Điện trở suất ($10^{-6} \Omega \text{m}$)
Cr – Ni	1100	0,035	1,15
Cr – Al	850	0,1	1,26
SiC	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

2.1.4. Tính toán dây đốt lò điện trở

Để tính toán dây đốt cho lò điện trở, phải xuất phát từ năng suất gia nhiệt của lò để tính ra công suất điện mà lò tiêu thụ. Trên cơ sở đó, chọn vật liệu làm dây đốt để chịu được nhiệt độ làm việc của lò và tính toán kích thước dây (dạng thiết diện tròn hay chữ nhật).

Nhiệt hữu ích cần cấp cho vật gia nhiệt:

$$Q_{hi} = Mc(t''_2 - t''_1) = A\tau c(t''_2 - t''_1) \quad (2.1)$$

Trong đó: M – khối lượng vật cần gia nhiệt (kg);

A – năng suất gia nhiệt (kg/s);

τ – thời gian gia nhiệt (s);

c – nhiệt dung riêng của vật gia nhiệt (J/kg độ);

t''_2, t''_1 – nhiệt độ gia nhiệt và nhiệt độ ban đầu của vật gia nhiệt (°C).

Công suất hữu ích của lò:

$$P_{hi} = \frac{Q_{hi}}{\tau} = Ac(t''_2 - t''_1) \quad (2.2)$$

Công suất lò cần:

$$P_{lò} = k \frac{P_{hi}}{\eta} \quad (2.3)$$

Trong đó: η – hiệu suất lò;

Thường lò điện trở có hiệu suất 0,7 ÷ 0,8;

k – hệ số dự trữ.

Với lò làm việc liên tục thì $k = 1,2 \div 1,3$. Lò làm việc theo chu kỳ thì $k = 1,4 \div 1,5$.

Khi $P_{lò}$ nhỏ, lò sử dụng điện 1 pha ($P_{ph} = P_{lò}$). Khi $P_{lò}$ lớn (>5kW), thì sử dụng điện 3

pha ($P_{ph} = \frac{1}{3} P_{lò}$) và tính toán có thể như một pha vì dây đốt 3 pha giống nhau. Có thể

tính toán nối các điện trở 3 pha của lò theo hình sao (Y) hoặc hình tam giác (Δ). Thường là hình sao (Y).

Để thuận tiện trong tính toán, các nhà chế tạo đã đưa ra đại lượng mật độ công suất bề mặt của dây đốt W_{dd} . Đó là lượng nhiệt toả ra trên một đơn vị diện tích xung quanh của dây đốt trong một đơn vị thời gian khi có dòng điện chảy qua dây đốt.

Đơn vị W_{dd} là W/m² hoặc W/cm²: 1W/cm² = 10⁴ W/m²

Từ quan hệ toả nhiệt, dây đốt có diện tích xung quanh là F_{dd} sẽ cấp nhiệt với công suất:

$$P_{ph} = W_{dd} F_{dd} = W_{dd} LC \quad (2.4)$$

$$\text{Suy ra:} \quad L = \frac{P_{ph}}{W_{dd} C} \quad (2.5)$$

Trong đó: L – chiều dài dây đốt (m);

C – chu vi thiết diện dây đốt (m).

Mặt khác, có:

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

$$\text{hay:} \quad L = \frac{U_{ph}^2 S}{\rho P_{ph}} \quad (2.6)$$

Trong đó: S – diện tích thiết diện dây đốt (m²).

Cân bằng (2.5) và (2.6), có:

$$CS = \frac{1}{W_{\text{đd}}} \rho \frac{P_{\text{ph}}^2}{U_{\text{ph}}^2} \quad (2.7)$$

Biểu thức (2.7) cho quan hệ giữa các thông số về kích thước dây đốt (C, S) ở vế trái với các thông số điện ($\rho, P_{\text{ph}}, U_{\text{ph}}$) thông qua khả năng sinh nhiệt của dây đốt ($W_{\text{đd}}$).

Với dây tròn: $C = \pi d$; $S = \frac{1}{4} \pi d^2$ nên (2.7) cho:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4\rho P_{\text{ph}}^2}{\pi^2 W_{\text{đd}} U_{\text{ph}}^2}} \quad (\text{m}) \quad (2.8)$$

Với dây chữ nhật có kích thước $a \times b$ và $a = mb$ thì $C = 2(a+b) = 2b(m+1)$, $S = ab = mb^2$ nên (2.7) cho:

$$b = \sqrt[3]{\frac{\rho P_{\text{ph}}^2}{2m(m+1)W_{\text{đd}} U_{\text{ph}}^2}} \quad (\text{m}) \quad (2.9)$$

Thông thường $m = 5 \div 15$

Bảng 2.2 cho kích thước của một số dây tròn và chữ nhật.

Bảng 2.2

Nhiệt độ làm việc của lò (°C)	Kích thước dây đốt (mm)	
	Dây tròn $d(\text{mm})$	Dây chữ nhật $a \times b(\text{mm}^2)$
< 300	1	8×1
300 ÷ 600	2	10×1
600 ÷ 800	3 – 4	$15 \times 1,5$
800 ÷ 1000	4 – 5	20×2
1000 ÷ 1100	6 – 7	25×2
1100 ÷ 1200	7 – 8	25×3

Sau khi tính được d (với dây đốt tròn) hoặc a, b (với dây đốt chữ nhật) thì tính tiếp chiều dài dây đốt theo công thức (2.6).

Khi tính kích thước dây đốt một pha, có thể tính nhanh qua điện trở dây:

$$R_{\text{đd}} = \frac{U_{\text{ph}}^2}{P_{\text{ph}}}$$

rồi lựa chọn dây có thiết diện chế tạo sẵn $S_{\text{đd}}$ và tính độ dài:

$$L_{\text{đd}} = \frac{R_{\text{đd}} S_{\text{đd}}}{\rho_{\text{đd}}} = \frac{U_{\text{ph}}^2 S_{\text{đd}}}{P_{\text{ph}} \rho_{\text{đd}}}$$

Sau đó, kiểm tra mật độ công suất bề mặt của dây đốt:

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

Nếu $W_{\text{đd}} > W_{\text{cp}}$ thì cần phải tăng thiết diện dây và độ dài dây. Khi tính chọn dây đốt

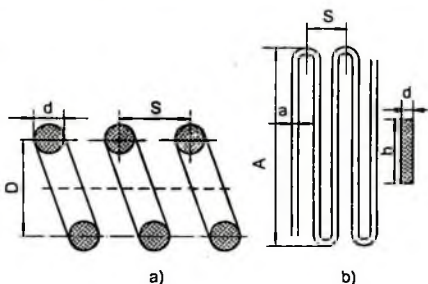
cho lò có nhiệt độ làm việc trên 700°C không nên dùng dây tròn có đường kính dưới 3mm hoặc dây chữ nhật dày dưới 1,5mm.

Để bố trí dây trong lò, có thể uốn dây xoắn tròn (hình 2.10a) đối với dây tròn hoặc uốn dích dắc (hình 2.10b) đối với dây chữ nhật hoặc tròn.

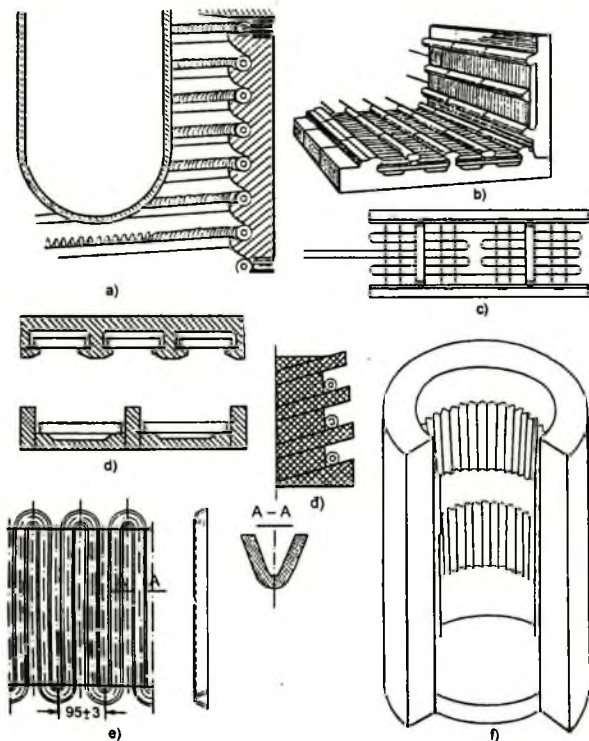
Khi uốn xoắn tròn, đường kính uốn là tùy theo độ bền cơ của dây đốt. Thường $D = (4 \div 10)d$. Bước xoắn $S \geq 2d$.

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

Việc bố trí xếp đặt dây đốt trong lò điện trở có thể theo một số cách như ở hình 2.11.



Hình 2.10. Kích thước uốn dây tròn và dây chữ nhật



Hình 2.11. 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 dẹt ở đáy và thành lò; d) Phân bố dây đốt dẹt ở đỉnh và đáy lò;
- d) Dây đốt giữ trên khung; e) Dây đốt đúc; f) Dây đốt là tấm mỏng nicrôm trong lò giếng.

2.1.5. Các bộ cảm biến nhiệt độ

Các bộ cảm biến nhiệt độ có rất nhiều kiểu, loại với nguyên lý làm việc rất khác nhau. Mục này đề cập tới một số loại thường dùng.

2.1.5.1. Nhiệt kế thủy ngân có đặt nhiệt độ

Nguyên lý cấu tạo như hình 2.12. Nhiệt kế thủy ngân 2 như loại thông thường nhưng bên trong có hai điện cực động 3 dịch chuyển lên xuống được nhờ hệ nam châm vĩnh cửu 1 xoay quanh nhiệt kế. Hai điện cực động nối qua dây mềm 7 với ốc nối 8 ra mạch ngoài.

Đặt nhiệt độ làm việc của lò nhờ xoay nam châm 1, chẳng hạn 200°C. Khi kim chỉ gắn với hệ điện cực động chỉ 200 trên bảng nhiệt độ đặt 5 thì chốt lại nhờ núm ốc 6. Nhiệt độ lò sẽ được chỉ thị bởi mức Hg theo bảng chỉ thị 4. Khi nhiệt độ lò đạt 200°C thì Hg sẽ khép kín mạch giữa hai điện cực động. Từ mạch này có thể điều khiển đóng hoặc cắt mạch điện của lò.

Nhiệt kế thủy ngân có nhiệt độ làm việc thấp dưới 300°C (vì vỏ bằng thủy tinh) và quán tính nhiệt lớn (do Hg lỏng giãn nở chậm theo nhiệt độ). Ưu điểm của loại cảm biến này là đơn giản, có thể vừa là cơ cấu chỉ thị, vừa là cơ cấu chấp hành.

2.1.5.2. Nhiệt điện trở

Mọi điện trở đều bị biến đổi trị số điện trở khi nhiệt độ thay đổi. Các điện trở có trị số biến đổi lớn khi nhiệt độ thay đổi được dùng trong các cảm biến nhiệt độ và gọi là *nhật điện trở*. Trị số điện trở thay đổi theo nhiệt độ tuân theo biểu thức:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t) = R_0 + R_0 \alpha t = R_0 + \Delta R \quad (2.10)$$

Trong đó:

R_t – điện trở ở nhiệt độ t , Ω ;

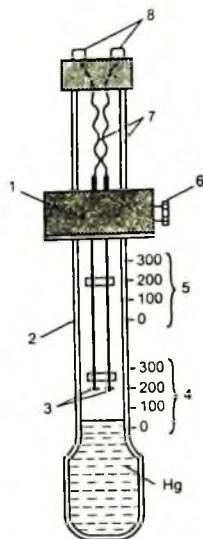
R_0 – điện trở ở điều kiện tiêu chuẩn, Ω ;

α – hệ số nhiệt điện trở, (1/°C);

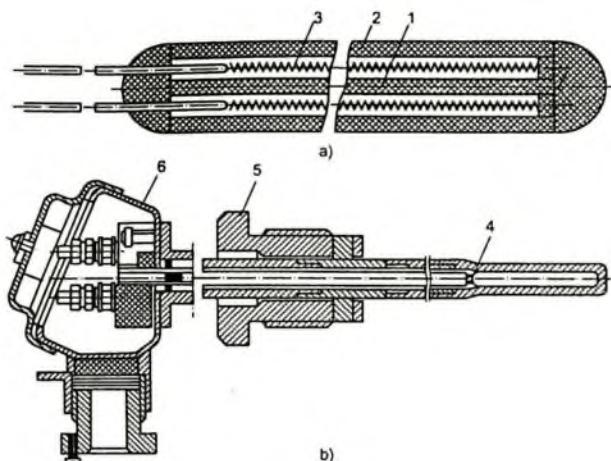
$\Delta R = R_0 \alpha t$ – giá trị thay đổi của điện trở theo nhiệt độ. Trị số điện trở tăng ($\Delta R > 0$) khi hệ số $\alpha > 0$ và ngược lại.

Từ việc thay đổi trị số điện trở theo nhiệt độ, nhiệt điện trở được sử dụng như một cảm biến nhiệt độ trong vùng nhiệt độ mà trị số thay đổi điện trở ΔR gần như tuyến tính theo nhiệt độ.

Các nhiệt điện trở có độ nhạy nhiệt cao, nhất là các nhiệt điện trở bán dẫn.



Hình 2.12. Nguyên lý cấu tạo nhiệt kế thủy ngân có đặt nhiệt độ



Hình 2.13. Hai loại nhiệt điện trở dùng trong công nghiệp

1. Dây nhiệt điện trở; 2. Ống sứ cách điện; 3. Bột oxyt nhôm; 4. Ống thép bảo vệ; 5. Mặt gà; 6. Hộp đấu dây ra.

2.1.5.3. Cặp nhiệt ngẫu

Cặp nhiệt ngẫu còn gọi là cặp nhiệt điện hay can nhiệt. Nguyên lý làm việc dựa trên hiệu ứng Thomson và hiệu ứng Seebeck: Hai thanh kim loại khác nhau a và b nối thành mạch kín (hình 2.14) mà nhiệt độ chỗ nối 2 kim loại khác nhau thì trong mạch kín sẽ có dòng điện do xuất hiện sức điện động (s.d.d) nhiệt điện bởi chênh lệch nhiệt độ giữa hai chỗ nối. S.d.d. này phụ thuộc vào nhiệt độ t_1 và t_0 cũng như phụ thuộc vào vật liệu thanh a và b.

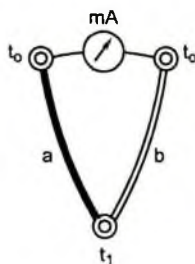
$$E_{ab}(t_1, t_0) = E_{ab}(t_1) - E_{ab}(t_0)$$

Với một cặp nhiệt ngẫu, nếu giữ nhiệt độ t_0 cố định thì E_{ab} chỉ phụ thuộc vào t_1 là môi trường cần đo nhiệt độ

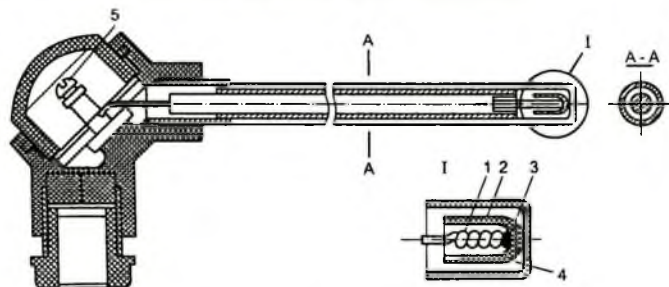
$$E_{ab}(t_1, t_2) = E_{ab}(t_1) - C = f(t_1)$$

Trong đó: C – hằng số.

Hình 2.15 là cấu tạo của 2 loại nhiệt ngẫu công nghiệp.



Hình 2.14. Sơ đồ nguyên lý nhiệt kế nhiệt ngẫu



Hình 2.15. Cấu tạo của cặp nhiệt ngẫu

1. Dây kim loại; 2. Ống sứ cách điện; 3. Đầu hàn; 4. Vỏ thép; 5. Đầu nối ra.

Bảng 2.3 cho biết một số cặp nhiệt ngẫu với các thông số cơ bản

Bảng 2.3

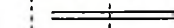
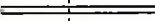
Cặp nhiệt ngẫu	Sức điện động (mV)	Dải nhiệt độ làm việc (°C)
Đồng – Constantan	$- 6,2 \div 19$	$- 40 \div 350$
Cromel – Alumen	$- 5,3 \div 50,6$	$- 10 \div 800$
Platin, Radi – Platin	$- 0,2 \div 15,5$	$0 \div 1500$
Cromel – Constantan	$- 9,8 \div 66,4$	$0 \div 870$

Vì s.d.d nhiệt điện rất nhỏ nên trong thực tế người ta đấu nối tiếp nhiều cặp nhiệt ngẫu lại trong một can nhiệt.

Nhiệt kế thủy ngân, nhiệt điện trở, can nhiệt là các dụng cụ cảm biến nhiệt đo trực tiếp vì phải đặt thẳng vào môi trường cần đo. Với những môi trường có nhiệt độ cao tới 2000°C hoặc hơn, phải dùng các cảm biến nhiệt đo gián tiếp như hoả kế quang học, hoả kế phát xạ... mà chương 2 này chưa đề cập tới.

Bảng 2.4 cho biết các dải nhiệt độ được đo bởi các dụng cụ đo đã đề cập.

Bảng 2.4

Nhiệt kế	Nhiệt độ °C					
	-270	0	1000	2000	3000	t°C
Nhiệt kế Hg						
Nhiệt điện trở						
Cặp nhiệt ngẫu						
Hoả kế quang						
Hoả kế phát xạ						

2.1.6. Một số sơ đồ khống chế nhiệt độ lò điện trở điển hình

Khống chế nhiệt độ lò điện trở có thể là:

- Duy trì ổn định nhiệt độ làm việc của lò.
- Thay đổi nhiệt độ làm việc của lò theo yêu cầu (tức là đặt nhiệt độ làm việc của lò) và duy trì ổn định nhiệt độ đó.

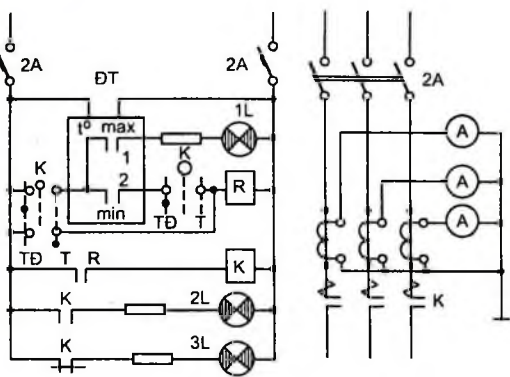
Việc khống chế nhiệt độ lò thường được thực hiện qua việc khống chế công suất lò nhờ thay đổi điện áp nguồn cấp, hoặc thay đổi thời gian đóng cắt nguồn cấp, hoặc thay đổi cách đấu các điện trở dây đốt (đổi nối song song – nối tiếp, đổi nối sao – tam giác).

2.1.6.1. Sơ đồ khống chế nhiệt độ có tiếp điểm

Nguồn điện 3 pha cấp cho lò qua mạch lực bên phải hình 2.16. Dòng mỗi pha được đo bởi các ampe kế qua máy biến dòng. Sau khi đóng áp tô mát 2A, lò có điện là nhờ đóng các tiếp điểm của công tắc tơ K. Điều khiển công tắc tơ K thực hiện bởi mạch điều khiển bên trái hình 2.16.

Việc khống chế công tắc tơ **K** có thể thao tác bằng tay hay tự động. Thay đổi chế độ khống chế nhờ khoá chuyển đổi **K**.

Ở chế độ tự động, quay **K** từ vị trí **O** về vị trí **TĐ**. Lúc nhiệt độ lò thấp dưới mức quy định (hoặc lúc mới khởi động lò) bộ điện tử ĐT đóng tiếp điểm 2 (min), tiếp điểm 1 (max) mở, rơ le **R** tác động, đóng công tắc tơ **K** cấp điện cho lò. Đèn 2L báo lò được cấp điện. Đèn 3L báo có nguồn điều khiển sẽ tắt. Khi nhiệt độ lò tăng cao hơn mức quy định thì bộ ĐT mở tiếp điểm 2, đóng tiếp điểm 1. Lò bị ngừng cấp điện. Đèn 1L báo lò quá nhiệt độ. Đèn 3L báo lò không được cấp điện.



Hình 2.16. Sơ đồ khống chế nhiệt độ lò có tiếp điểm

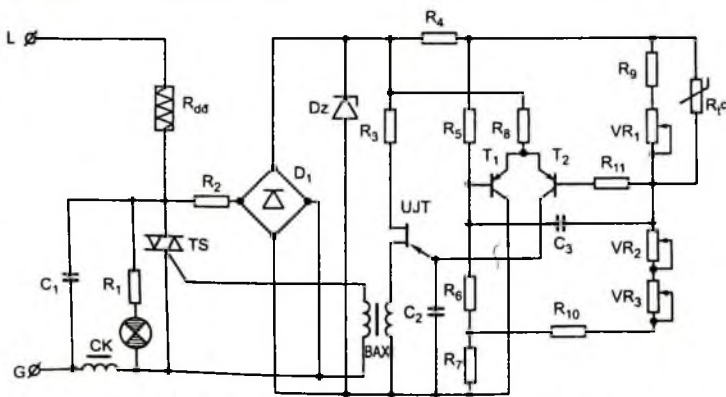
Ở chế độ tự động **TĐ**, lò được đóng – cắt nguồn liên tục. Thời gian đóng và cắt được quy định bởi 2 nhiệt độ đặt min và max. Nhiệt độ của lò dao động quanh một giá trị ổn định như trên hình 2.2.

Ở chế độ điều khiển bằng tay, khoá **K** hoặc ở vị trí **O** (lò bị cắt điện) hoặc ở vị trí **T** (lò được cấp điện). Bộ điện tử ĐT bị loại khỏi mạch điều khiển.

2.1.6.2. Sơ đồ khống chế nhiệt độ không tiếp điểm (bằng bộ điều áp xoay chiều dùng triac, điều khiển tương tự)

Sơ đồ được ứng dụng cho lò nhiệt độ thấp (dưới 100°C) và công suất nhỏ (vài trăm W).

Nguyên lý làm việc của sơ đồ (hình 2.17) là điều chỉnh điện áp cấp cho lò qua việc thay đổi trị số góc mở α của triac **TS**.

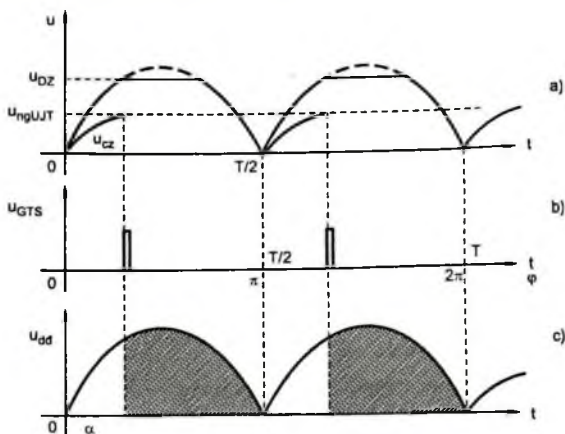


Hình 2.17. Sơ đồ khống chế nhiệt độ bằng triac (1 pha)

Tranzito T_2 được phân áp bazơ bởi các điện trở: R_q , VR_1 , điện trở nhiệt R_p với hệ số nhiệt điện trở âm, VR_2 , VR_3 và R_{10} . Phân áp đảm bảo T_2 thông để nạp cho tụ C_2 qua R_q . Điểm làm việc hợp lý được tinh chỉnh bởi VR_1 và VR_2 .

Khi tụ C_2 được nạp tới điện áp vượt điện áp ngưỡng của tranzito một tiếp giáp UJT thì tụ C_2 phóng điện qua cuộn sơ cấp biến áp xung BAX và cuộn thứ cấp BAX sẽ xuất hiện xung điều khiển để mở thông triac TS. Góc mở α phụ thuộc điện trở nhiệt R_p (phản hồi nhiệt độ), VR_1 , VR_2 và VR_3 .

Chiết áp VR_3 dùng để đặt nhiệt độ làm việc của lò. Ổn định nhiệt độ của lò diễn ra như sau: Vì lý do nào đó, lò bị giảm nhiệt độ xuống thấp



Hình 2.18. Biểu đồ điện áp của sơ đồ hình 2

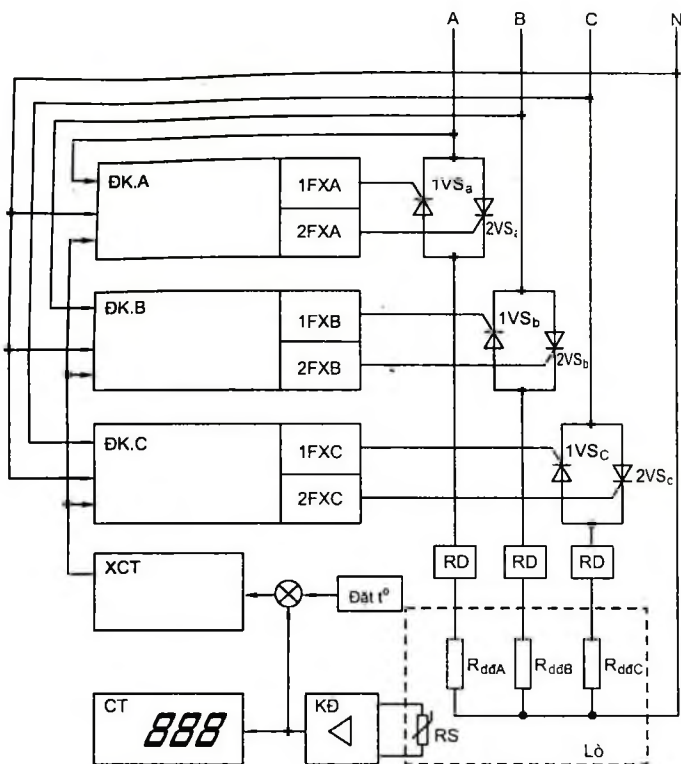
hơn nhiệt độ đặt (bởi VR_3) thì điện trở nhiệt R_p (đặt trong lò) sẽ tăng trị số (do hệ số nhiệt điện trở âm). Thế bazơ của T_2 âm hơn nên tranzito T_2 thông mạch hơn và tụ C_2 được nạp nhanh hơn tới điện áp ngưỡng của UJT. Kết quả góc mở α của triac TS nhỏ đi và điện áp đặt vào dây đốt R_{dd} tăng lên. Lò sẽ tăng nhiệt độ đến trị số đặt.

Nếu nhiệt độ lò lên cao hơn giá trị đặt thì quá trình diễn biến ngược lại.

Như hình 2.18c ta thấy quá trình điều chỉnh nhiệt độ lò trong trường hợp này về thực chất cũng là đóng – cắt nguồn liên tục như sơ đồ hình 2.16. Khác là chu kỳ đóng cắt rất nhỏ (0,01s) so với sơ đồ hình 2.16.

2.1.6.3. Sơ đồ khống chế nhiệt độ không tiếp điểm (bằng các thyristo mắc song song ngược, điều khiển số)

Sơ đồ được ứng dụng cho lò nhiệt độ trung bình, công suất lớn và dòng tới 800A. Các khối điều khiển và mạch lực được trình bày trên hình 2.19. Sơ đồ dùng hệ điều khiển số, khống chế dòng 3 pha qua các cặp thyristo mắc song song ngược. Một bộ phát xung cao tần XCT (5kHz ÷ 1MHz) cấp xung cao tần cho cả 3 bộ điều khiển ĐK.A, ĐK.B và ĐK.C. Mỗi bộ điều khiển pha sẽ cấp xung mở 2 thyristo mắc song song ngược nhờ 2 khối phát xung. Đặt tần số xung cao tần tương ứng với đặt góc mở α của thyristo cũng là tương ứng với điện áp đặt vào lò hay nhiệt độ lò:



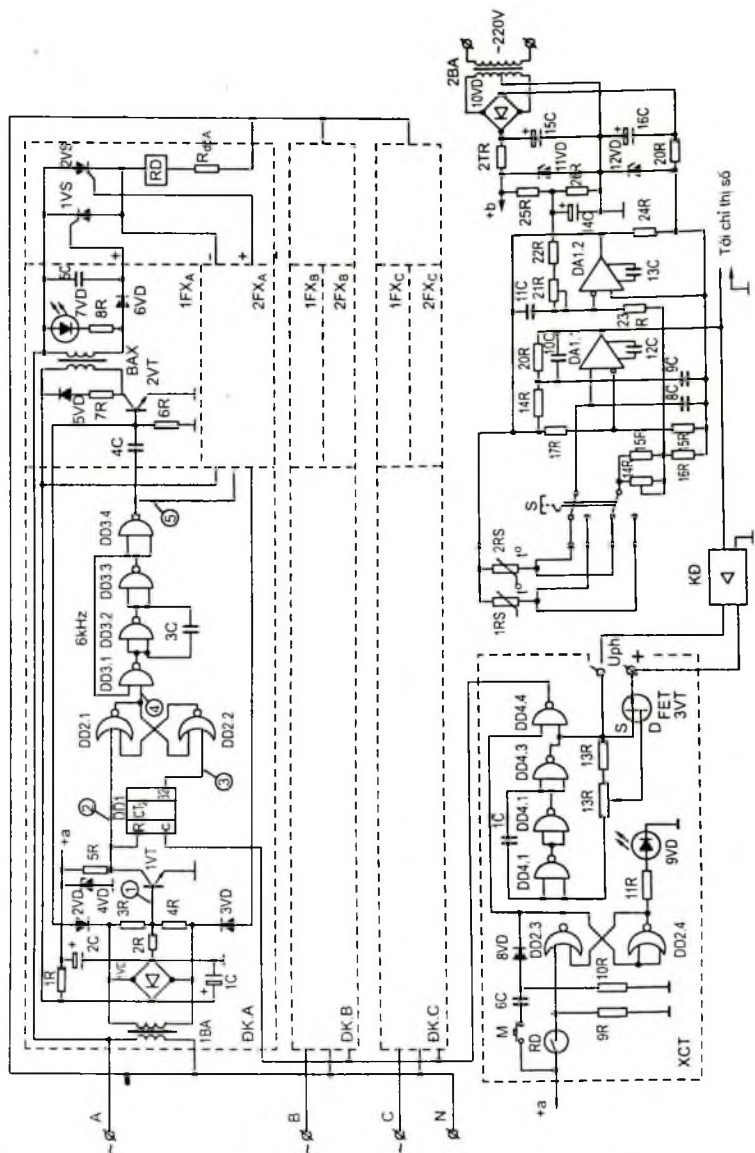
Hình 2.19. Sơ đồ khối mạch điều khiển lò điện trở dùng kỹ thuật số

Ổn định nhiệt độ lò nhờ cảm biến điện trở nhiệt đặt trong lò. Lò có hiển thị số nhiệt độ lò.

Vì 3 khối điều khiển pha giống nhau và 6 khối phát xung giống nhau nên ta chỉ xét mạch nguyên lý khối ĐK.A và khối $1FX_A$ (hình 2.20).

Khối ĐK.A gồm:

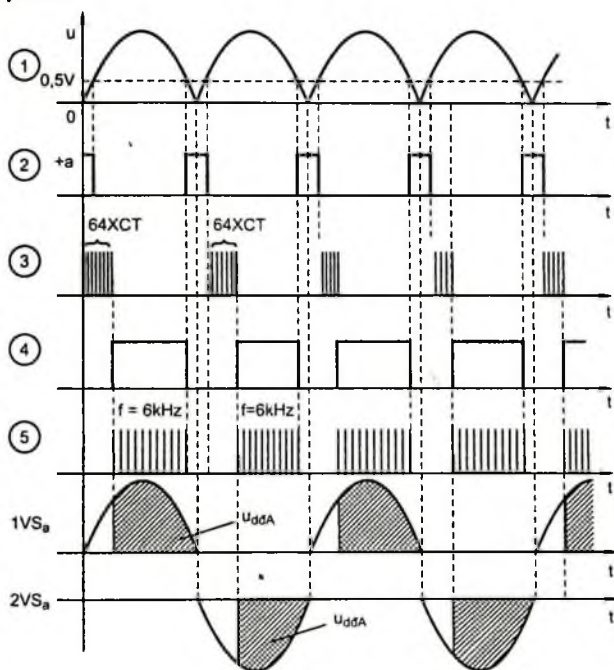
- Nguồn cấp cho các IC, tranzito... (biến áp hạ áp và cũng là biến áp khâu đồng pha 1BA, 1VD, 1R, 2C, 4VD)
- Nguồn tín hiệu đồng bộ (2VD, 3VD, 2R, 3R, 4R).
- Khâu dịch pha (1VT).
- Bộ đếm tạo thời điểm phát xung DD1.
- Bộ nhớ trạng thái (trigơ RS tạo bởi 2 phần tử NOR: DD2.1, DD2.2).
- Bộ phát xung 6kHz làm nhiệm vụ băm xung (DD3.1, DD3.2, và DD3.3).
- Bộ đảo xung (DD3.4).
- Bộ sửa xung (4C, 6R).
- Bộ khuếch đại xung (2VT) và biến áp xung BAX.



Hình 2.20. Sơ đồ khống chế nhiệt độ lò điện trở 3 pha dùng các thyristo mắc song song ngược

Hoạt động của sơ đồ như sau:

Tại bazơ 1VT, trong mỗi nửa chu kỳ lưới, có một xung áp (hình sin) từ cuộn thứ cấp biến áp 1BA tới với tần số gấp đôi tần số lưới (100Hz). Khi thế bazơ của 1VT lớn hơn 0,5 V thì 1VT thông. Khi xung áp gần về 0, nhỏ hơn 0,5V thì 1VT khoá. Trên còlectơ 1VT sẽ xuất hiện một xung hẹp chữ nhật tại thời điểm xung áp sin về 0. Biên độ xung chữ nhật xấp xỉ điện áp nguồn + a. Xung này đưa tới chân R của bộ đếm CT₂ để bộ đếm bắt đầu đếm số xung cao tần XCT vào đầu C đến từ bộ phát xung cao tần DD4.1, DD4.2 & DD4.3. Mức đếm được đặt là $2^6 = 64$ xung. Khi đếm đủ 64 xung XCT thì chân 32 đầu ra có mức logic 1 (điểm ③) và trigơ RS lật trạng thái đầu ra ở điểm ④ lên mức logic 1, cho phép máy phát xung 6kHz làm việc (như thể xung đã được bãm). Các xung này qua bộ đảo DD3.4, qua mạch vi phân 4C – 6R sẽ được sửa xung (sườn trước thẳng đứng, sườn sau thoải) để tiến hành khuếch đại, qua biến áp xung tới điều khiển mở thyristo.



Hình 2.21. Giản đồ xung

Thời điểm phát xung tương ứng với góc mở α của thyristo quyết định điện áp đặt vào lò, cũng là quyết định nhiệt độ lò. Thời điểm này phụ thuộc vào thời gian đếm 64XCT tức là phụ thuộc vào tần số XCT. Tần số càng lớn, thời gian đếm 64XCT càng nhỏ, α nhỏ, điện áp đặt vào lò lớn, nhiệt độ lò lên cao.

Máy phát xung cao tần tạo bởi 3 phần tử NAND là DD4.1, DD4.2 và DD4.3. Tần số XCT đặt trên chiết áp 12R và tần số thay đổi từ 5kHz (con chạy ở bên phải) đến 1MHz (con chạy ở bên trái). Khi đó, góc mở α sẽ thay đổi gần 0° đến gần 180° .

Nguồn 1 pha sau chỉnh lưu cầu, tạo ra các xung áp hình sin tần số 100Hz. Điện áp này được cấp cho lò ($R_{đđ}$) và điều khiển bằng thyristo VS. Mặt khác các xung áp sin được "cắt xén" thành xung chữ nhật qua 1R, 2R, 1VD, 2VD, 3VD. Quá trình "cắt xén" như sau:

- Điện trở 1R, 2R phân áp, quyết định biên độ sin tại điểm A.

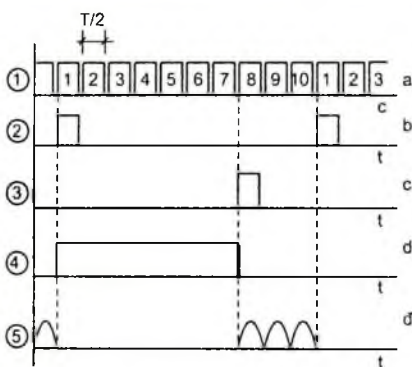
- Xung sin sẽ bị xén 2 bên nhờ điện áp ngưỡng 1VD và 2VD khi giá trị điện áp vượt qua ngưỡng của tổng 2 diốt này.

- Xung sin sẽ bị "cắt" đầu nhờ điện áp ngưỡng của 3VD.

Kết quả xung sin được sửa thành dạng xung chữ nhật và sau đó tiếp tục được sửa "vuông vức" nhờ trigơ Smit tạo bởi 2 cổng NOR DD1.1, DD1.2 để đưa vào bộ đếm CT10.

Các xung dương tới bộ đếm, có độ dài xung $T/2$ tương ứng với thời gian 0,02s. Bộ đếm là bộ đếm môđun 10 có 10 chân ra từ 0 đến 9. Các chân ra này có mức logic 1 khi bộ đếm đếm được số xung tương ứng.

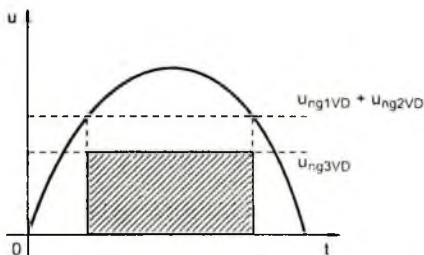
Giả sử cần cấp cho lò công suất bằng 70% công suất định mức. Xung thứ nhất trong dãy xung ở điểm ① tới bộ đếm sẽ làm bộ đếm phản ứng ở chân 1 mức logic 1.



Hình 2.24. Đồ thị xung

Nếu con trượt S đặt ở mức 100% thì trigơ RS giữ nguyên trạng thái đầu ra có mức logic 1 và thyristo luôn thông và tải $R_{đđ}$ được cấp điện đầy đủ liên tục.

Ở sơ đồ này, thyristo đóng vai trò một khoá điện tử (góc mở luôn bằng 0). Không chế công suất lò thực chất là đóng- cắt nguồn trong chu kỳ đóng - cắt là $10 \times 0,01s = 0,1s$.



Hình 2.23. Tạo xung chữ nhật từ xung hình sin

Xung thứ 2 tới bộ đếm sẽ làm bộ đếm cho ra mức logic 1 ở chân 2... Tới xung thứ 10 thì chân 0 có mức logic 1. Khi chân 0 có mức logic 1 thì đầu ra trigơ RS tạo bởi DD1.3 và DD1.4 (điểm ④) sẽ có mức logic 1 và tranzito VT thông, dẫn tới thyristo VS thông (vì phân áp thuận). Dây đốt $R_{đđ}$ có dòng chảy qua. Nếu con trượt S đặt ở mức 70% thì sau 7 xung chân ra 7 có mức logic 1 và trigơ RS chuyển trạng thái, dẫn đến điểm ③ có mức logic 0. Tranzito VT khoá, thyristo sẽ khoá khi xung áp sin đặt vào thyristo chuyển về 0. Kết quả, dây đốt được cấp điện trong thời gian 70% của chu kỳ 10 xung (là 0,1s).

2.2. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ LÒ HỒ QUANG

2.2.1. Khái niệm chung và phân loại

Lò hồ quang (HQ) là lò lợi dụng nhiệt của ngọn lửa hồ quang giữa các điện cực hoặc giữa các điện cực và kim loại để nấu chảy kim loại.

Lò HQ dùng để nấu thép hợp kim chất lượng cao.

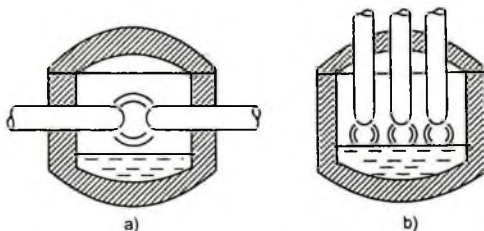
2.2.1.1. Phân loại lò hồ quang có nhiều cách

a) Theo dòng điện sử dụng, có

- Lò HQ một chiều.
- Lò HQ xoay chiều (thường là 3 pha).

b) Theo cách cháy của ngọn lửa hồ quang, có

- Lò nung chảy gián tiếp: ngọn lửa cháy giữa hai điện cực (graphit).



Hình 2.25. Lò hồ quang nung chảy gián tiếp (a) và trực tiếp (b)

- Lò nung chảy trực tiếp: ngọn lửa cháy giữa điện cực và kim loại.

c) Theo đặc điểm chất liệu vào lò hồ quang, có

- Lò chất liệu bên sườn: kim loại đưa vào lò qua cửa lò bên sườn bằng phương pháp thủ công hay máy chất liệu.
- Lò chất liệu trên đỉnh: dùng gầu chất liệu. Loại này có cơ cấu mở nóc vòm.

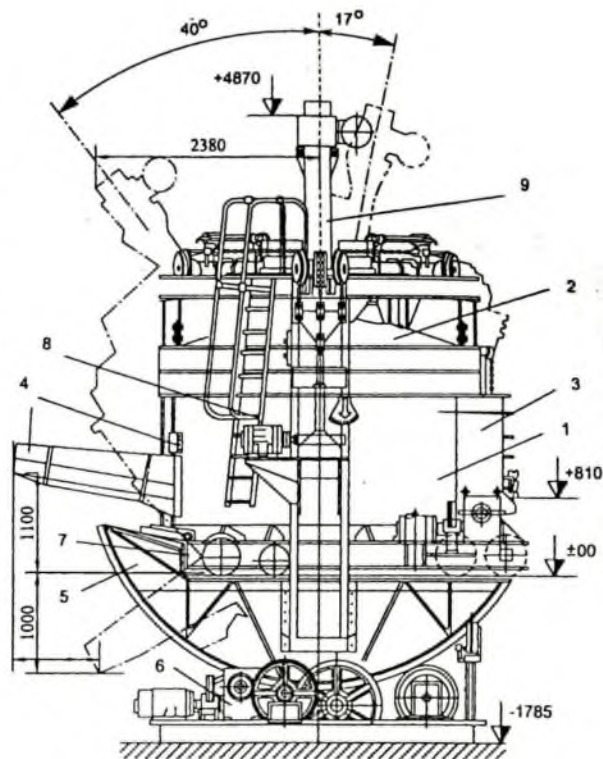
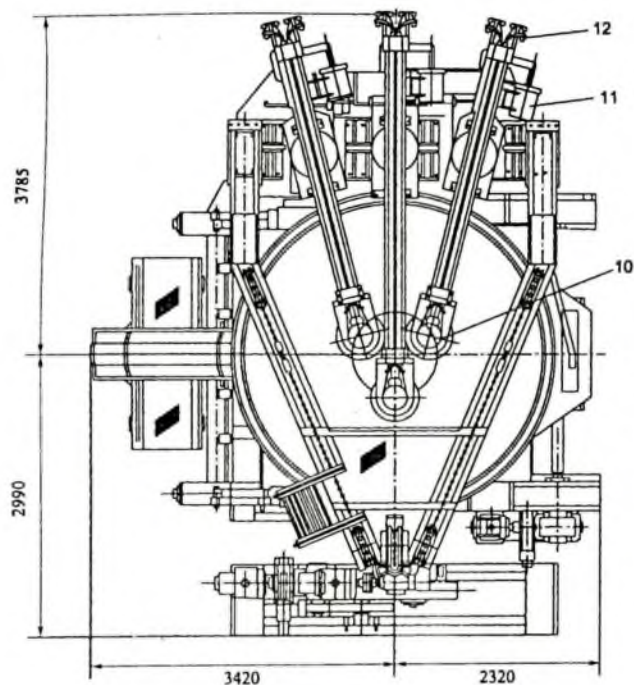
2.2.1.2. Kết cấu

Một lò hồ quang bất kỳ đều có các bộ phận chính sau:

- Nồi lò có vỏ cách nhiệt, có cửa lò và miệng rót.
- Vòm nóc lò có vỏ cách nhiệt.
- Cơ cấu giữ và dịch chuyển điện cực, truyền động bằng điện hay thủy lực.
- Cơ cấu nghiêng lò, truyền động bằng điện hay thủy lực.
- Phân dẫn điện từ biến áp lò tới lò.

Ngoài ra, đối với lò hồ quang nạp liệu từ đỉnh lò, còn có cơ cấu nâng, quay vòm lò, cơ cấu rót kim loại và gầu nạp liệu.

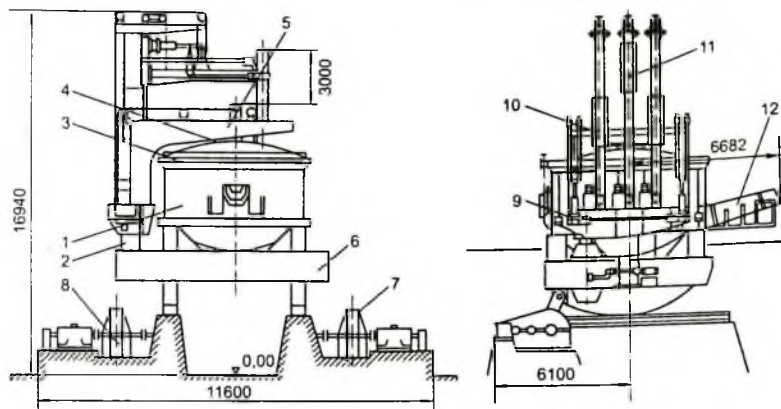
Hình 2.26 trình bày kết cấu của một lò hồ quang dung lượng 5T.



Hình 2.26. Kết cấu của lò hồ quang dung lượng 5T

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.

Hình 2.27 trình bày kết cấu của một lò hồ quang dung lượng 100T.



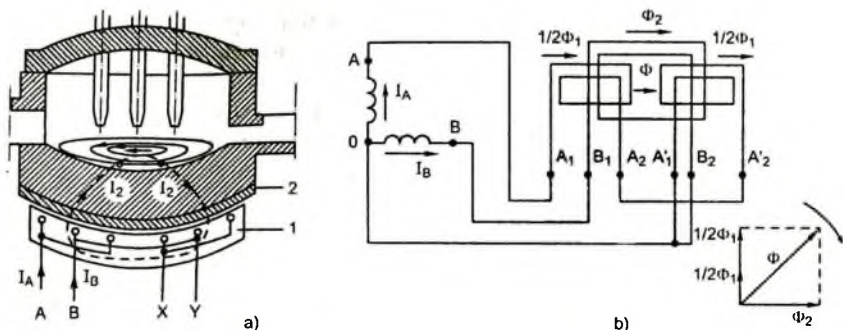
Hình 2.27. Kết cấu lò hồ quang dung lượng 100T

1. Vỏ lò; 2. Đế giữ điện cực; 3. Vành vòm; 4. Vòm có lớp lót cách nhiệt; 5. Giá đỡ; 6. Giá nghiêng lò; 7. Bộ truyền động nghiêng lò; 8. Cơ cấu nâng vòm; 9. Cơ cấu nâng vòm; 10, 11. Cơ cấu dịch chuyển điện cực; 12. Miếng rót.

Trong các lò hồ quang có nổi sâu, kim loại lỏng ở trạng thái tĩnh có chênh lệch nhiệt độ theo độ cao (khoảng 100°C/m). Trong điều kiện đó, để tăng cường phản ứng của kim loại (với xỉ) và để đảm bảo khả năng nung nóng đều trước khi rót, cần phải khuấy trộn đều kim loại lỏng. Ở các lò dung lượng nhỏ (dưới 6T) thì việc khuấy trộn thực hiện bằng tay nhờ cơ cấu cơ khí. Với lò dung lượng trung bình ($15 \div 50$)T và đặc biệt dung lượng lớn (100T và lớn hơn) thì phải 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, sử dụng dòng xoay chiều cũng như một chiều. Trong thực tế, thường dùng thiết bị khuấy trộn điện từ dòng xoay chiều mà nguyên lý làm việc tương tự động cơ điện xoay chiều không đồng bộ rôto lồng sóc.

Cuộn dây hay stato 1 (hình 2.28a) đặt dưới đáy phi kim loại của lò 2. Stato có dạng để khe hở giữa stato và kim loại (lồng) đều nhau theo mọi hướng. Stato có 2 cuộn dây A, B với dòng xoay chiều qua 2 cuộn lệch pha 90° sẽ tạo ra từ trường "chạy". Thường cuộn pha A chia làm hai phần ($A_1 - A_2$) và ($A'_1 - A'_2$), còn cuộn pha B phân bố giữa hai phần đó (hình 2.28b). Chuyển đổi các cuộn dây có thể thay đổi hướng chuyển động của từ trường "chạy" (đổi hướng từ phía này ra phía khác và ngược lại, xoay vào thành xoay ra v.v...). Từ trường "chạy" cảm ứng trong kim loại lỏng các dòng xoáy và trường stato tương tác với chúng sẽ 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 khoảng $0,3 \div 0,6\text{m/s}$.



Hình 2.28. Thiết bị khuấy trộn điện từ

Dòng xoay chiều dùng trong thiết bị khuấy trộn thường có điện áp $100 \div 300V$, tần số $0,3 \div 1,1$ Hz. Tần số thấp được dùng vì từ trường cần phải xuyên qua lớp vỏ kim loại dày của lò.

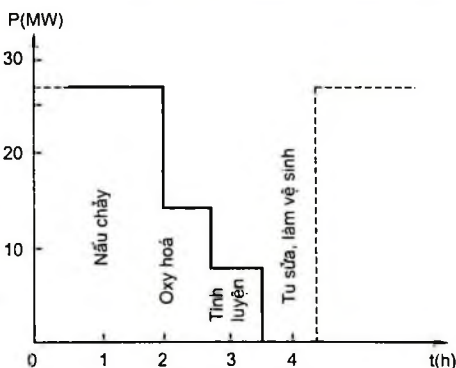
Stato của thiết bị khuấy trộn có thể là 3 pha hay 2 pha. Nguồn cấp cho stato là bộ biến đổi máy điện hay thyristo tần số thấp.

2.2.1.3. Chu trình nấu luyện lò hồ quang, gồm 3 giai đoạn

a) Giai đoạn nung nóng và nấu chảy kim loại

Trong giai đoạn này, lò cần công suất lớn nhất. Điện năng tiêu thụ khoảng $60 \div 80\%$ năng lượng toàn mẻ nấu và thời gian của nó chiếm khoảng $50 \div 60\%$ toàn bộ thời gian một chu trình (hình 2.29).

Để đảm bảo công suất nấu chảy, ngọn lửa hồ quang cần phải cháy ổn định. Khi cháy, điện cực bị mòn dần, khoảng cách giữa kim loại và điện cực tăng lên. Để duy trì hồ quang, điện cực phải được điều chỉnh, đẩy 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 – gọi là ngắn mạch làm việc. Ngắn mạch làm việc xảy ra chỉ trong thời gian ngắn nhưng lại hay xảy ra nên các thiết bị điện trong mạch lực thường phải làm việc trong điều kiện nặng nề. Đây là đặc điểm nổi bật cần lưu ý đối với thiết bị lò hồ quang.



Hình 2.29. Đồ thị công suất hữu công tiêu thụ ở lò hồ quang 100T

Ngắn mạch làm việc cũng có thể gây ra do sụt lở vật liệu rắn tạo thành các hố bao quanh điện cực ở giai đoạn đầu. Rồi sự nóng chảy của các mẫu liệu cũng có thể phá huỷ ngọn lửa hồ quang do tăng chiều dài ngọn lửa. Lúc đó phải tiến hành mới lại bằng cách hạ điện cực xuống chạm kim loại rồi nâng lên. Lúc mỗi hồ quang là xảy ra ngắn mạch làm việc.

Trong giai đoạn nung nóng và nấu chảy kim loại, số lần ngắn mạch làm việc có thể quá 100 lần. Mỗi lần xảy ra ngắn mạch làm việc, công suất hữu ích giảm mạnh với tổn hao cực đại. Vì vậy, thời gian cho phép của 1 lần ngắn mạch làm việc chỉ là $2 \div 3s$.

Có thể kết luận: giai đoạn này hồ quang cháy kém ổn định nhất, công suất nhiệt của hồ quang dao động mạnh và ngọn lửa hồ quang rất ngắn, thường từ vài mm đến $10 \div 15mm$. Do vậy, ở giai đoạn này, điện áp cấp và công suất cấp của biến áp lò là lớn nhất.

b) Giai đoạn oxy hoá và hoàn nguyên

Đây là giai đoạn khử C trong kim loại đến một giới hạn nhất định theo yêu cầu công nghệ, khử P và S, khử khí trong gang rồi tinh luyện. Sự cháy hoàn toàn C gây ra sôi mạnh kim loại lỏng. Ở giai đoạn này, công suất nhiệt yêu cầu là để bù lại các tổn hao nhiệt và nó bằng khoảng 60% công suất nhiệt giai đoạn đầu. 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 hoá kim loại. Công suất yêu cầu lúc này là khoảng 30% công suất của giai đoạn đầu. Chế độ năng lượng tương đối ổn định và chiều dài ngọn lửa hồ quang khoảng vài chục mm.

c) Giai đoạn phụ

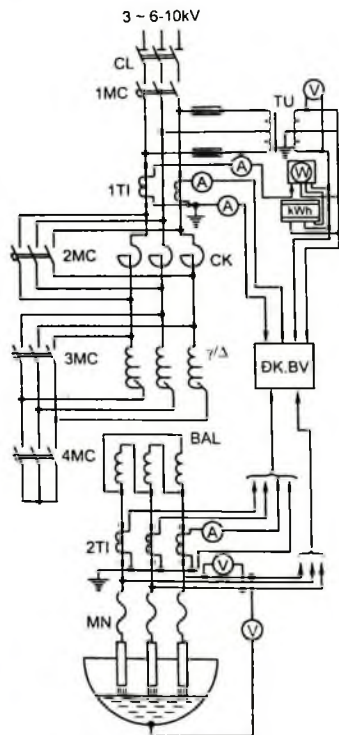
Đây là giai đoạn lấy sản phẩm đã nấu luyện, tu sửa, làm vệ sinh và chất liệu vào lò.

2.2.2. Sơ đồ cung cấp điện của lò hồ quang

Do công suất lò hồ quang lớn nên điện áp cấp cho lò từ trạm biến áp thường là trung áp hay cao áp: 6,10,35 hay 110 kV tùy theo công suất lò.

Sơ đồ cấp điện mạch lực lò hồ quang bao gồm các thiết bị chính sau:

- Cầu dao cách ly CL dùng phân cách mạch lực của lò với lưới khi cần thiết, như lúc sửa chữa.
- Máy cắt 1 MC dùng để bảo vệ lò hồ quang khỏi ngắn mạch sự cố. Máy được chỉnh định để không tác động khi ngắn mạch làm việc. Máy cắt 1MC cũng dùng để đóng - cắt mạch lực dưới tải.
- Cuộn kháng CK dùng để hạn chế dòng khi ngắn mạch làm việc và ổn định sự cháy của hồ quang. Khi bắt đầu nấu luyện, lò hồ quang hay bị ngắn mạch làm việc. Lúc này máy cắt 2MC mở để cuộn kháng CK tham gia vào mạch, hạn chế dòng ngắn mạch. Khi nguyên liệu chảy



Hình 2.30. Sơ đồ cung cấp điện lò hồ quang

hết, lò cần công suất lớn để nấu luyện, máy cắt 2MC đóng lại để nối tắt cuộn kháng CK. Ở giai đoạn hoàn nguyên, công suất lò yêu cầu ít hơn thì 2MC lại mở để đưa CK vào mạch.

Với những lò có công suất lớn hơn nhiều thì sơ đồ thường không có cuộn kháng CK. Việc ổn định hồ quang và hạn chế dòng ngắn mạch làm việc là 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 tắt cuộn sơ cấp thành hình Δ hay hình Y thực hiện nhờ 2 máy cắt 3MC và 4MC. Cuộn thứ cấp BAL nối Δ (để giảm dòng mỗi pha thứ cấp) và cấp điện cho lò qua hệ mạch ngắn MN, không phân nhánh, không có mối nối.

BAL phải cấp được điện áp, công suất lớn dưới tải, chịu dòng ngắn mạch làm việc, điều kiện làm mát tốt.

– Các dụng cụ bảo vệ, kiểm tra, đo lường gồm: phía sơ cấp BAL có rơle dòng điện cực đại để tác động lên cuộn ngắt máy cắt 1MC. Thời gian duy trì của rơle này giảm khi bội số quá tải dòng tăng. Nhờ vậy, 1MC chỉ tác động mở mạch lực khi bị ngắn mạch sự cố và khi bị ngắn mạch làm việc kéo dài quá thời gian cho phép. Với ngắn mạch làm việc trong thời gian cho phép thì 1MC không ngắt mạch mà chỉ có tín hiệu đèn và chuông.

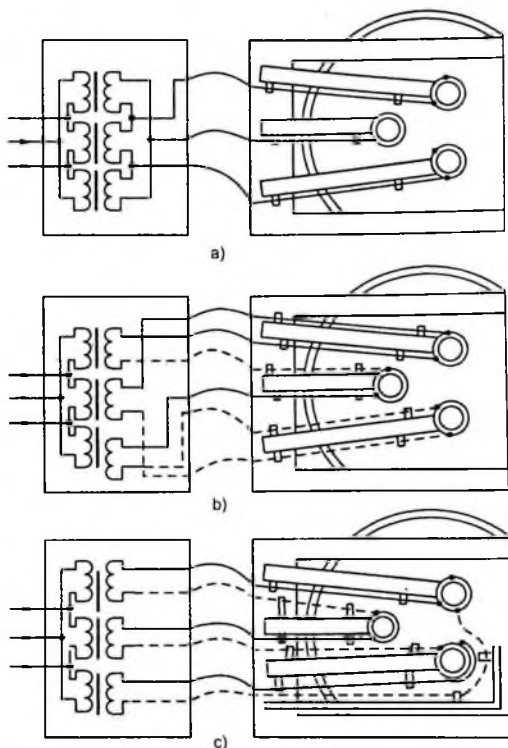
Phía sơ cấp BAL còn có các dụng cụ đo lường, kiểm tra như vôn kế, ampe kế, công tơ điện, pha kế, oát kế, các máy biến áp đo lường... Phía thứ cấp cũng có các máy biến dòng đo lường nối với các dụng cụ đo và lấy tín hiệu về bộ điều khiển và bảo vệ ĐK . BV.

– Mạch ngắn MN nối giữa BAL và lò hồ quang. Thực chất MN là dây dẫn phải chịu hàng chục và hàng trăm ngàn ampe và tổn hao nhiệt $\Delta P_{mn} = I_{mn}^2 r_{mn}$ đạt tới 70% toàn bộ tổn hao của tổng các thiết bị lò hồ quang. Do vậy, yêu cầu mạch ngắn MN phải là ngắn nhất trong điều kiện có thể (biến áp lò phải đặt càng gần lò càng tốt) để giảm tổn hao. Mạch MN phải mềm vì điện cực hồ quang có dịch chuyển. Do vậy, MN được ghép từ những lá đồng mềm. Ngoài ra MN còn phải đảm bảo sự giống nhau r_{mn} và x_{mn} giữa các pha để có các thông số điện (công suất, dòng, áp) giống nhau của các hồ quang mỗi pha. Khi 3MN phân bố đối xứng thì hồ cảm giữa hai pha bất kỳ sẽ bằng nhau và s.d.đ hồ cảm bằng 0. Nếu không như vậy, sẽ gây ra mất đối xứng giữa các pha hồ quang và phân bố công suất không đều giữa các pha, hiệu suất lò bị giảm.

Chống sự mất đối xứng trên nhờ phân bố đối xứng MN về mặt hình học và về mặt điện từ. Các điện cực thường đặt ở 3 đỉnh tam giác đều.

Với lò dung lượng dưới 10T thì MN thường được nối Δ (hình 2.31a). Thiếu sót của cách này là không bù trừ được tính không đối xứng của dây dẫn chuyển dòng tới các điện cực. Với các lò dung lượng lớn, MN cũng được nối Δ qua các điện cực (hình 2.31b). Hai bên cần giữ điện cực có đặt 2 dây dẫn dòng pha cách điện nhau. 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 MN đã giảm nhiều nhưng chưa hoàn hảo. Sơ đồ hình 2.31c thực hiện dẫn dòng hệ 2 dây cho cả 3 pha nhờ thêm 1 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 dịch chuyển

đồng bộ với nhau qua liên kết cơ học. Sơ đồ này làm giảm tính không đối xứng của MN xuống đến mức tối thiểu.



Hình 2.31. Sơ đồ mạch ngắn lò điện hồ quang

2.2.3. Các yêu cầu đối với hệ thống tự động điều chỉnh công suất lò hồ quang

Các lò hồ quang đều có các bộ điều chỉnh tự động dịch điện cực (do cháy mòn) để duy trì ngọn lửa hồ quang, đảm bảo công suất lò, giảm thời gian nấu luyện, nâng cao năng suất lò, giảm sút chi phí năng lượng, giảm thất C 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 cho lò và sự phân bố nhiệt hay nhiệt độ trong nôi lò.

Điều chỉnh công suất lò hồ quang có thể thực hiện bằng các cách:

- Thay đổi điện áp ra của BAL.

- Dịch chuyển điện cực để thay đổi chiều dài ngọn lửa hồ quang và như vậy sẽ thay đổi được điện áp hồ quang, dòng điện hồ quang và công suất tác dụng của hồ quang.

Về nguyên tắc, việc duy trì công suất lò hồ quang 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} , tỷ 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 hồ quang không đổi sẽ không mỗi hồ quang tự động được. Ngoài ra, khi dòng điện một pha nào đó thay đổi sẽ kéo theo dòng điện 2 pha còn lại thay đổi. Ví dụ, khi hồ quang trong một pha bị đứt thì 2 pha còn lại được nối tiếp vào điện áp dây và các bộ điều chỉnh 2 pha còn lại sẽ tiến hành hạ điện cực mặc dù công nghệ không yêu cầu. Các bộ điều chỉnh loại này chỉ dùng cho lò hồ quang một pha và chủ yếu dùng cho lò hồ quang chân không.

Bộ điều chỉnh duy trì điện áp hồ quang không đổi có khó khăn trong việc đo thông số này ở mạch phản hồi. 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 hai pha còn lại.

Phương pháp tốt nhất là dùng bộ điều chỉnh duy trì tỷ số $\frac{U_{hq}}{I_{hq}}$ không đổi, thông qua hiệu số các tín hiệu dòng và áp. Điện áp hồ quang tỷ lệ thuận với chiều dài ngọn lửa hồ quang, còn dòng điện hồ quang tỷ lệ nghịch với chiều dài ngọn lửa hồ quang. Vấn đề là duy trì chiều dài ngọn lửa hồ quang ổn định:

$$aI_{hq} - bU_{hq} = bI_{hq}(Z_{ohq} - Z_{hq}) \quad (2.11)$$

trong đó: a, b – các hệ số phụ thuộc các hệ số dụng cụ đo (biến dòng, biến điện áp) và điện trở điều chỉnh trên mạch thay đổi trong khi chỉnh định.

Z_{ohq}, Z_{hq} – giá trị đặt và giá trị thực của tổng trở hồ quang, cũng là tương ứng với chiều dài đặt của ngọn lửa hồ quang và chiều dài thực của ngọn lửa hồ quang.

Từ công thức (2.11) suy ra:

$$\frac{aI_{hq} - bU_{hq}}{bI_{hq}} = Z_{ohq} - Z_{hq} = \Delta Z_{hq} \quad (2.12)$$

Như vậy, việc điều chỉnh thực hiện theo chế độ lệch của tổng trở hồ quang so với giá trị đặt.

Phương pháp này dễ mỗi hồ quang, duy trì được công suất, ít chịu ảnh hưởng của dao động điện áp nguồn cũng như ảnh hưởng lẫn nhau giữa các pha.

Điều chỉnh dịch điện cực là điều chỉnh chiều dài của ngọn lửa hồ quang, Đó là nhiệm vụ cơ bản của các bộ điều chỉnh tự động dịch cực lò hồ quang.

Các yêu cầu chính đề ra cho một bộ điều chỉnh công suất lò hồ quang (điều chỉnh dịch cực) là:

1. Đủ nhạy để đảm bảo chế độ làm việc đã cho của lò. Duy trì dòng I_{hq} không tụt quá 4 – 5% trị số dòng điện làm việc. Vùng không nhạy 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 làm việc hay đứt hồ quang trong thời gian $(1,5 \div 3)s$. Điều này đảm bảo giảm số lần ngắt 1MC, giảm sự thấm C của kim loại... Các lò hồ quang hiện đại không cho phép ngắt 1MC quá hai lần trong giai đoạn nấu chảy. Đảm

bảo yêu cầu tác động nhanh cần có tốc độ dịch cực nhanh, tới $(2,5 \div 3)$ m/ph trong giai đoạn nấu chảy. Dòng hồ quang càng xa trị số đặt thì tốc độ dịch cực càng phải nhanh.

3. Thời gian điều chỉnh ngắn.

4. Hạn chế tối thiểu việc dịch cực không cần thiết như khi chế độ làm việc bị phá vỡ trong một thời gian rất ngắn (vài phần giây) hay trong chế độ thay đổi tính đối xứng. Yêu cầu này càng cần thiết đối với lò hồ quang ba pha không có dây trung tính. Chế độ hồ quang của một pha nào đó bị phá hủy sẽ dẫn theo phá hủy chế độ hồ quang của các pha khác.

Do vậy, mỗi pha cần có bộ điều chỉnh độc lập để sự làm việc của nó không bị ảnh hưởng tới chế độ làm việc của các pha khác.

5. Thay đổi bằng phẳng công suất lò trong phạm vi $(20 \div 125)\%$ trị số định mức với sai số dưới 5%.

6. Có thể chuyển đổi nhanh từ chế độ điều khiển tự động sang chế độ điều khiển bằng tay và ngược lại do phải thực hiện thao tác phụ nào đó (chẳng hạn, nâng điện cực khi chất liệu vào lò).

7. Tự động châm lửa hồ quang khi bắt đầu làm việc và khi hồ quang bị dứt. Khi ngắn mạch thì việc nâng hồ quang lên không làm dứt hồ quang.

8. Dừng mọi điện cực khi mất điện lưới.

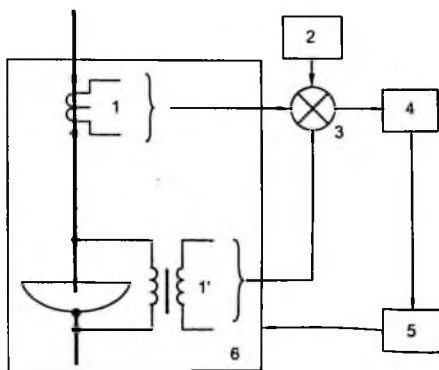
Cơ cấu chấp hành dịch cực có thể dùng truyền động điện – cơ hay thủy lực. Trong cơ cấu điện – cơ, động cơ dùng phổ biến là động cơ một chiều kích từ độc lập vì có mômen mở máy lớn, dải điều chỉnh tốc độ rộng, bằng phẳng, dễ điều chỉnh tốc độ, mở máy, đảo chiều, hãm. Đôi khi có dùng động cơ không đồng bộ có mômen quán tính của rôto nhỏ.

2.2.4. Một số sơ đồ khống chế công suất lò hồ quang điển hình

2.2.4.1. Sơ đồ chức năng một pha

Một hệ điều chỉnh công suất tự động lò hồ quang có sơ đồ chức năng như hình 2.32.

Hệ gồm đối tượng điều chỉnh 6 (lò hồ quang) và bộ điều chỉnh vị sai. Bộ điều chỉnh có các phần tử cảm biến dòng hồ quang 1 và áp hồ quang 1', khâu so sánh 3, khâu khuếch đại 4, cơ cấu chấp hành 5 và bộ đặt 2. Tại khâu so sánh 3 có 2 tín hiệu từ đối tượng điều chỉnh tới (tỷ lệ với I_{hq} và U_{hq}) và một tín hiệu từ bộ đặt 2 tới. Tín hiệu sai lệch (nếu khác 0) sẽ được khâu khuếch đại 4 khuếch đại để tới cơ cấu chấp hành 5 tiến hành dịch cực theo hướng giảm sai lệch.

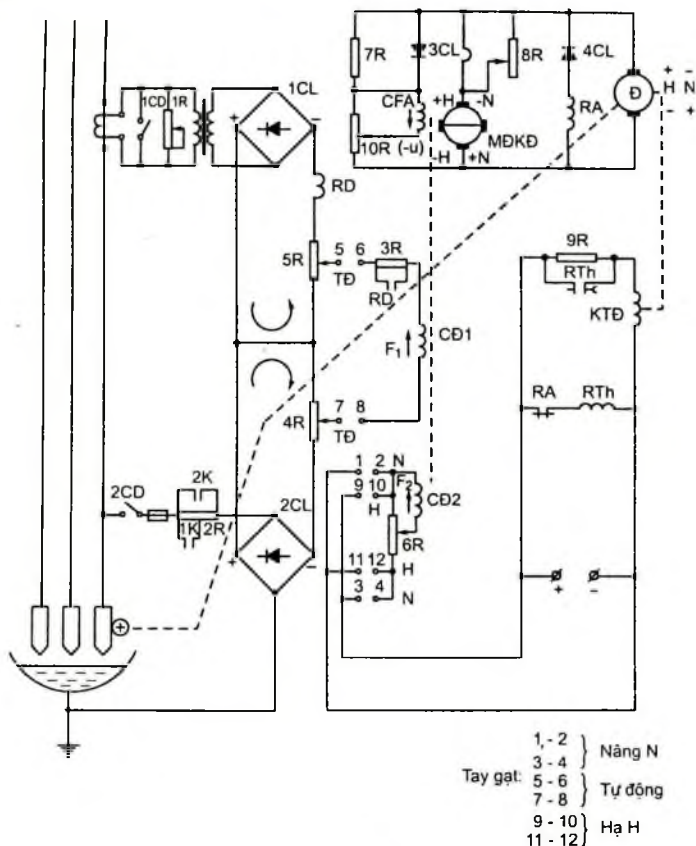


Hình 2.32. Sơ đồ chức năng một pha hệ điều chỉnh công suất lò hồ quang

Để hoàn thiện đặc tính động của hệ, nâng cao chất lượng điều chỉnh, sơ đồ còn có các phản hồi về tốc độ dịch cực, tốc độ thay đổi I_{hq} , U_{hq} v.v... Trong sơ đồ cũng có thể có các phần tử chương trình hoá, máy tính v.v...

2.2.4.2. Sơ đồ một pha không chế công suất lò hồ quang dùng hệ máy điện khuếch đại – động cơ một chiều (MĐKD – Đ)

Hình 2.33 biểu thị sơ đồ dịch cực một pha lò hồ quang. Mỗi pha có 1 bộ điều chỉnh như vậy.



Hình 2.33. Sơ đồ nguyên lý một pha không chế dịch điện cực lò hồ quang

Dịch điện cực hồ quang lên xuống trong sơ đồ dùng động cơ một chiều Đ kích từ độc lập thông qua hệ truyền động cơ khí. Động cơ Đ được cấp nguồn phản ứng nhờ máy điện khuếch đại từ trường ngang MĐKD.

MĐKD có 3 cuộn kích từ (ở stato):

- Cuộn chủ đạo CD1 để không chế ở chế độ tự động (TĐ) dịch cực.

- Cuộn chủ đạo CD2 để khống chế ở chế độ dịch cực bằng tay.
- Cuộn phản hồi âm điện áp CFA. Cuộn này có s.t.d ngược với 2 cuộn trên.

Ở chế độ tự động TĐ, các tiếp điểm 5 – 6 và 7 – 8 kín. Mờ 1CD và đóng 2CD.

Điện áp ra của 1CL tỷ lệ với dòng điện hồ quang và rơi trên điện trở 5R. Điện áp này được điều chỉnh qua 1R. Điện áp ra của 2CL tỷ lệ với điện áp hồ quang và rơi trên điện trở 4R. Điện áp này được điều chỉnh nhờ các tiếp điểm công tắc tơ 1K và 2K nối tắt điện trở 2R. Cuộn chủ đạo CD1 của MĐKĐ nối vào hiệu số điện áp lấy trên một phần 5R và 4R nghĩa là thực hiện quy luật điều chỉnh công thức (2.12).

Khi chưa có hồ quang, dòng hồ quang bằng 0 và điện áp (lấy trên 4R) đặt vào CD1 là lớn nhất và s.t.d có chiều để MĐKĐ phát điện áp cho động cơ Đ hạ điện cực xuống chậm. Tốc độ chậm là do:

- Lúc này rơ le dòng RD chưa tác động nên 3R tham gia vào mạch cuộn CD1 và s.t.d của CD1 nhỏ.

- Khi hạ điện cực, động cơ Đ được cấp điện với cực (+) ở trên nên diốt 3CL dẫn điện và nối tắt 7R làm dòng qua cuộn phản hồi âm áp CFA tăng lên, hạn chế bớt s.t.d của cuộn CD1 (cỡ 50%).

- Do Đ có cực tính (+) ở trên nên diốt 4CL không cho dòng qua cuộn hút role áp RA dẫn đến cuộn hút role thời gian RTh luôn có điện. Điện trở 9R bị nối tắt và cuộn kích từ động cơ KTĐ có dòng lớn, từ thông động cơ lớn, tốc độ chậm.

Do vậy, điện cực được hạ xuống chậm.

Khi điện cực chạm kim loại, ngắn mạch làm việc xảy ra, dòng I_{hq} lớn nhất và điện áp U_{hq} bằng 0. Lúc này:

- Rơ le dòng RD tác động, nối tắt 3R trong mạch cuộn CD1. S.t.d cuộn CD1 đổi chiều và có giá trị lớn (lấy trên 5R). MĐKĐ phát điện áp cấp cho động cơ Đ kéo điện cực lên nhanh (cực tính (-) điện áp cấp cho động cơ ở trên).

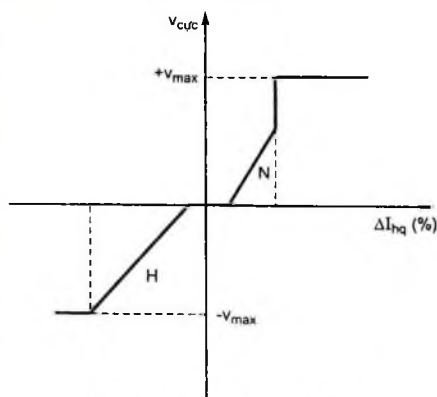
- Diốt 4CL với cực tính (-) ở trên sẽ thông mạch, cấp điện cho role RA, từ đó rơ le thời gian RTh bị mất điện. Sau thời gian duy trì của RTh thì điện trở 9R tham gia vào mạch kích từ động cơ để giảm từ thông và tăng tốc cho động cơ Đ.

Diốt 3CL với cực tính (-) ở trên sẽ không dẫn dòng và điện trở 7R tham gia vào mạch cuộn phản hồi âm áp CFA, hạn chế bớt s.t.d của cuộn CD1

(cỡ 30%). Kết quả điện áp ra của MĐKĐ cấp cho động cơ Đ tăng lên.

Biểu đồ tốc độ nâng – hạ điện cực của lò hồ quang như hình 2.34.

Điện cực được nâng lên rời khỏi điện cực thì hồ quang được mới. Trong quá trình điện cực di lên, dòng I_{hq} giảm và áp U_{hq} tăng. Hiệu điện áp lấy trên 5R, 4R đặt vào cuộn CD1 giảm dần, s.t.d cuộn CD giảm dần, điện áp phát ra của MĐKĐ giảm và tốc độ



Hình 2.34. Đồ thị tốc độ dịch cực

động cơ nâng cực chậm dần. Khi điện áp phát ra của MĐKĐ dưới ngưỡng nhả của role điện áp RA thì điện trở 9R được tách khỏi mạch kích từ động cơ (qua role RTh) và tốc độ động cơ càng chậm. Khi điện áp lấy trên 5R tỷ lệ với dòng I_{hq} và lấy trên 4R tỷ lệ với điện áp U_{hq} cân bằng nhau thì s.t.d của cuộn CĐ1 bằng 0, điện áp phát ra của MĐKĐ bằng 0, động cơ Đ ngừng quay và hồ quang cháy ổn định.

Nếu mất ổn định, cuộn CĐ1 sẽ có điện áp. MĐKĐ sẽ phát điện áp cấp cho Đ để động cơ dịch chuyển điện cực. Chiều và tốc độ dịch cực phụ thuộc chiều và độ lớn s.t.d của cuộn CĐ1. Nếu dòng I_{hq} tăng (chiều dài ngọn lửa hồ quang giảm) thì Đ nâng điện cực lên. Nếu dòng I_{hq} giảm thì quá trình diễn biến ngược lại.

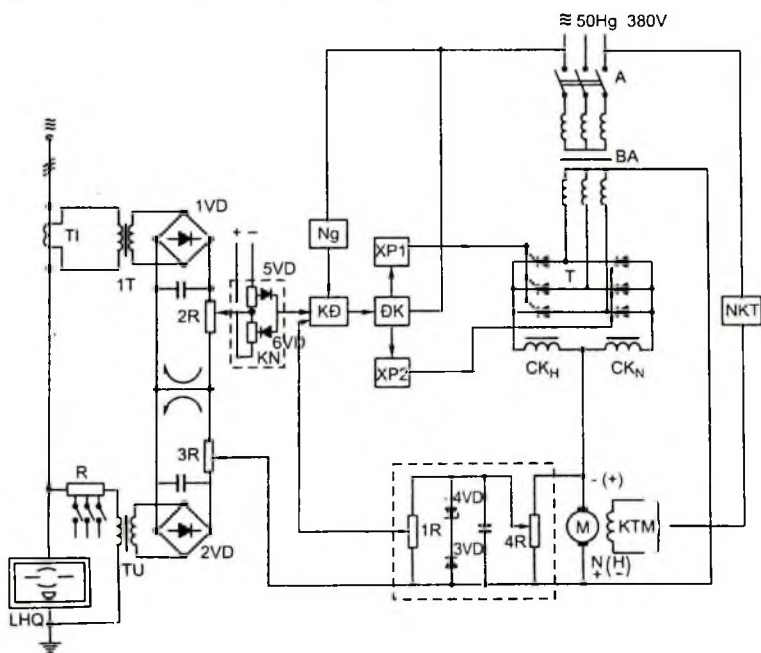
Khi hồ quang bị dứt ($I_{hq} = 0$) thì quá trình diễn biến như mỗi hồ quang.

Ở chế độ khống chế bằng tay, cầu dao 1CD được đóng và 2CD mở. Tay gạt ở vị trí N hay H tùy yêu cầu nâng hay hạ điện cực. Cuộn chủ đạo CĐ2 lúc này thay thế vai trò cuộn chủ đạo CĐ1. Mọi diễn biến tương tự như ở chế độ tự động.

2.2.4.3. Sơ đồ điều chỉnh công suất lò hồ quang bằng thyristo

Bộ điều chỉnh loại này là có triển vọng nhất. Nó thoả mãn được các yêu cầu đề ra ở mục 2.2.3 và chỉ kém về sự tác động nhanh nếu truyền động dịch cực bằng thủy lực.

Bộ điều chỉnh cho 1 pha như hình 2.35.



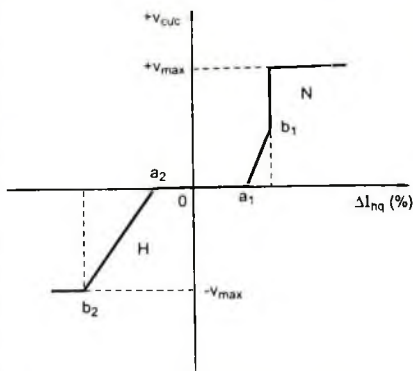
Hình 2.35. Bộ điều chỉnh cho một pha

Tín hiệu tỷ lệ với dòng I_{hq} và áp U_{hq} lấy từ biến dòng TI và biến điện áp TU tới các bộ chỉnh lưu và rơi trên 2R, 3R. Sự mất cân bằng giữa các tín hiệu tỷ lệ I_{hq} và U_{hq} được

đưa qua khâu vùng không chạy KN. Khâu này hạn chế các dao động dịch cực trong một phạm vi nào đó, chỉnh định nhờ 5VD, 6VD trên chiết áp. Tín hiệu qua khâu KN và khâu phản hồi âm tốc độ của động cơ dịch cực M, tỷ lệ với điện áp động cơ (lấy trên 1R) tới đặt vào khâu khuếch đại KĐ. Từ khâu KĐ, tín hiệu sai lệch đã được khuếch đại sẽ tới khâu điều khiển ĐK để qua đó tới khâu xung pha XP1 hoặc XP2 tùy chiều nâng hay hạ điện cực. Các khâu xung pha dùng để điều chỉnh góc mở thyristo, cấp điện cho động cơ M quay dịch cực. Bộ thyristo mắc hình tia bên phải (ứng với khối XP2) cấp điện cho động cơ M quay để nâng điện cực. Bộ thyristo mắc hình tia bên trái (ứng với khối XP1) cấp điện cho động cơ M quay để hạ điện cực.

Khi I_{hq} tăng (chiều dài ngọn lửa hồ quang tăng) thì động cơ M 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 tốc độ tỷ lệ với điện áp động cơ (thông qua 1R và 4R). Quy luật điều chỉnh hạ điện cực là tỷ lệ trên toàn dải tín hiệu vào (kể cả khi dứt hồ quang) (đoạn a_2 , b_2 hình 2.36).

Khi I_{hq} tăng (chiều dài ngọn lửa hồ quang giảm) thì động cơ M nâng điện cực lên. Ở vùng thay đổi nhỏ của I_{hq} thì tốc độ nâng tỷ lệ với số gia ΔI_{hq} (đoạn a_1, b_1). Ở vùng thay đổi lớn ΔI_{hq} thì tốc độ nâng nhảy vọt. Chế độ này là nhờ tín hiệu điện áp động cơ lấy qua 4R vượt ngưỡng diốt ổn áp 4VD, do đó tín hiệu lấy trên 1R giữ nguyên.



Hình 2.36. Đặc tính tĩnh của bộ điều chỉnh dịch cực lò hồ quang dùng thyristo

Đặc tính tĩnh như trên hình 2.36 cho khả năng loại trừ nhanh chế độ sai như ngắn mạch, dứt hồ quang và trong giai đoạn hoàn nguyên thì các sai lệch nhỏ không tác động (đoạn oa_1) hoặc tác động với tốc độ nhỏ (đoạn a_1, b_1), 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 sẽ không còn và dưới tác động của điện áp phản hồi âm sẽ xảy ra hãm điện (hãm tái sinh).

Hai nhóm thyristo sẽ thực hiện lần lượt chế độ chỉnh lưu và nghịch lưu tùy hướng chuyển động.

2.3. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ LÒ CẢM ỨNG

2.3.1. Khái niệm chung và phân loại

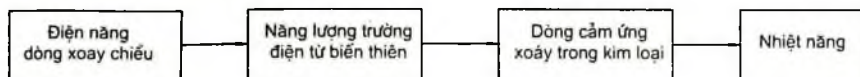
2.3.1.1. Nguyên lý làm việc của lò cảm ứng (hay lò tần số) là dựa vào hiện tượng cảm ứng điện từ

Khi một khối kim loại đặt vào trong một từ trường biến thiên thì trong khối kim loại sẽ xuất hiện (cảm ứng) các dòng điện khép kín trong kim loại gọi là dòng điện xoáy (hay dòng Foucault). Nhiệt năng của dòng điện xoáy sẽ đốt nóng khối kim loại.

2.3.1.2. Sự truyền nhiệt năng vào kim loại trong thiết bị gia nhiệt bằng tần số

Muốn có dòng điện xoáy đốt nóng kim loại, phải tạo ra một từ trường biến thiên trong kim loại. Tạo từ trường này nhờ dòng điện biến thiên (dòng xoay chiều).

Như vậy, năng lượng điện truyền từ nguồn điện xoay chiều biến đổi thành năng lượng trường điện từ (biến thiên). Trong vật gia nhiệt (kim loại) điện năng dòng xoáy cảm ứng được chuyển thành nhiệt năng.



Hình 2.37. Quá trình biến đổi năng lượng trong lò điện cảm ứng

Nhiệt năng kim loại thu được phụ thuộc nhiều yếu tố, trong đó có 3 yếu tố chủ yếu:

- Tính dẫn điện (biểu thị qua điện trở suất ρ) và tính dẫn từ (biểu thị qua độ từ thẩm μ) của kim loại.
- Cường độ từ trường H của điện từ trường biến thiên:

$$W_{\text{nhiệt}} \approx H^2 \approx I^2$$

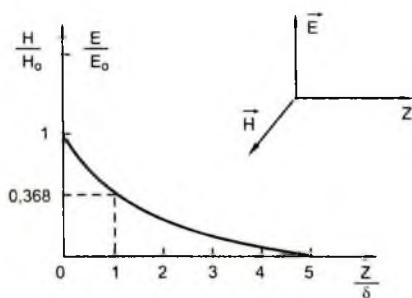
Vậy, kim loại muốn thu nhiệt nhiều, phải tăng dòng điện tạo ra từ trường. Cách này bị giới hạn vì không thể tăng mãi dòng điện lên được vì dây sẽ phải lớn, quá nóng và có thể nóng chảy.

- Tần số dòng điện:

$$W_{\text{nhiệt}} \approx \sqrt{f}$$

Thực tế, để tăng nhiệt, thường dùng phương pháp tăng tần số vì tạo tần số lớn của dòng điện không gặp nhiều khó khăn. Vì vậy, lò cảm ứng còn gọi là lò tần số và nguồn cấp cho lò phải là nguồn xoay chiều, thường là tần số lớn.

Khi năng lượng trường điện từ truyền vào kim loại, độ lớn của cường độ điện trường $\vec{E}$ và cường độ từ trường $\vec{H}$ bị suy giảm và năng lượng nhiệt dẫn sâu vào kim loại cũng bị giảm theo độ dẫn truyền Z vào sâu (hình 2.38).



Hình 2.38. Sự suy giảm của E, H theo độ sâu Z

Theo chiều dẫn truyền vuông góc với bề mặt vật gia nhiệt, một khoảng δ được gọi là độ sâu thẩm thấu (như một đơn vị thẩm sâu của năng lượng) tính theo biến thức:

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu_a \gamma}} = 503 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}} \quad [\text{m}] \quad (2.13)$$

Trong đó: ω – tần số góc $\left[\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$;

$$\omega = 2\pi f$$

μ_a – hệ số từ thẩm tuyệt đối của kim loại $\left[\frac{H}{m} \right]$;

$$\mu_a = \mu_0 \mu$$

μ – hệ số từ thẩm tương đối của kim loại;

μ_0 – hệ số từ thẩm của chân không; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$;

γ – điện dẫn suất của kim loại, $\left[\frac{1}{\Omega m} \right]$; $\gamma = \frac{1}{\rho}$.

Khi truyền vào độ sâu (kể từ bề mặt kim loại) bằng $Z = \delta$ thì biên độ E , H chỉ còn 36,8% so với ở bề mặt kim loại (xem hình 2.38). Nếu coi năng lượng nhiệt ở bề mặt kim loại là 100% thì qua độ sâu δ , năng lượng chỉ còn $0,368^2 = 0,136 = 13,6\%$ (do $W_{\text{nhiệt}} \sim H^2$) nghĩa là năng lượng nhiệt tiêu tán đốt nóng lớp kim loại dày δ là $0,864 = 86,4\%$. Phần năng lượng còn lại sau độ sâu δ là 13,6% tiếp tục truyền vào lớp trong và sau độ sâu δ nữa ($Z = 2\delta$) sẽ giảm tiếp 86,4% của 13,6% còn lại, đó là $0,864 \times 13,6 = 0,118 = 11,8\%$. Vậy là sau độ sâu $Z = 2\delta$, năng lượng đốt nóng kim loại mất $86,4\% + 11,8\% = 98,2\%$ và chỉ còn 1,8% truyền tiếp vào sâu.

Tóm lại, nhiệt năng truyền vào kim loại có đặc điểm:

- Suy giảm rất nhanh theo độ sâu.
- Tập trung ở lớp ngoài lớn, dẫn đến nhiệt độ kim loại cao ở lớp bề mặt, thấp ở lớp sâu hơn. Tần số càng cao, lớp bề mặt δ càng nhỏ và nhiệt càng tập trung ở bề mặt kim loại. Tính chất này được áp dụng để tôi bề mặt.
- Ngoài ra, năng lượng nhiệt truyền vào kim loại còn phụ thuộc hình dáng, cách bố trí cuộn dây sinh điện từ trường.
- Tần số gia nhiệt phụ thuộc chiều dài lớp δ .

Với $\delta < 1\text{cm}$ thì tần số gia nhiệt tối ưu là:

$$f_{\text{tối ưu}} = \frac{63000}{\delta^2} \text{ [Hz]} \quad (2.14)$$

Với $\delta > 1\text{cm}$ thì $f_{\text{tối ưu}}$ phụ thuộc r , h (hình trụ) của vật gia nhiệt theo bảng 2.5.

Bảng 2.5

r (mm)	>80	$35 \div 80$	$25 \div 60$	$15 \div 40$	$8 \div 20$
h (mm)	>160	$65 \div 100$	$45 \div 80$	$25 \div 60$	$15 \div 40$
$f_{\text{tối ưu}}$ (Hz)	50	500	1.000	2.500	8.000

Khi chi tiết gia công nhỏ và tần số làm việc thấp thì việc truyền năng lượng sẽ khó khăn và hiệu suất tụt thấp. Do đó cần quy định một tần số làm việc tối thiểu:

$$f_{\text{min}} = \frac{7500}{r} \text{ [Hz]} \quad (2.15)$$

Trong đó: $[r] = \text{cm}$.

– Trong quá trình gia công, khi nhiệt độ thay đổi thì trị số δ phụ thuộc vào f và t (bảng 2.6).

Bảng 2.6. Trị số δ (mm)

Vật liệu	Thép		Đồng		Nhôm	
Nhiệt độ (°C)	20	100	20	1.000	20	600
ρ ($10^{-6} \Omega \text{cm}$)	10	130	2	10	2,9	11,3
μ	60	1	1	1	1	1
f (Hz)						
50	2,80	85,50	9,50	18,7	12,80	24,00
1.000	0,64	19,00	2,10	4,2	2,70	5,40
2.500	0,40	12,00	1,34	2,57	1,70	3,40
8.000	0,22	6,70	0,75	1,48	0,85	1,70
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	0,27	0,12	0,24

2.3.1.3. Ưu điểm của thiết bị gia nhiệt tần số

– Có thể gia nhiệt nhanh chóng và trực tiếp tới vật gia công, không 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 mật ngoài của dòng cao tần. Vật tôi có thể có hình dạng bất kỳ.

-- Tăng được năng suất lao động, giảm lao động nóng, mệt nhọc.

2.3.1.4. 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, đập, ép, cán.

– Tôi, ram, ủ các chi tiết cơ khí theo công nghệ cơ khí.

– Gia công hóa nhiệt.

– Hàn.

– Sấy, nung, hàn chất điện môi, bán dẫn (như: sấy gỗ; sấy khuôn đúc, sứ; sấy bột, thóc giống, gạo; khử trùng đồ hộp; lưu hóa cao su; hàn và dán nhựa, ni lông v.v...)

2.3.1.5. Phân loại thiết bị gia nhiệt tần số**a) Phân loại theo tần số làm việc, có**

– Thiết bị gia nhiệt tần số công nghiệp. Nguồn lấy từ lưới điện công nghiệp hay qua máy biến áp.

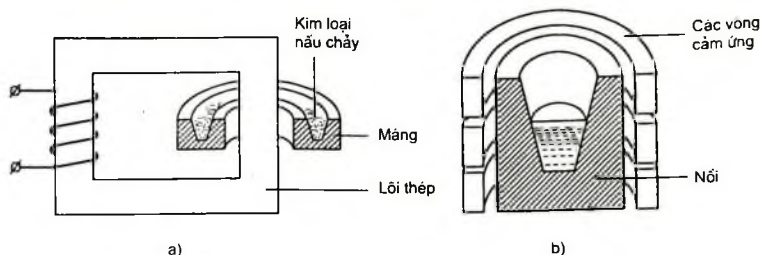
– Thiết bị gia nhiệt trung tần với tần số làm việc 500 ÷ 10.000 Hz. Thiết bị này thường dùng máy phát điện quay tần số trung bình hay dùng thyristo ở dải công suất nhỏ và vừa.

– Thiết bị gia nhiệt cao tần với tần số làm việc trên 10.000 Hz; thường dùng đèn phát hay thyristo.

b) Phân loại 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 2.39) là lò có lõi thép (lò máng) (hình 2.39a) và lò không có lõi thép (lò nổi) (hình 2.39b).



Hình 2.39. Lò nấu chảy cảm ứng

Lò máng có dung lượng rất nhỏ và nhiệt độ thấp nên hay dùng để nấu chảy kim loại màu và dùng trong thí nghiệm.

Lò nổi có dung lượng lớn hơn và nồi càng lớn thì tần số càng giảm (để nóng sâu vào giữa nồi – theo biểu thức 2.13). Dung lượng nồi có thể tới 10T, làm việc ở tần số 50Hz, công suất 1.500kW (1,5MW).

- Thiết bị nung phôi cho rèn, đập, 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 càng cao.
- Thiết bị nung, sấy chất điện môi và bán dẫn.

2.3.2. Các bộ nguồn tần số dùng trong lò cảm ứng

Các lò cảm ứng cần cấp nguồn có tần số nào đó, thường là ở tần số cao. Mục này đề cập tới một số loại nguồn tần số thường dùng.

2.3.2.1. Máy phát điện

Máy phát điện đồng bộ bình thường phát ra dòng điện có tần số 50Hz cấp lên lưới điện (ở Mỹ là tần số 60Hz). Tần số máy phát xác định bởi biểu thức:

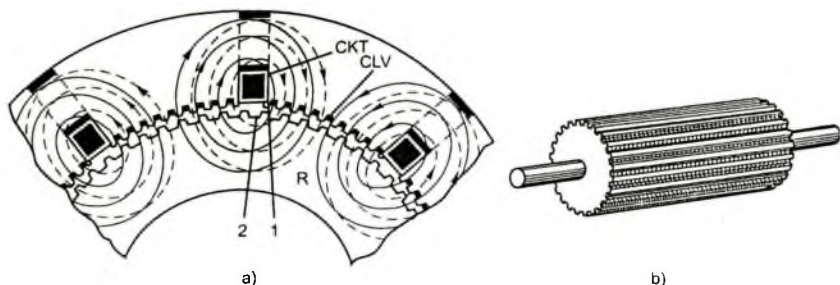
$$f = \frac{pn}{60} \text{ [Hz]} \quad (2.16)$$

Trong đó: p – số cặp cực của máy phát;

n – tốc độ quay phần ứng (vòng/phút).

Khi cần tần số cao, rõ ràng hoặc phải tăng số cặp cực p ở phần cảm, hoặc phải tăng tốc độ quay n phần ứng, hoặc tăng cả hai p và n . Các biện pháp này bị giới hạn vì tăng p sẽ dẫn tới tăng kích thước máy, tăng n sẽ phải tăng mạnh độ bền cơ khí.

Vì vậy, ở tần số trên 500Hz, người ta dùng máy phát cảm ứng có từ trường đập mạch theo thời gian gọi là máy phát sóng điều hòa răng. Nguyên lý cấu tạo và làm việc của máy này như hình 2.40.



Hình 2.40. Kích từ (a) và rôto (b) của máy phát cảm ứng có từ trường đập mạch

Cuộn kích từ CKT phân bố trong các rãnh stato. Cuộn làm việc CLV (cuộn ứng) cũng phân bố trong các rãnh stato như hình 2.40a. Rôto không có cuộn dây nào và có dạng bánh răng như hình 2.40b. Khi rôto quay, các đỉnh răng 1 và rãnh răng 2 lần lượt chạy qua các rãnh stato có đặt cuộn kích từ CKT. Do vậy, từ trường tạo ra bởi cuộn CKT khép kín qua rôto với khe hở không khí stato – rôto lúc lớn (tại rãnh răng), lúc nhỏ (tại đỉnh răng) và có đặc tính đập mạch: lúc mạnh (đỉnh răng chạy qua), lúc yếu (rãnh răng chạy qua). Từ trường này quét qua các dây dẫn cuộn CLV và làm trong cuộn CLV xuất hiện s.d.d. cảm ứng có tần số bằng số cặp đỉnh răng – rãnh răng chạy qua. Kết quả, số cặp cực p tương ứng với số răng Z_2 của rôto đã tăng rất nhiều. Từ đó, tần số của máy phát là:

$$f = \frac{nZ_2}{60} \text{ [Hz]} \quad (2.17)$$

Từ thông trong các răng rôto không bị thay đổi theo thời gian nên hầu như trong rôto không có dòng xoáy Foucault. Vì thế rôto có thể hoặc ghép từ các lá thép mỏng, hoặc đúc liền. Còn ở stato, từ thông là đập mạch nên có tổn hao thép và buộc stato phải ghép lại từ những lá thép mỏng.

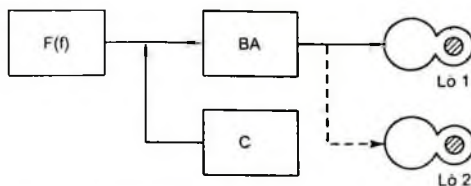
Việc làm mát bằng nước được ứng dụng ở những máy phát công suất lớn, làm mát bằng quạt – ở những máy phát công suất nhỏ.

Động cơ sơ cấp kéo máy phát có thể là động cơ đồng bộ (khi công suất trên 100kW) hoặc động cơ không đồng bộ (khi công suất nhỏ hơn).

Các máy phát tần số hiện dùng có tần số không quá 10kHz, hiệu suất tới (70 – 80)%. Vì máy phát được chế tạo với điện áp nhất định nên khi gia nhiệt với điện áp khác, thường cần có máy biến áp phối hợp.

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 cấp cho lò cảm ứng hoặc điều chỉnh trị số điện áp cấp cho lò (khi không dùng biến áp lò). Các bộ kích từ dùng thyristo cho độ chính xác ổn áp $\pm 1\%$ với dải điện áp 0 – 180V.

Máy phát tần số có cấu trúc đơn giản, độ tin cậy cao, dễ sử dụng nhưng vì có phần quay nên sửa chữa phức tạp, làm việc ồn, hiệu suất thấp khi tải nhỏ, không thay đổi được tần số.

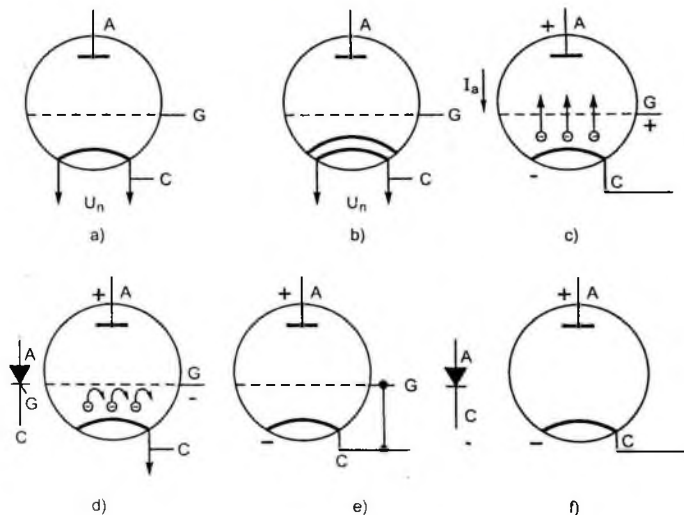


Hình 2.41. Sơ đồ khối của thiết bị gia nhiệt dùng máy phát

Hình 2.41 là sơ đồ khối của thiết bị gia nhiệt dùng máy phát. Máy phát $F(f)$ cấp điện cho lò qua máy biến áp phối hợp BA. Có 2 lò cảm ứng làm việc luân phiên để tận dụng công suất máy phát (một lò nấu luyện thì lò kia lấy sản phẩm, chuẩn bị mẻ sau...). Vì lò cảm ứng có $\cos\phi$ thấp (do có nhiều cuộn, vòng dây) nên sơ đồ có bộ tụ C bù $\cos\phi$.

2.3.2.2. Đèn phát điện tử

Đèn phát điện tử dùng trong thiết bị gia nhiệt tần số thường là đèn 3 cực chân không có sơ đồ như hình 2.42. Tần số phát từ vài chục kHz đến hàng trăm MHz.



Hình 2.42. Đèn 3 cực chân không

Đèn là 1 bình chân không (bằng thủy tinh hay kim loại) và có 3 cực chính (hình 2.42a).

– Cực anốt A: cực thu điện tử.

– Cực catốt C: cực phát điện tử. Để điện tử bứt ra khỏi kim loại catốt, cần phải cấp cho nó năng lượng nhiệt (bằng công thoát ra khỏi kim loại). Việc cấp năng lượng này có thể trực tiếp (nhờ đốt trực tiếp catốt bởi một điện áp U_n gọi là điện áp nung), có thể đốt gián tiếp (catốt đặt gần sát sợi nung) (hình 2.42b).

– Cực lưới G: là lưới ôm sát catôt.

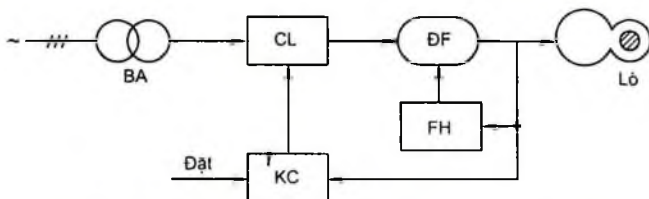
Làm việc của đèn 3 cực như sau: Khi phân áp thuận (A nối dương, C nối âm) thì điện trở bứt ra khỏi C sẽ chuyển động từ C về A do tác dụng của điện trường A – C. Nếu điện thế của G dương hơn C và do đặt gần C thì G có tác dụng thu hút điện tử chuyển về A mạnh (hình 2.42c). Nếu điện thế của G âm hơn C thì G có tác dụng ngăn cản chuyển động của điện tử về A (hình 2.42d). Như vậy, tùy thế G so với C dương nhiều hay dương ít hoặc âm mà dòng anốt (từ A về C) có thể lớn, nhỏ hoặc bằng 0. Điện thế đặt vào lưới G có tác dụng điều khiển dòng anốt A.C tương tự một thyristo.

Nếu lưới G nối với catôt C thì điện thế 2 cực như nhau. Đèn 3 cực làm việc như một điôt (hình 2.42e). Trường hợp này có thể dùng đèn 2 cực (chỉ có A, C mà không có G) (hình 2.42f).

Khi làm việc, nhiệt độ catôt tăng từ nhiệt độ môi trường tới hơn 2000°C và điện trở của catôt tăng tới 10 lần. Do đó, để tránh dòng quá lớn lúc bắt đầu làm việc, không được cấp ngay điện áp nung định mức mà phải qua nhiều cấp.

Đèn phát tần số có hiệu suất thấp (không quá 60%) vì qua nhiều khâu biến đổi, tuổi thọ thấp và tổn hao nhiệt rất lớn.

Các đèn có công suất dưới 200kW thường kín và hút chân không tại nơi chế tạo. Các đèn công suất lớn hơn và để tiện thay thế các chi tiết trong đèn nhằm tiết kiệm chi phí hỏng hóc, thường hở và có nắp. Đèn được hút chân không sau khi thay thế các chi tiết hỏng.



Hình 2.43. Sơ đồ khối thiết bị gia nhiệt dùng đèn phát tần số cao

Sơ đồ khối của thiết bị gia nhiệt tần số như trên hình 2.43. Điện áp lưới qua máy BA tăng áp tới 5 – 10 kV được chỉnh lưu thành dòng 1 chiều qua khâu chỉnh lưu CL để cấp cho mạch đèn phát ĐF. Đèn phát dòng cao tần cấp cho lò. Điều chỉnh CL qua bộ khống chế KC. Để ổn định tần số phát của đèn ĐF và điều chỉnh chế độ gia nhiệt khi tải thay đổi và đảm bảo hiệu suất cao, mạch đèn ĐF có khâu phản hồi FH.

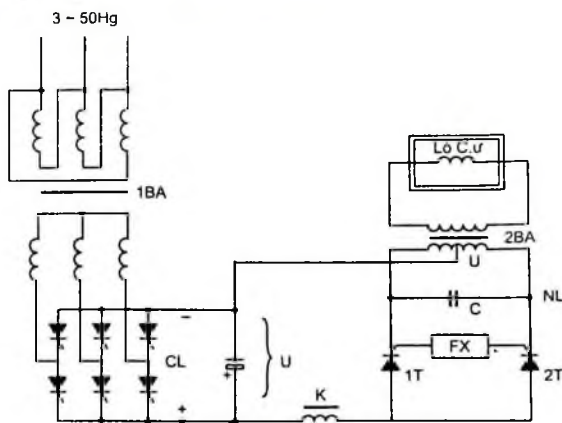
2.3.2.3. Biến tần thyristo

Sơ đồ phổ biến gồm 2 khâu cơ bản (hình 2.44) là: chỉnh lưu có điều khiển CL và nghịch lưu độc lập NL.

Khi thyristo 1T thông do được cấp xung mở từ bộ phát xung FX thì tụ C được nạp tới điện áp 2U do sơ cấp biến áp 2BA là 2 cuộn dây nối tiếp. Cực tính (+) của tụ C ở bên trái. Khi thyristo 2T được cấp xung mở thì 2T thông và tụ C phóng điện qua cả 1T và 2T. Dòng phóng của tụ C với điện áp 2U qua 1T sẽ át dòng dẫn của nguồn CL (điện áp U) và làm dòng qua 1T bởi nguồn sẽ nhanh chóng giảm về 0 và 1T khóa. Dòng phóng

tụ C qua 2T cùng chiều với dòng tạo bởi nguồn CL nên dòng qua 2T nhanh chóng đạt trị số định mức (thời gian thông ngắn). Tụ C được nạp ngược lại tới điện áp 2U với cực tính (+) bên phải. Quá trình tiếp tục tương tự khi phát xung mở cho 1T...

Khởi FX sẽ cấp xung mở 1T, 2T lệch pha nhau 180°. Cuộn sơ cấp 2BA sẽ có dòng liên tục đảo chiều với tần số bằng tần số của các xung mở thyristo. Cuộn thứ cấp 2BA sẽ cảm ứng dòng cùng tần số, cấp cho lò cảm ứng.



Hình 2.44. Sơ đồ đơn giản bộ biến tần thyristo một pha

Như vậy, bộ biến tần thyristo biến dòng điện tần số công nghiệp 50Hz ở đầu vào qua khâu chỉnh lưu và nghịch lưu – thành dòng điện tần số cao hơn ở đầu ra. Tần số ra quyết định bởi tần số phát xung của bộ FX. Công suất các bộ nghịch lưu thyristo hiện nay có thể đạt tới một, hai trăm kW, hiệu suất cao tới 95%, điện áp hơn 1.000V, tần số đạt tới 10kHz. Tần số ra bị hạn chế là do việc khóa thyristo cần thời gian 12 – 25μs và thời gian thông cũng tương tự nghĩa là một chu kỳ thông – khóa thyristo cần không dưới 50μs nên tần số không vượt quá:

$$f = \frac{1s}{50\mu s} = 20.000 \text{ Hz}$$

2.3.3. Các phụ kiện dùng trong lò cảm ứng

Trong các lò cảm ứng tần số cao, các phụ kiện sử dụng khác với thông thường do chúng phải làm việc với dòng điện biến đổi nhanh.

2.3.3.1. Dây dẫn cao tần

Đặc trưng của dây dẫn cao tần là có trở kháng cao và cảm kháng đặc biệt lớn do hiệu ứng bề mặt của dòng cao tần. Dòng dẫn tập trung phía ngoài dây. Tần số càng cao, mật độ dòng lớp bề mặt càng lớn. Do đó, dây dẫn cao tần thường là các thanh cái phẳng, ống rỗng có nước làm mát chảy phía trong, cáp đồng trục cao tần và có thể là cáp lực một ruột, nhiều ruột thông thường ở tần số không cao lắm.

Cáp đồng trục có trở kháng và cảm kháng nhỏ so với các loại dây dẫn khác nhưng lại có cấu tạo phức tạp và tốn vật liệu hơn.

Hiện nay, đã có những cáp lực cao tần dẫn dòng hàng nghìn A, tần số hàng ngàn kHz và điện áp hàng chục kV.

2.3.3.2. Công tắc tơ cao tần

Trong các lò cao tần, công tắc tơ được sử dụng là loại công tắc tơ cao tần có 2 cực chịu điện áp hàng kV và tần số làm việc hàng chục kHz. 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 có lưới, có cuộn dây phụ thổi từ. Hai tiếp điểm nối song song nhau. Khi đóng mạch, tiếp điểm dập hồ quang đóng trước rồi đến tiếp điểm chính. Khi mở mạch thì thao tác ngược lại.

Tiếp điểm tĩnh còn được làm lạnh bằng nước. Cuộn hút sử dụng dòng điện một chiều.

2.3.3.3. Tụ điện

Các tụ điện dùng trong lò gia nhiệt bằng tần số chủ yếu làm nhiệm vụ phân ly dòng điện 1 chiều hoặc để bù cosφ.

Các tụ này phải là tụ chịu điện áp cao, chịu nhiệt tốt và làm việc ở tần số cao theo tần số làm việc của lò.

Lò cao tần chủ yếu dùng tụ điện mica và tụ gốm cỡ lớn. Chúng dùng trong các mạch cộng hưởng của đèn phát. Các lò trung tần thường sử dụng tụ giấy.

2.3.3.4. Vòng cảm ứng

Vòng cảm ứng là bộ phận rất quan trọng của thiết bị gia nhiệt bằng dòng cảm ứng, dùng để dẫn dòng xoay chiều tần số cao, tạo ra điện từ trường mạnh để từ đó cảm ứng dòng xoáy trong kim loại gia nhiệt.

Vì dòng chảy trong vòng cảm ứng cỡ hàng ngàn A nên công suất tổn hao ở vòng cảm ứng rất lớn, chiếm tới 25 – 30% công suất thiết bị. Cần có biện pháp làm mát vòng cảm ứng.

Phần lớn các vòng cảm ứng làm bằng ống đồng, cuốn 1 vòng hoặc nhiều vòng thành hình ống trụ. Làm mát bằng nước chảy trong ống rỗng. Thiết diện ống có thể là tròn, ô van hay chữ nhật. Làm mát bằng nước chảy trong dây dẫn cho phép mật độ dẫn dòng lên tới 50 – 70 A/mm² trong khi làm mát bằng không khí chỉ cho phép 2 – 5 A/mm².

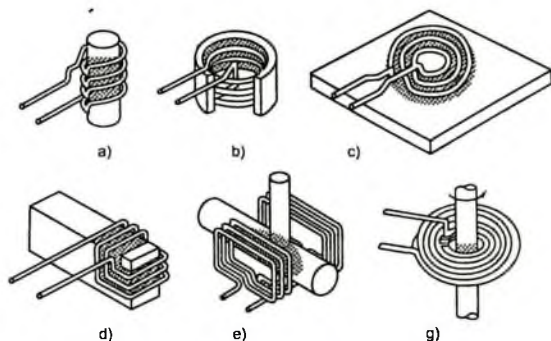
Chiều dày thành ống rỗng bằng đồng phải lớn hơn hoặc bằng độ sâu thẩm thấu của dòng theo biểu thức 2.13:

$$d \geq \delta = \frac{67}{\sqrt{f}} \text{ [mm]} \quad (2.18)$$

Ống dày quá thì vòng cảm ứng bị nóng vì việc dẫn nhiệt vào nước giảm kém.

Trường hợp đặc biệt, để vòng cảm ứng dẫn từ tốt nhằm tăng tốc độ nung nóng, người ta dùng các lá thép Si mỏng ghép lại cách điện nhau hoặc dùng các chất điện môi ở dạng bột ép thành vòng cảm ứng.

Hình dáng và kích thước của vòng cảm ứng phụ thuộc hình dáng và kích thước của chi tiết gia nhiệt. Khi chế tạo phải dựa vào chi tiết gia nhiệt để tạo vòng cảm ứng phù hợp. Hình 2.45 trình bày một số hình dáng vòng cảm ứng.



Hình 2.45. Hình dáng các vòng cảm ứng theo hình dáng chi tiết gia nhiệt

a) Tối chi tiết hình trụ; b) Tối mật trong; c) Tối mật phẳng; d) Tối góc;
e) Tối chi tiết dạng phức tạp; g) Tối từng phần.

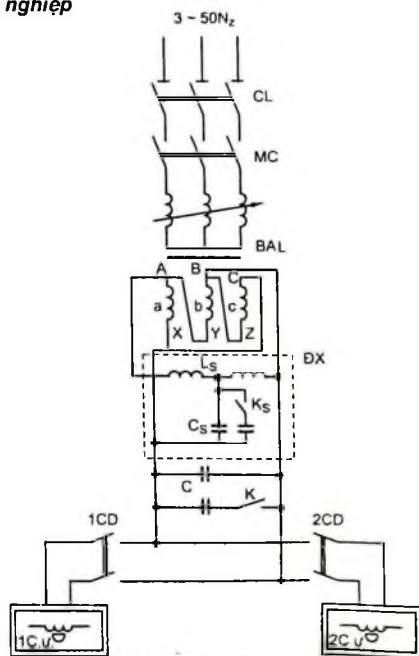
2.3.4. Một số sơ đồ lò cảm ứng điện hình

2.3.4.1. Lò nấu chảy cảm ứng tần số công nghiệp

Nhiệt truyền sâu làm chảy kim loại nên tần số cần thấp. Sơ đồ mạch lực của lò như hình 2.46.

Lò cảm ứng tần số công nghiệp có thể là 1 pha (khi công suất nhỏ) hoặc 3 pha (khi công suất lớn). Lưới điện 3 pha tần số 50Hz đưa vào biến áp lò BAL qua cầu dao cách ly CL và máy cắt lực MC. Biến áp lò BAL có thể điều chỉnh công suất cấp cho lò nhờ điều chỉnh tải ở cuộn sơ cấp. Thứ cấp BAL đấu tam giác (Δ) và điện áp cấp cho lò – như sơ đồ – lấy trên pha C. Bộ tụ C để bù $\cos \varphi$ và có thể thay đổi cấp bù nhờ khóa K.

Để tạo cân bằng 3 pha, sơ đồ có khối đối xứng ĐX gồm cuộn kháng L_s đấu song song pha B và điểm giữa đấu với đầu pha C qua bộ tụ C_s , có thể thay đổi trị số điện dung C_s nhờ khóa K_s (hình 2.47).

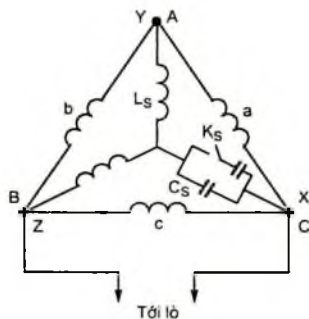


Hình 2.46. Sơ đồ điện lò cảm ứng tần số công nghiệp

Điều chỉnh điện dung C_x có thể bằng tay hay tự động.

Hai lò làm việc luân phiên nhờ chuyển đổi đồng – mở hai cầu dao 1CD và 2CD.

Để sấy lò hay tăng nhanh nhiệt lúc bắt đầu chạy lò, lò còn có thêm máy biến áp nhiều cấp điện áp hay máy biến áp tự ngẫu để mở máy với công suất 30 – 50% công suất định mức của lò. Khi lò làm việc bình thường thì máy biến áp này được ngắt ra khỏi mạch.

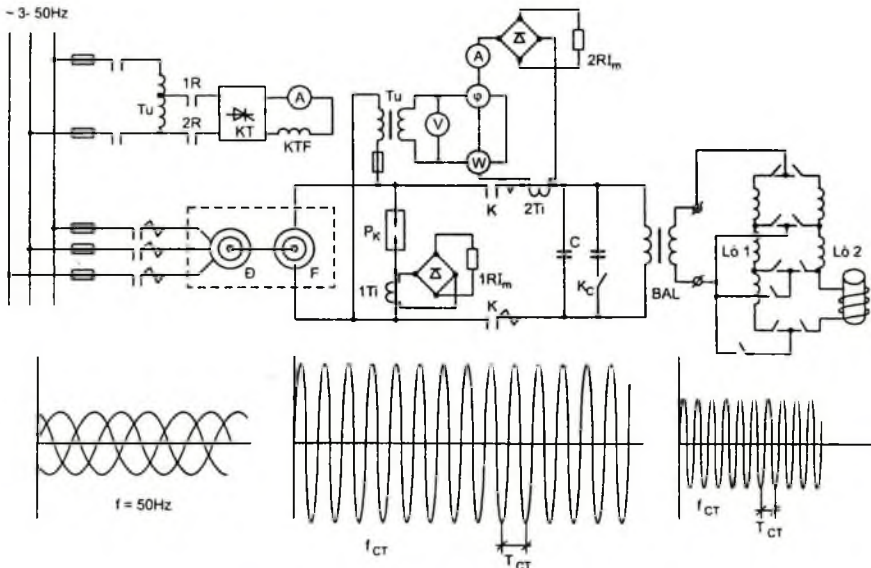


Hình 2.47. Sơ đồ khối đối xứng cân bằng công suất các pha

2.3.4.2. Lò cảm ứng cao tần dùng máy phát

Máy phát đồng bộ F do một động cơ không đồng bộ Đ kéo. Máy phát F được kích từ bởi khối kích từ chỉnh lưu KT có điều khiển và khối chỉnh lưu được cấp điện xoay chiều qua biến áp tự ngẫu T_a và tiếp điểm R của các role bảo vệ.

~ 3- 50Hz



Hình 2.48. Sơ đồ cảm ứng cao tần dùng máy phát điện tần số cao

Máy phát F cấp điện cho lò cảm ứng qua các tiếp điểm của công tắc tơ K và mạch được bù cosφ qua bộ tụ C có điều chỉnh trị số điện dung nhờ khóa K_c . Vì lò có các vòng cảm ứng khác nhau nên hệ thống khóa mạch sẽ cho phép chuyển đổi số vòng cảm ứng cũng như chuyển đổi luân phiên giữa 2 lò.

Mạch có các dụng cụ đo lường như vôn kế, ampe kế, pha kế và watt kế và có các bảo vệ quá dòng qua $2T_i$ tới $2RI_m$ và quá áp qua $1T_i$ tới $1RI_m$ mắc ở bộ phóng điện P_K . Khi quá áp (chẳng hạn, cho sự cố đứt mạch nối tới lò) thì P_K phóng điện và $1RI_m$ tác động, ngắt mạch kích từ mấy phút. Giải thích tương tự cho quá dòng cấp cho lò.

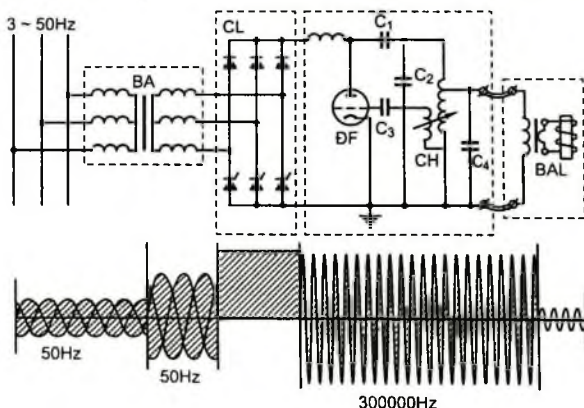
Trong trường hợp riêng, thiết bị có thể có bộ biến tần phụ công suất bằng 25% công suất bộ chính. Bộ biến tần phụ dùng duy trì nhiệt độ lò nấu chảy kim loại trong thời gian rót kim loại hay khi sấy lò. Trong thời gian này thì bộ biến tần chính làm việc với lò thứ hai.

2.3.4.3. Lò tối cao tần dùng đèn phát

Hình 2.49 là sơ đồ khái quát lò tối cao tần dùng đèn phát điện tử.

Biến áp BA nâng điện áp lưới 3 pha lên điện áp cao (trung áp) để chỉnh lưu thành dòng một chiều. Chỉnh lưu có thể là không điều khiển hoặc có điều khiển, có thể dùng linh kiện bán dẫn (điốt, thyristo) hay đèn điện tử. Dòng một chiều dùng cấp cho đèn điện tử ĐF để tạo sóng cao tần. Tụ C_1 tách sóng cao tần đưa vào mạch cộng hưởng gồm C_2 và biến áp cộng hưởng CH. Từ đó cấp cho biến áp lò BAL đưa xuống điện áp thích hợp cấp vào vòng cảm ứng để nung chi tiết.

Mạch phản hồi qua C_3 về lưới nhằm ổn định tần số phát và nâng cao hiệu suất đèn.



Hình 2.49. Sơ đồ khái quát máy biến tần dùng đèn điện tử

2.3.4.4. Lò cảm ứng trung tần dùng bộ biến tần thyristo

Trong sơ đồ (hình 2.50), bộ biến tần thyristo là biến tần nguồn dòng. Nó được cấp điện lưới 3 pha qua các cuộn kháng CK lõi không khí để hạn chế dòng ngắn mạch và giảm ảnh hưởng của tốc độ tăng trưởng dòng $\left(\frac{di}{dt}\right)$ nhằm bảo vệ các thyristo của mạch chỉnh lưu

(1T – 6T) có điều khiển. Dòng một chiều được san bằng bởi cuộn kháng san bằng CKSB và tới bộ nghịch lưu cộng hưởng cấu một pha có điện áp ra gần hình sin với tần số cao. Phụ tải của bộ nghịch lưu cộng hưởng là cuộn cảm ứng L của lò. Hệ số cosφ thấp của lò được nâng lên nhờ tụ C. Tụ C còn tạo thành mạch vòng dao động với cuộn cảm ứng L.

TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ MÁY HÀN ĐIỆN

3.1. KHÁI NIỆM CHUNG

Hàn điện là công nghệ được dùng rộng rãi trong công nghiệp, xây dựng, chế tạo máy và cả trong dân dụng.

So với các phương pháp gắn kết kim loại khác thì hàn điện có nhiều ưu điểm.

– Tiết kiệm được nguyên vật liệu so với các phương pháp gắn kết khác ($5 \pm 10\%$ so với phương pháp tán đinh, 40% so với phương pháp đúc).

– Có độ bền cơ học cao.

– Năng suất cao, giá thành hạ.

– Công nghệ hàn điện đơn giản.

– Cải thiện được điều kiện làm việc cho công nhân ghép nối kim loại.

– Dễ tự động hoá.

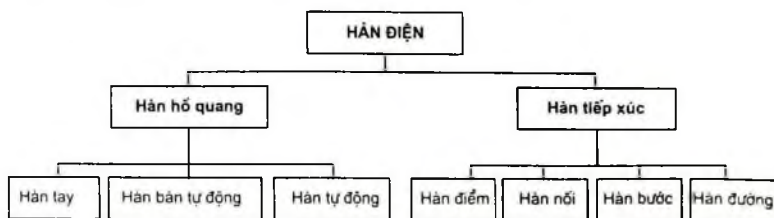
Về tổng thể, hàn điện có thể chia thành hai loại lớn là hàn nóng chảy và hàn áp lực.

Hàn nóng chảy là phải tạo nhiệt làm nóng chảy các kim loại tại chỗ hàn để chúng liên kết với nhau. Nhiệt có thể tạo ra nhờ hồ quang điện (hàn hồ quang), nhờ dòng điện qua xi nống chảy (hàn xi điện), nhờ nhiệt tạo ra khi bắn phá kim loại nhờ chùm điện tử trong chân không (hàn bằng tia điện tử), nhờ xung hồ quang (hàn xung hồ quang), nhờ nhiệt độ ngọn lửa hồ quang plasma (hàn hồ quang plasma), nhờ năng lượng quang điện tử của tia la-ze (hàn la-ze)...

Hàn áp lực là nhờ ép mạnh hai vật cần kết dính rồi nhờ tác dụng nhiệt hoặc tác dụng khác để 2 vật dính kết với nhau, chẳng hạn nhờ nhiệt của dòng điện chảy qua chỗ tiếp xúc (hàn tiếp xúc), nhờ năng lượng của sóng siêu âm (hàn siêu âm), nhờ nhiệt ma sát ở chỗ nối (hàn ma sát), nhờ nhiệt dòng cao tần (hàn dòng cao tần)...

Chương này chỉ đề cập tới hàn nóng chảy nhờ nhiệt của ngọn lửa hồ quang và hàn tiếp xúc nhờ nhiệt của dòng điện chảy qua chỗ tiếp xúc.

Sơ đồ hình 3.1 biểu thị sự phân loại các loại hàn điện này.



Hình 3.1. Phân loại hàn điện

3.2. CÁC YÊU CẦU CHUNG ĐỐI VỚI NGUỒN HÀN HỒ QUANG

1. Điện áp không tải đủ lớn để đảm bảo mỗi được hồ quang và an toàn cho người sử dụng.

– Nguồn hàn là điện xoay chiều

$$U_{\text{min}} = (50 \div 60)\text{V}$$

– Nguồn hàn là điện một chiều

$$U_{\text{min}} = (30 \div 40)\text{V}, \text{ khi điện cực là kim loại}$$

$$U_{\text{min}} = (45 \div 55)\text{V}, \text{ khi điện cực là than}$$

2. Đảm bảo an toàn dòng hàn bình thường và chịu được chế độ dòng điện ngắn mạch làm việc (lúc mỗi hồ quang). Bội số dòng điện ngắn mạch không được quá lớn.

$$\lambda_1 = \frac{I_{\text{nm}}}{I_{\text{dm}}} = 1,4 \div 2,0 \quad (3.1)$$

trong đó: λ_1 – bội số dòng điện ngắn mạch;

I_{nm} – dòng điện ngắn mạch, [A];

I_{dm} – dòng điện định mức, [A];

3. Phải có công suất đủ lớn

4. Có khả năng điều chỉnh được dòng điện hàn tùy theo công nghệ hàn và loại que hàn. Dòng điện hàn phụ thuộc vào đường kính que hàn d:

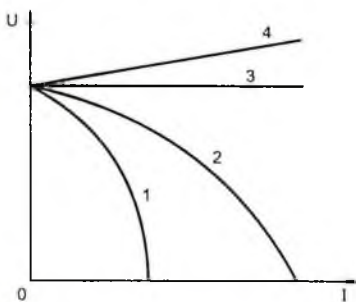
$$I_h = (40 \div 60)d \text{ [A]} \quad (3.2)$$

5. Đường đặc tính ngoài (đặc tính Von – Ampe) của nguồn hàn phải đáp ứng theo từng loại công nghệ hàn (đặc tính động tốt) như trên hình 3.2.

– Nguồn hàn hồ quang bằng tay cần đặc tính ngoài mềm (đường 1) để khi chiều dài cung lửa hồ quang thay đổi thì dòng hồ quang ít thay đổi.

– Nguồn hàn hồ quang cho hàn bán tự động và tự động phải cứng hơn để nâng cao tính ổn định khi hàn (đường 2).

– Nguồn hàn để hàn trong lớp bảo vệ với điện cực dây mảnh cần phải tuyệt đối cứng (đặc tính ngoài nằm ngang) (đường 3) hoặc hơi dốc lên (đường 4).



Hình 3.2. Các dạng đặc tính ngoài của nguồn hàn

Hệ số tiếp điểm của nguồn hàn

Nguồn hàn làm việc ở chế độ ngắn hạn lặp lại. Để nguồn hàn làm việc tốt và tuổi thọ cao, cần phải đảm bảo nhiệt lượng toả ra khi hàn bằng nhiệt lượng toả ra môi trường xung quanh trong một chu kỳ:

$$0,24 R \cdot I^2 \cdot \tau_1 = k (\tau_1 + \tau_2) = k T_{\text{ck}} \quad (3.3)$$

trong đó: I – dòng điện hàn, [A];

R – điện trở ở nguồn hàn, [Ω];

T_1 – thời gian làm việc dài nhất của nguồn hàn, [s]

T_2 – thời gian nghỉ ngắn nhất của nguồn hàn, [s];

Đối với hàn tay, τ_1 là thời gian hàn hết 1 que hàn, τ_2 là thời gian để thay que hàn mới và mỗi hồ quang. Đối với hàn bán tự động và tự động, τ_1 là thời gian hàn hết lô điện cực hàn trên máy, τ_2 là thời gian đủ để thay lô điện cực hàn mới và mỗi được hồ quang.

T_{ck} – chu kỳ làm việc của nguồn hàn, [s];

k – hệ số đặc trưng cho chế độ toả nhiệt của nguồn hàn.

Gần đúng, có thể coi hệ số k không đổi ($k = \text{invar}$). Từ đó biểu thức (3.3) có thể viết lại:

$$I^2 \frac{\tau_1}{T_{ck}} = \frac{k}{0,24R} = \text{const} \quad (3.4)$$

Vì $\frac{\tau_1}{T_{ck}}$ là thời gian cấp điện trong một chu kỳ cũng chính là hệ số tiếp điện $\text{TD}\%$

$$\text{TD}\% = \frac{\tau_1}{\tau_1 + \tau_2} = \frac{\tau_1}{T_{ck}} \quad (3.5)$$

Vậy (3.4) trở thành

$$I^2 \text{TD}\% = \text{const} \quad (3.6)$$

Từ biểu thức (3.6), khi nguồn hàn làm việc với chế độ khác với chế độ định mức ghi trên nhãn của nguồn hàn thì phải tính lại dòng điện hàn sao cho phù hợp.

Ví dụ: Nhãn nguồn hàn ghi 300A, $\text{TD}_{\text{dm}}\% = 70\%$

thì khi hàn với dòng $I = 450\text{A}$ thì phải thực hiện với hệ số tiếp điện khác 70%, vì:

$$I^2 \text{TD}\% = I_{\text{dm}}^2 \text{TD}_{\text{dm}}\%$$

$$\text{TD}\% = \left(\frac{300}{450} \right)^2 \cdot 70\% = 31\%$$

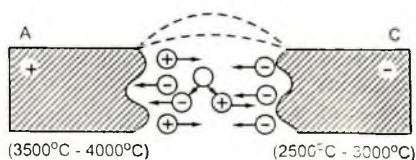
3.3. CƠ CẤU HỒ QUANG ĐIỆN

Hồ quang điện là sự phóng điện qua không khí giữa 2 điện cực ở điện áp thấp (vài chục von), áp suất bình thường.

Cần phân biệt với sự phóng điện qua không khí giữa 2 điện cực xảy ra ở điện áp cao (khoảng 3000V/mm) là sự phóng điện đâm xuyên (phóng tia lửa điện, sét).

Cách tạo hồ quang, cơ cấu ngọn lửa hồ quang như sau (hình 3.3):

Giả sử 2 điện cực than A và C được nối vào nguồn một chiều có điện áp khoảng 50V. Khi chạm 2 điện cực vào nhau, chỗ tiếp xúc nóng đỏ vì điện trở tiếp xúc lớn. Trong không gian xung quanh xuất hiện nhiều các điện tích tự do vì không khí bị ion hoá bởi nhiệt độ cao, vì bức xạ nhiệt điện từ ở các điện cực khi



Hình 3.3. Cơ cấu ngọn lửa hồ quang

bị đốt nóng. Do vậy, khi kéo tách 2 điện cực ra một khoảng ngắn, các điện tích tự do sẽ chuyển dịch về các điện cực: ion⁻ và điện tử về cực dương A, ion⁺ về cực âm C.

Cụ thể hơn là:

– Điện tử âm dưới tác dụng của điện trường A – C chuyển dịch về cực dương A với gia tốc rất lớn do khối lượng nhỏ. Tới cực A, chúng có động năng lớn, va đập vào cực A dẫn tới cực A nóng đỏ tới 4000°C , bị phá huỷ (mòn) và các ion⁺ bứt ra chuyển dịch về cực âm C. Trên đường về cực A, các điện tử với tốc độ nhanh va chạm vào các phân tử khí trung hoà làm chúng bị ion hoá (do va chạm) tách ra thành ion⁺ và điện tử âm. Quá trình ion hoá cao tạo ra cung lửa hồ quang giữa 2 điện cực và khí nóng bốc lên có dạng lưỡi liềm. Một số rất nhỏ điện tử kết hợp với phân tử khí trung hoà tạo thành ion⁺.

– ion⁺ dưới tác dụng của điện trường A – C chuyển dịch về cực âm C với tốc độ nhỏ hơn rất nhiều tốc độ của điện tử vì ion⁺ có khối lượng lớn hơn điện tử hàng vạn lần. Do vậy, khi tới cực C, va chạm với cực C không gây sự phá huỷ mạnh như điện tử đập vào cực A (nhiệt độ cực C khoảng 3000°C trở xuống).

– ion⁺ tới cực A cũng tương tự như ion⁺ tới cực C vì điện tích và khối lượng tương tự nhau.

Nhiệt độ khí trong cung lửa hồ quang có thể tới 5000°C .

Tóm lại, ta có thể nhận xét là:

1. Hồ quang điện xảy ra ở áp suất khí bình thường dưới điện áp thấp.
2. Khi hồ quang cháy, cực dương bị mòn hơn cực âm. Với hồ quang điện xoay chiều, 2 cực mòn như nhau.

3.4. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ MÁY HÀN HỒ QUANG

3.4.1. Các máy biến áp hàn (BAH)

Máy BAH là nguồn hàn hồ quang (HQ) xoay chiều có nhiều ưu điểm:

- Chế tạo dễ vì cấu tạo đơn giản.
- Giá thành thấp.
- Dễ tạo ra dòng điện lớn.

Máy BAH có thể là 1 pha (rất phổ biến) và 3 pha. Máy 3 pha thường dùng cho nhiều đầu hàn.

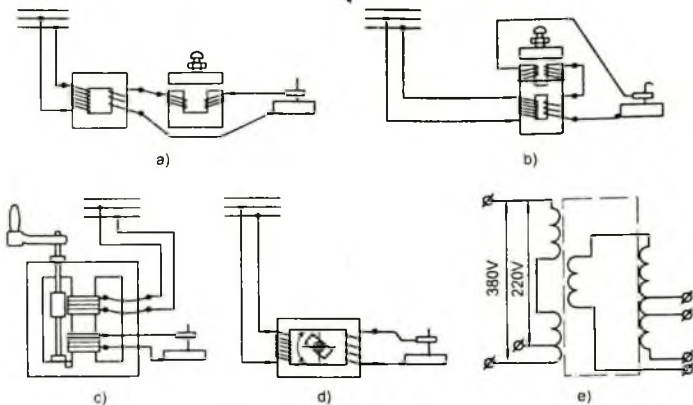
Về cấu tạo, BAH có nhiều kiểu nhưng luôn có 2 phần: phần tạo ra điện áp không tải đủ mỗi HQ và phần điều chỉnh dòng hàn và tạo độ dốc để có đặc tính động tốt khi hàn.

Theo phương pháp điều chỉnh dòng hàn và tạo độ dốc đặc tính ngoài, có thể chia các BAH thành 2 nhóm lớn:

1. Các BAH có mạch từ bình thường và cuộn kháng điều chỉnh dòng hàn riêng biệt (hình 3.4a) hay lắp chung mạch từ (hình 3.4b).

2. Các BAH có mạch từ tăng cường tản từ và không có CK. Các BAH thuộc nhóm này lại bao gồm 3 nhóm con:

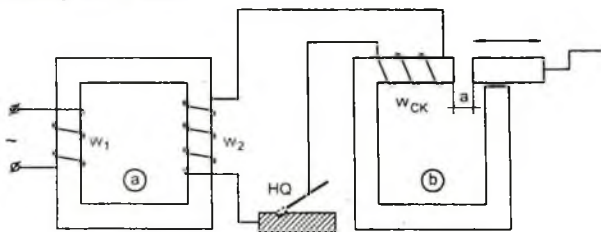
- BAH có các cuộn dây dịch chuyển được (hình 3.4c)
- BAH có sơn (shunt) từ (hình 3.4d).
- BAH có điều chỉnh số vòng dây (điều chỉnh theo cấp) (hình 3.4e).



Hình 3.4. Sơ đồ nguyên lý các BAH

3.4.1.1. Biến áp hàn có cuộn kháng ngoài

BAH (hình 3.5a) như một biến áp bình thường: cuộn sơ cấp w_1 đóng vào lưới điện, cuộn thứ cấp w_2 tạo điện áp không tải đủ mỗi HQ. Để điều chỉnh dòng hàn và tạo đặc tính ngoài mềm, BAH có thêm một cuộn kháng (CK) b gọi là CK ngoài vì không liên quan gì tới biến áp về kết cấu.



Hình 3.5. Sơ đồ nguyên lý BAH có CK ngoài

1. Nếu $\bar{U}_2$ là điện áp cuộn w_2 thì điện áp không tải là:

$$\bar{U}_0 = \bar{U}_2$$

2. Khi hàn (có tải dòng $\bar{I}$) thì ngoài điện áp HQ là $\bar{U}_{hq}$ cuộn w_{CK} có dòng chảy qua, có sụt áp $\bar{U}_{CK}$ nên:

$$\bar{U}_2 = \bar{U}_{hq} + \bar{U}_{CK}$$

Vì điện trở thuần của w_{CK} rất nhỏ, có thể bỏ qua nên tổng trở w_{CK} coi như chỉ có thành phần cảm kháng $X_L = 2\pi fL$ và sụt áp là:

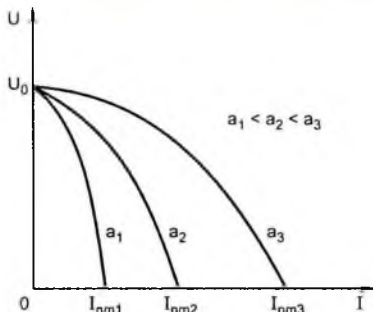
$$\bar{U}_{CK} = 2\pi fL \bar{I}$$

$$\text{Từ đó: } \bar{U}_{hq} = \bar{U}_2 - \bar{U}_{CK} = \bar{U}_2 - 2\pi f L \bar{I} \quad (3.7)$$

Vậy: dòng hàn $\bar{I}$ tăng thì $\bar{U}_{hq}$ giảm. Khi $\bar{I} = \bar{I}_{nm}$ (lúc mỗi HQ) thì $\bar{U}_{hq} = 0$ và theo (3.7), ta có:

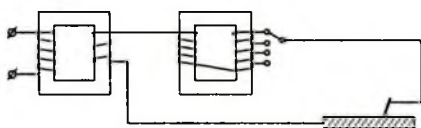
$$I = I_{nm} = \frac{U_2}{2\pi f L} \quad (3.8)$$

Từ trở R_m của CK tỷ lệ nghịch với L nên khi vận tăng khe hở a (hình 3.5) thì R_m tăng, L giảm và I_{nm} tăng. Máy BAH có CK ngoài có họ đặc tính ngoài như trên hình 3.6.



Hình 3.6. Họ đặc tính ngoài của máy BAH có CK ngoài

Điều chỉnh dòng hàn theo khe hở a đảm bảo điều chỉnh trơn liên tục và chính xác. Nếu cuộn kháng w_{CK} có nhiều đầu ra (hình 3.7) thì không cần điều chỉnh khe hở. Lúc đó ta có điều chỉnh dòng hàn từng cấp.



Hình 3.7. Biến áp hàn có CK ngoài điều chỉnh dòng hàn từng cấp

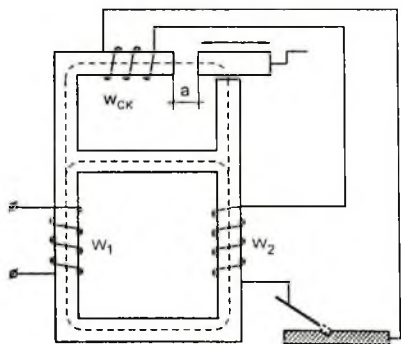
3.4.1.2. Biến áp hàn kiểu hỗn hợp

Máy BAH có cuộn kháng ngoài không tiện vì gồm 2 thiết bị rời rạc. Khi xếp CK vào cùng máy BA (hình 3.8) thì mạch từ của máy BA và CK có liên quan trực tiếp với nhau.

1. Vì CK có mạch từ chung với máy BA nên từ thông do cuộn w_1 sinh ra móc vòng qua cả cuộn w_2 và w_{CK} , nên điện áp không tải là do 2 cuộn w_2 và w_{CK} tạo ra:

$$\bar{U}_0 = \bar{U}_2 + \bar{U}_{CK}$$

Khi thay đổi khe hở a của mạch từ thì $\bar{U}_{CK}$ thay đổi (a tăng, $\bar{U}_{CK}$ giảm) nên điện áp không tải thay đổi (hình 3.9).



Hình 3.8. Biến áp hàn kiểu hỗn hợp

2. Khi có tải, dòng hồ quang chảy qua cả w_2 lẫn w_{CK} nên gây ra sụt áp $\Delta \bar{U}$. Khi bỏ qua điện trở nhỏ của dây quấn w_2 và w_{CK} thì:

$$\Delta \bar{U} = \bar{I}(X_2 + X_{CK})$$

Điện áp hồ quang bằng:

$$\bar{U}_{hq} = (\bar{U}_2 + \bar{U}_{CK}) - \Delta \bar{U} = \bar{U}_2 + \bar{U}_{CK} - \bar{I}(X_2 + X_{CK}) \quad (3.9)$$

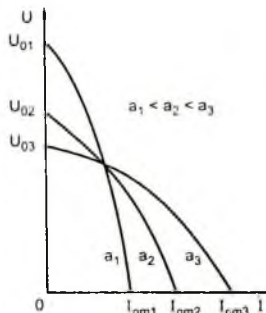
Dòng ngắn mạch lúc mỗi hồ quang ($\bar{U}_{hq} = 0$)

$$\bar{I}_{nm} = \frac{\bar{U}_2 + \bar{U}_{CK}}{X_2 + X_{CK}} \quad (3.10)$$

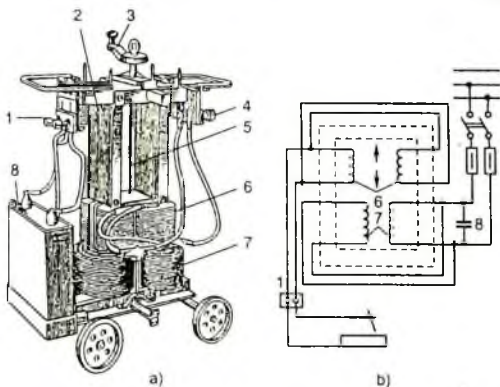
Rõ ràng khi thay đổi giá trị khe hở a thì dẫn đến thay đổi từ trở R_m , cảm kháng X_L và $\bar{U}_{hq}$, $\bar{I}_{nm}$ thay đổi. Ta có họ đặc tính ngoài như trên hình 3.9.

3.4.1.3. Biến áp hàn có cuộn thứ cấp dịch chuyển

Hình 3.10 biểu thị BAH có cuộn thứ cấp 6 dịch chuyển. Cuộn sơ cấp 7 được gá cố định trên lõi từ 2. Trị số dòng điện hàn điều chỉnh nhờ dịch chuyển cuộn thứ cấp để thay đổi khoảng cách giữa 2 cuộn sơ cấp và thứ cấp. Khi 2 cuộn gần nhau thì dòng hàn tăng. Dịch chuyển nhờ tay quay 3 và vít 5. Tự điện 8 là tự lọc dùng để giảm nhiễu vô tuyến khi hàn và tăng hệ số $\cos \varphi$ của BAH. Đầu hàn nối với buọc nối 4. Cấp điện cho BAH qua buọc nối vào 1.



Hình 3.9. Họ đặc tính ngoài của BAH kiểu hỗn hợp



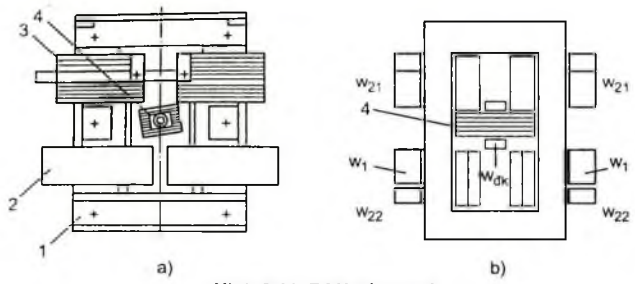
Hình 3.10. BAH có cuộn thứ cấp dịch chuyển

a) Cấu tạo; b) Mạch điện.

3.4.1.4. Biến áp hàn có sơn từ

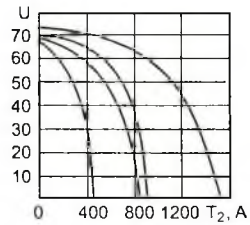
BAH có sơn từ được giới thiệu trên hình 3.11 Sơn từ 4 được lắp giữa cuộn dây sơ cấp 2 và thứ cấp 3 của BAH. Bằng cách di chuyển sơn từ vào sâu hoặc kéo ra khỏi 2 cuộn

dây hoặc quay sơn từ, thay đổi vị trí tương đối với mạch từ chính 1, ta có thể tạo ra họ đặc tính ngoài của BAH trong quá trình điều chỉnh (hình 3.11a).



Hình 3.11. BAH có sơn từ

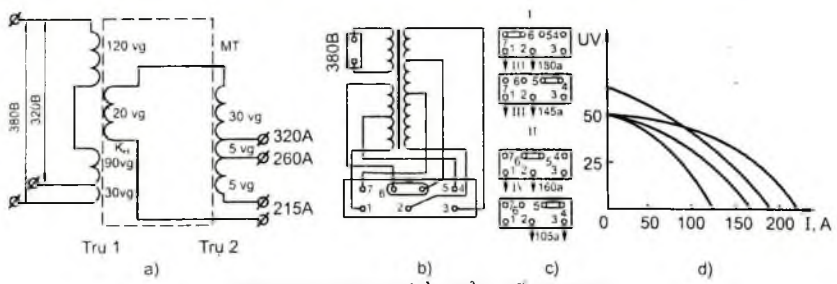
Để tăng mức điều chỉnh trơn, BAH có sơn từ còn có cuộn dây điều khiển w_{dk} trên sơn từ (hình 3.11b) và cuộn thứ cấp w_2 được chia ra 2 phần: phần chính w_{21} ở phía trên và phần phụ w_{22} ở phía dưới cuộn w_1 . Điều chỉnh dòng hàn thô theo cấp nhờ dịch chuyển cuộn w_{21} , còn điều chỉnh tinh trong cấp đó nhờ dòng điều khiển trong cuộn w_{dk} . Dòng điều khiển lớn sẽ cho dòng hàn lớn. Họ đặc tính ngoài BAH này được biểu thị trên hình 3.12.



Hình 3.12. Họ đặc tính ngoài BAH ở hình 3.11

3.4.1.5. Biến áp hàn có điều chỉnh số vòng dây

Như trên hình 3.13a mạch từ MT có 2 trụ. Trụ 1 có cuộn sơ cấp và 1 phần cuộn thứ cấp. Trụ 2 có cuộn thứ cấp nhiều đầu ra. Thay đổi tỷ số biến áp nhờ thay đổi số vòng sơ cấp hoặc thứ cấp. Từ đó dòng hàn ở đầu ra cuộn thứ cấp sẽ thay đổi theo cấp.



Hình 3.13. BAH có điều chỉnh số vòng dây

Hình 3.13b trình bày cụ thể một sơ đồ BAH có cuộn thứ cấp nhiều đầu với bảng đầu dây (hình 3.13c) và đặc tính ngoài tương ứng (hình 3.13d).

3.4.1.6. Biến áp hàn dùng cho nhiều đầu hàn

BAH loại này có đặc tính ngoài cứng và để có đặc tính ngoài mềm, cần dùng với CK. Số lượng đầu hàn được tính theo công thức:

$$n = \frac{I_{BAH}}{I_{dh} \cdot k} \quad (3.11)$$

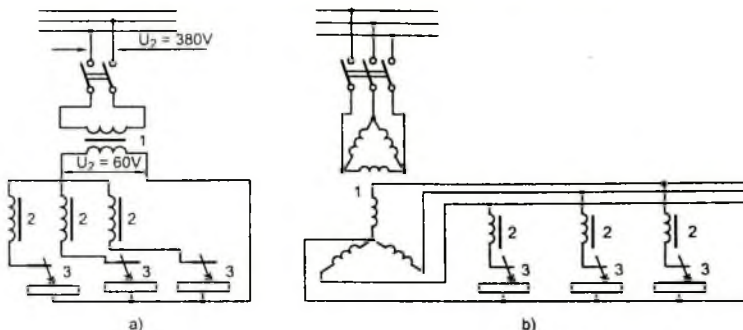
Trong đó: n – số đầu hàn;

I_{BAH} – dòng định mức của BAH;

I_{dh} – dòng hàn ở một đầu hàn;

k – hệ số phụ tải, $k = 0,6 \div 0,8$.

Hình 3.14 là sơ đồ mạch điện của BAH một pha (a) và ba pha (b) dùng cho nhiều đầu hàn. Điện áp 1 cấp dòng hàn cho các đầu hàn 3 qua cuộn kháng 2.



Hình 3.14. BAH dùng cho nhiều đầu hàn

3.4.2. Nguồn hàn hồ quang (HQ) một chiều

Nguồn hàn HQ một chiều thường là các bộ biến đổi từ điện xoay chiều sang điện một chiều vì lưới điện xoay chiều có sẵn ở mọi nơi. Có 2 loại nguồn hàn một chiều:

- Bộ biến đổi quay: dùng động cơ xoay chiều kéo máy phát điện một chiều (hệ Đ – F).
- Bộ biến đổi tĩnh: là các bộ chỉnh lưu dùng diốt (không điều khiển) hoặc thyristo (có điều khiển).

3.4.2.1. Máy phát hàn một chiều

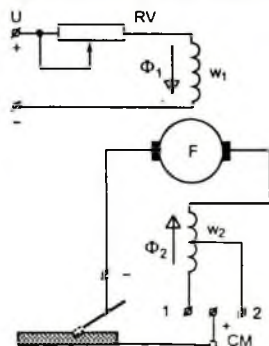
Máy phát hàn một chiều có đặc tính ngoài dốc ngược và được chia ra 3 loại tùy theo mạch kích từ và khử từ.

1. Máy phát hàn một chiều có cuộn kích từ (KT) độc lập và cuộn khử từ (KhT) nối tiếp

Máy phát có 2 cuộn kích từ (hình 3.15):

- Cuộn w_1 là cuộn tạo ra từ thông kích từ chính Φ_1 và được cấp dòng từ một nguồn một chiều độc lập có điều chỉnh dòng kích từ nhờ biến trở RV.

Cuộn khử từ w_2 đấu nối tiếp với phần ứng máy phát và có dòng hàn chảy qua. Từ thông do cuộn w_2 sinh ra là Φ_2 sẽ ngược chiều với từ thông chính Φ_1 .



Hình 3.15. Sơ đồ nguyên lý máy phát điện có cuộn KT độc lập, cuộn KhT nối tiếp

Như vậy, từ thông tổng kích từ của máy phát là:

$$\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$$

Khi không tải: $I_{hq} = 0$ và $\Phi_2 = 0$. Điện áp máy phát lúc không tải do Φ_1 quyết định:

$$U_0 = E_0 = k_c \Phi_1 \omega$$

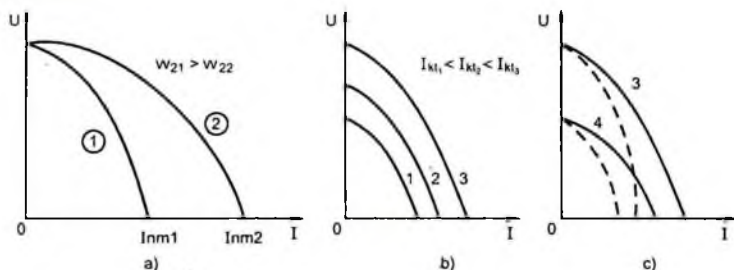
trong đó: k_c – hệ số, phụ thuộc kết cấu máy phát;

ω – tốc độ quay phần ứng máy phát [rad/s];

Khi có tải, $I_{hq} \neq 0$ và cuộn w_2 có dòng hồ quang chảy qua, sinh ra từ thông Φ_2 tỷ lệ với I_{hq} và ngược chiều Φ_1 , nên:

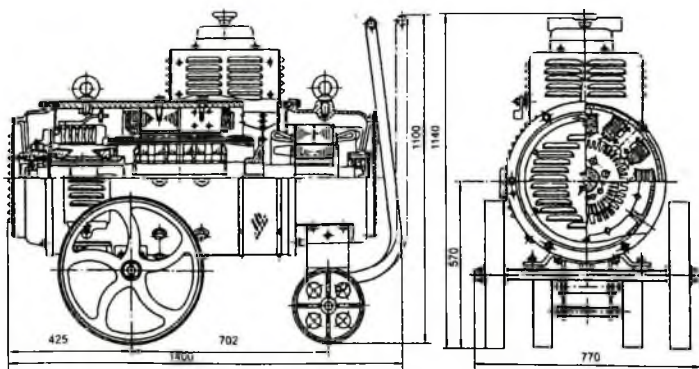
$$U_{hq} = E_0 - I_{hq} R_F = k_c (\Phi_1 - \Phi_2) \omega - I R_F \quad (3.12)$$

Đặc tính ngoài của máy phát có U_0 phụ thuộc vào dòng kích từ của w_1 và được điều chỉnh qua RV (hình 3.16b). Độ dốc của đặc tính ngoài được chỉnh thô bằng chuyển mạch CM để thay đổi số vòng dây w_2 . Từ đó thay đổi mức độ khử từ (hình 3.16a) và thay đổi độ dốc.



Hình 3.16. Họ đặc tính ngoài của máy phát điện hàn ở hình 3.15 khi thay đổi số vòng dây cuộn KHT (a) khi dịch chuyển RV (b) và kết hợp cả hai (c)

Hình 3.17 biểu thị hình dạng ngoài của một máy phát hàn 500A.



Hình 3.17. Một loại máy phát hàn 500A

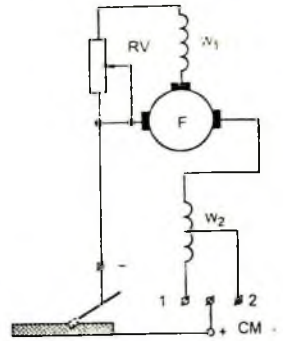
2. Máy phát hàn một chiều có cuộn kích từ song song và cuộn khử từ nối tiếp

Máy phát hàn có cuộn KT độc lập cần phải có một nguồn một chiều độc lập riêng. Để tiện sử dụng, máy loại này dùng ngay nguồn một chiều của nó để tự kích từ. Sơ đồ mạch như trên hình 3.18.

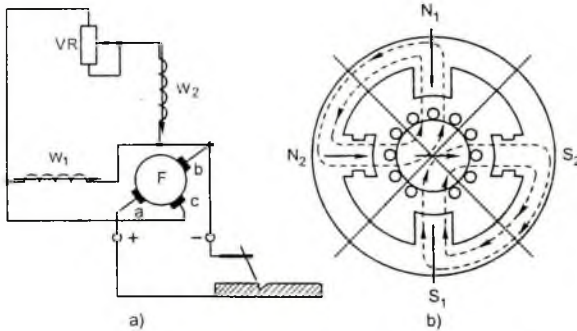
Cuộn KT chính w_1 được cấp một phần điện áp phát ra từ phần ứng máy phát và được điều chỉnh dòng kích từ qua chiết áp RV. Họ đặc tính ngoài tương tự hình 3.16.

3. Máy phát hàn một chiều có cực từ rẽ

Máy phát hàn một chiều có cực từ rẽ (hình 3.19b) tạo ra đặc tính ngoài dốc do tác dụng khử từ của từ thông sinh ra trong cuộn dây phần ứng máy phát (do phản ứng phần ứng). Máy phát có 2 đặc tính kích từ: cuộn KT chính w_1 và cuộn phụ w_2 .



Hình 3.18. Sơ đồ nguyên lý máy phát điện hàn một chiều có cuộn KT song song và cuộn KhT nối tiếp



Hình 3.19. Sơ đồ máy phát điện hàn có cực từ rẽ

Máy phát có 4 cực từ N_1, N_2, S_1, S_2 và 3 nhóm chổi than a, b, c, phân bố trên cổ góp. Khác với các máy phát thông thường, các cực từ cùng tên ở máy phát này xếp cùng phía nên về thực tế, coi máy có 1 đôi cực. Các cực từ phân bố thẳng đứng là các cực từ phụ, tạo ra từ thông phụ Φ_n . Các cực từ phân bố nằm ngang là các cực từ chính, tạo ra từ thông chính Φ_d . Hai từ thông Φ_d và Φ_n vuông góc với nhau tạo ra từ thông tổng Φ_Σ . Trục từ thông này vuông góc với trục trung tính của máy phát (đường quy ước phân bố cực bắc và cực nam của từ trường tổng).

Khi hàn, dòng hàn chảy qua phần ứng sẽ tạo ra một từ thông Φ_u (đường nét đứt ở hình 3.19b) hướng ngược lại với từ thông Φ_n . Từ thông Φ_n càng giảm khi dòng hàn càng tăng và làm giảm điện áp cảm ứng giữa 2 chổi than a và b. Như vậy, đặc tính ngoài của máy phát mềm là do tác dụng của từ thông phản ứng phần ứng. Các cực từ chính N_1, S_2

có tiết diện giảm nhỏ nên luôn làm việc ở chế độ bão hoà từ. Kết quả, từ thông phản ứng Φ_u không làm tăng Φ_d mà chỉ làm giảm Φ_n . Khi ngắn mạch, dòng phản ứng lớn nhất và từ thông tổng bị giảm về 0, s.d.đ máy phát cũng về 0.

Khi không tải, dòng phản ứng không có, $\Phi_u = 0$, từ thông tổng Φ_Σ lớn nhất, máy phát điện áp lớn nhất.

Điều chỉnh dòng hàn nhờ chỉnh định biến trở VR đầu vào mạch cực từ phụ (điều chỉnh tĩnh). Điều chỉnh thô nhờ dịch chuyển chổi than c. Nếu dịch theo chiều quay máy phát thì dòng hàn giảm vì khi đó tác dụng của từ thông phản ứng Φ_u tăng. Khi dịch chổi than c theo hướng ngược chiều quay của máy phát thì dòng hàn tăng.

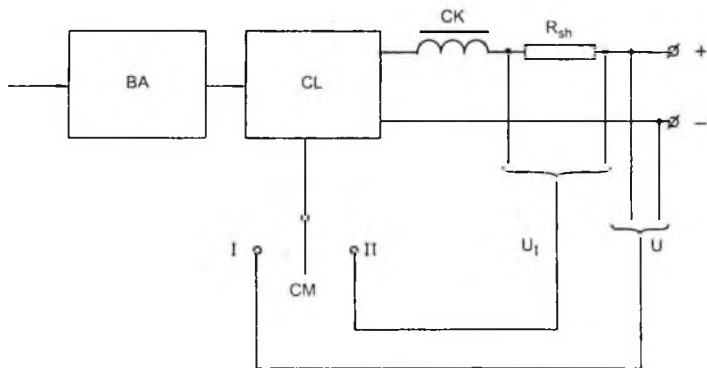
3.4.2.2. Chỉnh lưu hàn

Kỹ thuật bán dẫn chế tạo được các linh kiện điện tử công suất lớn đã giúp cho nguồn hàn chỉnh lưu có một vai trò quan trọng. Ưu việt của nó so với máy phát hàn một chiều là:

- Chỉ tiêu năng lượng cao.
- Không có phần quay.
- Hiệu suất cao, chi phí duy tu thấp.

Nguồn hàn chỉnh lưu có 2 phần: máy biến áp và khối chỉnh lưu. Chỉnh lưu có thể không điều khiển hay có điều khiển.

Hình 3.20 là sơ đồ tổng thể của bộ chỉnh lưu hàn có điều khiển.



Hình 3.20. Sơ đồ khối bộ chỉnh lưu hàn có điều khiển

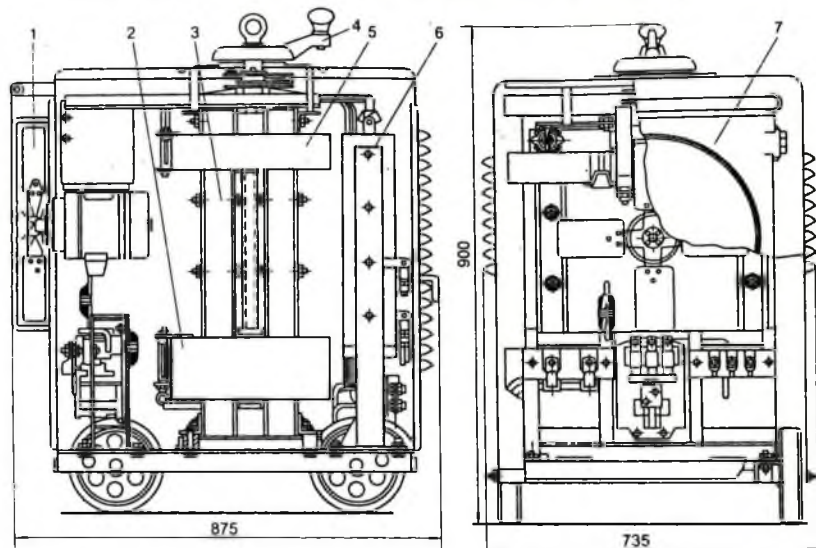
Biến áp BA để tạo một điện áp hàn thích hợp. Điện áp này sẽ được chỉnh lưu thành nguồn hàn một chiều và được san bằng bởi cuộn kháng CK. Để có đặc tính ngoài phù hợp với công nghệ hàn tay hoặc bán tự động, tự động, sơ đồ có các mạch vòng phản hồi âm dòng (khi hàn tay) và phản hồi âm áp (khi hàn tự động, bán tự động). Dạng phản hồi nào là nhờ chuyển mạch CM.

Chỉnh lưu hàn được phân làm 3 loại theo đặc tính ngoài: chỉnh lưu hàn có đặc tính

ngoài dốc đứng, chỉnh lưu hàn có đặc tính ngoài cứng (hay dốc thoải) và chỉnh lưu hàn vạn năng có thể cho đặc tính ngoài dốc hay cứng.

1. Chỉnh lưu hàn có đặc tính ngoài dốc

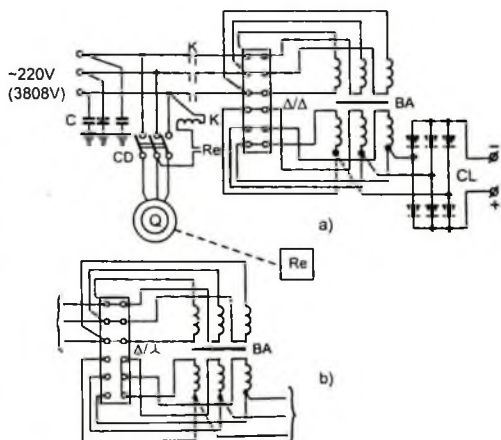
Loại này dùng cho hàn tay và hàn với điện cực không chảy trong khí bảo vệ.



Hình 3.21. Hình dáng ngoài một bộ chỉnh lưu dòng 300A (VSC -300)

Hình 3.21 là hình dáng bên ngoài của một chỉnh lưu hàn dòng 300A có đặc tính ngoài dốc. Trong đó: 1 – quạt gió làm mát; 2 – cuộn dây cố định của BA; 3 – mạch từ BA; 4 – tay quay dịch chuyển cuộn dây động; 5 – cuộn dây động của biến áp; 6 – khối chỉnh lưu; 7 – vỏ máy.

Biến áp hạ áp có cuộn thứ cấp dịch chuyển nhằm tạo ra họ đặc tính dốc và điều chỉnh dòng hàn (xem mục 3.4.1.3). Để giảm cự ly dịch chuyển cuộn dây động, bộ chỉnh lưu hàn thực hiện đổi nối cuộn thứ cấp từ Δ (khí hàn dòng lớn) sang Y (khí



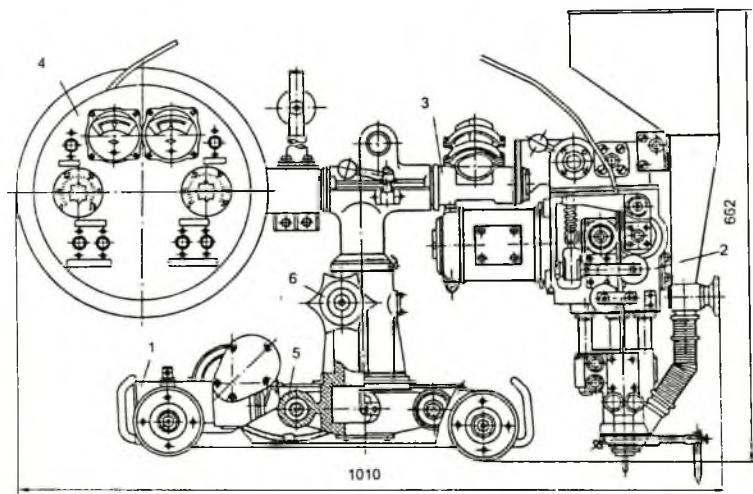
Hình 3.22. Sơ đồ nguyên lý điện chỉnh lưu hàn ở hình 3.21

Khâu tổng hợp tín hiệu và khuếch đại tín hiệu ở đầu vào dùng khuếch đại thuật toán
 A. Khâu so sánh và tạo thời điểm phát xung dùng trigger R-S tạo bởi 2 phần tử NAND.
 Khâu sửa xung dùng NAND. Khâu khuếch đại xung dùng tranzito T1.

3.4.3. Máy hàn hồ quang tự động

Khi công nghệ gia công sắt thép bằng phương pháp hàn phát triển, nhất là trong công nghệ chế tạo máy bay, tàu thủy, máy kéo, máy trục... thì phương pháp hàn tay không đáp ứng được vì có những nhược điểm như:

- Năng suất thấp, giá thành cao;
- Chất lượng mối hàn không ổn định, phụ thuộc người hàn, tư thế hàn;
- Tồn hao que hàn lớn.



Hình 3.25. Máy hàn vạn năng ADS – 1000 – 4

1. Xe tự hành; 2. Đầu hàn tự động; 3. Xà ngang; 4. Bảng điều khiển;
 5. Giá đỡ ngang; 6. Cơ cấu quay.

Với công nghệ hàn hồ quang tự động, các nhược điểm trên sẽ được khắc phục. Tuy nhiên, việc đảm bảo cho hồ quang cháy ổn định, bảo vệ mối hàn không bị không khí xâm thực là những vấn đề phức tạp. Hiện tại, người ta khắc phục bằng cách:

- Hàn hồ quang tự động dưới lớp trợ dung;
- Hàn hồ quang tự động trong khí bảo vệ;

Máy hàn hồ quang tự động có thể có điện cực nóng chảy và điện cực không nóng chảy; có một hay nhiều điện cực để hàn trong khí bảo vệ hay lớp trợ dung.

Máy hàn tự động thường có 2 hệ truyền động riêng biệt:

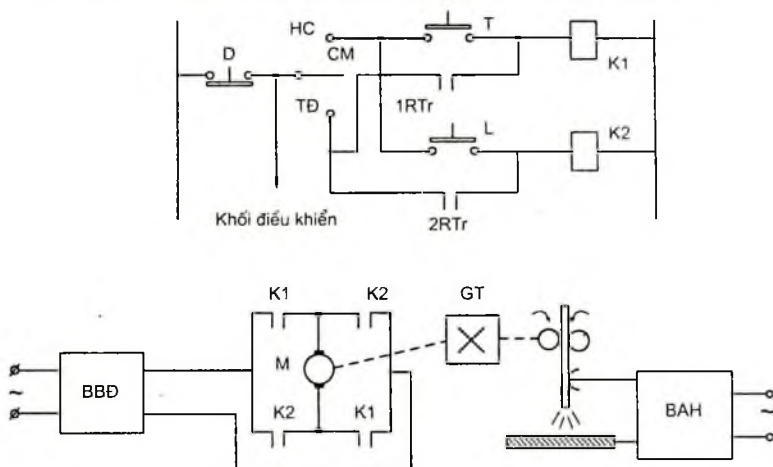
- Hệ truyền động đẩy điện cực vào vùng hàn.
- Hệ truyền động di chuyển xe hàn.

Khi làm việc, máy hàn tự động đảm bảo các thao tác: 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, đầu hàn hay chi tiết, cấp chất trợ dung hay khí bảo vệ vào vùng hàn và kết thúc quá trình hàn.

Các truyền động trên máy hàn hồ quang tự động đòi hỏi điều chỉnh tốc độ êm với dải điều chỉnh tới 10: 1.

Hình 3.25 là máy hàn hồ quang tự động van năng ADS – 100 – 4(A)/C – 1000 – 4 của Nga, dòng hàn tới 1000A, dùng dây điện cực.

Hình 3.26 là sơ đồ khối hệ truyền động đẩy điện cực dây vào vùng hàn.



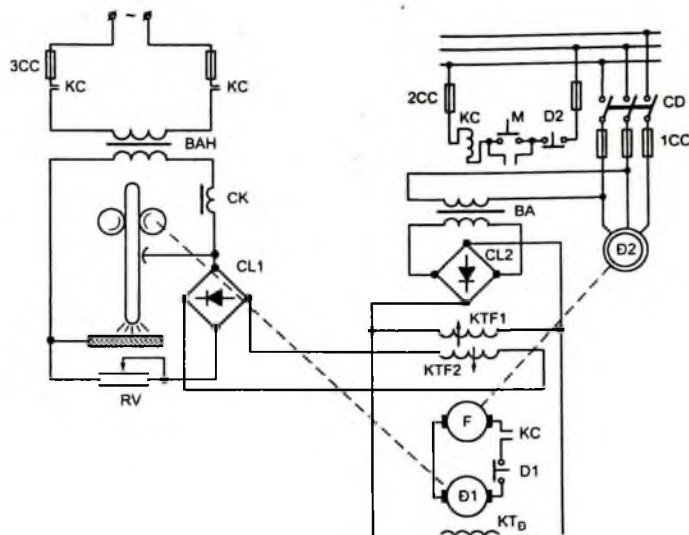
Hình 3.26. Sơ đồ khối hệ truyền động đẩy điện cực vào vùng hàn

Biến áp hàn BAH tạo và duy trì hồ quang hàn. Động cơ một chiều M qua hộp giảm tốc GT đẩy điện cực vào vùng hàn. Tốc độ động cơ điều chỉnh nhờ điện áp của bộ biến đổi dùng thyristo (bộ chỉnh lưu có điều chỉnh). Chiều quay động cơ thay đổi nhờ các tiếp điểm công tắc tơ K_1 và K_2 tạo thành cầu tiếp điểm mà động cơ nằm trên đường chéo cầu. Hệ thống có 2 chế độ làm việc: chế độ tự động TĐ và chế độ hiệu chỉnh HC (hay chế độ nhấp máy).

1. Truyền động dịch điện cực bằng hệ F – Đ

Hệ truyền động tự động đẩy điện cực vào vùng hàn dùng trong các máy hàn tự động và bán tự động.

Hệ truyền động dùng hệ F – Đ (hình 3.27) dùng động cơ Đ1 quay cấp con lăn đẩy điện cực vào vùng hàn. Cấp nguồn cho Đ1 từ máy phát F kéo bởi động cơ Đ2.



Hình 3.27. Hệ truyền động đẩy điện cực hàn dùng hệ F – Đ

Máy phát một chiều F có 2 cuộn kích từ ở stato với các s.t.d sinh ra ngược chiều nhau. Khi làm việc bình thường (hàn tự động ổn định) thì s.t.d của cuộn KTF2 tỷ lệ với điện áp hồ quang hàn lớn hơn s.t.d của cuộn KTF1 để đẩy điện cực vào vùng hàn với tốc độ ổn định. Khi chưa mỗi hồ quang hàn, cuộn KTF2 sẽ có s.t.d lớn nhất. Lúc đó, động cơ Đ₁ sẽ quay nhanh đưa điện cực xuống để mỗi hồ quang. Điều chỉnh tốc độ dịch điện cực bằng biến trở RV.

Để bắt đầu hàn, bấm nút mở máy M để công tắc tơ KC tác động, cấp nguồn cho máy biến áp hàn BAH và đóng mạch cấp điện cho phần ứng động cơ Đ₁. Điện cực được đẩy vào vùng hàn để mỗi hồ quang. Khi ngắn mạch hồ quang (lúc mỗi) thì s.t.d. cuộn KTF2 bằng 0, s.t.d. kích từ tổng của máy phát F là s.t.d của KTF1 nên máy phát F phát điện đảo cực tính, động cơ Đ₁ đảo chiều kéo điện cực lên để hồ quang này sinh. Chiều dài cung lửa hồ quang tăng lên thì điện áp hồ quang tăng, s.t.d của KTF2 tăng, tốc độ động cơ Đ₁ giảm chậm rồi dừng lại. Sau đó, do điện cực cháy cắt dần, điện áp hồ quang tăng, động cơ đẩy điện cực xuống vùng hàn...

Để dừng hàn, bấm nút dừng D1 để dừng dịch cực rồi bấm nút dừng D2 để tắt hồ quang. Nếu thao tác ngược lại sẽ có thể động cơ theo quán tính đẩy điện cực nóng đỏ vào chi tiết, gây dính.

2. Truyền động dịch điện cực bằng hệ T – Đ

Tốc độ động cơ dịch cực Đ (hình 3.28) được điều chỉnh bằng cách thay đổi góc mở các thyristo ở cầu chỉnh lưu có điều khiển không đối xứng tạo bởi 2 thyristo VS1, VS2 và 2 diốt VD6, VD7.

3.5. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ MÁY HÀN TIẾP XÚC

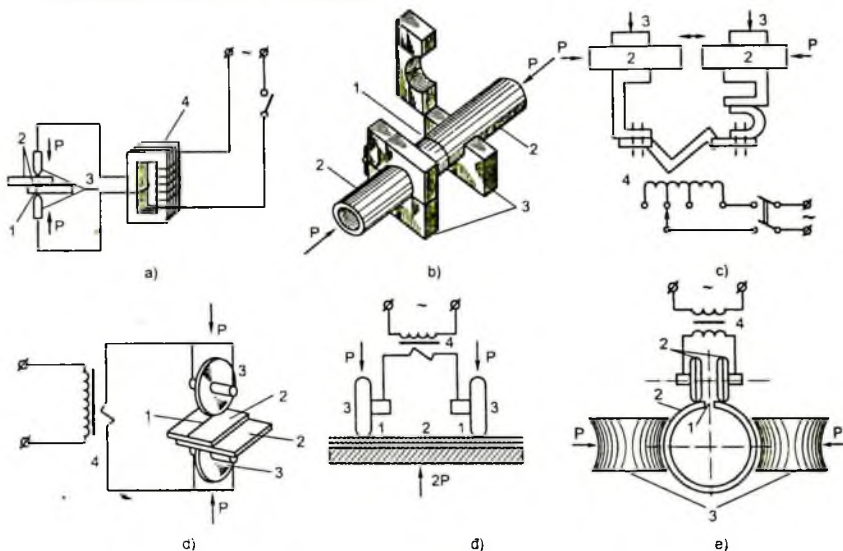
Hàn tiếp xúc là phương pháp lợi dụng nhiệt của dòng điện chảy qua chỗ tiếp xúc của 2 kim loại để làm chảy và dính 2 kim loại vào nhau.

Cường độ dòng điện hàn càng lớn thì thời gian hàn càng nhỏ. Áp lực ép 2 kim loại khi hàn thường cỡ $0,5 \div 1,5 \text{ kg/mm}^2$.

Có 3 loại hàn tiếp xúc điển hình là:

- Hàn điểm: để dính các tấm mỏng kim loại đen hoặc kim loại màu, dính các nhãn mác, sử dụng trong công nghệ chế tạo máy bay, đóng tàu, ô tô...
- Hàn nối: nối các ống, các thanh kim loại, ray...
- Hàn đường: hàn các thùng chứa...

Hình 3.29 là các kiểu hàn tiếp xúc.



Hình 3.29. Các kiểu hàn tiếp xúc

a) Hàn điểm; b, c) Hàn nối; d, đ, e) Hàn đường

1. Mối hàn; 2. Chi tiết hàn; 3. Điện cực; 4. BAH.

3.5.1. Hàn điểm

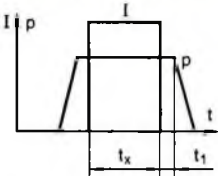
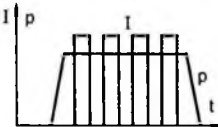
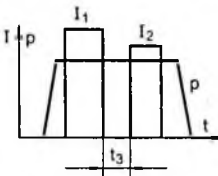
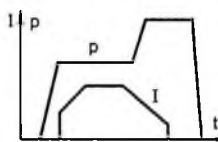
Hai chi tiết được ép chặt bởi 2 điện cực 3 với lực ép P (hình 3.29a). Khi biến áp BAH được đóng điện, cuộn thứ cấp sẽ cho dòng chảy qua 2 điện cực và các chi tiết. Nhiệt làm nóng chảy chi tiết tại điểm hàn 1 và chúng dính vào nhau. Các chi tiết dính vào nhau có thể bởi nhiều điểm hàn.

Chất lượng mối hàn phụ thuộc các yếu tố: làm sạch bề mặt chỗ hàn, mối hàn hợp lý, thao tác hàn chuẩn, chế độ hàn tối ưu.

Chế độ hàn xác định bởi: cường độ dòng hàn, thời gian hàn, lực ép, dạng và kích thước điện cực.

Các chu trình hàn phổ biến được cho trên bảng 3.1.

Bảng 3.1

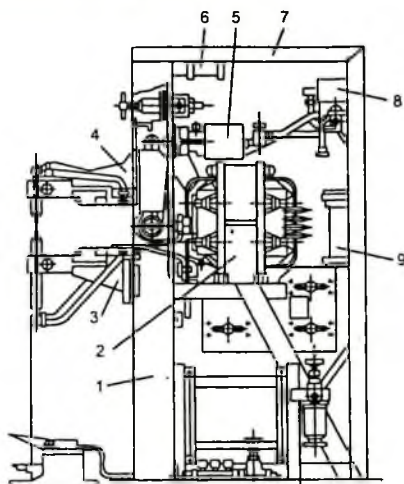
Đặc điểm năm	Sơ đồ chu kỳ	Kim loại
– Hàn một xung với áp lực không đổi		Thép không tôi dày 4 ÷ 5mm
– Hàn nhiều xung với áp lực không đổi		Thép cán nóng dày trên 5mm
– Hàn với áp lực không đổi và có gia nhiệt về sau		Thép tôi dày 4 ÷ 6mm
– Hàn với sự tăng dần và giảm dòng. Áp lực tăng dần		Hợp kim nhôm dày 1,5 ÷ 2mm

Chế độ định hướng của hàn điểm đối với thép ít cacbon quy định trên bảng 3.2.

Bảng 3.2

Độ dày phôi (mm)	Đường kính bề mặt tiếp xúc của điện cực (mm)	Thời gian hàn (s)	Áp lực tỷ lên điện cực (kg)	Cường độ dòng điện (kA)
0,5 + 0,5	5	0,2 – 0,3	30 – 40	4 – 5
1 + 1	5	0,2 – 0,35	80 – 120	6 – 7
1,5 + 1,5	6	0,25 – 0,35	120 – 160	7 – 8
2 + 2	7	0,25 – 0,35	160 – 200	8 – 9
2,5 + 2,5	8	0,4 – 0,6	200 – 250	11 – 12
3 + 3	10	0,6 – 1,0	500 – 600	12 – 16
4 + 4	12	0,8 – 1,1	600 – 800	14 – 18
5 + 5	12	0,9 – 1,2	800 – 900	17 – 22
6 + 6	14	1,1 – 1,5	900 – 1200	20 – 25

Hình 3.30 là kết cấu của một máy hàn điểm.



Hình 3.30. Kết cấu một máy hàn điểm

1. Vỏ máy; 2. BAH; 3. Giá đỡ điện cực dưới; 4. Giá đỡ điện cực trên; 5. Máy nén khí;
6. Bộ điều chỉnh chu kỳ hàn; 7. Khung tủ; 8. Van; 9. Áp tô mát.

3.5.2. Hàn nổi

Hai chi tiết được ép đối đầu nhau (hình 3.29b và c) rồi cho dòng điện chảy qua. Chỗ đầu ép sẽ nóng chảy và dính vào nhau.

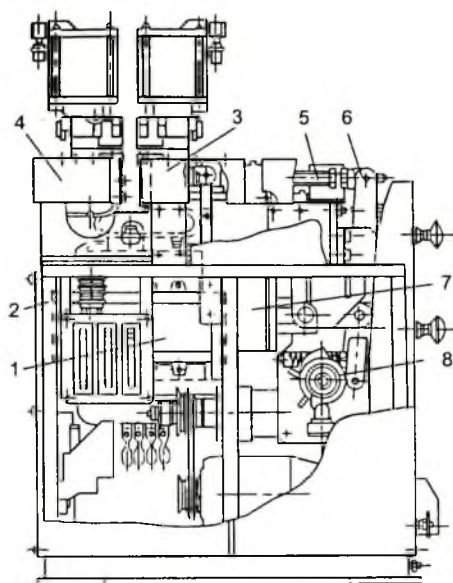
Thực hiện hàn nổi hợp lý là tăng cao mật độ dòng điện vì sẽ nâng cao chất lượng mối nối. Thường $j = (150 \div 250) \text{ A/mm}^2$.

Áp lực ép chi tiết sẽ làm giảm sự đốt nóng kim loại chỗ tiếp xúc, gây toè đầu và độ xốp ở gần mối nối. Áp suất định hướng như trên bảng 3.3.

Bảng 3.3

Kim loại hàn nổi		Áp suất (kg/mm ²)
Trái	Phải	
Thép ít cacbon	Thép ít cacbon	1 – 3
Thép không gỉ	Thép không gỉ	0,5 – 1,5
Nicrôm	Nicrôm	0,5 – 1,5
Đồng	Đồng	1,0 – 1,5
Nhôm	Nhôm	1,0 – 1,5
Đồng	Đồng thau	1,0 – 1,5
Đồng thau	Đồng thau	1,0 – 1,5
Thép ít cacbon	Đồng thau	1,0 – 1,5

Hình 3.31 là kết cấu một máy hàn nổi



Hình 3.31. Kết cấu một máy hàn nổi

1. BAH; 2. Thân máy; 3. Bàn trượt tạo lực 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.

3.5.3. Hàn đường

Hàn đường còn gọi là hàn con lăn vì điện cực là con lăn (hình 3.29d, đ và e).

Để tạo đường hàn, có thể hoặc di chuyển con lăn hoặc di chuyển chi tiết hàn.

Hình 3.29d là hàn con lăn hai phía. Hình 3.29đ là hàn con lăn một phía. Dạng khác của hàn đường là hàn con lăn – nổi (hình 3.29e) dùng cho hàn nổi dọc ống uốn từ tấm phẳng. Phương pháp này dùng sản xuất các ống thép đường kính ($14 \div 400$) mm, thành ống dày ($0,8 \div 12,5$) mm và tốc độ hàn là ($10 \div 15$) m/ph.

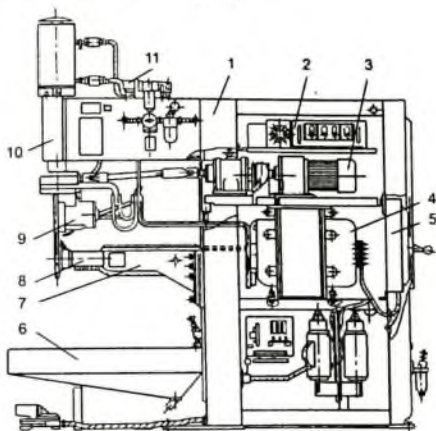
Khi hàn con lăn liên tục, ta có đường hàn liên tục. Khi nguồn cấp gián đoạn, đường hàn cũng gián đoạn (gọi là hàn bước).

Bảng 3.4 cho giá trị định hướng của hàn đường.

Bảng 3.4

Độ dày chi tiết (mm)	Độ rộng con lăn (mm)	Áp lực (kg)	Dòng điện (A)		
			Tốc độ hàn 1 m/ph	1,5 m/ph	2 m/ph
0,2 + 0,2	4	80	2500	3000	3500
0,5 + 0,5	5	100	3000	3500	4500
1,0 + 1,0	5	120	3500	5000	5500

Hình 3.32 là kết cấu một máy hàn đường.



Hình 3.32. Kết cấu một máy hàn đường

1. Vỏ máy; 2. Điều chỉnh chu kỳ hàn; 3. Động cơ; 4. BAH; 5. Áp tô mát; 6. Phễu chứa nước;
7. Giá đỡ điện cực dưới; 8. Cực dưới; 9. Điện cực; 10. Cơ cấu khí nén tạo lực ép điện cực;
11. Bộ điều khiển ép điện cực.

3.5.4. Hệ thống điều khiển máy hàn tiếp xúc

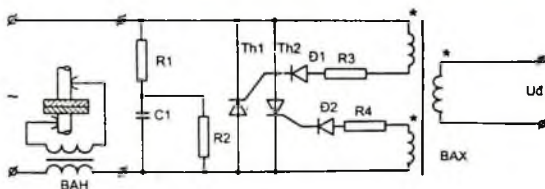
Chu kỳ hàn tiếp xúc rất ngắn (vài ba giây). Chất lượng mối hàn phụ thuộc vào việc chọn chế độ hàn. Các thiết bị điều khiển máy hàn cần đạt các yêu cầu:

- Đảm bảo mức tự động hoá chất cao nhất;
- Quán tính các phân chuyển động nhỏ;
- Độ nhạy cao, tác dụng nhanh;
- Độ tin cậy cao.

Hệ điều khiển đóng – cắt nguồn hàn, điều chỉnh dòng hàn, điều khiển thứ tự và thời gian các thao tác trong chu kỳ hàn, điều chỉnh thời gian cấp dòng điện hàn, điều chỉnh tốc độ quay cam khi hàn đường nhiều điểm, di chuyển bàn gá ống trong máy hàn nối, điều chỉnh lực ép các điện cực v.v...

Hình 3.33 là một ví dụ về công tắc tơ bán dẫn dùng thyristo sử dụng trên máy hàn điểm.

Xung điều khiển từ biến áp xung BAX với tần số 100 Hz được đưa vào các cực của thyristo Th1 và Th2 mắc song song ngược. Thyristo nào được phân áp thuận trong nửa chu kỳ của điện áp sẽ thông. Nửa chu kỳ kia, thyristo còn lại sẽ thông. Khi đó BAH sẽ được cấp điện để hàn. Mạch bảo vệ 2 thyristo là R1, R2, C1 để chống độ tăng trường điện áp quá lớn.



Hình 3.33. Công tắc tơ bán dẫn trên máy hàn

Mạch bảo vệ 2 thyristo là R1, R2, C1 để chống độ tăng trường điện áp quá lớn.

TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ CÁC MÁY THỦY – KHÍ

4.1. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ MÁY BƠM

4.1.1. Khái niệm chung và phân loại

4.1.1.1. Khái niệm chung

Máy bơm là máy thủy lực dùng để hút và đẩy chất lỏng từ nơi này đến nơi khác.

Chất lỏng dịch chuyển giữa hai nơi bằng một đường ống. Để dịch chuyển chất lỏng trong đường ống, bơm phải thực hiện:

- Tăng áp suất chất lỏng ở đầu đường ống để thắng trở lực trong đường ống và thắng hiệu áp suất ở 2 đầu đường ống (khi bơm đẩy chất lỏng);
- Giảm áp suất chất lỏng ở cuối đường ống để tạo chênh áp giữa đầu ống và cuối ống, đủ để thắng trở lực trong đường ống (khi bơm hút chất lỏng).

Bơm nhận năng lượng từ một động cơ kéo (động cơ điện, máy nổ...) và chuyển năng lượng đó cho chất lỏng, làm cho chất lỏng chuyển động. Chất lỏng do bơm chuyển đi có thể là: nước lạnh, nước nóng, xăng, dầu, bùn, cát, bê tông, axit và các hóa chất lỏng khác... Điều kiện làm việc của bơm cũng rất khác nhau: trong nhà, ngoài trời, độ ẩm, chống nổ, nhiệt độ cao... Công suất làm việc của bơm là từ vài chục, vài trăm W đến vài nghìn kW.

Bơm chất lỏng được sử dụng rất rộng rãi trong công nghiệp, nông nghiệp và trong đời sống hàng ngày của con người.

4.1.1.2. Phân loại bơm

Có nhiều cách phân loại.

1. Theo nguyên lý làm việc hay theo cách cấp năng lượng cho chất lỏng

Theo cách này, bơm chia thành 2 loại:

a) **Bơm thể tích:** Ở bơm này, thể tích không gian làm việc của bơm thay đổi, có thể nhờ chuyển động qua lại (tịnh tiến) của pittông (như trong bơm pittông) hoặc nhờ chuyển động quay của rôto (như trong bơm rôto). Kết quả là chất lỏng được bơm làm tăng thể năng, áp suất nghĩa là áp năng chất lỏng tăng lên và dịch chuyển.

b) **Bơm động học:** Ở bơm này, chất lỏng được cung cấp động năng từ bơm và áp suất tăng lên. Chất lỏng qua bơm sẽ thu được động năng nhờ các cánh quạt (như trong bơm ly tâm, bơm hướng trục), hoặc nhờ ma sát của tác nhân làm việc (như trong bơm xoáy ốc, bơm tia, bơm chấn động, bơm vít xoắn, bơm sức khí), hoặc nhờ tác dụng của trường điện từ (như trong bơm điện từ) hay các trường lực khác. Cuối cùng động năng cũng chuyển thành áp năng.

2. Theo cấu tạo hay theo cách vận hành

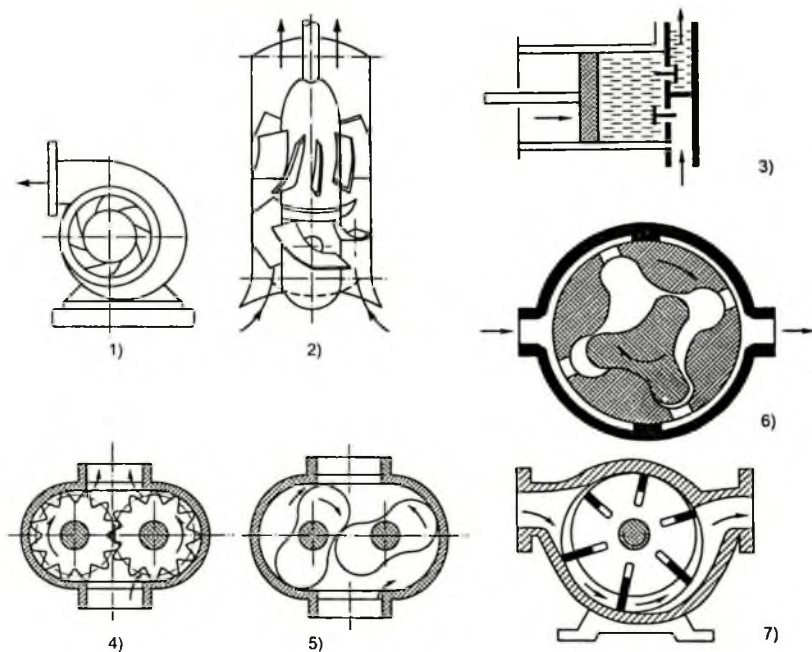
Cách này chia bơm thành 3 loại:

a) **Bơm cánh quạt:** Với loại này, bơm ly tâm chiếm đa số và thường gặp nhất (bơm nước).

b) **Bơm pittông:** bơm nước, bơm dầu.

c) **Bơm rôto:** như bơm bánh răng, bơm cánh trượt (lá gạt) dùng trong ô tô, máy công cụ, nhà máy hóa chất (bơm dầu, hóa chất lỏng...).

Ngoài ra, còn có các loại bơm đặc biệt như bơm màng cách (bơm xăng trong ô tô), bơm phun tia (để tạo chân không) v.v...



Hình 4.1. Nguyên lý cấu tạo một số loại bơm

1. Bơm ly tâm; 2. Bơm hướng trục; 3. Bơm pittông; 4. Bơm bánh răng; 5. Bơm rôto số 8; 6. Bơm rôto lăn (gêrôto); 7. Bơm cánh gạt.

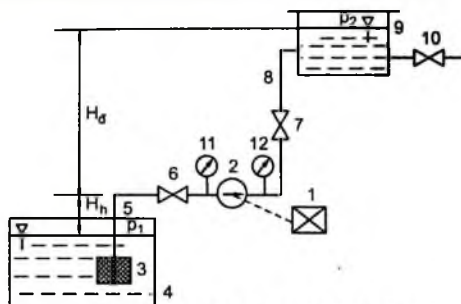
4.1.1.3. Hệ thống bơm

Các phần tử cơ bản của một hệ thống bơm như trên hình 4.2.

Bơm 2 khi được động cơ 1 kéo sẽ hút chất lỏng từ bể chứa dưới qua ống hút 5 và đẩy chất lỏng qua ống đẩy 8 vào bể chứa trên 9;

Các thông số cơ bản của bơm là:

1. Cột áp H (hay áp suất bơm) là độ tăng năng lượng riêng cho một đơn vị trọng lượng của chất lỏng chảy qua bơm từ miệng hút đến miệng đẩy của bơm (tính theo độ cao mặt thoáng ở bể chứa dưới và bể chứa trên – xem hình 4.2).



Hình 4.2. Sơ đồ một hệ thống bơm

1. Động cơ kéo bơm; 2. Bơm; 3. Lưới chắn rác ở đầu ống hút; 4. Bể chứa dưới (bể hút); 5. Ống hút; 6. Van ống hút; 7. Van ống đẩy; 8. Ống đẩy; 9. Bể chứa trên; 10. Van phân phối; 11. Chân không kế do bơm tạo ra; 12. Áp kế.

$$p = \gamma H = \rho g H \quad (4.1)$$

Trong đó: γ – trọng lượng riêng của chất lỏng được bơm, $[N/m^3]$;

ρ – khối lượng riêng của chất lỏng được bơm, $[kg/m^3]$;

g – gia tốc trọng trường, $[m/s^2]$.

Thực chất, cột áp H của bơm hay áp suất bơm $[N/m^2]$ là để khắc phục 4 đại lượng:

– Chênh lệch độ cao giữa 2 mặt thoáng ở 2 bể chứa (xem hình 2.2)

$$H_h + H_d$$

– Độ lệch áp suất giữa 2 mặt thoáng (giữa đầu ra và đầu vào của bơm)

$$\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} \quad (m)$$

– Trở lực thủy lực (hay tổn thất năng lượng đơn vị) trong ống hút ($\sum h_h$) và ống đẩy ($\sum h_d$) tạo bởi ma sát chất lỏng khi chảy trong ống và do hình dạng ống và cách bố trí ống.

– Độ chênh áp suất động học (động năng) của chất lỏng giữa 2 mặt thoáng $\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \quad (m)$

$$\text{Vậy:} \quad H = (H_h + H_d) + \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + (\sum h_h + \sum h_d) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \quad (4.2)$$

2. Lưu lượng (năng suất) bơm: là thể tích chất lỏng do bơm cung cấp được trong một đơn vị thời gian $[Q] = \frac{m^3}{s}, \frac{l}{s}, \frac{m^3}{h} \dots$

3. Công suất bơm

Cần phân biệt 3 loại công suất trong 1 tổ máy bơm.

– Công suất làm việc (hay công suất hữu ích): là công để đưa một lượng Q chất lỏng lên độ cao tương ứng cột áp H trong một đơn vị thời gian. Đó chính là công đảm bảo lưu lượng Q lên độ cao.

$$P_{hi} = \gamma Q H \cdot 10^{-3} \text{ [kW]} \quad (4.3)$$

Trong đó: γ – trọng lượng riêng của chất lỏng, $[\text{N/m}^3]$;

Q – lưu lượng bơm, $[\text{m}^3/\text{s}]$;

H – độ cao bơm đẩy nước lên, $[\text{m}]$.

– Công suất ghi trên nhãn bơm: là công suất tại trục bơm. Công suất này thường lớn hơn P_m vì có tổn hao ma sát.

– Công suất động cơ kéo bơm: Công suất này thường lớn hơn công suất ghi trên nhãn bơm để bù vào tổn hao giữa động cơ và bơm, ngoài ra còn dự phòng quá tải bất thường.

$$P_{dc} = k \frac{\gamma Q H}{\eta_b \cdot \eta_{ld}} \cdot 10^{-3} \text{ (kW)} \quad (4.4)$$

Trong đó: η_b – hiệu suất bơm;

η_{ld} – hiệu suất bộ truyền động.

Đối với bơm công suất dưới 2kW, lấy $k = 1,50$;

$2 \div 5\text{kW}$, lấy $k = 1,50 \div 1,25$;

$5 \div 50\text{kW}$, lấy $k = 1,25 \div 1,15$;

$50 \div 100\text{kW}$, lấy $k = 1,15 \div 1,0$;

Trên 100kW, lấy $k = 1,05$.

Hệ số dự phòng k có thể chọn theo lưu lượng Q

$Q < 100\text{m}^3/\text{h}$ thì $k = 1,20 \div 1,30$

$Q > 100\text{m}^3/\text{h}$ thì $k = 1,10 \div 1,15$.

Hiệu suất bộ truyền động η_{ld} là:

– Truyền động đai thì $\eta_{ld} \sim 0,80$

– Động cơ nối cứng trục với bơm thì $\eta_{ld} = 1,00$

Hiệu suất bơm η_b gồm 3 thành phần:

$$\eta_b = \eta_Q \eta_H \eta_m \quad (4.5)$$

Trong đó: η_Q – hiệu suất lưu lượng (hiệu suất thể tích) do tổn hao lưu lượng và rò rỉ.

η_H – hiệu suất thủy lực (hiệu suất cột áp) do tổn hao cột áp vì ma sát trong bơm.

η_m – hiệu suất cơ khí do tổn hao cơ khí (ổ bi, gối trục...) và do ma sát giữa bề mặt ngoài của guồng động (hay bánh xe công tác) với chất lỏng (ở bơm ly tâm).

4.1.2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc các loại bơm

4.1.2.1. Bơm ly tâm

Bơm ly tâm là loại bơm động học, có cánh quạt.

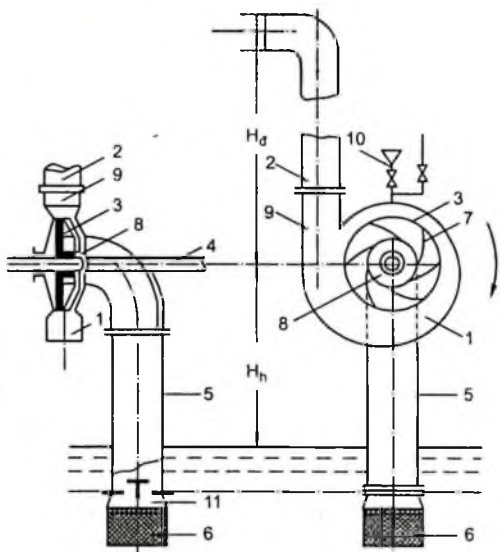
Bơm ly tâm được sử dụng rất rộng rãi và được kéo bằng động cơ điện (động cơ điện xoay chiều không đồng bộ một pha và ba pha, động cơ điện xoay chiều đồng bộ ba

pha). Bơm ly tâm có thể bơm được nhiều loại chất lỏng khác nhau (nước lạnh, nước nóng, axit, kiềm, bùn, cát...) với dải lưu lượng rộng (từ vài l/ph đến vài m³/s. Bơm ly tâm có cấu tạo đơn giản, gọn, chắc chắn và rẻ hơn nhiều loại bơm khác. Nó có cột áp kém hơn bơm pittông nhưng đủ đáp ứng trong nhiều lĩnh vực sản xuất (từ dưới 1mH₂O đến khoảng 1000 mH₂O, tương ứng áp suất 100at).

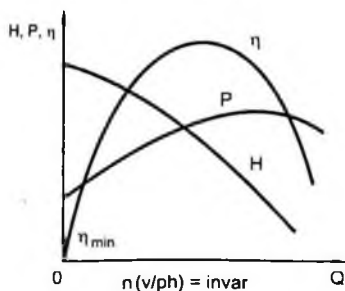
Bơm ly tâm (hình 4.3) gồm vỏ bơm 1 có biên dạng tròn ốc, trục bơm 4, guồng động hay bánh xe công tác 3 gắn trên trục 4. Bánh xe công tác có gắn các cánh cong 7, miệng hút 8 và miệng đẩy 9.

Trước khi chạy bơm, phải mở chất lỏng qua ống 10 để buồng tròn ốc và ống hút 5 chứa đầy nước. Lúc này xu páp 11 phía trên lưới chặn rác 6 đóng lại do áp suất cột nước trong ống hút 5.

Khi động cơ kéo bơm quay, guồng động 3 có các cánh cong gây ra lực ly tâm làm chất lỏng trong các rãnh bị nén và đẩy ra phía đuôi các cánh cong vào buồng tròn ốc. Do diện tích mặt cắt buồng tròn ốc tăng dần nên lưu tốc chất lỏng giảm dần và một phần động năng của chất lỏng biến thành áp năng, dồn chất lỏng qua miệng đẩy 9 vào ống đẩy 2.



Hình 4.3. Nguyên lý cấu tạo của bơm ly tâm



Hình 4.4. Các đặc tính bơm ly tâm

Nhược điểm của bơm ly tâm là không có khả năng hút nước lúc ban đầu nên phải mồi nước.

Lý thuyết và thực nghiệm cho thấy: khi tốc độ quay n của bơm giữ nguyên thì cột áp H , công suất P và hiệu suất η là hàm số của lưu lượng Q . Quan hệ $H = H(Q)$, $P = P(Q)$ và $\eta = \eta(Q)$ gọi là các đặc tính riêng của bơm. Đường cong $H = H(Q)$ hay ngược lại $Q = Q(H)$ cho biết khả năng làm việc của bơm nên còn gọi là đặc tính làm việc của bơm. Hình 4.4 biểu thị các dạng đường đặc tính bơm ly tâm.

Qua đặc tính $P(Q)$ ta thấy: công suất P cực tiểu khi lưu lượng $Q = 0$. Lúc này, động cơ truyền động

bơm mở máy dễ dàng. Do vậy, động tác hợp lý khi mở máy là khóa van 7 trên ống đẩy (hình 4.2) để $Q = 0$. Sau một hay hai phút thì mở van ngay để tránh bơm và chất lỏng bị

quá nóng do công động cơ chuyển hoàn toàn thành nhiệt năng. Hơn nữa, lúc mở máy, dòng điện động cơ lớn có thể gây nguy hiểm cho động cơ.

Lý thuyết và thực nghiệm cho biết: đối với bơm ly tâm thì lưu lượng Q , chiều cao cột áp H và công suất P phụ thuộc vào tốc độ bơm:

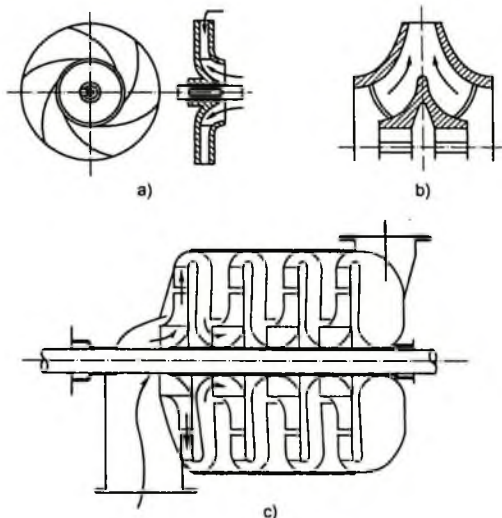
$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad \frac{H_1}{H_2} = \frac{n_1^2}{n_2^2}, \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1^3}{n_2^3} \quad (4.6)$$

Như vậy, khi tăng tốc độ bơm n_1 lên n_2 thì lưu lượng tăng tỷ lệ thuận với tốc độ, cột áp tăng tỷ lệ với bình phương tốc độ và công suất tăng tỷ lệ với lập phương tốc độ. Sự tăng mạnh công suất động cơ (khi tăng tốc độ bơm) sẽ làm cho động cơ nóng quá giới hạn cho phép.

4.1.2.2. Các kiểu bơm ly tâm

Tùy theo yêu cầu về cột áp H và lưu lượng Q (là 2 tham số rất quan trọng của bơm) mà người ta chế tạo ra các kiểu bơm ly tâm khác nhau:

- Bơm ly tâm hút một phía: cánh bơm nằm ở một phía của đĩa bánh xe công tác (hình 4.5a).
- Bơm ly tâm hút hai phía: cánh bơm có ở cả 2 phía của đĩa bánh xe công tác và bơm cung cấp được lưu lượng lớn hơn nhưng mômen kéo phải lớn hơn (hình 4.5b).
- Bơm ly tâm nhiều cấp: để tạo ra cột áp cao (hình 4.5c).
- Bơm trục đứng, bơm trục ngang.
- Bơm chìm trong giếng sâu, đẩy chất lỏng từ giếng lên.



Hình 4.5. Một số kiểu bơm ly tâm

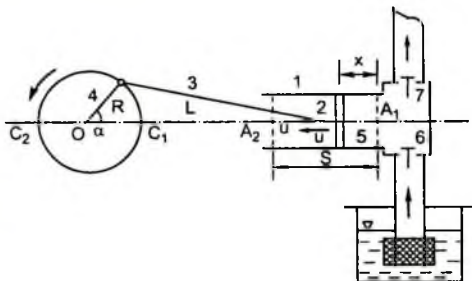
a) Bơm ly tâm hút một phía; b) Bơm ly tâm hút hai phía; c) Bơm ly tâm 4 cấp.

4.1.2.3. Bơm pittông

Bơm pittông là loại bơm thể tích.

Bơm pittông có nguyên lý làm việc rất đơn giản (hình 4.6).

Khi động cơ truyền động quay quanh trục O thì chuyển động quay qua hệ thống trục khuỷu – tay biên (4 và 3) sẽ biến thành chuyển động tịnh tiến qua lại của pittông 2 trong xy lanh 1 với hành trình $S = 2R$ (R là bán kính trục khuỷu). Hai vị trí giới hạn của hành trình 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 của chất lỏng trong xy lanh



Hình 4.6. Sơ đồ bơm pittông

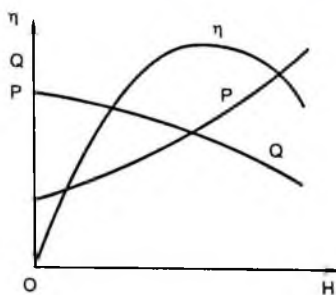
giảm nhỏ hơn áp suất trên mặt thoáng bể hút. Lúc này, van đẩy 7 (van xả) đóng lại, van hút 6 mở ra và chất lỏng qua ống hút vào xy lanh. Đó là giai đoạn hút. Khi pittông dịch sang phải thì thể tích buồng làm việc 1 giảm đi, áp suất chất lỏng trong xy lanh tăng cao. Lúc này van hút 6 bị đóng lại, van đẩy 7 bị mở ra và chất lỏng trong xy lanh bị dồn vào ống đẩy cấp chất lỏng. Đó là giai đoạn đẩy. Hai giai đoạn hút và đẩy tạo thành một chu kỳ làm việc của bơm. Các chu kỳ liên tục nối tiếp nhau khi động cơ kéo bơm chạy.

Qua cách làm việc của bơm, ta thấy:

- Chất lỏng trong ống hút luôn ngăn cách với chất lỏng trong ống đẩy.
- Chuyển động của chất lỏng qua bơm không đều, lượng chất lỏng từ ống hút bị hút vào bơm và sau đó bị dồn vào ống đẩy là từng đợt một theo chu kỳ bơm. Lưu lượng bơm là không đều dẫn đến mômen tải của động cơ truyền động luôn bị biến động. Để khắc phục hiện tượng này, người ta có thể dùng hoặc bình khí điều hoà (bơm nước) hoặc dùng bơm tác dụng kép hoặc dùng bơm nhiều xy lanh. Lúc đó, mômen động cơ kéo bơm sẽ đều hơn.

– Áp suất (cột áp) của bơm có thể rất cao, lớn hơn nhiều so với bơm ly tâm (tùy theo độ bền của bơm và công suất động cơ kéo bơm).

Với cùng lưu lượng thì bơm pittông công kỉnh và khó chế tạo (vì đòi hỏi phải kín, khít) hơn so với bơm ly tâm. Do vậy, ở dải 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 bơm pittông chiếm ưu thế tuyệt đối (như trong các truyền động thủy lực bằng dầu, trong các vòi phun nhiên liệu ở động cơ diesel, trong các hệ thống điều khiển thủy lực trên máy bay...).



Hình 4.7. Các đặc tính bơm pittông

Các đặc tính của bơm pittông có dạng như hình 4.7. Từ đây, ta thấy rằng, với cùng một cột áp H, lưu lượng bơm khác nhau thì công suất bơm khác nhau, do đó công suất động cơ truyền động cũng khác nhau.

4.1.2.4. Bơm rôto

Bơm rôto là loại bơm thể tích.

Bơm rôto có rất nhiều loại và mỗi loại lại có nhiều kiểu khác nhau. Ví dụ: bơm bánh răng, bơm rôto số 8, bơm cánh gạt, bơm rôto lăn (hình 4.1).

Trong các bơm rôto, bộ phận chuyển năng lượng từ động cơ tới chất lỏng là các bánh xe hoặc các ổ quay có gắn cánh gạt chất lỏng hoặc không có cánh gạt. Do rôto quay đều nên dòng chảy qua bơm tương đối đều hơn so với bơm pittông.

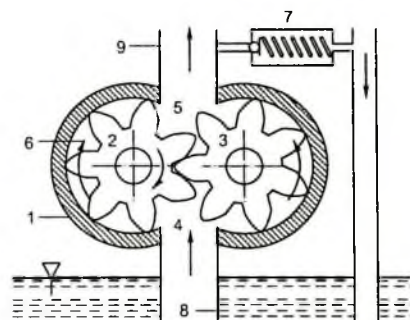
Trong bơm rôto, chất lỏng được tăng áp năng (phần động năng không đáng kể). Áp suất của bơm rôto cao hơn bơm ly tâm nhưng thấp hơn bơm pittông (thường khoảng $30 \div 150$ at).

Ưu điểm của bơm rôto là: đơn giản, khỏe, bền, số vòng quay lớn, gọn.

Khuyết điểm của bơm rôto là: không bơm được các chất lỏng lẫn hạt cứng (như bùn, cát ...), lưu lượng nhỏ.

Do ưu, khuyết điểm trên, bơm rôto thường được dùng trong các hệ thống bơm dầu, truyền động thủy lực....

4.1.2.5. Bơm bánh răng



Hình 4.8. Nguyên lý cấu tạo bơm rôto bánh răng

Bơm bánh răng (hình 4.8) có vỏ bơm 1 bao kín hai bánh răng chủ động 2 và bị động 3 ăn khớp ngoài. Hai bánh răng có thể ăn khớp trong nhưng ít được sử dụng hơn. Khoảng trống 4 giữa vỏ bơm với miệng ống hút 8 và hai bánh răng gọi là hòng hút. Khoảng trống 5 giữa vỏ bơm với miệng ống đẩy 9 và hai bánh răng gọi là hòng đẩy. Khi động cơ điện kéo bánh răng chủ động quay thì bánh răng bị động quay theo. Chất lỏng trong không gian 6 giữa các răng của hai bánh xe được chuyển từ hòng hút qua hòng đẩy vòng sát theo vỏ bơm (chiều mũi tên). Do thể tích trong hòng đẩy giảm đi khi các

răng của hai bánh xe ăn khớp với nhau nên chất lỏng ở đây bị ép và bị đẩy vào ống đẩy. Đồng thời, tại hòng hút, thể tích chứa chất lỏng tăng lên do các răng rời khớp làm áp suất giảm thấp hơn áp suất tại mặt thoáng bình hút nên chất lỏng bị hút qua ống hút vào bơm.

Trường hợp đường ống cấp ra bị tắc hay áp suất cao quá mức quy định thì su páp an toàn 7 sẽ mở để đưa chất lỏng thoát về bình hút hay hòng hút.

Bơm bánh răng có thể tạo áp suất chất lỏng tới 200at với lưu lượng tới 500l/ph. Lưu lượng có thể bị giảm do áp suất ống đẩy tăng hoặc do khe hở ở bơm (khe hở giữa rãnh răng của bánh răng này và đỉnh răng của bánh răng kia, khe hở giữa hai cặp răng ăn

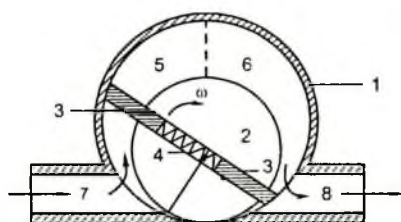
khớp, kê hở giữa đỉnh răng của hai bánh răng và vỏ bơm, kê hở giữa mặt bên bánh răng và vỏ bơm).

4.1.2.6. Bơm rôto cánh gạt

Bơm rôto cánh gạt (hình 4.9) gồm vỏ bơm 1 có rôto 2 lệch tâm với vỏ. Rôto hình trụ và có các rãnh (ở hình 4.9 là 2 rãnh). Các lá trượt 3 nằm sát trong rãnh và bị các lò xo 4 đẩy ra, tỳ sát vào thành trong của vỏ 1, tạo ra 2 khoang riêng biệt 5 và 6.

Vì rôto lệch tâm đối với vỏ bơm nên khi rôto được kéo quay, các cánh trượt 3 bị lò xo 4 đẩy nên dịch chuyển vào – ra trong rãnh và tỳ sát vào vỏ bơm 1. Theo chiều quay ở hình 4.9, khoang 5 tăng thể tích, áp suất giảm và hút chất lỏng vào qua ống hút 7, khoang 6 giảm dần thể tích, áp suất tăng dần và đẩy chất lỏng vào ống đẩy 8.

Lưu lượng của bơm không đều lắm. Có thể làm lưu lượng đều hơn bằng cách tăng số cánh trượt để gạt chất lỏng liên tục hơn (xem hình 4.1 (7)). Áp suất của bơm cánh gạt (khoảng 75at) thấp hơn bơm bánh răng.



Hình 4.9. Nguyên lý cấu tạo bơm rôto cánh gạt

4.1.3. Điều chỉnh lưu lượng và áp suất trong hệ thống bơm

Trong một hệ thống bơm truyền động điện cũng như truyền động dạng khác, việc điều chỉnh hai thông số quan trọng là lưu lượng Q và áp suất (chiều cao cột áp) H rất cần thiết. Hai thông số này ảnh hưởng lớn tới hệ thống bơm (cả bơm và động cơ điện sơ cấp kéo bơm).

Để xác định 2 thông số Q và H của hệ thống bơm khi làm việc cần phải biết yêu cầu thông số Q và H của hộ tiêu thụ. Thông số Q và H của hộ tiêu thụ thường biến động.

Cột áp H trong hệ thống bơm gồm 2 phần: chiều cao cột áp tĩnh H_s và chiều cao cột áp động H_d

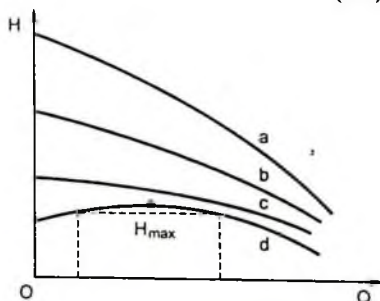
$$H = H_s + H_d \quad (4.7)$$

Cột áp tĩnh H_s là hiệu số của 2 mức chất lỏng tại bể trên và bể dưới. Cột áp động H_d phụ thuộc vào đường ống của hệ thống bơm, tỷ lệ với tốc độ dịch chuyển chất lỏng (cũng là tỷ lệ với bình phương lưu lượng Q).

Xem xét các đặc tính làm việc của bơm ly tâm như trên hình 4. 4, ta cần lưu ý một số điểm:

1) Đặc tính làm việc $H = f(Q)$ đối với bơm ly tâm có 4 dạng như trên hình 4.10.

a) Dạng dốc đứng (Q thay đổi ít thì H thay đổi nhiều).



Hình 4.10. Các dạng đặc tính làm việc của bơm ly tâm

b) Dạng dốc vừa.

c) Dạng dốc thoải (Q thay đổi nhiều thì H thay đổi ít).

d) Dạng lồi. Đặc tính làm việc có điểm $H_{\max}$ ứng với lưu lượng $Q \neq 0$. Chế độ làm việc của bơm không ổn định quanh điểm $H_{\max}$ vì với một trị số của H có 2 trị số của lưu lượng Q nhỏ và lớn. Loại bơm này hầu như không được chế tạo nữa.

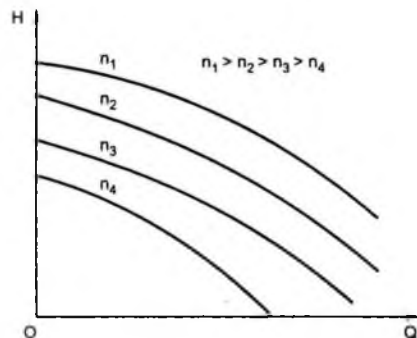
2) Đặc tính hiệu suất $\eta = f(Q)$ có điểm cực đại $\eta_{\max}$. Chế độ làm việc của bơm tại điểm $\eta_{\max}$ có lợi nhất về mặt kinh tế. Do vậy, chọn bơm ly tâm theo tải cần để điểm làm việc (Q) ứng với $\eta_{\max}$ hoặc xê dịch trong phạm vi $\pm 7\% \eta_{\max}$.

3) Đường công suất $P = f(Q)$ cực tiểu khi lưu lượng $Q = 0$ nên ta đã đề cập là khi mở máy động cơ kéo bơm nên khóa van 7 trên ống đẩy 8 (hình 4.2) trong khoảng 1 đến 2 phút. Điều này càng quan trọng đối với hệ thống bơm có lưu lượng lớn.

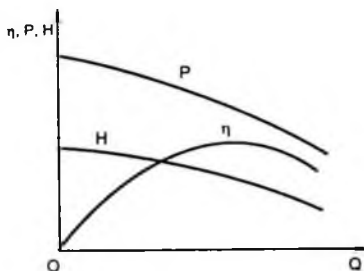
Song, nếu là bơm hướng trục thì hoàn toàn ngược lại. Khi mở máy bơm phải mở hết van ống đẩy vì theo đặc tính làm việc của bơm hướng trục (hình 4.11), công suất tiêu thụ sẽ lớn nhất khi lưu lượng $Q = 0$.

Điều chỉnh chế độ làm việc của bơm.

Đặc tính làm việc $H = f(Q)$ còn phụ thuộc tốc độ bơm (cũng là tốc độ động cơ điện kéo bơm) như trên hình 4.12.



Hình 4.12. Đặc tính $H = f(Q)$ phụ thuộc tốc độ n của bơm

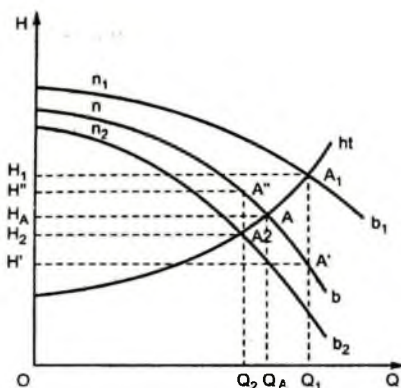


Hình 4.11. Các đặc tính làm việc của bơm hướng trục

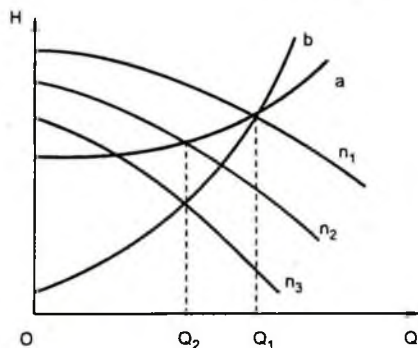
Xét một bơm ly tâm có đặc tính làm việc b ứng với tốc độ bơm n (vg/phút) và cấp chất lỏng cho một hệ thống đường ống có đặc tính h_t (hình 4.13). Giao điểm A của hai đường là điểm làm việc của bơm mà tại đó lưu lượng là Q_A , cột áp là H_A .

Nếu hệ thống cần bơm cấp một lưu lượng $Q_1 > Q_A$ thì đặc tính b sẽ chỉ cho cột áp là H' ứng với điểm làm việc mới A' trong khi đặc tính hệ thống đường ống h_t cần cột áp H_1 (điểm A₁). Trường hợp này phải tăng tốc độ của bơm từ n lên n_1 ứng với đặc tính b₁ đi qua điểm A₁.

Ngược lại, nếu hệ thống cần bơm cấp một lưu lượng $Q_2 < Q_A$ thì đặc tính b chỉ cho cột áp H'' ứng với điểm làm việc mới A'' trong khi đặc tính hệ thống đường ống h_t cần cột áp H_2 (điểm A₂). Trường hợp này phải giảm tốc độ của bơm từ n xuống n_2 ứng với đặc tính b₂ đi qua điểm A₂.



Hình 4.13. Đặc tính bơm khi điều chỉnh Q



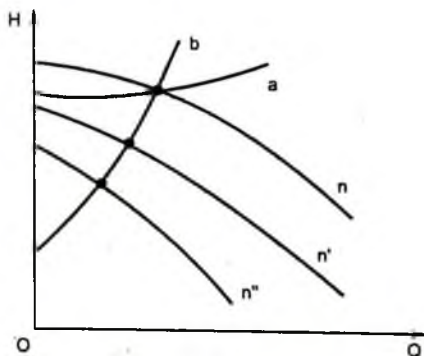
Hình 4.14. Đặc tính điều chỉnh bơm bằng thay đổi tốc độ khi đặc tính hệ thống có H_s lớn (a) và có H_d lớn (b)

Cũng từ họ đặc tính bơm, ta thấy:

– Khi đặc tính của hệ thống cấp nước có cột áp tĩnh H_s lớn (đường a trên hình 4.15) mà tốc độ bơm giảm $n \rightarrow n'$ thì 2 đặc tính không có điểm chung, làm việc của hệ thống bị phá hủy. Trường hợp này có thể xảy ra khi điều chỉnh n sai hoặc khi truyền động bằng động cơ không đồng bộ mà điện áp lưới giảm quá mức cho phép. Hệ thống sẽ không được cấp chất lỏng nữa. Đối với động cơ truyền động là đồng bộ (thường dùng kéo bơm ly tâm công suất lớn) thì do tốc độ giữ được khi giảm điện

Vậy có thể rút ra kết luận: có thể điều chỉnh lưu lượng bơm bằng cách thay đổi tốc độ bơm nhờ thay đổi tốc độ động cơ truyền động.

Cách điều chỉnh lưu lượng Q ($Q_1 - Q_2$) nhờ thay đổi tốc độ bơm chỉ phù hợp với đặc tính của hệ thống có cột áp tĩnh H_s lớn (đường a trên hình 4.14) vì tốc độ thay đổi không đáng kể ($n_1 \leftrightarrow n_2$). Còn đối với đặc tính của hệ thống có cột áp động H_d lớn (đường b) thì tốc độ thay đổi đáng kể ($n_1 \leftrightarrow n_2$), do vậy không phù hợp vì tổn hao trong động cơ tỷ lệ với tốc độ, công suất tỷ lệ với lập phương tốc độ (biểu thức 4.6).



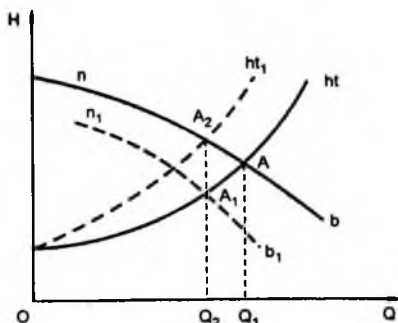
Hình 4.15. Đặc tính làm việc của bơm khi động cơ kéo bơm bị tụt điện áp

áp nên chất lỏng vẫn được cấp vào hệ thống, ngoại trừ quá tải làm mất đồng bộ dẫn đến dừng động cơ.

– Khi đặc tính phụ tải có cột áp động H_d lớn (đường b trên hình 4.15) thì sự giảm tốc độ bơm do điều chỉnh hay do sụt áp lưới sẽ không phá hủy sự làm việc của hệ thống nhưng lưu lượng bị giảm mạnh.

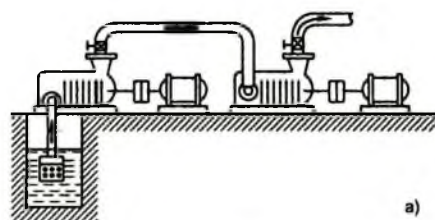
Việc điều chỉnh lưu lượng Q của hệ thống còn có thể thực hiện nhờ đóng (khi giảm Q) hoặc mở thêm (khi tăng Q) các van của hệ thống nhằm thay đổi cột áp động H_d .

Như trên hình 4.16, giả sử bơm làm việc tại điểm A trên đặc tính b ứng với tốc độ bơm n và đặc tính hệ thống ht . Bơm cấp lưu lượng Q_1 . Khi cần điều chỉnh lưu lượng thành $Q_2 < Q_1$ thì theo phương pháp thay đổi tốc độ bơm, ta tạo đặc tính bơm b_1 ứng với tốc độ $n_1 < n$ và điểm làm việc là A_1 . Cũng có thể đóng bớt van cấp làm hệ thống tăng cột áp động, đặc tính là ht_1 . Khi đó điểm làm việc dịch chuyển từ A tới A_2 trên cùng đặc tính b ứng với tốc độ n .

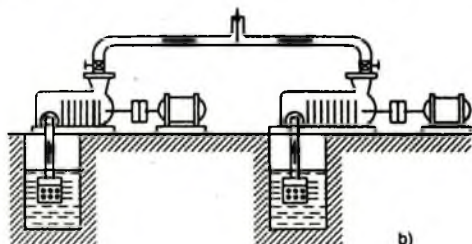


Hình 4.16. Hai cách điều chỉnh lưu lượng bơm

Tóm lại: Có 2 phương pháp điều chỉnh lưu lượng bơm:



a)



b)

Hình 4.17. Các phương pháp ghép bơm
a) Nối tiếp; b) Song song.

1. Thay đổi tốc độ bơm tương ứng (điểm làm việc thay đổi trên 2 đặc tính $H = f(Q)$ khác nhau).

2. Thay đổi độ mở của các van trong hệ thống (điểm làm việc thay đổi trên cùng 1 đặc tính $H = f(Q)$).

Phương pháp 2 gây nhiều tổn hao công suất hơn.

Trong thực tế, một hệ thống bơm có thể kết hợp nhiều bơm như hình 4.17:

– Ghép nối tiếp bơm: nhằm tăng cột áp H là chính.

– Ghép song song bơm: nhằm tăng lưu lượng Q là chính.

4.1.4. Một số sơ đồ khống chế bơm điển hình

4.1.4.1. Yêu cầu về trang bị điện cho máy bơm

Bơm là loại máy thủy – khí, có rất nhiều kiểu, loại, đa dạng về hình thức và dải công suất cũng rất rộng. Truyền động điện cho bơm là chính. Tùy theo tốc độ của bơm mà động cơ nối với bơm có thể trực tiếp (đồng trục) hoặc gián tiếp qua hộp tốc, đai truyền,... Do vậy, khi chọn công suất bơm nên lưu ý tới hiệu suất khâu truyền lực.

Bơm ít đòi hỏi thay đổi tốc độ nên phổ biến là dùng động cơ không đồng bộ 3 pha rôto ngắn mạch kéo bơm, mở máy trực tiếp (nếu công suất bơm nhỏ) hoặc mở máy gián tiếp qua điện trở, cuộn kháng ở mạch stato (nếu công suất bơm lớn).

Với bơm có công suất trung bình và lớn, cũng thường dùng động cơ không đồng bộ 3 pha rôto dây quấn, mở máy bằng điện trở hạn chế ở mạch rôto nhằm giảm dòng mở máy hoặc kết hợp thêm với các phần tử hạn chế ở mạch stato.

Trường hợp công suất bơm lớn và rất lớn, dùng động cơ đồng bộ để cải thiện $\cos \varphi$.

Với bơm chuyên dùng, có thể dùng động cơ một chiều, nhất là khi có yêu cầu thay đổi tốc độ bơm để điều chỉnh lưu lượng hoặc cột áp.

Chọn động cơ kéo bơm pittông phải theo loại bơm cụ thể và lưu ý sự biến thiên của lưu lượng và cột áp của bơm, do đó mômen động cơ cần đáp ứng.

Với bơm ly tâm không tự động mỗi nước được, mạch điều khiển cần phải đảm bảo mỗi trước khi mở máy (qua bơm mỗi) và tuân thủ các thao tác chạy bơm.

Trang bị điện cho bơm cũng phải chịu được điều kiện môi trường nơi đặt bơm như ẩm ướt (nước, chất lỏng khác) hoặc độc hại (axit, kiềm...), hoặc dễ cháy, nổ (dầu, xăng, axit, mỏ than...) hoặc bẩn, bụi (bùn, cát).

Chọn công suất bơm thường ở chế độ làm việc dài hạn (xem mục 4.1.1.3).

4.1.4.2. Sơ đồ khống chế bơm dùng động cơ đồng bộ cao áp

Hình 4.20 là sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển và bảo vệ động cơ đồng bộ kéo bơm nước tưới, tiêu. Động cơ là đồng bộ, công suất 600kW, điện áp 6kV. Sơ đồ cho phép điều khiển tự động hoặc bằng tay.

a) Nguyên tắc mở máy động cơ đồng bộ

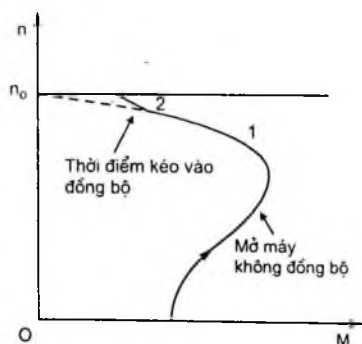
Động cơ đồng bộ được mở máy qua 2 giai đoạn:

- Giai đoạn tăng tốc không đồng bộ: động cơ mở máy như động cơ không đồng bộ và tăng tốc tới gần tốc độ đồng bộ.

- Giai đoạn kéo vào đồng bộ: khi tốc độ động cơ đạt $\sim 95\%$ tốc độ đồng bộ thì cuộn kích từ được cấp dòng điện kích từ để kéo tốc độ động cơ lên tốc độ đồng bộ.

Hình 4.18 thể hiện 2 giai đoạn mở máy của động cơ đồng bộ.

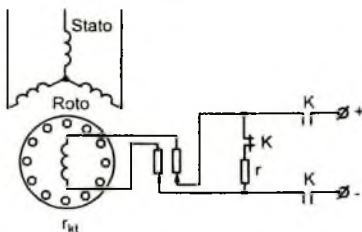
Trong giai đoạn đầu mở máy không đồng bộ, trong cuộn kích từ sẽ xuất hiện s.d.d. cảm



Hình 4.18. Đặc tính khi mở máy động cơ đồng bộ

ứng lớn vì số vòng dây nhiều. S.d.d. này có thể phá hủy cuộn kích từ. Do vậy, khi mở máy (hình 4.19), cuộn kích từ cần được nối kín với một điện trở dập từ có trị số bằng $(5 \div 12)$ lần điện trở của cuộn kích từ (tiếp điểm thường đóng K đóng).

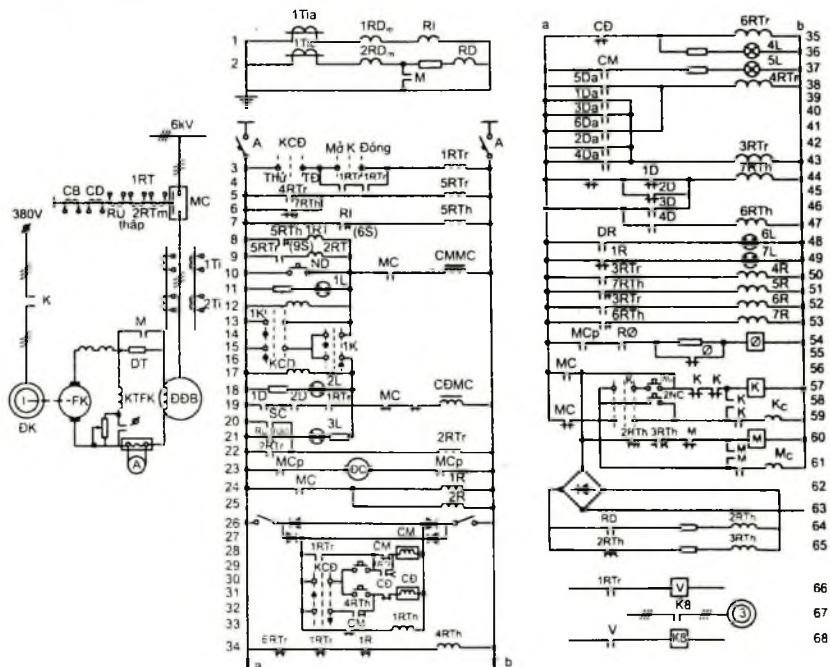
$$r = (5 \div 12) r_{kt}$$



Hình 4.19. Sơ đồ cấp kích từ lúc mở máy động cơ đồng bộ

Tối giai đoạn kéo vào đồng bộ thì cấp kích từ (công tắc tơ K tác động, đóng kích từ và ngắt r).

b) Chế độ mở máy tự động của sơ đồ 4.20



Hình 4.20.

Khóa chế độ KCD (dòng 3) đặt ở vị trí tự động TĐ. Khi vận khóa K (dòng 3) về vị trí đóng thì role trung gian 1RTr (dòng 3) tác động. Tiếp điểm 1RTr (dòng 4) đóng để tự duy trì điện, tiếp điểm 1RTr (dòng 19) đóng để chuẩn bị cho máy cắt làm việc, tiếp điểm 1RTr (dòng 28) đóng mạch cho cuộn dây CM để mở van điện từ lắp ở đường ống nước kỹ thuật. Trước đó, role thời gian 1RTh (dòng 33) đã có điện nên tiếp điểm thường mở 1RTh (dòng 29) đóng ngay lại để đảm bảo cấp điện mở van chắc chắn. Tiếp điểm 1RTr (dòng 34) mở ra, cắt điện cuộn 4RTh (dòng 34), không cho tiếp điểm 4RTh (dòng 32) đóng mạch cuộn đóng van CĐ (dòng 31). Một tiếp điểm khác của 1RTr (không vẽ trong sơ đồ) đóng mạch cho công tắc tơ chạy bơm nước kỹ thuật.

Khi áp lực nước trong đường ống làm mát cúxixinê của bơm đạt 2,5 at, các role dòng nước 1D, 2D tác động, đóng tiếp điểm của nó (dòng 19) nên cuộn dây đóng máy cắt CĐMC (dòng 19) có điện và máy cắt MC ở mạch lực được đóng. Cuộn stato động cơ đồng bộ ĐDB được cấp điện để mở máy không đồng bộ.

Khi máy cắt đóng, tiếp điểm phụ thường đóng MC (dòng 19) mở ra để cắt mạch cuộn đóng CĐMC. Tiếp điểm phụ MC (dòng 10) chuẩn bị cho việc cắt máy cắt. Hai tiếp điểm phụ MC_p (dòng 23) đóng lại để chạy động cơ lên cốt ĐC. Sau khi cốt được lên căng thì 2 tiếp điểm MC_p mở ra để dừng ĐC lên cốt. Tiếp điểm MC (dòng 56) đóng để cấp điện cho công tắc tơ K, từ đó đóng điện chạy động cơ ĐK (ở mạch lực) kéo máy phát kích từ FK. Tiếp điểm MC_p (dòng 54) đóng để nếu trong quá trình mở máy mà điện áp nguồn sụt thấp làm role điện áp thấp R_φ (không vẽ trong sơ đồ) tác động thì công tắc tơ φ (dòng 54) có điện, đóng tiếp điểm của nó ở mạch kích từ máy FK nhằm cưỡng bức kích từ.

Khi động cơ đồng bộ ĐDB mở máy ở giai đoạn không đồng bộ, dòng mở máy lớn làm role dòng RD (dòng 2) tác động, đóng mạch cho role thời gian 2RTh (dòng 64). Từ đó 3RTh (dòng 65) tác động và đóng mạch sẵn cho công tắc tơ M (dòng 60). Công tắc tơ M lúc này chưa có điện vì tiếp điểm 2RTh (dòng 60) đã mở trước đó.

Khi động cơ tăng tốc tới gần tốc độ đồng bộ, dòng mở máy giảm thấp hơn trị số chỉnh định của role dòng điện RD thì role RD nhả, dẫn tới 2RTh (dòng 64) mất điện và tiếp điểm 2RTh (dòng 65) sau 1 ÷ 2 s mở ra, cắt điện role 3RTh. Lúc này, ở mạch công tắc tơ M (dòng 60), tiếp điểm 2RTh đóng, còn tiếp điểm 3RTh mở chậm, nên cuộn công tắc tơ M còn có điện. Tiếp điểm M ở mạch kích từ động cơ ĐDB đóng lại, nối tắt điện trở dập từ DT, tăng kích từ để động cơ ĐDB được kéo vào đồng bộ. Quá trình mở máy kết thúc. Tiếp điểm M (dòng 2) đóng để nối tắt role dòng RD, không cho RD làm việc do thăng giáng của dòng điện stato khi động cơ chạy đồng bộ.

Các công tắc tơ K (dòng 57) và M (dòng 60) làm việc có tự khóa bằng cơ khí và phải tháo khóa, ngắt nhờ các cuộn cắt K_c (dòng 59) và M_c (dòng 61). Khi K tác động, các tiếp điểm K tự cắt điện cho cuộn K và đóng sẵn mạch cho cuộn cắt K_c. Công tắc tơ M làm việc tương tự.

c) Dừng máy

Để dừng máy, ấn nút dừng ND (dòng 10) hay vận khóa 1K (dòng 13) để cấp điện cho cuộn cắt máy cắt CMMC (dòng 10) dẫn đến cắt máy cắt MC.

Khi máy cắt MC đã cắt điện, tiếp điểm MC (dòng 24) mở mạch các rơle 1R (dòng 24) và 2R (dòng 25). Tiếp điểm 1R (dòng 34) đóng lại cấp điện cho rơle thời gian 4RTh (dòng 34) để sau một thời gian tiếp điểm 4RTh (dòng 32) đóng lại cấp điện cho cuộn đóng CD (dòng 31) để đóng van điện từ. Tiếp điểm CM (dòng 37) đóng mạch đèn báo van đã đóng. Tiếp điểm MC (dòng 59) đóng, cấp điện cho cuộn M_C (dòng 61) để ngắt công tắc tơ M (dòng 60).

Khi ấn nút 2NC (dòng 58) thì cuộn K_C (dòng 59) có điện để ngắt công tắc tơ K (dòng 57) dùng động cơ ĐK kéo máy phát kích FK.

d) Bảo vệ động cơ đang vận hành

- Bảo vệ mất đồng bộ (không cho chạy không đồng bộ): Khi động cơ đang chạy đồng bộ mà vì lý do nào đó lại mất đồng bộ hoặc do điện áp lưới sụt giảm làm dòng điện stato tăng quá mức cho phép, rơle dòng RI (dòng 1) sẽ tác động nhưng chưa cắt máy ngay. Sau thời gian 6s nếu vẫn mất đồng bộ thì tiếp điểm RI (dòng 7) đóng lại, cấp điện cho rơle thời gian 5RTh. Sau 9s nữa, nếu động cơ ĐDB vẫn mất đồng bộ thì tiếp điểm 5RTh (dòng 8) đóng lại để cấp điện cho cuộn cắt CMMC (dòng 10) tiến hành cắt máy cắt MC. Đồng thời, rơle tín hiệu 1RT (dòng 8) cũng tác động, làm rơi cờ và còi kêu, báo sự cố.

- Bảo vệ ngắn mạch: Khi bị ngắn mạch (ở trong động cơ ĐDB hoặc ở đoạn cáp từ động cơ đến máy cắt) thì dòng điện ngắn mạch làm rơle dòng 1R_{Dm}, 2R_{Dm} tác động, cắt thẳng máy cắt. Tiếp điểm sự cố SC (dòng 20) đóng, bật đèn 3L báo cắt máy vì ngắn mạch. Rơle trung gian 2RTr cũng tác động, tự duy trì (dòng 22) và kéo còi.

- Bảo vệ điện áp thấp: Khi điện áp lưới tụt quá mức cho phép thì rơle điện áp thấp RU_{thấp} tác động nhà dẫn đến đèn 3L sáng để báo sự cố và còi kêu.

- Bảo vệ quá nhiệt và mức dầu thấp: Khi động cơ đang vận hành mà nhiệt độ dầu trong giá chữ thập tăng tới 50°C hoặc mức dầu tụt xuống dưới mức quy định thì các tiếp điểm 1Da (dòng 39), 2Da (dòng 42) hoặc 3Da (dòng 40), 4Da (dòng 43) đóng lại làm rơle 3RTr (dòng 43) tác động tiếp theo là 6R (dòng 52) tác động, chuông kêu báo tình trạng sự cố (quá nhiệt hoặc mức dầu thấp). Nếu xử lý không được, nhiệt độ dầu tăng tiếp tới 60°C thì tiếp điểm 5Da (dòng 38), 6Da (dòng 41) sẽ đóng. Rơle 4RTr (dòng 38) tác động, dẫn tới 5RTr (dòng 5) tác động. Tiếp điểm 5RTr (dòng 9) đóng để cấp điện cho CMMC (dòng 10) cắt máy cắt MC. Rơle tín hiệu 2RT (dòng 9) làm rơi cờ, kéo còi báo sự cố.

- Bảo vệ khi mất nước kỹ thuật và tắc rác: Bơm đang vận hành mà mất nước kỹ thuật làm mất hoặc lưới chắn rác bị đầy rác không đảm bảo được lượng nước bơm thì tiếp điểm 1D (dòng 44), 2D (dòng 45) hoặc 3D (dòng 46) đóng lại làm rơle 7RTh (dòng 44) tác động. Sau một thời gian nhất định, tiếp điểm 7RTh (dòng 6) đóng, cấp điện cho 5RTr (dòng 5). Từ đó, cuộn CMMC có điện để cắt máy cắt và rơle 2RT tác động làm rơi cờ, kéo còi báo sự cố.

Nếu rác làm tắc chưa đến mức cắt MC mà có thể tiến hành vớt rác thì tiếp điểm 4D (dòng 47) đóng, rơle 6RTh tác động và sau một thời gian nữa mới đóng điện cho 7R (dòng 53) để làm rơi cờ, chuông kêu, cho tín hiệu báo trước.

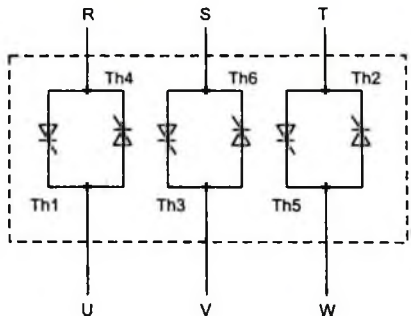
4.1.4.4. Sơ đồ khởi động mềm động cơ trạm bơm

Các trạm bơm tưới tiêu nông nghiệp tùy quy mô thường có từ 1 ÷ 10 bơm, công suất vài chục đến vài trăm kW. Động cơ sử dụng kéo bơm có thể là không đồng bộ hoặc đồng bộ. Với động cơ kéo bơm là không đồng bộ, việc hạn chế dòng chống tụt áp lưới lúc mở máy là một yêu cầu bắt buộc. Trạm bơm có nhiều bơm thì ngoài việc mở máy lần lượt cũng cần cần mở máy động cơ truyền động mỗi bơm có phương pháp.

– Động cơ truyền động công suất nhỏ và trung bình (dưới 100kW) có thể mở máy trực tiếp hoặc gián tiếp qua cuộn kháng hoặc đổi nối Y – Δ khi có thể.

– Động cơ không đồng bộ công suất lớn (tới 600 kW) có thể ngoài việc sử dụng động cơ trung áp, khởi động qua cuộn kháng, còn sử dụng phương pháp khởi động mềm. Các bộ khởi động mềm không chỉ được ứng dụng phổ biến cho các máy thủy – khí (máy bơm, máy quạt, máy nén...) mà còn được ứng dụng cho các động cơ truyền động băng tải, máy xúc, máy công cụ, máy tuốt, máy ép ...

Các bộ khởi động mềm đã được sản xuất hợp bộ, có lập trình, kết nối máy tính, kích thước nhỏ gọn, dễ lắp ráp. Bộ khởi động mềm hạn chế dòng mở máy ($I \sim U$), các xung mômen ($M \sim U^2$) nhờ điều chỉnh trị số hiệu dụng của điện áp qua bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha (dùng triac hoặc 2 thyristo mắc song song ngược như hình 4.22). Góc mở các van được tăng lên giá trị lớn lúc đầu. Sau đó được giảm dần để tăng tốc độ động cơ.



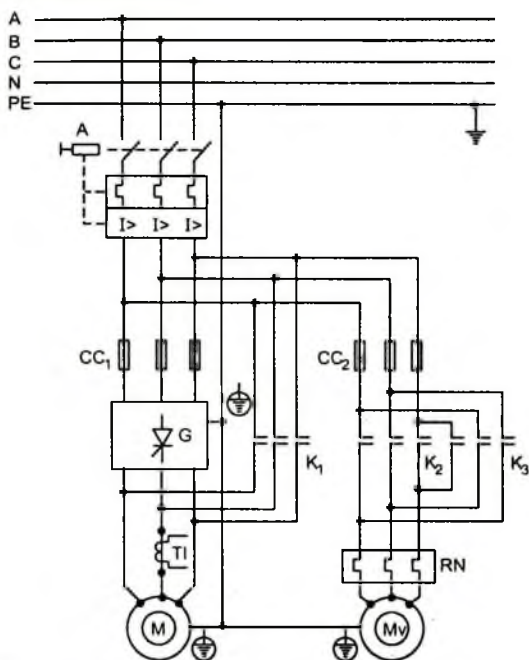
Hình 4.22. Mạch lực bộ khởi động mềm

Hình 4.23 là sơ đồ nguyên lý mạch lực dùng bộ khởi động mềm mở máy 1 động cơ kéo bơm.

Mở máy: Đóng aptomat A để cấp điện. Công tắc tơ K_2 đóng để động cơ M_v chạy theo chiều thuận đóng van đẩy. Khi van đã đóng hoàn toàn, thì cho tín hiệu START để bộ khởi động mềm G làm việc, mở máy động cơ bơm M. Sau thời gian mở máy (đặt trước), động cơ được cấp điện áp định mức, tốc độ đạt định mức thì công tắc tơ K_1 nối thẳng động cơ M vào lưới (phân dòng bộ khởi động mềm), đồng thời công tắc tơ K_2 bị cắt điện, công tắc tơ K_3 được cấp điện để đóng mạch động cơ M_v theo chiều ngược mở van đẩy.

Hệ thống bơm đi vào làm việc ổn định.

Dùng bơm: Khi có tín hiệu STOP, bộ khởi động mềm làm việc để dừng mềm động cơ M. Lúc này, công tắc tơ K_1 và K_3 bị cắt điện, công tắc tơ K_2 được cấp điện để đóng van cấp. Sau một thời gian, động cơ dừng thì bộ khởi động mềm không làm việc. Khi van cấp đóng hẳn thì K_3 bị cắt điện.



Hình 4.23. Nguyên lý mạch lực động cơ bơm dùng bộ khởi động mềm

4.2. TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ MÁY NÉN KHÍ

4.2.1. Khái niệm chung và phân loại

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 khí cho các tuabin, kích...

Máy nén khí là máy nguồn để cấp khí nén.

4.2.1.1. Phân loại máy nén khí

a) Theo nguyên lý làm việc, máy nén khí chia ra 2 loại (tương tự như bơm)

– Máy nén thể tích: Máy này tăng áp khí nhờ giảm thể tích không gian làm việc. Thuộc loại này có: máy nén pít tông, máy nén rô to (cánh trượt, bánh răng...)

– Máy nén động học: Máy này tăng áp khí nhờ các cơ cấu làm việc truyền động năng cường bức cho khí; thuộc loại này có máy nén ly tâm, máy nén hướng trục.

b) Máy nén cũng được phân loại theo nhiều cách khác nữa như

- Theo áp suất: Cao, trung bình, thấp, chân không.
- Theo năng suất: Lớn, vừa, nhỏ.
- Theo làm lạnh: Không làm lạnh, làm lạnh trong quá trình nén.
- Theo số cấp nén: Một cấp, nhiều cấp...

Các máy nén đều làm việc với chu trình ngược với động cơ pittông hoặc tua bin.

Bảng 4.1 cho biết năng suất và phạm vi áp suất của một số loại máy nén khí.

Bảng 4.1

Loại máy nén	Áp suất làm việc (at)	Năng suất (m ³ /h)
Máy nén pittông	0 – 3.000 – 100.000	0 – 30.000
Máy nén cánh gạt	0 – 12	0 – 6.000
Máy nén trục vít	0 – 10	0 – 30.000
Máy nén ly tâm	0 – 50	6.000 – 300.000
Máy nén tua bin	0 – 20	6.000 – 900.000
Máy nén hướng trục	0 – 10	Rất lớn

4.2.1.2. Các thông số cơ bản của máy nén

Có 3 thông số cơ bản:

- Tỷ số nén ϵ : là tỷ số giữa áp suất khí ra và áp suất khí vào của máy nén.

$$\epsilon = \frac{P_{ra}}{P_{vào}} \quad (4.8)$$

– Năng suất Q: là khối lượng (kg/s) hay thể tích (m³/h) khí mà máy nén cung cấp trong một đơn vị thời gian.

- Công suất P: là công suất máy sử dụng để nén và truyền khí.

Ngoài ra, còn có các thông số về hiệu suất của máy, các thông số về khí nén (như nhiệt độ, áp suất, lý – hoá tính...).

4.2.1.3. Các đơn vị áp suất thường sử dụng trong kỹ thuật khí nén được cho trên bảng 4.2.

Bảng 4.2

	Pa (N/m ²)	at (kg/cm ²)	tor (mmHg)	mH ₂ O	psi (lb lực/m ²)	bar
1Pa = 1N/m ²	1	10,2.10 ⁻⁶	7,5.10 ⁻³	10,2.10 ⁻⁶	145.10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
1at = 1 kg/cm ²	9,8.10 ³	1	735,5	10	14,2	0,98
1tor = 1 mmHg	133,3	1,36.10 ⁻³	1	13,6.10 ⁻³	0,02	13,3.10 ⁻⁴
1mH ₂ O	9,8.10 ³	0,1	73,6	1	1,42	9,8.10 ⁻²
1psi = 1 in ²	69.10 ³	70,3.10 ⁻³	51,7	70,3.10 ⁻²	1	6,9.10 ⁻²
1 bar = 10 ⁵ N/m ²	10 ⁵	1,02	750	10,2	14,5	1

1 in = 2,54cm

1 lb lực = 0,454kg = 4,49N

4.2.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc các loại máy nén

4.2.2.1. Máy nén pittông

Máy nén pittông là loại máy nén thể tích.

Tuỳ áp suất làm việc mà máy được phân ra: máy hút chân không ($< 1\text{at}$), máy nén áp suất thấp ($< 10\text{at}$), trung bình ($10 \div 100\text{at}$) và cao ($> 100\text{at}$).

a) Chu kỳ làm việc của máy nén pittông tương tự bơm pittông, gồm 2 giai đoạn (hình 4.24):

– Giai đoạn hút khí: đường hút 1 – 2 với áp suất vào p_v , không đổi (supáp a mở, pittông chuyển dịch sang phải).

– Giai đoạn nén và đẩy khí: đường nén 2 – 3 tăng cường bức áp suất từ p_v lên p_r và đường đẩy 3 – 4 với áp suất ra p_r , không đổi (supáp b mở, pittông chuyển dịch sang trái).

b) Về lý thuyết, công tiêu hao cho 1 chu trình biểu thị bởi diện tích 1 – 2 – 3 – 4 – 1 bao gồm:

– Công hút khí (âm), biểu thị bởi diện tích 0 – V_1 – 2 – 1 – 0

$$W_{\text{hút}} = p_v \cdot V_1$$

– Công nén khí (dương), biểu thị bởi diện tích 2 – 3 – V_2 – V_1 – 2

$$W_{\text{nén}} = - \int_2^3 p dV$$

Dấu (–) biểu hiện thể tích V giảm khi nén khí.

– Công đẩy khí (dương), biểu thị bởi diện tích 3 – 4 – 0 – V_2 – 3

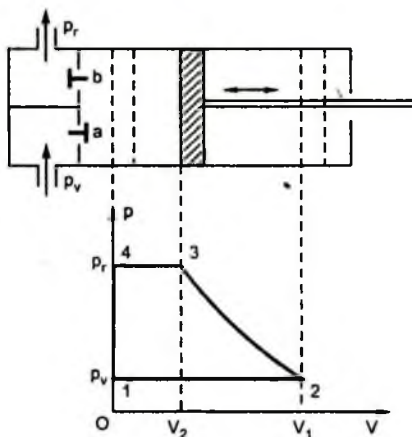
$$W_{\text{đẩy}} = p_r \cdot V_2$$

Vậy trong 1 chu kỳ làm việc, công tiêu hao là:

$$W_{\text{ck}} = -p_v V_1 + (- \int_2^3 p dV) + p_r V_2 \quad (4.9)$$

$$\text{Vì} \quad p_r V_2 - p_v V_1 = \int_2^3 d(pV)$$

$$\text{nên:} \quad W_{\text{ck}} = \int_2^3 d(pV) - \int_2^3 p dV = \int_2^3 V dp \quad (4.10)$$



Hình 4.24. Sơ đồ máy nén pittông và đồ thị chu trình nén lý thuyết

Công nén cần cho 1kg khí sẽ là:

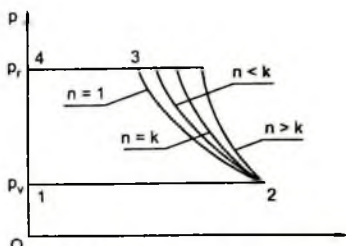
$$w_{ck} = \frac{W_{ck}}{M} = \int_2^3 \frac{V}{M} dp = \int_2^3 v dp \quad (\text{J/kg}) \quad (4.11)$$

Trong đó: M – khối lượng khí nén trong một chu kỳ, [kg];

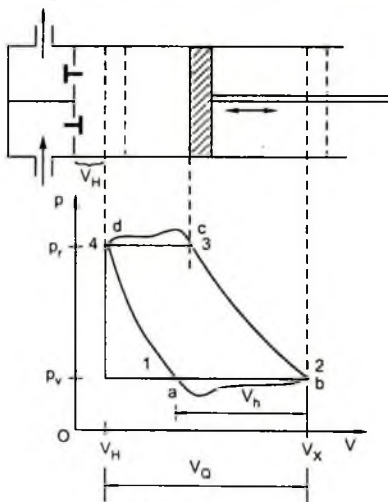
v – thể tích riêng của khí [m^3/kg].

c) Quá trình nén có thể là đẳng nhiệt, đoạn nhiệt hay đa biến nên công tương ứng trong một chu kỳ nén (biểu thị bởi diện tích các đường chu kỳ) cũng khác nhau (hình 4.25). Nếu n là chỉ số đa biến thì $n = 1$ ta có quá trình đẳng nhiệt, $n = k$ (chỉ số đoạn nhiệt) ta có quá trình đoạn nhiệt, ngoài ra là các quá trình khác.

d) Máy nén khí làm việc với khí thực nên công tiêu hao thực cho một chu kỳ cũng lớn hơn công tính cho chu kỳ lý thuyết.



Hình 4.25. Đồ thị chu trình nén lý thuyết với các chỉ số đa biến khác nhau



Hình 4.26. Đồ thị nén khí thực

Hình 4.26 cho đồ thị nén khí thực. Trong chu kỳ thực, khi pittông đổi chiều để kết thúc giai đoạn đẩy sang hút để bắt đầu chu kỳ mới thì giai đoạn hút không xảy ra ngay do có giai đoạn giãn bởi khí nén tồn đọng trong xy lanh. Đường hút và đường đẩy không thẳng (không đẳng áp) và có cực tiểu (ở đường hút) và cực đại (ở đường đẩy). Các điểm đầu và cuối giai đoạn hút và đẩy không nằm trên đường áp suất trong ống hút và ống đẩy.

Sự khác nhau giữa các chu trình thực và lý tưởng là do:

– Xy lanh có một phần thể tích chết V_H giữa pittông và xy lanh (gọi là thể tích chết V_H) nên giai đoạn hút chỉ bắt đầu khi khí bị nén giãn và giảm áp suất bằng áp suất hút. Điều này làm giảm thể tích khí hút vào mặc dù không gian xy lanh $V = V_X - V_H$ lớn.

– Supáp có trở lực (chủ yếu do lực lò xo) nên giai đoạn hút và đẩy chỉ xảy ra khi áp suất khí trong xy lanh nhỏ hơn áp suất p_v trong ống hút và lớn hơn áp suất p_d trong ống đẩy.

– Áp suất trong ống hút và ống đẩy dao động theo vị trí pittông làm dòng khí chuyển động không ổn định.

– Khi khí bị hút vào xi lanh, khí thu nhiệt của thành xi lanh (do nén trước đó). Đầu giai đoạn nén, khí vẫn thu nhiệt của xi lanh. Trong quá trình nén, khí nóng lên bằng và lớn hơn nhiệt độ xi lanh. Lúc đó khí làm nóng xi lanh. Trong giai đoạn đẩy, khí cấp nhiệt cho xi lanh.

Do có khí rò qua supáp, xéc măng nên đường nén thoải hơn và đường giãn dốc hơn.

– Cuối cùng, do có khoảng hại ở máy nén pittông V_H mà tỷ số nén $\varepsilon = \frac{P_r}{P_v}$ bị hạn chế. Trường hợp cần tỷ số nén cao, người ta sử dụng nén nhiều cấp có làm lạnh đẳng áp giữa hai chu kỳ nén.

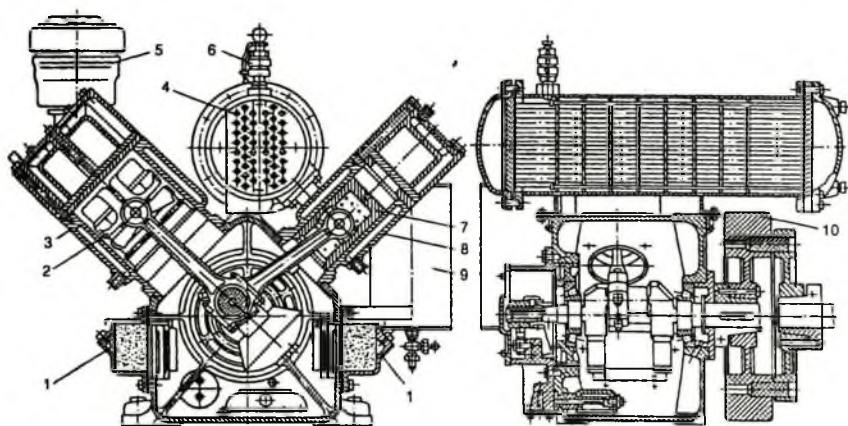
Bảng 4.3 cho quan hệ giữa tỷ số nén ε và số cấp nén.

Bảng 4.3

Số cấp z	1	2	3	4	5	6	7
Tỷ số nén ε	7	5 – 30	13 – 150	35 – 400	150 – 1000	200 – 1100	450 – 1100

Năng suất của máy nén pittông nằm trong dải vài m^3/ph đến $100 m^3/ph$. Dải áp suất ra từ vài at đến 300at và dải công suất từ vài kW đến 2000kW.

Hình 4.27 biểu thị một máy nén pittông 2 cấp xy lanh, trong đó: 1 – cửa thông gió; 2 – pittông của xy lanh nén cấp 1; 3 – xy lanh nén cấp 1; 4 – ống làm lạnh; 5 – lọc khí; 6 – van an toàn cấp 1; 7 – pittông của xy lanh nén cấp 2; 8 – xy lanh nén cấp 2; 9 – ống làm mát bằng nước; 10 – bánh đà.



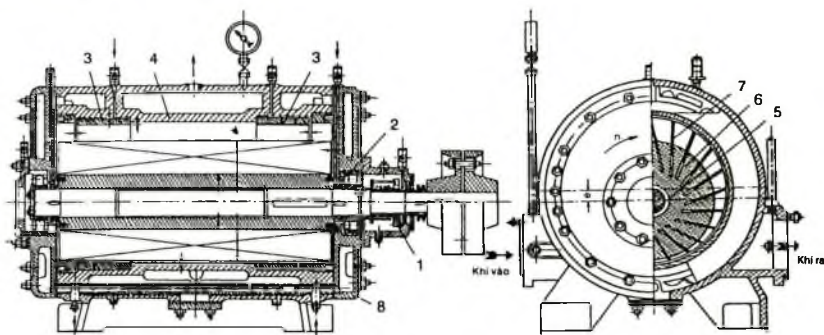
Hình 4.27. Máy nén pittông 2 cấp

4.2.2.2. Máy nén rôto

Máy nén rôto là loại máy nén thể tích

Hình 4.28 biểu thị một máy nén rôto cánh trượt. Máy có vỏ trụ 4 và nắp 8 có nước làm mát. Rôto 6 lắp vào trục 5 lệch tâm trong vỏ. Rôto có nhiều khe hẹp trong đó có các tấm trượt 7 bằng thép dày $0,8 \div 2,5mm$.

Khi rôto quay (chiều mũi tên n) các cánh trượt văng ra, ép vào thành trong của 2 vòng gang tự do 3 và kéo chúng cùng quay. Các cánh trượt chia không gian làm việc hình lưỡi liềm thành các khoảng không gian nhỏ mà thể tích bị giảm dần theo chiều quay từ phía hút sang phía đẩy.



Hình 4.28. Máy nén rôto cánh trượt

Ổ đỡ trục 2 được bịt kín bằng bạc trượt 1. Phía đáy có supáp một chiều.

Các máy nén cánh trượt tạo được áp suất tới 4 at và năng suất tới $160 \div 4000 \text{ m}^3/\text{h}$.

4.2.2.3. Máy nén ly tâm

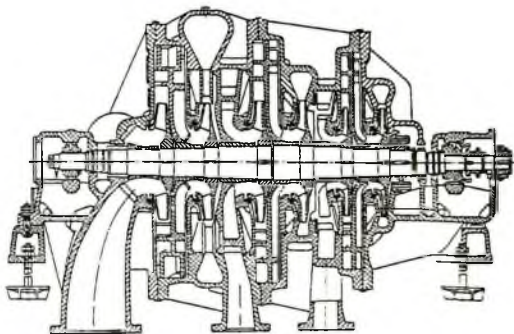
Máy nén ly tâm là loại máy nén động học.

Nguyên lý làm việc của máy nén ly tâm tương tự như bơm ly tâm. Khác là, do sự tăng áp suất khí qua guồng động nên khí bị nén, tăng khối lượng riêng và tạo ra áp lực tĩnh. Đồng thời áp lực động cũng tăng vì vận tốc khí tăng.

Máy nén ly tâm có hiệu suất thấp hơn máy nén pittông nhất là khi năng suất máy nhỏ mà áp suất cần cao (nén nhiều cấp).

Do kết cấu đơn giản, kích thước và khối lượng nhỏ, có thể nối trực tiếp được với động cơ, khí ra liên tục, đều và không bị bắn bởi dầu bôi trơn (như ở máy nén thể tích) nên máy nén ly tâm, mặc dù hiệu suất thấp hơn, vẫn được sử dụng rộng rãi ở dải năng suất cao hơn $100 \text{ m}^3/\text{ph}$ và áp suất nhỏ hơn 12at.

Hình 4.29 là mặt cắt một máy nén tuabin ba cấp. mỗi cấp có 2 bánh xe công tác, tốc



Hình 4.29. Mặt cắt máy nén tuabin nhiều cấp

độ quay rôto đến 7600vg/ph, năng suất 525m³/ph, áp suất 9at, công suất động cơ 3500kW, tốc độ động cơ 3000vg/ph.

Đối với áp suất nhỏ, người ta dùng tuabin thổi khí một cấp, 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 lớn hơn, có máy nén tua bin.

4.2.3. Điều chỉnh lưu hướng và áp suất máy nén khí

Áp suất trong hệ thống khí nén phụ thuộc vào năng suất của máy nén và lượng khí nén tiêu thụ trong hệ.

Khi hệ cân bằng (lượng khí nén tiêu thụ bằng năng suất máy) thì áp suất khí là định mức. Khi mất cân bằng thì áp suất khí thay đổi. (lượng khí nén tiêu thụ > năng suất máy thì áp suất khí giảm và ngược lại).

Để khống chế áp suất trong một hệ thống cấp khí nén, người ta ít dùng phương pháp thay đổi tốc độ động cơ mà hay dùng cách đóng – mở van xả.

Sơ đồ hình 4.30 dùng để điều chỉnh áp suất của hệ thống cấp khí. Khi áp suất của hệ thống cấp khí nén bị tăng quá trị số định mức (do các van đóng nhiều, do tăng lưu lượng ...) thì van trượt 1 trong xy lanh 2 sẽ bị đẩy lên do thắng đối trọng 4. Khí nén từ hệ thống qua ống 5, ống 6 vào xy lanh 3, đẩy pittông 8 thắng lò xo 7, mở van xả 9. Xy lanh 10 nối với khí quyển. Pittông 11 của máy nén chạy không tải.

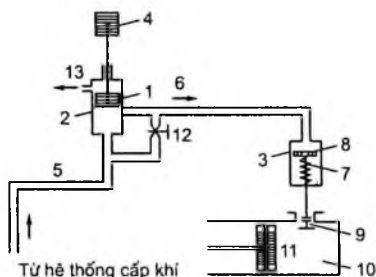
Nếu áp suất của hệ thống khí nén giảm, van trượt 2 hạ xuống. Khí nén từ xy lanh 3, do lò xo 7 đẩy sẽ được pittông 8 đẩy qua đường ống 6 ra của thoát 13. Lúc này van 9 đóng và xy lanh 10 kín. Máy nén cấp khí vào hệ thống khí.

Để mở máy không tải, mở van 12 để khí từ hệ thống qua ống 5, van 12, ống 6 vào xy lanh 3, mở van 9. Động cơ kéo pittông sẽ mở máy không tải.

Ngoài việc đảm bảo lưu lượng và áp suất khí nén cấp cho hệ tiêu thụ, khí nén còn phải đảm bảo về chất lượng như độ ẩm, độ sạch...

Máy nén khí thường có kèm các bộ lọc và đặc biệt là bình chứa khí (hay còn gọi là bình tích). Bình chứa khí đảm bảo:

- Điều hòa lưu lượng và do đó đảm bảo áp suất. Khử các xung áp ở kênh tiêu thụ, nhất là đối với máy nén pittông.
- Làm dễ dàng cho việc điều chỉnh giới hạn cực đại hoặc cực tiểu của áp suất. Hạn chế tối thiểu tần suất mở máy động cơ kéo máy nén.
- Tránh được các sụt áp đột biến của khí tiêu thụ như khi phanh bằng khí nén, kích có pittông lớn bắt đầu làm việc...
- Làm mát khí nén và ngưng tụ hơi nước, tạp chất...



Hình 4.30. Hệ điều chỉnh áp suất khí nén

4.2.4. Tính chọn công suất động cơ truyền động máy nén khí

Máy nén khí không đòi hỏi nhiều về thay đổi tốc độ, trừ trường hợp đặc biệt. Do vậy, với máy có năng suất dưới 10m³/phút, thường được truyền động bằng động cơ không đồng bộ, mở máy trực tiếp hoặc gián tiếp. Trong cả hai trường hợp thì mômen mở máy không nhỏ hơn 40% mômen định mức và mômen cực đại không quá 150% mômen định mức.

Máy nén khí có năng suất lớn hơn 20m³/phút thường truyền động bằng động cơ đồng bộ, cần mômen mở máy không dưới 40% mômen định mức và mômen khi kéo vào đồng bộ không dưới 60% mômen định mức. Động cơ đồng bộ kéo máy nén pittông thường đóng trực tiếp vào lưới.

Máy nén tua bin cũng dùng động cơ đồng bộ truyền động. Khi công suất lớn (vài ngàn kW) thì mở máy qua cuộn kháng hoặc biến áp tự ngẫu. Điện áp ban đầu lúc mở máy khoảng 64% giá trị định mức.

Công suất động cơ truyền động máy nén có thể tính theo công thức:

$$P = k \frac{Q}{600 \cdot 102 \cdot \eta_k \cdot \eta_{td}} \frac{L_1 + L_a}{2} \quad (\text{kW}) \quad (4.12)$$

Trong đó: Q – năng suất máy nén, [m³/phút];

η_k – hiệu suất máy nén, $\eta_k = 0,5 \div 0,8$;

η_{td} – hiệu suất bộ truyền động, $\eta_{td} = 0,85 \div 0,95$;

L_1, L_a – công nén đẳng nhiệt và đoạn nhiệt, [kG.m]

Giá trị L_1 và L_a đối với các áp suất khác nhau cho ở bảng 4.4.

Bảng 4.4

Đại lượng	Áp suất cuối (áp suất máy nén + 1at) (at)							
	3	4	5	6	7	8	9	10
L_1	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

k – hệ số dự trữ; $k = 1,1 \div 1,15$.

Cũng có thể chọn công suất đơn giản hơn:

$$P = k \frac{Qz}{81,6} \quad (\text{kW}) \quad (4.13)$$

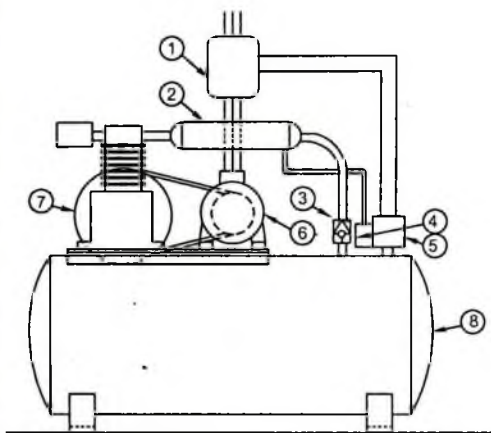
Trong đó: z – hệ số ở bảng 4.4

4.2.5. Sơ đồ khống chế hệ truyền động máy nén khí

4.2.5.1. Sơ đồ điều chỉnh bằng tiếp điểm áp khí

Sơ đồ thường ứng dụng cho máy nén khí lưu lượng nhỏ (hình 4.31) công suất dưới 10 kW. Tiếp điểm áp khí đảm bảo dừng động cơ khi bình chứa khí đã nén đạt áp suất đặt (cực đại) và chạy lại động cơ kéo máy nén khi áp suất khí nén giảm xuống mức cực tiểu cho phép.

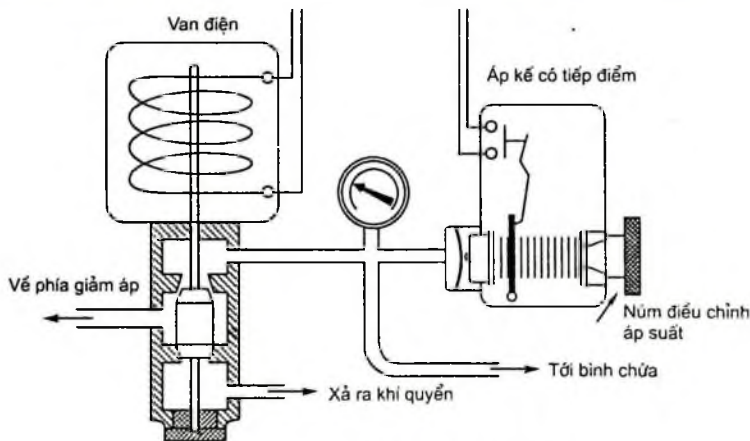
Tiếp điểm áp khí 5 dùng để đóng cắt công tắc tơ 1 ở mạch cấp điện cho động cơ 6 kéo máy nén khí 7. Bình trung gian 2 lắp trên đường dẫn khí và có thể tích được tính toán sao cho trong $5 \div 6s$ đầu chạy máy mà không có áp suất (tránh mở máy có áp suất). Đầu xả 4 gắn với tiếp điểm áp khí 5 đảm bảo xả khí trong bình phụ vào khí quyển khi động cơ dừng. Khi đó, van bi một chiều đóng kín để không có áp suất đặt vào máy nén khi chạy lại động cơ. Khi công tắc tơ đóng thì đầu xả cũng đóng. Tiếp điểm áp khí lấy từ bình chứa 8 và đóng mạch cho động cơ khi $p = 2 \div 3$ bar và ngắt mạch động cơ khi $p = 9 \div 10$ bar.



Hình 4.31. Sơ đồ điều chỉnh tự động máy nén khí bằng tiếp điểm áp khí

4.2.5.2. Sơ đồ điều chỉnh bằng tiếp điểm điện khí

Sơ đồ này thường dùng cho máy nén trên 10 kW. Cơ cấu (hình 4.32) gồm:



Hình 4.32. Cơ cấu điều chỉnh điện - khí

- Một áp kế có tiếp điểm đóng cắt ở các giới hạn áp suất 1 bar đến vài chục bar.
- Một van điện 3 ngã: một ngã nối với bình chứa, một ngã nối với hệ giảm áp (phía hạ tiêu thụ), một ngã để xả khí vào khí quyển.

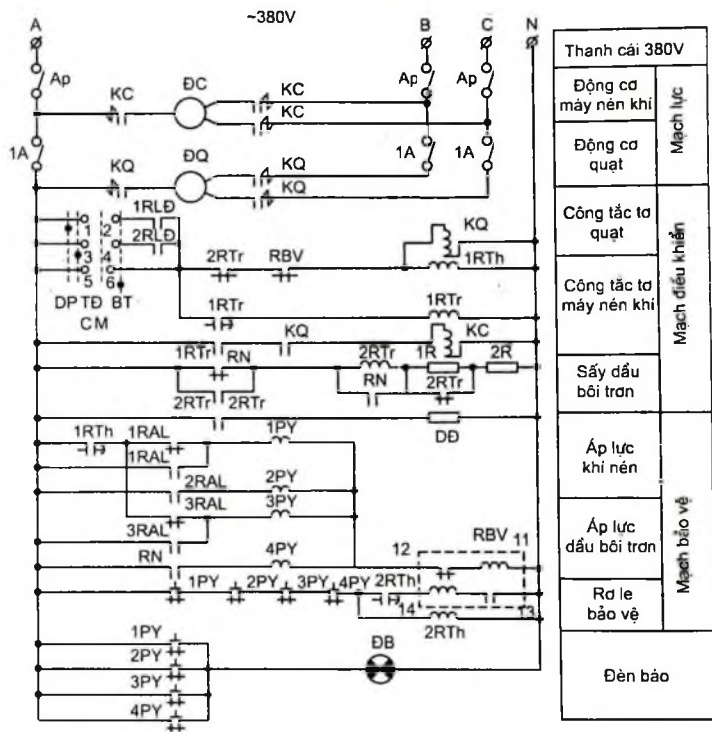
Khi áp suất khí nén đạt giá trị cực đại, tiếp điểm áp kế mở ra để dừng động cơ. Còn bình thường van điện không hút (như trên hình 4.32) và đường xả khí bị đóng kín.

Khi áp suất khí nén giảm tới giá trị cực tiểu, tiếp điểm áp kế đóng lại do lực lò xo điều chỉnh áp suất. Động cơ được đóng điện để chạy kéo máy nén. Van điện được cấp điện trong $5 \div 6$ s để mở cửa xả, giảm tải cho động cơ lúc mở máy.

Việc điều chỉnh đóng cắt tự động kiểu này bị hạn chế do tần suất đóng cắt không quá 15 lần/h.

4.2.5.3. Sơ đồ tự động khống chế máy nén khí

Sơ đồ (hình 4.33) có 3 chế độ làm việc: tự động (TĐ), bằng tay (BT) và dự phòng (DP). Chọn chế độ nhờ khoá chuyển mạch CM.



Hình 4.33. Sơ đồ tự động khống chế máy nén khí

Chế độ chạy bằng tay (BT):

Vận khoá CM về vị trí BT. Tiếp điểm 5 – 6 kín. Công tắc tơ KQ có điện cấp điện cho động cơ ĐQ chạy quạt gió làm mát máy nén khí, đồng thời role thời gian 1RTh có điện. Sau một thời gian, tiếp điểm của nó ở mạch rơ le trung gian 1RTr đóng lại, cấp điện cho 1 RTr. Từ đó, mạch công tắc tơ KC thông và các tiếp điểm KC đóng lại cấp điện cho động cơ kéo máy nén chạy.

Để dừng máy nén khí, vận chuyển mạch CM về vị trí 0. Tiếp điểm 5 – 7 mở, cắt điện các công tắc tơ KQ, KC, các role 1RTh, 1RTr. Từ đó dừng các động cơ ĐQ, ĐC.

Chế độ chạy tự động (TĐ) và dự phòng (DP):

Vận khoá CM về vị trí TĐ. Tiếp điểm 3 – 4 kín. Hoặc vận CM về vị trí DP, tiếp điểm 1 – 2 kín. Vận vị trí nào là tùy thuộc trạng thái làm việc của các rơ le liên động 2RLĐ và 1RLĐ. Thứ tự mở máy các động cơ ĐQ và ĐC như ở chế độ bằng tay.

Sấy dầu trong hệ bôi trơn máy nén khí:

Khí nhiệt độ dầu bôi trơn trong hộp các-te máy nén khí giảm, role nhiệt RN không tác động. Cuộn dây role trung gian 2RTr được cấp điện và từ đó đóng mạch dây đốt ĐĐ để sấy dầu. Đồng thời mở tiếp điểm 2RTr ở mạch công tắc tơ KQ, cắt điện động cơ KQ, KC.

Khí nhiệt độ dầu bôi trơn lớn hơn 10°C , role nhiệt sẽ tác động, cắt nguồn 2RTr. Từ đó, cắt nguồn dây sấy ĐĐ.

Mạch bảo vệ:

- Bảo vệ quá áp suất khí nén nhờ cảm biến áp lực 1RAL.
- Bảo vệ tụt áp suất và áp suất thấp khi mở máy máy nén nhờ cảm biến áp lực 2RAL.
- Bảo vệ áp lực dầu bôi trơn thấp nhờ 3RAL.

Khí các tiếp điểm các cảm biến trên tác động, cuộn dây role bảo vệ RBV có điện và tiếp điểm của nó cắt điện mạch KQ, 1RTh...

4.3. TRẠNG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ QUẠT GIÓ

4.3.1. Khái niệm chung và phân loại

Quạt là máy khí dùng để hút hoặc đẩy không khí (hay các loại khí khác).

Tỷ số nén khí trong quạt không đáng kể nên có thể coi khí thổi ra (hay hút vào quạt) là không bị nén, nghĩa là khí được coi như chất lỏng (không chịu nén) và việc tính toán cho quạt cũng tương tự như cho bơm.

Quạt được ứng dụng để làm mát, thông gió, hút khói...

Phân loại quạt:

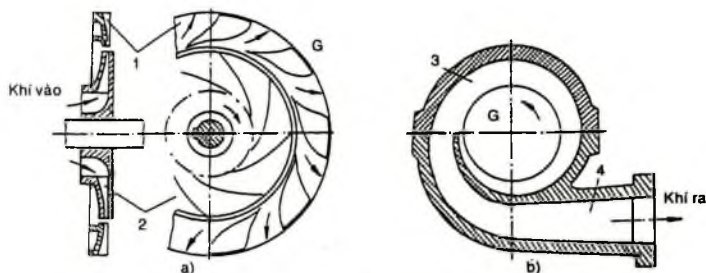
- Theo nguyên lý làm việc, có 2 loại:
 - + Quạt ly tâm: dòng khí dịch chuyển trong mặt phẳng vuông góc với trục quay của quạt.
 - + Quạt hướng trục: dòng khí dịch chuyển song song với trục quay của quạt.
- Theo giá trị áp suất, chia ra:
 - + Quạt áp suất thấp, $p < 0,13\text{at}$.
 - + Quạt áp suất trung bình $p = 0,13 \div 0,52\text{at}$.
 - + Quạt áp suất cao $p > 0,52\text{at}$.
- Theo mục đích sử dụng, có:
 - + Quạt không khí.
 - + Quạt gió...
- Theo tốc độ quạt, có:
 - + Quạt cao tốc, $n > 1.500\text{vg/ph}$.
 - + Quạt tốc độ trung bình, $n = 800 \div 1.500\text{vg/ph}$.
 - + Quạt tốc độ chậm, $n = 500 \div 800\text{vg/ph}$.
 - + Quạt tốc độ rất chậm, $n < 500\text{vg/ph}$.

4.3.2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của các loại quạt

4.3.2.1. Quạt ly tâm

Nguyên lý làm việc của quạt ly tâm như nguyên lý làm việc của bơm ly tâm.

Guồng động hay bánh xe công tác 2 (hình 4.34a) là bộ phận chính của quạt. Cánh trên bánh xe công tác có thể cong về phía trước chiều quay, thẳng hay cong về phía sau chiều quay tùy theo áp suất cần nhưng khi đó hiệu suất quạt sẽ khác nhau. Khí ra khỏi guồng động G sẽ vào thiết bị hướng 1 và chuyển vào ống dẫn 3 hình tròn ốc (hình 4.34b) và ra ngoài theo ống 4.

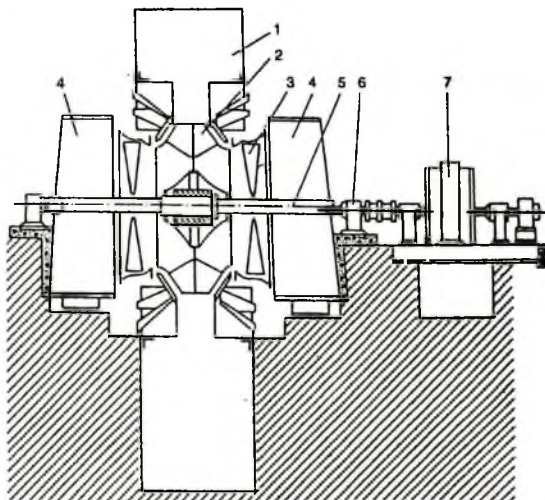


Hình 4.34. Sơ đồ cấu tạo quạt ly tâm

Trong các hầm mỏ, các loại quạt thông gió thường có công suất lớn và kết cấu đặc biệt nhằm đạt hiệu suất cao.

Hình 4.35 là một loại quạt thông gió ở hầm lò có đường kính bánh công tác tới 3,2m, tốc độ quay 600vg/ph, năng suất $50 \div 175 \text{m}^3/\text{s}$, áp suất tĩnh $1760 \div 5000 \text{N/m}^2$ ($0,19 \div 0,51 \text{at}$), công suất tiêu thụ cực đại tới 720kW. Năng suất quạt thay đổi nhờ điều chỉnh góc của các cánh của thiết bị hướng hoặc nhờ điều chỉnh tốc độ quay của động cơ điện.

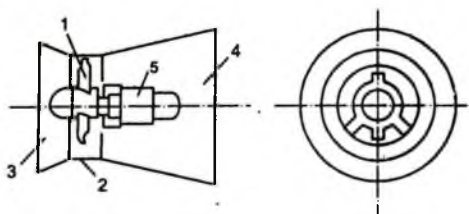
Quạt gồm vỏ 1, bánh xe công tác 2, thiết bị hướng 3, hai hộp vào hai phía 4, trục 5, gối trục 6 và động cơ 7.



Hình 4.35. Quạt ly tâm dùng ở hầm lò

4.3.2.4. Quạt hướng trục

Cấu tạo của quạt hướng trục đơn giản hơn so với bơm ly tâm. Nó gồm 2 phần chính (hình 4.36).



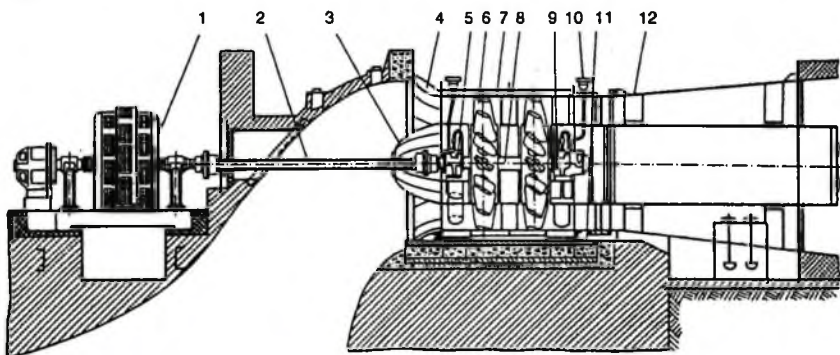
Hình 4.36. Sơ đồ cấu tạo quạt hướng trục

- 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 dọc theo trục quay rồi ra cửa 4. Đa số quạt hướng trục có guồng nối trực tiếp với trục động cơ 5.

Quạt hướng trục là loại quạt đẩy, thường có tốc độ lớn (trên 1000vg/ph) và được dùng khi cần lưu lượng lớn, áp suất nhỏ.

Quạt được ứng dụng để thông gió nhà, xường, hầm lò...

Hình 4.37 là một loại quạt hướng trục dùng ở hầm lò có đường kính bánh xe công tác 3,6m và 2 tầng cánh, tốc độ quay 375vg/ph và 500vg/ph tương ứng với công suất 865kW và 2050kW.



Hình 4.37. Quạt hướng trục dùng ở hầm lò

Năng suất và áp suất tĩnh của quạt được cho ở bảng 4.5.

Bảng 4.5

Tốc độ quay (vg/ph)	Năng suất (m^3/s)		Áp suất tĩnh (N/m^2)	
	min	Max	min	Max
375	560	2850	74,5	248
500	750	3800	133	442

Động cơ 1 kéo quạt qua trục 2. Quạt có chụp rẽ dòng khí 3, đầu vào 4, vỏ 7, ống khuếch đại 12, bộ 11. Chụp rẽ dòng khí giúp khí vào bánh công tác đều hơn và cũng có tác dụng bảo vệ khớp nối trục và tránh khớp nối trục khỏi bụi bẩn.

Rôto quạt gồm trục chính 8, hai bánh công tác 6, khớp nối bánh răng và 2 gối trục 5 và 9. Ống khuếch tán có tác dụng biến đổi áp suất động thành áp suất tĩnh. 10 là lỗ đầu bôi trơn.

4.3.3. Tính chọn công suất động cơ truyền động quạt gió

Các đặc tính làm việc của quạt có dạng tương tự như ở bơm ly tâm trên hình 4.4.

Do áp suất khí qua quạt không đáng kể (coi là không nén) nên có thể bỏ qua sự biến đổi khối lượng riêng của khí. Lúc đó công suất quạt có thể tính theo biểu thức sau:

$$P_Q = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H_k}{\eta} \cdot 10^{-3} = \frac{Q \cdot H}{\eta} \cdot 10^{-3} \text{ (kW)} \quad (4.14)$$

Trong đó: Q – năng suất quạt, (m³/s);

H_k – chiều cao áp lực, (m cột khí);

ρ – khối lượng riêng của khí, (kg/m³);

H – áp lực, (N/m²);

G – gia tốc rơi tự do, (m/s²);

η – hiệu suất chung, thường η = 0,4 ÷ 0,6.

Hiệu suất chung bao gồm tích các hiệu suất quạt, ổ đỡ và hệ truyền động từ động cơ tới quạt.

Công suất động cơ kéo quạt:

$$P_{dc} = k P_Q = \frac{k Q H}{\eta} \cdot 10^{-3} \text{ (kW)} \quad (4.15)$$

Hệ số dự trữ k có thể tham khảo ở bảng 4.6

Bảng 4.6

Công suất P (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 ÷ 5	1,15	1,05
> 5	1,1	1,05

Các quạt có công suất dưới 200kW thường dùng động cơ không đồng bộ rôto lồng sóc mở máy trực tiếp hay gián tiếp qua các phần tử hạn chế ở mạch stato. Đôi khi động

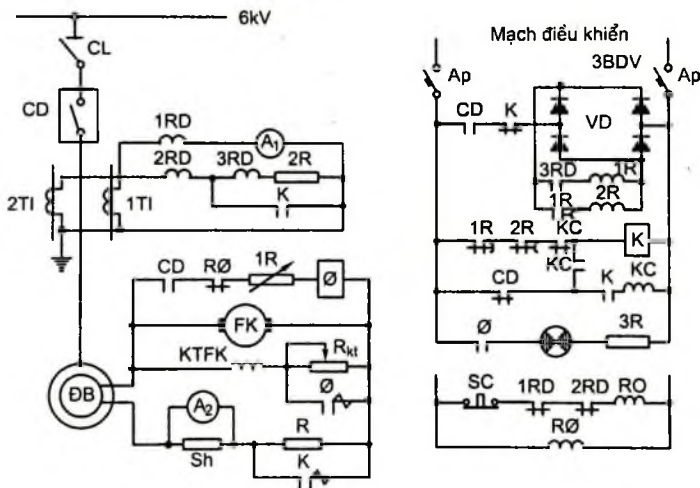
cơ rôto dây quấn cũng được dùng để thay đổi tốc độ trong phạm vi hẹp hoặc dùng động cơ đồng bộ hạ áp.

Với quạt có công suất trên 200kW thường dùng động cơ đồng bộ cao áp mở máy trực tiếp. Trường hợp do các thông số lưới điện hạn chế hay cần giới hạn tốc độ góc của quạt mà không được phép mở máy trực tiếp thì động cơ được mở máy qua cuộn kháng hay biến áp tự ngẫu.

4.3.4. Sơ đồ khống chế động cơ truyền động quạt gió

Sơ đồ dùng cho quạt hầm, lò với công suất lớn (hình 4.37).

Mở máy và dùng động cơ đồng bộ ĐB: Sau khi đóng cầu dao cách ly thì đóng máy cắt cầu CD, cấp điện cho stato để động cơ mở máy và tăng tốc ở giai đoạn chạy không đồng bộ. Mạch rôto nối qua máy phát kích và điện trở dập từ R.



Hình 4.38. Sơ đồ vận hành động cơ quạt

Do dòng mở máy lớn, rôle dòng 3RD tác động và tiếp điểm của nó đóng mạch rôle 1R sau cầu chỉnh lưu VD. Rôle 1R đóng mạch cho rôle 2R và ngắt mạch công tắc tơ K.

Khi tốc độ động cơ đạt gần sát tốc độ đồng bộ, dòng stato giảm và rôle dòng 3RD thời tác động, do đó 1R cũng thời tác động. Sau thời gian 1 – 1,5s thì tiếp điểm 1R đóng ngay mở chậm sẽ mở ra, ngắt mạch rôle 2R và đóng mạch công tắc tơ kích từ để nối tất điện trở dập từ R. Động cơ ĐB được kích từ và kéo vào đồng bộ.

Sau thời gian 2 ÷ 3s nữa, tiếp điểm 2R đóng ngay mở chậm ở mạch công tắc tơ

K mở ra nhưng cuộn K không mất điện do chốt điện cơ tự giữ (cài cơ khí). Do đó, tiếp điểm K ở mạch cuộn nhả chốt điện cơ KC của máy cắt còn đóng. Khi cắt máy cắt dầu CD, cuộn nhả chốt KC được cấp điện do tiếp điểm CD ở mạch cuộn này đóng lại, tiếp điểm KC đóng, cấp điện cho công tắc tơ K. Chốt được tháo và công tắc tơ K mất điện.

Bảo vệ của sơ đồ

Để bảo vệ động cơ khỏi ngắn mạch, quá tải cũng như mất đồng bộ, sơ đồ dùng các rơ le dòng 1RD và 2RD. Dòng stato trong các trường hợp này cũng tăng và làm các rơ le 1RD, 2RD tác động, ngắt điện cuộn bảo vệ điện áp R0 để từ đó ngắt máy cắt dầu CD.

Trường hợp điện áp lưới tụt còn 80 – 85% thì phải tăng dòng kích từ động cơ ĐB để duy trì chế độ đồng bộ. Lúc này rơ le RØ thời tác động và công tắc tơ Ø 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 trở lại bình thường thì hệ cường bức dòng kích từ trở về trạng thái ban đầu do rơ le RØ tác động, ngắt công tắc tơ Ø.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Vũ Quang Hồi, Nguyễn Văn Chất, Nguyễn Thị Liên Anh, *Trang bị điện – điện tử máy công nghiệp dùng chung* (tái bản lần thứ 6), Nhà xuất bản Giáo dục, 2007.
2. Vũ Quang Hồi, *Giáo trình điện – điện tử công nghiệp* (tái bản lần thứ 4), Nhà xuất bản Giáo dục, 2007.
3. Nguyễn Văn Chất, *Giáo trình trang bị điện* (dùng cho hệ trung cấp), Nhà xuất bản Giáo dục, 2007.
4. F.A. Annett, *Elevators*, Mc Graw – Hill Book Company, New York, 1986.
5. И. В. Верховенко, А. К. Тукнн, *Справочник сварщика*, Издательство Высшая Школа, Минск - 1997
6. Giles A. F. *Electronic sensing devices*, London, 1998
7. Bost Michel, *Les fours industriels à résistance électronique*, Paris, 1989
8. Меклер А. Г. *Электрооборудование машины непрерывного транспорта*, Москва, 1993
9. Các tập tài liệu, hồ sơ máy liên quan.

MỤC LỤC

Lời nói đầu

Chương 1

TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ CÁC MÁY NÂNG VẬN CHUYỂN

1.1. Những vấn đề chung	5
1.1.1. Phân loại các máy nâng - vận chuyển	5
1.1.2. Đặc điểm đặc trưng cho chế độ làm việc hệ truyền động các máy nâng - vận chuyển	7
1.1.3. Xu hướng phát triển các hệ truyền động dùng trong máy nâng - vận chuyển	8
1.2. Trang bị điện – điện tử cầu trục	9
1.2.1. Chế độ làm việc của động cơ truyền động và các yêu cầu cho hệ truyền động cầu trục	9
1.2.2. Tính chọn công suất động cơ truyền động cầu trục	10
1.2.3. Các thiết bị điện chuyên dụng ở cầu trục	15
1.2.4. Một số sơ đồ điều khiển cầu trục điển hình	18
1.2.5. Một số sơ đồ các cần trục điển hình	26
1.3. Trang bị điện – điện tử thang máy và máy nâng	31
1.3.1. Khái niệm chung và phân loại	31
1.3.2. Các bộ phận chính của thang máy	33
1.3.3. Yêu cầu cho truyền động thang máy	38
1.3.4. Các hệ truyền động dùng cho thang máy và máy nâng	42
1.3.5. Cảm biến vị trí dùng trong thang máy	43
1.3.6. Tính chọn công suất động cơ cho truyền động thang máy và máy nâng	45
1.3.7. Một số sơ đồ khống chế thang máy điển hình	47
1.4. Trang bị điện – điện tử máy xúc	53
1.4.1. Khái niệm chung và phân loại	53
1.4.2. Chế độ làm việc của máy xúc	55
1.4.3. Các yêu cầu cơ bản đối với hệ truyền động điện các cơ cấu của máy xúc	57
1.4.4. Tính chọn công suất động cơ cho các cơ cấu máy xúc	58
1.5. Một số sơ đồ khống chế máy xúc điển hình	66
1.5.1. Máy xúc EKG – 4	66
1.5.2. Máy xúc EKG – 4,6	69
1.6. Trang bị điện – điện tử các thiết bị vận tải liên tục	71
1.6.1. Các khái niệm chung	71
1.6.2. Cấu tạo và thông số kỹ thuật của các thiết bị vận tải liên tục	72
1.6.3. Tính chọn công suất động cơ truyền động các thiết bị vận tải liên tục	76
1.7.4. Một số sơ đồ điển hình khống chế thiết bị vận tải liên tục	78

Chương 2

TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ Lò ĐIỆN

2.1. Trang bị điện – điện tử lò điện trở	83
2.1.1. Khái niệm chung và phân loại	83
2.1.2. Sơ bộ về kết cấu lò điện trở	85
2.1.3. Vật liệu làm dây đốt	88
2.1.4. Tính toán dây đốt lò điện trở	89

2.1.5. Các bộ cảm biến nhiệt độ	92
2.1.6. Một số sơ đồ khống chế nhiệt độ lò điện trở điển hình	94
2.2. Trang bị điện – điện tử lò hồ quang.....	102
2.2.1. Khái niệm chung và phân loại.....	102
2.2.2. Sơ đồ cung cấp điện của lò hồ quang	106
2.2.3. Các yêu cầu đối với hệ thống tự động điều chỉnh công suất lò hồ quang	108
2.2.4. Một số sơ đồ khống chế công suất lò hồ quang điển hình	110
2.3. Trang bị điện – điện tử lò cảm ứng.....	114
2.3.1. Khái niệm chung và phân loại.....	114
2.3.2. Các bộ nguồn tần số dùng trong lò cảm ứng.....	118
2.3.3. Các phụ kiện dùng trong lò cảm ứng	122
2.3.4. Một số sơ đồ lò cảm ứng điển hình.....	124

Chương 3

TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ MÁY HÀN ĐIỆN

3.1. Khái niệm chung.....	128
3.2. Các yêu cầu chung đối với nguồn hàn hồ quang.....	129
3.3. Cơ cấu hồ quang điện.....	130
3.4. Trang bị điện – điện tử máy hàn hồ quang.....	131
3.4.1. Các máy biến áp hàn (BAH).....	131
3.4.2. Nguồn hàn hồ quang một chiều	136
3.4.3. Máy hàn hồ quang tự động.....	142
3.5. Trang bị điện – điện tử máy hàn tiếp xúc.....	146
3.5.1. Hàn điểm	146
3.5.2. Hàn nổi	148
3.5.3. Hàn đường.....	149
3.5.4. Hệ thống điều khiển máy hàn tiếp xúc.....	150

Chương 4

TRANG BỊ ĐIỆN – ĐIỆN TỬ CÁC MÁY THỦY – KHÍ

4.1. Trang bị điện – điện tử máy bơm	151
4.1.1. Khái niệm chung và phân loại.....	151
4.1.2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc các loại bơm.....	154
4.1.3. Điều chỉnh lưu lượng và áp suất trong hệ thống bơm	159
4.1.4. Một số sơ đồ khống chế bơm điển hình	163
4.2. Trang bị điện – điện tử máy nén khí.....	169
4.2.1. Khái niệm chung và phân loại.....	169
4.2.2. Cấu tạo và nguyên lý làm việc các loại máy nén	171
4.2.3. Điều chỉnh lưu hướng và áp suất máy nén khí.....	175
4.2.4. Tính chọn công suất động cơ truyền động máy nén khí.....	176
4.2.5. Sơ đồ khống chế hệ truyền động máy nén khí	176
4.3. Trang bị điện – điện tử quạt gió.....	179
4.3.1. Khái niệm chung và phân loại.....	179
4.3.2. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của các loại quạt	180
4.3.3. Tính chọn công suất động cơ truyền động quạt gió.....	182
4.3.4. Sơ đồ khống chế động cơ truyền động quạt gió	183

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Chủ tịch Hội đồng Thành viên kiêm Tổng Giám đốc NGÔ TRẦN ÁI
Phó Tổng Giám đốc kiêm Tổng biên tập VŨ VĂN HÙNG

Tổ chức bản thảo và chịu trách nhiệm nội dung:

Phó Tổng biên tập NGÔ ÁNH TUYẾT
Giám đốc Công ty CP Sách ĐH-ĐN NGÔ THỊ THANH BÌNH

Biên tập nội dung và sửa bản in:

NGUYỄN DUY MẠNH

Trình bày bìa:

ĐINH XUÂN DŨNG

Chế bản:

TRỊNH THỤY KIM DUNG

Công ty CP Sách Đại học – Dạy nghề, Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam
giữ quyền công bố tác phẩm.

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

MÁY CÔNG NGHIỆP DÙNG CHUNG

Mã số: 7B703y3-DAI

Số đăng kí KHXB : 54 - 2013/CXB/ 47- 51/GD.

In 500 cuốn (QĐ in số : 64), khổ 19 x 27 cm.

In tại Công ty CP In Phúc Yên.

In xong và nộp lưu chiểu tháng 09 năm 2013.

